OMRON

Trofeo Smart Project

Portfolio progetti

OMRON EDUCATIONAL PROJECT

Trofeo Smart Project

Introduzione

Presentiamo in questa pubblicazione i dieci progetti finalisti dell'edizione 2021 del Trofeo Smart Project. I filmati e i programmi elaborati in Sysmac Studio di tutti i progetti sono consultabili e scaricabli dal sito industrial.omron.it previa registrazione come docente.

Il Trofeo Smart Project è una competizione che dà la possibilità a docenti e studenti di istituti tecnici , IPSIA e licei tecnologici di sfidarsi nella realizzazione di un progetto di automazione industriale. Giunto alla sua quattordicesima edizione, il Trofeo Smart Project Omron nasce con l'obiettivo di avvicinare le scuole tecniche e professionali al mondo dell'automazione industriale, in accordo con le direttive ministeriali che promuovono gli interventi di valorizzazione dell'istruzione e delle eccellenze.

L'iniziativa, patrocinata dal MI (Ministero dell'Istruzione) e sponsorizzata dalla fiera SPS Italia - Smart Production Solutions, è aperta agli studenti delle classi quarte e quinte delle scuole secondarie di secondo grado, supportati dal coordinamento dei rispettivi docenti. A partire dall'edizione **2020**, tutti i progetti di automazione industriale in concorso sono sviluppati utilizzando il software Sysmac Studio messo a disposizione gratuitamente per tutte le scuole che si iscrivono al concorso o che ospitano le Giornate Formative..

Dall'edizione **2021** sono stati inseriti due nuovi premi relativi al progetto con maggiori vocazioni ecologiche, in accordo all'agenda 2030, e al progetto con realizzazione pratica.
L'introduzione a settembre 2020 della **Omron Educational Smart Card** consente a tutte le scuole partecipanti di accumulare punti che, alla fine del triennio, si trasformeranno in possibilità di acquisto di prodotti laboratoriali.
Nel sito web industrial.omron.it vi è un'apposita sezione dove si trovano tutte le informazioni utili per l'iscrizione oltre ai progetti delle edizioni precedenti. Dal sito è anche possibile scaricare il Regolamento dello Smart Project.

Trofeo Smart Project

Come si articola

La partecipazione al Trofeo si articola in due fasi.

La **prima fase** prevede la scelta di un tema di automazione e la realizzazione del progetto presso la sede scolastica di appartenenza. Il docente coordinatore può coinvolgere in questa fase il numero di studenti che ritiene opportuno per formare il gruppo di lavoro. Interessante notare che l'attività preparatoria allo Smart Project può essere fatta rientrare nei *Percorsi per le competenze trasversali e per l'orientamento* (già Alternanza scuola-lavoro).

Gli elaborati sono quindi inviati a Omron che, mediante una commissione paritetica con il Ministero, seleziona i 10 progetti migliori. Vengono valutate, oltre alla correttezza esecutiva, anche le caratteristiche di completezza e di spendibilità del progetto in ambito didattico.

Parallelamente, tutte le coppie di studenti sostengono un **test di automazione**. Il risultato congiunto dei progetti e del test degli studenti determina l'accesso alla **fase finale** della manifestazione a Roma, presso la sede del MI.

Gli studenti sono chiamati a presentare il progetto realizzato davanti a una platea composta dai dirigenti del MI e di Omron oltre che da giornalisti del settore che provvederanno a valutarne esposizione ed efficacia comunicativa.

Sono premiati i primi 3 studenti e le prime 3 scuole classificate. In aggiunta ai due premi introdotti nell'edizione 2021, con l'edizione 2022 viene aggiunto un premio dedicato alla migliore **scuola esordiente.**

Le scuole finaliste non altrimenti premiate ricevono un kit di prodotti mentre tutte le scuole non finaliste che abbiano consegnato un progetto completo e funzionante ricevono dei punti spendibili in prodotti di automazione.

La visita all'unità produttiva Omron di Frosinone completa il palinsesto delle due giornate romane, che vedono anche momenti rilassanti in compagnia della famosa cucina locale.

Sommario

Autoigienizziamoci

Il progetto nasce dall'idea di creare l'automatismo di un processo industriale, riguardante la produzione di igienizzante per mani

- Docente Coordinatore: Paolo Coppola
- Studenti: Andrea Bariselli, Andrea Cocchetti, Daniele Martinelli, Merin Muhammad, Simone Pezzotti, Marco Radici, Anna Rampinelli.

IIS Benedetto Castelli di Brescia BS - Classe V

Automatic 3D printing factory

Progetto di linea automatica ad alta efficienza di produzione di valvole per uso medico

- Docente Coordinatore: Giuseppe Marti
- Studenti: Giacomo Baresi, Giorgio Fossati, Andrea Gatti, Davy Pintus, Jacopo Veneziani, Christian Zippoli.

IIS Benedetto Castelli di Brescia BS - Classe V

Birramatica

Imparare è più facile se lo fai divertendoti! E quest'anno, più che mai, è stato necessario rendere lo studio accattivante

- Docenti: Sara Fusani (Coordinatore), Roberto Biasci
- Studenti: Evis Daja, Angelo Guglielmi, Francesco Lettiero, Andrea Spadaccini, Thomas Tenerani, Giacomo Vaira.

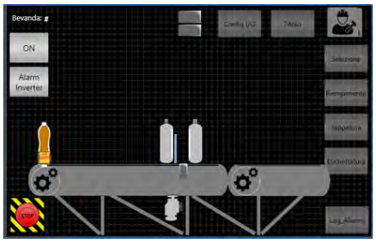
IIS Domenico Zaccagna di Carrara MS - Classe IV

Campionatura automatica per test di laboratorio

Si è pensato pensato di coinvolgere le aziende nell'ottica di suggerire possibili soluzioni tali da ottimizzare il funzionamento dell'impianto

- Docente Coordinatore: Claudio Ferrari
- Studenti: Simone Cavani, Gabriele Ceresoli, Francesco Fittipaldi, Greta Pasquali, Olivia Savigni

IIS Fermo Corni di Modena MO - Classe IV



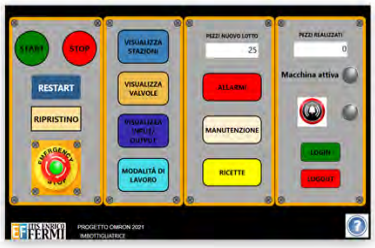
Confezionamento bevande

Questo progetto vuole simulare una linea industriale automatizzata di confezionamento bevande

- Docente Coordinatore: Paolo Scotton
- Studenti: Stanislaw Bun Michal, Filippo Formella, Denis Ljesnjanin, Alessandro Mrishaj

IIS L. Nobili di Reggio Emilia RE - Classe V

Sommario

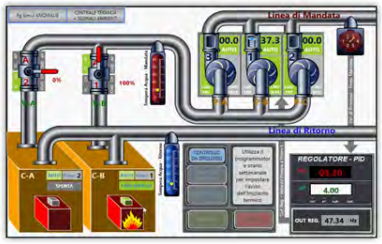


Imbottigliatrice

La macchina descritta nel progetto è un'imbottigliatrice per contenitori di ridotte dimensioni progettata per tappi che si avvitano sul contenitore

- Docente Coordinatore: Paolo Scotton
- Studenti: Leopoldo Cemin, Ruben Favero, Federico Olivo, Alberto Pizzato, Davide Schiavo

ITIS E. Fermi di Bassano del Grappa VI - Classe V

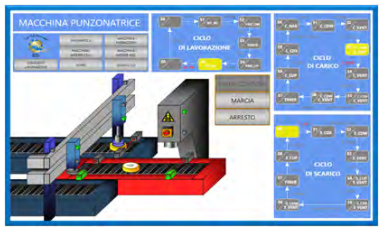


Impianto termico con controllo distribuito

Il sistema ha il compito di gestire in automatico il controllo di temperatura all'interno di un edificio, azionando di volta in volta i dispositivi opportuni

- Docente Coordinatore: Michele Centonze
- Studenti: Lorenzo Tomaselli, Alessandro Venezia

IIS G. Pentasuglia di Matera MT - Classe V

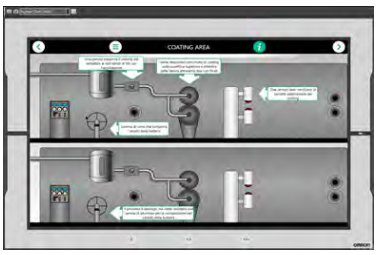


Macchina punzonatrice

La linea di produzione realizzata ha il compito di punzonare dei mattoncini di forma cilindrica posti all'ingresso del nastro trasportatore

- Docente coordinatore: Domenico Miglionico
- Studenti: Mattia Leone, Luca Rubino

IIS G. Pentasuglia di Matera MT - Classe IV



Next generation factory production

Nella scelta del progetto si è cercato qualcosa di realizzabile in modo concreto, ma al contempo innovativo, visionario e soprattutto ecosostenibile

- Docente Coordinatore: Giuliano Monti
- Studenti: Edoardo Borghi, Diego Monari, Gabriele Pattarozzi, Harmanjot Singh, Alex Veronese.

ITIS Enrico Fermi di Modena MO - Classe V

PET recycling system

La plastica è uno dei materiali più utilizzati ma la sua estrema durata rende indispensabile gestirla in maniera corretta una volta giunta a fine vita

- Docente Coordinatore: Roberto Biasci
- Studenti: Jacopo Battaglia, Lorenzo Giovanelli , Andrea Martinelli, Matteo Martini, Francesco Ratti

IIS Domenico Zaccagna di Carrara MS - Classe V

Autoigienizziamoci

< Sommario

Il progetto Autoigienizziamoci nasce dall'idea di creare l'automatismo di un processo industriale, nella fattispecie riguardante la produzione di igienizzante per mani, in modo da rispecchiare il più possibile la realtà e di non essere solo un'esercitazione puramente didattica.

IIS Benedetto Castelli - Brescia - Classe V

- **Docenti**: Paolo Coppola (coordinatore), G. Trimarchi
- **Studenti:** Andrea Bariselli, Andrea Cocchetti, Daniele Martinelli, Merin Muhammad, Simone Pezzotti, Marco Radici, Anna Rampinelli.

Sommario

Introduzione....3
Premesse....3
Obiettivi....3
Implementazioni didattiche....4
Descrizione....5
Composizione igienizzanti....5
Ciclo di lavoro....7
Motion Control....9
Diagramma di flusso....11
Parti della simulazione....12
Pagina di benvenuto/help....12
Pannello di controllo....13
Pagine POP-UP....15
Rifornimento....16
Miscelazione....17
Imbottigliamento....18
Avvitamento....19
Etichettatura....20
Impacchettamento....21
Input-Output....22
Programmazione....23
Controllore....23
Grafcet "Zona Impacchettamento"....24
Codice....25
Implementazioni future....28

Introduzione

Premesse

Il progetto "AUTOIGIENIZZIAMOCI" nasce dall'idea di creare l'automatismo di un processo industriale, nella fattispecie riguardante la produzione di igienizzante per mani, in modo da rispecchiare il più possibile la realtà e di non essere solo un'esercitazione puramente didattica. L'idea del progetto nasce dal difficile periodo che purtroppo, tutti noi, stiamo vivendo. La domanda che ci è sorta spontanea riguardava le possibili modalità per poter collegare direttamente fra di loro un processo industriale all'attualità. Da qui è nata l'esigenza di realizzare un sistema produttivo che potesse soddisfare la grandissima richiesta di igienizzante e che potesse massimizzare il più possibile le risorse e l'efficienza nella realizzazione di due tipologie di igienizzanti per mani, prodotti che nei primi mesi della pandemia erano diventati praticamente introvabili poiché considerati indispensabili a limitare il diffondersi del contagio. La soluzione tecnologica da noi prospettata non richiede la presenza di un elevato numero di personale a bordo macchina poiché gli operatori si limiteranno alla sola supervisione del processo automatico. La gestione da remoto delle fasi operative, inoltre, permette il funzionamento dell'impianto anche in situazioni di emergenza, come questa dettata dal covid-19. Altro punto tenuto in stretta considerazione è stata la minimizzazione dell'impatto ambientale per armonizzare, il più possibile, l'azienda al territorio che l'ospita, anche attraverso l'utilizzo di materie e materiali ecologici. Per concludere, la scelta del progetto "AUTOIGIENIZZIAMOCI" è legata anche al forte impatto che la pandemia di covid-19 ha avuto su tutto il territorio bresciano, purtroppo una delle zone più colpite d'Italia.

Obiettivi

Gli obiettivi del nostro progetto sono:

- dal punto di vista didattico, fornire uno strumento di apprendimento multidisciplinare che permetta il coinvolgimento di diversi indirizzi dell'istituto;
- dal punto di vista sociologico, lo sviluppo di qualità come disponibilità, collaborazione e concetto di team;
- per le opportunità che un sistema di simulazione/supervisione offre come strumento di monitoraggio efficace per eventuali implementazione in collaborazione con operatori nel settore;
- la creazione di un ambiente di simulazione che permette di ottimizzare il processo sia in termine di tempo sia in termini di consumi e costi.

Implementazioni didattiche

Come già precedentemente accennato, il progetto ha avuto notevole valenza didattica per ciascun componente del gruppo di lavoro in quanto ha favorito l'acquisizione di nuove conoscenze e competenze, con evidenti ripercussioni positive sia in ambito scolastico che in ambito lavorativo. Dopo una fase iniziale di scambio di idee tra i vari componenti del team, è stata definita l'idea base del nostro progetto, ossia il processo automatizzato, mediante la stesura di un programma. È stato necessario documentarsi sulle modalità di lavorazione e su tutto il processo produttivo in questione, studiando anche le composizioni chimiche degli igienizzanti e gli ingredienti che li compongono. Una volta aver vagliato tali informazioni e definito quali aspetti fossero ritenuti da noi indispensabili si è proceduto con la definizione della direzione da intraprendere per lo sviluppo dell'intero progetto. Il team di lavoro è stato suddiviso a sua volta in sottogruppi, in modo tale da potersi focalizzare, ognuno, su una specifica sezione o pagina del progetto. Ovviamente, il processo di confronto e la ricerca di soluzioni sempre più articolate ha accompagnato l'intero sviluppo del lavoro.

Per la realizzazione di una simulazione che tenga conto di un vero e proprio confronto con la realtà, e che consideri tutti i parametri nel suo più completo rispetto, è stato necessario prevedere un'integrazione interdisciplinare che permettesse di coinvolgere molteplici settori e applicazioni tecnologiche al fine di raggiungere una maggiore completezza e precisione dell'impianto. Tra le materie maggiormente interessate vi sono "Elettronica ed Elettrotecnica", per quanto riguarda lo studio e le applicazioni degli azionamenti e della sensoristica, e "Automazione" per l'utilizzo e la progettazione del controllore del sistema, la stesura del relativo algoritmo di controllo, nonché lo studio dei modelli matematici del sistema e delle loro interazioni. È stata coinvolta, seppur con minor peso, "Chimica" per l'approfondimento della composizione degli igienizzanti, per la ricerca degli ingredienti e per uno studio preliminare sulla struttura dei virus.

Descrizione

Il programma sviluppato ha come obiettivo principale l'automatizzazione del processo di produzione, di imbottigliamento e di impacchettamento dell'igienizzante per mani.
Per garantire maggiore flessibilità alla gestione del controllo del ciclo operativo da parte di un addetto, la programmazione è stata implementata in due modalità, sia "Automatica" che "Manuale".
Il ciclo prevede una zona di carico da cui attingere le singole sostanze di composizione dell'igienizzante (glicerolo, alcool, acqua distillata e ossigenata, aloe vera) che verranno inserite all'interno di cisterne attraverso un sistema di caricamento automatizzato a carrelli e guida di scorrimento. Dopo una richiesta di produzione, tramite un sistema di elettrovalvole il materiale caricato viene convogliato, con le giuste proporzioni, all'interno di due grandi serbatoi nei quali avverrà la vera e propria fase di lavorazione, la miscelazione. Il modello matematico utilizzato per simulare questo processo si avvale di alcune ipotesi semplificative che tendono a minimizzare l'impatto di alcuni parametri, come ad esempio la variazione della temperatura esterna di esercizio, pertanto si intravvedono spazi per una ulteriore modellizzazione più completa che tenga conto di tutti i parametri del sistema.
Nel programma sono settati i parametri, utilizzati nel modello, inerenti alle dimensioni dei serbatoi, ricreati graficamente e simulati nella parte dell'HMI.
Questo processo industriale prevede la possibilità di produrre due diverse tipologie di igienizzante per mani, una "Normale" ed un'altra "Ecologica". Le differenze tra i due prodotti finali sono dettate dai diversi componenti utilizzati per la loro produzione.

Composizione igienizzanti

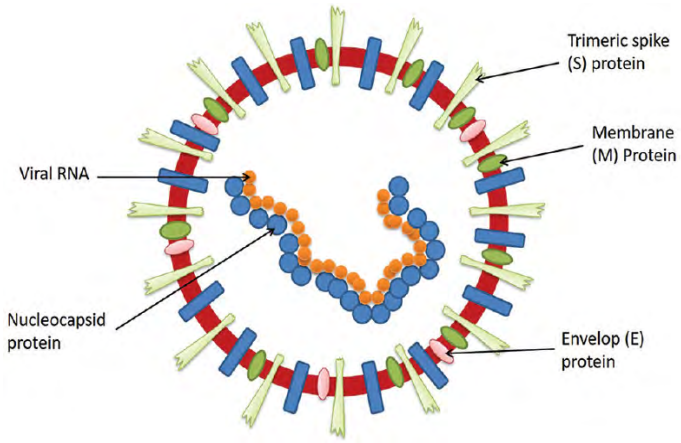
La versione "Ecologica" prevede l'utilizzo di un olio essenziale alla lavanda e di gel d'aloe vera, oltre all'alcool, componente fondamentale per la buona riuscita ed efficacia di un igienizzante per mani.

Le dosi impiegate per la produzione di un litro di igienizzante sono le seguenti:
- 0.5 ml di olio essenziale di lavanda;
- 240 ml di gel d'aloe vera;
- 759.5 ml di alcool.

Per la versione "Normale" ci siamo affidati alla ricetta ufficiale, rilasciata direttamente dall'OMS (Organizzazione Mondiale della Sanità), in quanto fonte certa e attendibile di informazioni. Formula che è stata sviluppata appositamente con l'obiettivo di ridurre la diffusione del contagio. Di fondamentale importanza è mantenere le giuste proporzioni per non compromettere l'efficacia dell'igienizzante stesso.

Gli ingredienti, riferendosi ad un litro di prodotto finale, sono sotto elencati:
- 833 ml di alcool etilico al 96% ;
- 42 ml di acqua ossigenata al 3% ;
- 15 ml di glicerolo al 98% ;
- 110 ml di acqua distillata.

Per poter motivare l'utilizzo di tali ingredienti, al fine di comporre l'igienizzante per mani, si deve partire dalla definizione stessa di virus. I virus sono agenti infettivi di piccolissime dimensioni che non vengono classificati come dei veri e propri organismi in quanto non sono in grado di vivere e riprodursi autonomamente, ma possono farlo soltanto all'interno di una cellula ospite.
Dal punto di vista strutturale sono costituiti da un involucro di proteine, dal capside contenente proteine e il genoma virale sotto forma di RNA e DNA, dal pericapside e dalle glicoproteine.



Il "covid-19" viene classificato come coronavirus, rientra quindi in questa categoria dei virus.

Tra gli ingredienti selezionati, l'alcool è l'elemento fondamentale dell'igienizzante perché è in grado di disinfettare combattendo batteri e virus. Mediante analisi e dati ottenuti da prove sperimentali si è notato come l'alcool che ha una maggiore capacità di combattere virus e batteri è quello con una percentuale del 75 %. Per ragioni pratiche si è deciso di adottare alcool al 96% aggiungendoci successivamente l'acqua per ridurne la gradazione.

Le motivazioni principali, che rendono l'alcool la sostanza più indicata per igienizzare, sono le seguenti due:

- L'alcool etilico è capace di denaturare le proteine presenti nei virus, ne modifica la forma danneggiandole irreparabilmente.
- L'alcool inoltre riesce ad asportare una parte della barriera fosfolipidica dei virus e creare loro dei danni.

Riassumendo, l'alcool modifica e altera la struttura chimica delle proteine contenute nei virus, impedendogli lo svolgimento delle loro funzioni.
Il glicerolo invece costituisce l'addensante e l'emulsionante che permette di dare una maggiore usabilità al prodotto igienizzante, lo stesso ruolo viene affidato all'aloe vera nella versione "Ecologica".
Per avere un minor impatto ambientale si è deciso, infine, di adottare bottiglie di plastica riciclata in cui contenere l'igienizzante per mani.

Ciclo di lavoro

Il programma, come già accennato, prevede due modalità di funzionamento dell'intero impianto ovvero la modalità "Automatica" e quella "Manuale", selezionabili tramite un selettore presente sul pannello di controllo all'inizio del ciclo. Questo permette di attuare un eventuale sviluppo successivo introducendo nuove specifiche funzionalità nella modalità manuale, con la quale, in una pagina ad hoc, si creerebbero i comandi per il controllo di ogni macchinario singolarmente. Noi abbiamo valutato che, all'interno del nostro progetto, l'introduzione di tali funzionalità avrebbero dato uno scarso valore aggiuntivo. Sarebbero invece potuti essere necessari ad un operatore nell'intervento di manutenzione, agendo solo sulla macchina direttamente interessata. Il passaggio da una pagina all'altra nella modalità "Automatica" avviene autonomamente, mentre nella modalità "Manuale" è l'utente che decide in che pagina recarsi attraverso l'utilizzo di pulsanti, questo gli permette di muoversi liberamente tra le diverse fasi di lavorazione dell'impianto.

Il ciclo completo prevede:

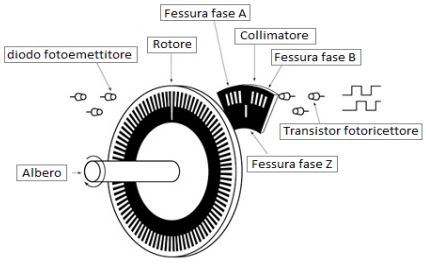
- Il settaggio dei parametri come il numero di cicli e la selezione della ricetta per la determinata versione di igienizzante nella pagina pannello di controllo;
- Il rifornimento tramite l'utilizzo di un sistema di caricamento automatizzato a carrelli e guida di scorrimento, le sostanze verranno caricate all'interno di cisterne prima di essere convogliate con l'ausilio delle elettrovalvole e delle tubature alla successiva zona di lavorazione (miscelazione);
- L'immissione dei singoli componenti nei due serbatoi di miscelazione e la rotazione delle pale, una volta che tutti i prodotti sono inseriti;
- Il trasferimento dell'igienizzante attraverso lo svuotamento dei serbatoi nella zona di imbottigliamento dove, tramite un braccio mobile dotato di quattro ugelli, avviene lo riempimento delle bottiglie;
- La fase di avvitamento del tappo e di etichettatura delle bottiglie attraverso sistemi automatici disposti lungo nastri trasportatori.
- L'impacchettamento delle bottiglie attraverso un braccio robotico e l'eliminazione delle eventuali bottiglie difettose mediante l'impiego di una base rotante.

Quando il programma viene avviato, nessuno dei parametri presenti nel pannello di controllo è selezionato, i selettori si trovano infatti in una posizione di non operatività. Prima di avviare il ciclo si deve procedere al loro completo inserimento, la mancanza di un'informazione provocherebbe l'apparizione di un avviso di segnalazione, solo quando tutti i parametri vengono inseriti si può premere il pulsante di Start. Tali parametri possono essere modificati prima dell'avvio del ciclo sempre nella pagina pannello di controllo.

Premendo lo start - in modalità "Automatica" - partirà il ciclo completo in modo autonomo, questo si verifica solo se tutte le cisterne di stoccaggio contengono la quantità minima di ingredienti necessari a compiere almeno un ciclo di produzione. Se questo non si verifica, perché uno o più ingredienti sono esauriti, si aprirà automaticamente un pop-up in cui vengono elencati gli ingredienti mancanti e, attraverso la pressione del pulsante "Riempi", si procederà con il loro rifornimento. Solo a questo punto l'impianto può entrare totalmente in funzione.
Se invece viene premuto lo start - in modalità "Manuale"- il ciclo deve essere controllato manualmente da un operatore. Quindi l'operatore, come già accennato, si dovrà muovere tra le pagine comandando singolarmente ogni fase di produzione mediante pulsanti posti in esse. In entrambe le modalità, quando il numero di bottiglie selezionato ha completato tutto il processo, l'impianto si arresta automaticamente.
Il pulsante di arresto viene utilizzato per bloccare l'intero impianto di produzione portando a zero tutte le uscite, per farlo ripartire sarà necessario premere nuovamente il pulsante di start. Se invece durante il processo di produzione viene premuto il pulsante di Reset, tutte le variabili e tutti i sensori vengono portati al loro stato iniziale e le cisterne di stoccaggio vengono completamente svuotate.

La gestione autonoma del sistema avviene attraverso la presenza di finecorsa e fotocellule, poste lungo i nastri trasportatori e a bordo dei macchinari destinati ai processi di lavorazione. Questo ci permette di sapere costantemente la posizione assunta dai macchinari e la posizione delle bottiglie cosicchè da compiere le operazioni, come quella di riempimento, nel modo più preciso ed efficiente possibile. Il controllo della quantità di sostanza presente nei serbatoi invece viene rilevata mediante il posizionamento di sensori di livello, che forniscono informazioni riguardanti l'eventuale necessità di rifornimento e i valori massimi e i valori minimi assunti dai singoli ingredienti.

La fase di riempimento è effettuata mantenendo le bottiglie in costante movimento, in modo tale da non allungare i tempi di produzione e in modo da garantire un continuo afflusso di bottiglie alle lavorazioni successive. Per la programmazione di questa fase di produzione è stato deciso di adottare, per il controllo di riempimento delle bottiglie, un'applicazione in analogica mediante il rilevamento del loro peso. Attraverso l'analogica è stato introdotto un sensore di peso, acquisito dal PLC attraverso il suo convertitore analogico/digitale denominato NX1W-MAB221. Il PLC quindi controlla il peso totale del gruppo di quattro bottiglie in fase di riempimento e coordina il movimento, nonché l'apertura e la chiusura, degli ugelli.



Per il controllo di posizione della base rotante, nella pagina di Impacchettamento, viene utilizzato un encoder di tipo incrementale a 10 bit. Un altro invece viene impiegato per constatare il corretto movimento e il corretto posizionamento del braccio mobile sulle nove bottiglie prima del loro inscatolamento.
Le fasi di avvitamento del tappo e di etichettatura abbiamo deciso di mantenerle separate dalla fase di impacchettamento nonostante tutte queste siano destinate a rendere il prodotto finito vendibile.

Motion Control

All'interno dell'impianto è stato deciso di introdurre un sistema di controllo della velocità. Si definisce Motion Control, ed è l'insieme di tutte quelle tecnologie che permettono di governare i dispositivi in movimento di un sistema automatico. Questa tecnica viene particolarmente impiegata nelle linee automatizzate di processi industriali, in cui la coordinazione tra le varie macchine presenti nell'impianto e la gestione dei movimenti diventa proprietà di estrema importanza. Per il nostro progetto si riferisce al controllo della velocità dei motori, nei serbatoi, destinati alla miscelazione degli ingredienti e alla loro accelerazione o decelerazione. Questo sistema prevede l'impiego di un inverter, che attua il controllo velocità, attraverso la variazione dei parametri di ampiezza e frequenza del proprio segnale di uscita.

Strutturalmente questo sistema si compone di un inverter (Serie MX2) collegato mediante EtherCAT al PLC. L'EtherCAT è una rete di campo che gestisce e regolamenta il passaggio delle informazioni tra PLC e altri dispositivi, in questo caso l'inverter impiegato per il controllo della velocità.
Fornendo i dati relativi al tempo di accelerazione, a quello di decelerazione (in secondi) e alla velocità di rotazione delle pale (in Hertz), attraverso un blocco funzione situato nella sezione ladder del programma, l'inverter ci da in uscita un controllo di velocità.
Nella realtà questo passaggio viene compiuto direttamente dall'inverter stesso, mentre nel programma è stato necessario implementarlo nella parte dell'HMI. Dovendo gestire attraverso tale sistema entrambi i motori presenti nella pagina di miscelazione, nella sezione ladder compaiono due diversi blocchi funzione.

Adottando questa soluzione si avranno anche due importanti vantaggi, una maggiore sicurezza e una maggiore efficienza, infatti con questo sistema si evitano correnti di spunto elevate, nella fase di avviamento del motore, e si ha un minor consumo di energia elettrica da dover prelevare dalla rete di distribuzione.

Nella pagina di riempimento e in quella di avvitamento la gestione dei movimenti dei bracci mobili dotati di ugelli e avvitatori avviene mediante un servo motore brushless (servoazionamento Serie 1S), un motore di tipo sincrono in cui la velocità di rotazione del campo magnetico è uguale alla velocità del rotore. Un motore che ha innumerevoli vantaggi in tutte quelle operazioni che richiedono il controllo della posizione dei macchinari nell'intero ciclo, al fine di avere una maggiore e più accurata produttività. Per l'applicazione in questo impianto il servoazionamento viene infatti impiegato per fornire un controllo di posizione.

In fase di avviamento deve infatti ricevere informazioni sulla posizione del rotore per poter procedere, ciò gli viene fornito mediante l'utilizzo di un encoder incrementale multigiro a 23 bit. Gestito da controllore e collegato ad esso mediante la rete di campo EtherCAT, riceve il segnale di comando e i dati necessari riguardanti lo spostamento che deve compiere. Il servoazionamento alimenta quindi il motore e confronta i dati di retroazione ottenuti con quelli di riferimento per verificare se il servomotore funziona secondo i comandi inviatagli mediante PLC.
Per la gestione di questo dispositivo si devono definire alcune caratteristiche tra cui un asse di servoazionamento, il numero di impulsi per giro, la velocità massima, l'accelerazione, la decelerazione e l'impostazione del numero di giri che deve compiere il motore. Tutto questo attraverso la scrittura di blocchi funzione nella sezione di programma dedicata al ladder. (power, move velocity, stop e move per il controllo di posizione)

Cavo verde = Rete EtherCAT;
Cavo rosso = Collegamento controllo-motori.

Schema di collegamento EtherCAT motion con PLC

Diagramma di flusso – Logica Motion Control

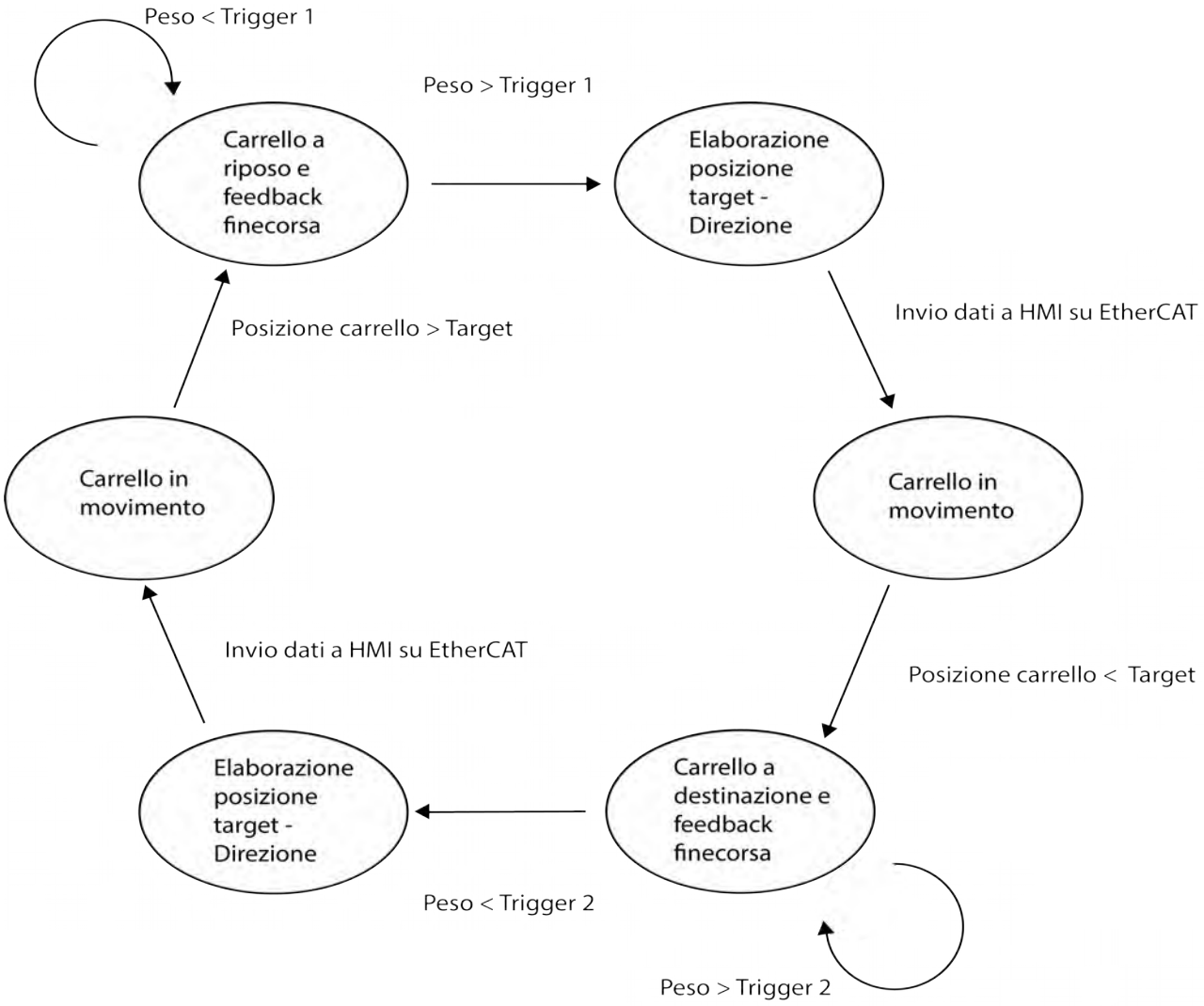
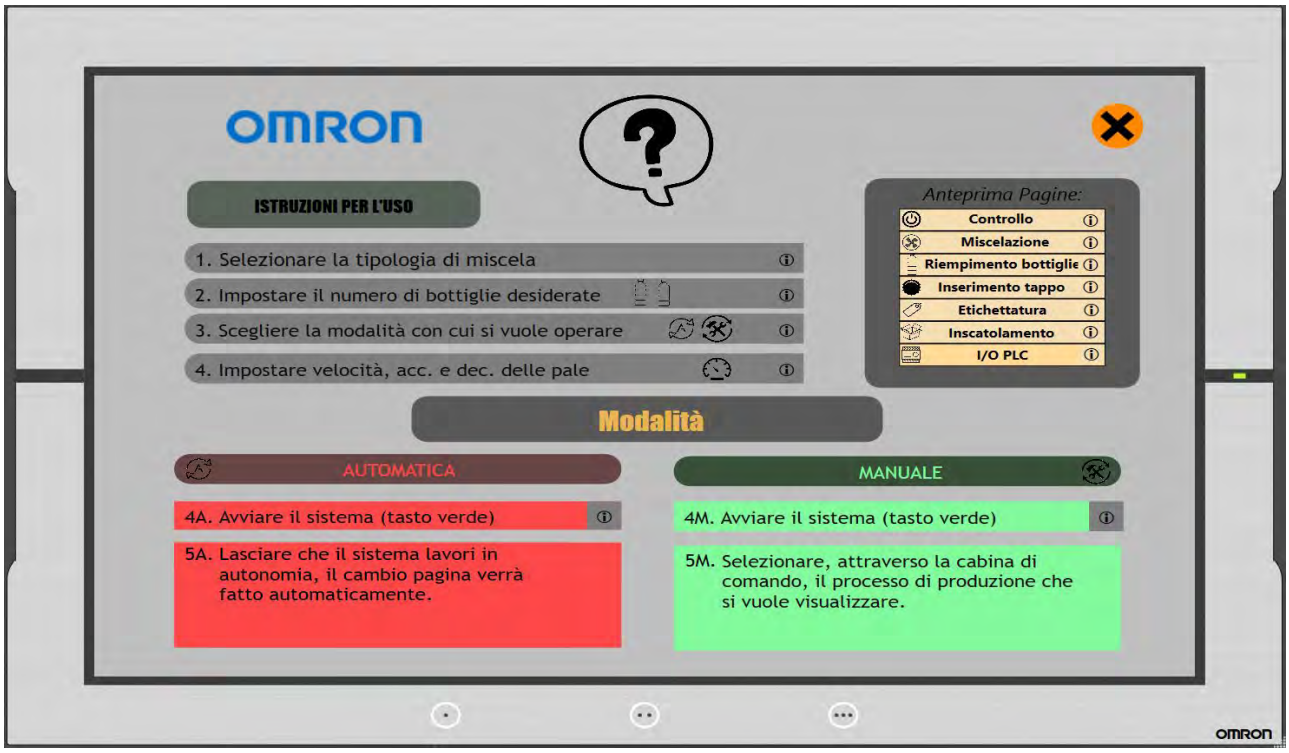


Diagramma di flusso relativo alla gestione del braccio mobile di imbottigliamento tramite Motion Control. (Riempimento bottiglie)
Con il termine "carrello" si indica il braccio su cui sono posti gli ugelli.

Pagine della simulazione

Pagina di Benvenuto

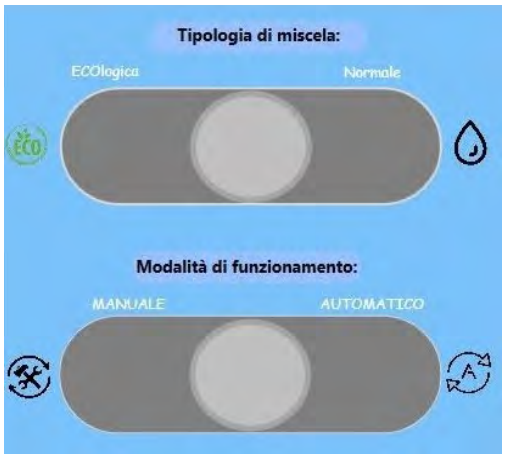


Nella pagina di Benvenuto sono indicate le quattro istruzioni necessarie al funzionamento del programma e le informazioni relative all'utilizzo del programma nelle due sue modalità operative, quella Automatica e quella Manuale. Inoltre è possibile visualizzare un'anteprima di tutte le pagine che costituiscono il ciclo di lavoro e le fasi della produzione tramite l'apposito riquadro situato in alto a destra nella pagina stessa.
Oltre all'anteprima delle pagine, tramite la pressione delle icone "Info" nella medesima pagina, è possibile visualizzare anche i pulsanti citati nelle istruzioni.
La pagina di Benvenuto può essere raggiunta anche attraverso l'icona "punto interrogativo" posta nel pannello di controllo.

A fianco la pagina di Avvio, una pagina di caricamento che anticipa quella di Benvenuto e che è possibile saltare attraverso la pressione del pulsante F1Key, situato nella parte inferiore dell'HMI.

Pannello di controllo

Nella pagina pannello di controllo sono inseriti tutti i pulsanti e i selettori necessari al funzionamento del ciclo di lavoro e al suo settaggio, partendo da quest'ultimi essi sono:



Il selettore relativo alla scelta della tipologia di igienizzante per mani che si vuole produrre durante il ciclo, "Ecologico" o "Naturale";

Il selettore per la scelta della modalità di funzionamento dell'impianto, "Automatica" o "Manuale".

Il pulsante per indicare il numero di bottiglie che si intendono produrre, la scelta può ricadere su uno dei tre valori selezionabili, 20, 40 o 60;

Se una delle informazioni precedenti non viene inserita dall'utente, comparirà a video un avviso di errore, non permettendogli di avviare il ciclo. Solo dopo aver selezionato i dati mancanti si avrà la possibilità di procedere.

Nella pagina sono poi presentate delle icone che permettono il controllo delle seguenti operazioni inerenti al ciclo di lavoro e sono:

Il pulsante di Start: permette di avviare il ciclo sia nella modalità "Manuale" che in quella "Automatica";

Il pulsante di Stop: permette, come già detto, di bloccare l'intero ciclo;

Il pulsante di Reset: permette a tutte le variabili e a tutti i sensori di essere portati al loro stato iniziale.

Segnalazioni luminose relative allo stato di attivazione delle elettrovalvole e dei motori posti a bordo delle macchine.

Valore percentuale relativo allo riempimento dei serbatoi;

Valore in grammi relativo al peso delle bottiglie in fase di riempimento;

Valore relativo al numero di scatole prodotte e al numero di bottiglie non conformi;

Sezione di controllo in fase di miscelazione con inverter:

- impostazione mediante cursore del tempo di accelerazione, fino ad un massimo di 6 secondi;
- impostazione mediante cursore del tempo di decelerazione, fino ad un massimo di 6 secondi;
- impostazione mediante selettore della velocità di miscelazione, fino ad un massimo di 36 giri/minuto (di default è impostata una velocità di 18 giri/minuto).

Pagine POP-UP

Oltre alle pagine principali, come già anticipato, sono presenti cinque pagine pop-up. Una di queste è l'allarme che compare a video quando nella fase di inizializzazione del ciclo non vengono settati tutti i parametri preliminari. L'altro pop-up è impiegato per segnalare all'utente quali sono gli ingredienti mancanti nelle cisterne di stoccaggio ad inizio ciclo. Il terzo permette all'utente stesso di scegliere gli ingredienti che desidera rifornire tra quelli non sufficienti a compiere almeno un intero ciclo di lavorazione. Il quarto invece mostra a video tutti i dati di produzione inerenti al ciclo appena concluso e il numero di bottiglie realizzabili per versione con la miscela restante. Infine, un ultimo pop-up è stato introdotto per informare l'operatore sulla data e sull'ora delle bottiglie scartate non conformi. È possibile accedervi dalla pagina di imbottigliamento con il pulsante "Info" situato accanto al numero di bottiglie prodotte difettose.

Pop-up "errore di compilazione";

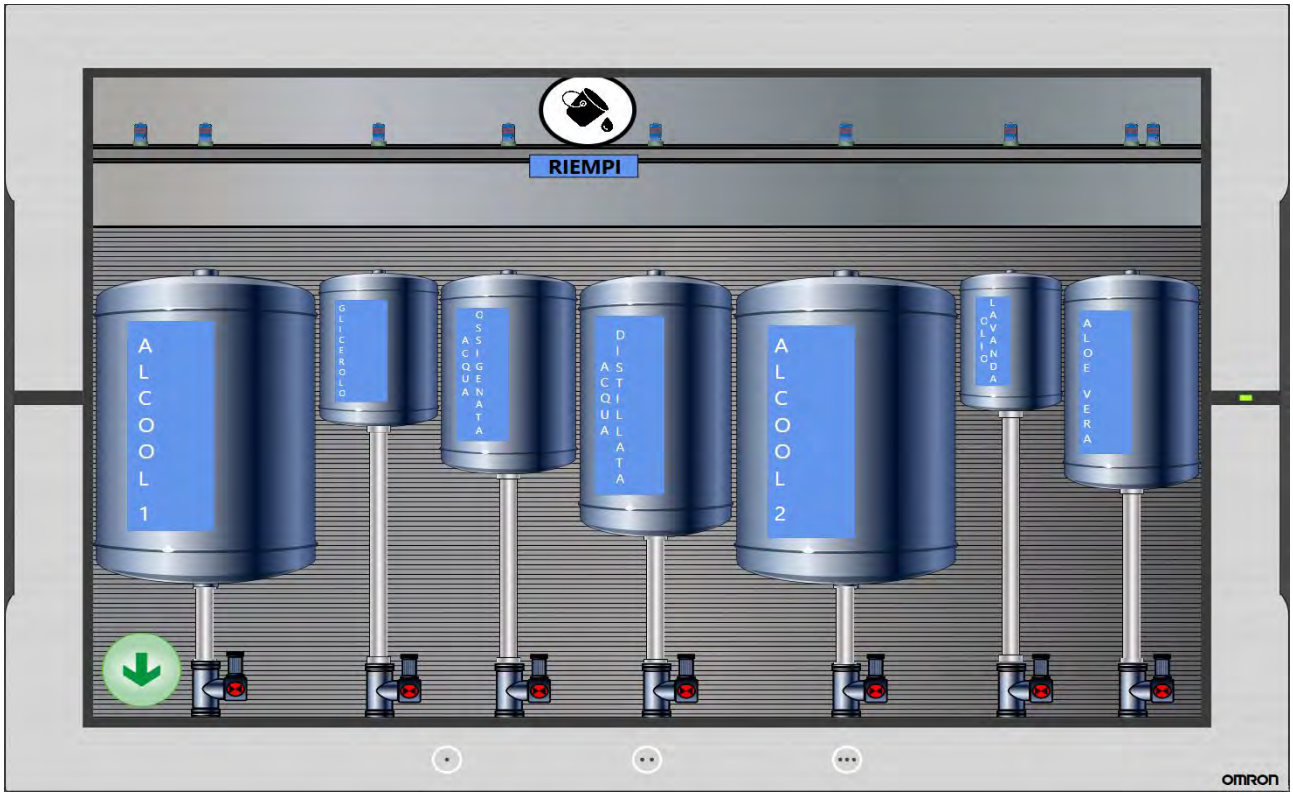
Pop-up "ingredienti mancanti";

Pop-up "ingredienti da rifornire";

Pop-up "fine ciclo".

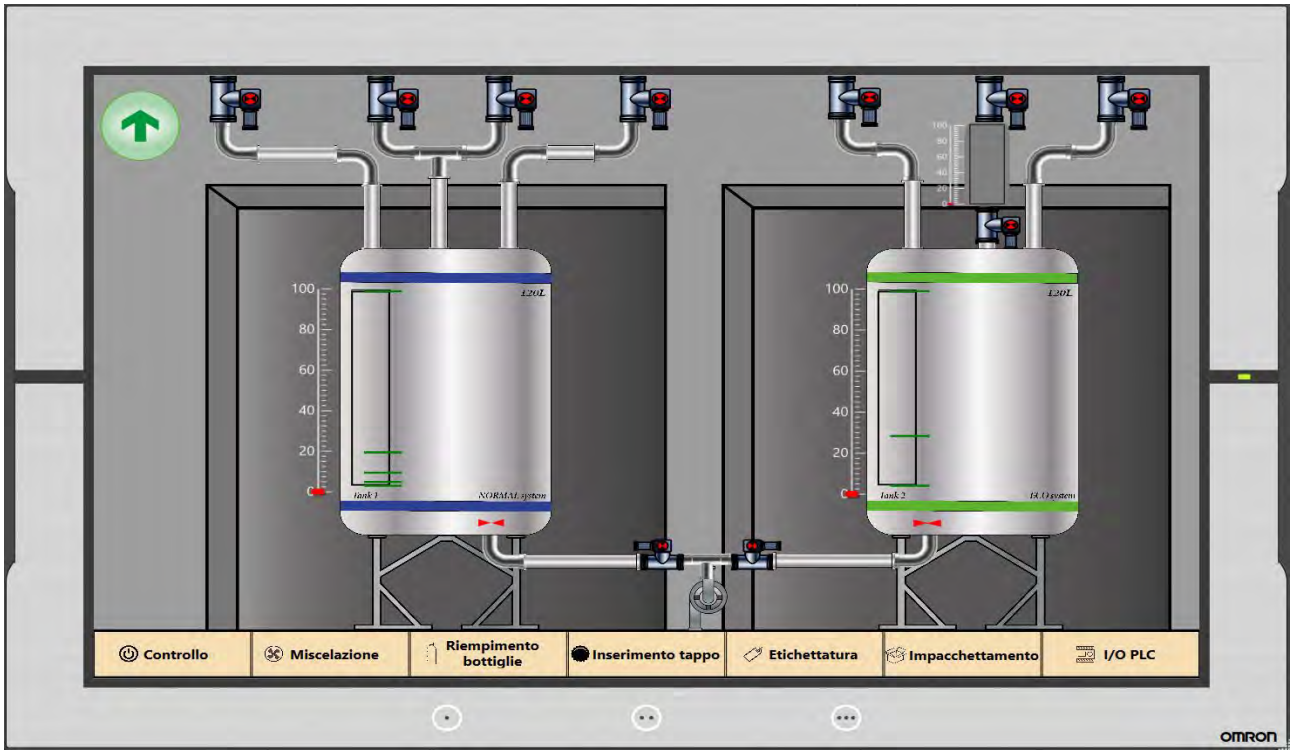
Pop-up "non conformità - storico";

Rifornimento



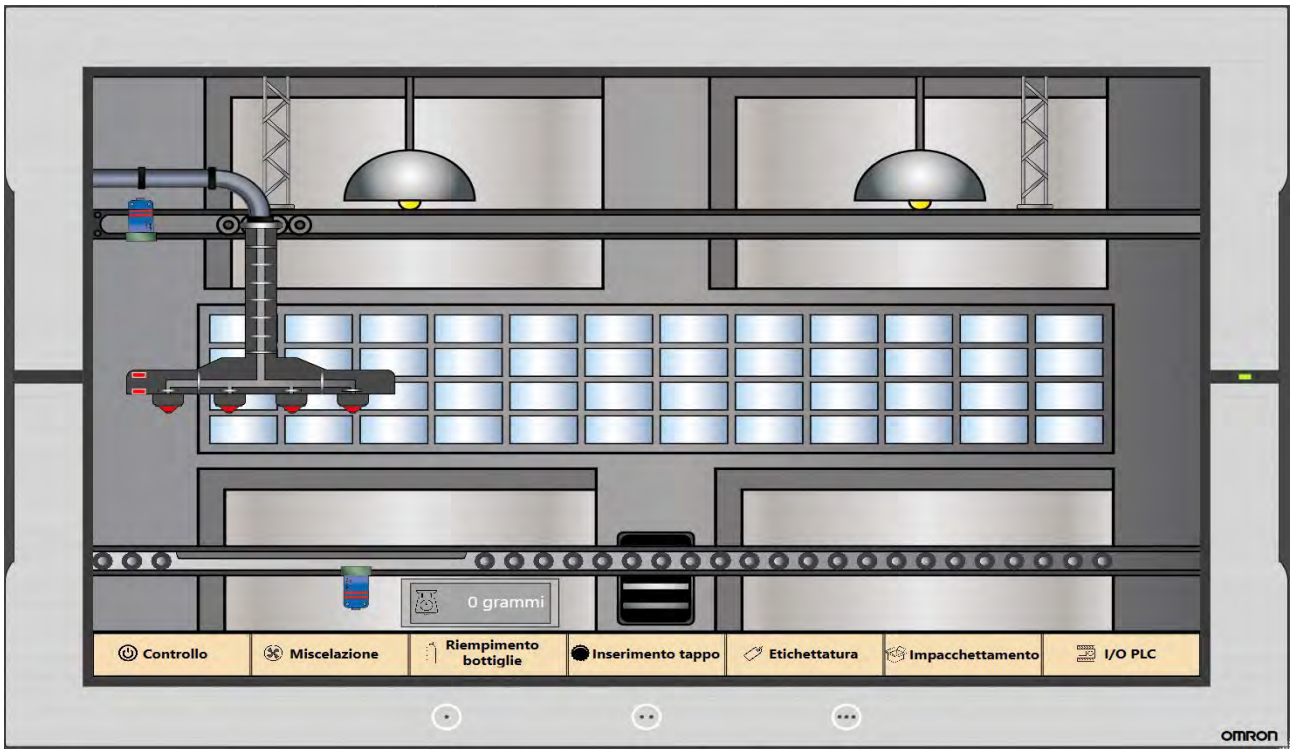
Nella pagina di Rifornimento vengono scaricati da dei carrelli scorrevoli automatizzati i prodotti che nella fase iniziale sono stati etichettati come non sufficienti per il completamento di almeno un ciclo di lavorazione, questi saranno depositati all'interno di apposite cisterne di stoccaggio. Ottenuta la quantità di materiale necessaria, indicata dai valori percentuali riportati sul pannello di controllo, il sistema provvederà all'apertura delle elettrovalvole, poste in corrispondenza di ogni cisterna, in relazione alla scelta della versione fatta ad inizio ciclo. I carrelli si muovono lungo una guida sopraelevata e sono in grado di operare simultaneamente adottando entrambi i versi di marcia, ogni sostanza viene rifornita con il proprio specifico carrello. Questa pagina verrà mostrata solo a seguito dell'apparizione del pop-up contenente le specifiche sostanze mancanti, da dover successivamente rifornire. Se la loro quantità risulta quindi essere sufficiente il ciclo partirà direttamente dalla pagina di Miscelazione.

Miscelazione



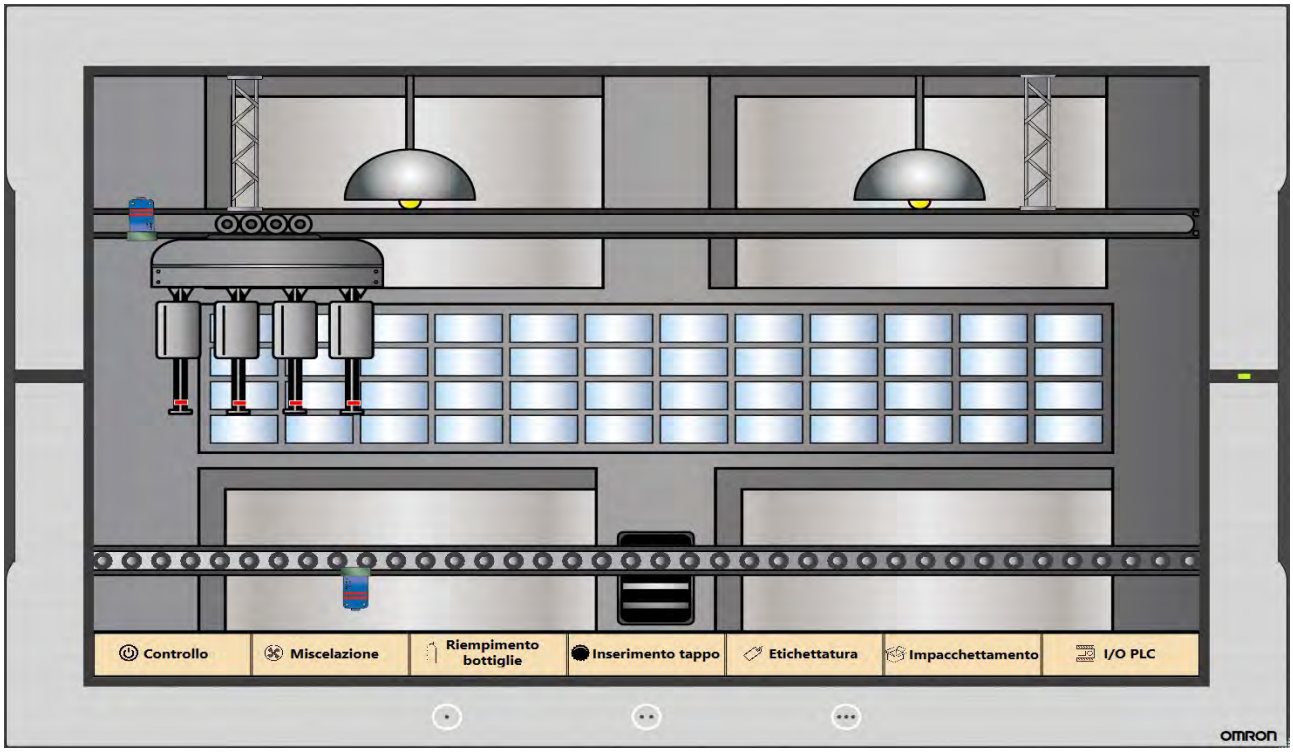
Nella zona di Miscelazione sono presenti due serbatoi in cui vengono convogliati gli ingredienti, tramite tubature, dalla zona di Rifornimento. Per ogni versione di igienizzante viene utilizzato un proprio serbatoio, evitando la contaminazione tra le diverse tipologie. L'inserimento dell'olio essenziale di lavanda avviene tramite una buretta graduata per avere una maggiore precisione, essendo l'olio, un ingrediente da usare in piccolissime quantità. Lo riempimento avviene attraverso l'aggiunta di un ingrediente per volta che fa alzare il livello di sostanza presente nei serbatoi, gradualmente, a seconda della locazione dei sensori di livello. Il passaggio delle sostanze nelle tubature viene mostrato anche graficamente. Dopo aver raggiunto la saturazione di uno dei serbatoi, a seconda della versione scelta su pannello di controllo, viene rappresentata la rotazione delle pale per la miscelazione della sostanza attraverso la comparsa di una visione dall'alto (a destra di ogni singolo serbatoio). Una volta terminata la lavorazione, attraverso una pompa idraulica, il prodotto finale viene condotto verso la successiva zona di Imbottigliamento.

Imbottigliamento



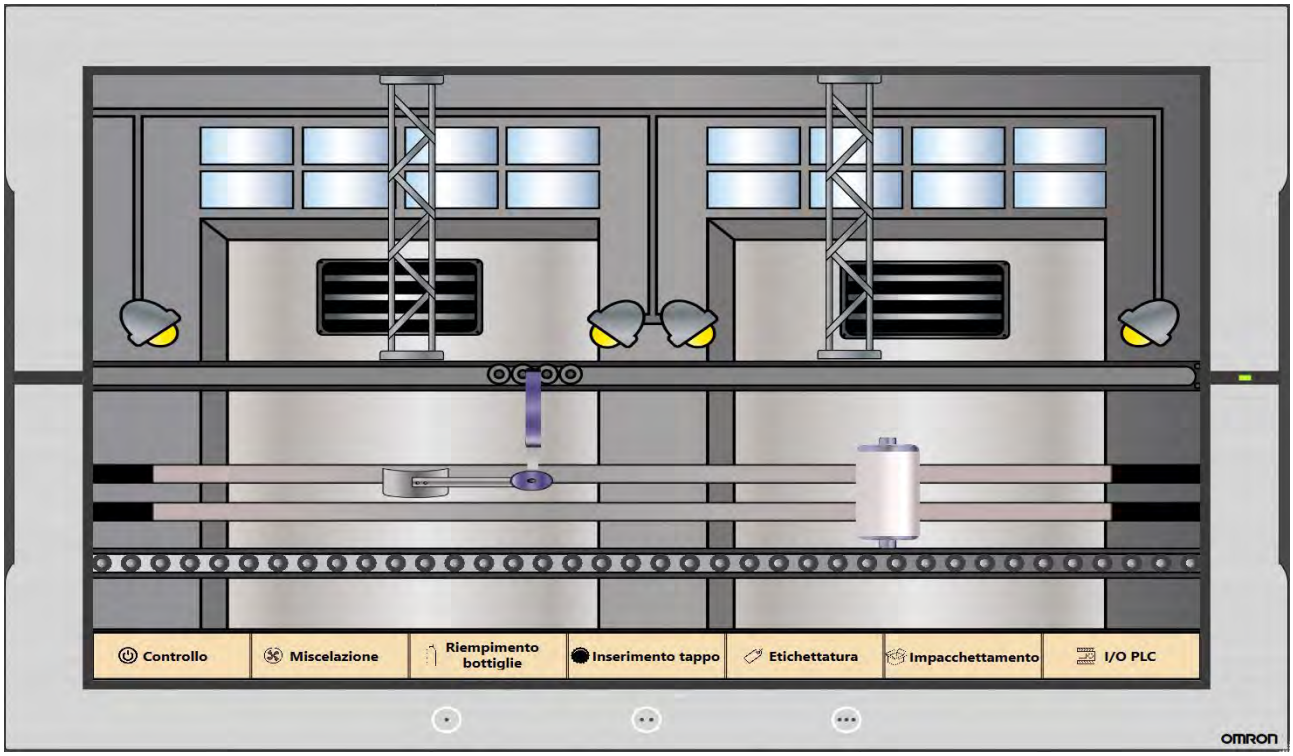
Nella zona di Imbottigliamento avviene lo riempimento in movimento delle bottiglie (da 0.5L) con l'igienizzante per mani. Le bottiglie si muovono a gruppi di quattro lungo un nastro trasportatore e il controllo di pienezza delle bottiglie avviene attraverso una piattaforma, posta sotto il nastro, sensibile al peso. Il valore da essa registrato viene riportato in tempo reale sul display posto sotto il nastro. Il sistema di riempimento è costituito da un braccio mobile, mediante guida posta sopra il nastro. Questo dispositivo è collegato con tubature alla zona precedente, usufruisce della sostanza igienizzante fornitagli e tramite la presenza di quattro ugelli a scomparsa la distribuisce all'interno delle singole bottiglie, accompagnandole nei movimenti. Una volta rilevato il peso desiderato dalla piattaforma, cessa l'operazione di riempimento e il braccio mobile viene riportato nella posizione iniziale pronto per il gruppo di bottiglie successivo.

Avvitamento



La zona di Avvitamento (tappatura) prevede il posizionamento dei tappi sulle bottiglie piene di igienizzante per mani. Come per l'operazione precedente si agisce su quattro bottiglie per volta, in movimento, lungo un nastro trasportatore. Il dispositivo di avvitamento si muove anch'essi su una guida sopraelevata, nel momento in cui le bottiglie si posizionano in corrispondenza degli avvitatori parte il movimento simultaneo, si abbassano coprendo il collo delle bottiglie e iniziano la rotazione. Dopo che i tappi sono stati correttamente posizionati, gli avvitatori salgono e l'intero sistema viene riportato nella posizione iniziale pronto per operare sul successivo gruppo di bottiglie.

Etichettatura

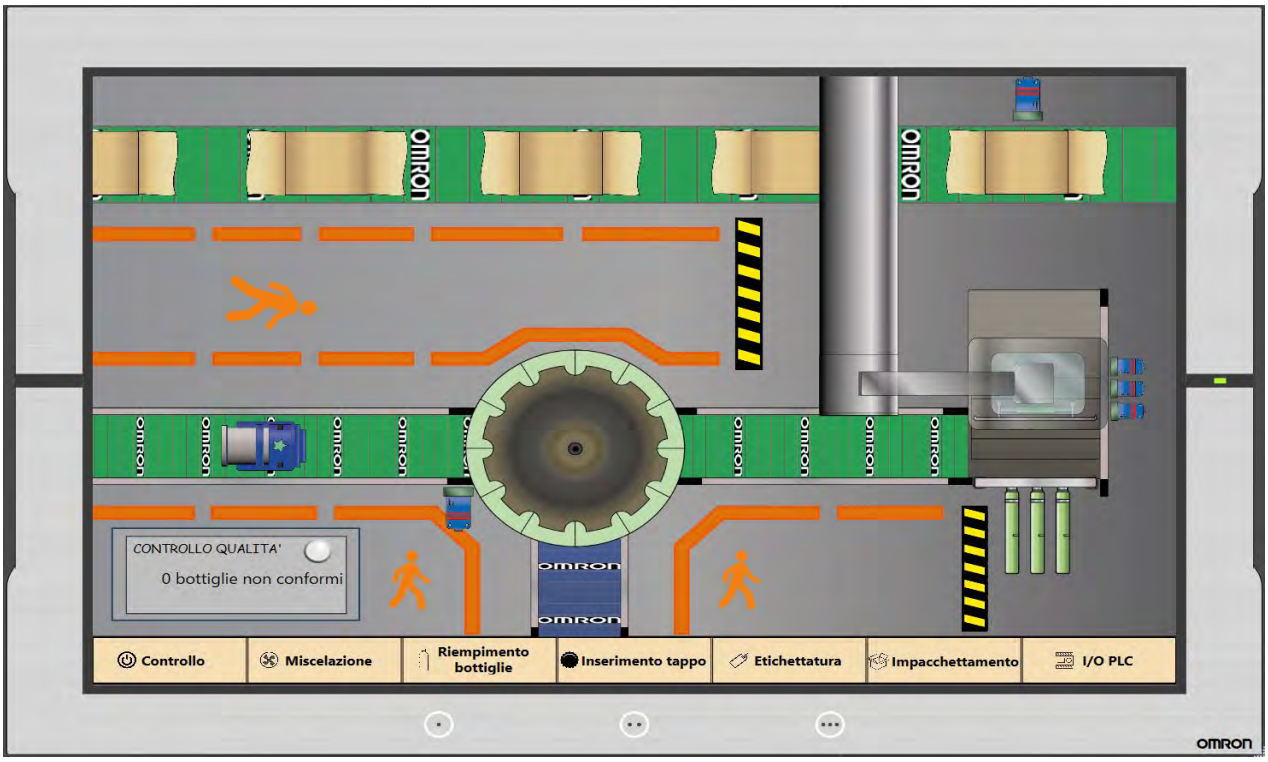


Nella zona di Etichettatura le bottiglie, sempre mediante l'ausilio di un nastro trasportatore, vengono convogliate singolarmente al macchinario che provvederà al posizionamento delle etichette, in base alla versione di igienizzante prodotto. A posizionare la colla viene utilizzato un braccio mobile avente , nella sua parte terminale, un utensile curvilineo, in modo da aderire correttamente alla forma arrotondata della bottiglia ed imprimere la giusta pressione. Una volta fatto ciò, la bottiglia procede sul nastro fino al raggiungimento di una coppia di rulli che ruotando attorno alla bottiglia stessa applicano l'etichetta sulla colla. Nuovamente il nastro trasportatore muoverà le bottiglie verso la successiva ed ultima fase, quella dell'Impacchettamento.

Modello etichetta versione "Normale"

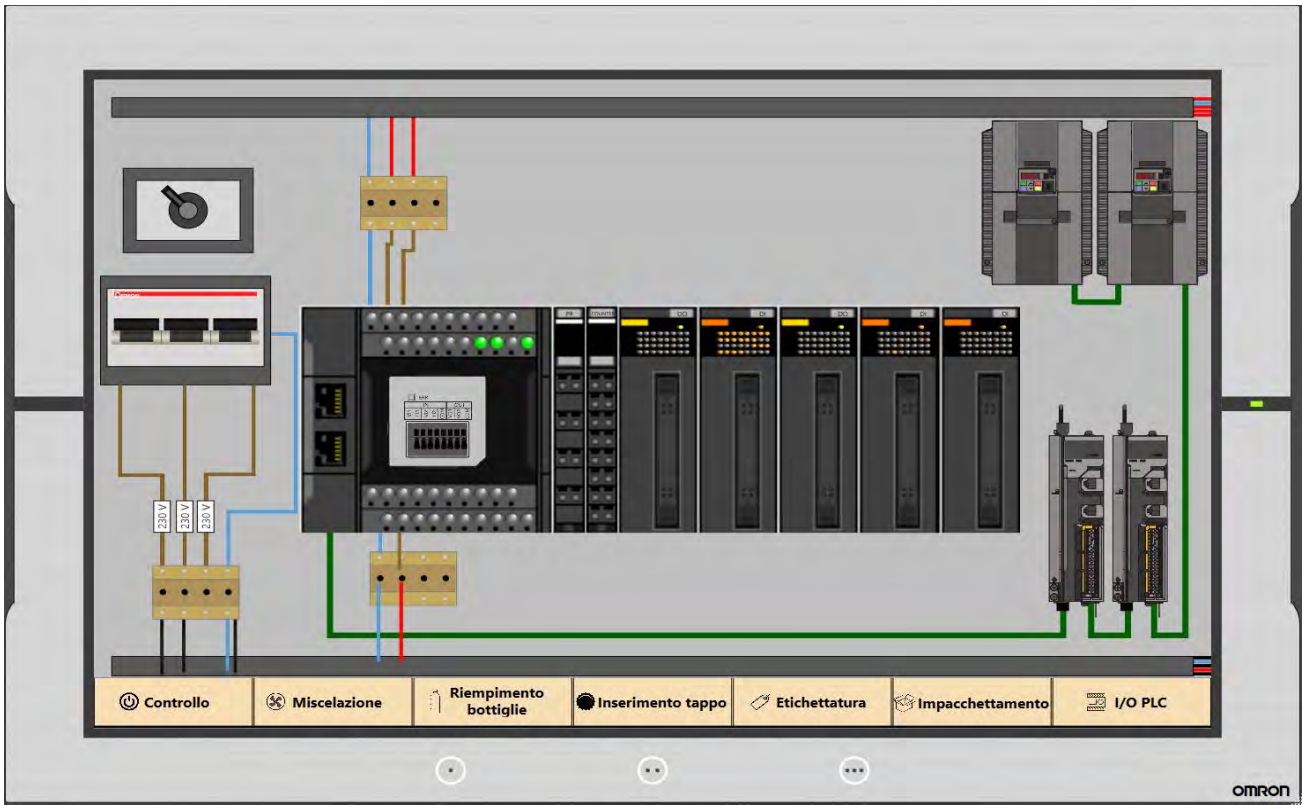
Modello etichetta versione "Ecologica"

Impacchettamento



Nella zona di impacchettamento vengono raggruppate e inscatolate le bottiglie, ormai complete di tutti gli accorgimenti necessari. In questa fase viene eseguito anche un vero e proprio controllo qualità, ad inizio nastro è infatti posta una telecamera in grado di riconoscere la conformità delle bottiglie sottostanti. I prodotti finali, tramite un nastro trasportatore, giungono in prossimità di una base rotante avente lungo la sua circonferenza delle insenature in cui alloggiare le bottiglie durante il suo movimento. La base rotante ha due possibili uscite, la prima, quella principale, viene utilizzata per convogliare le bottiglie conformi verso la fase finale di inscatolamento, facendogli compiere una rotazione di 180° in senso antiorario. La seconda uscita è invece destinata ai prodotti che vengono classificati, attraverso la telecamera, come difettosi e che quindi vengono scartati. In questo caso la bottiglia difettosa dopo essere stata identificata viene fatta ruotare per 90° dalla base rotante e condotta su un nastro trasportatore secondario. Le bottiglie difettose, di colore rosso, vengono inserite in modo randomico all'interno del ciclo e vengono opportunamente conteggiate. La generazione randomica avviene nella sezione ladder del programma in cui, attraverso l'utilizzo del blocco funzione "Rand", viene generato un numero casuale compreso tra 0 e 99 e associato ad una specifica bottiglia. Per la simulazione della bottiglia difettosa si rende disponibile anche l'utilizzo del pulsante fisico sull'HMI, F2Key. Le bottiglie che riescono a superare il controllo qualità vengono poi raggruppate, inizialmente in gruppi da tre e successivamente, mediante l'ausilio di pistoni, in gruppi da nove. La fase finale prevede l'utilizzo di un braccio robotico per sollevare le nove bottiglie ed inscatolarle nelle confezioni che si muovono lungo il nastro trasportatore adiacente. Scatole che, una volta chiuse, verranno successivamente raggruppate e caricate su dei pallet per poter essere distribuite.

Input-Output



In quest'ultima pagina "Input-Output" viene rappresentato lo stato degli input e output digitali gestiti dal controllore tramite l'accensione e lo spegnimento dei rispettivi led nei cinque moduli di I/O.
Nella parte sinistra dello schermo viene mostrato lo schema di collegamento con la rete elettrica di distribuzione, mentre nella parte destra il collegamento, mediante rete EtherCAT, con gli inverter MX2 e i servoazionamenti S1 adibiti al controllo dei motori nell'impianto automatizzato.

Come si è potuto già osservare, nella parte inferiore di ogni pagina vi è una barra che permette il passaggio dalla pagina simulata ad un'altra tramite la pressione dei relativi pulsanti durante l'esecuzione del ciclo di produzione.

Programmazione

La quasi totalità del programma è stata stesa sotto forma di testo strutturato, pagina per pagina. Solo la generazione del numero casuale, la gestione degli inverter e dei servoazionamenti e l'implementazione della macchina a stati utilizzata per la zona di impacchettamento sono stati prodotti in ladder.

Di seguito si riporta, a titolo esemplificativo, una parte degli script realizzati per la parte di programmazione relativa alla zona di impacchettamento.

Controllore

In una delle sue parti il programma è stato strutturato come una macchina a stati, ciò rende il programma un susseguire di stati e il passaggio tra quello precedente a quello successivo avviene tramite delle condizioni. Di seguito a titolo esemplificativo verranno riportati il Grafcet della parte del controllore dedicata alla gestione della zona finale di impacchettamento e la relativa implementazione nella programmazione.

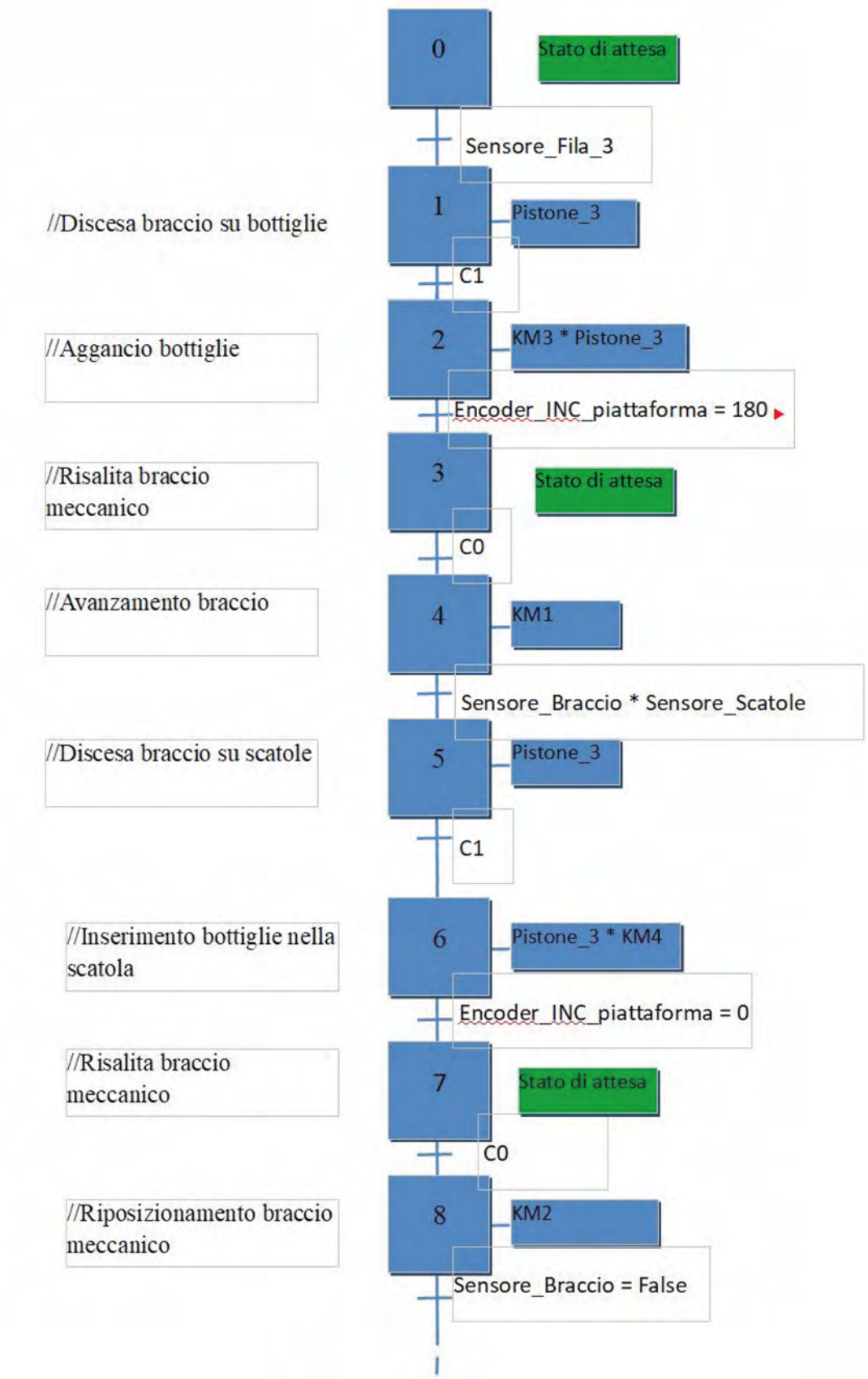
Nella fase di programmazione è stata utilizzata l'istruzione "Case" che valutando un insieme di determinate condizioni restituisce, in funzione del valore che assume lo stato, una tra più espressioni di risultato possibili, attivando o disattivando le relative variabili di uscita.

Specifiche tecniche dei dispositivi

- il controllore utilizzato è il PLC "NXP2-9024DT1";

- il dispositivo HMI è "15W101".

Grafcet


0
Stato di attesa
Sensore_Fila_3
//Discesa braccio su bottiglie
1
Pistone_3
C1
//Aggancio bottiglie
2
KM3 * Pistone_3
Encoder_INC_piattaforma = 180
//Risalita braccio meccanico
3
Stato di attesa
C0
//Avanzamento braccio
4
KM1
Sensore_Braccio * Sensore_Scatole
//Discesa braccio su scatole
5
Pistone_3
C1
//Inserimento bottiglie nella scatola
6
Pistone_3 * KM4
Encoder_INC_piattaforma = 0
//Risalita braccio meccanico
7
Stato di attesa
C0
//Riposizionamento braccio meccanico
8
KM2
Sensore_Braccio = False

Codice

Di seguito sarà riportata l'implementazione della parte del grafcet inerente al settaggio degli stati siccome sviluppato in testo strutturato.

```
//****** MACCHINA A STATI PER L'INSCATOLAMENTO ******


//Stato 0: Nello stato 0 tutte le variabile sono disattivate ( stato di attesa ). Per passare allo stato
successivo Sensore_fila_3 deve essere attivo.

CASE Stato1 OF
        0 : KM1:=FALSE;
            KM2:=FALSE;
                KM3:=FALSE;
                KM4:=FALSE;
                Pistone_3:=FALSE;
            IF Sensore_fila_3 = TRUE THEN
                    Stato1:=1;
            END_IF;

//Stato 1: Nello stato 1 Pistone_3 risulta attivo. Il braccio meccanico inizia quindi a scendere fino a
posizionarsi sopra le bottiglie. Per passare allo stato successivo, C1 deve essere attivo.

        1 : KM1:=FALSE;
            KM2:=FALSE;
                KM3:=FALSE;
                KM4:=FALSE;
            Pistone_3:=TRUE;
            IF C1 = TRUE THEN
                        Stato1:=2;
                END_IF;


//Stato 2: Nello stato 2 Pistone_3 e il contattore KM3 risultano attivi e il braccio meccanico
aggancia le 9 bottiglie.  Per passare allo stato successivo la posizione angolare dell'encoder deve
essere pari a 180°.

        2 : KM1:=FALSE;
            KM2:=FALSE;
                KM3:=TRUE;
                KM4:=FALSE;
            Pistone_3:=TRUE;
                IF Encoder_INC_piattaforma = 180 THEN
                        Stato1:=3;
                END_IF;
```

//**Stato 3**: Nello stato 3 tutte le variabile sono disattivate. Il braccio (insieme alle bottiglie) risale fino a raggiungere la posizione iniziale (stato di attesa). Per passare allo stato successivo C0 deve essere attivo.

```
3 : KM1:=FALSE;
    KM2:=FALSE;
        KM3:=FALSE;
        KM4:=FALSE;
    Pistone_3:=FALSE;
        IF C0 = TRUE THEN
            Stato1:=4;
        END_IF;
```

//**Stato 4**: Nello stato 4 il contattore KM1 risulta attivo. Il braccio meccanico (insieme alle bottiglie) si sposta in avanti in direzione delle scatole. Per passare allo stato successivo Sensore_braccio e Sensore_scatole devono essere attivi.

```
4 : KM1:=TRUE;
    KM2:=FALSE;
        KM3:=FALSE;
        KM4:=FALSE;
    Pistone_3:=FALSE;
        IF Sensore_braccio = TRUE AND Sensore_scatole =TRUE THEN
            Stato1:=5;
        END_IF;
```

//**Stato 5**: Nello stato 5 Pistone_3 risulta attivo. Il braccio meccanico (insieme alle bottiglie) inizia quindi a scendere fino a posizionarsi sopra la scatola. Per passare allo stato successivo C1 deve essere attivo.

```
5 : KM1:=FALSE;
    KM2:=FALSE;
        KM3:=FALSE;
        KM4:=FALSE;
    Pistone_3:=TRUE;
        IF C1 = TRUE THEN
            Stato1:=6;
        END_IF;
```

//**Stato 6**: Nello stato 6 Pistone_3 e il contattore KM4 risultano attivi e il braccio meccanico sgancia le 9 bottiglie all'interno della scatola. Per passare allo stato successivo la posizione angolare dell'encoder deve essere pari a 0°.

```
6 : KM1:=FALSE;
    KM2:=FALSE;
        KM3:=FALSE;
        KM4:=TRUE;
    Pistone_3:=TRUE;
```

```
IF Encoder_INC_piattaforma = 0 THEN
            Stato1:=7;
        END_IF;
```

//**Stato 7**: Nello stato 7 tutte le variabile sono disattivate. Il braccio meccanico risale. Per passare allo stato successivo C0 deve essere attivo.

```
7 : KM1:=FALSE;
    KM2:=FALSE;
        KM3:=FALSE;
        KM4:=FALSE;
    Pistone_3:=FALSE;
        IF C0 = TRUE THEN
            Stato1:=8;
        END_IF;
```

//**Stato 8**: Nello stato 8 il contattore KM2 risulta attivo. Il braccio meccanico torna indietro fino a raggiungere la posizione iniziale. Per passare allo stato successivo Sensore_braccio deve essere disattivo.

```
8 : KM1:=FALSE;
    KM2:=TRUE;
        KM3:=FALSE;
        KM4:=FALSE;
    Pistone_3:=FALSE;
        IF Sensore_braccio = FALSE THEN
            Stato1:=0;
        END_IF;
    END_CASE;
```

Implementazioni future

"Autoigienizziamoci" è un progetto di discreta completezza in ambito didattico, tuttavia può essere ulteriormente articolato e sviluppato mediante l'introduzione di una serie di accorgimenti e di parametri che non vengono pienamente considerati nell'impianto da noi realizzato.
Quella che abbiamo sviluppato è una tipologia di impianto di riempimento costituito dalle sole fasi di lavorazione essenziali, per tale motivo si possono immaginare altre pagine aggiuntive per lo svolgimento, ad esempio, di operazioni preliminari come la sciacquatura delle bottiglie.
Inoltre per aumentare l'efficienza nella gestione dell'impianto possono essere considerate altre variabili non valorizzate come la temperatura esterna ambientale. Attraverso il suo rilevamento sarà possibile mantenere una temperatura costante in tutte le fasi di lavorazione, dalla miscelazione iniziale all'impacchettamento finale.
Ulteriori elementi di analisi ed ulteriori eventuali problematiche sono individuabili ed analizzabili solo attraverso un riscontro con la realtà.
Infine come altra futura implementazione vi è l'introduzione di nuove tipologie di igienizzante, seppur non modificandone la propria efficacia, attraverso il cambiamento di alcuni ingredienti costituenti.

Automatic 3D printing factory

< Sommario

L'obiettivo del progetto è quello di creare una linea automatica ad alta efficienza di produzione di valvole per uso medico, realizzate tramite la stampa 3D. Il sistema, completamente automatizzato, è pensato per chi produce centinaia o migliaia di pezzi al giorno, e che di conseguenza si trova a dover gestire molte stampanti, con tempi di stampa diversi.

IIS Benedetto Castelli - Brescia - Classe V

- **Docente coordinatore**: Giuseppe Marti
- **Studenti:** Giacomo Baresi, Giorgio Fossati, Andrea Gatti, Davy Pintus, Jacopo Veneziani, Christian Zippoli.

Sommario

Sommario 1
Introduzione 2
Descrizione generale del progetto 3
Schema del sistema 6
Funzionamento 7
Linea automatica stampanti 3D 9
Controllo qualità 20
Smistamento per grandezza e inscatolamento 26
Magazzino automatico 31
Riciclo plastica 37
Statistiche 40
I/O PLC 49
Sviluppi futuri 53

Introduzione

Non c'è argomento più attuale del Covid-19, il virus che, come tutti sappiamo, da un anno circa sta sconvolgendo il mondo intero. In questo periodo molto difficile, ci siamo resi conto di quanto il "digitale" sia una risorsa importante, un vantaggio che ci può aiutare ad affrontare le sfide che attendono la nostra società. L'automazione, soprattutto in paesi come la Cina, ha avuto un impatto non indifferente. Dalla preparazione dei pasti negli ospedali, alla disinfezione delle strade, robot e sistemi automatici sono stati impiegati in prima linea per combattere l'epidemia.

Ci ha particolarmente colpito il settore della stampa 3D, il quale ha trovato in questa emergenza sanitaria un "riadattamento", un nuovo impiego, che l'ha visto impegnato nella produzione di componenti per i macchinari di terapia intensiva o per i respiratori. Due aziende bresciane (da cui abbiamo tratto ispirazione), **Isinnova** e **FabLab Brescia**, si sono particolarmente distinte nel campo della stampa 3D, trovandosi impegnate nella realizzazione di strumenti respiratori d'emergenza da utilizzare per i pazienti colpiti da Covid-19.

Obbiettivi

L'obbiettivo che quindi ci siamo prefissati è quello di creare una linea automatica ad alta efficienza di produzione di valvole per uso medico, realizzate tramite la stampa 3D. Il sistema, completamente automatizzato, è pensato per chi produce centinaia o migliaia di pezzi al giorno, e che di conseguenza si trova a dover gestire molte stampanti, con tempi di stampa diversi. Robotizzare l'intero processo eliminerà quindi i "tempi morti", semplificando così la gestione dell'impresa e aumentandone il rendimento.

Con l'obbiettivo ben chiaro, nasce "Automatic 3D Printing Factory".

Descrizione generale del progetto

Il progetto è stato realizzato utilizzando un controllore NX1P2-9024DT1 e, per la parte grafica, un HMI NA5-15W101.

Il sistema comprende una serie di processi che seguono la produzione del pezzo richiesto, dalla sua realizzazione tramite stampa 3D, all'inscatolamento e allo stoccaggio in un magazzino automatico, pronto per essere spedito al cliente interessato. Inoltre, per minimizzare gli sprechi, i pezzi scartati a causa di difetti o di errori di stampa, vengono riciclati, recuperando così la materia prima (la plastica).

Linea stampanti

Il primo step dell'impianto è ovviamente la realizzazione del pezzo (nel nostro caso, valvole ad uso medico). Una serie di 16 stampanti 3D (indipendenti l'una dall'altra) in funzione 24 ore su 24, stampano il prodotto mediante tecnologia FDM, ossia deponendo uno sull'altro strati di plastica fusa. Le plastiche maggiormente utilizzate sono l'ABS e il PLA, ma stampanti ad uso industriale offrono la possibilità di stampare anche in altri materiali, scelti in base alla destinazione d'uso del pezzo prodotto, come il nylon o speciali fibre di carbonio.

Quando una stampante ha concluso il lavoro che le è stato assegnato, un braccio robotico montato su un carello a guide lineari si adopera per prelevare il pezzo finito e spostarlo su un nastro, che lo porterà alla fase successiva.

Controllo qualità

In questa sezione, il pezzo viene sottoposto a un controllo di qualità, per verificarne la corretta realizzazione. Per sostituire il lavoro di un operatore umano, che dovrebbe controllare uno ad uno ogni singolo pezzo, abbiamo implementato un sistema di visione artificiale, che si occupa di acquisire un'immagine del prodotto e,

mediante algoritmi opportunamente studiati, ne determina l'idoneità. I vantaggi di un sistema di visione sono evidenti: l'analisi dei pezzi avviene a una velocità impensabile per l'occhio umano, generando così un aumento di produttività.

Oltre alla adeguatezza dell'elemento scansionato, ne viene determinata anche la grandezza, che sarà poi necessaria in fase di smistamento. Abbiamo previsto 3 grandezze differenti (pezzo grande, pezzo medio, pezzo piccolo). I pezzi difettosi o

non idonei vengono subito scartati e accumulati in uno scatolone, per poi venire riciclati. I pezzi idonei vengono condotti allo smistamento per grandezza, dove verranno inscatolati e riposti in un magazzino.

Smistamento e inscatolamento

I pezzi accompagnati da tutte le relative caratteristiche scorrono su un nastro fino a raggiungere lo smistamento per grandezza. Come prima fase, un letto di polistirolo viene depositato tramite un macchinario sul fondo di una scatola che, grazie a un nastro, viene successivamente portata in posizione, pronta a ricevere il pezzo. Sono previsti 3 nastri differenti, uno per ogni grandezza, e di conseguenza verranno preparate 3 scatole di diverse dimensioni.

Per condurre il pezzo nella relativa scatola, sono presenti 3 pistoni (uno per grandezza). Quando il pezzo è stato collocato nella scatola, essa viene condotta in un altro macchinario, che deposita un altro strato di polistirolo per un ulteriore protezione e chiude la scatola.

Il pacco contenente il prodotto viene quindi condotto da un nastro trasportatore allo step successivo, lo stoccaggio nel magazzino automatico.

Magazzino automatico

Per ottimizzare la densità di stoccaggio abbiamo optato per un magazzino verticale.

Un robot cartesiano a 2 assi preleva il pacchetto dal nastro trasportatore proveniente dalla sezione precedente e lo posiziona nel magazzino. I pacchi vengono riposti a seconda della grandezza del pezzo: i più piccoli in alto, i più grandi in basso.

Riciclaggio

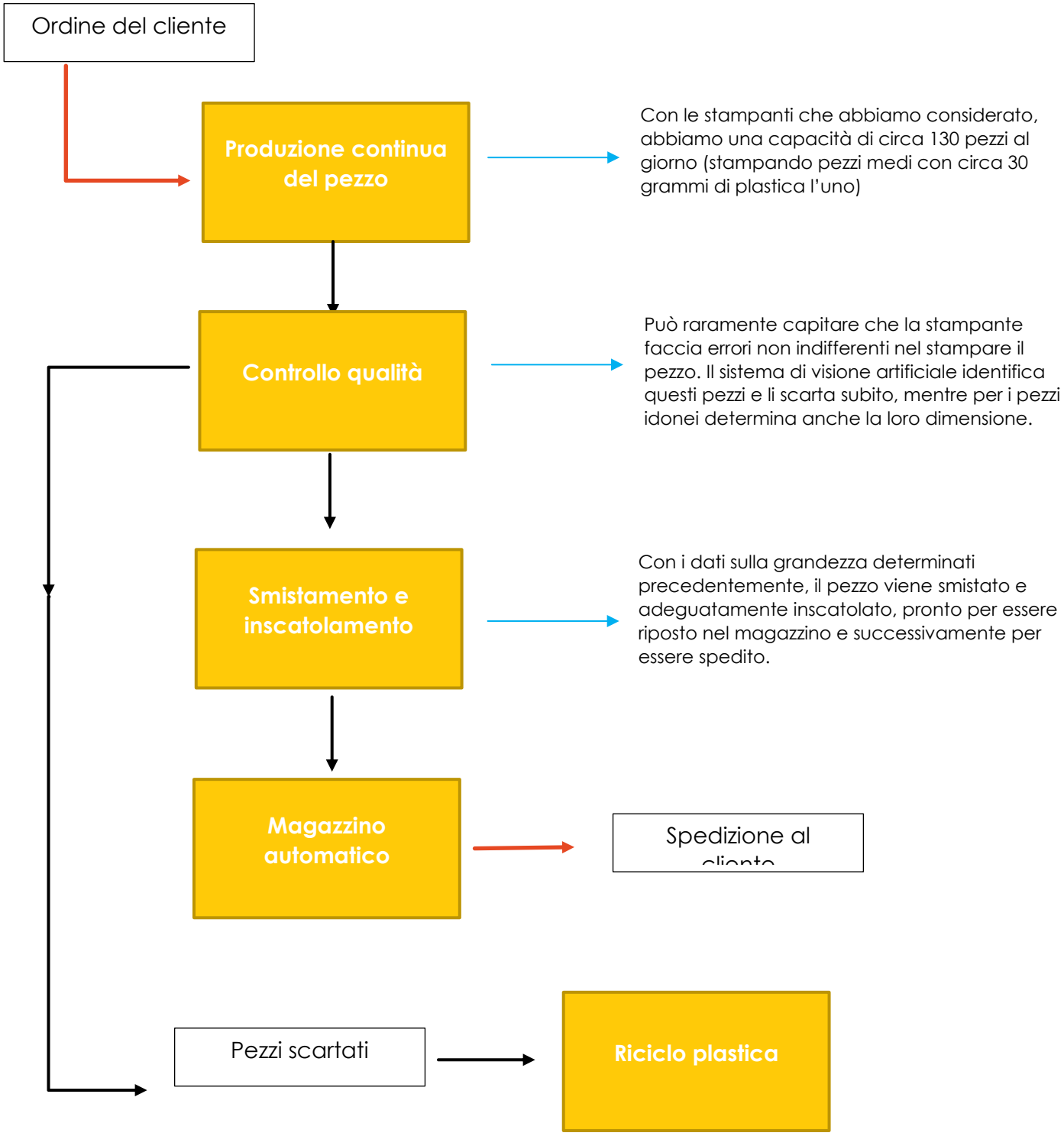
Un altro argomento di grande attualità riguarda l'ambiente e l'economia circolare. A questo proposito abbiamo inserito una sezione di riciclaggio, nella quale i pezzi, scartati durante il controllo qualità, vengono riciclati ponendoli in un frullatore che si occuperà di ridurli in piccoli pezzetti di plastica che successivamente verranno fusi e nuovamente stampati in filamento plastico che sarà riutilizzato per stampare nuovi

pezzi. Una volta estruso, il filo passa su di un piano che ne favorisce il raffreddamento, per poi essere arrotolato su una bobina, che verrà poi inserita sulla stampante 3D.

Valutazioni statistiche

Per avere una visione più completa dell'efficienza dell'intero sistema, la sezione di statistica fornisce una serie di dati e analisi, sempre disponibili per la visione e per la consultazione. I dati necessari per il calcolo delle varie statistiche vengono acquisiti con una frequenza prestabilita.

Schema del sistema



Funzionamento

Appena avviato il programma, viene mostrata la pagina home:

Premendo il tasto *AVVIO* verranno visualizzate alcune informazioni utili per comprendere il funzionamento del programma. In ogni pagina del sistema sarà presente una pulsantiera da cui è possibile navigare fra le varie sezioni (premendo il pulsante *Help Pulsanti Per La Navigazione* presente nell'avviso iniziale, è possibile visualizzare in che sezione porta ogni pulsante).

Una volta presa visione dell'avviso, il sistema può essere avviato premendo il pulsante *START*, che porterà automaticamente nella pagina delle stampanti.

Quando una stampante avrà finito di realizzare un pezzo, si illuminerà di verde e attenderà che il robot vada a prelevare il prodotto finito. La stampante che viene attualmente servita, sarà illuminata con il colore arancione.

Con lo slider posto sotto la prima stampante in basso a sinistra, è possibile simulare una eventuale intrusione da parte di un operatore nella zona di lavoro del robot. Ciò provoca l'arresto immediato del sistema, poiché può essere molto pericolo per l'operatore se il robot continuasse a funzionare normalmente.

Quando il robot preleva un pezzo, lo posiziona sul nastro sulla destra, che lo porterà verso la sezione successiva, quella del controllo qualità.

Il pezzo scorre sul nastro fino al sistema di visione, dove viene analizzato. In base alle caratteristiche determinate, il pezzo viene scartato (se difettoso o non idoneo) oppure spinto da un pistone su un secondo nastro, che lo condurrà verso lo smistamento per grandezza.

I pezzi vengono quindi smistati per grandezza e impacchettati in una scatola di adeguate dimensioni per poi venire riposti in un magazzino.

Descrizione nel dettaglio del progetto

Linea automatica stampanti 3D

La produzione della nostra fabbrica automatica utilizza le stampanti 3D, che permettono la stampa di qualsiasi elemento in poco tempo e con poca spesa, anche su larga scala. In questo caso abbiamo scelto di utilizzare stampanti FDM "hobbistiche" da "Maker", con cinematica cartesiana e che hanno un basso costo iniziale e di mantenimento, in quanto utilizzano una tecnologia ormai affermata e che presenta svariati vantaggi:

- Facilità di utilizzo
- Facilità di manutenzione
- Basso costo dei ricambi
- Basso costo dei materiali di stampa (materiali plastici come PLA, PETG…)
- Non richiedono software proprietari perché si basano sull'opensource
- Facilità di connessione in rete tramite server locale

Stampanti di questo genere presentano anche alcuni svantaggi:

- Richiedono precisa calibrazione e una manutenzione periodica
- La tecnologia FDM presenta limiti nei materiali utilizzabili
- Limiti nella realizzazione di oggetti con geometrie complesse
- Oggetti complessi richiedo materiale aggiuntivo per creare sostegni e supporti, che andrà poi scartato o comunque riciclato.
- A volte possono esserci errori durante la stampa che rendono l'oggetto non conforme

Il vantaggio di questa linea è che è molto "flessibile" in quanto può essere facilmente ampliata nel numero di macchine ad esempio aumentando le stampanti per ogni riga oppure utilizzando un'adeguata scaffalatura è possibile posizionare le stampanti su vari "Piani" in base all'altezza massima che può raggiungere il robot. È anche possibile aggiungere stampanti di altro tipo, come ad esempio stampanti delta, coreXY oppure stampanti industriali che sfruttano la tecnologia SLS ampliando notevolmente il campo di applicazione e i materiali stampabili (polveri di Nylon o metalliche).

Gestione commesse

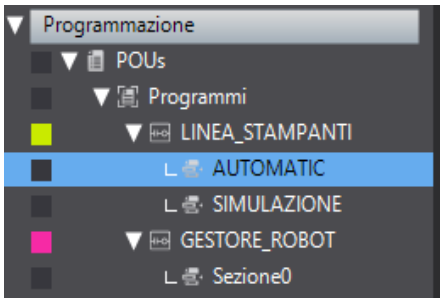
Occorre fare una precisazione su come vengono gestiti gli ordini: il nostro progetto si propone di creare una linea automatica centralizzata per la produzione di molti pezzi nel minor tempo possibile, ma la produzione parte ovviamente da una richiesta.

Viene ipotizzato che le stampanti siano collegate in rete tramite un server locale che permette loro di comunicare con un PC dal quale vengono controllate (temperatura, homing, livellamenti ecc…) e incaricate di svolgere una determinata lavorazione che viene preparata e inviata alle stampanti da un operatore. A loro volta gli ordini arrivano all'azienda in modo automatico da un sistema che riceve il pagamento e gli ordini tramite un sito web.

Ad ogni modo queste sono scelte informatiche e gestionali, di cui non ci occupiamo, anche perché sono cose già viste ed utilizzate. In questo progetto viene sviluppata la parte di automazione industriale.

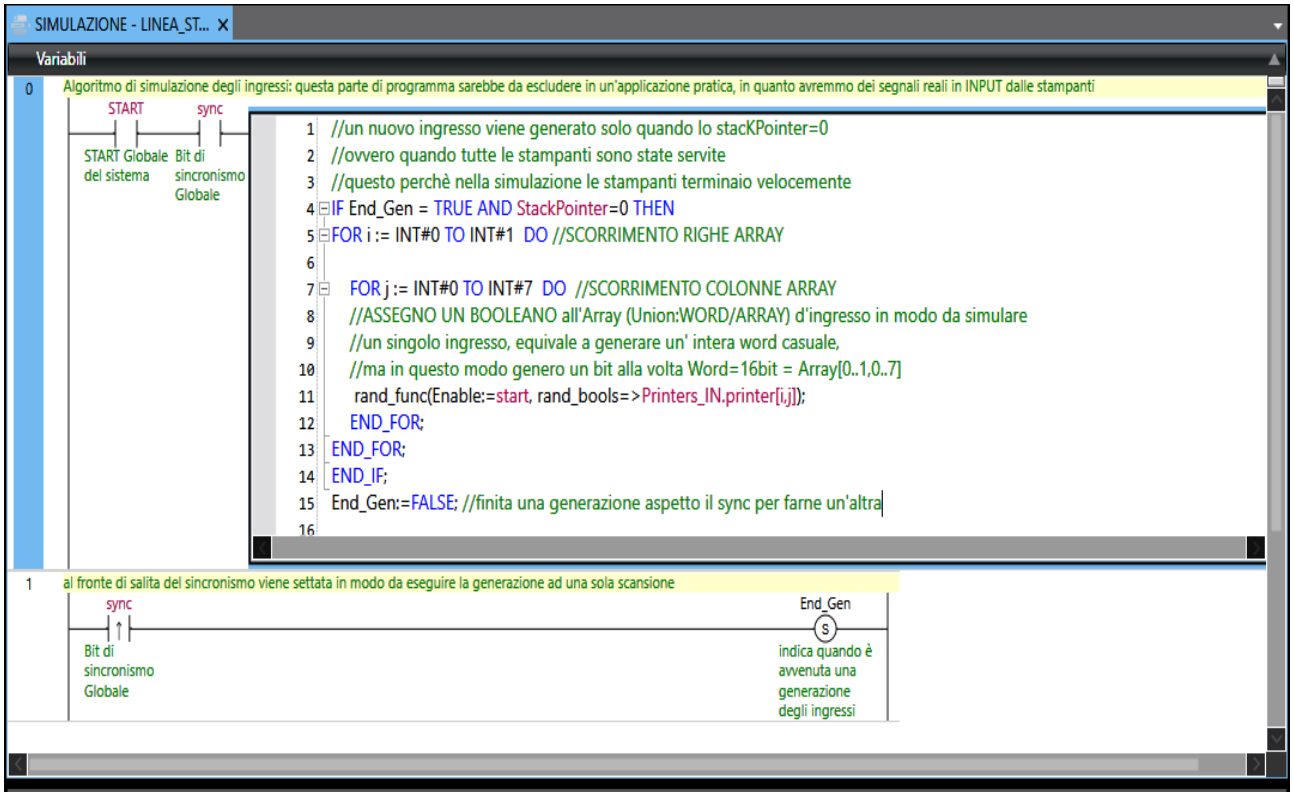
PLC

Viste le considerazioni precedenti il programma LINEA_STAMPANTI è stato diviso in due sezioni:



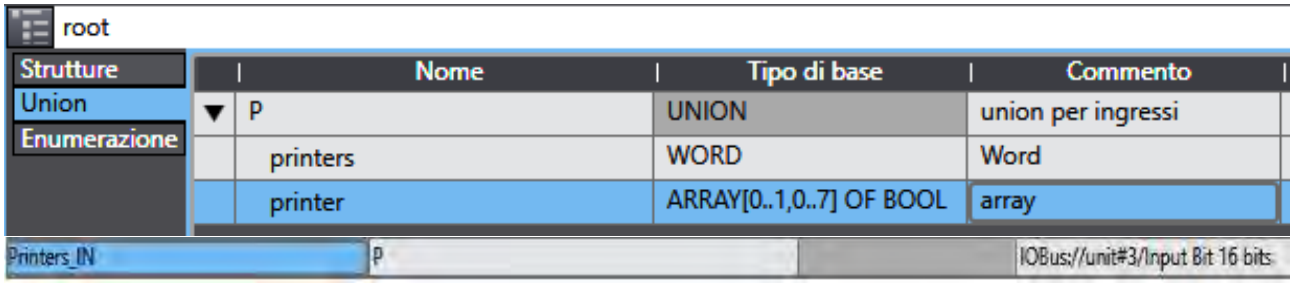
1. AUTOMATIC: Questa sezione legge continuamente gli ingressi e li confronta con quelli letti nella scansione precedente, in modo da verificare quali stampanti hanno finito di stampare. Le stampanti che hanno terminato vengono inserite in uno Stack nella prima posizione [0] tramite la funzione Push.
2. SIMULAZIONE: Questa sezione di programma serve solo in simulazione e non in un'applicazione reale, in quanto questo algoritmo si occupa di scorrere un array bidimensionale (mediante due cicli for), e ad ogni indice inserire un valore booleano casuale generato da un blocco funzione che verrà spiegato in seguito. In questo modo quando tutte le stampanti sono state servite (StackPointer=0) e arriva il segnale di sincronismo (sync) verrà generato un

array bidimensionale [0..1,0..7] contenente 16 booleani corrispondenti ai 16 ingressi digitali del modulo NX-ID5442.



Gestione segnali d'ingresso nel PLC provenienti dalle Stampanti

Abbiamo deciso di acquisire gli ingressi utilizzando una Union formata da una Word (16bit) e da un Array bidimensionale[0..1,0..7] che può essere visto come due array da 8 bit messi uno sopra l'altro. In questo modo otteniamo 16 bit come una Word e snelliamo il numero di variabili e la loro gestione.



La Union è un tipo di dato che permette di memorizzare una variabile e di leggerla come tipi di dati differenti, in questo caso risulta veramente comoda, infatti ci basterà scorrere l'array se vogliamo conoscere o modificare un singolo bit, mentre la Word ci permette di acquisire gli ingressi del modulo con un'unica variabile.

Per la generazione casuale di un ingresso è stato creato un blocco funzione chiamato RAND_BOOLEAN, che utilizza la funzione rand per estrarre un numero casuale tra 0 e 1. L'estrazione è condizionata da un seme il quale viene definito prendendo i

nanosecondi dal tempo attuale, tramite l'istruzione DtToDateStruct fornendo come parametro la variabile di sistema *_CurrentTime* e opportunamente convertendo i nanosecondi in UINT.

Il numero casuale estratto dalla funzione è un LREAL che viene convertito in intero e moltiplicato per cento in modo da ottenere un numero tra 0 e 100. Il blocco si conclude con un IF che confronta il numero Intero generato con un altro numero intero, in questo caso 60, se è maggiore, il blocco darà in uscita TRUE altrimenti (else) un FALSE. Modificando il numero utilizzato per il confronto (60) si modificherà la probabilità che esca un Booleano TRUE, in quanto da 0 a 100 abbiamo una probabilità del 50% che esca uno dei dei numeri, quindi portando il valore a 60 aumenteremo la probabilità di uscita di un FALSE.

RAND_BOOLEAN

Variabili

```
1  //BLOCCO FUNZIONE CHE PERMETTE DI GENERARE NUMERI BOOLEANI CASUALMENTE
2
3  IF Enable THEN
4      DtToDateStruct(_CurrentTime, seme); //GENERO UN SEME CASUALE PRENDENDO I NANOSECONDI DA CURRENT TIME
5  random(Enable, ULINT_TO_UINT(seme.NSec), rand_LREAL);  //GENERO UN NUMERO CASUALE
6      rand_int := LREAL_TO_INT(100.0*rand_LREAL); //TRASFORMO IL NUMERO CON VIRGOLA GENERATO IN UN NUMERO INTERO DA 0 A 100
7      //GENERAZIONE DI UN BOOLEANO :
8      IF rand_int > 60 THEN
9          rand_bools := TRUE;  //  SE IL NUMERO CASUALE è MAGGIORE DI 60 ALLORA IMPOSTO A True
10     ELSE
11         rand_bools := FALSE;  //ALTRIMENTI A False
12     END_IF;
13 END_IF;
```

Variabili

Namespace - utilizzato

Interne
In/Out
Esterne

Nome	In/Out	Tipo dati
Enable	Ingresso	BOOL
rand_bools	Uscita	BOOL

Il blocco ha una variabile d'ingresso e uno di uscita

Programma di gestione del robot

Abbiamo scelto di utilizzare un robot TM5A-900 che è un Cobot (robot collaborativo) prodotto da OMRON, perfetto per questa applicazione in quanto è relativamente leggero e può comunicare facilmente con il PLC utilizzato. Il Robot è fissato su una piattaforma (Carrello) che si muove su guide lineari. Il carello è movimentato da un servomotore 1S da 1kW accoppiato ad un servoazionamento (R88D-1SAN08H) da

1,5kW, la movimentazione è controllata tramite Motion dal PLC Omron NX1P2 (9024DT1) che ci permette di controllare fino a 4 assi.

L'algoritmo che gestisce il Robot utilizza la macchina a stati per coordinare le varie fasi del processo. Gli stati sono definiti da una struttura dati Enumerativa che ne facilita la comprensione.

Strutture
Union
Enumerazione

Nome	Valore enum	Commento
STATO		
attesa	0	stato di attesa nuovi ingressi
servizio	1	stato in cui il robot serve le varie stampanti
pausa	2	stato di pausa
posa	3	stato in cui il robot posa i pezzi sul nastro
EMERGENZA	4	stato di stop/Emergenza

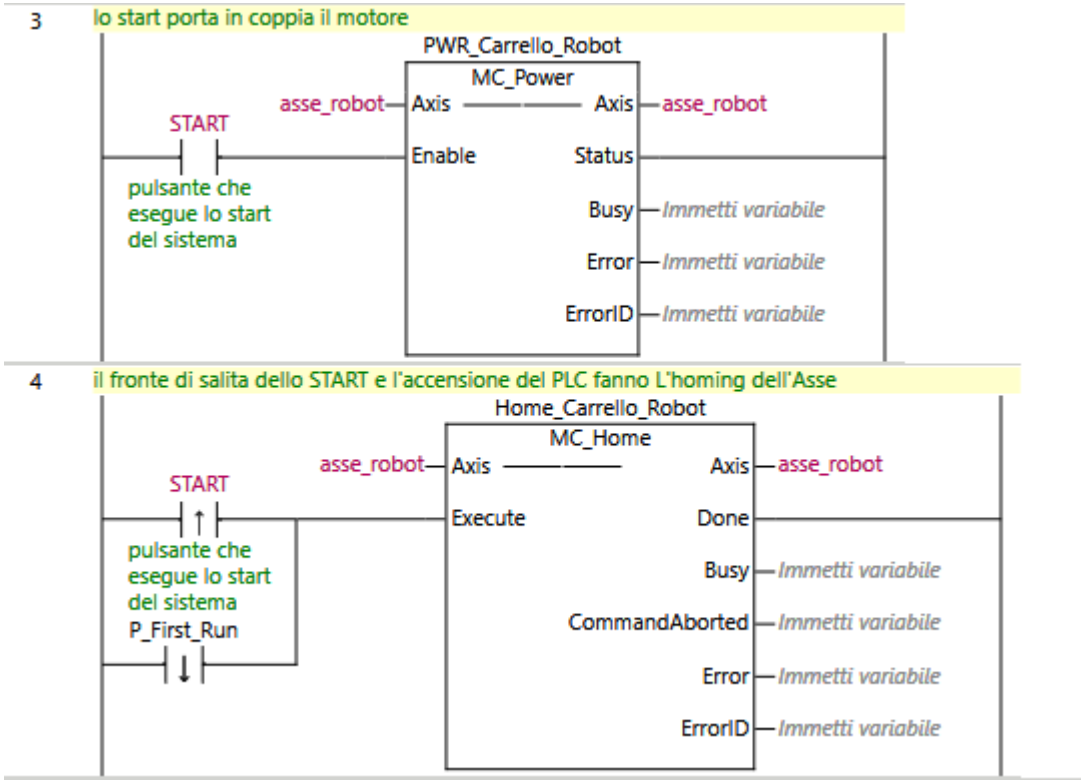
Il Programma AUTOMATIC inserisce gli indici delle stampanti che hanno finito di lavorare, in una coda Stack da cui nello stato di attesa vengono prelevati per comunicare al robot in quale posizione deve portarsi. Le varie posizione delle stampanti sono contenute in un array, e vengono passate al Blocco Funzione MC_Move tramite gli indici prelevati.

Nello stato di servizio, viene attivato MC_Move che porta il Robot nella posizione corretta. Avvenuto lo spostamento si passa nello stato di pausa, in cui il carrello è fermo e il robot preleva il pezzo dalla stampante. Finita la pausa si passa nello stato di posa in cui il robot viene riportato nella posizione iniziale (vicino al nastro) e una volta posato il pezzo sul nastro si ritorna in stato di attesa, dove si aspetta un nuovo indice di una stampante che ha terminato.

In simulazione non avendo un asse fisico, mostriamo il movimento tramite un'animazione su HMI. Per muovere il carrello la posizione attuale dell'asse viene continuamente copiata in Robot_Pos_X, variabile collegata all'animazione di movimento orizzontale del gruppo oggetti.

```
2   copio sempre la posizione attuale dell'asse(Robot) nella  variabile che comandarò il movimento dell'Animazione su HMI
    1  Robot_Pos_X:=asse_robot.Act.Pos;
```

Lo START mette in coppia il motore e sul fronte di salita Esegue l'homing dell'asse. L'home avviene con "Posizione zero preimpostata", come da impostazioni dell'asse, in quanto si tratta di un sistema simulato.



Il movimento verso le postazioni di stampa avviene sul fronte di salita della variabile Move_Robot che viene opportunamente gestito nei vari stati, il Blocco MC_Move permette il posizionamento in una determinata Posizione con una certa Velocità e Accelerazione, valori impostati all'inizio del programma. La posizione viene passata al blocco dalla variabile Pos[j] che è un array di LREAL contenente le posizioni orizzontali in Pixel delle varie postazioni.

L'indice "j" della posizione è ovviamente quello delle stampante da servire, passato dallo stack. Completato il movimento si passa allo stato di pausa e con il bot Get si attiva un temporizzatore nel rung successivo (rung6)

Descrizione delle Pagine HMI della Linea Stampanti

Nella pagina sono visualizzate le stampanti 3D del sistema e il robot che preleva i pezzi realizzati.

I componenti che compaiono nella pagina sono:

1- Braccio Robotico

2- Carrello Robot

3- Pulsante che attiva la vista Prospettica 3D

4- Informazioni sulla linea

5- Pulsante a fungo di Stop

6- Barriera ottica che ferma il sistema se viene oltrepassata

I numeri in bianco indicano le posizioni(indici) delle stampanti, posizionate come vengono gestite nell'array bidimensionale[0..1,0..7].

In questa pagina sono visualizzate anche le informazioni su quello che il robot sta facendo: lo stato in cui si trova, l'angolo del braccio, riga e colonna della stampante da servire.

Per simulare lo stato di emergenza è stato utilizzato uno slider che se incrementato muove un operatore all'interno della zona di lavoro del Robot, Area di pericolo per una persona. Se l'operatore oltrepassa la barriera ottica il sistema va in stato di Emergenza e tutte le parti in movimento vengono immediatamente fermate.

Per far ripartire il sistema bisogna seguire una procedura:

1- Leggere e Riconoscere gli allarmi (Quello di intrusione e quello di Stop)

2- Riportare la persona all'esterno muovendo lo slider

3- Armare il sistema togliendo lo Stop (click su pulsante stop)

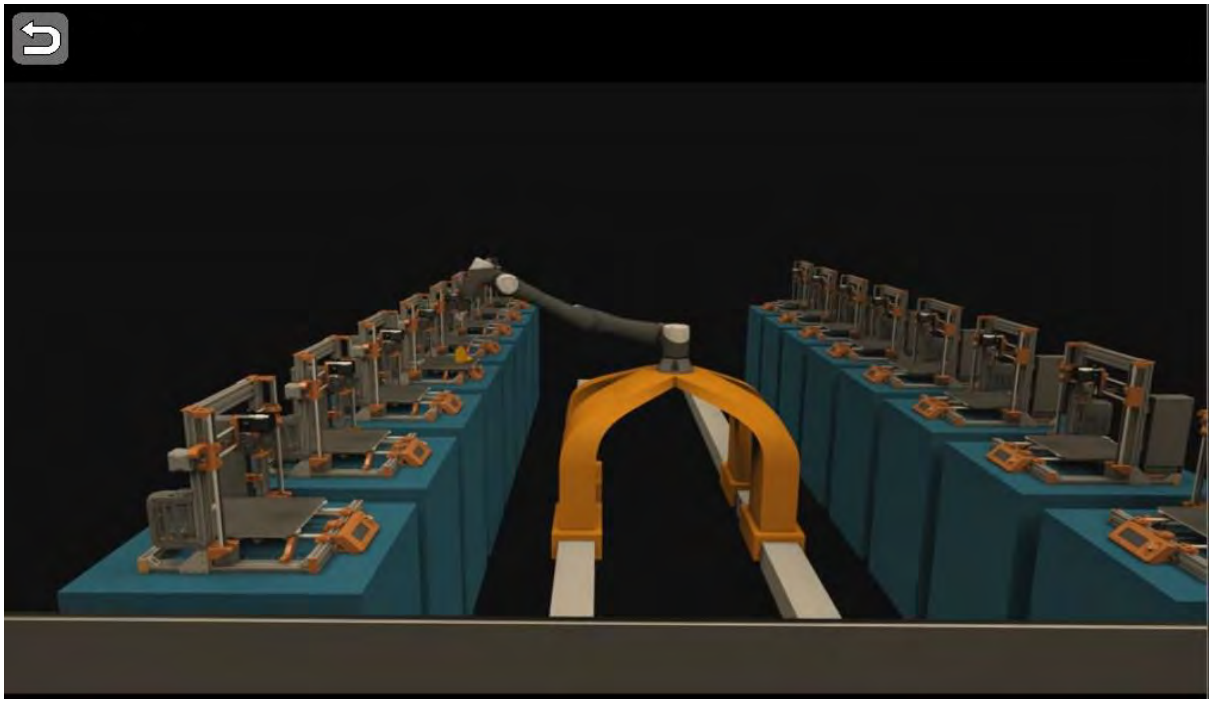
4- Tornare nella Pagina HOME e premere Start per Avviare di nuovo il sistema

Pagina INFO SISTEMA

In questa pagina vengono mostrate le stampanti che hanno finito, il tempo residuo alla prossima scansione e le stampanti in funzione.

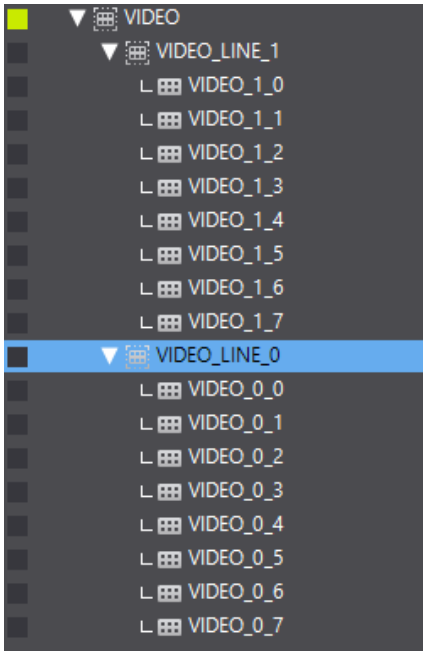
Bisogna fare una precisazione sulle stampanti in funzione, nel nostro caso vengono calcolate facendo il numero totale di stampanti (16) meno quelle che hanno terminato, nella realtà ci potrebbero essere alcune stampanti che semplicemente sono ferme per un qualsiasi motivo. Purtroppo non avendo previsto la comunicazione con il server, il PLC conosce solo lo stato delle stampanti che hanno terminato. È stato previsto un contorno colorato che si illumina di tre colori, per indicare lo stato di ogni singola stampante. Come si legge nelle INFO il colore rosso indica l'Attesa dello stato. Proprio perché il PLC non lo conosce, il suo unico scopo è quello di servire le stampanti che hanno finito e che attendono di essere servite, colore Verde mentre il colore Arancio indica la stampante che viene servita dal Robot.

Nella pagina LINEA STAMPANTI è possibile attivare la visualizzazione 3D della linea e vedere il carrello e il Braccio che si muovono per prendere il pezzo e portarlo sul nastro.



La visualizzazione dei video è automatica e quando il pezzo viene posato sul nastro si esce dalla pagina Video e si ritorna sulla linea vista dall'alto, il pulsante che attiva questa funzione sarà ancora attivo e quindi quando il Robot ripartirà verso una stampante, anche il video ripartirà. Per uscire da questo ciclo bisogna premere la freccia indietro, posta su ogni pagina video, che riporta immediatamente nella pagina di partenza e ferma i video sequenziali.

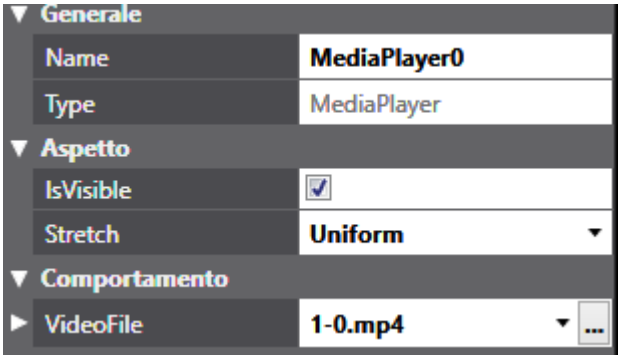
Questo è stato possibile creando 16 pagine diverse, una per ogni stampante/video, ognuna delle quali contiene un media player con il video relativo.



Il nome della pagina è stato formattato in un modo ben preciso per tutte, questo perché la pagina sarà mostrata creando una stringa formata da: VIDEO_"indice colonna"_"indice riga"; questa stringa è utilizzata dalla funzione ShowPage.

In questo modo con poche righe di codice viene mostrata la pagina desiderata. Discorso analogo per far partire il video, in quanto ogni media player ha associato un video il cui nome è composto dall'indice riga(i)-indice colonna(j)→(1-0), quindi anche qui viene creata una stringa (video) composta dai due indici più il

trattino alto, poi userò questa stringa nell'istruzione PlayMovie.




```
Sub braccio
        ii=PrToServe.i
        jj=PrToServe.j

'_____________________________CONDIZIONI PER VISUALIZZARE I VIDEO 3D_
If  video_On And START And Robot_state=1 And video_in_corso=False  Then
    pagina= "VIDEO_" & Convert.ToString(ii) & "_" & Convert.ToString(jj)      'Le
    video= Convert.ToString(ii) & "-" & Convert.ToString(jj)      'anche per indica

    PlayMovie(pagina,video)      'fai partire il video alla pagina impostata dalla
    ShowPage(pagina)             'porta alla pagina contenente il video con la st
    video_in_corso=True          'per evitare che l'istruzione venga eseguita più
End If
```

Controllo qualità

Il programma che gestisce il controllo qualità è costituito da un CASE statement ed è strutturato come una macchina a stati. Il nastro che guida il pezzo lungo tutto il processo è gestito da un sistema Motion.

Come prima cosa (fuori dal CASE) viene gestito il conteggio dei pezzi che devono essere processati dal sistema di visione. Quando il robot preleva da una stampante un pezzo completato, lo posiziona su un nastro, al termine del quale è posizionata una fotocellula (*FC_Fine*). Sul fronte di salita di questa fotocellula viene incrementata di uno la variabile *attesaPezzi_CQ*, che funziona come una sorta di "coda", tenendo conto dei pezzi che vengono prelevati dal robot e che attendono di essere analizzati.

```
7
8   Rise_FC_Fine(Clk:=FC_Fine, Q=>FC_Fine_UP);
9   IF FC_Fine_UP THEN
10      attesaPezzi_CQ := attesaPezzi_CQ+INT#1;
11  END_IF;
```

Successivamente si entra nel CASE statement, formato da 7 stati.

Stato 0

Nello stato 0 il sistema si assicura che ci siano pezzi da controllare, quindi che la variabile *attesaPezzi_CQ* sia maggiore o uguale di 1.

Stato 1

Anche qui il nastro è fermo, e si aspetta che la fotocellula di ingresso rilevi la presenza del pezzo in arrivo. Ciò assicura che il sistema si avvii solo se effettivamente è presente un pezzo, evitando così eventuali errori.

La variabile *Reset_Sistema* si attiva quando viene premuto il pulsante "RESET SISTEMA" nella pagina "ControlloQualita" sull'HMI. Come dice il nome stesso, quando viene impostata a TRUE resetta il sistema, portandolo nello stato 6 (*Stato_CQ := 6;*), descritto successivamente.

```
26  INT#1:
27
28      IF (FC_IN) THEN
29          Stato_CQ:=2;
30      END_IF;
31
32      IF Reset_Sistema THEN
33          Stato_CQ := 6;
34      END_IF;
35
36      IF (STOP) THEN
37          mem_x := Stato_CQ;
38          Stop_Nastro:=TRUE;
39          Stato_CQ := 7;
40      END_IF;
41
```

Quando l'operatore aziona lo stop di emergenza (*STOP*), il sistema passa in uno stato di fermo (*Stato_CQ := 7;*), memorizzando prima lo stato attuale (al momento della pressione del pulsante di stop) nella variabile *mem_x*, e attendendo nello stato di stop (lo stato 7) il rilascio del pulsante di emergenza, che riporterà il sistema nello stato nel quale si era fermato.

I due IF statement del pulsante "RESET SISTEMA" e dello stop di emergenza saranno presenti in tutti i successivi stati.

Stato 2

Viene azionato il nastro che condurrà il pezzo in posizione per il controllo qualità. Una fotocellula sottostante la cam rileva la presenza del pezzo, condizione necessaria per passare al successivo stato

Stato 3

Qui avviene la scansione del pezzo e la determinazione delle relative caratteristiche. Abbiamo previsto che per ogni pezzo vengano determinate e analizzate le seguenti proprietà:

- Idoneità: il pezzo può essere idoneo, cioè non presentate di difetti, oppure non idoneo o difettoso, ossia non adatto all'applicazione per cui è stato progettato per via di difetti di stampa o per altri motivi.
- Grandezza: il sistema di visione misura le dimensioni del pezzo e lo categorizza in una delle 3 classi di grandezza previste (pezzo piccolo, pezzo medio, pezzo grande).

Il sistema di visione determina fornisce in output un byte (8 bit) contenente le informazioni del pezzo analizzato e per comunicare con il PLC abbiamo deciso di utilizzare una input unit da 8 bit, più precisamente la NX-ID4442.

Il byte (*camOut*) è strutturato nel seguente modo:

1	→ Pezzo non idoneo
1	→ Pezzo difettoso
1	→ Pezzo idoneo
1	→ Pezzo piccolo
1	→ Pezzo medio
1	→ Pezzo grande
0	→ Non usato
0	→ Non usato

Per esempio se un pezzo è idoneo e di dimensioni piccole, il byte *camOut* assumerà il seguente valore:

0011 0000	→ In hex: 30

Per simulare il funzionamento del sistema di visione, una subroutine nell'HMI (descritta in seguito) genera in modo casuale gli attributi del pezzo.

Per la simulazione, un timer, posto al di fuori del CASE statement, viene attivato quando il pezzo si trova sotto la cam, facendolo così rimanere fermo per 7 secondi, simulando il tempo impiegato dal sistema di visione per analizzare il pezzo.

Al termine di questi 7 secondi, il PLC legge i valori forniti dal sistema di visione e in base al valore di *camOut* (strutturata nel modo precedentemente descritto), incrementa il conteggio del pezzi e imposta a TRUE le variabili corrispondenti alle caratteristiche del pezzo.

Se il pezzo è difettoso e non idoneo, il sistema passa dello stato 5 (*Stato_CQ := 5;*), mentre se è idoneo passa allo stato 4.

Stato 4

Se il sistema si trova in questo stato, significa che il pezzo è idoneo, di conseguenza può passa alla fase successiva, vale a dire quella dello smistamento per grandezza e dell'inscatolamento. Una fotocellula (*FC_PISTONE*) posta in corrispondenza di un pistone, rileva la presenza del pezzo e ferma il nastro. A questo punto il pistone viene azionato e spinge il pezzo sul secondo nastro, che lo condurrà nella successiva sezione.

```
140  INT#4:
141      IF FC_PISTONE THEN
142          Nastro := FALSE;
143          IF NOT FCA_PISTONE_N1 THEN
144              PISTONE_N1 := TRUE;
145          ELSE
146              PISTONE_N1 := FALSE;
147          END_IF;
148          IF FCA_PISTONE_N1 THEN
149              Nastro2 := TRUE;
150              attesaPezzi_CQ := attesaPezzi_CQ - INT#1;
151              Stato_CQ := 6;
152          END_IF;
153      ELSE
154          Nastro := TRUE;
155      END_IF;
156
```

L'avanzamento del pistone avviene finché il fine corsa del pistone stesso (*FCA_PISTONE_N1*) non viene attivato.

Stato 5

Quando il pezzo non è idoneo o è difettoso il sistema viene portato in questo stato, dove semplicemente si riaziona il nastro, che condurrà il pezzo nello scatolone degli scarti, pronto per essere riciclato. Una fotocellula posta alla fine del nastro rileva quando il pezzo è giunto al termine del ciclo.

Stato 6

Le tutte le variabili vengono riportate allo stato iniziale e il sistema è pronto per analizzare il pezzo successivo.

Stato 7

Come detto in precedenza, lo stato 7 è lo stato di stop, dove il sistema si blocca quando viene premuto il pulsante di emergenza. Nel momento in cui il pulsante di stop viene rilasciato, il sistema riprende da dove si era fermato.

Determinazione delle caratteristiche del pezzo

I dati che il sistema di visione fornisce al PLC sono generati casualmente dalla subroutine *scansionePezzo_ControlloQualita.determinaPezzo*.

Quando il pezzo è sottostante la cam, viene chiamata la funzione *rndNumber*, la quale ritorna un numero pseudo-casualmente generato. In base a questo numero, una determinata cifra esadecimale viene scritta in *camOut* (l'output del sistema di visione), che conterrà quindi le informazioni sul pezzo appena analizzato.

```
Function rndNumber As Integer

    Dim rnd As New System.Random(CInt(Date.Now.Ticks And &h000000FF))
    Return rnd.Next(10)

End Function
```

Pagina HMI Controllo qualità

Pulsante di stop

Nella pagina *ControlloQualita* è simulato il processo per verificare la conformità di un pezzo. Il nastro sulla sinistra è quello proveniente dalla linea delle stampanti, su cui quindi arriverà il pezzo da scansionare. Il nastro al centro, gestito tramite sistema motion, condurrà il pezzo lungo il controllo qualità, mentre l'ultimo nastro porterà i pezzi idonei verso lo smistamento per grandezza e l'inscatolamento.

In alto a sinistra è presente un pannellino dove si visualizza il conteggio dei pezzi idonei/difettosi/non idonei prodotti fino ad ora e il numero dei pezzi che attendono di essere processati.

Gestione del nastro

Il nastro principale viene gestito tramite un sistema Motion. Abbiamo scelto di utilizzare un servoazionamento R88D-1SN04H-ECT con EtherCAT integrata.

Smistamento per grandezza e inscatolamento

La parte di smistamento si occupa di dividere per dimensione e inscatolare i pezzi che hanno superato con successo il controllo qualità.

Smistamento per grandezza

I pezzi arrivano dal controllo qualità da un unico nastro. Abbiamo previsto 3 diversi pistoni che attendono l'arrivo del pezzo e che, in base alle sue caratteristiche, verranno azionati per spingere il pezzo su un secondo nastro, che lo condurrà nella relativa scatola di dimensioni corrette. Una fotocellula è posta in corrispondenza di ogni pistone, così da rilevare la presenza del pezzo in arrivo.

Nastro proveniente dal controllo qualità

1. Macchina riempire le scatole di polistirolo
2. Scatola in posizione per ricevere il pezzo
3. Nastro che conduce il pezzo nella scatola
4. Pistoni
5. Nastro che porta la scatola verso il magazzino automatico
6. Macchina chiusura scatole

Preparazione scatole

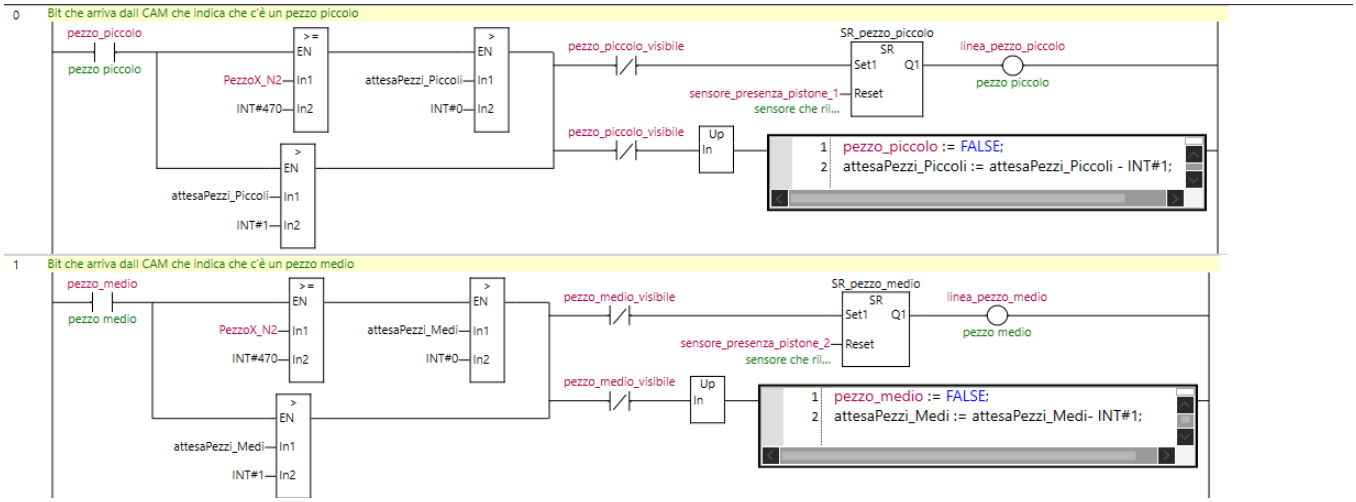
Vengono preparate tre scatole di tre diverse dimensioni per accogliere i corrispondenti pezzi. Come prima cosa le scatole passano per un macchinario che le prepara con un letto di polistirolo, in modo da evitare danni accidentali durante il trasporto. A questo punto continuano a scorrere sul nastro finché una fotocellula non rileva la loro presenza e ferma il nastro, in modo da avere la scatola in corrispondenza del nastro da cui arriverà il pezzo.

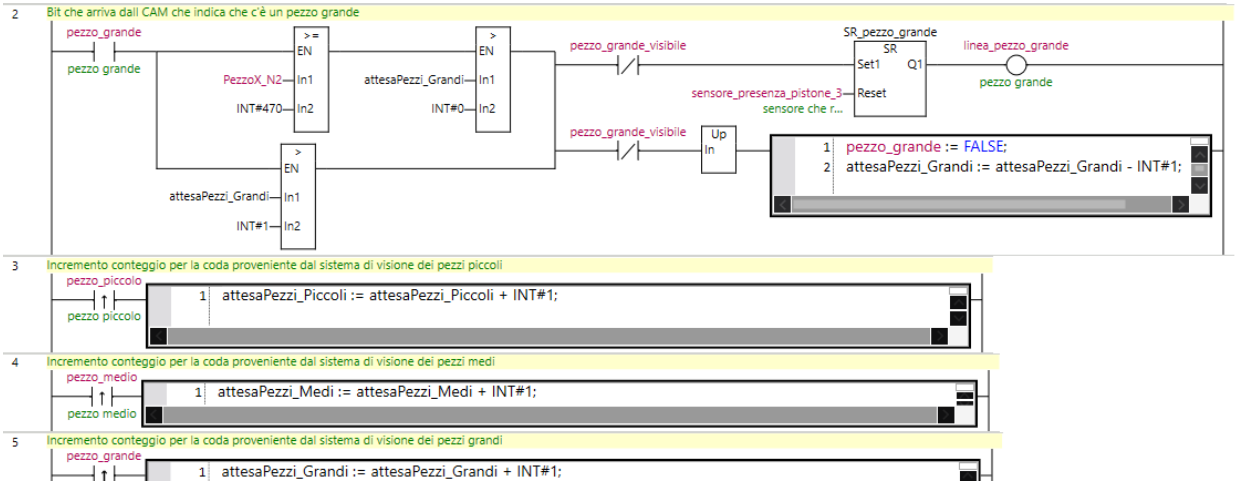
Quando un pezzo di una determinata dimensione verrà posizionato nella corrispondente scatola, il nastro ripartirà e, con l'ausilio di una apposita macchina, un ulteriore strato di polistirolo verrà depositato nella scatola, per poi venir sigillata.

I pacchi chiusi vengono spostati sull'ultimo nastro, che li condurrà verso il magazzino automatico.

Gestione dei pezzi in arrivo

Per sincronizzare il programma di smistamento con quello di controllo qualità, abbiamo implementato una coda, che tiene conto dei pezzi che devono essere smistati.





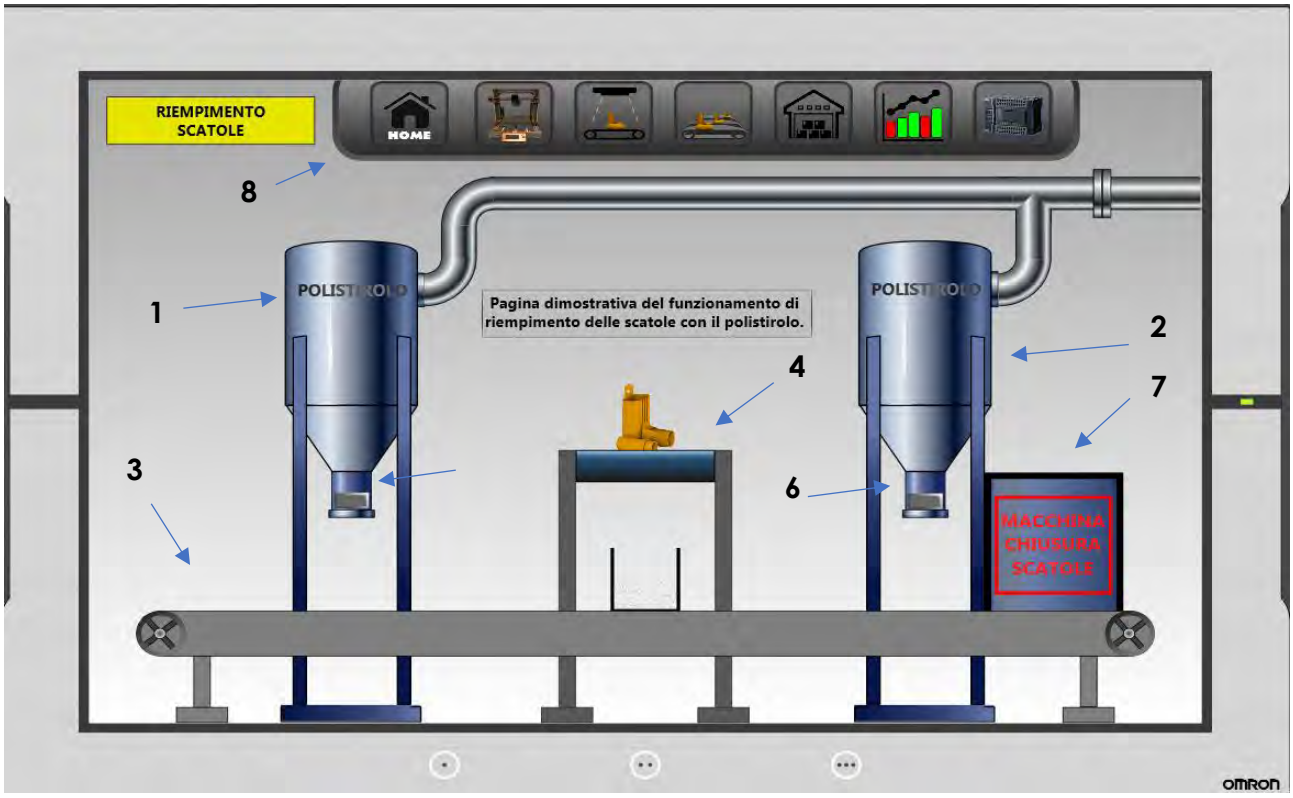
Sulla base della dimensione rilevata dal sistema di visione, vengono attivate le seguenti variabili: *pezzo_piccolo* (corrispondente ad un pezzo idoneo di grandezza piccola), *pezzo_medio* (corrispondente ad un pezzo idoneo di grandezza media), *pezzo_grande* (corrispondente ad un pezzo idoneo di grandezza grande).

Il fronte di salita di una di queste variabili, comporta l'incremento di una rispettiva variabile (*attesaPezzi_Piccoli, attesaPezzi_Medi, attesaPezzi_Grandi*), che quindi terrà conto dei pezzi in arrivo per ogni diversa grandezza (rung 3, 4, 5).

Per la simulazione, tre diversi comparatori presenti nei primi 3 rung, fanno in modo di azionare il nastro proveniente dal controllo qualità solo quando effettivamente la scansione di un pezzo nella sezione precedente è terminata, così da rendere il tutto più sincronizzato e reale.

Vista laterale smistamento

A questa pagina si arriva dalla sezione Smistamento premendo un pulsante come evidenziato nella figura seguente:



1. Cisterna 1
2. Cisterna 2
3. Nastro trasportatore scatole
4. Nastro trasportatore pezzi
5. E.V. / Sensore di posizione Cisterna 1
6. E.V. / Sensore di posizione Cisterna 2
7. Macchina chiusura scatole
8. Menù

In questa pagina è possibile vedere il riempimento dei cartoni con il polistirolo, come visto nella pagina dello smistamento con la vista dall'alto. Sono presenti delle cisterne che contengono polistirolo e un nastro trasportatore dove sono presenti le scatole.

Il nastro trasportatore quando in funzione sposta le scatole da sinistra verso destra.

Le cisterne sono due una ad inizio nastro che prevede un riempimento parziale della scatola per consentire la caduta del pezzo dal nastro di scarico nella scatola senza subire rotture.

La seconda cisterna ha il ruolo di riempire completamente la scatola che in seguito andrà nella macchina che la sigillerà.

Le due cisterne hanno due elettrovalvole per la fuoriuscita del polistirolo. La presenza di un sensore di posizione comunica al sistema di controllo l'arrivo della scatola.

La macchina di chiusura scatole prevede la sigillatura della scatola e anche la stampa sulla scatola della scritta "FRAGILE".

Quando la scatola è stata chiusa proseguirà andando sul nastro che trasporta le scatole verso il magazzino.

Magazzino automatico

Il magazzino automatico è l'ultimo passaggio del sistema prima di immettere il prodotto sul mercato. Lo stoccaggio nel magazzino è gestito da un sistema cartesiano che muove un carrello sugli assi X e Y, controllato da un sistema Motion mediante l'utilizzo dei servoazionamenti Omron R88D-1SAN02H-ECT.

Il programma parte quando arriva una scatola contenente il prodotto finto.

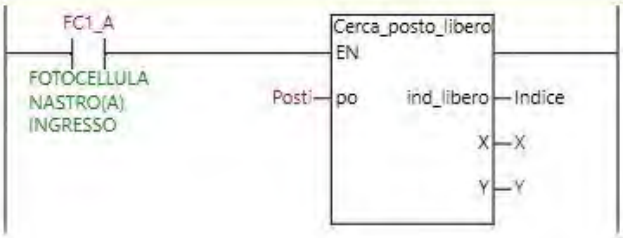
L'arrivo della scatola è rilevato da una fotocellula, la quale attiva un nastro trasportatore che porta il cartone verso il carello del magazzino.

La stessa fotocellula che aziona il nastro, attiva la funzione *Cerca_posto_libero*, la quale ha il compito di trovare un posto libero all'interno del magazzino.

Interne | In/Out | Esterne | Ritorno

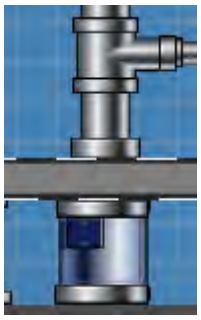
	Nome	In/Out	
	EN	Ingresso	BOOL
	po	Ingresso	ARRAY[1..48] OF posto
	ind_libero	Uscita	INT
	X	Uscita	INT
	Y	Uscita	INT

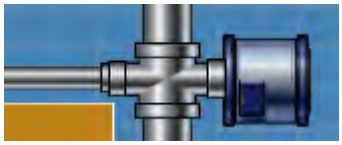
```
1   i:=1;
2   FOR i:=1 TO 48  DO
3     IF  po[i].occupato= FALSE THEN
4       ind_libero:=i;
5       Y:=(ind_libero/8);
6       IF ind_libero MOD 8=0 THEN
7         Y:=Y-1;
8         X:=8;
9       ELSE
10        X:=ind_libero MOD 8;
11      END_IF;
12      RETURN;
13    END_IF;
14  END_FOR;
15  Y:=55;
16  X:=55;
```



Mediante questa funzione viene quindi trovata la posizione del primo posto libero e vengono fornite le coordinate X e Y per lo spostamento del carrello mediante il sistema Motion. Se X e Y vengono impostate al valore 55, significa che il magazzino è pieno e che dunque non può più caricare scatole.

Il carrello si occupa della scarica e carica di una scatola nel magazzino.
Esso è movimentato da due motori che azionano i due assi X e Y.



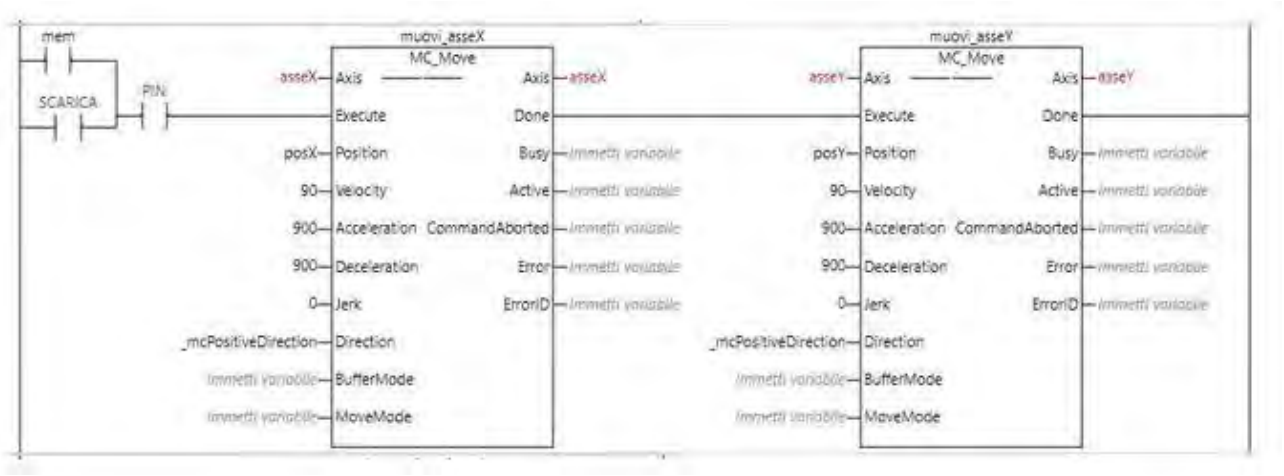


Nella pagina è inserita una barra di pulsanti di navigazione:

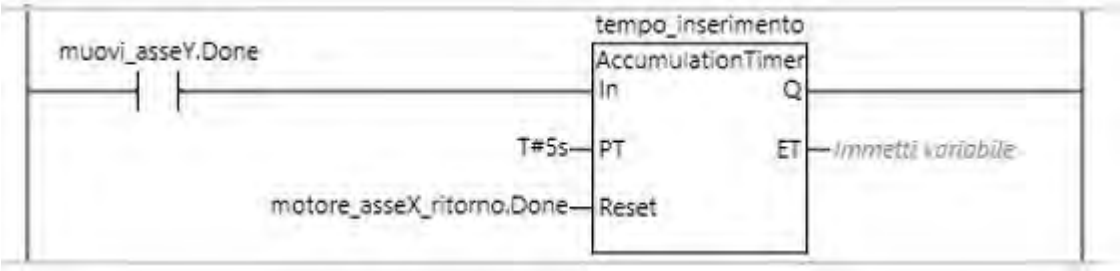
Con questi pulsanti è possibile navigare tra le varie sezioni del programma.

Caricamento di una scatola

Una volta calcolate le coordinate del posto vuoto e una volta che la scatola ha raggiunto il carrello, quest'ultimo viene azionato tramite due blocchi MC_Move e viene spostato verso le coordinate del posto libero.

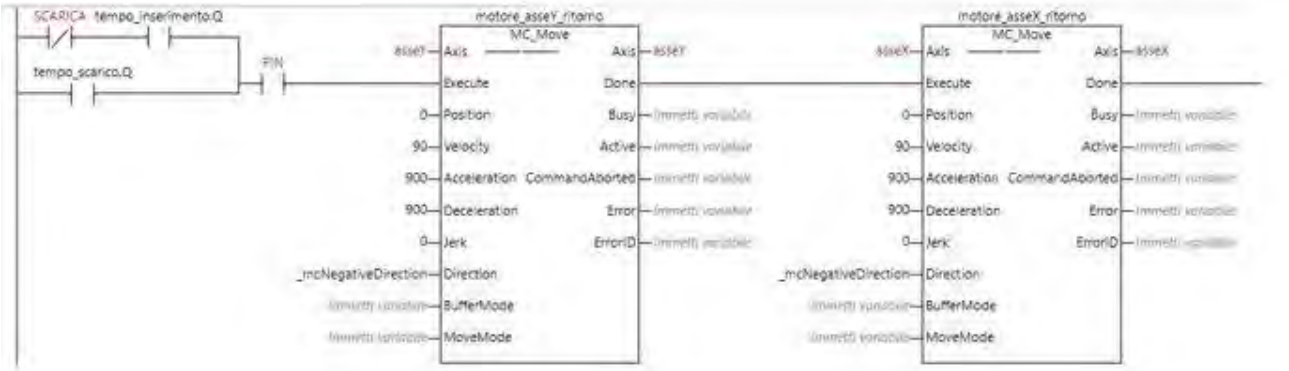


Il movimento dell'asse Y viene fatto dopo che l'asse X ha terminato il suo posizionamento, poiché il PLC che abbiamo utilizzato può gestire solamente un asse alla volta. Per la simulazione, il carello rimane in posizione per 5 secondi, il tempo necessario per lo scarico automatico del pacco.



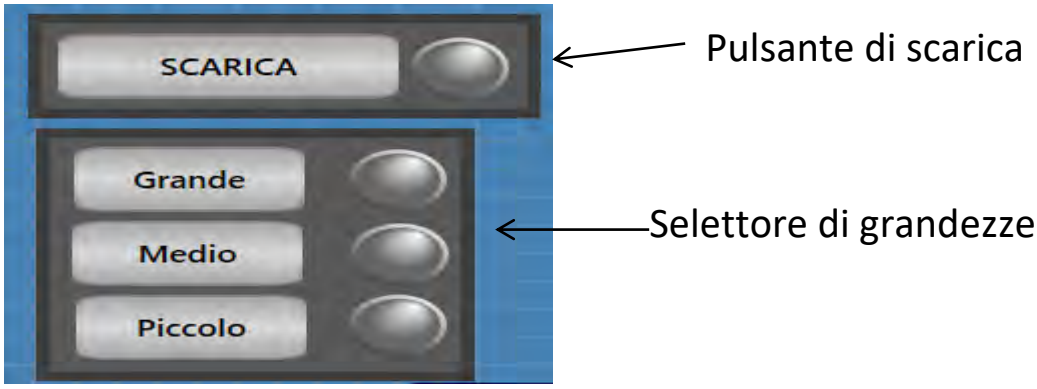
Ritorno del carello alla posizione iniziale

Dopo che il cartone è stato posizionato nel magazzino, si attiva il processo di ritorno al punto di partenza del carrello. Come prima, vengono azionati due blocchi MC_Move, uno per l'asse Y e uno per l'asse X, che riporteranno il carrello alla posizione 0.



Scarico di un pezzo

Con questo blocco di pulsanti è possibile impostare lo scarico di una scatola di una particolare grandezza dal magazzino.



Quando si vuole scaricare una scatola dal magazzino, si deve innanzitutto scegliere la dimensione del cartone desiderato tramite le tre opzioni a disposizione: *grande, medio o piccolo.*

La spia accanto al pulsante si accende (diventa verde) quando la scarica è stata prenotata e si spegne (diventa grigia) quando inizia a scaricare.

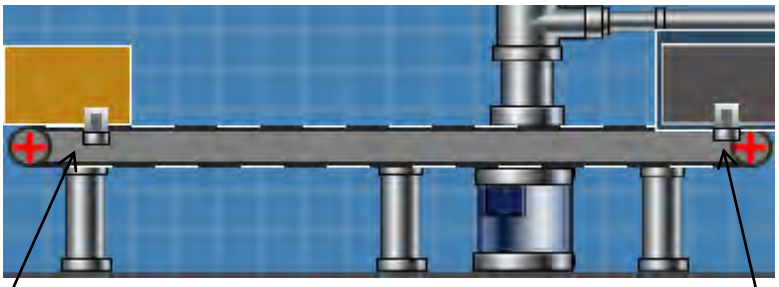
La grandezza può essere selezionata solo quando non è in corso l'operazione di scarico. La spia si illumina (diventa gialla) per segnalare quale delle tre grandezze è stata selezionata.
Una volta scelta la dimensione del cartone desiderato si preme il tasto *Scarica* (viene rilevato solo se il nastro A non è in movimento). Viene chiamata la funzione *Cerca_posto_occupato* (che ha la priorità rispetto a *Cerca_posto_libero)* alla quale viene passato il parametro relativo alla dimensione. La funzione restituisce le coordinate del primo posto occupato da una scatola delle dimensioni cercate.

	Nome	In/Out	
Interne	EN	Ingresso	BOOL
In/Out	po	Ingresso	ARRAY[1..48] OF posto
Esterne	ind_libero	Uscita	INT
Ritorno	X	Uscita	INT
	Y	Uscita	INT

```
1  i:=1;
2  FOR i:=1 TO 48  DO
3     IF  po[i].occupato= FALSE THEN
4        ind_libero:=i;
5        Y:=(ind_libero/8);
6        IF ind_libero MOD 8=0 THEN
7           Y:=Y-1;
8           X:=8;
9        ELSE
10          X:=ind_libero MOD 8;
11       END_IF;
12       RETURN;
13    END_IF;
14 END_FOR;
15 Y:=55;
16 X:=55;
```

Una volta trovata la posizione del cartone desiderato, il carello va a prelevarlo con la stessa modalità spiegata precedentemente. Se la dimensione richiesta non è presente nel magazzino, il blocco *Cerca_posto_occupato* fornisce in uscita coordinate pari a X=50 e Y=50.

Nastri

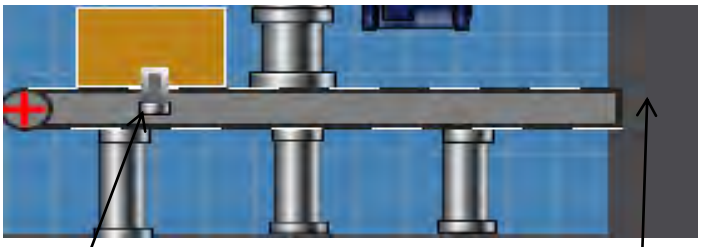


Fotocellula1A

Fotocellula2A

Fotocellula1A (FC1_A): fotocellula che segnala la presenza di una scatola sul nastro di caricamento (nastro A).

Fotocellula2A (FC2_A): fotocellula che segnala che la scatola è arrivata sul carrello.



Fotocellula1B

Fotocellula2B

Fotocellula1B (FC_1B): fotocellula che indica che una scatola è arrivata sul carrello di scarica (nastro B).

Fotocellula2B (FC_2B): fotocellula che indica che una scatola è stata scaricata (nel disegno non è visibile).

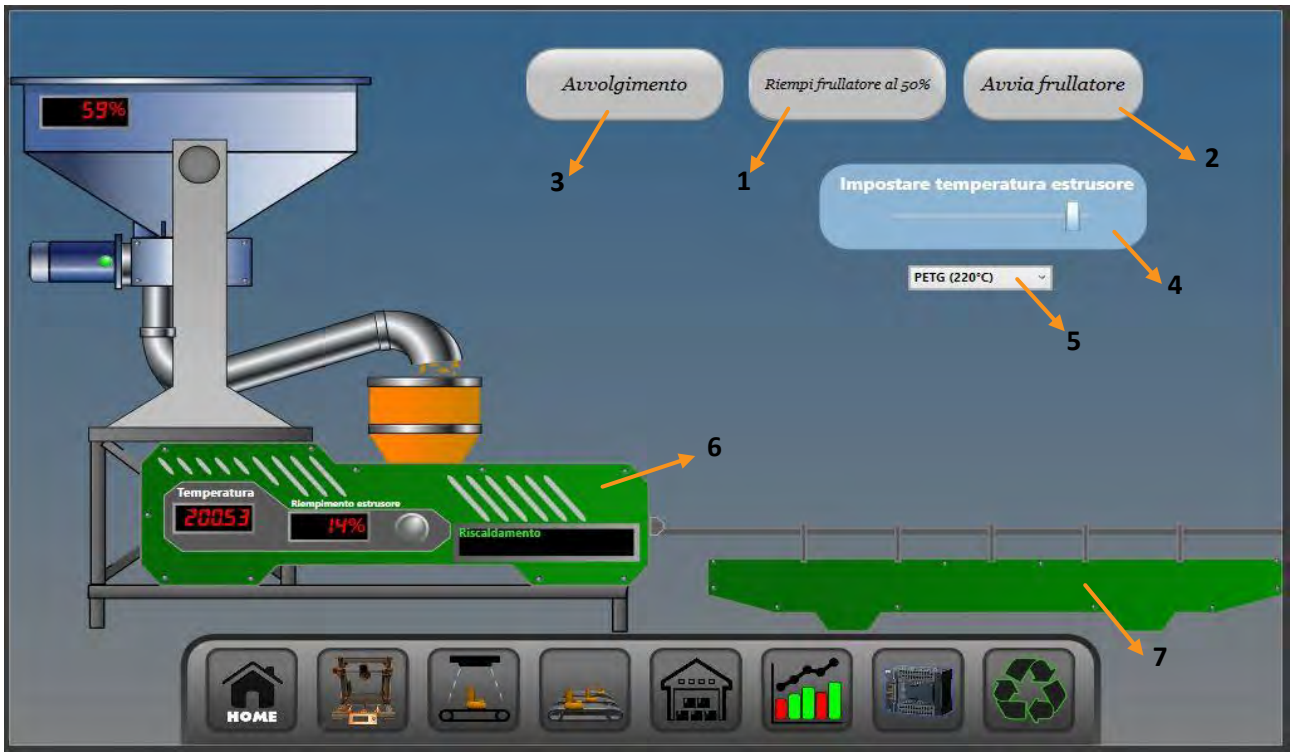
Riciclo plastica

Per ridurre i costi di acquisto delle bobine di filamento plastico, i pezzi non idonei o difettosi possono essere inseriti in questo sistema di riciclaggio, che li tritura e li estrude sotto forma di filamento, pronto per essere riutilizzato per la stampa di nuovi pezzi.

Processo di riciclaggio

I pezzi scartati durante il controllo qualità vengono raggruppati in una scatola. Verranno poi rovesciati da un operatore in una tramoggia dotata di ruote dentate, che sminuzzeranno i pezzi al suo interno, creando così piccoli trucioli di plastica.

In seguito, gli scarti di plastica passano nell'estrusore che si occuperà di scaldarli ed estruderli sotto forma di filamento nuovo.

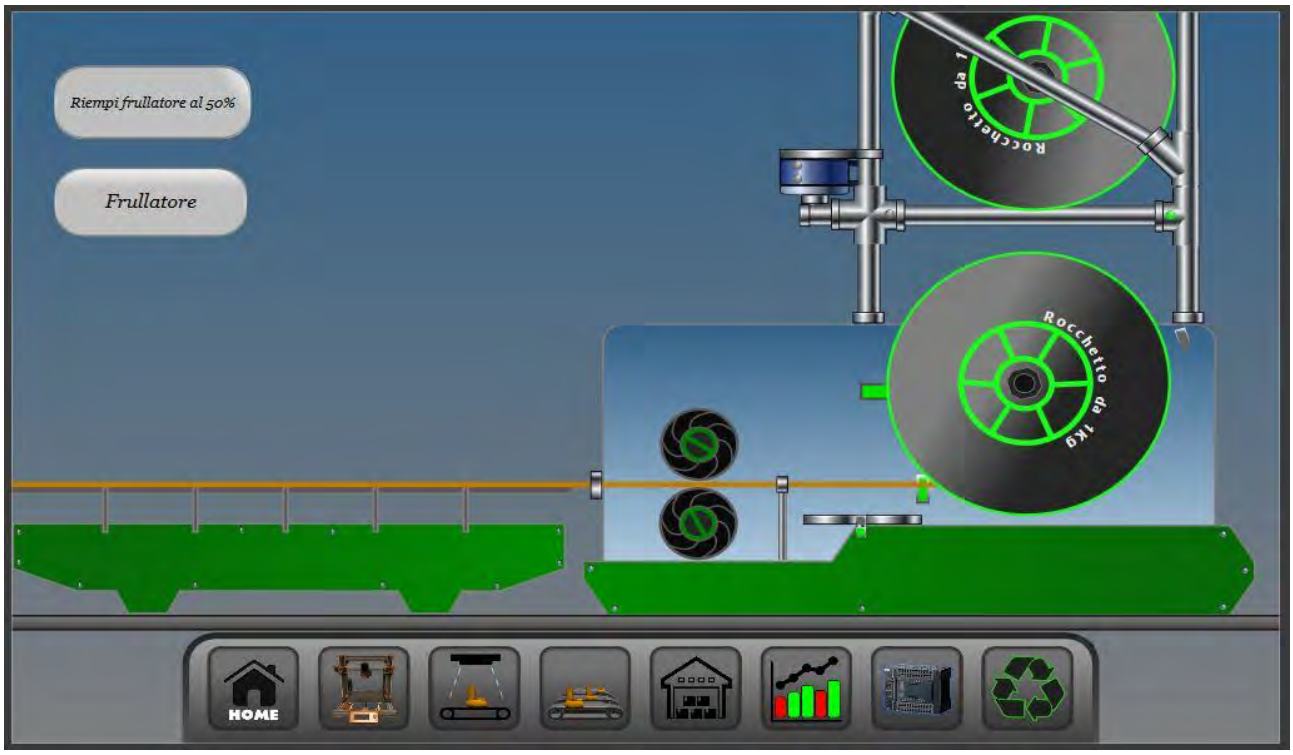


1. Tasto per il riempimento del frullatore al 50%
2. Pulsante per l'avvio del frullatore
3. Pulsante per visualizzare la pagina dove il filamento plastico estruso viene avvolto attorno una bobina
4. Slider per impostare la temperatura dell'estrusore

5. Menù a tendina per selezionare il tipo di materiale
6. Macchinario per la fusione e l'estrusione della plastica
7. Piattaforma di raffreddamento

Per avviare il ciclo è necessario riempire al 100% la tramoggia premendo sull'apposito pulsante. Una volta piena bisognerà impostare la temperatura dell'estrusore in base al tipo di plastica selezionato. Quando l'estrusore si sarà riscaldato, il filo inizierà a fuoriuscire dal macchinario.

Il filo una volta estruso passa su di un piano che ne favorisce il raffreddamento, per poi passare in un macchinario che lo avvolge attorno a una bobina.



Quando una quantità sufficiente di filamento sarà avvolta sul rocchetto, esso verrà automaticamente scaricato e sostituito con uno vuoto.

Acquisizione segnali analogici

Sui macchinari per il riciclaggio sono installati alcuni sensori analogici: un sensore di temperatura posto nell'estrusore, un sensore di peso posto all'interno della tramoggia e un altro sensore di peso posto però all'interno dell'estrusore.

I sensori di peso hanno il compito di misurare il riempimento della tramoggia e del contenitore di trucioli dell'estrusore.

Per l'acquisizione dei segnali analogici è stata utilizzata l'unità AD3203 inserita sul Rack della CPU, con 4 ingressi analogici per segnali in corrente (4÷20 mA) e valore intero compreso tra 0 e 8000.

Statistiche

Questa parte del programma si occupa di raccogliere dati sull'intero sistema, tracciando grafici (grafici a barre, a torta e cartesiani) e mostrando con chiarezza la quantità e la qualità dei pezzi prodotti. Con i dati raccolti vengono anche eseguiti dei calcoli di statistica (indici di posizione e di variabilità) che mostrano l'andamento e l'efficienza del sistema.

Inoltre il programma crea una stima dei profitti sulla vendita dei pezzi.

Raccolta dati

Il programma raccoglie i dati, aggiorna i grafici ed esegue i calcoli secondo un determinato periodo di aggiornamento. Un blocco funzione chiamato *Clock*, genera un segnale digitale con un duty cycle personalizzabile (nel nostro caso abbiamo scelto un duty cycle del 50%), che servirà per attivare la variabile *sync*, responsabile dell'aggiornamento dei grafici e dei dati.

Ad ogni fronte di salita del clock, il programma inserisce i dati provenienti dal resto del sistema in una serie array di 50 elementi, con indice iniziale 1.

Gli array sono strutturati come una stack con scorrimento verso il basso, ovvero i nuovi dati vengono aggiunti in cima alla stack (indice 50), spingendo indietro di una posizione tutti gli altri elementi presenti nell'array. I dati che si trovano nell'indice 1 verranno eliminati. Gestendo gli array in questo modo, il programma di statistica lavora sempre sugli ultimi 50 dati raccolti.

Vengono collezionate le seguenti tipologie di dati:

- Le grandezze dei pezzi prodotti: quanti pezzi grandi, medi, piccoli sono stati prodotti fino al momento della scansione. Questi dati sono contenuti nell'array *Pezzi2*.

- La quantità dei pezzi prodotti: numero dei pezzi prodotti in totale fino al momento della scansione. Questo dato è contenuto nell'array *Pezzi*.

- La qualità dei pezzi prodotti: viene calcolata la percentuale dei pezzi idonei, difettosi o non idonei prodotti fino al momento della scansione. Le qualità dei pezzi sono salvate sia per la totalità dei pezzi nell'array *array_percentuali*, sia per le singole grandezze (per esempio la percentuale di pezzi grandi idonei o di pezzi piccoli difettosi) in 3 array differenti, *array_percentualiG* per i pezzi grandi, *array_percentualiM* per i pezzi medi e *array_percentualiP* per i pezzi piccoli

Menù statistica

La pagina dell'HMI *Menu_statistica* rappresenta il menù del programma di statistica, dove si può selezionare e navigare fra le varie pagine che mostrano i vari grafici e i vari dati. Viene anche visualizzato un timer, che mostra il tempo rimanente prima che

ci sia un nuovo fronte di salita del clock, ovvero che avvenga una nuova scansione dei

dati e quindi un aggiornamento delle pagine di statistica.

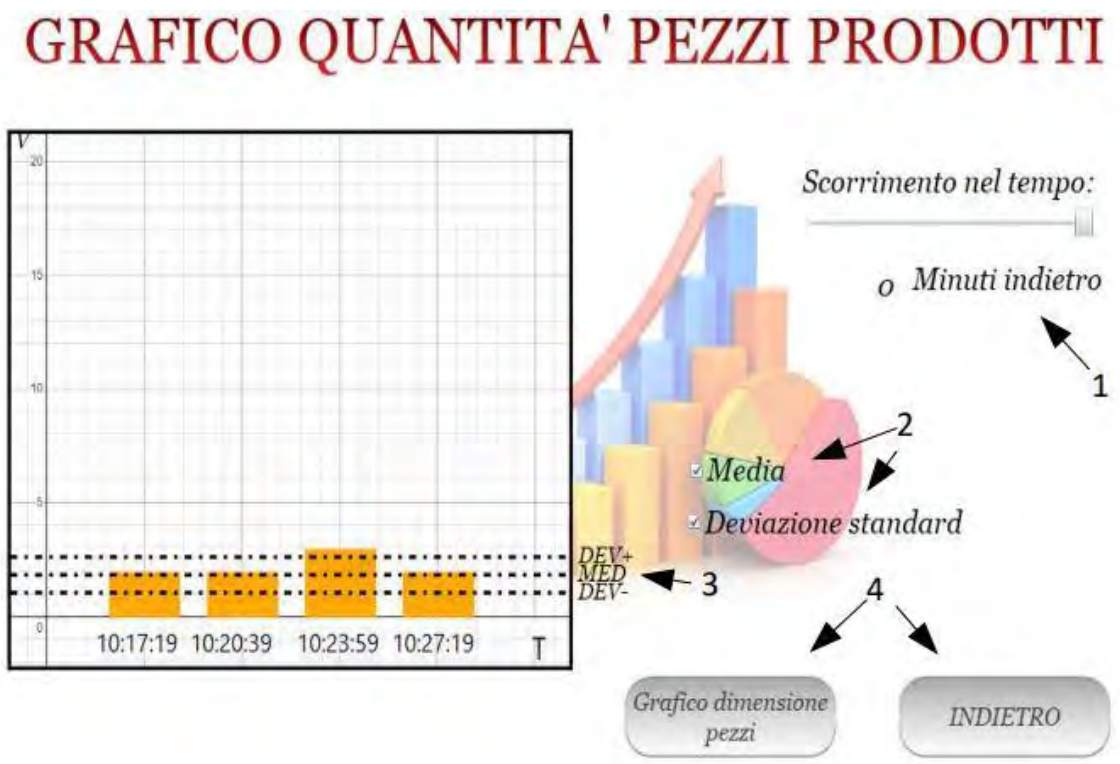
1. Barra per la navigazione nell'intero programma
2. Visualizzazione del tempo rimanente prima che il clock aggiorni il programma
3. Pulsanti per la navigazione fra le pagine di statistica

Grafico quantità pezzi prodotti

Nella pagina *Grafico* dell'HMI viene mostrato un grafico a barre. Sull'asse delle ordinate è indicato il numero dei pezzi prodotti, mentre sull'asse delle ascisse è visualizzato l'orario, nel formato hh/mm/ss, in cui è stata effettuata la scansione.

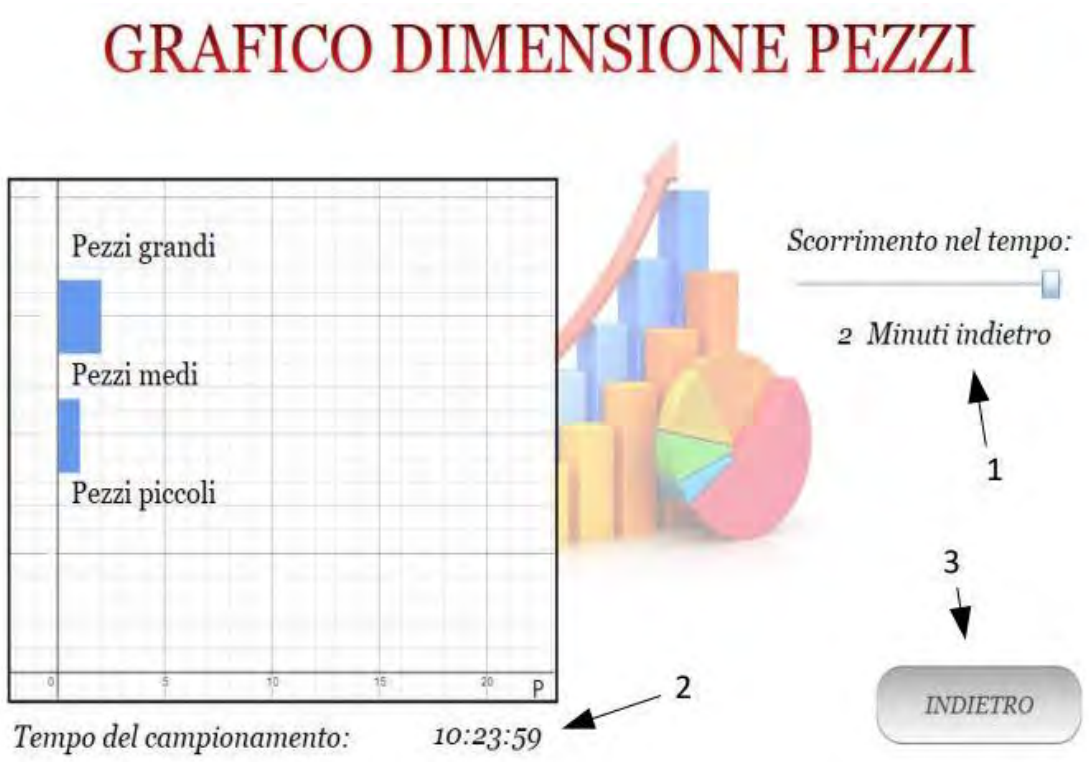
Ogni barra è dunque una scansione ad un orario diverso. Vengono mostrate 4 scansioni alla volta, ma è possibile tornare indietro nel tempo tramite lo slider indicato dalla freccia, e visualizzare le ultime 50 scansioni.

Sull'asse delle ordinate è inoltre possibile, spuntando le relative checkbox indicate dalla freccia 3, visualizzare la media (*MED*) e la deviazione standard (*DEV+, DEV-*).



1. Slider mediante il quale è possibile tornare indietro nel tempo per visualizzare le ultime 50 scansioni.
2. Checkbox per visualizzare la media e la deviazione standard
3. Linee che indicano la media (*MED*) e la deviazione standard (*DEV+, DEV-*)
4. Con il tasto *INDIETRO* è possibile tornare al menù principale di statistica, mentre con il pulsante *Grafico dimensione pezzi* è possibile visualizzare la pagina del grafico rappresentate le statistiche sulla grandezza dei pezzi

Grafico dimensioni pezzi



1. Slider per scorrere il tempo
2. Ora della scansione dei dati visualizzati
3. Pulsante per tornare alla pagina precedente

Questo grafico mostra sull'asse delle ordinate le dimensioni del pezzo, sull'asse delle ascisse la quantità di pezzi prodotti per ogni grandezza. Nel grafico sono visualizzati i dati relativi solo all'ultima scansione, ma, come nel grafico della quantità dei pezzi prodotti, è possibile tornare indietro nel tempo tramite lo slider indicato dalla freccia 1.

N.B. Questo slider è collegato con quello presente nella pagina del grafico a barre verticali, quindi se si torna indietro nel tempo con questo slider, cambieranno i dati visualizzati anche nell'altra pagina e viceversa.

Analisi dei dati di produzione

In questa pagina (*Dati*) vengono mostrati alcuni calcoli di statistica eseguiti sulla base dei dati contenuti nell'array dei pezzi prodotti (chiamato *Pezzi*).

1. Frequenza relativa e percentuale dei pezzi prodotti (moda statistica)
2. Moda statistica dell'array dei pezzi prodotti
3. Media dei pezzi prodotti per scansione
4. Deviazione standard dei pezzi prodotti per scansione
5. Coefficiente di variazione

Percentuale di produzione

Questo grafico a torta permette di visualizzare le percentuali di pezzi non idonei (R), difettosi (D) o idonei (F) nell'ultime scansione. Queste percentuali sono disponibili sia per la totalità dei pezzi prodotti, sia per le singole dimensioni.

1. Con questo menù a tendina è possibile selezionare le percentuali da visualizzare. Si possono selezionare le seguenti categorie: *tutti* (percentuali di qualità relative a tutti i pezzi prodotti), *pezzi grandi* (percentuali di qualità relative solo ai pezzi grandi), *pezzi medi* (percentuali di qualità relative solo ai pezzi medi), *pezzi piccoli* (percentuali di qualità relative solo ai pezzi medi).
2. Percentuali di qualità nell'ultima scansione
3. Media delle percentuali di qualità delle ultime 50 scansioni

Lettura dei dati salvati su file

A ogni nuova scansione i dati relativi all'intero sistema vengono salvati in un file, che questa parte di programma ci permette di leggere (il file viene pulito all'inizio di un nuovo giorno di lavoro).

Nel file sono presenti più righe dove vi sono scritti i vari dati, che vengono lette una alla volta premendo il pulsante *Leggi da File*.

Il pulsante indicato dalla freccia 2 ci permette di aprire o chiudere il file in lettura.

Quando il pulsante presenta la scritta "File Chiuso" e lampeggia, allora il file in lettura è chiuso, mentre quando presenta la scritta "File Aperto", allora il file in lettura è aperto. Agendo su questo pulsante andiamo quindi ad aprire o chiudere il file che contenete i dati. Il file aperto verrà aggiornato con nuovi dati solo quando verrà chiuso, pertanto quando esso è aperto, i nuovi dati verranno scritti su un altro file di appoggio e solo quando chiuderemo il file mediante il pulsante, il file in lettura verrà aggiornato. Per questo motivo sarebbe consigliato **chiudere il file se non lo si sta usando**.

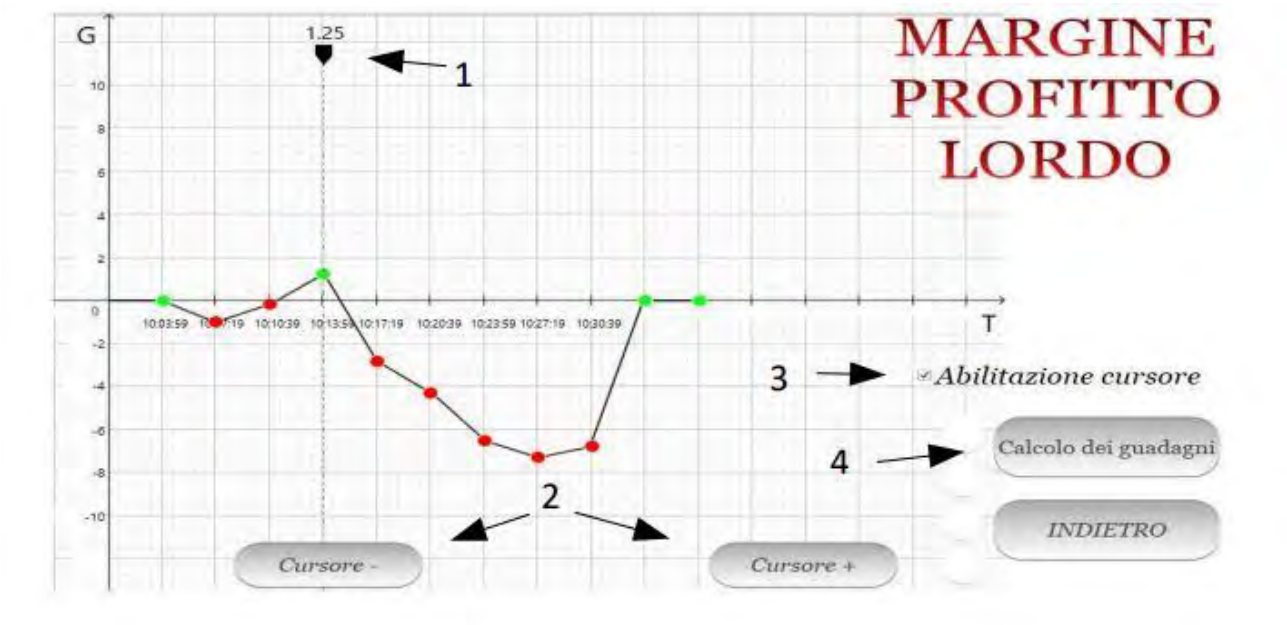
N.B. E' possibile leggere i dati solo se il file è aperto

Per selezionare la riga del file da cui vogliamo leggere il dato che ci interessa, possiamo usare lo slider indicato dalla freccia 3. Cambiando riga la visualizzazione del dato letto non si aggiorna automaticamente, ma bisogna premere nuovamente il tasto *Leggi da File*.

1. Pulsante per leggere il dato scritto nel file alla riga selezionata
2. Toggle button per aprire/chiudere il file
3. Slider per navigare nel file (cioè per cambiare riga di lettura)
4. Dato letto. L'*ora del campionamento* indica l'orario in cui è stata eseguita la scansione, vale a dire l'orario in cui sono stati presi i dati visualizzati

Grafico cartesiano

Questo grafico rappresenta sull'asse delle ordinate gli ultimi 11 margini di profitto in € e sull'asse delle ascisse l'orario in cui il profitto viene calcolato.



1. Cursore che mostra il margine di profitto in un particolare punto del grafico
2. Pulsanti per muovere il cursore verso destra (*Cursore +*) o verso sinistra (*Cursore -*)
3. Checkbox che abilita il cursore
4. Pulsante per visualizzare la pagina per l'impostazione dei parametri per la stima dei profitti

Stima dei profitti

Questa pagina permette di impostare i parametri utili al programma per calcolare una stima del profitto lordo.

I/O PLC

Questa pagina ci mostra il PLC fisico come da consegna si tratta di NX1P2. Data la complessità del progetto e il l'alto numero di input e output quelli presenti sul PLC non sarebbero stati sufficienti, per cui è risultato necessario aggiungere i seguenti moduli:

- PF0730
- ID4442
- ID5442
- ID5442
- OD5121
- AD3203

Il PF0730 è un alimentatore del bus per permettere l'utilizzo degli altri moduli.

ID4442 serve per la lettura dei dati dal sistema di visione, i dati sono 6 CAMERA_OK (pezzo idoneo), CAMERA_DIFF (pezzo difettoso), CAMERA_NO (pezzo non idoneo), Pezzo_piccolo, Pezzo_medio e Pezzo_grande.

ID5442 tutti e 16 gli ingressi solo utilizzati per la lettura del segnale proveniente dalle stampanti.

ID5442 esegue la lettura degli input della sezione dello smistamento.

OD5121 esegue l'uscita della sezione dello smistamento.

AD3203 legge gli input analogici utilizzati nella sezione del riciclaggio.

Nella pagina sono presenti tre pulsanti che porteranno a tre pagine differenti:

INPUT

In questa pagina è presente una tabella che rappresenta tutti gli input del sistema, sia quelli del plc che quelli dei moduli. Sia analogici che digitali.

OUTPUT

In questa pagina è presente una tabella che rappresenta tutti gli output del sistema, sia quelli del plc che quelli del modulo sul rack della CPU.

Servoazionamenti

Questa pagina mostra i servoazionamenti R88D-1SAN01H-ECT, che sono stati utilizzati per il MOTION. Come possiamo vedere sono collegati al PLC con il cavo EtherCat.

Il primo servoazionamento controlla il motore che sposta il robot che preleva i pezzi dalle stampati. Come già visto il robot si muove su dei binari. Abbiamo deciso di utilizzare il Motion per l'elevata necessità di precisione del posizionamento del robot.

Il secondo gestisce il nastro trasportatore del sistema di visione, che richiede un'elevata precisione in quanto il pezzo deve trovarsi sempre nella stessa posizione per permettere una scansione accurata.

Gli ultimi due servoazionamenti vengono utilizzati nel magazzino, dove abbiamo un sistema cartesiano per la sistemazione dei pacchi, inutile dire che anche qui è necessaria una elevata precisione per il posizionamento dei pacchi nelle celle.

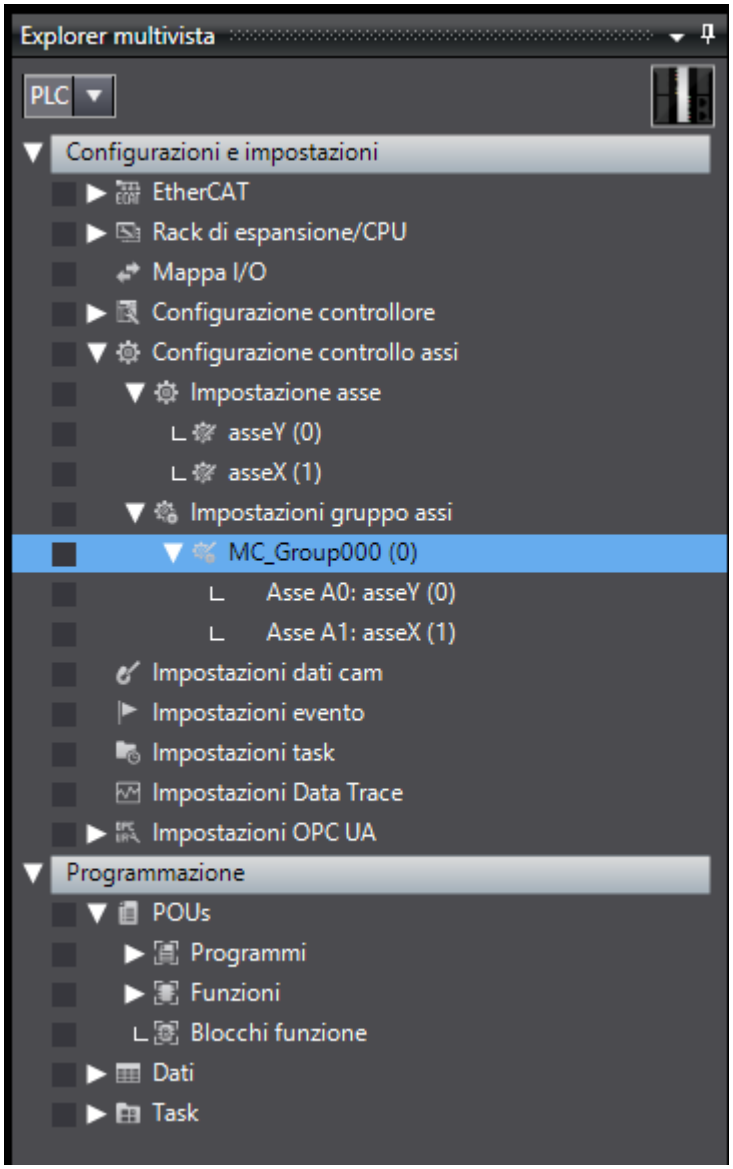
Sviluppi futuri

Un possibile sviluppo futuro di questo sistema automatico potrebbe essere la creazione di un'interfaccia web in grado di registrare gli ordini all'interno di un database e un server locale per la gestione delle stampanti. Far comunicare, inoltre, il tutto con il PLC in modo che esso possa avere più informazioni sullo stato delle stampanti per rendere il tutto più in linea con l'industria 4.0, anche se può funzionare benissimo nella forma presentata, ma in modo meno interconnesso.

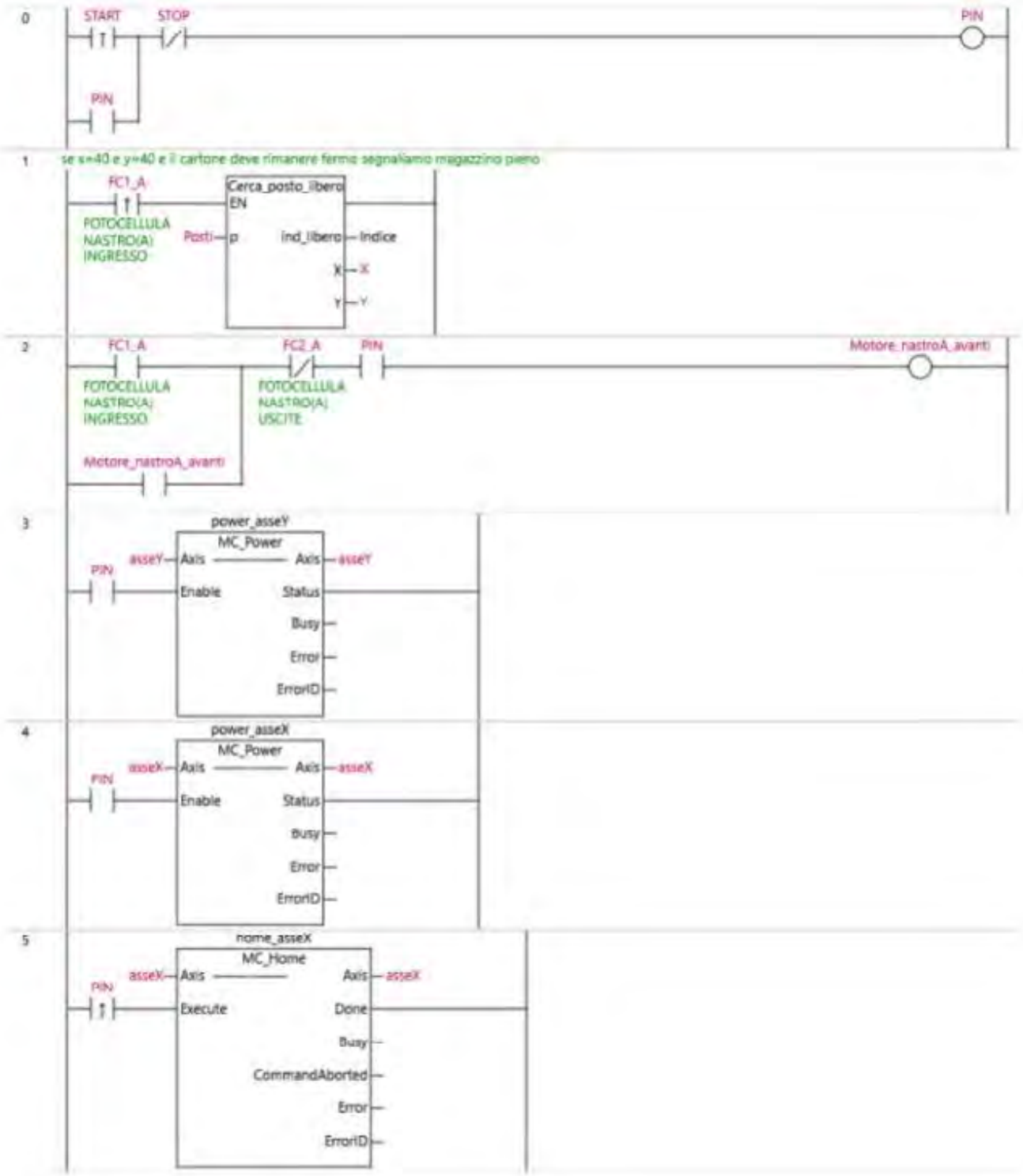
Come detto all'inizio in questa linea di produzione si potrebbero aggiungere stampanti 3D industriali che renderebbero il tutto ancor più efficiente e "industriale", ma lasciamo questa applicazione ad un'azienda con le risorse per farlo, inoltre con stampanti open source è molto facile far comunicare le stampanti con il PLC, basta creare un G-code di fine stampa, che permetta di abilitare un uscita di un Pin libero sulla scheda della stampante, in modo che quando la stampa è terminata il controllore mandi in uscita un segnale DC 12-24V riconoscibile dal PLC.

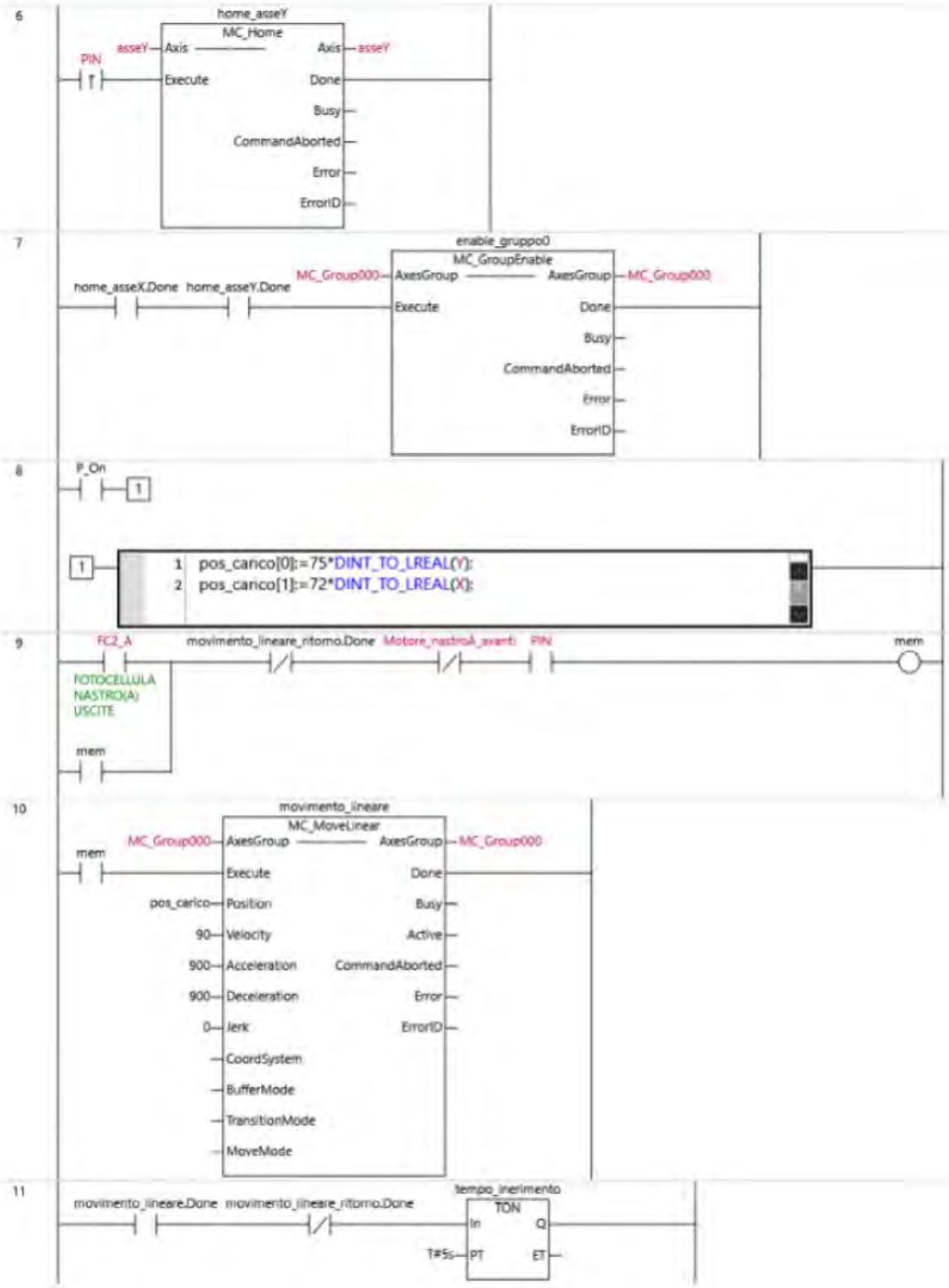
Per rendere più efficiente il magazzino si potrebbe implementare un PLC con una CPU più performante, come la 1040DT1 che permette la movimentazione simultanea di un gruppo di assi invece di un singolo asse alla volta.

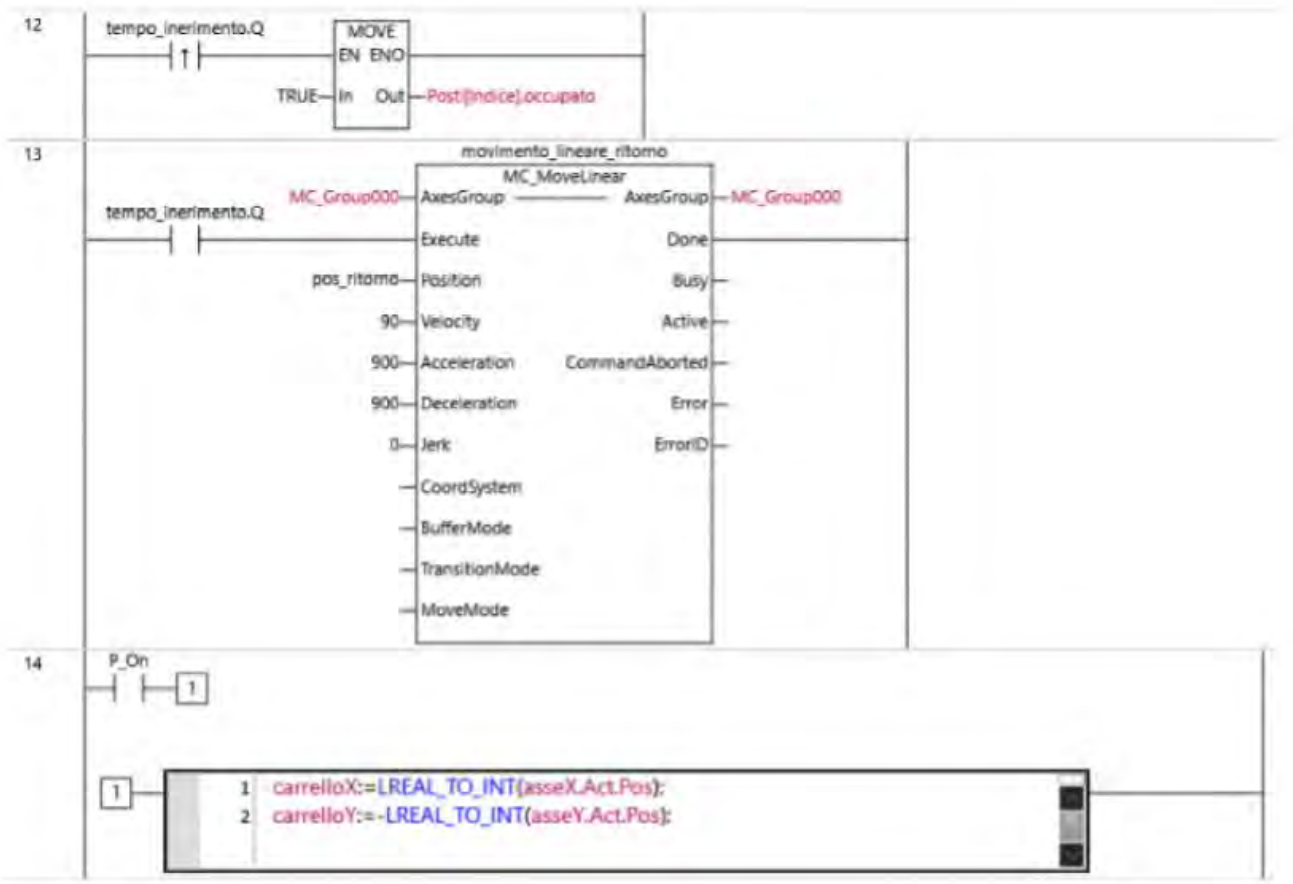
Un esempio di una possibile soluzione potrebbe essere quello di raggruppare i due assi come appare nella figura seguente:



Un esempio di programma relativo al caricamento dei pezzi con un movimento lineare del carrello potrebbe essere quello di seguito presentato, dove viene utilizzata la funzione MC_Move_Linear per un movimento sincronizzato dei due assi.


0
START
STOP
PIN
PIN
1
se x=40 e y=40 e il cartone deve rimanere fermo segnaliamo magazzino pieno
FC1_A
FOTOCELLULA NASTRO(A) INGRESSO
Cerca_posto_libero
EN
Posti
p
Ind_libero
Indice
X
X
Y
Y
2
FC1_A
FOTOCELLULA NASTRO(A) INGRESSO
FC2_A
FOTOCELLULA NASTRO(A) USCITE
PIN
Motore_nastroA_avanti
Motore_nastroA_avanti
3
power_asseY
MC_Power
PIN
asseY
Axis
Axis
asseY
Enable
Status
Busy
Error
ErrorID
4
power_asseX
MC_Power
PIN
asseX
Axis
Axis
asseX
Enable
Status
Busy
Error
ErrorID
5
home_asseX
MC_Home
PIN
asseX
Axis
Axis
asseX
Execute
Done
Busy
CommandAborted
Error
ErrorID


6
home_asseY
MC_Home
PIN
asseY
Axis
Execute
Axis
asseY
Done
Busy
CommandAborted
Error
ErrorID
7
enable_gruppo0
MC_GroupEnable
MC_Group000
AxesGroup
home_asseX.Done
home_asseY.Done
Execute
AxesGroup
MC_Group000
Done
Busy
CommandAborted
Error
ErrorID
8
P_On
1
1
1 pos_carico[0]:=75*DINT_TO_LREAL(Y);
2 pos_carico[1]:=72*DINT_TO_LREAL(X);
9
FC2_A
movimento_lineare_ritorno.Done
Motore_nastro1_avanti
PIN
mem
FOTOCELLULA
NASTRO(A)
USCITE
mem
mem
10
movimento_lineare
MC_MoveLinear
MC_Group000
AxesGroup
mem
Execute
pos_carico
Position
90
Velocity
900
Acceleration
900
Deceleration
0
Jerk
CoordSystem
BufferMode
TransitionMode
MoveMode
AxesGroup
MC_Group000
Done
Busy
Active
CommandAborted
Error
ErrorID
11
movimento_lineare.Done
movimento_lineare_ritorno.Done
tempo_inerimento
TON
In
Q
T#5s
PT
ET


12
tempo_inerimento.Q
MOVE
EN ENO
TRUE
In Out
Post[indice].occupato
13
movimento_lineare_ritorno
MC_MoveLinear
MC_Group000
AxesGroup
AxesGroup
MC_Group000
tempo_inerimento.Q
Execute
Done
pos_ritorno
Position
Busy
90
Velocity
Active
900
Acceleration
CommandAborted
900
Deceleration
Error
0
Jerk
ErrorID
CoordSystem
BufferMode
TransitionMode
MoveMode
14
P_On
1
1
1 carrelloX:=LREAL_TO_INT(asseX.Act.Pos);
2 carrelloY:=-LREAL_TO_INT(asseY.Act.Pos);

Birramatica

< Sommario

Imparare è più facile se lo fai divertendoti! E quest'anno, più che mai, è stato necessario rendere lo studio accattivante per tenere alta l'attenzione degli alunni con lezioni tenute a distanza.

Dovendo coinvolgere l'intera classe in questo percorso, si è pensato di suddividere il progetto in tanti problemi più piccoli di azionamenti industriali con difficoltà crescente, proposti alla classe in step successivi.

IIS Domenico Zaccagna - Carrara MS - Classe IV

- **Docenti:** Sara Fusani (coordinatore), Roberto Biasci
- **Studenti:** Evis Daja, Angelo Guglielmi, Francesco Lettiero, Andrea Spadaccini, Thomas Tenerani, Giacomo Vaira.

Indice

Nota degli insegnanti

La birra nella storia

Il processo produttivo: dalla teoria alla pratica

Impostazione dei parametri di processo

Umidificazione del malto

Macinatura e Ammostamento

Bollitura

Separazione del mosto dal trub

Fermentazione del mosto e maturazione della birra

Pagina di sinottico

Il processo produttivo: guida rapida all'uso del programma

Pagina di monitoraggio di ingressi ed uscite del PLC

Nota degli insegnanti

Il progetto “BIRRAMATICA – sistema di produzione automatica della birra” nasce con l’obiettivo di fornire agli studenti della classe 4AB – articolazione Automazione uno strumento di studio dei linguaggi di programmazione del PLC.

L’esperienza maturata nelle precedenti edizioni del Trofeo Smart Project ha convinto gli insegnanti del corso Automazione che “imparare è più facile se lo fai divertendoti!” e, quest’anno più che mai, è stato necessario rendere lo studio accattivante per tenere alta l’attenzione degli alunni anche nella modalità di DID – Didattica Digitale Integrata, con lezioni tenute a distanza, che la situazione epidemiologica ha imposto al mondo scolastico.

Da qui l’idea di un progetto che fosse nel contempo attuale, realizzabile in ambito scolastico e legato al territorio; a tutto questo si è aggiunta la curiosità di scoprire le fasi del processo produttivo della birra, con il suo carico di storia e di fascino.

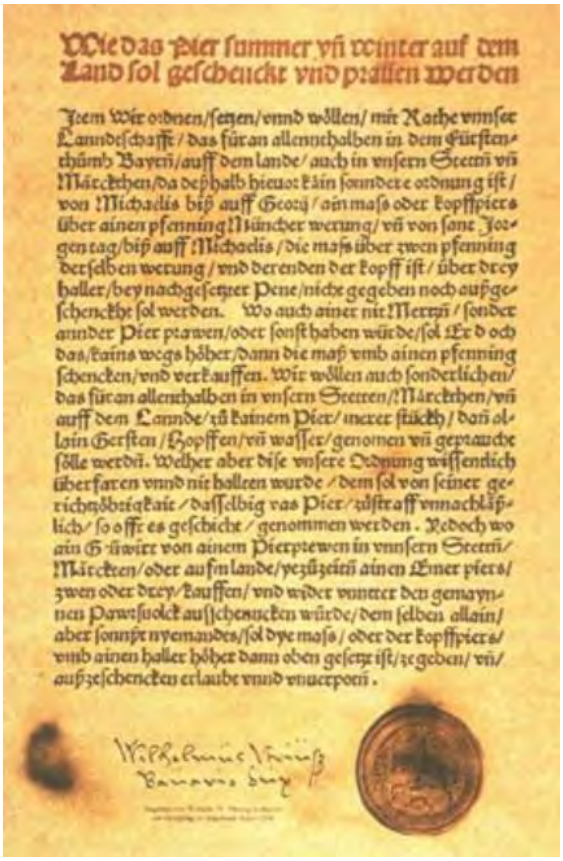
Lo sviluppo del progetto ha dovuto rispondere anche alla necessità di proporre alla classe un’esperienza che potesse rientrare nei PCTO – Percorsi di competenze trasversali e orientamento, che in questo anno scolastico sono stati difficilmente attuabili presso le aziende della zona. Dovendo coinvolgere l’intera classe in questo percorso, è stato indispensabile suddividere il progetto in tanti problemi più piccoli di azionamenti industriali, con difficoltà crescente, proposti alla classe in step successivi; questo ci ha consentito di sviluppare il progetto anche nelle ore mattutine coinvolgendo tutti gli alunni e non solo le eccellenze: per noi insegnanti, una sfida ed un successo dal punto di vista didattico!

Il progetto ha avuto inoltre una risonanza nell’intera sede G. Galilei: sentendo parlare di “produzione automatica della birra”, il collega Prof. Luca Baldini, titolare del corso Chimici dell’Istituto, ha lanciato una sfida ben più ampia: scegliere il processo di produzione della birra come tema dell’edizione 2021 del progetto Zaccagna - GalileIndustry 4.0, giunto alla sua terza edizione. Lo Zaccagna - GalileIndustry 4.0 è un progetto che coinvolge tutte le classi quarte dell’Istituto, con i suoi indirizzi di studio Chimico, Elettronico (articolazione Elettronica ed articolazione Automazione), Informatico Telecomunicazioni, Costruzioni Ambiente Territorio, Amministrazione Finanza Marketing, Ragioneria : ciascuna classe mette

a disposizione le conoscenze e competenze caratteristiche del proprio corso di studi, per la realizzazione di un progetto complesso, con una modalità di insegnamento peer to peer.
Questo ha consentito di coinvolgere gli alunni del corso Chimico nella fase preliminare di studio del processo produttivo della birra e nel reperimento dei valori numerici dei parametri soggetti a controllo automatico: il progetto sviluppato nell'ambito del Trofeo Smart Project ha quindi acquisito un valore aggiunto, caratterizzandosi nella collaborazione tra alunni di corsi diversi e andando a rafforzare lo spirito di squadra che contraddistingue il nostro Istituto.

La birra nella storia

La produzione della birra risale ad oltre 5000 anni fa: i primi reperti che attestano questa antica tradizione sono di origine sumerica e già lasciano intendere l'esistenza di ben venti qualità di birra rese disponibili dal mastro birraio. Successivamente, la diffusione della birra attraversò il Medio oriente, arrivò in Egitto e poi in Grecia, fu introdotta in Italia dagli Etruschi, per poi passare ai Romani e trovò nei Germani e i Celti i più strenui bevitori.


Wie das Pier summer vñ winter auf dem Land sol geschenckt vnd prallen werden

Item Wir ordnen/setzen/vnnd wöllen/ mit Rathe vnnser Lanndtschafft / das für an allenthalben in dem Fürstenthümb Bayern/auff dem lande/ auch in vnsern Steetten vñ Märckthen/da deßhalb hieuor kain sonndere ordnung ist/ von Michaelis biß auff Georij / ain maß oder kopffpiers über ainen pfenning Münchner werung/ vñ von sant Jorgen tag/biß auff Michaelis / die maß über zwen pfenning derselben werung / vnd derenden der kopff ist / über drey haller/bey nachgesetzter Pene/nicht gegeben noch außgeschenckht sol werden. Wo auch ainer nit Mertzñ / sonder annder Pier prawen/oder sonst haben würde/sol Er doch das/kains wegs höher/dann die maß vmb ainen pfenning schencken/vnd verkauffen. Wir wöllen auch sonderlichen/ das für an allenthalben in vnsern Steetten/Märckthen/vñ auff dem Lannde/zů kainem Pier/merer stückh / dañ allain Gersten / Hopffen/vñ wasser/genomen vñ gepraucht sölle werdñ. Welher aber dise vnsere Ordnung wissentlich überfaren vnnd nit halten wurde / dem sol von seiner gerichtsobrigkait / dasselbig vas Pier / zůstraff vnnachläßlich/ so offt es geschicht / genommen werden. Jedoch wo ain Gastwirt von ainem Pierprewen in vnnsern Steetten/ Märckten/oder auf m lande/ yezůzeitñ ainen Emer piers/ zwen oder drey/kauffen/ vnd wider vnnter den gemaynen Pawrsvolck außschencken würde/ dem selben allain/ aber sonnst nyemandes/sol dye maß / oder der kopffpiers/ vmb ainen haller höher dann oben gesetzt ist/zegeben/ vñ/ außzeschencken erlaube vnnd vnuerporn.

Durante questo percorso di diffusione, ogni popolazione ha personalizzato il processo produttivo della birra, sperimentando modalità ed ingredienti differenti: nell'anno 1516 venne quindi promulgato il Reinheitsgebot, ossia l'editto sulla purezza della birra, riportato nella figura a lato, che tutt'oggi in Germania stabilisce per legge gli ingredienti autorizzati nella produzione della birra.

Da semplice bevanda ad offerta religiosa agli Dei per garantire ai defunti un sereno trapasso, da alimento a medicina, la birra ha attraversato secoli di storia: gli ingredienti di base hanno visto poche modifiche, mentre le tecniche produttive si sono evolute di pari passo con le tecnologie, fino ai moderni impianti di produzione automatica.

Il processo produttivo: dalla teoria alla pratica

Nei paragrafi seguenti sono descritte le fasi del processo produttivo della birra da noi realizzate, a partire dal malto fino ad arrivare al prodotto finito. Le pagine disponibili sono di seguito riassunte:

- pagina home
- impostazione parametri
- umidificazione
- macinatura ed ammostamento
- bollitura
- separazione del mosto dal trub (whirlpool)
- fermentazione
- sinottico delle fasi di processo
- pagina PLC

Di seguito, è riportata la descrizione del funzionamento di ciascuna pagina, con il relativo ladder, gli script di gestione delle subroutine e gli eventi globali.

Nella pagina home, il pulsante AVVIO SIMULAZIONE consente di avviare il sistema.

Impostazione dei parametri di processo

All'inizio di ogni nuovo processo produttivo, la prima pagina cui accedere è quella di impostazione dei parametri: un pulsante di informazioni sulla pagina (in basso a destra) consente all'operatore di visualizzare i passi da seguire per la corretta impostazione dei parametri.

Per prima cosa, bisogna premere il pulsante di Consenso per garantire l'avvio del sistema e la sua predisposizione per l'input dei parametri.

L'operatore può scegliere tra le tipologie birra chiara e birra scura, e, per ciascuna tipologia, può successivamente selezionare una tra le birre disponibili: Lager e Pilsner per le chiare, birra rossa 1 e birra rossa 2 per le scure.

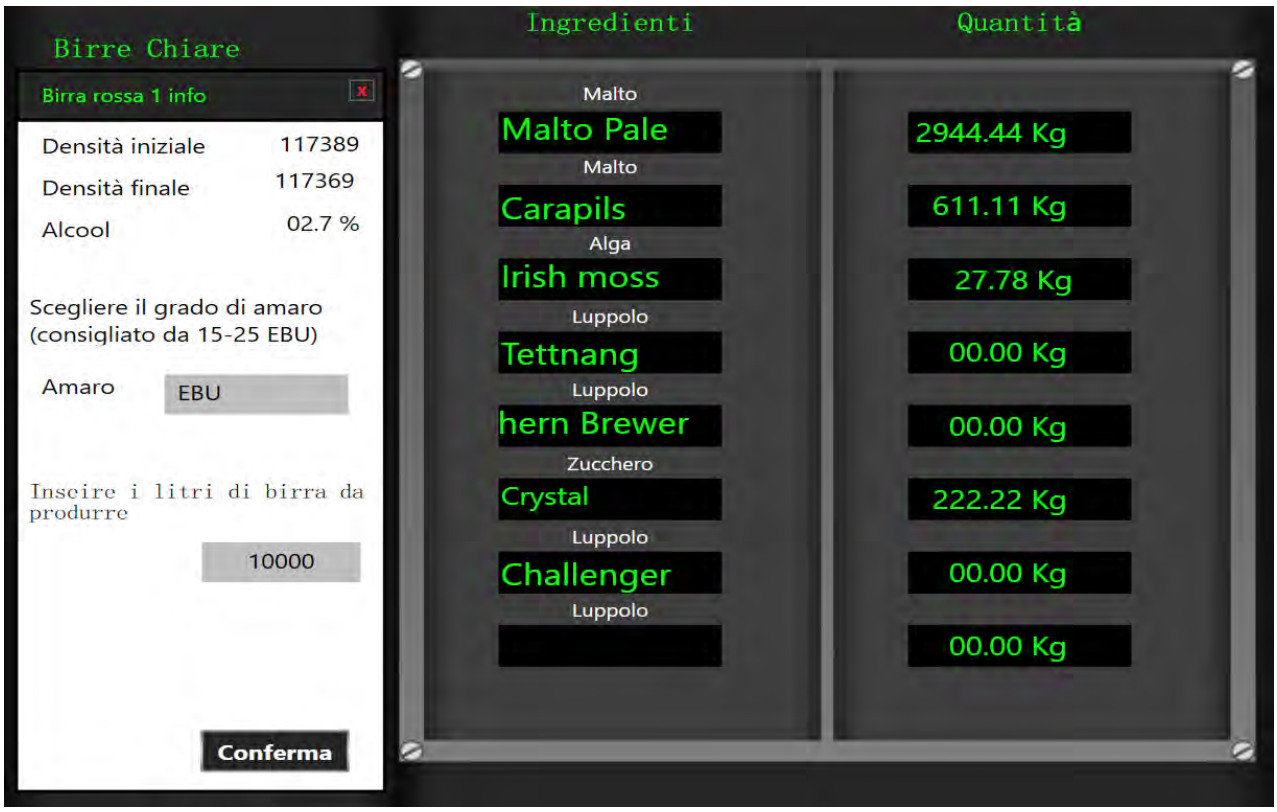
Si possono notare le scritte 'Hallertauer Northern Brewer' e 'East kent golding': si tratta di scritte animate, parzialmente "tagliate" nell'immagine soprastante, che passano da una parte all'altra del rettangolo nero per garantire una migliore leggibilità.

Una volta selezionata una tipologia di birra, ad esempio "birra rossa 1" nella figura sottostante, si apre una tendina dove si visualizzano alcune informazioni inerenti il processo produttivo:

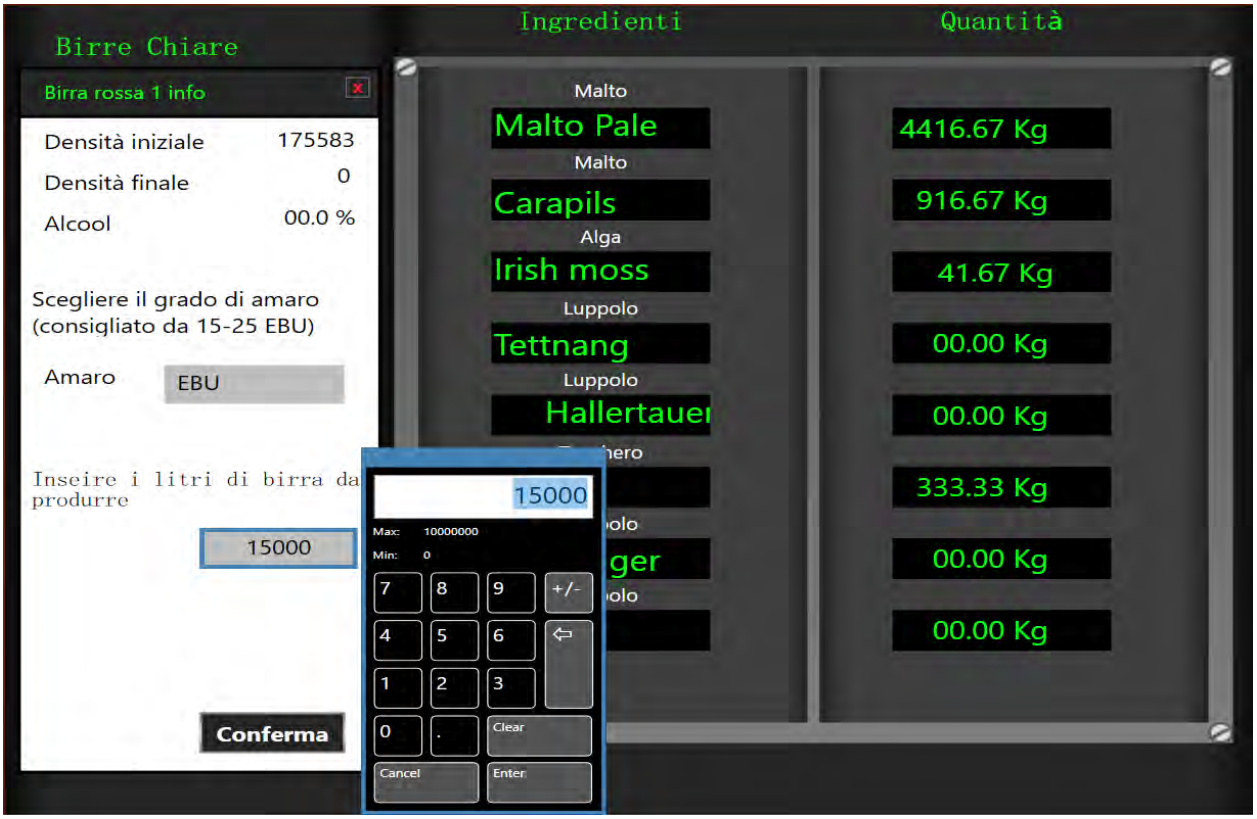
- la densità iniziale e finale, utili per definire il grado alcolico percentuale della birra;

- la gradazione di amaro consigliata;

- la quantità di birra da produrre, in litri.



La quantità di birra da produrre viene impostata utilizzando un apposito tastierino:



Una volta impostata la quantità di birra da produrre ed il grado di amaro, viene visualizzato il valore di densità iniziale: a questo punto, l'operatore può inserire la densità finale (da cui dipende il grado alcoolico) e confermare i parametri inseriti.

Un messaggio di avviso chiede all'operatore di confermare se procedere con i valori inseriti oppure se tornare alla pagina di assegnazione dei valori.

Se si sceglie di procedere, il sistema carica i valori assegnati perché possano essere utilizzati nel processo di produzione e visualizza un ulteriore finestra di consenso per avviare la produzione: selezionando NO, l'operatore ha la possibilità di tornare alla finestra iniziale di impostazione dei parametri.

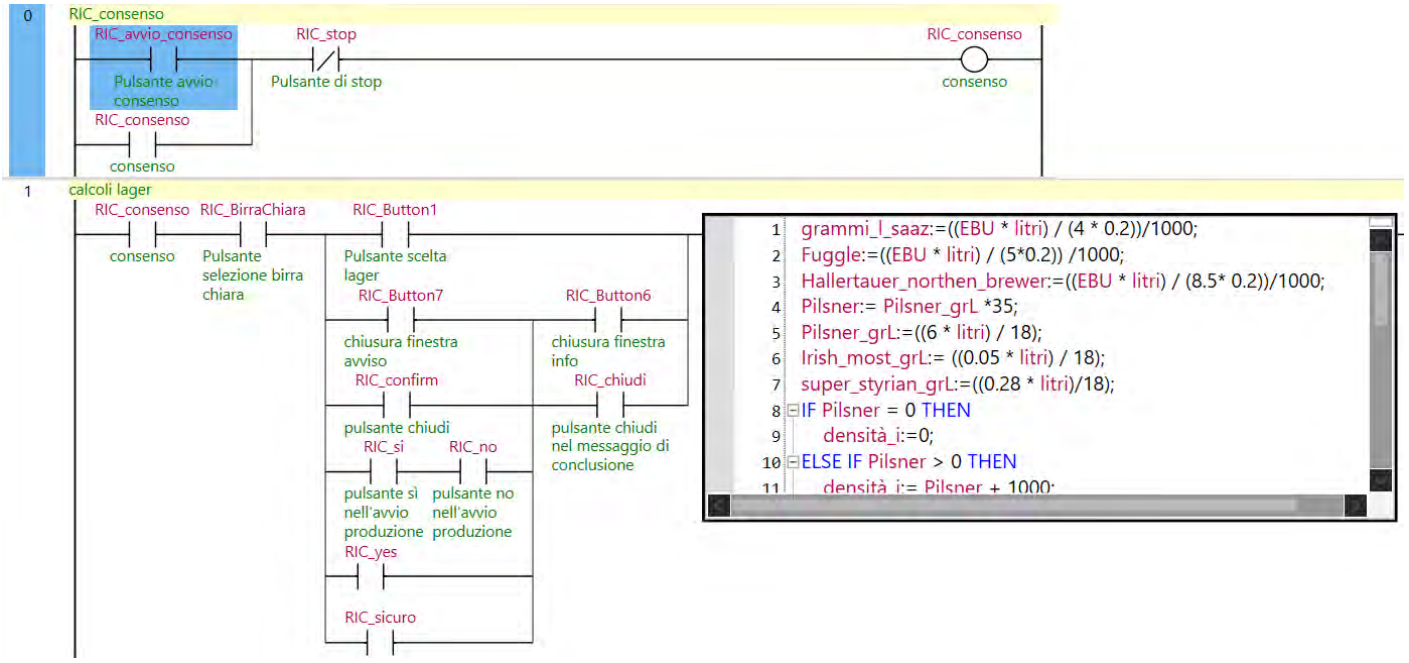
Una volta data conferma, il sistema elabora la richiesta, inoltrandola ai macchinari.

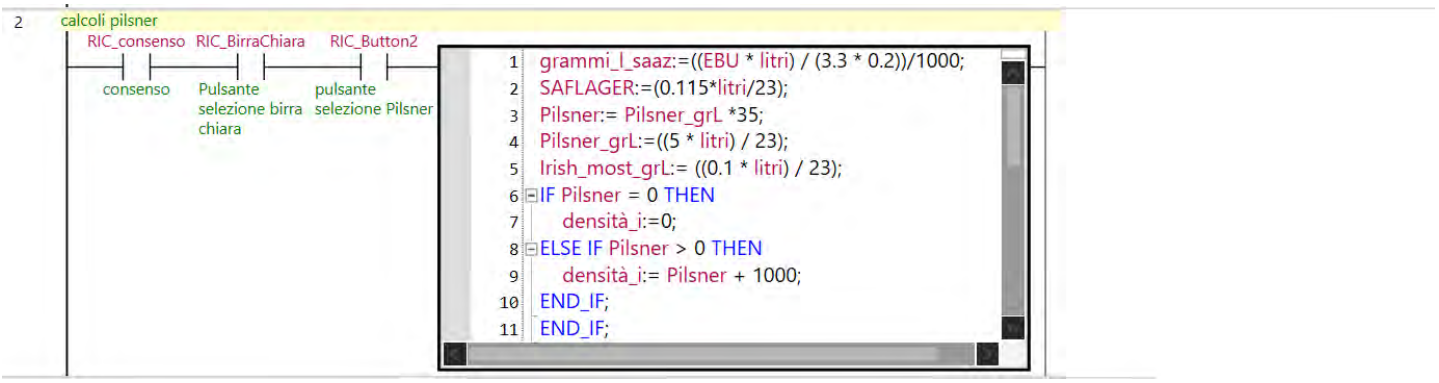
Nella fase di impostazione dei parametri, se viene impostata una gradazione errata per la tipologia di birra selezionata, viene visualizzata una finestra di allarme che, una volta chiusa,

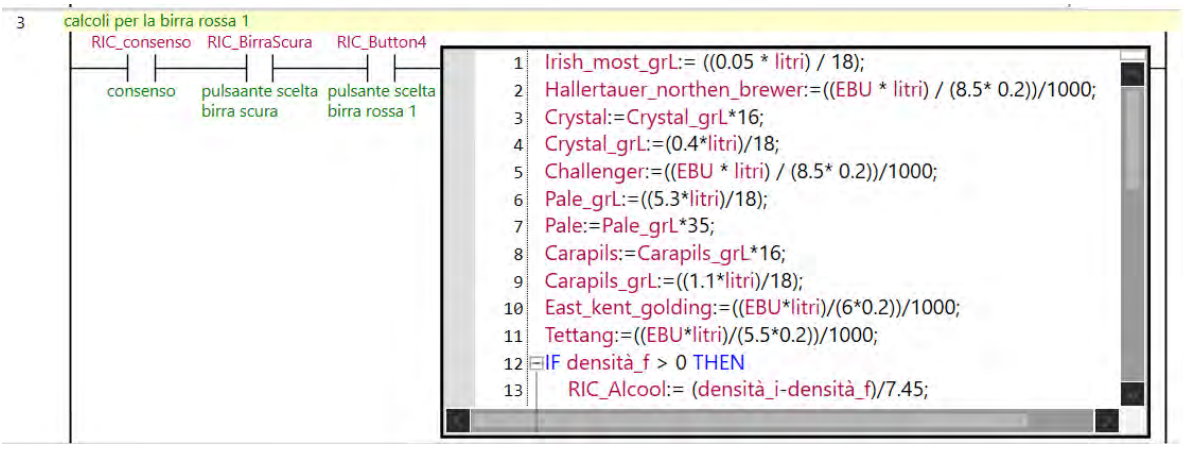
va a resettare i parametri selezionati, consentendo anche di cambiare tipologia di birra o semplicemente di cambiare i parametri prima impostati.

Dopo che la produzione è stata avviata con successo, una volta chiusa la finestra di messaggio, il sistema resetta i parametri e chiude le varie finestre per poter avviare la stessa o un'altra produzione.

Programmazione della pagina di impostazione parametri







4 Calcoli per la birra rossa 2

RIC_consenso — consenso
RIC_BirraScura — pulsaante scelta birra scura
RIC_Button5 — pulsante scelta birra rossa 2

```
Irish_most_grL:= ((0.05 * litri) / 18);
grammi_l_saaz:=((EBU * litri) / (4 * 0.2))/1000;
Zucchero_grL:=((0.250*litri)/18);
Zucchero:=Zucchero_grL*38;
Malto_lager_grL:=((6*litri)/18);
Malto_lager:=Malto_lager_grL*35;
Chocolate_grL:=((0.150*litri)/18);
Chocolate:=Chocolate_grL*10;
Tettang:=((EBU*litri)/(5.5*0.2))/1000;
Styrian_golding:=((EBU*litri)/(6*0.2))/1000;
IF densità_f > 0 THEN
    RIC_Alcool:= (densità_i-densità_f)/7.45;
ELSE
    RIC_Alcool:=0;
```

RESET PAGINA IMPOSTAZIONE PARAMETRI

P_First_Run

```
Carapils:= 0;
Carapils_grL:= 0;
Challenger:= 0;
Chocolate:= 0;
Chocolate_grL:= 0;
Crystal:= 0;
Crystal_grL:= 0;
densità_f:= 0;
densità_i:= 0;
East_kent_golding:= 0;
EBU:= 0;
Fuggle:= 0;
grammi_l_saaz:= 0;
Hallertauer_northen_brewer:= 0;
Irish_most_grL:= 0;
litri:= 0;
Malto_lager:= 0;
Malto_lager_grL:= 0;
Pale:= 0;
Pale_grL:= 0;
Pilsner:= 0;
Pilsner_grL:= 0;
RIC_Alcool:= 0;
```

Script per l'animazione della pagina di impostazione parametri

```
1  ' Movimento scritta Hallertauer
2  Sub Hallertauer
3      If RIC_Button1=True And RIC_Button4=False Then
4          Hall = Hall -4
5      End If
6          If Hall <=-360 Then
7         Hall=Hall+535
8      End If
9  End Sub
10 ' Movimento scritta East Kent Gold e Hallertauer Birra rossa 1
11 Sub Gold
12     If RIC_Button4= True Then
13         East=East -4
14     Else
15         East=0
16     End If
17     If East <=-230 Then
18         East=East+450
19     End If
20         If RIC_Button4=True And RIC_Button1=False Then
21         Hall1 = Hall1 -4
22         Else
23             Hall1=0
24     End If
25         If Hall1 <=-370 Then
26        Hall1=Hall1+550
27     End If
28 End Sub
29 ' Apertura tendina info
30 Sub Lager_info
31     If RIC_Button1 =True Then
32         info = True
33     End If
34     If RIC_Button2=True Then
35         info=True
36         End If
37         If RIC_Button4=True Then
38             info=True
39             End If
40             If RIC_Button5=True Then
41                 info=True
42                 End If
43 ' chiusura tendina info e reset parametri
44     If RIC_Button6 = True Then
45         info = False
46         RIC_Button1=False
47         RIC_Button6=False
```

```
48          RIC_Button2=False
49          RIC_Button4=False
50          RIC_Button5=False
51          Hall=0
52          densità_i=0
53          litri=0
54          EBU=0
55          densità_f=0
56          grammi_l_saaz=0
57          Hallertauer_northen_brewer=0
58          Irish_most_grL=0
59          Fuggle=0
60          East_kent_golding=0
61          Challenger=0
62          Crystal_grL=0
63          Pale_grL=0
64          Tettang=0
65          Carapils_grL=0
66          Pilsner_grL=0
67          super_styrian_grL=0
68          Chocolate_grL=0
69          Zucchero_grL=0
70          Malto_lager=0
70          Malto_lager=0
71          Styrian_golding=0
72      End If
73  ' chiusura finestra di errore
74          If RIC_Button7=True Then
75          amaro= False
76          RIC_Button7= False
77          EBU = 0
78      End If
79  End Sub
80  ' controllo amaro
81  Sub Ebu_amaro
82      If (EBU >30 Or EBU < 15) And (RIC_Button1=True Or RIC_Button5=True) Then
83          amaro= True
84      Else If (EBU >45 Or EBU < 25) And RIC_Button2=True Then
85          amaro=True
86      Else If (EBU > 25 Or EBU < 15) And RIC_Button4 = True Then
87          amaro=True
88      End If
89  End Sub
90  ' finestra di avviso
91  Sub Advice
92      If RIC_no=True Then
```

```
93          RIC_confirm=False
94          RIC_no=False
95          finito=False
96          caricamento=0
97      End If
98      If RIC_yes = True Then
99          RIC_sicuro = True
100         caricamento = 0
101     End If
102     If RIC_si=True Then
103         RIC_confirm =False
104         produzione=True
105         RIC_si=False
106     End If
107     ' chiusura finestra di completamento e reset parametri
108     If RIC_chiudi=True Then
109         produzione=False
110         finito=False
111         caricamento=0
112         RIC_chiudi=False
113     End If
114 End Sub
115 ' animazione caricamento
116 Sub caricare
117     If produzione=True Then
118         caricamento= caricamento+10
119     End If
120     If caricamento = 100 Then
121         finito=True
122         produzione=False
123     End If
124 End Sub
125 Sub valori
126     If RIC_consenso = True Then
127         valore1 = True
128     End If
129     If RIC_Button2 = True Or RIC_Button4 = True Or RIC_Button5 = True Then
130         valore1 = False
131     End If
132 End Sub
133
```

Eventi globali:

Eventi globali

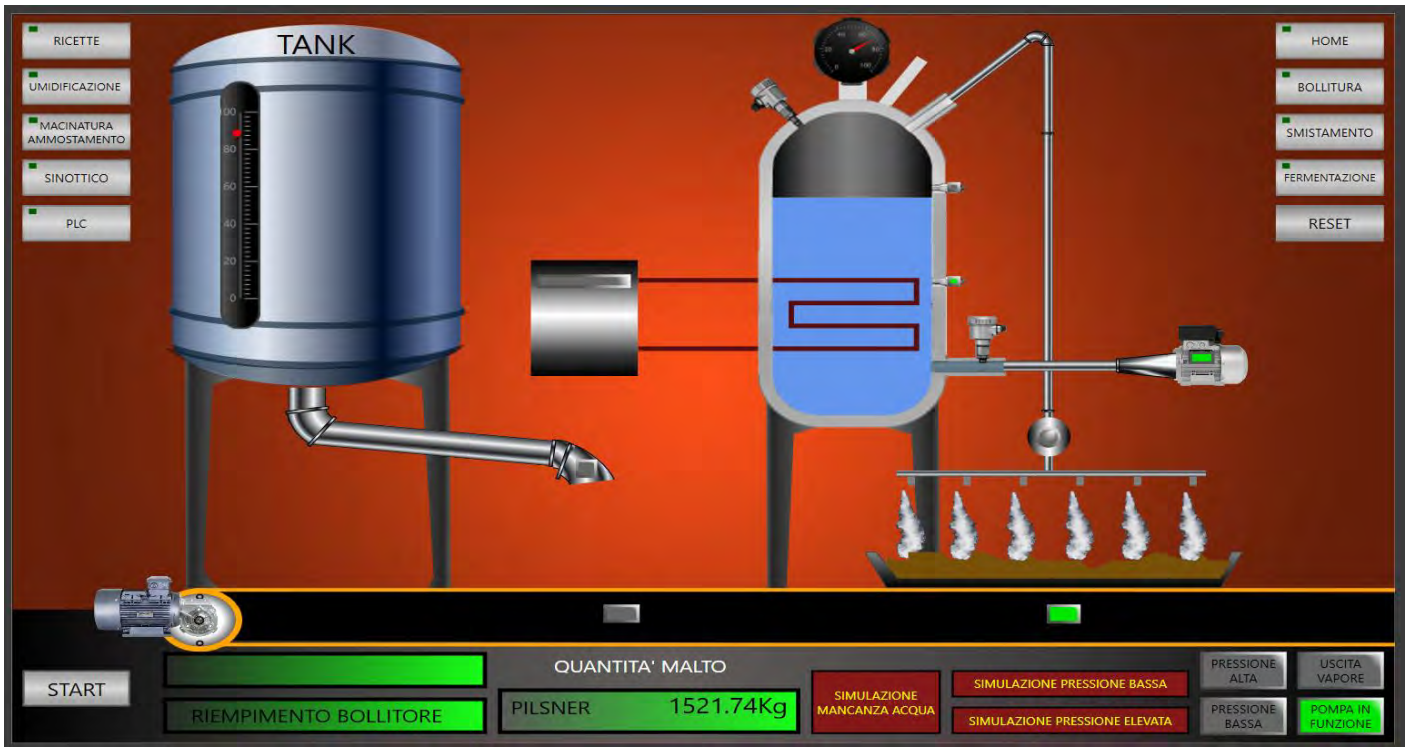
Events	< Seleziona evento da aggiungere >
[0]	Interval
Interval	100 Millisecondi
AsyncExecution	
Actions	< Seleziona azione da aggiungere >
[0]	CallSubroutine("Animazioni.Lager_info")
[1]	Condition
Expression	EBU
AsyncExecution	
Actions	< Seleziona azione da aggiungere >
[0]	CallSubroutine("Animazioni.Ebu_amaro")
[2]	Interval
Interval	200 Millisecondi
AsyncExecution	
Actions	< Seleziona azione da aggiungere >
[0]	CallSubroutine("Animazioni.Advice")
[3]	Interval
Interval	150 Millisecondi
AsyncExecution	
Actions	< Seleziona azione da aggiungere >
[0]	CallSubroutine("Animazioni.caricare")
[4]	Interval
Interval	100 Millisecondi

Eventi globali

AsyncExecution	
Actions	< Seleziona azione da aggiungere >
[0]	CallSubroutine("Animazioni.Ebu_amaro")
[2]	Interval
Interval	200 Millisecondi
AsyncExecution	
Actions	< Seleziona azione da aggiungere >
[0]	CallSubroutine("Animazioni.Advice")
[3]	Interval
Interval	150 Millisecondi
AsyncExecution	
Actions	< Seleziona azione da aggiungere >
[0]	CallSubroutine("Animazioni.caricare")
[4]	Interval
Interval	100 Millisecondi
AsyncExecution	
Actions	< Seleziona azione da aggiungere >
[0]	CallSubroutine("Animazioni.Gold")
[5]	Interval
Interval	100 Millisecondi
AsyncExecution	
Actions	< Seleziona azione da aggiungere >
[0]	CallSubroutine("Animazioni.Hallertauer")

Umidificazione del malto

Il vero e proprio processo di produzione della birra ha inizio con l'umidificazione del malto e la successiva macinatura. L'umidificazione è realizzata utilizzando un getto di vapore acqueo ed ha lo scopo di rendere la scorza (glume) del malto flessibile, evitandone la rottura durante la macinatura.

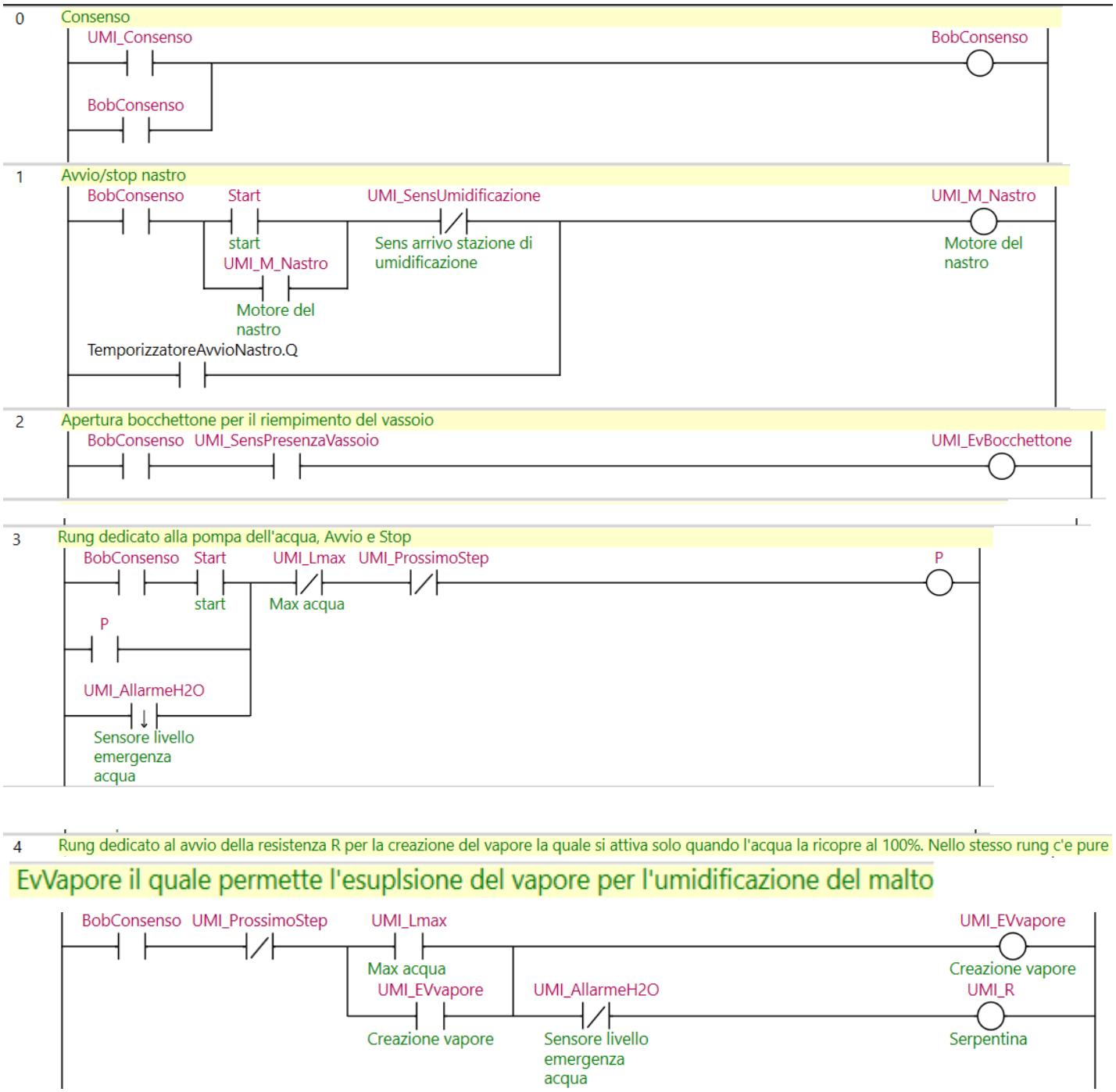


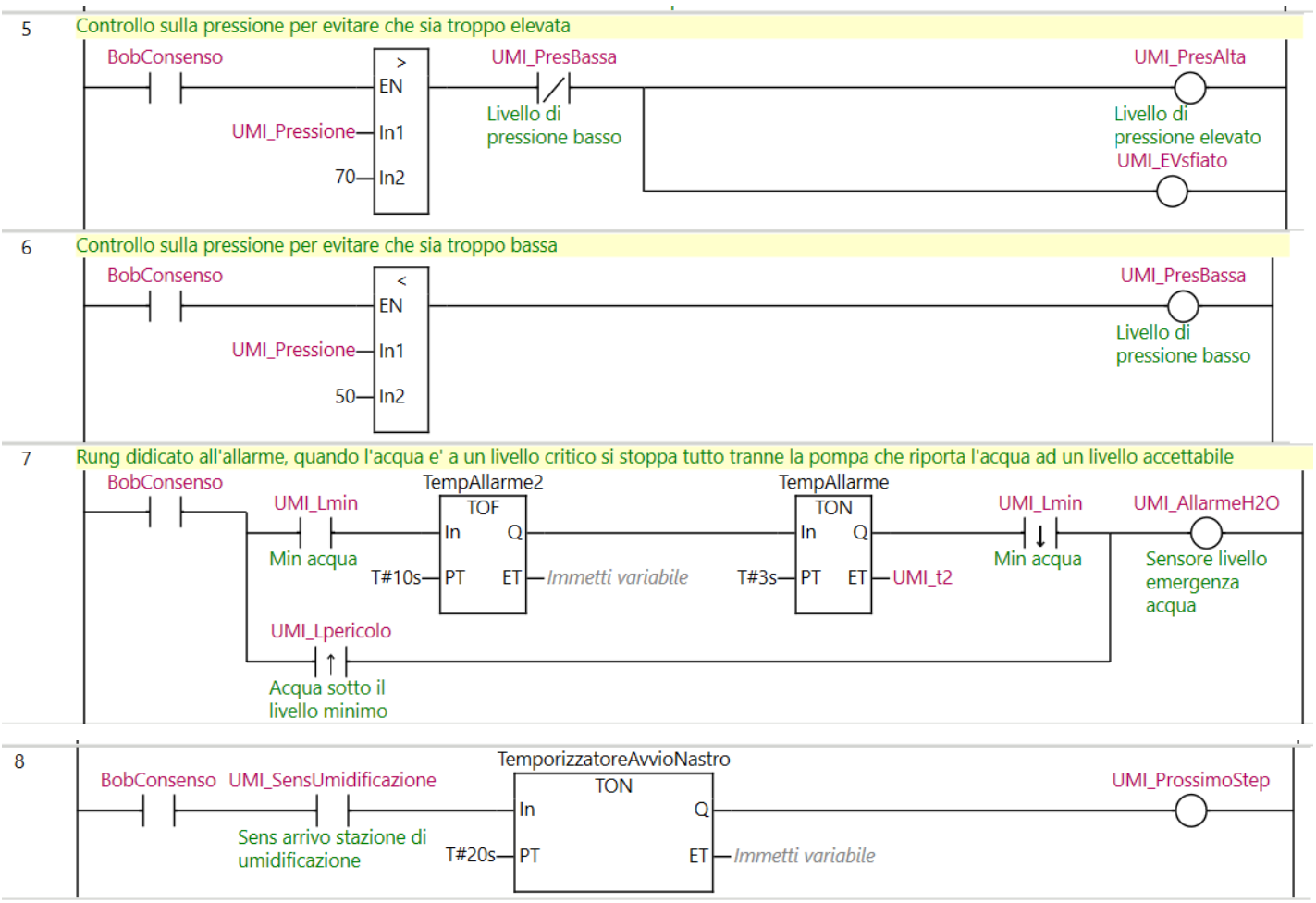
All'avvio del sistema con il pulsante START, il malto, inizialmente contenuto in un serbatoio, viene immesso in modo uniforme in un vassoio posto su un nastro trasportatore: il nastro si avvia ed il vassoio è portato fino alla stazione di umidificazione; qui il vassoio è sottoposto ad un getto di vapore per un certo tempo prima di proseguire verso la successiva stazione di macinatura.

Il vapore viene creato grazie ad un umidificatore, costituito da un serbatoio di acqua dotato di una serpentina. All'avvio, viene pompata acqua all'interno del serbatoio: quando l'acqua raggiunge il livello Lmax, la pompa si ferma e si attiva la serpentina per far scaldare l'acqua e creare vapore. Man mano che l'acqua evapora, il livello di acqua nel serbatoio diminuisce: quando l'acqua raggiunge il valore critico Lmin o Lpericolo, la serpentina si spegne e viene pompata altra acqua nel serbatoio, fino al raggiungimento del livello Lmax.

Un ulteriore controllo consente di monitorare il livello di pressione nel serbatoio: se essa supera il valore Pmax si apre una valvola di fuoriuscita; se invece il valore di pressione e' troppo basso, l'umidificazione si ferma fino al raggiungimento del valore stabile.

Programmazione della pagina di umidificazione





RESET UMIDIFICAZIONE

Script per l'animazione della pagina di umidificazione

```
1  'movimento nastro iniziale
2  Sub AnimNastro
3      If UMI_M_Nastro=True Then
4          UMI_M_Nastro_int=UMI_M_Nastro_int+10
5          UMI_MovVassoio_o=UMI_MovVassoio_o+5
6      End If
7  'Gestione animazione discesa malto bocchettone
8      If UMI_EvBocchettone=True And UMI_SensPresenzaVassoio=True Then
9          UMI_DiscMalto=UMI_DiscMalto+20
10         UMI_AnimMalto_o=UMI_AnimMalto_o+1.7
11         UMI_LivMalto=UMI_LivMalto-0.2
12     Else
13         UMI_DiscMalto=0
14     End If
15 'gestione sensore vassoio
16 If UMI_MovVassoio_o>800 Then
17     mu_sensore_inizio=True
18 Else
19     mu_sensore_inizio=False
20 End If
21 If UMI_MovVassoio_o>50 And UMI_MovVassoio_o<340Then
22     UMI_SensPresenzaVassoio=True
23 Else
24     UMI_SensPresenzaVassoio=False
25 End If
26 If UMI_MovVassoio_o>624 And UMI_MovVassoio_o<859 Then
27     UMI_SensUmidificazione=True
28 Else
29     UMI_SensUmidificazione=False
30 End If
31 End Sub
32 'gestione animazione del vapore per l'umidificazione
33 Sub vaPore
34     If R=True And UMI_SensUmidificazione=True Then
35         Cont_vapore=Cont_Vapore+1
36     End If
37     If Cont_Vapore=1 Then
38         UMI_Vapore1=True
39         UMI_Vapore2=False
40     End If
```

```
41      If Cont_Vapore=2 Then
42         UMI_Vapore1=True
43         UMI_Vapore2=True
44      End If
45         If Cont_Vapore=3 Then
46         UMI_Vapore1=False
47         UMI_Vapore2=True
48      End If
49      If Cont_Vapore=4 Then
50         UMI_Vapore1=False
51         UMI_Vapore2=False
52         Cont_Vapore=0
53      End If
54
55
56   End Sub
57   'gestione di tutti i controlli sull'acqua (riempimento, svuotamento, sensori, pericoli)
58      Sub UMI_RIEMPIMENTO_TANICA
59      If P=True Then
60         UMI_Acqua=UMI_Acqua+1
61      End If
62      If UMI_Acqua=100 Then
63         UMI_Lmax=True
64         p=False
65      Else
66         UMI_Lmax=False
67      End If
68      If UMI_EVvapore=True And UMI_Acqua>50 And UMI_AllarmeH2O=False And   UMI_SensUmidificazione=True Then
69         UMI_Acqua=UMI_Acqua-1
70      End If
71      If UMI_Acqua>=45 Then
72         UMI_Lmin=True
73      Else
74         UMI_Lmin=False
75      End If
76      If UMI_Acqua<=50 And  UMI_SensUmidificazione=True Then
77         UMI_EVvapore=False
78         UMI_Lmin=True
79         UMI_AllarmeH2O=True
80      End If
81      If  UMI_Acqua<20 And UMI_SensUmidificazione=True Then
82         UMI_Acqua=UMI_Acqua+1
83         UMI_Lpericolo=True
84      Else
85         UMI_LPericolo=False
86      End If
```

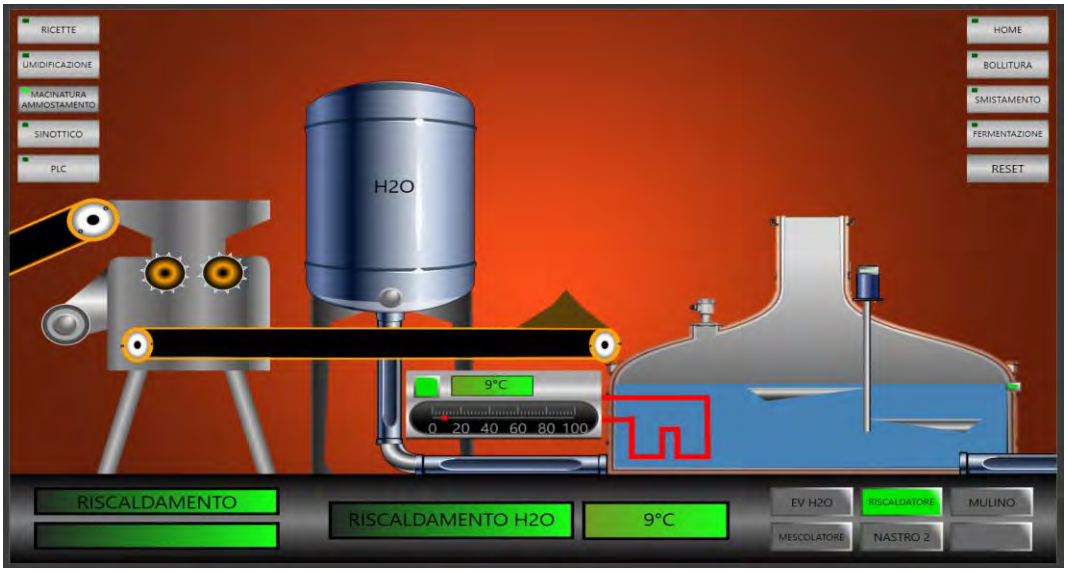
```
87      If UMI_Acqua>0 And UMI_Acqua<20 Then
88         UMI_Lpericolo=True
89         Else
90         UMI_Lpericolo=False
91      End If
92   End Sub
93   'gestione della creazione del vapore insieme a pericoli vari (vapore elevato o vapore troppo basso)
94      Sub CreazioneVaPore
95         If R=True And UMI_Pressione<=65 Then
96            UMI_Pressione=UMI_Pressione+5
97         End If
98      If UMI_Pressione>70 Then
99         UMI_EvSfiato=True
100        UMI_Pressione=UMI_Pressione-5
101     Else
102        UMI_EvSfiato=False
103     End If
104     If UMI_Pressione<50 Then
105        UMI_PresBassa=True
106     End If
```

Macinatura e Ammostamento

Il malto umidificato è trasportato in un mulino, dove viene triturato e ridotto in farina di malto; tale farina è trasportata in un tino, in cui è aggiunta acqua calda per la successiva fase dii ammostamento.

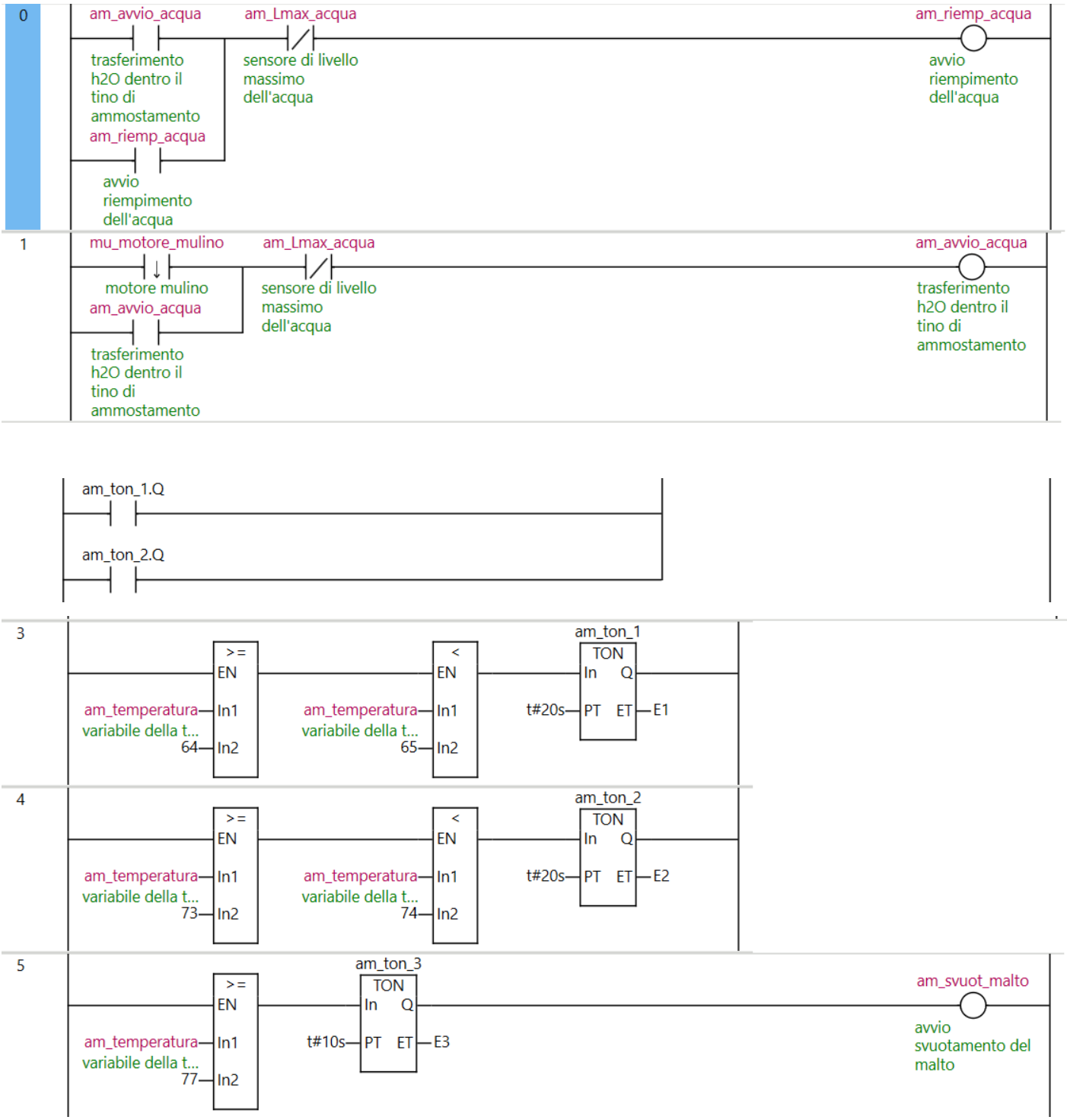
L'ammostamento del malto è la fase in cui la farina di malto è mescolata con acqua e scaldata a differenti temperature per tempi ben precisi: grazie agli enzimi presenti nel malto, molti composti vengono estratti dalla fase solida e si dissolvono nella fase liquida, formando il mosto. Al termine dell'ammostamento, si producono una parte liquida (mosto) ed una parte solida di scarto (trebbie).

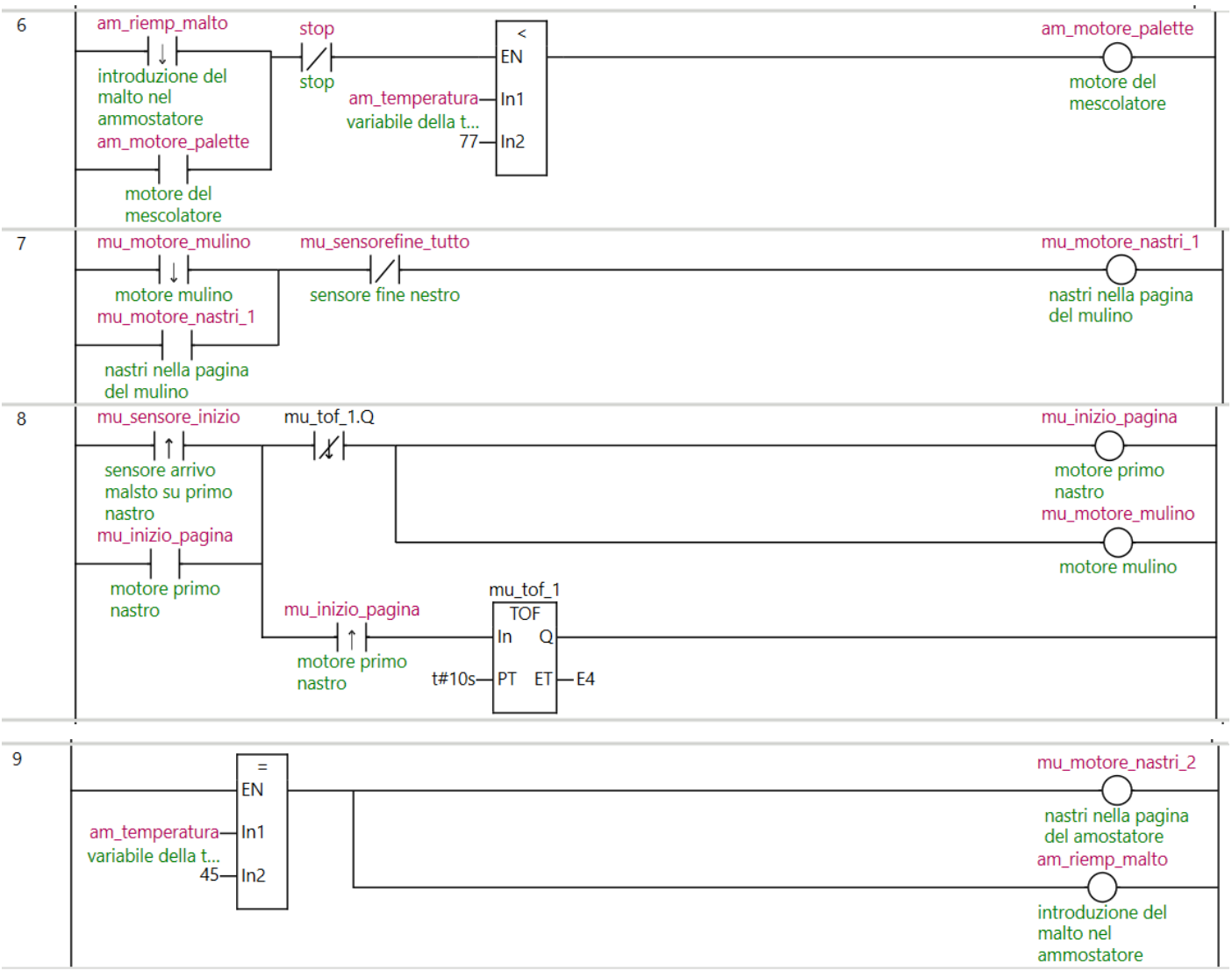
Il riscaldamento dell'acqua all'interno del tino di ammostamento è realizzato ad opera di una serpentina. Inizialmente l'acqua è portata ad una temperatura di 45°C e viene introdotta la farina di malto: a questo punto ha inizio il mescolamento dell'acqua e del malto attraverso un mescolatore nel tino. Il composto di malto ed acqua, detto mosto, viene scaldato in altre tre fasi: inizialmente ad una temperatura di 64°C per poi riposare per 45min; poi la temperatura è portata fino a 73°C e mantenuta per 5mi; infine il mosto è scaldato fino a 77°C e lasciato riposare per 15min. Trascorso questo tempo, il tino è svuotato: il mosto viene filtrato per trattenere gli scarti e portato alla caldaia di bollitura. Per esigenze di progetto, i tempi della fase di ammostamento sono stati ridotti in modo da agevolare la simulazione.



Alla fine del processo di ammostamento, l'impasto di acqua e malto si chiarifica e rivela il colore della birra, che sarà chiaro se sono stati usati malti chiari e scuro (o ambrato) se sono stati usati malti speciali, caramellati o tostati. Gli zuccheri presenti determineranno il grado alcolico della birra.

Programmazione della pagina di macinatura e ammostamento




6
am_riemp_malto
introduzione del malto nel ammostatore
am_motore_palette
motore del mescolatore
stop
stop
am_temperatura variabile della t...
77
<
EN
In1
In2
am_motore_palette
motore del mescolatore
7
mu_motore_mulino
motore mulino
mu_motore_nastri_1
nastri nella pagina del mulino
mu_sensorefine_tutto
sensore fine nestro
mu_motore_nastri_1
nastri nella pagina del mulino
8
mu_sensore_inizio
sensore arrivo malsto su primo nastro
mu_inizio_pagina
motore primo nastro
mu_tof_1.Q
mu_inizio_pagina
motore primo nastro
mu_tof_1
TOF
In
Q
t#10s
PT
ET
E4
mu_inizio_pagina
motore primo nastro
mu_motore_mulino
motore mulino
9
=
EN
am_temperatura variabile della t...
45
In1
In2
mu_motore_nastri_2
nastri nella pagina del amostatore
am_riemp_malto
introduzione del malto nel ammostatore

Script di animazione della pagina macinatura e ammostamento

```
2  Sub riscaldamento_e_riempimento_malto
3   'riempimento  acqua
4   If am_riemp_acqua = True Then
5    mu_inizio_A1 =  mu_inizio_A1+5
6      If  mu_inizio_A1 >99   Then
7         mu_medio_A1 = mu_medio_A1 +5
8         mu_inizio_A1 = 100
9         mu_inizio_A1_2 = mu_inizio_A1_2 -5
10        mu_vista_A1 = False
11        mu_vista_A1_2 = True
12        If  mu_inizio_A1_2 <2   Then
13           mu_inizio_A1_2 = 0
14           'mu_medio_A1 = mu_medio_A1 +5
15           If mu_medio_A1 >99   Then
16                 am_acqua = am_acqua +2
17              mu_medio_A1 = 100
18              mu_medio_A1_2 = mu_medio_A1_2 -5
19              mu_vista_A2 = False
20              mu_vista_A2_2 = True
21              If  mu_medio_A1_2 <2   Then
22                   mu_medio_A1_2 = 0
23                 ' am_pompa_sx1 = am_pompa_sx1+2
24                  'If am_pompa_sx1 >99   Then
25                     'am_pompa_sx1 = 100
26                '   am_acqua = am_acqua +2
27                '   am_pompa_sx2 = am_pompa_sx2 -2
28                   'am_pomp_A1 = False
29                '   am_pomp_A2 = True
30               '   End If
31              End If
32           End If
33        End If
34     End If
35  End If
36  If am_acqua >= 100 Then
37     am_Lmax_acqua = True
38     Else
39        am_Lmax_acqua = False
40     End If
```

```
41  'incremento variabile am_temperatura
42     If am_avvolgimento = True Then
43        am_temperatura = am_temperatura +0.5
44     End If
45  'riempimento malto
46     If am_riemp_malto = True Then
47        mu_movimento_in_alto=mu_movimento_in_alto+5
48        'mu_rotazione_nastri1=mu_rotazione_nastri1+10
49  End If
50  If mu_movimento_in_alto>440Then
51           'mu_movimento_in_alto2=500
52     am_introduzione_malto=am_introduzione_malto+5
53     End If
54     If am_introduzione_malto > 99 Then
55           am_introduzione_malto = 100
56           am_introduzione_malto_2 =am_introduzione_malto_2 -5
57           am_vista_malto_2_2=True
58           am_vista_malto_1_2 =False
59           am_cambio_colore=True
60           mu_malto_triturato_nel_vassoio=False
61        End If
62  'svuotamento malto
63  If am_svuot_malto = True Then
64     am_tubo_malto_1=am_tubo_malto_1+2
65     am_acqua =am_acqua - 2
```

```
66     If am_tubo_malto_1 > 99 Then
67        am_tubo_malto_1 = 100
68        am_tubo_malto_2 = am_tubo_malto_2 -2
69        am_vista_malto_2 =True
70        am_vista_malto_1 = False
71     End If
72  End  If
73  'gestione sensori malto
74  If am_cambio_colore=True Then
75     am_Lmax_malto = True
76     Else
77        am_Lmax_malto = False
78     End If
```

```
80      'animazione mescolatore
81        If am_motore_palette = True Then
82        am_paletta = False
83        am_anim_palette = am_anim_palette +1
84         If am_anim_palette = 1 Then
85            am_paletta_dx =False
86            am_paletta_sx1 = False
87            am_paletta_sx= True
88            am_paletta_dx1 = True
89         End If
90         If am_anim_palette =2 Then
91            am_paletta_dx =True
92            am_paletta_sx1 = True
93            am_paletta_sx= False
94            am_paletta_dx1 = False
95         am_anim_palette = 0
96      End If
97    End If
98    'mulino
99    If mu_inizio_pagina=True And mu_movimento_1<240 Then
100     mu_movimento_1=mu_movimento_1+10
101   End If
102   If mu_movimento_1=240 Then
103      mu_visibilta_prima=False
104      If mu_malto_macinato<100  Then
105         mu_visibilta_macinatura2=True
106         mu_malto_macinato=mu_malto_macinato+5
107      End If
108      If mu_malto_macinato=100 And mu_malto_macinato2>0 Then
109         mu_malto_macinato2=mu_malto_macinato2-5
110         mu_visibilta_macinatura=True
111         mu_visibilta_macinatura2=False
112      End If
113   End If
114   If mu_malto_macinato2=0 Then
115      mu_sensore_trasporto=True
116      mu_malto_macinato=100
117      mu_visibilta_macinatura=False
118   End If
119   If mu_motore_nastri_1=True Then
120      mu_rotazione_nastri1=mu_rotazione_nastri1+5
121      mu_movimento_in_alto=mu_movimento_in_alto+5
122   End If
```

```
123 If mu_movimento_in_alto>440 And mu_movimento_in_alto<450 Then
124     mu_sensorefine_tutto=True
125 Else
126     mu_sensorefine_tutto=False
127 End If
128 If mu_motore_mulino=True And mu_sensore_trasporto=False Then
129     mu_rotazione_mulino1=mu_rotazione_mulino1-10
130     mu_rotazione_mulino=mu_rotazione_mulino+10
131         mu_motore_primo_nastro=mu_motore_primo_nastro+10
132 End If
133 If mu_malto_macinato2=30 Then
134 mu_malto_triturato_nel_vassoio=True
135 End If
136 End Sub
```

Bollitura

Dopo l'ammostamento, il mosto è sottoposto a bollitura, ad una temperatura minima di 96°C: questo consente di far evaporare l'acqua e portare la densità al livello desiderato, nonché di eliminare eventuali batteri e funghi e di bloccare ogni attività enzimatica.

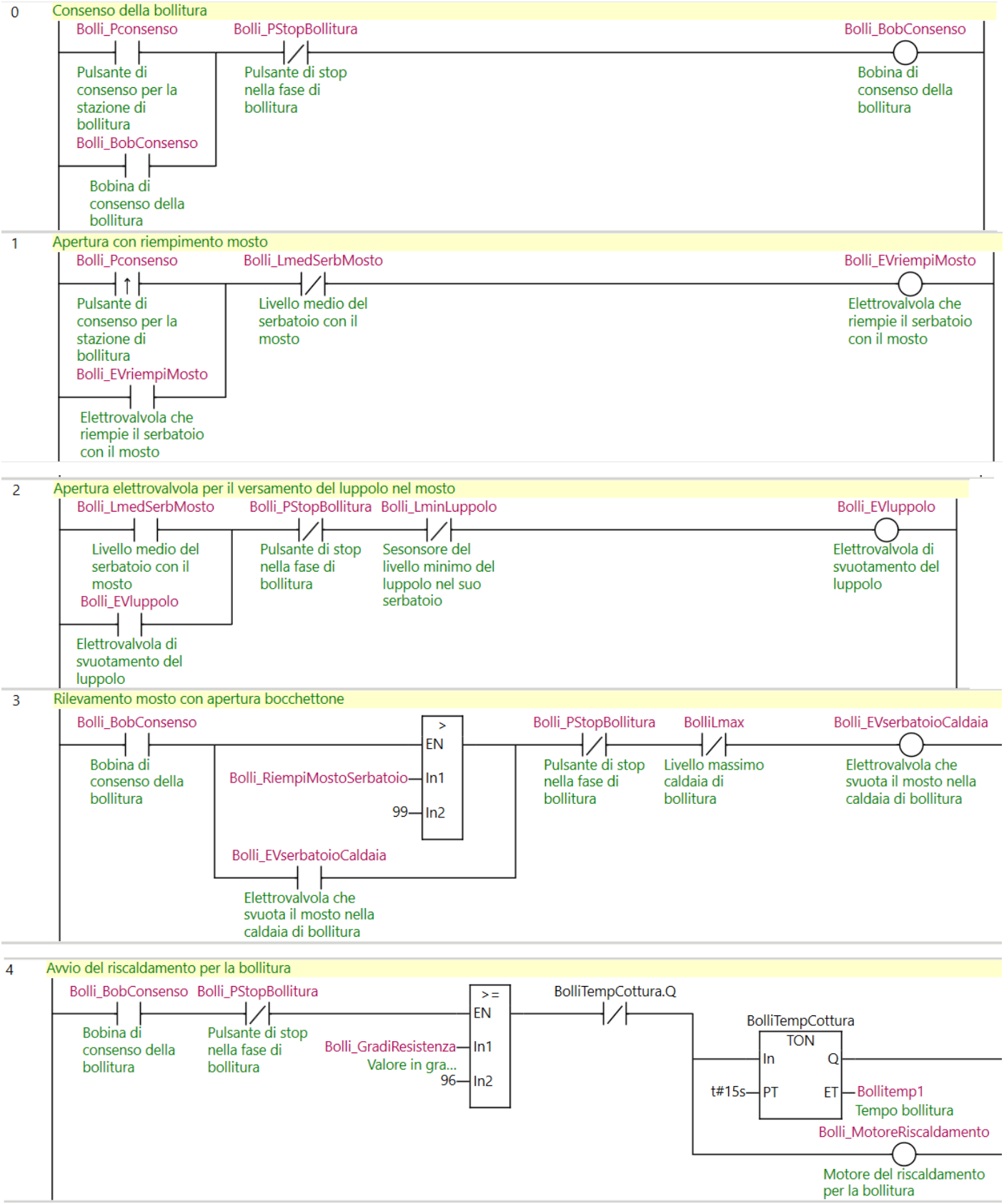
Questa fase si avvia automaticamente con lo svuotamento finale della fase di ammostamento: una pompa spinge il mosto in un primo contenitore tramite dei tubi mentre si riscalda la resistenza che porta il mosto alla temperatura desiderata.

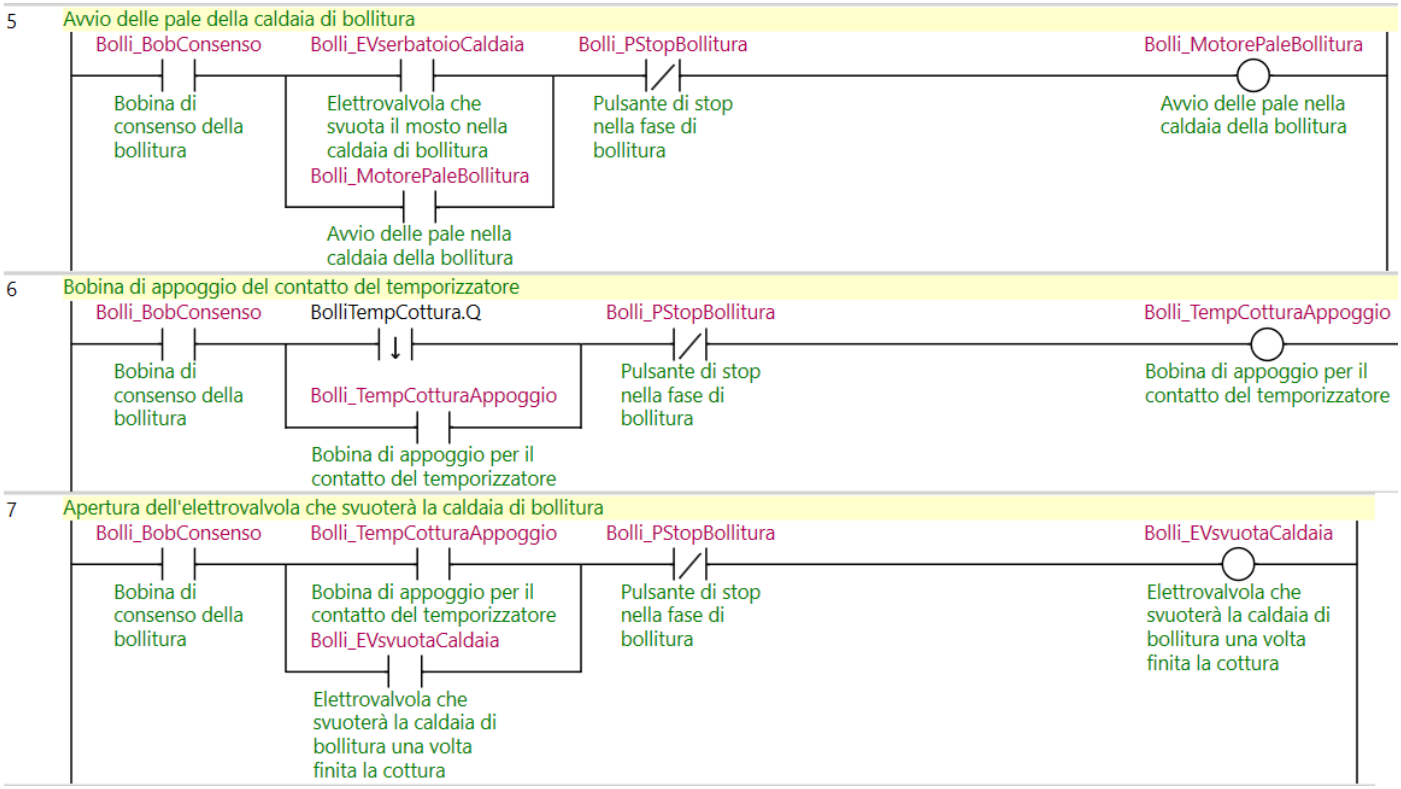
In questa fase, avviene anche l'aggiunta di luppolo al mosto, per conferire alla birra aromi particolari in base alla tipologia scelta.

Nella pagina associata alla fase di bollitura, quando il mosto raggiunge il livello medio nel contenitore, si apre l'elettrovalvola che consente l'aggiunta del luppolo nello stesso contenitore. Una volta mescolati mosto e luppolo, si apre l'elettrovalvola che versa il composto all'interno della caldaia di bollitura; contemporaneamente è avviato il motore che associato alle pale per il mescolamento durante la cottura.

Finita la cottura, si apre l'elettrovalvola che porta il composto cotto alla fase successiva (tino whirpool). I tempi di bollitura devono essere superiori ad un'ora per poter garantire i benefici di questa fase del processo: per esigenze di simulazione, tale tempo è stato ridotto fino ad una durata di pochi secondi.

Programmazione della pagina di bollitura





Script per l'animazione della pagina di bollitura

```
1  'Riempimento tubi del mosto'
2  Sub SvuotaRiempiLuppoli
3  If am_tubo_malto_1 >= 100 And Bolli_BobConsenso = False Then
4      Bolli_ArrivoMaltoTubo1 = Bolli_ArrivoMaltoTubo1+2
5  End If
6  If Bolli_ArrivoMaltoTubo1 >= 100 Then
7      Bolli_ArrivoMaltoTubo2 = Bolli_ArrivoMaltoTubo2+2
8  End If
9  If Bolli_ArrivoMaltoTubo2 >= 100 Then
10     Bolli_ArrivoMaltoTubo3 = Bolli_ArrivoMaltoTubo3+2
11 End If
12 If Bolli_ArrivoMaltoTubo3 >= 100 Then
13     Bolli_Pconsenso = True
14     Else
15     Bolli_Pconsenso = False
16     End If
17
18     'Svuotamento e Riempimento del luppolo'
19 If Bolli_EVluppolo = True Then
20     Bolli_Luppolo = Bolli_Luppolo -2
21     Bolli_RiempiLuppoloVisibility = True
22     Bolli_RiempiLuppolo = Bolli_RiempiLuppolo +2
23 End If
```

```
25  'Riempimento del mosto con segnalazione del livello minimo del luppolo'
26        If Bolli_EVriempiMosto = True Then
27           Bolli_RiempiMostoSerbatoio = Bolli_RiempiMostoSerbatoio + 2
28        End If
29        If Bolli_Luppolo = 0 Then
30           Bolli_Lminluppolo = True
31           Else
32              Bolli_Lminluppolo = False
33        End If
34     If (Bolli_RiempiMostoSerbatoio > 46 And Bolli_RiempiMostoSerbatoio <56) And (Bolli_EVriempiMosto=True) Then
35        Bolli_LmedSerbMosto = True
36        Bolli_ArrivoMaltoTubo1 = 0
37        Bolli_ArrivoMaltoTubo2 = 0
38        Bolli_ArrivoMaltoTubo3 = 0
39     Else
40        Bolli_LmedSerbMosto = False
41     End If
43     'Livello massimo della Miscela(Mosto-Luppolo)'
44     If  Bolli_RiempiLuppolo = 100 Then
45        Bolli_LmaxSerbMosto = True
46     Else
47        Bolli_LmaxSerbMosto = False
48     End If
49     If Bolli_LmaxSerbMosto = True
50        Bolli_RiempiMostoSerbatoio = 100
51        Bolli_MiscelaMosto = True
52        Bolli_RiempiLuppoloVisibility = False
53     End If
54  End Sub
55
56  'Svuotamento della Miscela nella caldaia di bollitura'
57  Sub SvuotamentoMiscela
58  If  Bolli_EVserbatoioCaldaia = True Then
59     Bolli_RiempiMostoSerbatoio = Bolli_RiempiMostoSerbatoio -2
60     Bolli_VersaMostoValvola = Bolli_VersaMostoValvola +5
61     Bolli_RiempiLuppolo = 0
62  End If
63     End Sub
65     'Segalazione del livello minimo del mosto'
66     Sub LivelloMinimoMassimoSerbatoioBollitura
67     If Bolli_SvuotaMostoSerbatoio = 0 Then
68        Bolli_LminSerbMosto = True
69     Else
70        Bolli_LminSerbMosto = False
71     End If
72     If BolliLmax = True Then
73        Bolli_VersaMostoValvola = False
74     End If
75  End Sub
76
```

```
77  'Funzione della mescolatura con le palette presenti all'interno della caldaia di bollitura'
78      Sub AnimPalette
79          Bolli_PalettaSx = 1
80      Bolli_PalettinaSx = 1
81      Bolli_PalettaSx1 = 1
82      Bolli_PalettinaSx1 = 1
83      If Bolli_MotorePaleBollitura = True
84      End If
85      If Bolli_MotorePaleBollitura= True
86      cont_pale = cont_pale + 1
87  End If
88          If cont_pale = 1 Then
89          Bolli_PalettaSx = True
90          Bolli_PalettaDx = False
91          Bolli_PalettaSx1 = True
92          Bolli_PalettinaSx = False
93          Bolli_PalettinaDx1 = False
94          Bolli_PalettinaDx = False
95          Bolli_PalettinaSx1 = False
96          Bolli_PalettaCentrale = False
97        End If
98        If cont_pale= 2 Then
99            Bolli_PalettaSx = False
100           Bolli_PalettaDx1 = False
101           Bolli_PalettaDx = False
102           Bolli_PalettaSx1 = False
103           Bolli_PalettinaSx = True
104           Bolli_PalettinaDx1 = False
105           Bolli_PalettinaDx = False
106           Bolli_PalettinaSx1 = True
107           Bolli_PalettaCentrale = False
108       End If
109       If cont_pale = 3 Then
110           Bolli_PalettaSx = False
111           Bolli_PalettaDx1 = False
112           Bolli_PalettaDx = False
113           Bolli_PalettaSx1 = False
114           Bolli_PalettinaSx = False
115           Bolli_PalettinaDx1 = False
116           Bolli_PalettinaDx = False
117           Bolli_PalettinaSx1 = False
118           Bolli_PalettaCentrale = False
119       End If
```

```
120        If cont_pale = 4 Then
121            Bolli_PalettaSx = False
122            Bolli_PalettaDx1 = False
123            Bolli_PalettaDx = False
124            Bolli_PalettaSx1 = False
125            Bolli_PalettinaSx = False
126            Bolli_PalettinaDx1 = True
127            Bolli_PalettinaDx = True
128            Bolli_PalettinaSx1 = False
129            Bolli_PalettaCentrale = False
130        End If
131            If cont_pale = 5 Then
132            Bolli_PalettaSx = False
133            Bolli_PalettaDx1 = True
134            Bolli_PalettaDx = True
135            Bolli_PalettaSx1 = False
136            Bolli_PalettinaSx = False
137            Bolli_PalettinaDx1 = False
138            Bolli_PalettinaDx = False
139            Bolli_PalettinaSx1 = False
140            Bolli_PalettaCentrale = False
141        End If
```

```
143            If cont_pale = 6 Then
144            Bolli_PalettaSx = False
145            Bolli_PalettaDx1 = False
146            Bolli_PalettaDx = False
147            Bolli_PalettaSx1 = False
148            Bolli_PalettinaSx = False
149            Bolli_PalettinaDx1 = True
150            Bolli_PalettinaDx = True
151            Bolli_PalettinaSx1 = False
152            Bolli_PalettaCentrale = False
153        End If
154        If cont_pale = 7 Then
155            Bolli_PalettaSx = False
156            Bolli_PalettaDx1 = False
157            Bolli_PalettaDx = False
158            Bolli_PalettaSx1 = False
159            Bolli_PalettinaSx = False
160            Bolli_PalettinaDx1 = True
161            Bolli_PalettinaDx = True
162            Bolli_PalettinaSx1 = False
163            Bolli_PalettaCentrale = True
164        End If
```

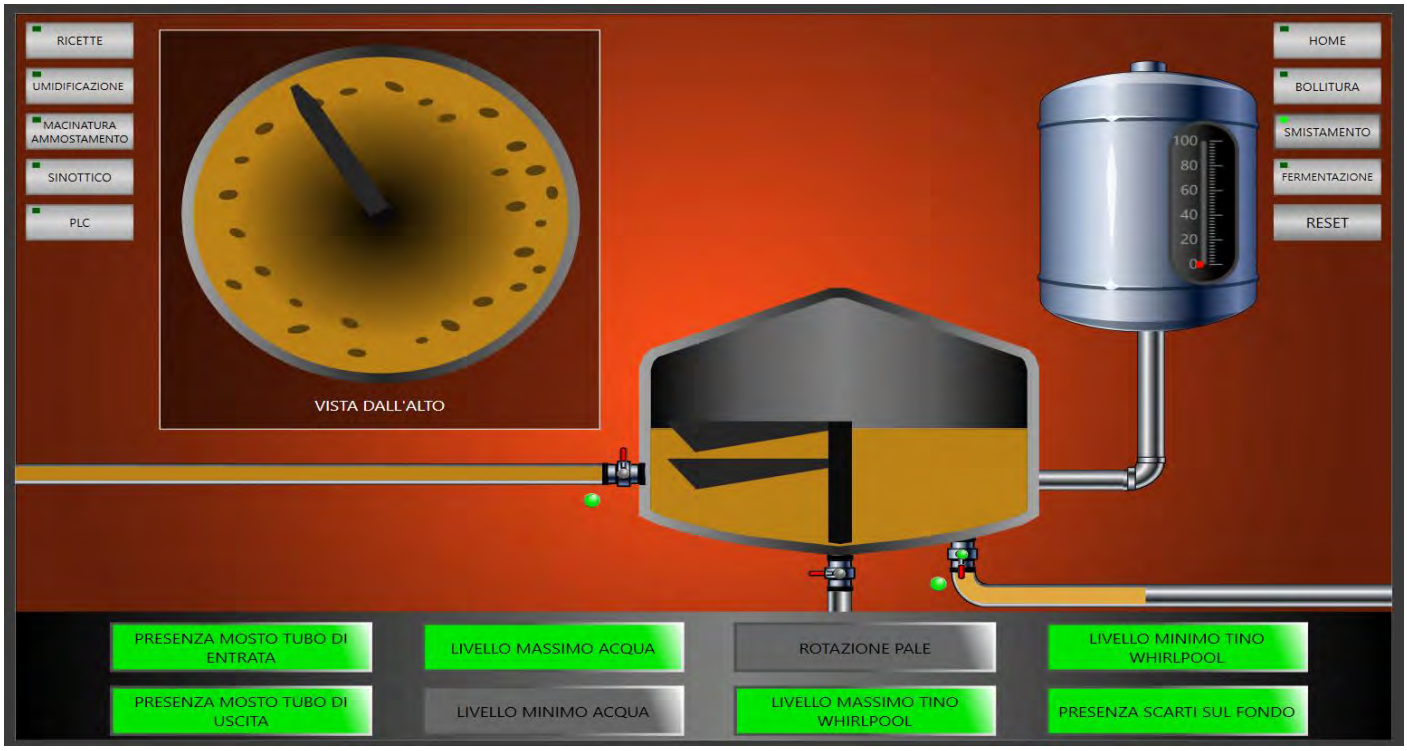
```
165         If cont_pale = 8 Then
166             Bolli_PalettaSx = False
167             Bolli_PalettaDx1 = False
168             Bolli_PalettaDx = False
169             Bolli_PalettaSx1 = False
170             Bolli_PalettinaSx = True
171             Bolli_PalettinaDx1 = False
172             Bolli_PalettinaDx = False
173             Bolli_PalettinaSx1 = True
174             Bolli_PalettaCentrale = True
175             cont_pale = 0
176         End If
177         If Bolli_EVsvuotaCaldaia_1 = True Then
178             Bolli_MotorePaleBollitura = False
179         End If
180     End Sub
181
182     'Riempimento della caldaia di bollitura con l'apposito svuotamento'
183     Sub RiempimentoSvuotamentoCaldaia
184         If Bolli_VersaMostoValvola >= 100 Then
185             Bolli_RiempiMostoBollitura = Bolli_RiempiMostoBollitura +2
186         End If
```

```
187         If Bolli_EVsvuotaCaldaia_1 = True Then
188             Bolli_RiempiMostoBollitura = Bolli_RiempiMostoBollitura -2
189         End If
190     End Sub
191
192     'Segnalazione del livello massimo del composto nella caldaia di bollitura'
193     Sub LivelloMassimoCaldaia
194     If Bolli_RiempiMostoBollitura >= 100 Then
195             BolliLmax = True
196             Else
197             BolliLmax = False
198         End If
199         If BolliLmax = True Then
200             Bolli_EVserbatoioCaldaia = False
201         End If
202     End Sub
203
```

```
204  'Accensione della resistenza per la caldaia di bollitura'
205  Sub AccensioneResistenzaCottura
206      If Bolli_BobConsenso=True And Bolli_ResistenzaCaldaia = False Then
207          Bolli_GradiResistenza= Bolli_GradiResistenza +3
208      End If
209      If Bolli_GradiResistenza >= 96 Then
210          Bolli_ResistenzaCaldaia = True
211          Else
212          Bolli_ResistenzaCaldaia = False
213      End If
214      If Bolli_EVsvuotaCaldaia_1 = True Then
215          Bolli_ResistenzaCaldaia = False
216      End If
217      If Bolli_EVsvuotaCaldaia_1 = True Then
218          Bolli_GradiResistenza= Bolli_GradiResistenza -3
219      End If
220  End Sub
221
222  'Svuotamento della caldaia con apposito tubo di fuori uscita'
223  Sub AperturaEVsvuotamentoCaldaia
224      If  Bolli_TempCotturaAppoggio_1 = True Then
225          Bolli_EVsvuotaCaldaia_1 = True
226          Else
227          Bolli_EVsvuotaCaldaia_1 = False
228      End If
229      If Bolli_EVsvuotaCaldaia_1 = True Then
230          Bolli_SvuotametoUscita = Bolli_SvuotametoUscita + 2
231      End If
232  End Sub
```

Separazione del mosto dal trub

Terminata la fase di bollitura, il mosto subisce un ulteriore processo, detto Whirlpool, che ha lo scopo di separare la parte utile del mosto dagli scarti o trub (residui del luppolo). La separazione è ottenuta meccanicamente, introducendo il mosto in un apposito tino dotato di una parte rotante: la geometria del tino garantisce che gli scarti si concentrino nella parte centrale sul fondo del tino e siano quindi facilmente separabili dal mosto.



Per garantire il corretto funzionamento di questa fase, il mosto proveniente dal tino di bollitura viene inserito nel tino Whirlpool da un'entrata tangenziale: la forza centrifuga a cui è soggetto il mosto spinge verso l'esterno le particelle di solido. L'urto con le pareti del tino, spinge tali particelle verso il fondo conico del tino: si viene così a formare una massa compatta di materiale di scarto.

Nella pagina di progetto, all'arrivo del mosto la fotocellula W_SensArrivoMosto attiva l'elettrovalvola W_EV_MostoIn che apre il condotto di entrata e permette il riempimento del tino Whirlpool. Quando il mosto nel tino raggiunge il livello W_Lmax, l'elettrovalvola

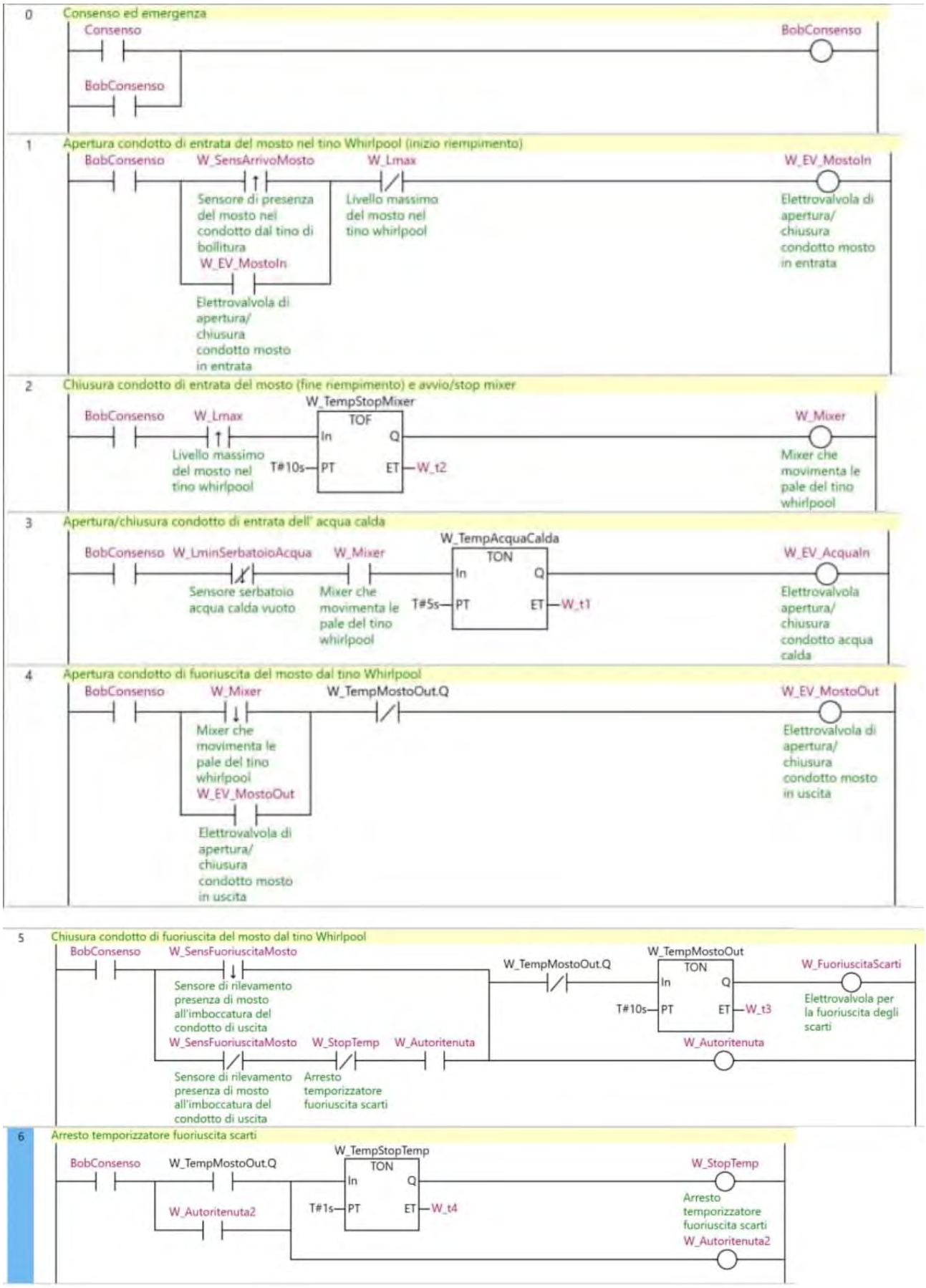
W_EV_MostoIn si chiude e viene azionato un mixer (W_Mixer) che movimenta le pale del tino.

Dopo 30 secondi dall'azionamento del mixer, si attiva l'elettrovalvola W_EV_AcquaIn che apre il condotto dell'acqua calda e permette l'aggiunta di essa al mosto.

Terminata l'aggiunta di acqua, il mixer continua a girare per altri 2 minuti, dopodiché si apre l'elettrovalvola W_EV_MostoOut che permette la fuoriuscita del mosto dal tino.

Se, dopo l'apertura dell'elettrovalvola W_EV_MostoOut, non si rileva presenza di mosto all'imboccatura del condotto di uscita per 10 secondi, l'elettrovalvola W_EV_MostoOut si chiude, il Mixer si ferma e viene aperto il condotto inferiore per la fuoriuscita di scarti per 5 secondi.

Programmazione pagina di separazione del mosto dal trub



Script di animazione pagina di separazione del mosto dal trub

W_RiempMosto

```
1  Sub W_RiempMosto
2  If W_EV_MostoIn = True And W_Lmax = False Then
3  W_Riemp = W_Riemp + 2.5
4  End If
5
6  If W_Riemp = 100 Then
7     W_Lmax = True
8  Else
9     W_Lmax = False
10 End If
11
12 If W_ArrivoProvvisorio = 100 Then
13    W_LampadaArrivo = True
14 End If
15 End Sub
16
17 Sub  W_RiempTubo
18    If W_SimArrivo = True Then
19       W_ArrivoProvvisorio = W_ArrivoProvvisorio + 2.5
20    End If
21
22    If W_ArrivoProvvisorio = 100 Then
23       W_SensArrivoMosto = True
24       Else
25          W_SensArrivoMosto = False
26       End If
27    End Sub
28
29    Sub  W_RotazioneMosto
30       If  W_Mixer = True Then
31          W_Rotazione = W_Rotazione + 5
32       End If
33    End Sub
34
35    Sub W_RotazionePalette
36       If W_Mixer = True Then
37          W_RotazionePale = W_RotazionePale + 15
38       End If
39    end sub
```

```
41 Sub W_IndicatoreAcqua
42     If W_EV_AcquaIn = True Then
43         W_LivelloAcquaIndicatore = W_LivelloAcquaIndicatore - 2.5
44     End If
45
46     If W_LivelloAcquaIndicatore = 0
47         W_LminSerbatoioAcqua = False
48         Else
49         W_LminSerbatoioAcqua = True
50     End If
51 End Sub
52
53 Sub W_RiempAcqua
54     If W_EV_AcquaIn = True And W_LminSerbatoioAcqua = True Then
55         W_LivelloAcqua = W_LivelloAcqua + 2.5
56     End If
57 End Sub
58
59 Sub W_RiempVistaAlto
60     If W_Riemp > 0 Then
61         W_RiempAlto = True
62     End If
63 End Sub
64
65 Sub W_Pale
66     If W_Mixer = True Then
67         W_AnimPalette = W_AnimPalette + 1
68
69         If W_AnimPalette = 1 Then
70             W_PalettaSx = True
71             W_PalettaDx1 = False
72             W_PalettaDx = False
73             W_PalettaSx1 = True
74             W_PalettinaSx = False
75             W_PalettinaDx1 = False
76             W_PalettinaDx = False
77             W_PalettinaSx1 = False
78             W_PalettaCentrale = False
79         End If
```

```
80          If W_AnimPalette = 2 Then
81          W_PalettaSx = False
82          W_PalettaDx1 = False
83          W_PalettaDx = False
84          W_PalettaSx1 = False
85          W_PalettinaSx = True
86          W_PalettinaDx1 = False
87          W_PalettinaDx = False
88          W_PalettinaSx1 = True
89          W_PalettaCentrale = False
90       End If
91       If W_AnimPalette = 3 Then
92          W_PalettaSx = False
93          W_PalettaDx1 = False
94          W_PalettaDx = False
95          W_PalettaSx1 = False
96          W_PalettinaSx = False
97          W_PalettinaDx1 = False
98          W_PalettinaDx = False
99          W_PalettinaSx1 = False
100         W_PalettaCentrale = False
101      End If
102      If W_AnimPalette = 4 Then
103         W_PalettaSx = False
104         W_PalettaDx1 = False
105         W_PalettaDx = False
106         W_PalettaSx1 = False
107         W_PalettinaSx = False
108         W_PalettinaDx1 = True
109         W_PalettinaDx = True
110         W_PalettinaSx1 = False
111         W_PalettaCentrale = False
112      End If
```

```
112        End It
113           If W_AnimPalette = 5 Then
114              W_PalettaSx = False
115           W_PalettaDx1 = True
116           W_PalettaDx = True
117           W_PalettaSx1 = False
118           W_PalettinaSx = False
119           W_PalettinaDx1 = False
120           W_PalettinaDx = False
121           W_PalettinaSx1 = False
122           W_PalettaCentrale = False
123        End If
124
125           If W_AnimPalette = 6 Then
126              W_PalettaSx = False
127           W_PalettaDx1 = False
128           W_PalettaDx = False
129           W_PalettaSx1 = False
130           W_PalettinaSx = False
131           W_PalettinaDx1 = True
132           W_PalettinaDx = True
133           W_PalettinaSx1 = False
134           W_PalettaCentrale = False
135        End If
136        If W_AnimPalette = 7 Then
137           W_PalettaSx = False
138           W_PalettaDx1 = False
139           W_PalettaDx = False
140           W_PalettaSx1 = False
141           W_PalettinaSx = False
142           W_PalettinaDx1 = False
143           W_PalettinaDx = False
144           W_PalettinaSx1 = False
145           W_PalettaCentrale = True
146        End If
```

Events	< Seleziona evento da aggiungere >
[00]	Interval
Interval	100 Millisecondi
AsyncExecution	
Actions	< Seleziona azione da aggiungere >
[0]	CallSubroutine("Whirlpool.W_RiempMosto")
[01]	Interval
Interval	100 Millisecondi
AsyncExecution	
Actions	< Seleziona azione da aggiungere >
[0]	CallSubroutine("Whirlpool.W_RiempTubo")
[02]	Interval
Interval	100 Millisecondi
AsyncExecution	
Actions	< Seleziona azione da aggiungere >
[0]	CallSubroutine("Whirlpool.W_RotazioneMosto")
[03]	Interval
Interval	100 Millisecondi
AsyncExecution	
Actions	< Seleziona azione da aggiungere >
[0]	CallSubroutine("Whirlpool.W_IndicatoreAcqua")
[04]	Interval
Interval	100 Millisecondi
AsyncExecution	
Actions	< Seleziona azione da aggiungere >
[0]	CallSubroutine("Whirlpool.W_RiempVistaAlto")
[05]	Interval
Interval	100 Millisecondi
AsyncExecution	
Actions	< Seleziona azione da aggiungere >
[0]	CallSubroutine("Whirlpool.W_RiempAcqua")
[06]	Interval
Interval	200 Millisecondi
AsyncExecution	
Actions	< Seleziona azione da aggiungere >
[0]	CallSubroutine("Whirlpool.W_Pala")

[07]	Interval
Interval	100 Millisecondi
AsyncExecution	
Actions	< Seleziona azione da aggiungere >
[0]	CallSubroutine("Whirlpool.W_RotazionePalette")
[08]	Interval
Interval	100 Millisecondi
AsyncExecution	
Actions	< Seleziona azione da aggiungere >
[0]	CallSubroutine("Whirlpool.W_FuoriuscitaMosto")
[09]	Interval
Interval	100 Millisecondi
AsyncExecution	
Actions	< Seleziona azione da aggiungere >
[0]	CallSubroutine("Whirlpool.W_TuboUscita")
[10]	Interval
Interval	100 Millisecondi
AsyncExecution	
Actions	< Seleziona azione da aggiungere >
[0]	CallSubroutine("Whirlpool.W_FuoriuscitaScartiMosto")

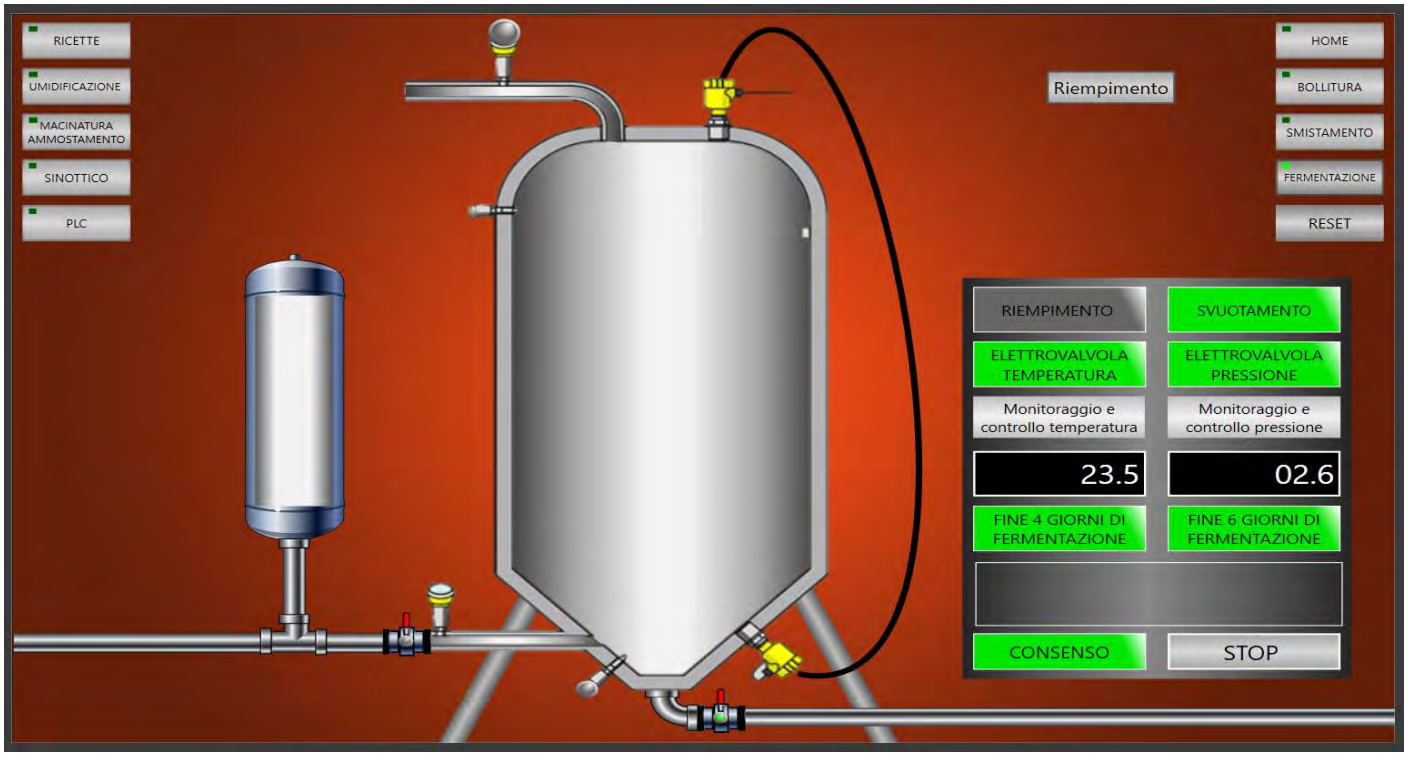
Fermentazione del mosto e maturazione della birra

Una volta scartati i residui solidi, il mosto, opportunamente raffreddato, è pronto per la fase finale di fermentazione.

La fermentazione consiste nell'aggiunta al mosto di batteri che trasformano lo zucchero in alcool ed anidride carbonica; quest'ultima in parte evapora ed in parte rimane nel mosto. La fermentazione può essere innescata con l'aggiunta di lieviti nel mosto oppure in modo spontaneo, lasciando il mosto esposto all'aria libero di interagire con i batteri in essa contenuti.

Si possono distinguere una fermentazione primaria ed una fermentazione secondaria: la fermentazione primaria può durare tra i 4 - 6 giorni per birre ad alta fermentazione e tra 8 – 10 giorni per birre a bassa fermentazione; la fermentazione secondaria ha inizio quando gli zuccheri presenti nel mosto tendono ad esaurirsi e può avere una durata di mesi.

Per la realizzazione di questa fase del processo, abbiamo scelto di riferirci ad una fermentazione a base di lieviti.



Quando è premuto il CONSENSO generale nella pagina impostazione die parametri, si accende la luce di segnalazione corrispondente in questa pagina di fermentazione.

All’arrivo del mosto nel tino di fermentazione, ha inizio il riempimento che termina quando il livello del mosto è circa a metà del valore massimo; è aggiunto anche il lievito, secondo la percentuale richiesta in base ai litri di birra da produrre.

Per esigenze di progetto, è stato impostato un tempo di fermentazione di qualche secondo; una volta trascorso il tempo stabilito, il tino di fermentazione è svuotato per dare inizio alla fase di imbottigliamento.

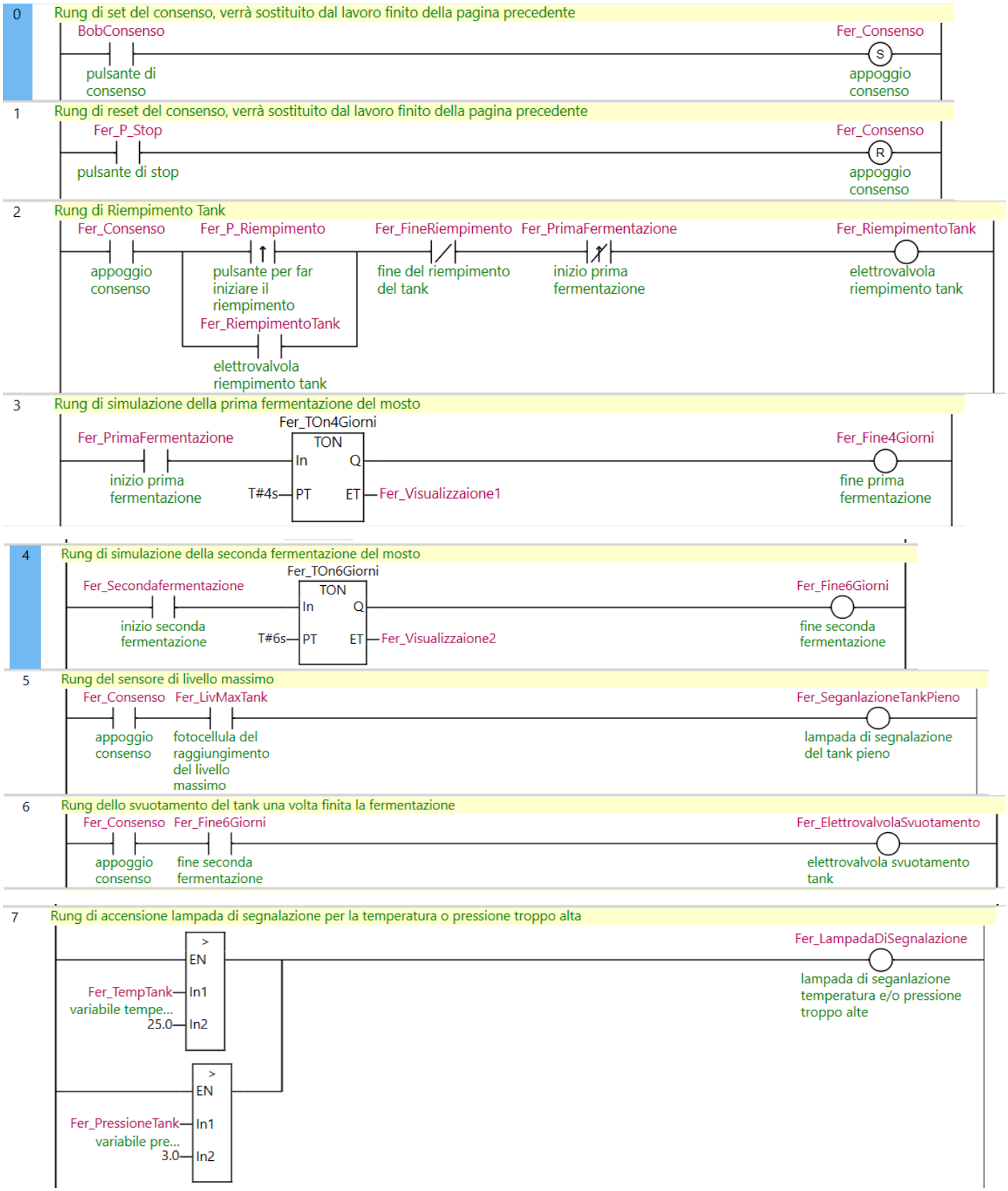
E’ stata simulata anche la salita automatica del mosto legata alla fermentazione. Durante la fermentazione, temperatura e pressione all’interno del tino sono costantemente monitorate e controllate in modo da rimanere nei range di seguito indicati:

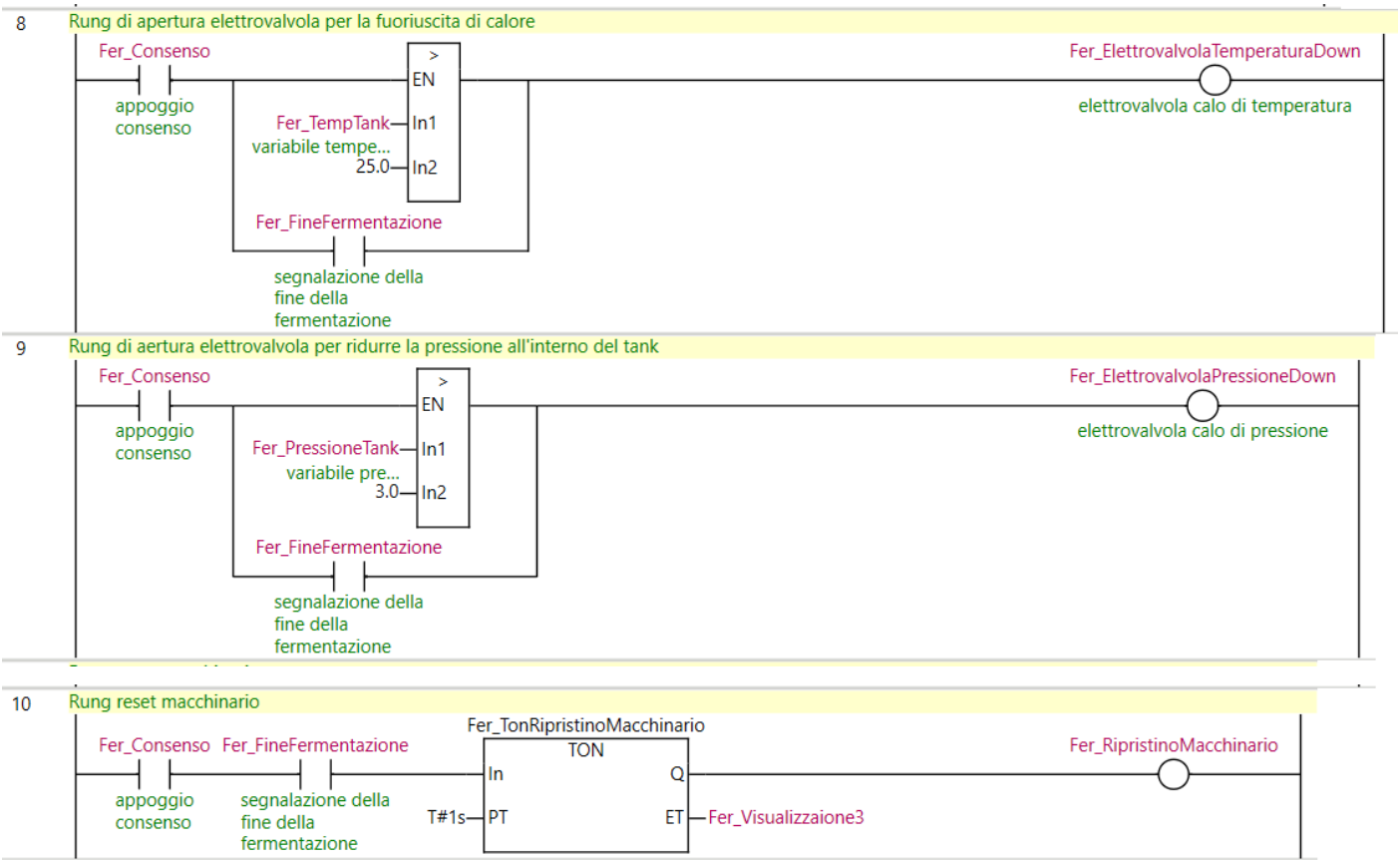
- temperatura T tra 22 e 25 °C
- pressione P tra 1 e 3 bar

I valori di temperatura e pressione utilizzati in simulazione sono impostati nella pagina HMI. Se la temperatura sfora i range prestabiliti, si accende una spia rossa lampeggiante e si apre un'elettrovalvola per consentire la fuoriuscita di anidride carbonica (CO2) e di calore.

Un pulsante di stop ferma il macchinario in qualsiasi istante.

Programmazione della pagina di fermentazione





Script di animazione pagina di separazione del mosto dal trub

```
1
2  Sub AnimazioniRiempimentoTank
3
4  'PREMENDO IL PULSANTE DI STOP IL MACCHINARIO SI FERMI
5
6  If Fer_RiempimentoTank = False Then
7      Fer_RiempimentoTubo = Fer_RiempimentoTubo
8  End If
9
10 If Fer_RiempimentoTank = False Then
11     Fer_RiempimentoTankAnim = Fer_RiempimentoTankAnim
12 End If
13
14 If Fer_Consenso = False Then
15     Fer_PressioneTank = Fer_PressioneTank
16 End If
17
18 If Fer_Consenso = False Then
19     Fer_TempTank = Fer_TempTank
20 End If
21
```

```
22  'ANIMAZIONI RIEMPIMENTO E SVUOTAMENTO TANK
23
24  If W_MostoInUscita  >= 100 Then
25      Fer_P_Riempimento = True
26      Else
27      Fer_P_Riempimento = False
28  End If
29
30  'Animazioni Riempimento
31
32  If Fer_RipristinoMacchinario = False Then
33
34  If Fer_ElettrovalvolaSvuotamento = False Then
35
36  If Fer_RiempimentoTank = True Then
37      Fer_RiempimentoTubo = Fer_RiempimentoTubo +2
38      Fer_VistaMostoTuboSX_DX = True
39  End If
40
41  If Fer_RiempimentoTank = True Then
42      Fer_AnimLievito = Fer_AnimLievito -2
43  End If
44
45  If Fer_AnimLievito <= 0 Then
46      Fer_AnimLievito = 0
47  End If
48
49  If Fer_RiempimentoTubo >= 100 Then
50      Fer_RiempimentoTubo = 100
51  End If
52
53  If Fer_RiempimentoTubo = 100 And Fer_RiempimentoTank = True Then
54      Fer_RiempimentoTankAnim = Fer_RiempimentoTankAnim +2
55  End If
56
57  If Fer_RiempimentoTankAnim > 60 And Fer_RiempimentoTankAnim <= 64 And Fer_Fine4Giorni = False Then
58      Fer_RangeRiempimento= True
59          Fer_VistaMostoTuboSX_DX = False
60      Fer_VistaMostoTuboDX_SX = True
61      Else
62      Fer_RangeRiempimento= False
63  End If
64
65  If Fer_RangeRiempimento= True Then
66      Fer_PrimaFermentazione = True
67  End If
68
```

```
69  If Fer_RiempimentoTankAnim = 100 Then
70      Fer_Secondafermentazione = True
71  End If
72
73  If Fer_VistaMostoTuboDX_SX = True Then
74      Fer_RiempimentoTubo = Fer_RiempimentoTubo -4
75  End If
76
77  If Fer_RiempimentoTubo <= 0 Then
78      Fer_RiempimentoTubo = 0
79  End If
80
81  If Fer_Fine4Giorni = True  Then
82      Fer_RiempimentoTankAnim = Fer_RiempimentoTankAnim +2
83  End If
84
85  If Fer_RiempimentoTankAnim >= 100 And Fer_ElettrovalvolaSvuotamento = False Then
86      Fer_RiempimentoTankAnim = 100
87  End If
88
89  End If
90
91  'Animazioni Svuotamento
92
93  If Fer_ElettrovalvolaSvuotamento = True Then
94
95      Fer_RiempimentoTankAnim = Fer_RiempimentoTankAnim -2
96
97  If Fer_RiempimentoTankAnim <= 0 Then
98      Fer_RiempimentoTankAnim = 0
99  End If
100
101 If Fer_RiempimentoTankAnim = 0 Then
102     Fer_TuboSvuotamentoFineSX_DX = True
103     Fer_TuboSvuotamentoFineAnim = Fer_TuboSvuotamentoFineAnim +2
104 End If
105
106 If Fer_TuboSvuotamentoFineAnim >= 100 Then
107     Fer_TuboSvuotamentoFineAnim = 100
108 End If
109
110 If Fer_TuboSvuotamentoFineAnim = 100 Then
111     Fer_TuboSvuotamentoFineSX_DX = False
112 End If
113
```

```
114 If Fer_TuboSvuotamentoFineAnim = 100 Then
115     Fer_TuboSvuotamentoFineAnimAppoggio = Fer_TuboSvuotamentoFineAnimAppoggio -2
116     Fer_TuboSvuotamentoFineDX_SX = True
117 End If
118
119 If Fer_TuboSvuotamentoFineAnimAppoggio <= 0 Then
120     Fer_TuboSvuotamentoFineAnimAppoggio = 0
121 End If
122
123 If Fer_TuboSvuotamentoFineAnimAppoggio = 0 Then
124     Fer_FineFermentazione = True
125 End If
126
127 End If
128
129 End If
130
131 'Rispristino macchinario
132
133 If Fer_RipristinoMacchinario = True Then
134     Fer_RiempimentoTubo = 0
135     Fer_VistaMostoTuboSX_DX = True
136     Fer_VistaMostoTuboDX_SX = False
137     Fer_TuboSvuotamentoFineAnim = 0
138     Fer_AnimLievito = 100
139     Fer_TuboSvuotamentoFineSX_DX = True
140     Fer_TuboSvuotamentoFineDX_SX = False
141     Fer_TuboSvuotamentoFineAnim = 0
142     Fer_TuboSvuotamentoFineAnimAppoggio = 100
143     Fer_ElettrovalvolaSvuotamento = False
144     Fer_PrimaFermentazione= False
145     Fer_Secondafermentazione = False
146 End If
147
148 If Fer_RiempimentoTubo = 0 And Fer_VistaMostoTuboSX_DX = True And Fer_VistaMostoTuboDX_SX = False And
149     Fer_FineFermentazione = False
150 End If
151
152 End Sub
153
154 Sub ValoriPressioneETemperatura
155
156 'Con Consenso premuto si settano i valori per far funzionare il macchinario
157
158 If Fer_Consenso = True And Fer_RiempimentoTubo = 0 And Fer_VistaMostoTuboDX_SX = False Then
159     Fer_TempTank = 22.0
160 End If
161
162 If Fer_Consenso = True And Fer_RiempimentoTubo = 0 And Fer_VistaMostoTuboDX_SX = False Then
163     Fer_PressioneTank = 1.0
164 End If
```

```
165
166 If Fer_Consenso = True And Fer_RiempimentoTubo = 0 And Fer_VistaMostoTuboDX_SX = False Then
167     Fer_AnimLievito = 100
168 End If
169
170 'SIMULAZIONE AUMENTO E DIMINUZIONE DI PRESSIONE E TEMPERATURA
171
172 If Fer_ElettrovalvolaTemperaturaDown = True Then
173     Fer_TempTank = Fer_TempTank -0.5
174 End If
175
176 If Fer_ElettrovalvolaPressioneDown = True Then
177     Fer_PressioneTank = Fer_PressioneTank -0.2
178 End If
179
180 If Fer_ElettrovalvolaTemperaturaDown = True And Fer_TempTank <= 22.0 Then
181     Fer_TempTank = 22.0
182 End If
183
184 If Fer_ElettrovalvolaTemperaturaDown = True And Fer_PressioneTank <= 1.0 Then
185     Fer_PressioneTank = 1.0
186 End If
187
188 If Fer_Fine4Giorni = True And Fer_LivMaxTank = False And Fer_ElettrovalvolaSvuotamento = False And Fer_Consenso = True Then
189     Fer_TempTank = Fer_TempTank +0.5
190 End If
191
192 If Fer_Fine4Giorni = True And Fer_LivMaxTank = False And Fer_ElettrovalvolaSvuotamento = False And Fer_Consenso = True Then
193     Fer_PressioneTank = Fer_PressioneTank +0.2
194 End If
195
196 If Fer_TempTank<= 22.0 And Fer_FineFermentazione = True Then
197     Fer_TempTank = 22.0
198 End If
199
200 If Fer_PressioneTank<= 1.0 And Fer_FineFermentazione = True Then
201     Fer_PressioneTank = 1.0
202 End If
203
204 If Fer_TempTank > 35.0 Then
205     Fer_TempTank = 35.0
206 End If
207
208 If Fer_PressioneTank >7.0 Then
209     Fer_PressioneTank = 7.0
210 End If
211
212
213 End Sub
214
215 Sub Spie
216
217 If Fer_RiempimentoTankAnim = 100 Then
218     Fer_LivMaxTank = True
219 Else
220     Fer_LivMaxTank = False
221 End If
222
223 End Sub
```

Pagina sinottico

La pagina del sinottico consente di visualizzare velocemente quale fase della lavorazione si trova in esecuzione in un determinato istante e può essere richiamata in qualunque momento durante l'esecuzione del processo.

Ad ogni fase è associata una targhetta su cui è raffigurata l'immagine relativa ai macchinari utilizzati in quella fase, in modo da facilitarne l'individuazione; sotto l'immagine, due luci di segnalazione si accendono quando la pagina corrispondente è in esecuzione, indicando quale fase del processo si sta eseguendo.

Da ognuna delle pagine associate alle fasi del processo, è inoltre possibile tornare alla pagina del sinottico per visualizzare quale fase sia in esecuzione.

Script di animazione della pagina sinottico

SINOTTICO

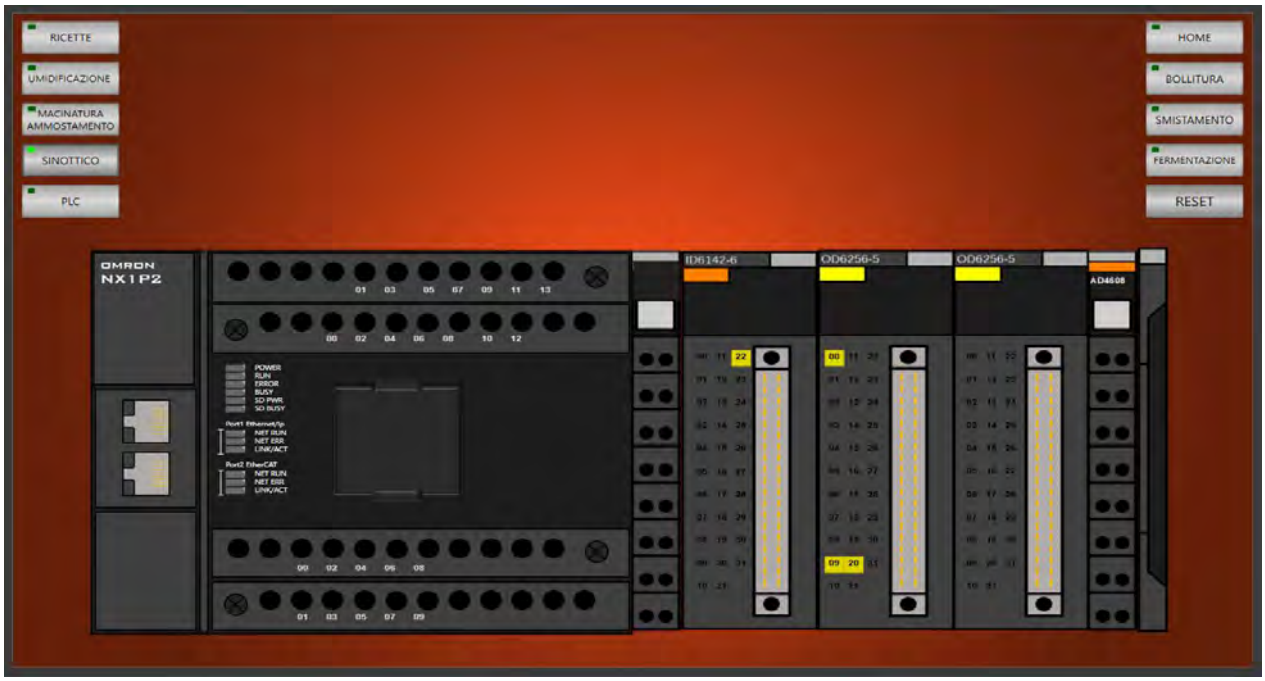
```
1  Sub SINOTTICO
2      VISTA_MACINATURA=False
3      VISTA_RICETTE=False
4      VISTA_WELCOME=False
5      VISTA_LAUTER=False
6      VISTA_KETTLE=False
7      VISTA_WHIRLPOOL=False
8      VISTA_COOLER=False
9      VISTA_FERMETING=False
10     VISTA_UMIDIFICAZIONE=False
11 End Sub
12 Sub MACINATURA
13     VISTA_SINOTTICO=False
14     VISTA_RICETTE=False
15     VISTA_WELCOME=False
16     VISTA_LAUTER=False
17     VISTA_KETTLE=False
18     VISTA_WHIRLPOOL=False
19     VISTA_COOLER=False
20     VISTA_FERMETING=False
21     VISTA_UMIDIFICAZIONE=False
22 End Sub
23 Sub RICETTE
24         VISTA_SINOTTICO=False
25         VISTA_MACINATURA=False
26         VISTA_WELCOME=False
27         VISTA_LAUTER=False
28         VISTA_KETTLE=False
29         VISTA_WHIRLPOOL=False
30         VISTA_COOLER=False
31         VISTA_FERMETING=False
32         VISTA_UMIDIFICAZIONE=False
33 End Sub
34 Sub WELCOME_
35     VISTA_SINOTTICO=False
36     VISTA_RICETTE=False
37     VISTA_MACINATURA=False
38     VISTA_LAUTER=False
39     VISTA_KETTLE=False
40     VISTA_WHIRLPOOL=False
```

```
41      VISTA_COOLER=False
42      VISTA_FERMETING=False
43      VISTA_UMIDIFICAZIONE=False
44  End Sub
45  Sub LAUTER
46      VISTA_MACINATURA=False
47      VISTA_RICETTE=False
48      VISTA_WELCOME=False
49      VISTA_SINOTTICO=False
50      VISTA_KETTLE=False
51      VISTA_WHIRLPOOL=False
52      VISTA_COOLER=False
53      VISTA_FERMETING=False
54      VISTA_UMIDIFICAZIONE=False
55  End Sub
56  Sub KETTLE
57          VISTA_MACINATURA=False
58          VISTA_RICETTE=False
59          VISTA_WELCOME=False
60          VISTA_SINOTTICO=False
61          VISTA_LAUTER=False
62          VISTA_WHIRLPOOL=False
63          VISTA_COOLER=False
64          VISTA_FERMETING=False
65          VISTA_UMIDIFICAZIONE=False
66      End Sub
67      Sub WHIRLPOOL
68          VISTA_MACINATURA=False
69          VISTA_RICETTE=False
70          VISTA_WELCOME=False
71          VISTA_SINOTTICO=False
72          VISTA_LAUTER=False
73          VISTA_COOLER=False
74          VISTA_FERMETING=False
75          VISTA_KETTLE=False
76          VISTA_UMIDIFICAZIONE=False
77      End Sub
78      Sub COOLER
79          VISTA_MACINATURA=False
80          VISTA_RICETTE=False
81          VISTA_WELCOME=False
82          VISTA_SINOTTICO=False
83          VISTA_LAUTER=False
84          VISTA_FERMETING=False
85          VISTA_WHIRLPOOL=False
86          VISTA_KETTLE=False
87          VISTA_UMIDIFICAZIONE=False
88      End Sub
```

```
89  Sub FERMETING
90      VISTA_MACINATURA=False
91      VISTA_RICETTE=False
92      VISTA_WELCOME=False
93      VISTA_SINOTTICO=False
94      VISTA_LAUTER=False
95      VISTA_COOLER=False
96      VISTA_WHIRLPOOL=False
97      VISTA_KETTLE=False
98      VISTA_UMIDIFICAZIONE=False
99  End Sub
100 Sub UMIDIFICAZIONE
101     VISTA_MACINATURA=False
102     VISTA_RICETTE=False
103     VISTA_WELCOME=False
104     VISTA_SINOTTICO=False
105     VISTA_LAUTER=False
106     VISTA_COOLER=False
107     VISTA_WHIRLPOOL=False
108     VISTA_KETTLE=False
109     VISTA_FERMETING=False
110 End Sub
```

Pagina di monitoraggio di ingressi ed uscite del PLC

In questa pagina è possibile visualizzare il PLC con i moduli associati di I/O: ingressi ed uscite del PLC sono collegati agli input ed output utilizzati nella programmazione in modo che ciascuno di essi si illumina quando utilizzato.



E' stato utilizzato un PLC NX1P2-9024DT1, con 3 moduli ingresso/uscita ID6142-6 e OD6256-5 e HMI NA5-15W101.

Il processo produttivo: guida rapida all'uso del programma

Di seguito sono riassunti i passi che l'operatore deve seguire per la corretta esecuzione del programma:

1. nella pagina Home, premere il pulsante AVVIO; viene visualizzata automaticamente la pagina IMPOSTAZIONE PARAMETRI;
2. nella pagina IMPOSTAZIONE PARAMETRI,
   - selezionare il pulsante CONSENSO
   - scegliere il tipo di BIRRA CHIARA o SCURA
   - se si seleziona BIRRA CHIARA, scegliere tra LAGER o PILSNER
   - se si seleziona BIRRA SCURA, scegliere tra BIRRA ROSSA 1 e BIRRA ROSSA 2
   - nella finestra di dialogo, inserire la quantità di birra da produrre (in litri) utilizzando l'apposito tastierino e premendo ENTER: automaticamente viene visualizzato il valore di densità iniziale del tipo di birra scelto; inserire il valore di densità finale desiderato (che deve essere inferiore di 10-50 unità rispetto alla densità iniziale); inserire il valore del grado di amaro (EBU) desiderato e premere il pulsante CONFERMA
   - se sono stati inseriti i corretti valori dei parametri di processo, selezionare SI nelle successive finestre di conferma: automaticamente i parametri inseriti vengono caricati dal sistema per le successive fasi di lavorazione
   - selezionare CHIUDI nell'ultima finestra di conferma: automaticamente viene caricata la pagina UMIDIFICAZIONE
3. nella pagina UMIDIFICAZIONE, premere il pulsante START;
4. durante la simulazione, da ogni pagina è sempre possibile richiamare la PAGINA DEL SINOTTICO che consente di visualizzare quale pagina si trova in esecuzione e consente di accedere alla pagina PLC.

Campionatura automatica per test di laboratorio

< Sommario

Vista l'impossibilità di poter svolgere l'attività di stage, si è pensato pensato di coinvolgere le aziende nella realizzazione di questo progetto, anche nell'ottica di suggerire all'azienda possibili soluzioni tecnologiche o di programmazione tali da ottimizzare il funzionamento dell'impianto, incentivando così la collaborazione scuola- azienda.

IIS Fermo Corni di Modena MO - Classe IV

- **Docente coordinatore**: Claudio Ferrari
- **Studenti:** Simone Cavani, Gabriele Ceresoli, Francesco Fittipaldi, Greta Pasquali, Olivia Savigni.

PREMESSA

L'idea di mettersi in gioco in un progetto incentrato sulla programmazione e sul virtual commissioning ci è piaciuta molto.

Vista l'impossibilità di poter svolgere l'attività di stage a causa della pandemia, abbiamo pensato di recuperare il rapporto con le aziende cercando di coinvolgerle nella realizzazione di questo progetto.

In particolare, grazie ai tanti contatti che studenti e docenti del corso di automazione hanno con le aziende che operano nel settore dell'automazione del comprensorio modenese, non è stato difficile individuare dei casi con impianti in fase di progetto, di sviluppo o di aggiornamento, potenzialmente adatti ad essere "virtualizzati" e quindi utilizzabili come punto di partenza per il nostro obiettivo.

Il tutto anche nell'ottica di riuscire a suggerire all'azienda possibili soluzioni tecnologiche o di programmazione tali da ottimizzare il funzionamento dell'impianto / macchina, incentivando così la collaborazione scuola – azienda, peraltro una delle basi sulle quali si fonda l'attività PCTO.

L'azienda che ha soddisfatto completamente le nostre esigenze è IMAL di San Damaso (MO), che assieme alle associate PAL e GLOBUS opera nel settore del legno e in particolare nella realizzazione di macchine che producono pannelli multistrato (di tipo PB, MDF, OSB) o in truciolare.

Affinché i pannelli possano essere commercializzati, è necessario che questi abbiano caratteristiche meccaniche, fisiche e chimiche che ottemperano a una specifica normativa, la EN 13986.

È quindi necessario realizzare sui pannelli un controllo di qualità, che si traduce in una complessa serie di test tra i quali, ad esempio:

EN120 – Contenuto di formaldeide

ISO12460-3, EN717-2, EN717-3
Rilascio di formaldeide

EN310 – Resistenza alla flessione

EN311 – Solidità superficiale

EN314 – qualità dell'incollaggio

EN317 – Rigonfiamento

EN319 – Resistenza alla trazione

EN322 – Contenuto di umidità

EN323 – Densità

EN382-1 – Assorbimento superficiale

ISO3340 – Contenuto di sabbia

ISO3350 – Durezza statica

EN320 – Strappo a vite

I pannelli devono di conseguenza essere ritagliati in modo opportuno, al fine da ottenere dei campioni di dimensioni adeguate al tipo di test al quale questi saranno in seguito sottoposti.

Inoltre alcuni test necessitano che il campione sia stato levigato.

Nella stragrande maggioranza dei casi il taglio dei pannelli e la levigatura dei campioni sono effettuati manualmente.

Si tratta però di un metodo operativo certamente poco efficiente in termini di tempo - lavoro, ancorché pericoloso e usurante: occorre infatti ricordare che i pannelli sono

prodotti a ciclo continuo dalle presse e quelli soggetti alle prove vengono selezionati a campione ogni mezz'ora.

Per ogni pannello testato l'operatore deve eseguire decine di tagli, anche di diverse misure, garantendo una notevole precisione e un'elevata velocità di esecuzione, in quanto è fondamentale che i campioni siano preparati e i test effettuati il prima possibile per riscontrare rapidamente difetti di produzione e intervenire con azioni correttive: occorre infatti considerare che le presse producono fino a 100 m^3/h di pannelli.

A complicare ancora di più il compito dell'operatore vi è anche il fatto che i pannelli in uscita dalle presse hanno una temperatura compresa tra 70 e 80 °C ma, proprio per rallentare il meno possibile il processo produttivo, non si può attendere che raggiungano una temperatura sufficientemente bassa da poter essere manovrati agevolmente dall'operatore.

IMAL ha quindi progettato una macchina, la SMC100, nella quale il taglio dei campioni avviene automaticamente, con l'operatore che deve solamente inserire la tavola in ingresso alla macchina e scegliere lo schema di taglio.

Si tratta di una macchina che è soggetta a continue migliorie anche a seguito delle richieste e delle segnalazioni provenienti dalla clientela.

Tuttavia, l'idea alla base della macchina ci è parsa estremamente interessante e quindi, in accordo con IMAL, abbiamo pensato di svilupparla come se noi fossimo i progettisti, applicando quindi i principi della tecnica del vitual commissioning, ovvero riproducendo il comportamento fisico della macchina in maniera virtuale attraverso una simulazione software applicata al "digital twin".

L'obiettivo finale dell'emulazione consiste nel testare tutti gli elementi progettati e le relative automazioni, tecnicamente controllate da PLC, motion control, robot e HMI, consentendo di testare lo sviluppo software per rimuovere gli errori del sistema prima di mettere in atto la costruzione dei componenti e dell'intero processo manifatturiero.

La collaborazione con IMAL si è concretizzata dapprima con un meet che ha coinvolto dirigenti, tecnici e progettisti e noi studenti dove ci è stato descritto il principio di funzionamento della macchina con la descrizione di tutte le soluzioni tecnologiche e software su essa implementate, le criticità ancora da risolvere e la loro idea di miglioramento della macchina nell'ottica di ottenere una maggiore efficienza del processo.

In particolare quest'ultimo aspetto, ovvero l'introduzione di migliorie, ci ha veramente appassionato e ci ha portato a ideare, testare e quindi proporre una soluzione a IMAL che sarà oggetto di una loro valutazione con l'obiettivo di renderla al più presto operativa.

SMC100: Perché una macchina per il taglio?

Molte prove da laboratorio richiedono il taglio di campioni aventi dimensioni fisse; spesso si utilizzano più campioni per avere un risultato significativo dal punto di vista statistico oppure al fine di ottenere un determinato peso (rilascio e contenuto di formaldeide).

Alcune prove (flessione) richiedono che le dimensioni del campione siano funzione dello spessore nominale; altre che presenti un peso minimo (umidità).

Siccome spessore e densità influenzano numero e dimensione di campioni, è necessario disporre di schemi di taglio studiati per ciascuna produzione.

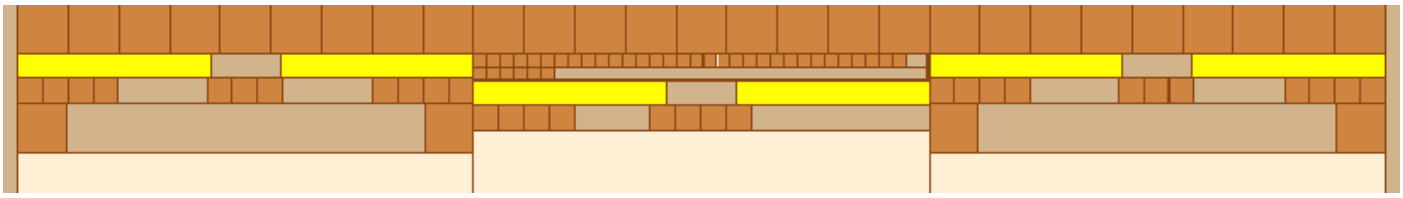
Il numero di tali schemi può diventare molto elevato con tutto ciò che ne deriva se il processo non viene eseguito automaticamente, basti solo pensare alla possibilità che l'operatore possa compiere errori nel rispetto delle quote durante l'esecuzione di un complesso schema di taglio.

Tipologie dei campioni

La macchina dà quindi una risposta alle seguenti esigenze:

- distribuire i campioni in maniera ottimale sul pannello, in quanto ai fini statistici e per rispettare i vincoli di posizione e dimensione imposti dalle normative è importante prelevare i campioni ben ripartiti sull'intera larghezza della tavola;

- tagliare e levigare a ciclo continuo secondo schemi di taglio programmabili in base a densità e spessore;



Esempio di schema di taglio

- tagliare e levigare, con qualità e ripetitività, campioni con precisione di 0.1 mm aventi bordi squadrati e superfici parallele fra di loro, in totale sicurezza per l'operatore, che può così può concentrarsi su altri compiti come eseguire le prove successive;

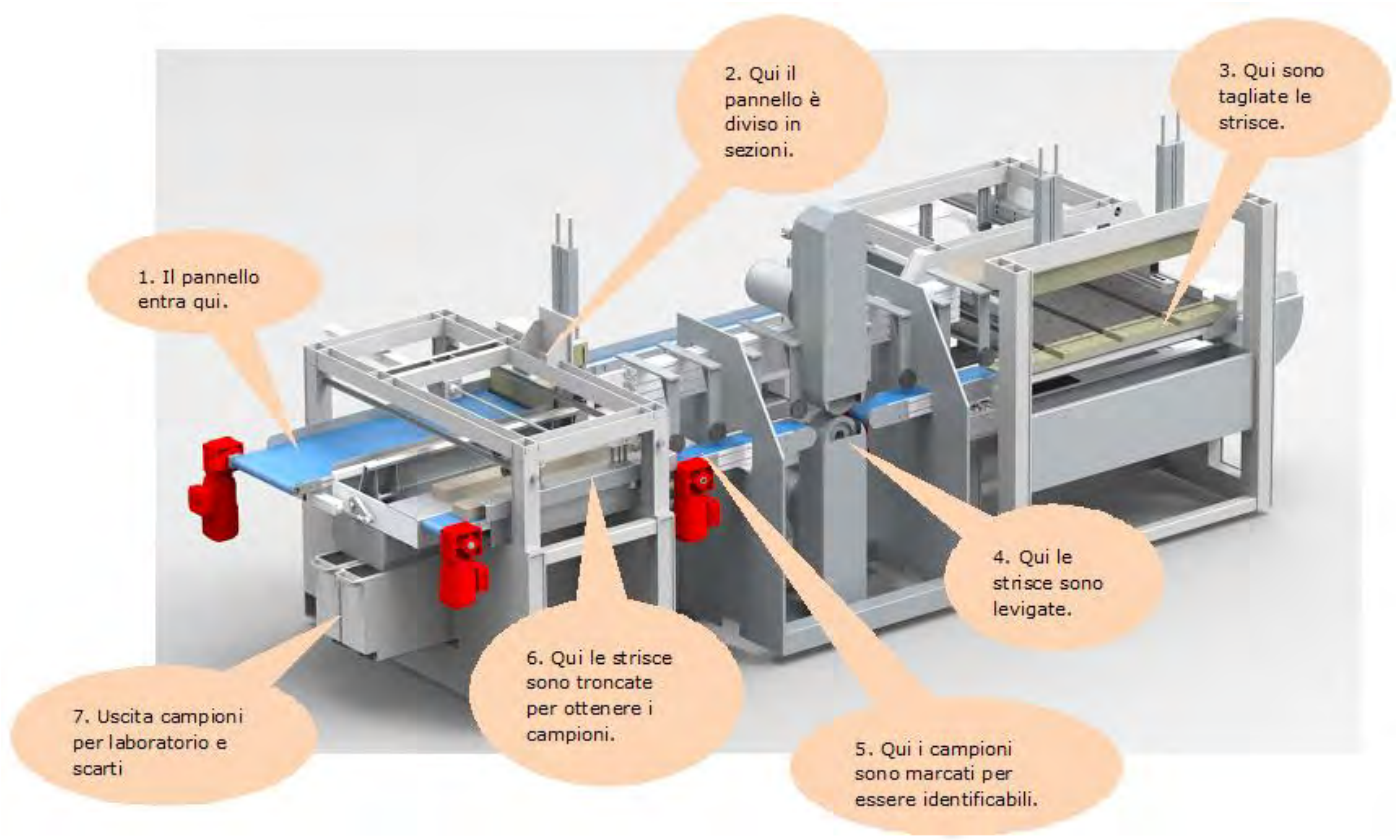
Campione tagliato a mano

Campione tagliato automaticamente

- marcare i campioni con un codice che serve all'operatore per separarli ed ordinarli destinandoli alle varie prove successive;
- tenere traccia dei campioni tagliati: un sistema di taglio automatico può ricordare dove ha prelevato ogni singolo campione e inviare ad un database tale informazione, in modo che il sistema informatico possa integrarla con i risultati delle prove di laboratorio.

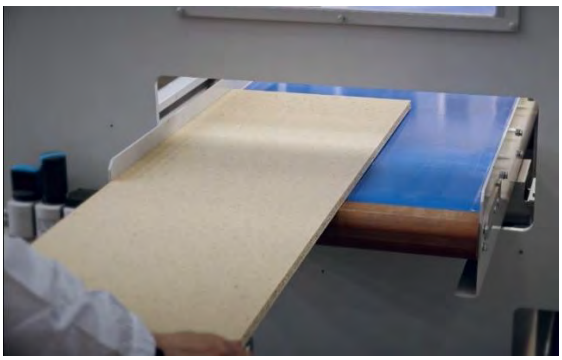
Infine, ma non per questo meno importante, vi è l'aspetto dello spazio contenuto occupato dalla macchina: grazie alla disposizione ad 'U' dei nastri trasportatori che movimentano il materiale, si è ottenuta una soluzione estremamente compatta che consente di ridurre i vincoli relativi alla sua collocazione in relazione al processo produttivo.

Uno sguardo alla macchina: come funziona



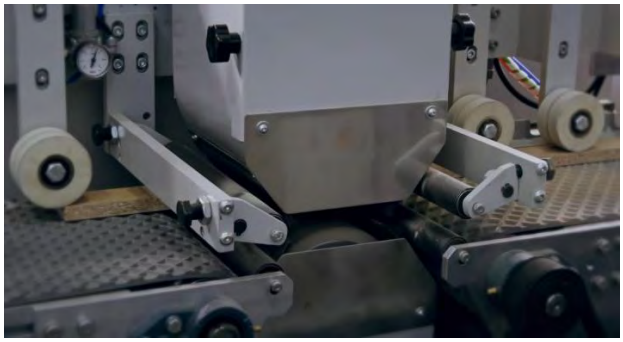
0) L'operatore imposta lo schema di taglio

1) Il pannello viene inserito nella macchina

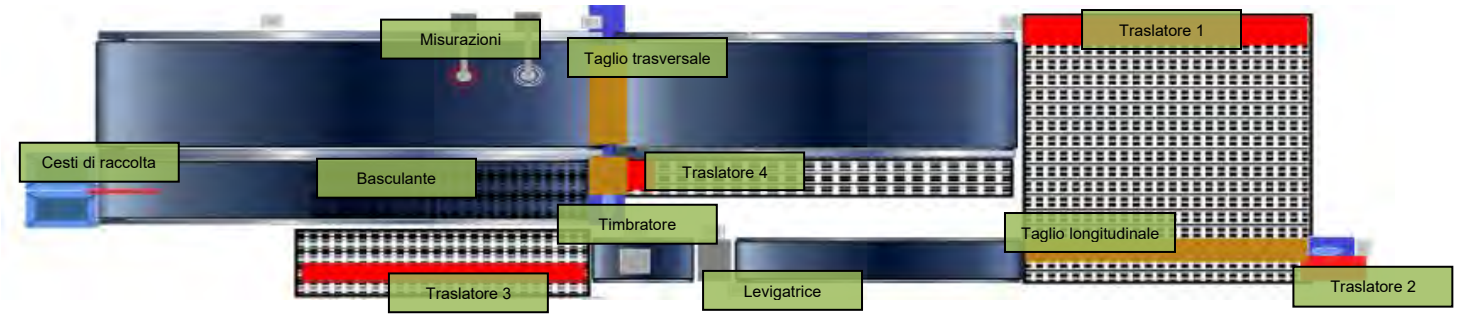


2) Il pannello viene sezionato e vengono eliminati gli scarti di testa e di coda

3) Ogni sezione viene divisa in strisce e viene eliminato il primo taglio longitudinale

4) Ogni striscia viene levigata (se impostato nello schema di taglio) 	5) Ogni striscia viene marcata in punti che dipendono dello schema di taglio
6) Ogni striscia viene troncata per ottenere i campioni 	7) I campioni vengono separati dagli scarti
8) I campioni raggiungono il cesto di raccolta 	

La nostra soluzione



Il buon funzionamento della macchina dipende dalla possibilità di impostare una ricetta contenente i diversi schemi di taglio e dalla precisione con la quale i tagli vengono eseguiti.

Dal punto di vista informatico è stata implementata una complessa struttura caratterizzata dal contenere tutte le quote di taglio, mentre per quanto concerne l'hardware si è sfruttata la tecnologia del motion control che permette di controllare la posizione di oggetti in movimento in modo estremamente sofisticato e preciso.

Configurazione della ricetta di taglio

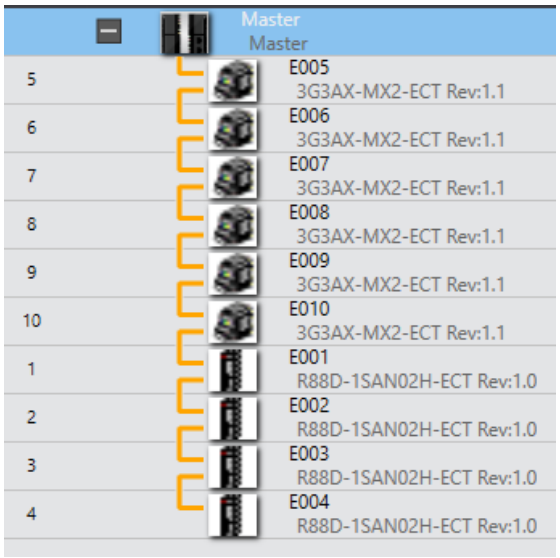
È costituita da un array di quattro elementi di tipo "tagli" (uno per ciascun tipo di taglio); il tipo dato "tagli", creato appositamente per l'applicazione, è una struttura che permette di definire, per ciascuna tavola:

- il numero di tagli longitudinali,
- le quote di ciascun taglio longitudinale,
- il numero di tagli trasversali,
- le quote di ciascun taglio trasversale,
- se il pezzo ottenuto dal taglio deve essere testato,
- il codice da imprimere sul campione.

tagli	STRUCT
numero_tagli_long	INT
quote_tagli_long	ARRAY[1..5] OF int
numero_tagli_trasv	ARRAY[1..5] OF int
quote_tagli_trasv	ARRAY[1..110] OF int
campioni_ok	ARRAY[1..110] OF bool
codice_campioni	ARRAY[1..110] OF string...

	numero_tagli_long (INT)	quote_tagli_long[1] (INT)	quote_tagli_long[2] (INT)	quote_tagli_long[3] (INT)	quote_tagli_long[4] (INT)	quote_tagli_long[5] (INT)	numero_tagli_trasv[1] (INT)	numero_tagli_trasv[2] (INT)	numero_tagli_trasv[3] (INT)	numero_tagli_trasv[4] (INT)	numero_tagli_trasv[5] (INT)	quote_tagli_trasv[1] (INT)	quote_tagli_trasv[2] (INT)
[1]	5	250	1250	3000	4500	6000	21	6	2	10	0	1090	2180
[2]	4	500	3000	4500	6000	0	2	2	10	0	0	3270	20730
[3]	4	250	2750	4500	6000	0	2	7	10	0	0	3270	20730
[4]	5	500	1500	3000	4500	6000	21	1	1	10	0	1090	2180

Configurazione delle risorse hardware per il motion control



L'elevata precisione richiesta dall'applicazione richiede funzionalità di motion per ciascun asse di movimento presente nell'impianto, dieci in totale.

La CPU assegnata per lo sviluppo del progetto permette la configurazione di soli quattro assi motion: di conseguenza si è optato per gestire con azionamenti motion control i movimenti richiedenti assoluta precisione (posizionamenti per tagli trasversali e longitudinali e timbratura) e con azionamenti a inverter tutti gli altri assi, sfruttando opportuni sensori come feedback di posizione.

Il tutto in un'architettura nella quale la CPU è il master di una rete EtherCAT.

Sono quindi state istanziate le seguenti funzioni motion per i relativi assi

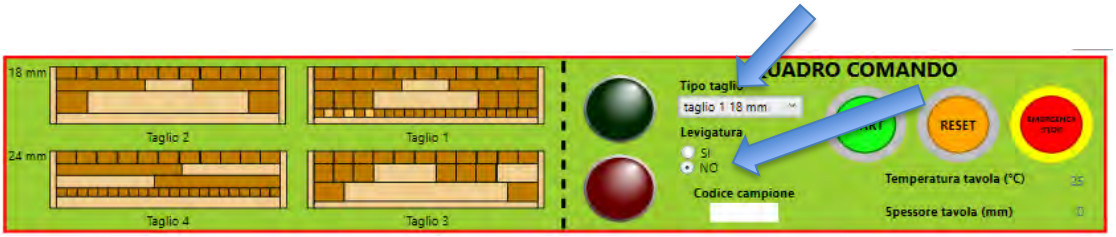
//asse nastro 1 MC_Power_inst MC_MoveRelative_INST MC_SetPosition_INST MC_MoveVelocity_INST MC_Stop_INST MC_Moveabsolute_INST	//asse traslatore_1 MC_Power_inst1 MC_SetPosition_INST1 MC_MoveAbsolute_inst1 MC_Stop_INST1
//asse timbratore MC_Power_inst2 MC_SetPosition_INST2 MC_Moveabsolute_INST2 MC_MoveVelocity_INST2 MC_Stop_INST2	//asse traslatore_4 MC_Power_inst4 MC_SetPosition_INST4 MC_Moveabsolute_INST4 MC_Stop_INST4

e le successive necessarie a gestire il funzionamento degli inverter.

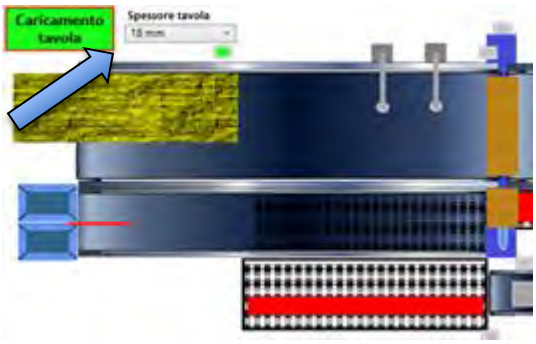
/nastro 2 INV002_MX2_ECT_inst1	//taglio 1 INV002_MX2_ECT_inst2	//taglio 2 INV002_MX2_ECT_inst3
//traslatore 3 INV002_MX2_ECT_inst4	//traslatore 2 INV002_MX2_ECT_inst5	//nastro uscita INV002_MX2_ECT_inst6

Le fasi del processo si susseguono come nella macchina reale.

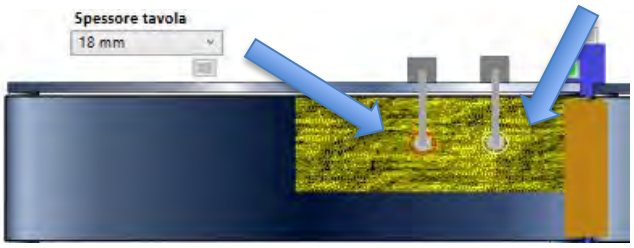
L'operatore imposta lo schema di taglio avvalendosi dell'interfaccia operatore e definisce se i campioni devono essere levigati; in particolare, nella rappresentazione grafica dello schema di taglio le aree più scure rappresentano i campioni, quelle più chiare gli scarti.



Il pannello viene inserito nella macchina dopo aver impostato il suo spessore



Il pannello viene fatto avanzare fino a raggiungere la linea di taglio, dove la conformità dello spessore e la temperatura sono valutate grazie a istruzioni dedicate al trattamento di segnali analogici.

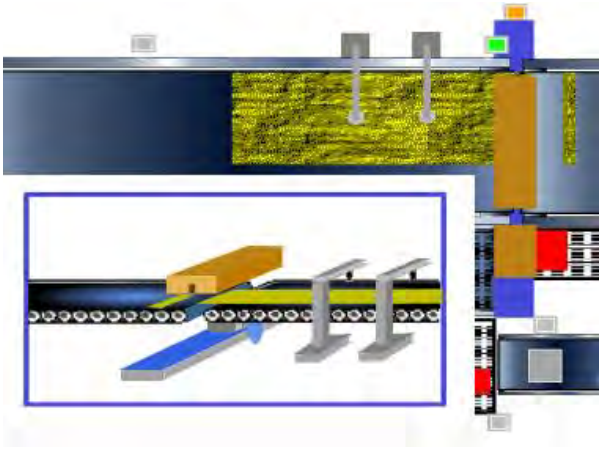


Il rilevamento della temperatura è necessario se è richiesto di levigare i campioni, in quanto la temperatura della tavola deve trovarsi sotto a 60 °C perché questa operazione possa svolgersi efficacemente.

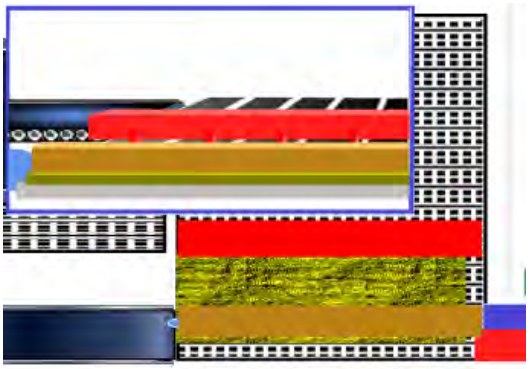
Se lo spessore del pannello immesso sul nastro di alimentazione non è conforme a quanto impostato nel pannello di controllo,

viene data segnalazione e il pannello viene riportato verso l'ingresso in modo che sia sostituito.

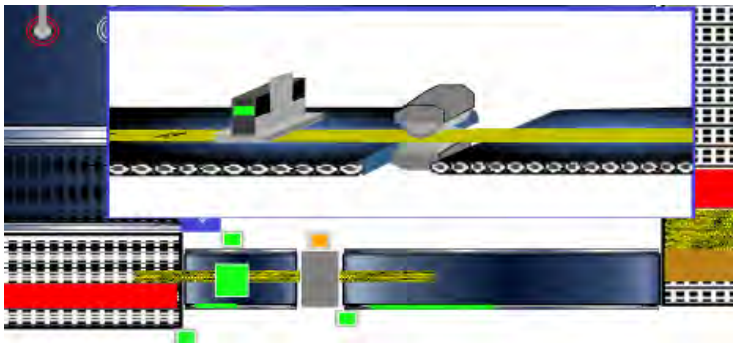
Nella nostra soluzione il pannello non viene sezionato e quindi vengono tagliati solamente gli scarti di testa e di coda.



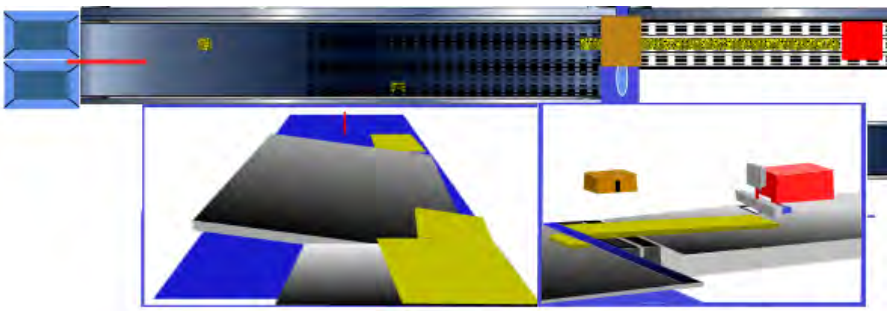
Il pannello viene trasportato verso la stazione di taglio longitudinale dove sono prodotte le strisce, la prima delle quali è scartata in quanto non utilizzabile ai fini dei test.



La striscia viene quindi levigata, se richiesto, e timbrata con i codici che identificano il tipo di test da eseguire successivamente sul campione.

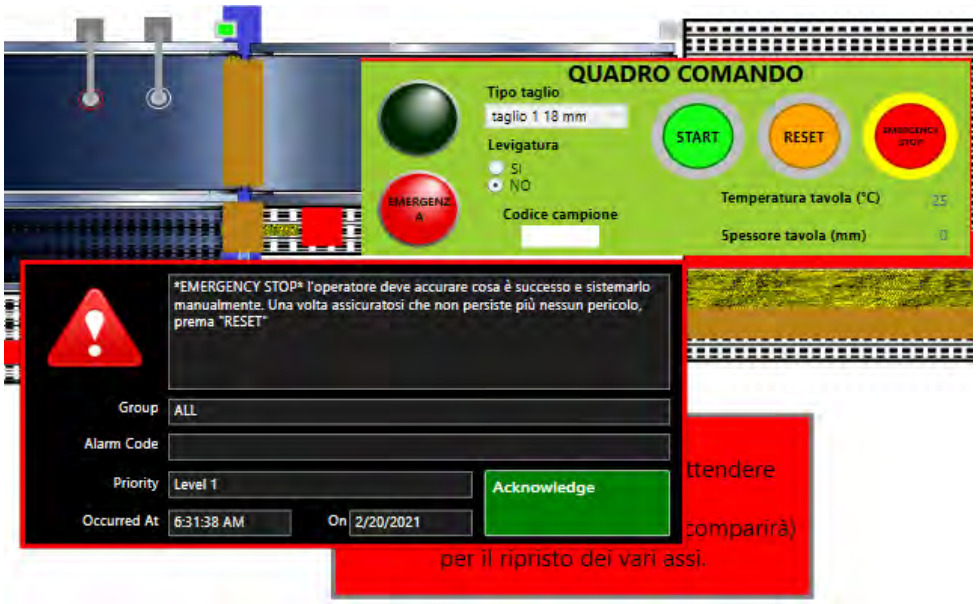


Ciascuna striscia viene trasportata verso la stazione di taglio trasversale, dove sono effettivamente prodotti i campioni; questi sono separati dagli scarti per mezzo di una pedana basculante (il "ribaltino") che, ruotando in direzioni opposte, determina la loro caduta sui lati opposti del nastro sottostante e di qui trasportati verso due diversi ceste di raccolta.



I campioni possono quindi essere raccolti dall'operatore che, in base al codice su di essi impresso li trasferirà verso successive stazioni adibite all'esecuzione dei test.

Un'attenzione particolare è stata dedicata alla sicurezza: nel caso sia premuto il fungo di emergenza, la macchina si porta immediatamente in uno stato di sicurezza per il quale tutti gli assi si arrestano. Risolto il problema e confermato tramite il pulsante reset che la macchina può ripartire, tutti gli assi ritornano quindi in posizione di inizio servizio.



Dal punto di vista software la gestione dell'emergenza è stata realizzata configurando un task ad evento richiamato dalla pressione del pulsante, di priorità superiore al task primario, nel quale si richiama l'esecuzione di un programma nel quale la sequenza di esecuzione dell'automa a stati che governa il funzionamento della macchina viene immediatamente deviata verso la sezione contenete le istruzioni di gestione dell'allarme.

	Tipo Task	Nome task	Condizione di esecuzione/periodo	Condizione di esecuzione dett	Rilevamento super	Tempo di rilevament	Priorità es	Temp
	Task periodico primario priorità 4	PrimaryTask	4ms		Rileva	20ms(5 volte)	04	3
	Task evento priorità 8	EventTask0	Quando viene soddisfatta un'espr	_Arresto Salita	Non rilevare	10 ms	08	

EventTask0

	Nome programma
1	gestione_emergenza

L'evoluzione della macchina

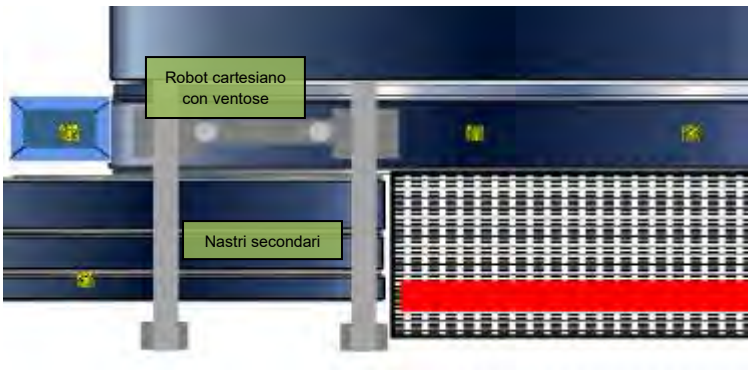
Dai colloqui avuti con i tecnici di IMAL abbiamo saputo che il sistema del ribaltino era stato adottato come "fine linea" per contenere gli ingombri.

Questa soluzione non è stata particolarmente apprezzata dai clienti: infatti, i pezzi in uscita da testare possono rovesciarsi e accavallarsi nel cesto, rendendo spesso necessario per l'operatore "scavare" nel mucchio alla ricerca dei campioni di suo interesse.

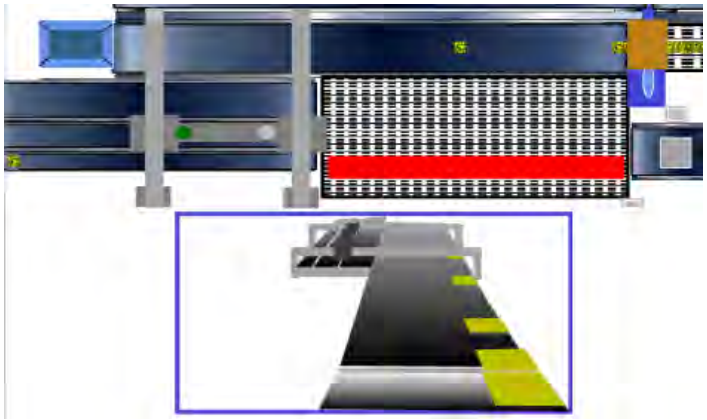
Questa operazione, unitamente agli urti prodotti dalla caduta dei pezzi, produce danneggiamenti agli spigoli e alle superfici con conseguente possibile alterazione dei risultati di alcuni test.

IMAL ci ha proposto, a inizio gennaio, di studiare come risolvere il problema.

Abbiamo quindi ipotizzato, dopo il taglio finale, di far proseguire gli scarti sul nastro di uscita fino a farli cadere nel cesto, mentre i campioni sono trasportati, a seconda del loro codice, su tre nastri collocati parallelamente a quello di uscita.



La suddivisione in tre categorie dei pezzi prodotti, classificazione peraltro suggerita da IMAL, prevede di trasportare verso una prima baia i pezzi già pronti per le successive prove, verso una seconda baia i pezzi destinati a essere incollati (ci sono prove che richiedono l'incollaggio a supporti in alluminio/acciaio), verso una terza baia i pezzi che devono essere avvitati a un supporto o fresati.



La soluzione ipotizzata prevede l'installazione di un robot cartesiano montato ortogonalmente rispetto ai quattro nastri, la cui testa di presa è costituita da una serie di ventose pneumatiche a depressione che si attivano in base alla lunghezza del pezzo da trasportare verso il nastro di uscita.

Quando il pezzo viene rilevato dall'apposito sensore, in base al codice del pezzo si attivano solamente le ventose necessarie affinchè non vi sia un consumo inutile di aria compressa, che agganciano così il pezzo.

Dal punto di vista progettuale, la necessità di introdurre un ulteriore posizionamento di precisione ha comportato l'implementazione, nello script HMI, di un modello simulato dell'azionamento che viene eseguito quando nel programma PLC viene richiamata la funzione di movimentazione del robot.

```
Select Case stato_robot_1
Case 0
      done_asse_x=False
If start_asse_x Then
   stato_robot_1=10
End If
Case 10
   If testa_di_presa_X<pos_asse_x Then
      testa_di_presa_X=testa_di_presa_X+20
   End If
   If testa_di_presa_X >pos_asse_x Then
      testa_di_presa_X=testa_di_presa_X-20
   End If
 If testa_di_presa_X=pos_asse_x Then
    stato_robot_1=20
 End If
Case 20:
  done_asse_x=True
 If start_asse_x=False Then
stato_robot_1=0
End If
End Select
```

Ma non finisce qui ...

L'idea è molto piaciuta all'azienda, a tal punto che ha iniziato lo studio di fattibilità della modifica.

Ci ha inoltre proposto di studiare un ulteriore aggiornamento, che prevederebbe di rimpiazzare il robot cartesiano con un robot antropomorfo il quale, oltre a direzionare i campioni tagliati verso le baie, incolli quelli delle prove denominate "internal bond" e "surface bond" agli appositi supporti, prepari i campioni per lo strappo a vite avvitando le viti preposte oppure posizioni i campioni soggetti a prove di sforzo sotto una colonna dinamometrica, la cui parte meccanica è già disponibile in fabbrica.

Insomma, un bel po' di spunti da sviluppare che speriamo potranno servirci per partecipare al trofeo del prossimo anno ...

Documentazione a supporto del progetto

Nella cartella "Programmi" si trova:

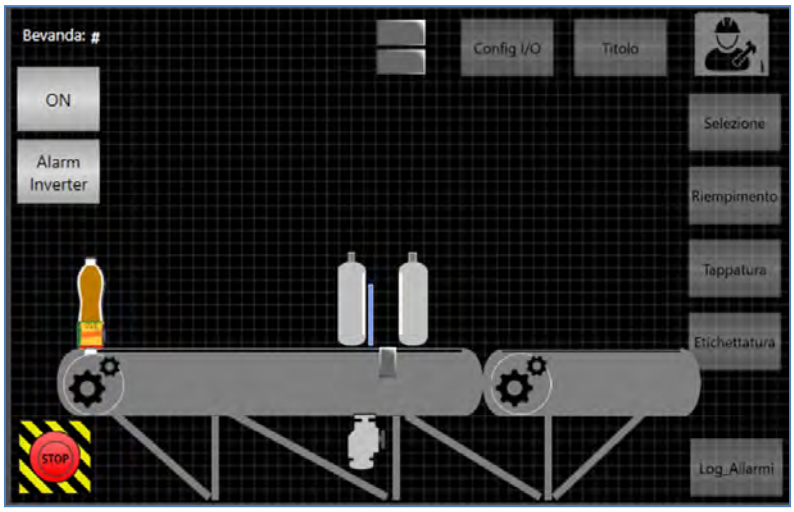
- il progetto denominato "Progetto con basculante", debitamente commentato nelle sue parti fondamentali, nel quale viene proposta la soluzione che prevede l'utilizzo del basculante come tecnologia per lo smistamento dei campioni;
- il progetto denominato "Progetto con robot cartesiano", nel quale viene proposta la soluzione che prevede l'utilizzo del robot cartesiano come tecnologia per lo smistamento dei campioni.

Considerando il poco tempo avuto per lavorare sulla seconda soluzione, abbiamo puntato sul completamento del codice e delle relative animazioni piuttosto che occuparci dei relativi commenti. Di conseguenza il progetto è significativamente commentato solamente nella parte inerente alla gestione del robot.

Nella cartella "Filmati" si trova:

- il video "Campionatura automatica per test di laboratorio" nel quale è rappresentato il funzionamento della macchina, dapprima nella versione con il basculante e successivamente nella versione con il robot cartesiano.

Confezionamento bevande



< Sommario

Questo progetto vuole simulare una linea industriale automatizzata di confezionamento bevande ed è ispirato a una prova di laboratorio che trattava del processo di riempimento di una bottiglia trasportata da un nastro trasportatore.

Questa automazione è stata suddivisa in tre fasi principali di riempimento, tappatura ed etichettatura.

IIS L. Nobili – Reggio Emilia RE - Classe V

- **Docente coordinatore:** Domenico Parisoli
- **Studenti:** Stanislaw Bun Michal, Filippo Formella, Denis Ljesnjanin, Alessandro Mrishaj.

Indice:

1. Introduzione
2. Architettura del sistema di controllo
3. Ingressi e Uscite
4. Gestione azionamenti
5. Fase di selezione
6. Fase di riempimento
7. Fase di tappatura
8. Fase di etichettatura

1. Introduzione

Per questo progetto abbiamo pensato di simulare una linea di confezionamento bevande industriale automatizzata, ispirati ad una prova di laboratorio fatta recentemente, che trattava del processo di riempimento di una bottiglia trasportata da un nastro trasportatore. Inizialmente l'idea era quella di prendere spunto dal confezionamento della coca cola, tuttavia dopo il primo incontro di progettazione, abbiamo preferito trarre spunto da filmati presenti su youtube, avendo come obiettivo la simulazione di un sistema ispirato ad un sistema reale, ma cercando una soluzione moderatamente semplice. Questa automazione è stata suddivisa in tre fasi principali, ovvero:

1) Riempimento
2) Tappatura
3) Etichettatura

Naturalmente abbiamo previsto anche una fase precedente (fase di selezione) rispetto alla vera e propria automazione, nella quale è possibile selezionare il tipo di bevanda e la dimensione della bottiglia.

Occorre premettere che l'utilizzo del pannello operatore prevede azioni associate al profilo dell'account utente, rilevato nella fase di **Log In**. Gli utenti abilitati sono: Matteo (ruolo amministratore), Luca (ruolo operatore), Marco (ruolo manutentore), ognuno con password 12345678; le funzioni associate ai ruoli sono descritte al paragrafo 5.

2. Architettura del sistema di controllo

Il controller NX1P29024DT1 può dialogare con il campo nelle seguenti modalità:

14 DI, 10 DO, 8 unità/espansioni (ad esempio: DI, DO, AI, AO), fino a 16 dispositivi Ethercat all'interno dei quali fino a 4 assi discreti (point to point).

Il sistema progettato e simulato è costituito da una fase di scelta prodotto e da tre fasi produttive distinte come funzione, ma anche come posizione dei macchinari. In conseguenza di ciò, si è deciso di sfruttare le potenzialità del bus di campo Ethercat per gestire i motori elettrici, con topologia 'Daisy Chain', poiché consente la riduzione dei cavi di collegamento e permette anche un distanziamento

massimo di 100 m fra due dispositivi, vincolo facilmente soddisfatto nel nostro sistema di confezionamento bevande.

Ogni fase produttiva prevede due nastri trasportatori (sicuramente importanti nel sistema simulato, ma probabilmente sovradimensionati come numero in un sistema reale) movimentati da Motori Asincroni Trifase, azionati da Inverter MX2 dotati di scheda opzionale Ethercat, con l'obiettivo di poter regolare la velocità dei nastri, in funzione, ad esempio, della dimensione della bottiglia, e di poter avere velocità diverse da nastro a nastro. Oltre alla velocità regolabile, naturalmente si avrà cura di impostare le rampe di accelerazione e decelerazione, per evitare l'eventuale caduta di una o più bottiglie. Le tre fasi produttive prevedono inoltre dei movimenti con controllo di posizione: movimentazione erogatore bevanda, posizionamento tappo e dispositivo rotazione tappo, rotazione rullo per etichette. Si è deciso quindi di adottare un azionamento servomotore Ethercat per ognuno di questi quattro posizionamenti, per la versatilità precedentemente descritta circa il bus di campo e per l'efficacia del modulo Motion Control presente in Sysmac Studio per il controllo dei 4 assi. Si osservi che il Controller NX1P2 può controllare fino a 4 assi punto punto, quindi è idoneo al nostro progetto.

Infine si è deciso di sfruttare gli I/O integrati nel Controller (14 Input Digitali e 10 Output Digitali), poiché non sono presenti segnali analogici e i segnali digitali da gestire sono come numero compatibili con tale architettura e consentono quindi un risparmio economico rispetto alla soluzione di I/O decentrata con accoppiatori Ethercat, a fronte di una maggiore complessità di cablaggio. Naturalmente in una versione reale del progetto andrebbe considerata l'effettiva distanza tra Controller e sensori/attuatori e ciò potrebbe portare ad una scelta diversa.

Tabella riassuntiva dell'architettura adottata:

Movimento	**Azionamento**	**Modalità di comunicazione con Controller NX1P2**
Nastro 1 fase Riempimento	Inverter MX2	Bus Ethercat
Nastro 2 fase Riempimento	Inverter MX2	Bus Ethercat
Posizionamento Erogatore fase Riempimento	Servo 1SN01H	Bus Ethercat
Nastro 3 fase Tappatura	Inverter MX2	Bus Ethercat
Nastro 4 fase Tappatura	Inverter MX2	Bus Ethercat
Posizionamento Tappo fase Tappatura	Servo 1SN01H	Bus Ethercat
Rotazione Tappo Fase Tappatura	Servo 1SN01H	Bus Ethercat
Nastro 5 Fase Etichettatura	Inverter MX2	Bus Ethercat
Nastro 6 Fase Etichettatura	Inverter MX2	Bus Ethercat
Rotazione Rullo Fase Etichettatura	Servo 1SN01H	Bus Ethercat

3. Ingressi e Uscite

Di seguito la tabella riassuntiva degli ingressi e delle uscite del controller utilizzate nell'applicazione

SIMBOLO	NOME	LIVELL DI TENSIO	DIGITALE/ ANALOGICO	IN	OUT	PORTA	DESCRIZIONE	VARIEBILE ASSOCIATA
START	Pulsante di start	24 V	DIGITALE	X	/	DI0	Pulsante di start	Riempi_On
EMERGEN	mergenza	24 V	DIGITALE	X	/	DI1	Pulsante di emergenza	Puls_emer
FL1	Fotocellula 1	24 V	DIGITALE	X	/	DI2	Fotocellula 1 vicino al nastro	FL1
FL2	Fotocellula 2	24 V	DIGITALE	X	/	DI3	Fotocellula 2 vicino al nastro	FL2
FL3	Fotocellula 3	24 V	DIGITALE	X	/	DI4	Fotocellula 3 vicino al nastro	FL3
FL4	Fotocellula 4	24 V	DIGITALE	X	/	DI5	Fotocellula 4 vicino al nastro	FL4
FL5	Fotocellula 5	24 V	DIGITALE	X	/	DI6	Fotocellula 5 vicino al nastro	FL5
EV1	Elettrovalvola 1	24 V	DIGITALE	/	X	DI7	Elettrovalvola 1 che consente erogazione bevanda nella bottiglia	E_Valv_Rmp0
EV2	Elettrovalvola 2	24 V	DIGITALE	/	X	DI8	Elettrovalvola 2 che consente erogazione bevanda nella bottiglia	E_Valv_Rmp1
SL1	Sensore di livello 1	24 V	DIGITALE	X	/	DI9	Sensore di livello 1 che segnala riempimento della bottiglia vicina secondo	Sens_Liv0
SL2	Sensore di livello 2	24 V	DIGITALE	X	/	DI10	Sensore di livello 2 che segnala riempimento della bottiglia vicina secondo	Sens_Liv1
LV	Luce verde	24 V	DIGITALE	/	X	DO0	Lampada che segnala il funzionamento automatico della machina	Fun_Auto
LR	Luce rossa	24 V	DIGITALE	/	X	DO1	Lampada che segnala l'attivazione dell' emergenza	Puls_emer
LM	Lama	24 V	DIGITALE	/	X	DO2	Lama che taglia l'etichetta	Lama

4. Gestione azionamenti

Il collegamento Ethercat consente una comunicazione full duplex ad alta velocità (100 Mbps) attraverso lo scambio di messaggi denominati PDO (Process Data Object) scambiati ciclicamente e SDO (Service Data Object) scambiato solo su richiesta.

Servo (1SAN02H)

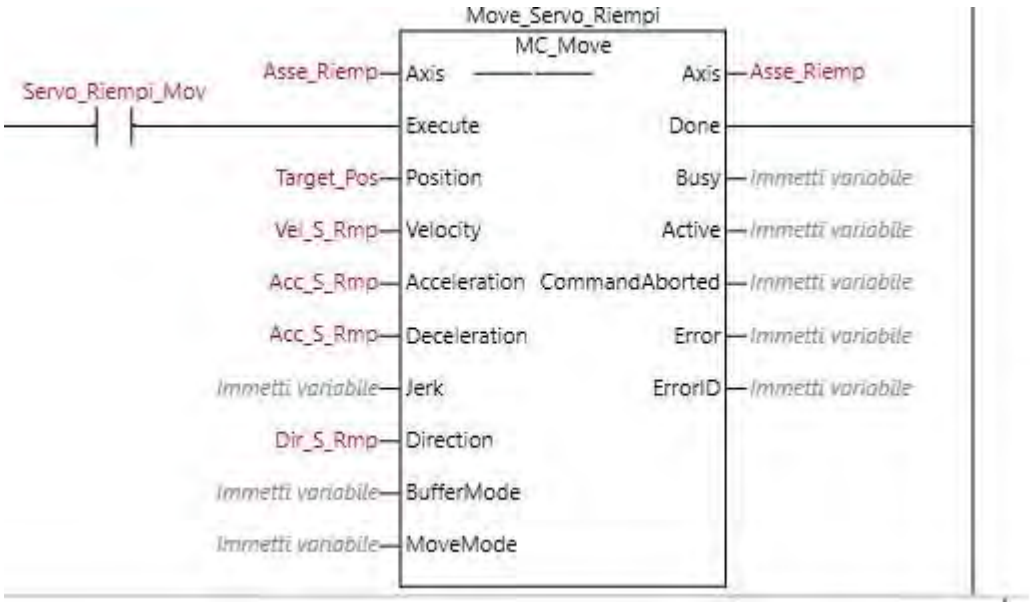
Per quanto riguarda i Servomotori viene usata la mappa PDO proposta di default (Uscita: 26, 17 Ingresso: 259, 17, 289, 512), tuttavia le relative variabili di scambio, presenti nella mappa I/O, non sono associate a variabili del programma. L'unica variabile necessaria alla simulazione dei movimenti è la variabile Actual Position assegnata all'interno del programma di controllo.

Tre assi vengono impostati come assi servoazionamento, nel seguente modo:

1048576 impulso/rev (encoder incrementale a 20 bit), ipotizzando un avanzamento di 200 mm/rev
Velocità massima 150 mm/s, Accelerazione e decelerazione massima di 300 mm/s^2
Modalità lineare con encoder incrementale
Un asse viene impostato come asse servoazionamento, nel seguente modo:

1048576 impulso/rev (encoder incrementale a 20 bit), ipotizzando un avanzamento di 360 gradi/rev
Velocità massima 360 gradi/s, Accelerazione e decelerazione massima di 720 gradi/s^2
Modalità rotativa (-360, + 360) con encoder incrementale

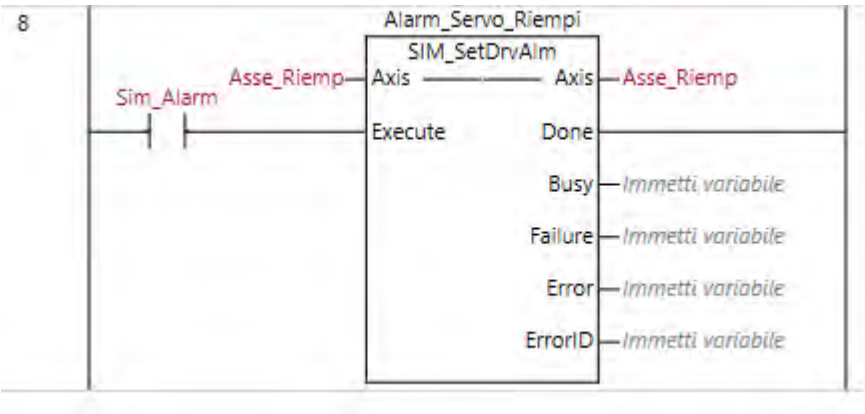
Il Blocco Funzione principale utilizzato per la movimentazione dei servomotori è MC_Move, attivo sul fronte di salita Execute.



Facendo riferimento alla figura (relativa alla sezione MC_Riemp), ad ogni fronte di salita della variabile booleana Servo_Riempi_Mov, viene movimentato il servo fino a raggiungere la posizione contenuta nella variabile Target_Pos. La variabile di posizione del servo, Asse_Riemp.Act.Pos, viene

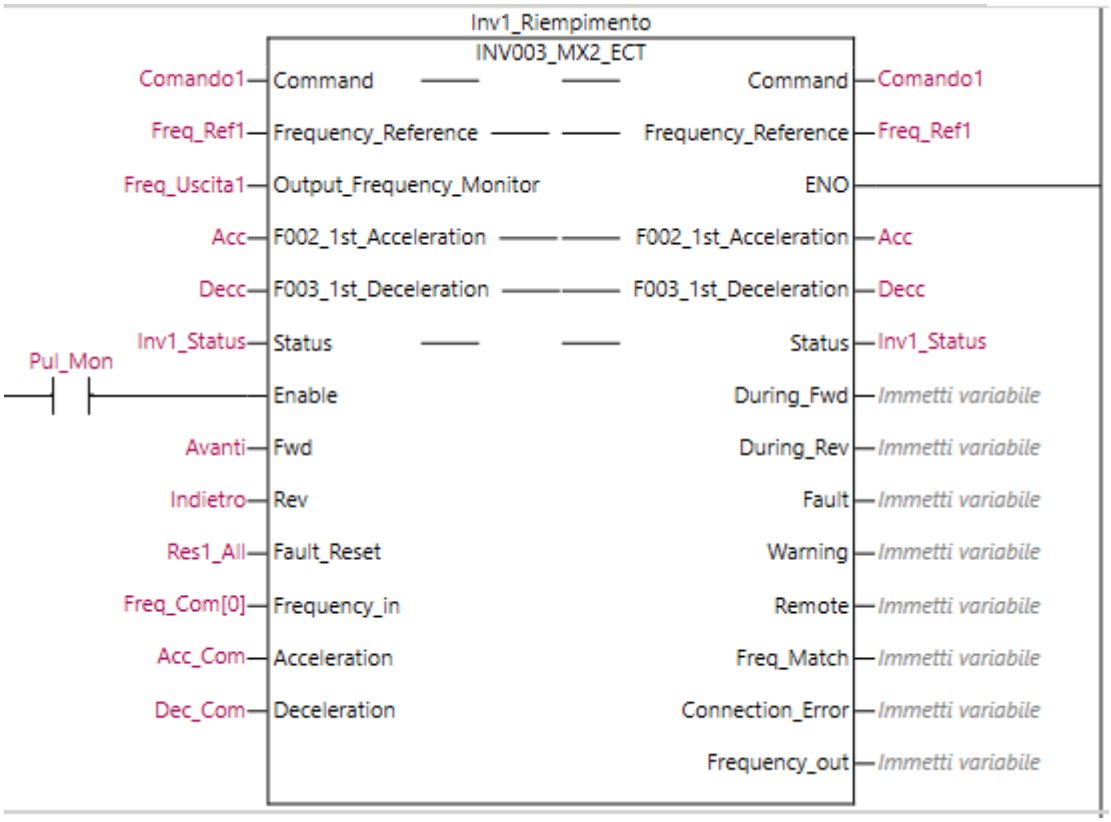
simulata dall'ambiente Sysmac Studio e quindi viene utilizzata nel pannello HMI per movimentare la grafica.

Viene sfruttata anche la possibilità che Sysmac Studio offre di simulare l'allarme relativo ad un Servo, come illustrato nella figura seguente



Inverter MX2

Per quanto riguarda gli inverter MX2 viene modificata la mappa PDO (Uscita: 1, 2, 258; Ingresso: 258, 512) rispetto a quella proposta di default (Uscita: 258; Ingresso: 258, 512), per avere in scambio anche i tempi di accelerazione e decelerazione. Le relative variabili di scambio sono presenti nella mappa I/O (Command, Frequency reference, F002 1st Acceleration time 1, F003 1st Deceleration time 1, Status, Output Frequency Monitor) e vengono associate a variabili del programma di controllo. Per la gestione dell'Inverter MX2 tramite protocollo Ethercat occorre caricare la libreria INV00x_MX2_ECT.slr che rende disponibili blocchi funzioni, fra i quali il seguente, usato nel nostro progetto:



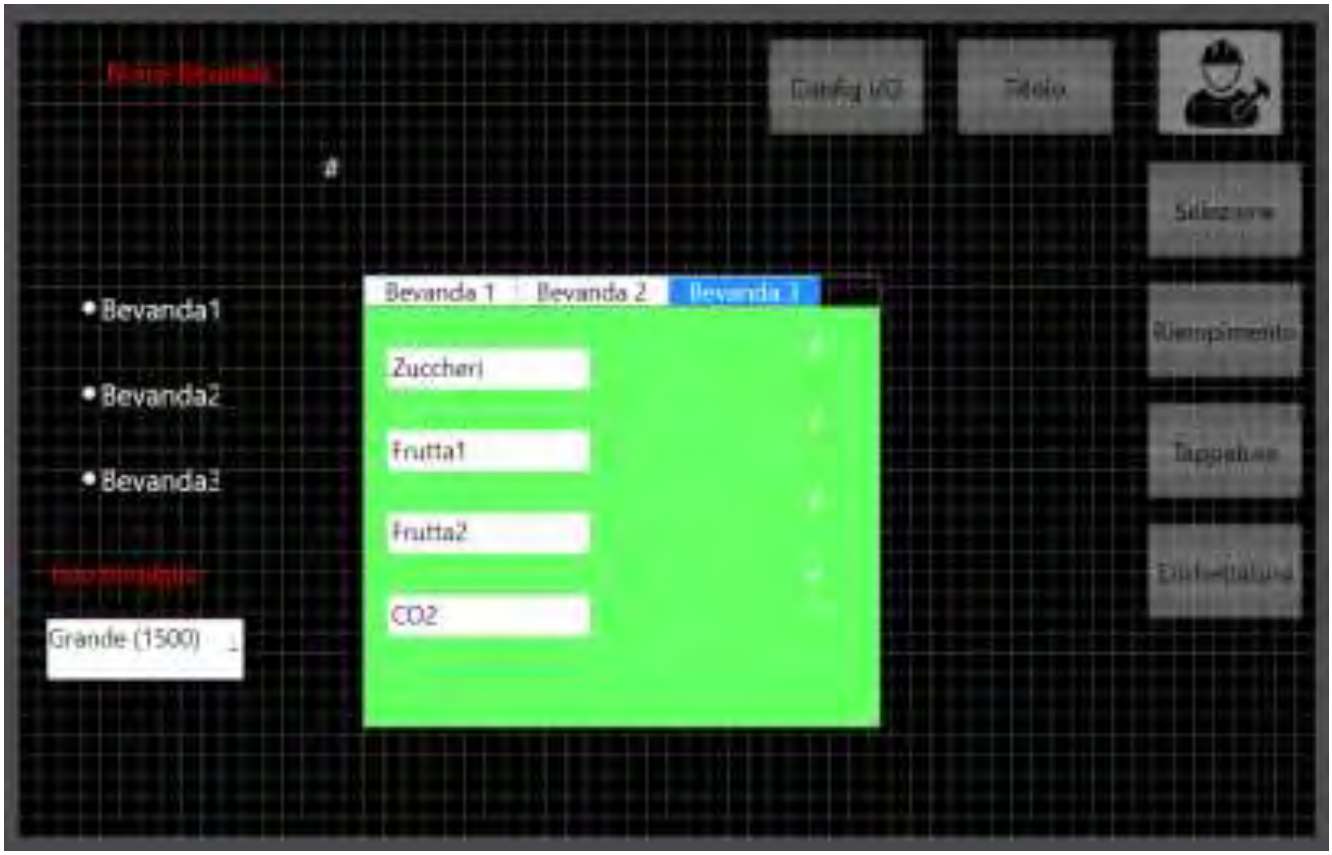
Nella parte alta del blocco funzione sono riportate le variabili di scambio in uscita dal Controller (Command, Frequency_Reference, F002_1st_Acceleration, F003_1st_Deceleration) e in ingresso al Controller (Output_Frequency_Monitor, Status); nella parte bassa del blocco funzione sono riportati i comandi utili al funzionamento dell'Inverter, impostabili da programma.

Per quanto riguarda i parametri, le impostazioni attivate sono le seguenti:

i parametri A001(sorgente frequenza) e A002 (sorgente comando Run) vengono settati per essere gestiti con la scheda opzione (impostazione etichettata con 4); il parametro A004 (impostazione frequenza massima) viene settato a 100. I parametri A097 e A098 consentono di definire il tipo di curva di accelerazione e decelerazione, di default sono impostati con curva ad S utile ad addolcire la partenza e la frenatura e quindi adatti alla nostra applicazione; per ottimizzare l'effetto di addolcimento prodotto dalla curva ad S, vengono settati a 10 i parametri A131 e A132.

5. Fase di selezione

L'utilizzo del pannello operatore prevede azioni associate al profilo dell'account utente, rilevato nella fase di Log In.



La figura mostra la pagina HMI relativa alla fase di selezione bevanda. In essa possiamo visualizzare ed attivare molte funzionalità; partendo dalla parte sinistra del pannello, notiamo tre differenti tipologie di bevande (ovvero Bevanda 1, Bevanda 2, Bevanda 3) selezionabili attraverso Radio Button. Queste bevande si differenziano in base agli ingredienti, mostrati nel Tab Control, che caratterizzano la soluzione liquida introdotta successivamente nelle bottiglie, come indicato dalle tre diverse colorazioni associate (visibili nelle fasi successive).

Al di sotto notiamo un'altra tipologia di selezione, cioè la dimensione della bottiglia. Di queste ne abbiamo previste tre tipologie diverse :

1) 500 ml

2) 1000 ml

3) 1500 ml

Queste tre bottiglie verranno selezionate solo da utenti che ricoprono il ruolo di amministratore, e non operatore o manutentore.

Nella parte destra del pannello, troviamo i seguenti pulsanti:

6. "Config. I/O": porta alla schermata che mostra la configurazione del PLC.
7. "Titolo": porta al titolo e alla descrizione del progetto

8. icona che rappresenta il login, sono previsti tre ruoli: amministratore, operatore e manutentore.

1) L'operatore: il quale ha la possibilità di azionare o fermare la macchina.

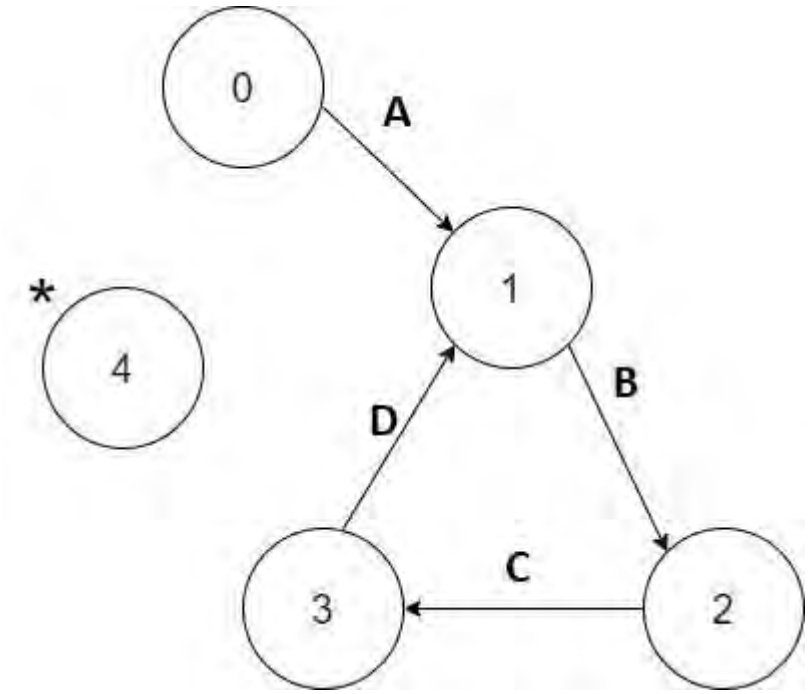
2) L'amministratore: il quale avrà abilitato tutte le funzionalità, vale a dire di selezione della bevanda, l'avviamento, lo stop e il ripristino in caso di guasto/allarme

3) Il manutentore: il quale avrà la possibilità di accedere all'emergenza dei servo per manutenzione e reset allarmi.

Al di sotto troviamo i pulsanti delle varie fasi dell'automazione, i quali ovviamente ci porteranno alle fasi desiderate.

6. Fase di riempimento

L'automatismo è implementato in testo strutturato, sfruttando una programmazione a stati (automa di Moore), seguendo il diagramma degli stati mostrato di seguito:



Stato 0: Tutte le uscite sono impostate a false e la macchina è ferma;

Transizione A: attivazione del pulsante di Start;

Stato 1: attivazione dei due nastri trasportatori (le velocità sono diverse, poiché gestiti da due inverter MX2) e del servomotore che solleva nella posizione iniziale gli erogatori;

Transizione B: attivazione della fotocellula vicina al secondo nastro;

Stato 2: il nastro trasportatore di sinistra si ferma, il servomotore fa scendere l'erogatore e provvede a riempire le bottiglie presenti (massimo due bottiglie);

Transizione C: attivazione del sensore di livello della bottiglia vicina al nastro di destra oppure di entrambi i sensori di livello se presenti due bottiglie;

Stato 3: attivazione del nastro di sinistra (quello di destra è sempre attivo) e del servomotore che solleva nella posizione iniziale gli erogatori; conteggio bottiglie che transitano sul nastro di destra.

Transizione D: transito di tutte le bottiglie riempite sul nastro di destra

Se il servomotore va in allarme, l'automa si porta nello stato 4

Stato 4: la macchina è in allarme a causa di un malfunzionamento nel servo e vengono fermati i due nastri trasportatori e il servomotore, con accensione delle due lampade (verde e rossa)

Transizione per uscire dallo stato 4: reset allarme servo per effetto di ripristino o manutenzione, effettuabile solo da utente con ruolo 'manutentore'; riporta l'automa nello stato in cui si trovava la macchina prima che si verificasse l'allarme.

Se viene premuto il pulsante di Emergenza, la macchina si porta nello stato 0 e viene accesa la lampada rossa

Il pulsante di Stop porta la macchina nello stato 0, spegnendo entrambe le lampade

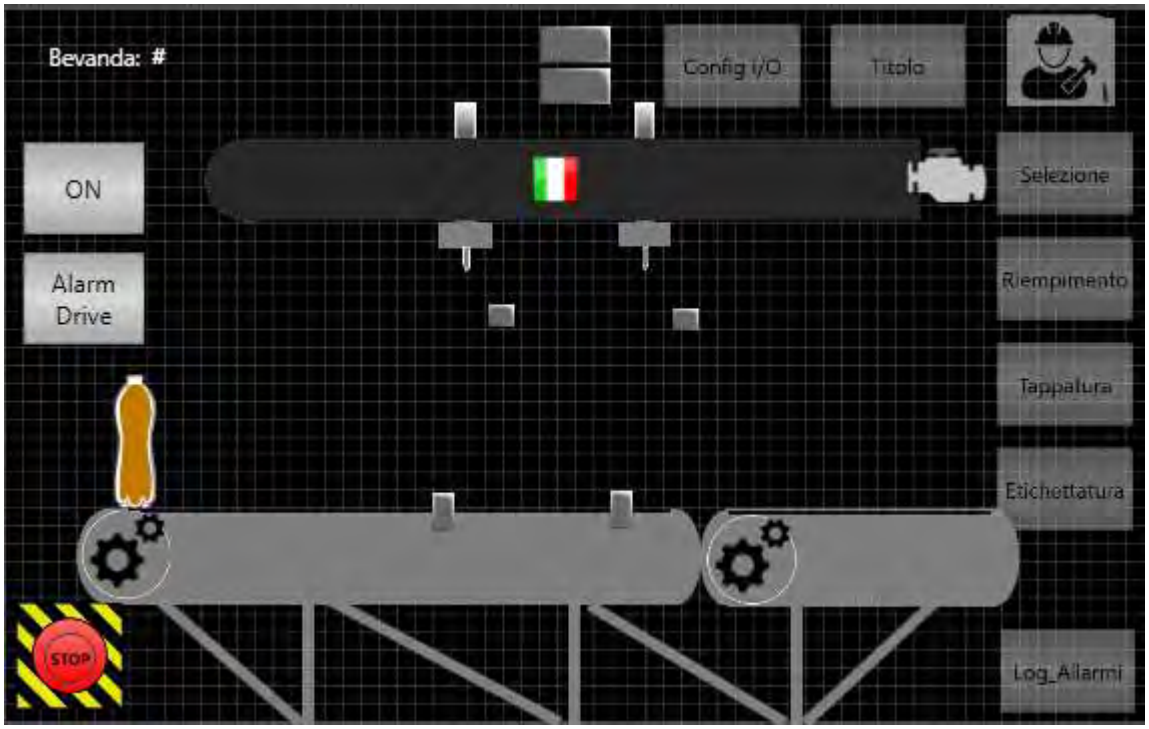
Di seguito il codice ST relativo allo stato 2

```
2:
        Avanti:=TRUE;
        Freq_Com[0] := 0;
        Freq_Com[1] :=60;
        Servo_Riempi_Mov:=TRUE;
        Target_Pos:=300-Altezza_Bott; //differenza tra il punto di partenza e la bottiglia

        //arrivato a destinazione, possiamo aprire l'elettro valvola a seconda dei fine Corsa attivi
        IF Pos_Erog>=Target_Pos-1 THEN
                E_Valv_Rmp0:=TRUE;
                IF FL1 THEN
                        odd :=TRUE;// ci permette di capire se dobbiamo saltare un ciclo nel
riempimento
                        E_Valv_Rmp1:=TRUE;
                END_IF;
                if Sens_Liv0 THEN
                         E_Valv_Rmp0:=FALSE;
                END_IF;
                IF Sens_Liv1 THEN

                        E_Valv_Rmp1:=FALSE;
                END_IF;
                //quando le bottiglie sono piene, cambiamo stato
```

```
        IF Sens_Liv0 THEN
                IF FL1 THEN
                        IF Sens_Liv1 THEN
                                Stato_Riempi:=3;
                                Servo_Riempi_Mov:=FALSE;
                                Freq_Com[0]:=35;
                        END_IF;
                ELSE
                        Stato_Riempi:=3;
                        Servo_Riempi_Mov:=FALSE;
                        Freq_Com[0]:=35;
                END_IF;

        END_IF;
ELSE
        E_Valv_Rmp0:=FALSE;
        E_Valv_Rmp1:=FALSE;
END_IF;
```

Lo stato 2 ferma il primo nastro e fa scendere gli erogatori; quando questi sono in posizione, apre l'elettrovalvola 0 e controlla la fotocellula 1. Qualora vi sia una bottiglia rilevata dalla fotocellula 1, apre l'elettrovalvola 1 e setta la variabile odd, utile per capire se saltare un giro di riempimento. Quando le bottiglie sono piene, vengono chiuse le elettrovalvole e si passa allo stato successivo.

Pagina HMI:



Descrizione della pagina:

In quest'altra immagine notiamo un pannello ricco di funzionalità. Questa parte riporta la fase del riempimento dell'automazione. Sulla sinistra notiamo tre pulsanti. Il primo dall'alto è il pulsante di avviamento, il quale se premuto avvierà l'automazione. Al di sotto visualizziamo il pulsante che simula l'allarme del servomotore: premendolo si fermerà l'automazione intera e comparirà una finestra di popup contenente un messaggio ed un altro pulsante per resettare il servo, attivabile solo da un utente con ruolo di manutentore. Nell'angolo in basso a sinistra, notiamo un pulsante di Emergenza generale, che ha la funzione di spegnere l'intera automazione in caso di allarme.

Nella parte centrale della schermata visualizziamo l'animazione della fase di riempimento dell'automazione, successiva alla selezione. L'operatore avvia il processo utilizzando il pulsante di avviamento e le bottiglie verranno posizionate ad inizio del nastro di sinistra; i motori che gestiscono i nastri trasportatori si avviano tramite inverter a velocità diversa. L'animazione farà muovere le bottiglie verso destra, fino a raggiungere la seconda fotocellula, in prossimità del nastro di destra; a quel punto il primo nastro si ferma ed in contemporanea i bracci meccanici adibiti alla fase di imbottigliamento inizieranno a scendere di quota per riempire le bottiglie. Questi bracci meccanici sono movimentati da un servomotore, che li controlla in posizione. Questi bracci sono dotati anche di elettrovalvole che servono per l'erogazione del liquido all'interno della bottiglia. L'erogazione del liquido all'interno della bottiglia termina quando il sensore di livello si attiva; così facendo le elettrovalvole si chiudono e ciò fa avviare il servo, riportando i bracci alla posizione di partenza. Le bottiglie riempite salgono su un nastro secondario posizionato sulla destra, il quale le porterà alla seconda fase dell'automazione; si osservi che il motore del nastro di destra è sempre in funzione. In alto abbiamo due lampade, una (verde) che indica il funzionamento dell'automatismo e l'altra (rossa) che indica l'attivazione dell'emergenza.

Di seguito <u>una parte della subroutine che gestisce l'animazione del movimento delle bottiglie</u>.

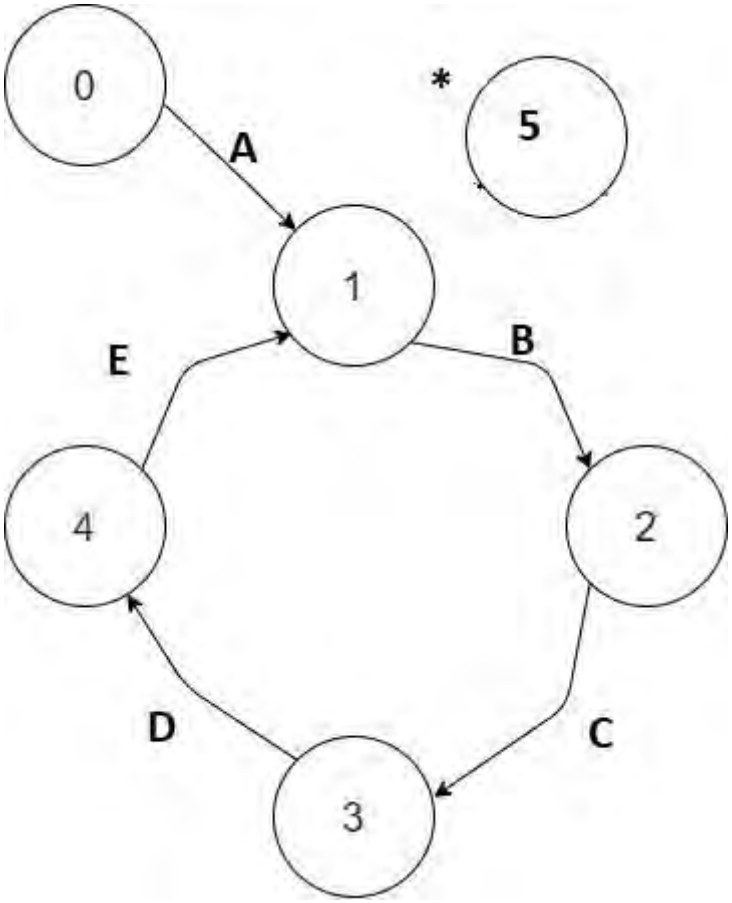
```
For i=0 To Bottle_R_X.Length-1
    If  (Bottle_R_X(i)>=850) Then 'reset posizione bottiglia
        Bottle_R_X(i)=0
        Bottle_Fill(i)=0
    End If
    If Bottle_R_X(i)>= Preset_Nastri(1) 'selezione della velocità di movimento a seconda del nastro
        local_speed=Freq_Uscita(1)
    Else
        local_speed=Freq_Uscita(0)
    End If
 'CheckCollision => funzione che ci permette di sapere se le bottiglie sono troppo vicine tra loro

    If Not (CollisionRCheck(i))
        Bottle_R_X(i) += Local_Speed/10
        If(i=id_flp0)
            If Not (Bottle_R_X(id_flp0)>flp0 And Bottle_R_X(id_flp0)<flp0 + 35)
        'se la bottiglia ha superato la fotocellula 0 dobbiamo azzerare le variabili
                FL0=False
                id_flp0 = -1
            End If
        End If
```

```
        If(Bottle_R_X(i)>flp0 And Bottle_R_X(i)<flp0 + 35)
'controllo della bottiglia sulla fotocellula 0
            FL0 = True
            id_flp0 = i
        Else
        If(Bottle_R_X(i)+5>flp1 And Bottle_R_X(i)<flp1 + 35)
'controllo della bottiglia sulla fotocellula 1
            FL1 = True
            id_flp1 = i
        Else
        If(i=id_flp1)
            If Not (Bottle_R_X(id_flp1)+5>flp1 And Bottle_R_X(id_flp1)<flp1 + 35)
'se la bottiglia ha superato la fotocellula 1 dobbiamo azzerare le variabili
                FL1=False
                id_flp1 = -1
End If End If End If End If End If Next
```

In questo parte di subroutine vengono simulati l'attivazione e lo spegnimento delle fotocellule 0 e 1, il riporto della bottiglia, la scelta della velocità corrispondente al nastro in cui si trovano le bottiglie e il cambiamento di posizione.Il codice parte dall'inizializzazione del FOR LOOP che cicla le bottiglie nella fase del riempimento. Il reset della bottiglia consente di riutilizzare gli stessi 6 oggetti senza dover crearne altri, quindi, ogni volta che la bottiglia raggiunge il limite prestabilito nella simulazione grafica, l'oggetto viene resettato e portato ad inizio nastro. La selezione delle velocità di movimento a seconda del nastro ci permette di avere una simulazione più realistica della rapidità reale dei nastri. La funzione "CollisionRCheck", controlla che le bottiglie ad inizio nastro non partano a meno che non sia il loro turno e che s.vi iano minimo 200 pixel di distanza tra loro. Dopo questo controllo, se la bottiglia ha spazio di manovra, aggiorniamo la posizione e possiamo perciò stabilire se essa si trova nel raggio di rilevazione dei nostri fine corsa. Le variabili "id_flp0" e "id_flp1", sono utilizzate per ricordare alla subroutine globale, quale bottiglia dovrà poi essere riempita.

7. Fase di tappatura

L'automatismo è implementato in testo strutturato, sfruttando una programmazione a stati (automa di Moore), seguendo il diagramma degli stati mostrato di seguito:



Stato 0: tutto impostato ad off e la macchina è ferma;
Transizione A: attivazione del pulsante di start;
Stato 1: attivazione dei due nastri e del servo che solleva i bracci;
Transizione B: attivazione della fotocellula vicino al secondo nastro;
Stato 2: viene fermato il primo nastro e il servo fa scendere i bracci con i tappi;
Transizione C: raggiungimento delle posizioni desiderate;
Stato 3: in questo stato avviene "l'avvitamento" dei tappi;
Transizione D: completamento del giro delle avvitature ed eventuale settaggio del flag (se è presente la seconda bottiglia);

Stato 4: attivazione inverter primo nastro per consentire lo spostamento delle 2 bottiglie nel secondo nastro e contemporaneamente i due servomotori vengono riportati nelle posizioni iniziali;

Transizione E: entrambe le bottiglie tappate passano al secondo nastro;

Se il servomotore che gestisce la salita/discesa dei bracci va in allarme, l'automa si porta nello stato 5

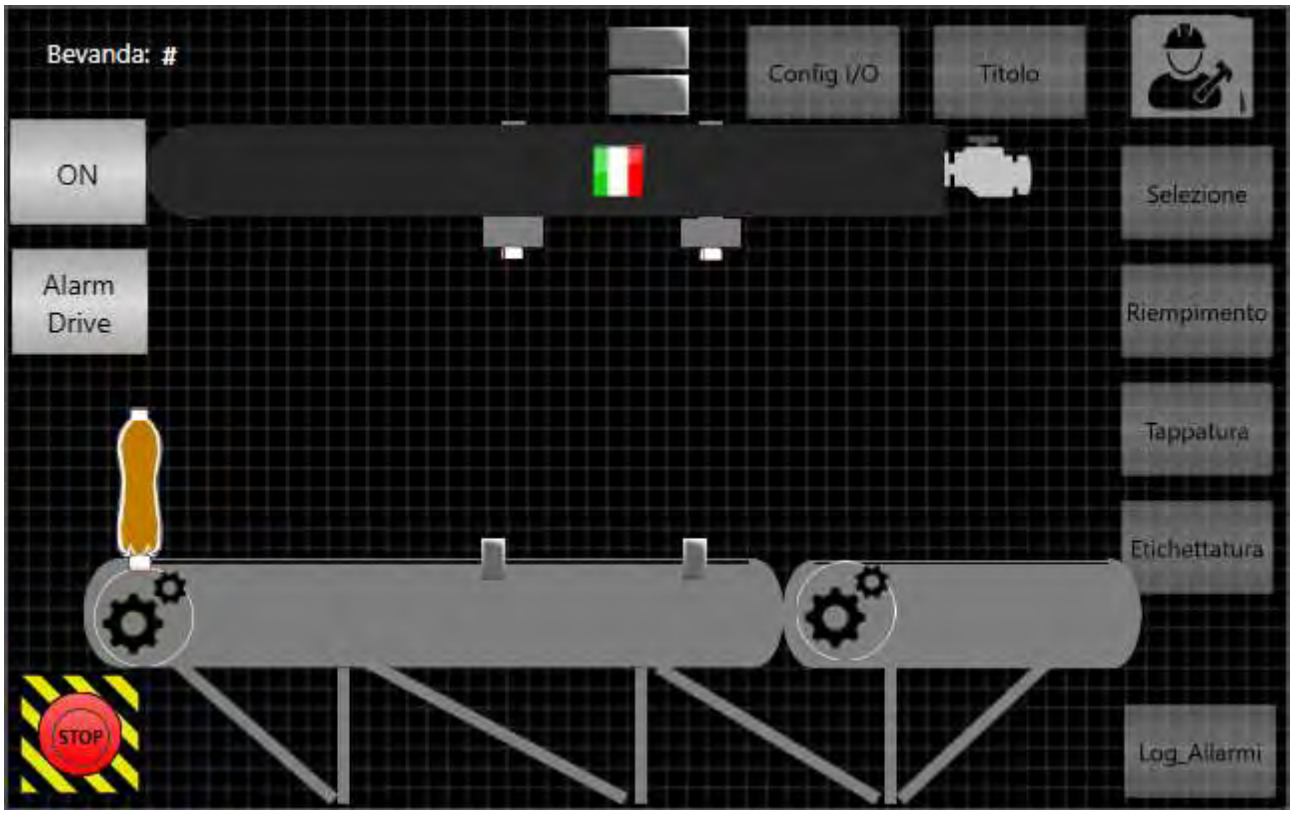
Stato 5: la macchina è in allarme a causa di un malfunzionamento nel servo e vengono fermati i due nastri trasportatori e i due servomotori, con accensione delle due lampade (verde e rossa)

Transizione per uscire dallo stato 5: reset allarme servo per effetto di ripristino o manutenzione, effettuabile solo da utente con ruolo 'manutentore'; riporta l'automa nello stato in cui si trovava la macchina prima che si verificasse l'allarme.

Se viene premuto il pulsante di Emergenza, la macchina si porta nello stato 0 e viene accesa la lampada rossa

Il pulsante di Stop porta la macchina nello stato 0, spegnendo entrambe le lampade

Pagina HMI:



Descrizione della pagina:

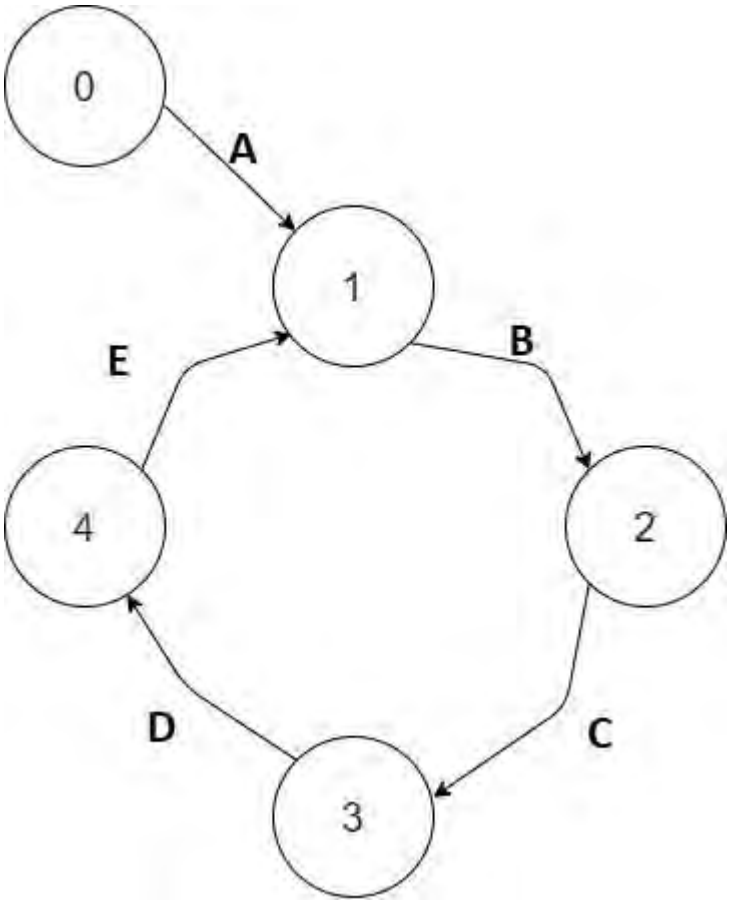
In questa fase, ovvero la tappatura, vengono riportate molte funzioni viste precedentemente, tra cui i vari pulsanti di visualizzazione delle fasi, quella di login, quelle del titolo e della configurazione input/output ed ovviamente i pulsanti di start e di stop oltre alle due lampade.

Questa fase è il proseguimento della fase precedente, cioè nel momento in cui la bottiglia riempita raggiunge il secondo nastro arriva in questa schermata ed è pronta per essere indirizzata al di sotto della seconda stazione di lavoro.

Quando la bottiglia copre la seconda fotocellula (quella di destra), si fermerà il nastro e con esso partirà il servo che gestisce il secondo gruppo di bracci meccanici, facendoli scendere fino a portare il tappo al di spora delle bottiglie. A questo punto abbiamo previsto un terzo servo motore per la funzione di avvitamento dei tappi. Tutti i servomotori sono controllati in posizione attraverso il blocco funzione MC_Move. Successivamente i bracci torneranno in posizione iniziale per caricare i nuovi tappi ed in contemporanea il motore del nastro ripartirà per far proseguire l'automazione verso la terza fase, cioè l'etichettatura.

8. Fase di etichettatura:

L'automatismo è implementato in testo strutturato, sfruttando una programmazione a stati (automa di Moore), seguendo il diagramma degli stati mostrato di seguito:



Stato 0: è tutto impostato ad off e la macchina è ferma;

Transizione A attivazione del pulsante di start;
Stato 1: attivazione dei due nastri e posizionamento dei rulli;

Transizione B: attivazione della fotocellula;

Stato 2: viene completato il posizionamento dei rulli nella posizione utile ad avvolgere etichetta;

Transizione C: posizionamento iniziale rulli raggiunto;

Stato 3: attivazione servo per ruotare rulli e contemporaneamente applicare etichetta alla bottiglia; terminata applicazione, attivazione lama per taglio etichetta (attivazione timer);

Transizione D: completamento taglio etichetta (dopo 500 ms);

Stato 4: attivazione dei due nastri e posizionamento dei rulli (inizializzazione);

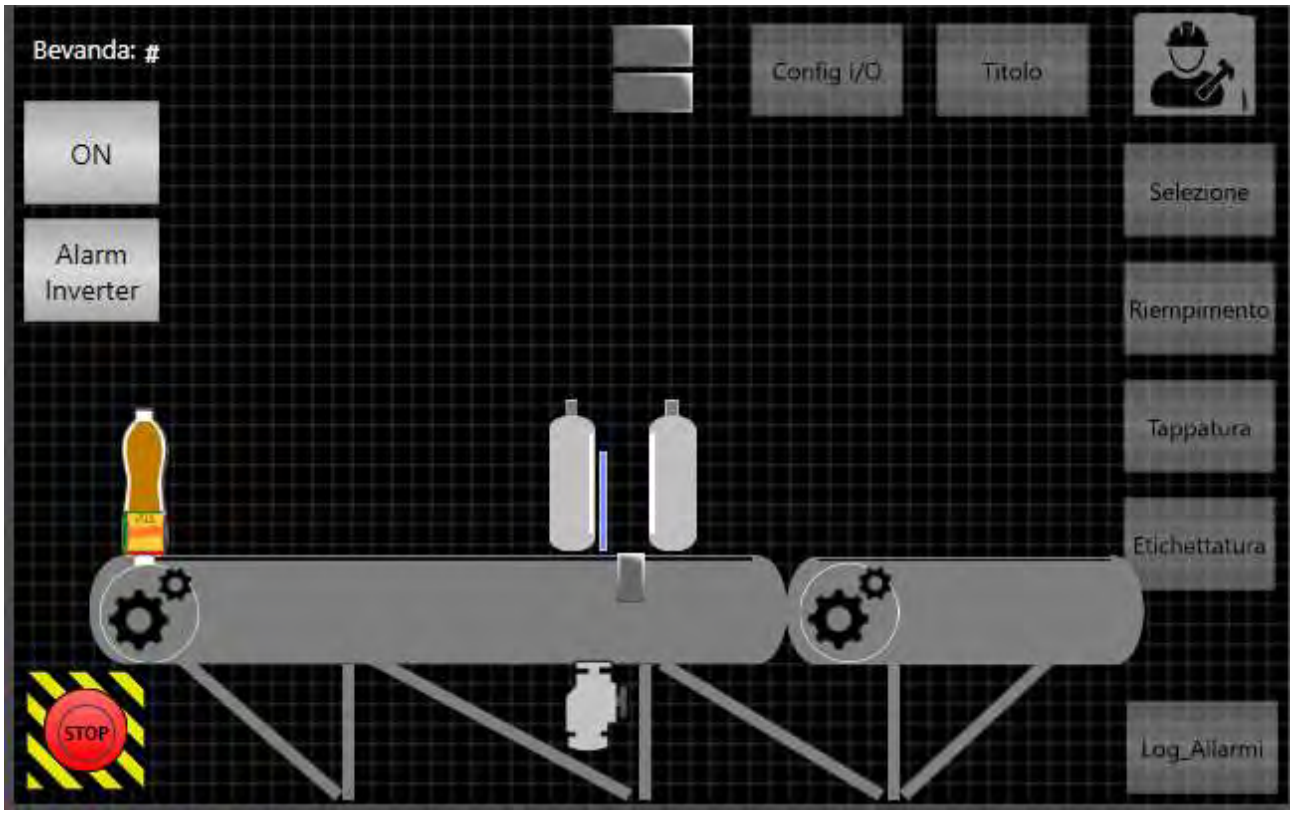
Transizione E: Disattivazione fotocellula

Se viene premuto il pulsante di Emergenza, la macchina si porta nello stato 0 e viene accesa la lampada rossa

Il pulsante di Stop porta la macchina nello stato 0, spegnendo entrambe le lampade

Tramite pulsante Alarm Inverer è possibile generare un allarme 'sovraccarico inverter', registrato nella sezione Allarmi utente, con Popup e riconoscimento. Questi allarmi vengono visualizzati nella pagina Log_Allarmi.

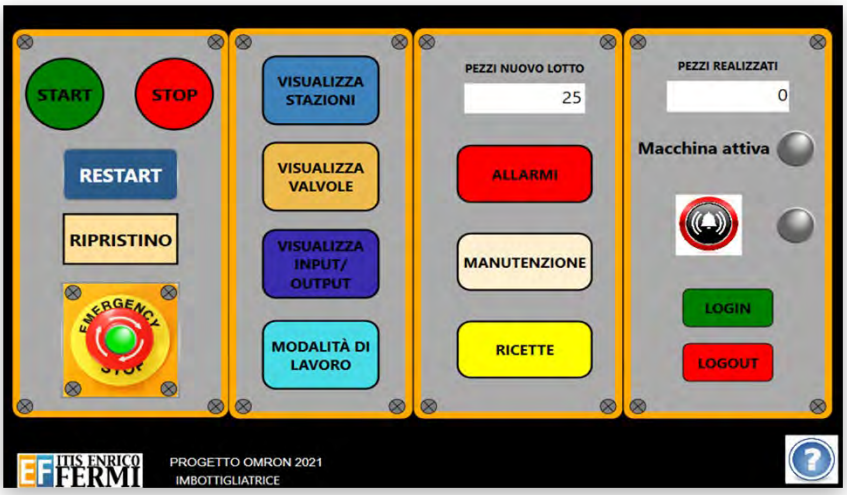
Pagina HMI:



Descrizione della pagina:

In questa terza ed ultima fase affrontiamo lo step dell'etichettatura. Essa è molto simile alle precedenti fasi e quindi oltre ad avere tutti possibili pulsanti per il controllo visivo e di emergenza, abbiamo la presenza di due rulli al di sopra del nastro, i quali saranno gestiti da un ultimo servomotore. Questi rulli, grazie alla rotazione data dal servo, hanno la funzione di ruotare la bottiglia e di comprimere le etichette nel punto in cui saranno attaccate alla bottiglia in lavorazione. Queste etichette sono di tre diverse tipologie, le quali saranno selezionate in base alla tipologia della bevanda che selezioniamo alla partenza, ovvero alla fase di selezione; al termine dell'applicazione, l'etichetta viene tagliata attraverso un utensile azionato elettricamente.

Imbottigliatrice



< Sommario

La macchina descritta nel progetto è un'imbottigliatrice per contenitori di ridotte dimensioni progettata per tappi che si avvitano sul contenitore e non a pressione. Nella macchina si è prevista la possibilità di cambiare l'attrezzatura utilizzata sia per la bottiglia/vasetto che per il tappo.

ITIS E. Fermi di Bassano del Grappa VI- Classe V

- **Docente coordinatore**: Paolo Scotton
- **Studenti:** Leopoldo Cemin, Ruben Favero, Federico Olivo, Alberto Pizzato, Davide Schiavo.

Indice generale

1 Introduzione 5

2 Presentazione del progetto 5

2.1 Convenzioni 5

3 Descrizione della macchina e suo funzionamento 5

3.1 Funzionamento 6

4 Programmi 7

4.1 Automatico PEZZO SINGOLO 7

4.2 Automatico PEZZO MULTIPLO 8

4.3 PASSO-PASSO 8

4.4 MANUTENZIONE 8

4.5 Due livelli di accesso 8

5 Pulsanti Ricorrenti 9

6 Pagine HMI 11

6.1 Pannello di controllo (HOME) 11

6.2 Vista generale 13

6.2.1 Presa Bottiglia – Fase 1 14
6.2.2 Riempitrice – Fase 2 16
6.2.3 Avvitatrice Tappo – Fase 3 17
6.2.4 Scarico – Fase 4 20

6.3 Panoramica valvole 21

6.4 Allarmi 22

6.5 Storico allarmi 24

6.6 Manutenzione 25

6.7 Parametri 26

6.7.1 Parametri motori 26
6.7.2 Parametri prodotto 29
6.7.3 Parametri caricatori 30

6.8 Modalità di lavoro 31

6.9 Ricette 32

6.10 Input/Output 33

6.10.1 Input 34
6.10.2 Output 36

7 Funzionamento macchina 37

7.1 Avvio 1° lotto 37

7.2 Nuovo lotto 37

7.3 Segnalazione di errori 38

7.4 Emergenza e STOP 38

8 Configurazione controllore 38

9 Difficoltà riscontrate 38

10 Possibili sviluppi 39

11 Conclusioni 39

12 Ringraziamenti 40

1 INTRODUZIONE

L'idea di partecipare a questo progetto è arrivata dal professor Scotton che, durante una lezione, ci ha presentato l'opportunità di partecipare ad un concorso a livello nazionale dove ci si poteva mettere in gioco e concorrere con altri studenti della stessa età. Si è partecipato anche perché siamo stati affascinati dalla possibilità di imparare un altro linguaggio di programmazione oltre a CX-One.

2 PRESENTAZIONE DEL PROGETTO

Si presentano di seguito alcuni aspetti generali sia della relazione che della macchina.

2.1 CONVENZIONI

In questo progetto sono stati utilizzate diverse denominazioni per uno stesso oggetto:

Contenitore del liquido:

- vasetto
- bottiglia
- contenitore
- bottiglietta

caricatori (liquido/tappi/bottiglie)

- tubi
- contenitori
- caricatori

Stazioni della macchina:

- fasi
- stazioni
- viste

Pistoni:

- Pistoni
- Cilindri
- Attuatori

3 DESCRIZIONE DELLA MACCHINA E SUO FUNZIONAMENTO

La macchina è un'imbottigliatrice per contenitori di ridotte dimensioni ed è stata progettata e realizzata dal professor Giuliano Zatta e dall'assistente tecnico Stefano Garbinetto all'interno dell'istituto ITIS “E. Fermi”. La macchina è stata progettata per tappi che si avvitano sul contenitore e non a pressione. Nella macchina si è previsto che è possibile cambiare l’attrezzatura utilizzata sia per la bottiglia/vasetto che per il tappo e per questo motivo c’è il programma PEZZO

SINGOLO, necessario per provare la correttezza delle impostazioni per un nuovo lotto.

Si è pensato di considerare questa macchina per il progetto "Smart Project" per due motivi:

- per avere un riferimento reale che avrebbe potuto semplificare il lavoro di programmazione, perché si avrebbe sempre avuto la macchina a disposizione per fugare i dubbi che sarebbero sorti;
- per elaborare una base di programma che si pensa potrà sostituire quello attualmente utilizzato nel PLC Sysmac CP1E installato nella macchina, pensando chiaramente di utilizzare il controllore NX1P2;
- per avere dei limiti realistici da rispettare e a cui fare riferimento per evitare di immaginare macchine eccessivamente fantasiose.

3.1 FUNZIONAMENTO

Il ciclo di lavoro è suddiviso in 4 stazioni (o fasi). Ogni stazione verrà illustrata nel §6.2. L'operatore ha la possibilità di impostare il numero di bottiglie da imbottigliare e altri parametri che vengono descritti nel § 6.6. La macchina è formata da:

- una tavola rotante;
- 7 valvole elettropneumatiche monostabili;
- 7 cilindri (§ 6.2);
- 15 finecorsa dei pistoni: nel programma sono indicati con il nome del cilindro + "_FC";
- un tubo/contenitore per caricare le bottigliette;
- un tubo/contenitore per i tappi;
- un serbatoio per il liquido da inserire nelle bottiglie/vasetti;
- 2 motori, uno per il piatto/tavola rotante ed uno per l'avvitatore;
- 4 morse corrispondenti ad ogni stazione.

Nella prima stazione (§6.2.1) sono presenti:

1. un pistone (ME – morsa entrata) che apre e chiude la morsa;
2. un secondo pistone (CB – Caricatore bottiglie) che inserisce il vasetto.

Nella seconda stazione (§ 6.2.2) si hanno principalmente:

1. il pistone RB - riempitrice bottiglia, con la bocca verso il contenitore;
2. la valvola di rilascio del liquido;

La terza stazione (§ 6.2.3) è quella con le tempistiche più lunghe e quindi quella che scandisce il tempo di produzione: si hanno 3 cilindri: (CT – caricatore tappi, ST – sposta tappi, MT – muovi tappi) ed un motore brushless; sono presenti:

1. il cilindro CT – carica tappo che porta il tappo in asse con la bottiglia;
2. il cilindro ST – sposta tappo che porta il tappo verso la bottiglia scende con una morsa che è attivata da un altro cilindro (MT); il pistone ST si ferma in posizione intermedia (nella realtà grazie ad un fermo meccanico) per afferrare il tappo;
3. il cilindro MT – morsa tappo che serra il tappo.

Nella quarta (§ 6.2.4) ed ultima stazione c'è:

1. il cilindro MU – morsa uscita, uguale a quello della prima stazione che apre la morsa;

4 PROGRAMMI

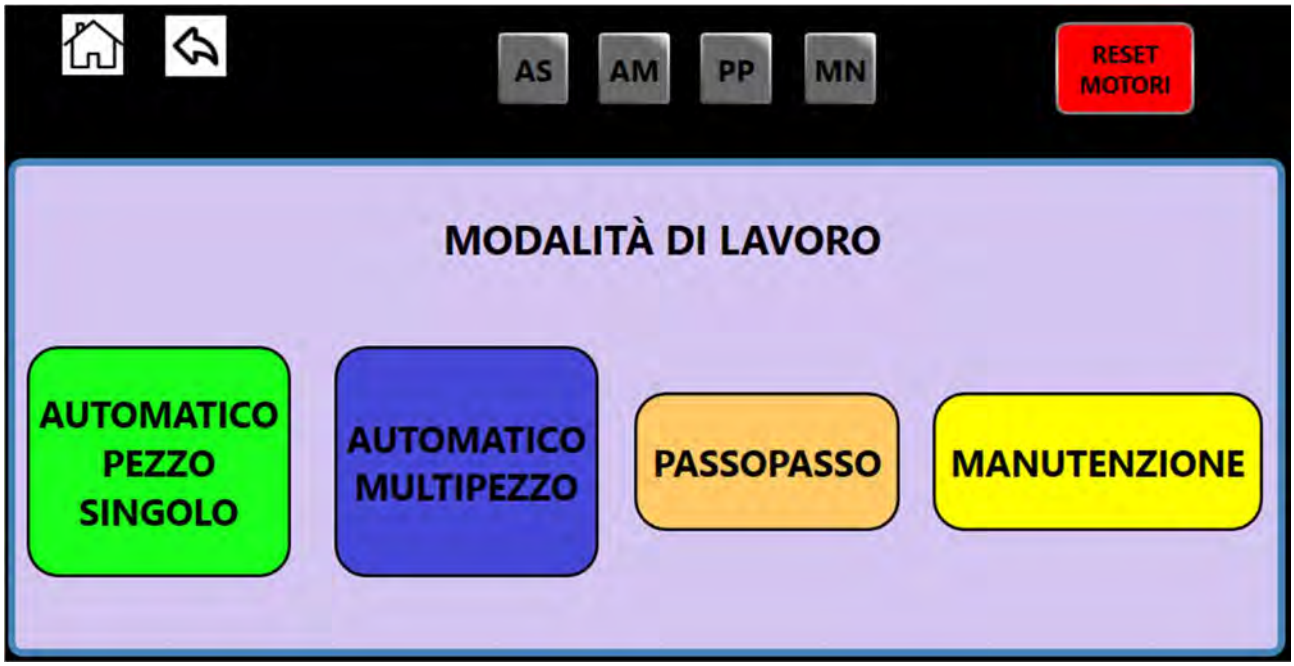


Figura 1: pagina principale dalla quale si sceglie la modalità di lavoro (programma).

Ad ogni cambio di modalità di lavoro si consiglia di premere il pulsante di RESET presente nella pagina HOME.

4.1 AUTOMATICO PEZZO SINGOLO

Il programma automatico PEZZO SINGOLO ha la funzione di testare la funzionalità della macchina, magari all'inizio del lotto per verificare che le impostazioni (vedere § 6.6) e le attrezzature inserite siano corrette. Semplicemente si inserisce un vasetto o una bottiglia e si valuta se il ciclo funziona bene. Premendo START inizia un ciclo completo ma solo per una bottiglia, pertanto quando termina una fase, continua solo la successiva e quella precedente non si attiva più.

4.2 AUTOMATICO PEZZO MULTIPLO

Il programma automatico PEZZO MULTIPLO è il programma principale nel quale si sceglie la quantità di pezzi da produrre e, dopo averlo avviato, è sufficiente controllare l'imbottigliatrice ogni tanto in modo da verificare che non si riscontrino problemi. Prima di avviarlo bisogna:

- inserire il numero di bottiglie desiderate (deve essere maggiore di 4);
- controllare che l'altezza del tubo contenente i tappi e l'altezza dei tappi stessi siano corrette, cioè che corrispondano alle altezze reali che si intendono utilizzare;
- controllare che l'altezza dei tubi contenenti le bottiglie e l'altezza delle bottiglie siano corrette;
- controllare che l'altezza del tubo contenente il liquido e il valore del liquido per la bottiglia che si vuole riempire siano corrette.

4.3 PASSO-PASSO

Il programma PASSO-PASSO viene utilizzato per verificare la funzionalità della macchina passo dopo passo visionando il movimento di ogni attuatore; ogni passo si esegue premendo START. Può essere usato per un controllo veloce dei singoli attuatori dopo una manutenzione.

4.4 MANUTENZIONE

Il programma MANUTENZIONE è accessibile solo dal manutentore (munito di apposite credenziali, vedere (§ 4.5): potrà far muovere i vari attuatori uno ad uno tramite pulsanti abilitati presenti nel pannello touch. Il programma bloccherà certe azioni solo nel caso in cui due pistoni entrassero in collisione; a parte questo limite il manutentore ha piena libertà su quali pistoni comandare.

4.5 DUE LIVELLI DI ACCESSO

1. Operatore: chiunque può accedervi (non è necessario un riconoscimento) e può svolgere le operazioni basilari:
   - impostare il numero di pezzi per lotto;
   - selezionare la modalità di lavoro (i tre programmi principali);
   - far partire, fermare, bloccare e ripristinare la macchina;
   - selezionare le varie ricette;
   - variare i parametri dei caricatori e dei prodotti;
   - visualizzare gli allarmi e indicatori vari;
   - reintegrare i caricatori;
   - resettare i motori;
   - visualizzare, attraverso le diverse viste delle stazioni, la panoramica valvole, il pannello input output, lo stato e il funzionamento dei diversi pulsanti, finecorsa e attuatori;
   - visualizzare il numero di prodotti completati.
2. Manutentore: per accedervi sono necessarie le credenziali. In aggiunta alle operazioni che può svolgere il normale operatore il manutentore può:

- attivare il programma manutenzione (disponibile nella sezione MANUTENZIONE § 4.4);
- comandare ogni pistone singolarmente ed indipendentemente, accedere alla sezione dei parametri di entrambi i motori al fine di controllarli e/o cambiarli; infine può accedere alle due pagine contenenti i vari input e output nei rispettivi morsetti sul NX1P2.

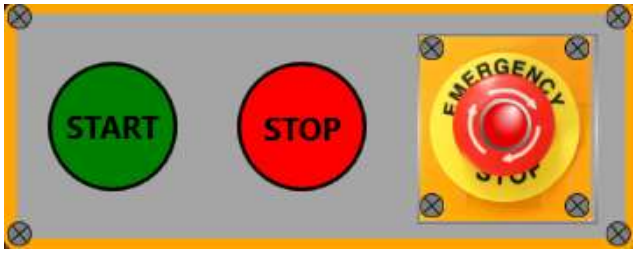
Credenziali:

Nome: Manutenzione

Password: Manutenzione

5 PULSANTI RICORRENTI

Nella Tabella 1 sono illustrati i pulsanti o spie principali che si trovano in quasi tutte le pagine dell'applicazione.

	START: avvia la macchina in tutte le modalità di lavoro (capitolo 4). STOP: ferma la macchina nella posizione in cui si trova a parte i motori: quest'ultimi terminano la rotazione comandata. Per riprendere il funzionamento bisogna premere RESTART e la macchina riparte dal punto in cui era stata fermata. EMERGENZA: ferma tutto e blocca tutti i pistoni nella loro posizione tranne l'attuatore della riempitrice della bottiglia che ritorna nella posizione iniziale. I motori si fermano immediatamente. Per riprendere la funzionalità dell'imbottigliatrice: • rimuovere la causa che ha fatto intervenire l'emergenza; • togliere tutte le bottigliette nelle fasi dalla prima all'ultima; • Re-inserire il numero di cicli ancora da fare se il programma che è stato bloccato da emergenza e il programma MULTIPEZZO; • premere RIPRISTINO; • premere START; Questo farà ripartire il programma che si era fermato precedentemente; se si trattava del programma "MULTIPEZZO", la macchina riprenderà a lavorare le bottiglie che mancano per terminare il lotto (non si può

	cambiare il numero di bottiglie finché il lotto non è concluso).
	Le 2 spie rappresentano i finecorsa del cilindro: in figura la spia verde evidenzia che il pistone è in posizione rientrato.
	Riporta alla pagina iniziale (§ 6.1).
	Ritorna alla pagina precedente a quella che si sta visualizzando.
	Sono 4 led che indicano quale programma è in esecuzione in quel momento (sono tutti spenti appena accesa la macchina): AS: automatico pezzo singolo. AM: automatico multipezzo. PP: passo-passo. MN: manutenzione.

Tabella 1: significato dei pulsanti/led ricorrenti.

Il pulsante di emergenza è stato inserito solo a modalità di esempio perché nella realtà deve essere fisico per garantire la sicurezza; inoltre, nella simulazione, per permettere il corretto funzionamento del programma, i contatti del pulsante di emergenza sono stati inseriti normalmente aperti pur sapendo che nei macchinari reali i contatti devono essere considerati normalmente chiusi perché tali sono nei pulsanti di emergenza fisici. Non è stata considerata la ridondanza dei collegamenti con il pulsante di emergenza anche perché i pulsanti di emergenza sono generalmente collegati a schede apposite di sicurezza oppure a PLC cosiddetti “di sicurezza”.

6 PAGINE HMI

6.1 PANNELLO DI CONTROLLO (HOME)

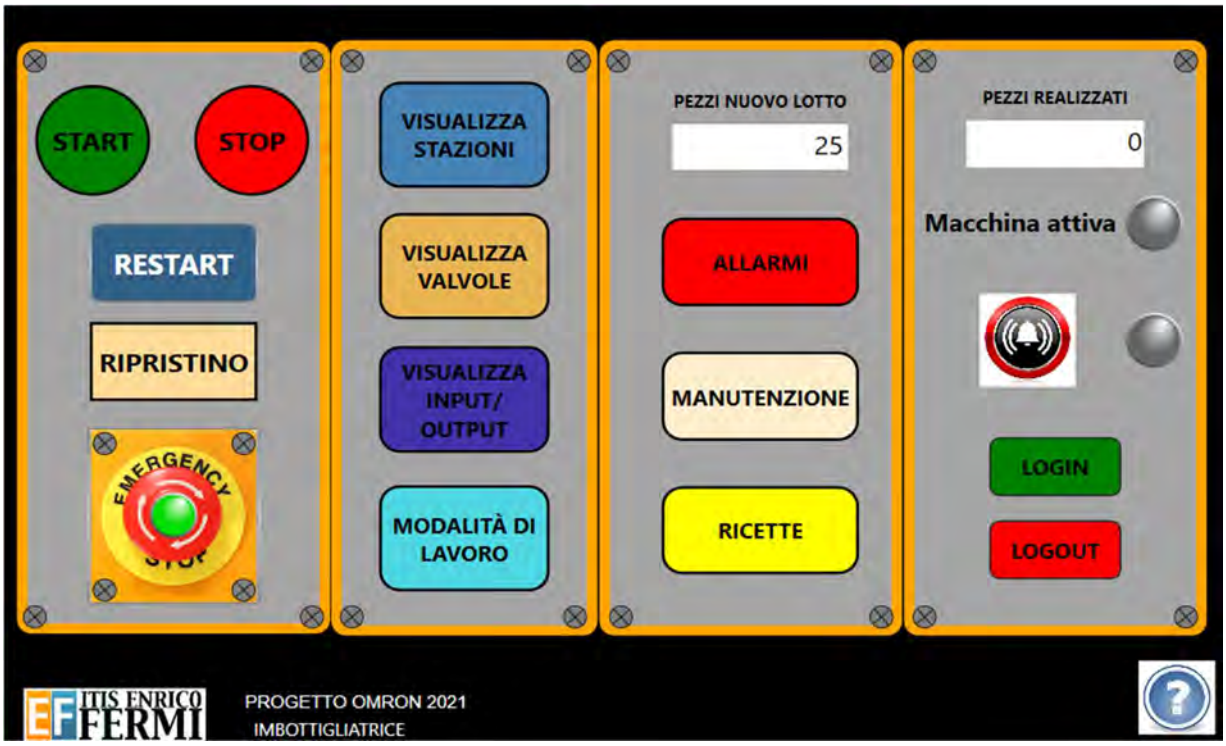


Figura 2: pannello di controllo.

In Tabella 2 sono riportate le funzioni di ogni pulsante/spia presente nella pagina.

RESTART	Per riprendere il funzionamento dopo aver premuto STOP premere RESTART e la macchina riparte dal punto in cui era stata fermata.
RIPRISTINO	Dopo avere premuto il pulsante di emergenza e aver rimosso la causa che ha determinato l'intervento dell'emergenza, premere RIPRISTINO e reinserire le impostazioni iniziali (n. di pezzi per lotto).
VISUALIZZA STAZIONI	Visualizza stazioni: compare la pagina di cui al §6.2.
VISUALIZZA VALVOLE	Visualizza valvole: compare la pagina di cui al § 6.3.

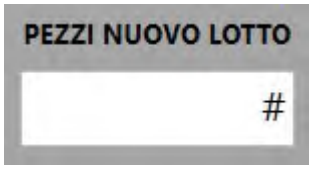
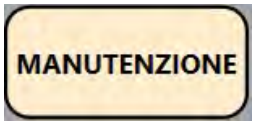
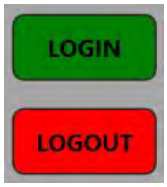
	Visualizza Input/Output: compare la pagina di cui al § 6.10.
	Modalità di lavoro: compare la pagina di cui al capitolo 4.
	Pezzi nuovo lotto: vanno inseriti il numero di vasetti del lotto che si sta producendo.
	Allarmi: pulsante per visualizzare la pagina di cui al § 6.4.
	Manutenzione: compare la pagina di cui al § 6.7.
	Pulsante che rimanda alla pagina di cui al § 6.9.
	Pezzi realizzati: visualizza il numero di pezzi realizzati.
	Led che, se illuminato, evidenzia che l'imbottigliatrice è in funzione.
	Allarme: spia che evidenzia un problema generale (tappi terminati, errori nei motori, ecc.). Cliccando sull'immagine si resetta l'errore se il problema è stato effettivamente risolto. Il pulsante è da premere anche quando si effettua un cambio di modalità lavoro (cap. 4).
	Sono i pulsanti per fare LOGIN e LOGOUT per il livello di accesso del manutentore (vedere § 4.5).

Tabella 2: significato dei vari pulsanti e spie.

6.2 VISTA GENERALE

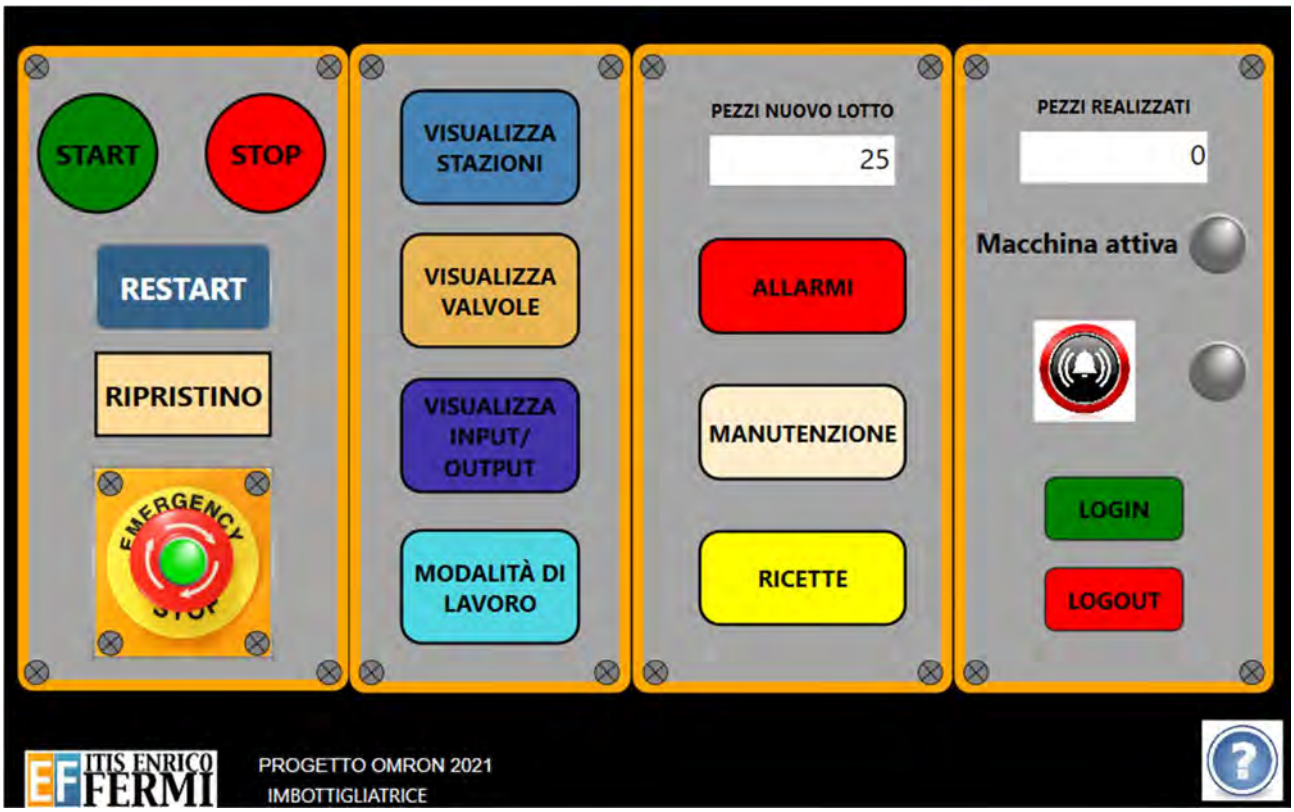


Figura 3: vista generale.

In Tabella 3 sono riportate le funzioni di ogni pulsante/spia presente nella pagina.

RUOTA TAVOLA	Pulsante che è attivo solo in fase "Manutenzione" (vedere § 4.4): quando premuto, fa ruotare la tavola di 90°.
PRESA BOTTIGLIA	È un pulsante che rimanda alla pagina di cui al § 6.2.1.
RIEMPITRICE	È un pulsante che rimanda alla pagina di cui al § 6.2.2.
AVVITATRICE TAPPO	È un pulsante che rimanda alla pagina di cui al § 6.2.3.
SCARICO	È un pulsante che rimanda alla pagina di cui al § 6.2.4.
Spia a fianco di ogni stazione	Se verde indica che la stazione è attiva.
Altri pulsanti/spie (START, STOP, HOME, etc.)	Vedere capitolo 5.

Tabella 3: significato dei vari pulsanti e spie

6.2.1 Presa Bottiglia – Fase 1

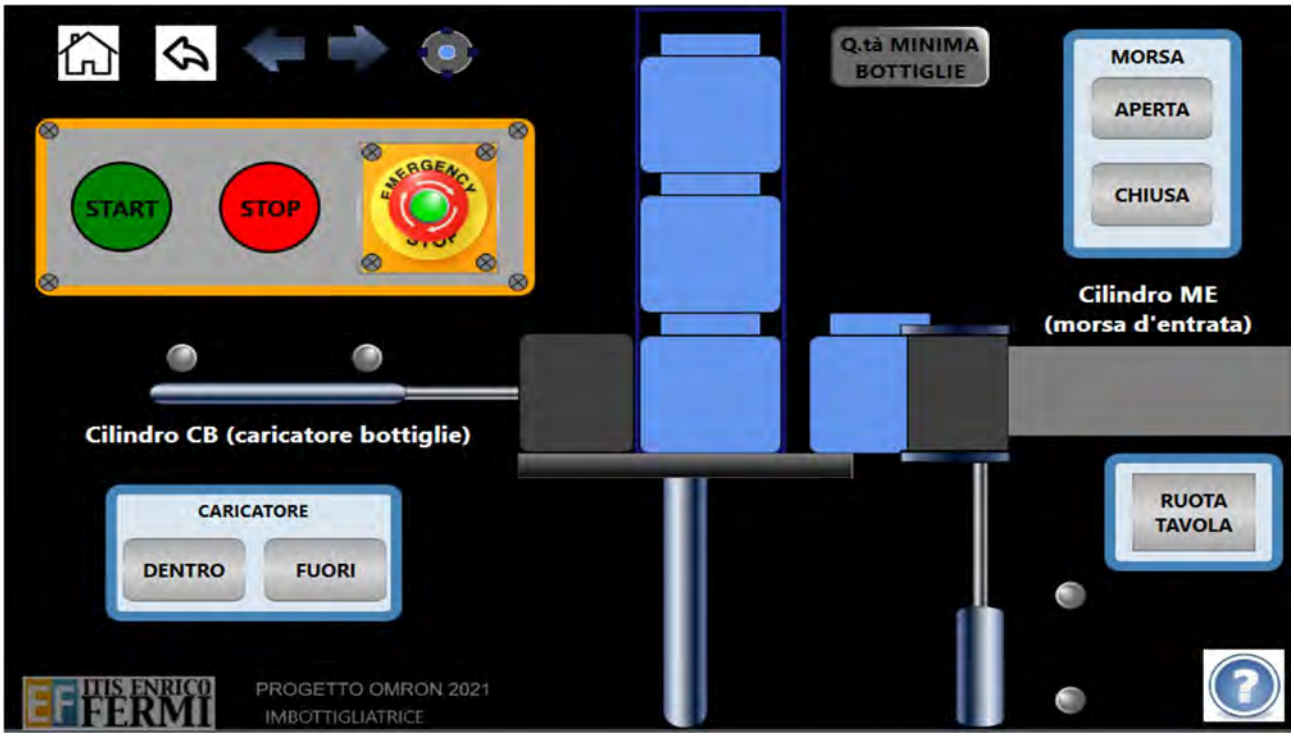


Figura 4: Presa bottiglia.

In Tabella 4 sono riportate le funzioni di ogni pulsante/spia presente nella pagina.

In questa stazione inizia la lavorazione della presa bottiglia/vasetto che si descrive di seguito:

1. un pistone (ME – morsa entrata) apre la morsa;
2. un secondo pistone (CB – Caricatore bottiglie) inserisce il vasetto;
3. si fa ritirare il primo pistone ME;
4. si richiude la morsa e quindi la bottiglia è pronta per le operazioni successive;
5. per completare tutte le operazioni il secondo pistone CB rientra;
6. se le altre fasi sono terminate la tavola rotante gira e porta il vasetto nella prossima fase.

	Pulsante che rimanda alla stazione successiva (§ 6.2.2).
	Pulsante che rimanda alla stazione precedente (§ 6.2.4).

	Pulsante che rimanda alla pagina di cui al § 6.2
	Spia luminosa che indica che le bottiglie stanno finendo (§ 6.4).
	Due pulsanti utilizzabili solo in modalità MANUTENZIONE: FUORI fa uscire il pistone, DENTRO lo fa rientrare.
	Due pulsanti utilizzabili solo in modalità MANUTENZIONE: APERTA fa aprire la morsa, CHIUSA chiude la morsa.
	Pulsante utilizzabile solo in modalità MANUTENZIONE: fa ruotare la tavola della quota impostata (di base 90°). Per funzionare gli attuatori ME, CB, RB, CT, ST, MT e MU devono essere rientrati.
Altri pulsanti/spie (START, STOP, HOME, etc.)	Vedere capitolo 5.

Tabella 4: significato dei vari pulsanti e spie

6.2.2 Riempitrice – Fase 2

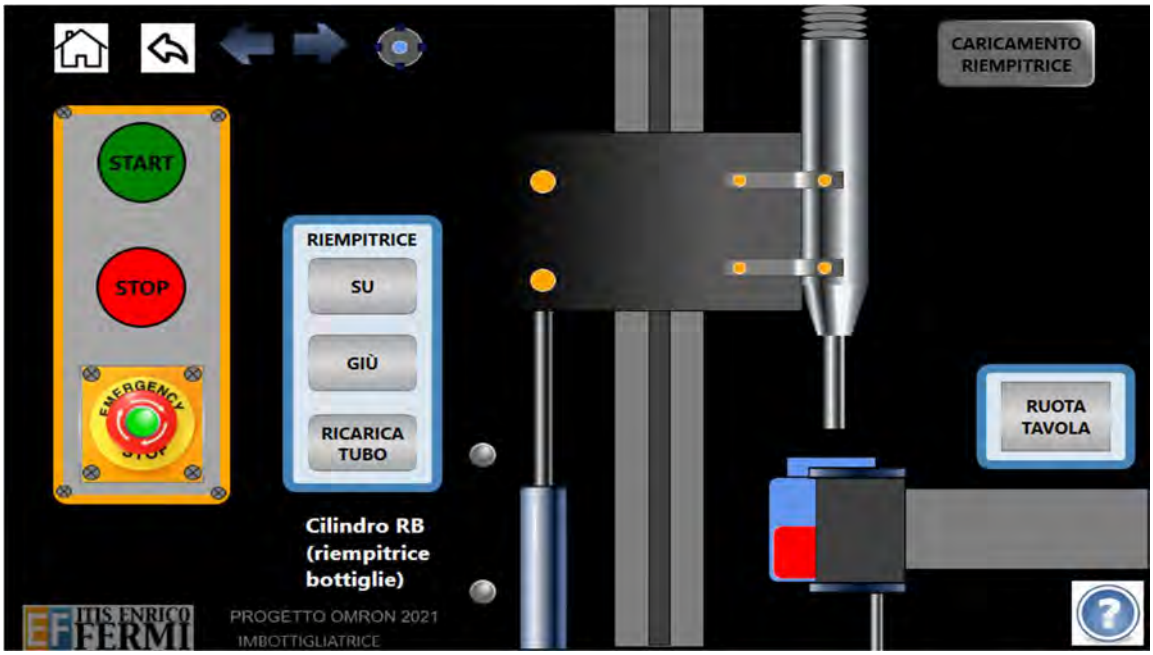
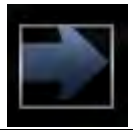


Figura 5: Riempitrice.

In Tabella 5 sono riportate le funzioni di ogni pulsante/spia presente nella pagina.

In questa stazione inizia la lavorazione riempitura della bottiglia che si descrive:

1. il pistone RB si abbassa avvicinando la bocca del serbatoio del liquido verso il vasetto;
2. si apre la valvola di rilascio del liquido;
3. inserita la quantità di liquido prestabilito si chiude la valvola;
4. dopo che si è riempita la bottiglia, il pistone RB si rialza e ritorna alla posizione originale;
5. se tutte le altre fasi sono terminate la tavola rotante gira.

	Pulsante che rimanda alla stazione successiva (§ 6.2.2).
	Pulsante che rimanda alla stazione precedente (§ 6.2.1).
	Pulsante che rimanda alla pagina di cui al § 6.2.

	Tre pulsanti utilizzabili solo in modalità MANUTENZIONE: i primi due indicano rispettivamente la discesa (GIÙ) e la salita (SU) del pistone. Il pulsante RICARICA TUBO aziona la valvola che permette la discesa del liquido; è un pulsante che deve essere mantenuto premuto per agire sulla valvola.
	Pulsante utilizzabile solo in modalità MANUTENZIONE: fa ruotare la tavola della quota impostata (di base 90°). Per funzionare, gli attuatori ME, CB, RB, CT, ST, MT e MU devono essere rientrati.
	Spia luminosa che indica che il tubo si sta riempendo.
Altri pulsanti/spie (START, STOP, HOME, etc.)	Vedere capitolo 5.

Tabella 5: significato dei vari pulsanti e spie.

6.2.3 Avvitatrice Tappo – Fase 3

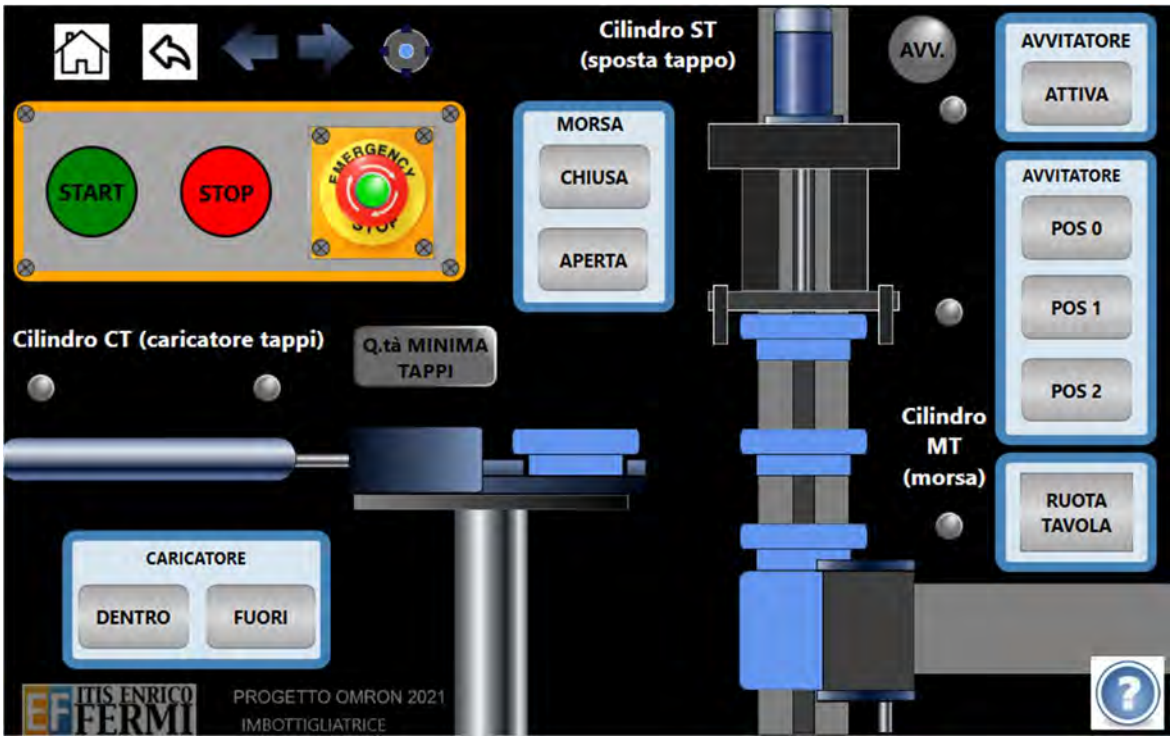


Figura 6: Avvitatrice tappo.

In Tabella 6 sono riportate le funzioni di ogni pulsante/spia presente nella pagina.

In questa stazione inizia la lavorazione d'avvitatura del tappo:

1. il pistone CT esce con il tappo appoggiato ad una base;
2. il secondo pistone ST scende con una morsa che è attivata da un altro cilindro (MT) che fa aprire e chiudere la pinza/morsa; il pistone ST si ferma in posizione intermedia (nella realtà grazie ad un fermo meccanico) per afferrare il tappo;
3. la morsa prende il pezzo e dopo il pistone ST torna in posizione rientrata alzando così il tappo in modo che la base dove stava appoggiato torni nella posizione iniziale grazie all'azione del pistone CT che rientra;
4. si avvia il motore che avvita i tappi che farà una quantità di giri impostati all'inizio del programma (§ 6.7.1) e il pistone ST scende verso il vasetto compiendo una corsa intera;
5. grazie alla combinazione della discesa totale del pistone ST e del motore che gira si andrà ad avvitare il tappo sulla bottiglietta;
6. terminato il processo di avvitatura il pistone MT della morsa lascerà il tappo e tornerà nella posizione originale, pronto per ricevere il nuovo pezzo;
7. se tutte le altre fasi sono terminate la tavola rotante gira.

	Pulsante che rimanda alla stazione successiva (§ 6.2.2).
	Pulsante che rimanda alla stazione precedente (§ 6.2.4).
	Pulsante che rimanda alla pagina di cui al § 6.2.
	Due pulsanti utilizzabili solo in modalità MANUTENZIONE: FUORI fa uscire il pistone, DENTRO lo fa rientrare.
	Due pulsanti utilizzabili solo in modalità MANUTENZIONE: APERTA fa aprire la morsa, CHIUSA chiude la morsa.

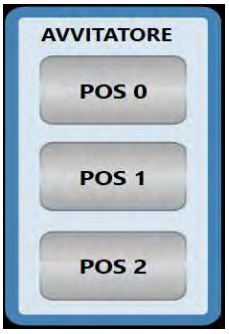
	Tre pulsanti utilizzabili solo in modalità MANUTENZIONE. Dall'alto verso il basso: • POS 0 fa ritornare nella posizione iniziale il pistone; • POS 1: per attivarlo bisogna prima fare uscire il caricatore e quindi il pistone CT deve essere già fuori; • POS 2 fa uscire il pistone fino in fondo ma per attivarlo bisogna che il pistone CT sia dentro.
	Pulsante utilizzabile solo in modalità MANUTENZIONE: attiva il motore dell'avvitatore e lo fa girare dei gradi impostati nel (§ 6.7.1).
	Spia luminosa che indica, se illuminata, che il rotore sta girando.
	Pulsante utilizzabile solo in modalità MANUTENZIONE: fa ruotare la tavola della quota impostata (di base 90°). Per funzionare gli attuatori ME, CB, RB, CT, ST, MT e MU devono essere rientrati.
Altri pulsanti (START, STOP, HOME, etc.)	Vedere capitolo 5.

Tabella 6: significato dei vari pulsanti e spie.

6.2.4 Scarico – Fase 4

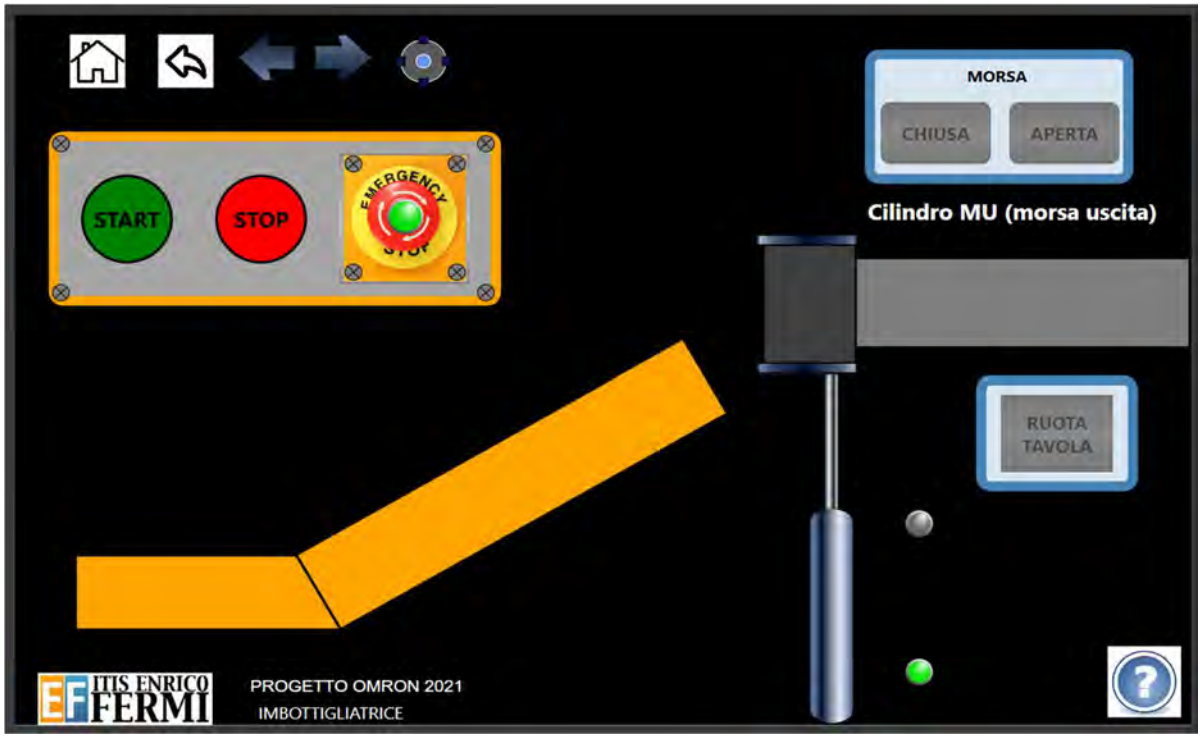


Figura 7: Scarico.

In Tabella 7 sono riportate le funzioni di ogni pulsante/spia presente nella pagina.

In questa stazione inizia la lavorazione di scarico:

1. il rilascio della bottiglia tramite il pistone MU – morsa uscita;
2. grazie alla gravità il pezzo cade e uno scivolo collegato alla base lo trasporterà alla fase successiva.
3. A questo punto si è prodotto un vasetto completo di liquido e tappo. Se tutte le altre fasi sono terminate la tavola rotante gira.

	Pulsante che rimanda alla stazione successiva (§ 6.2.1).
	Pulsante che rimanda alla stazione precedente (§ 6.2.3).
	Pulsante che rimanda alla pagina di cui al § 6.2.

	Due pulsanti utilizzabili solo in modalità MANUTENZIONE: APERTA fa aprire la morsa, CHIUSA chiude la morsa.
	Pulsante utilizzabile solo in modalità MANUTENZIONE: fa ruotare la tavola della quota impostata (di base 90°). Per funzionare gli attuatori ME, CB, RB, CT, ST, MT e MU devono essere rientrati.
Altri pulsanti/spie (START, STOP, HOME, etc.)	Vedere capitolo 5.

Tabella 7: significato dei vari pulsanti e spie.

6.3 PANORAMICA VALVOLE

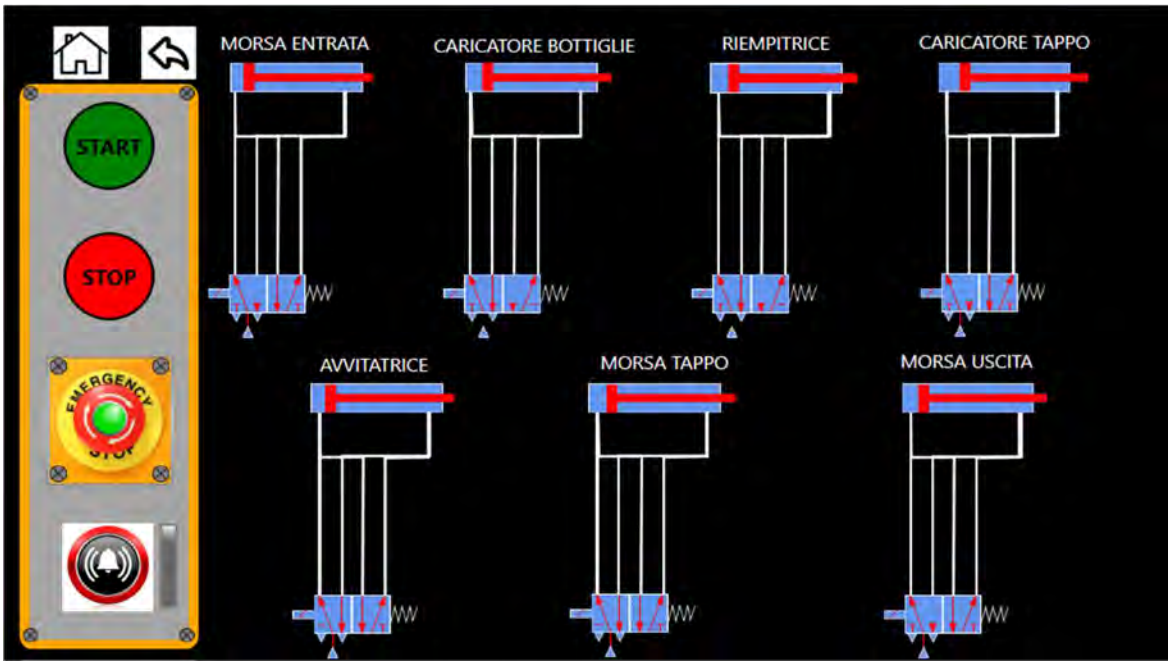


Figura 8: Panoramica valvole.

In Tabella 8 sono riportate le funzioni di ogni pulsante/spia presente nella pagina.

In questa pagina si visualizzano le elettrovalvole e i cilindri attivi.

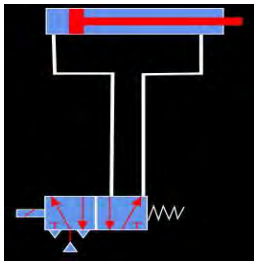
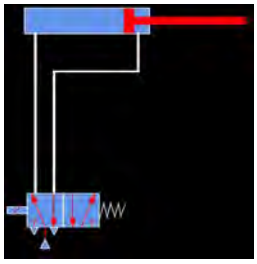
	Mostra una valvola chiusa/pistone rientrato.
	Mostra una valvola aperta/pistone uscito.
Altri pulsanti/spie (START, STOP, HOME, etc.)	Vedere capitolo 5.

Tabella 8: significato delle valvole.

6.4 ALLARMI

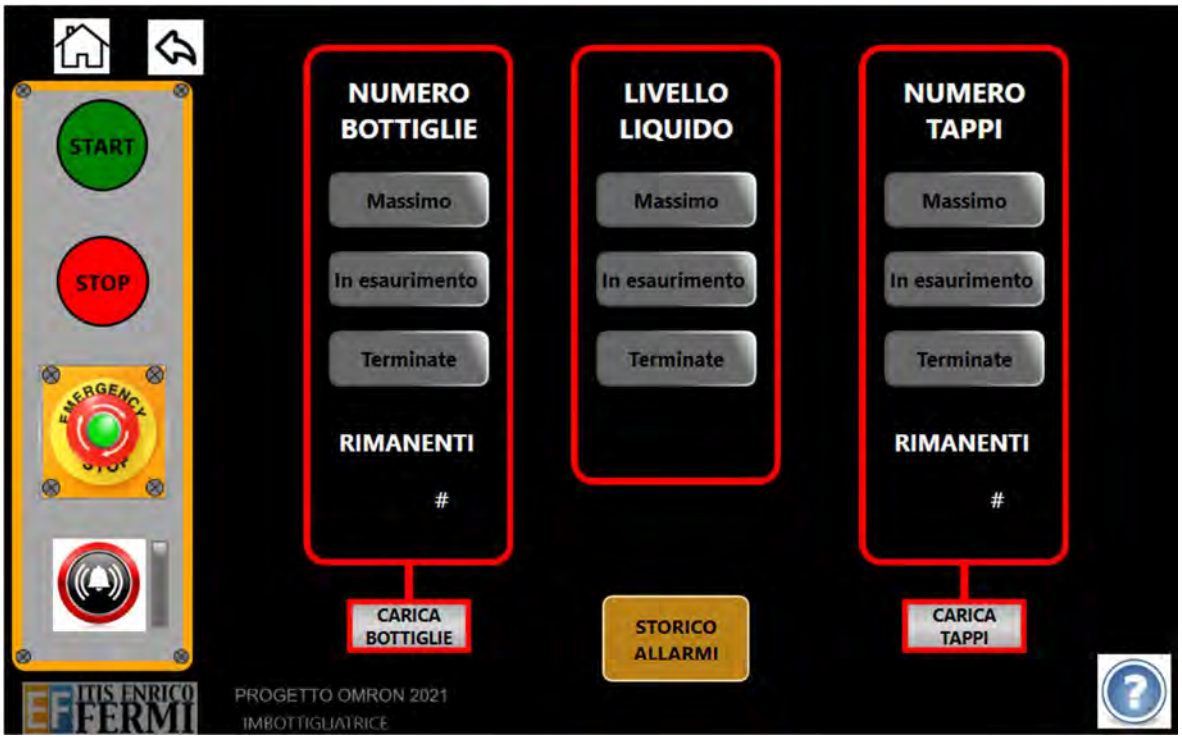


Figura 9: allarmi.

In questa pagina si visualizzano gli allarmi principali utili per la produzione: vedere Tabella 9.

	Sono spie che si riferiscono a dei sensori che vedono vari punti dei tubi di carico e informano se la quantità di bottiglie/tappi o liquido all'interno è al livello massimo, in esaurimento (quintultima bottiglia o tappo, o volume di liquido per una bottiglia) o al termine.
	Etichetta che ci mostra la quantità di oggetti che ci restano prima che terminino.
 	Pulsante che riporta il numero di bottiglie o di tappi al numero massimo calcolato. È inserito soltanto ai fini della simulazione, nella realtà sarebbe inutile perché spetterebbe all'operatore il carico o ad un'attrezzatura apposita. Si prega di mantenerlo premuto per un po'.
	Il pulsante rimanda alla pagina di cui al (§ 6.5).
Altri pulsanti/spie (START, STOP, HOME, etc.)	Vedere capitolo 5.

Tabella 9: significato dei vari pulsanti e spie.

6.5 STORICO ALLARMI

Figura 10: storico allarmi.

In Tabella 10 sono riportate le funzioni di ogni pulsante/spia presente nella pagina.

In questa pagina si vedono tutti gli allarmi intercorsi nella vita della macchina.

Si riporta l'elenco degli allarmi previsti:

Nome	ID allarme	Espressione	Messaggio
Allarme_bottiglia_non_caricata	Allarme_bottiglia_non_caricata	Imb_K_S1B_Allarme=True	BOTTIGLIA NON CARICATA!
Allarme_bottiglia_non_scaricata	Allarme_bottiglia_non_scaricata	Imb_K_S4B_Allarme=True	BOTTIGLIA NON SCARICATA!
Allarme_caricatore_vasetti	Allarme_caricatore_vasetti	Imb_NB_Mem_Allarme(1)=True	BOTTIGLIE IN ESAURIMENTO: VERIFICA!
Allarme_riempitrice	Allarme_riempitrice	Imb_HL_Mem_Allarme(0)=True	LIQUIDO ESAURITO: VERIFICA!
Allarme_riempitrice1	Allarme_riempitrice1	Imb_HL_Mem_Allarme(3)=True	ERRORE NELLA RIEMPITRICE: VERIFICA!
Allarme_caricatore_vasetti0	Allarme_caricatore_vasetti0	Imb_NB_Mem_Allarme(0)=True And Imb_K_0=True	BOTTIGLIE ESAURITE: VERIFICA!
Allarme_caricatore_vasetti1	Allarme_caricatore_vasetti1	Imb_NB_Mem_Allarme(3)=True	ERRORE NEL CARICATORE DI BOTTIGLIE: VERIFICA!
Allarme_caricatore_tappi0	Allarme_caricatore_tappi0	Imb_NT_Mem_Allarme(1)=True	TAPPI IN ESAURIMENTO: VERIFICA!
Allarme_caricatore_tappi1	Allarme_caricatore_tappi1	Imb_NT_Mem_Allarme(3)=True	ERRORE NEL CARICATORE DI TAPPI: VERIFICA!
Allarme_caricatore_tappi2	Allarme_caricatore_tappi2	Imb_NT_Mem_Allarme(0)=True	TAPPI ESAURITI: VERIFICA!

Allarme_riempitrice0	Allarme_riempitrice0	Imb_HL_Mem_Allarme(1)=True	LIQUIDO IN ESAURIMENTO: VERIFICA!
Allarme_generale_motori	Allarme_generale_motori	Imb_Mot_Allarme(1)=True	ERRORE NEL MOTORE DELL'AVVIATORE: LIMITE COPPIA SUPERATO O POSIZIONAMENTO MOTORE ERRATO O ALIMENTAZIONE O AZZERAMENTO
Allarme_generale_motori0	Allarme_generale_motori0	Imb_Mot_Allarme(2)=True	ERRORE NEL MOTORE DELLA TAVOLA: LIMITE COPPIA SUPERATO O POSIZIONAMENTO MOTORE ERRATO O ALIMENTAZIONE O AZZERAMENTO
Valore_liquido	Valore_liquido	Imb_HLB_Mem>Imb_HB_Tot_Mem	VALORE LIQUIDO BOTTIGLIETTA TROPPO ELEVATO: VERIFICA!
Altezza_bottiglietta	Altezza_bottiglietta	Imb_HB_Mem>Imb_HB_Tot_Mem	ALTEZZA BOTTIGLIETTA TROPPO ELEVATA: VERIFICA!
Altezza_tappo	Altezza_tappo	Imb_HT_Mem>Imb_HT_Tot_Mem	ALTEZZA TAPPO TROPPO ELEVATA: VERIFICA!

Tabella 10: elenco allarmi.

6.6 MANUTENZIONE

Figura 11: manutenzione.

A questa pagina si accede cliccando sul pulsante MANUTENZIONE dalla pagina HOME. Per tornare alla pagina HOME cliccare su PANNELLO DI CONTROLLO.

Figura 12: pulsante per tornare alla pagina HOME da PARAMETRI.

In Tabella 11 sono riportate le funzioni di ogni pulsante/spia presente nella pagina.

I pulsanti relativi ai parametri dei motori sono accessibili solo per il manutentore (vedere § 4.5).

Stazioni	Rimanda alla schermata delle stazioni (§ 6.2).
Parametri motore avvitatore	Rimanda alla schermata dei parametri dell'avvitatore (§ 6.7.1). Accessibile solo dal manutentore.
Parametri caricatori	Rimanda alla schermata dei parametri caricatori (§ 6.7.3).
Pannello di controllo	Rimanda alla pagina HOME (§ 6.1).
Parametri motore tavola	Rimanda alla schermata dei parametri del motore della tavola (§ 6.7.1). Accessibile solo dal manutentore.
Parametri prodotto	Rimanda alla schermata de parametri prodotto (§ 6.7.2).
	Reset motori: pulsante che ripristina i valori dei motori, sia quello della tavola che quello dell'avvitatore.
Altri pulsanti/spie (START, STOP, HOME, etc.)	Vedere capitolo 5.

Tabella 11: significato dei vari pulsanti e spie.

6.7 PARAMETRI

Cliccando su uno dei 4 pulsanti colorati a destra si accede alle pagine dei parametri.

6.7.1 Parametri motori

Queste pagine sono visualizzabili solo in modalità MANUTENZIONE (§ 4.4), quindi dopo aver effettuato il login dalla pagina HOME: sono impostabili alcuni parametri relativi ai 2 motori elettrici:

- della tavola rotante;
- dell’avvitatore.

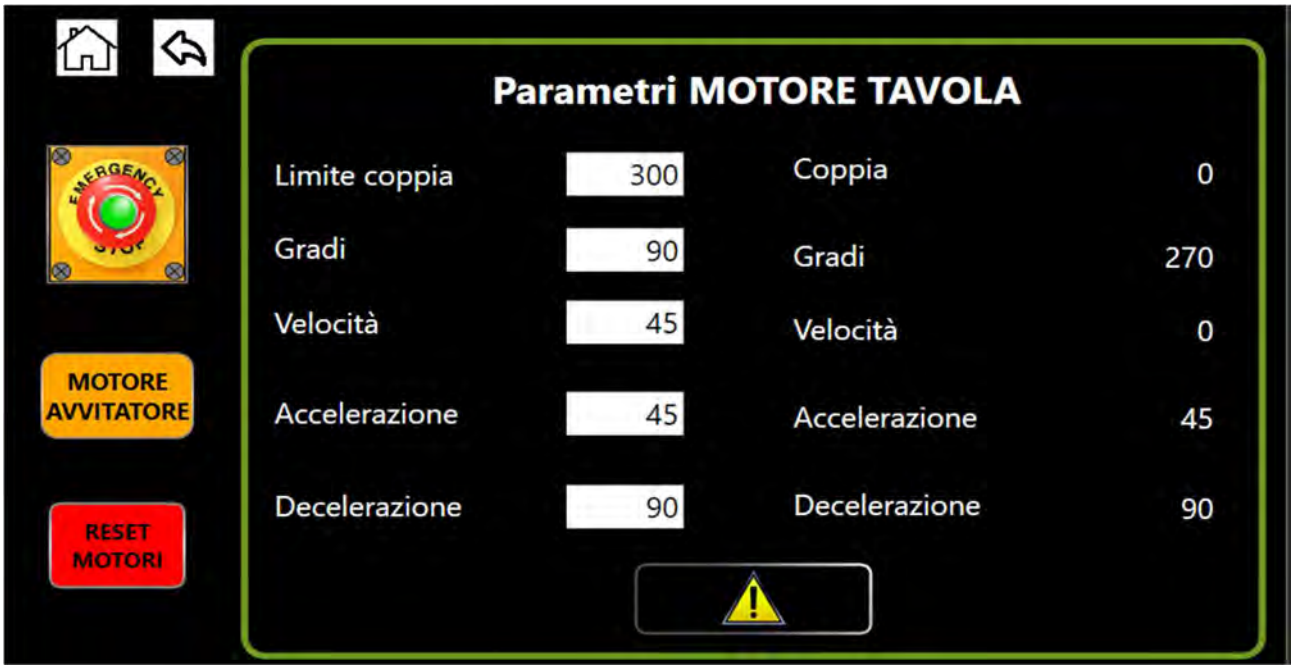


Figura 13: Parametri tavola

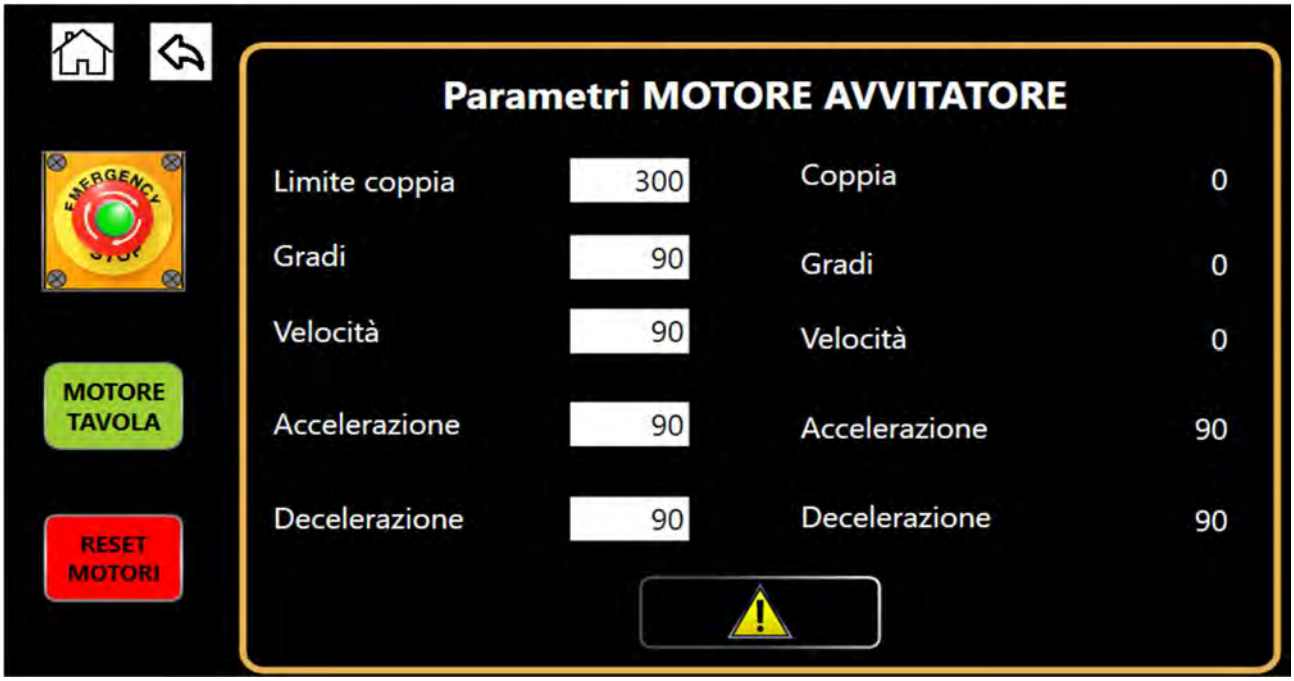


Figura 14: Parametri avvitatore.

In Tabella 12 sono riportate le funzioni di ogni pulsante/spia presente nella pagina.

Campo impostabile		**Campo non impostabile**	
Limite coppia	Si inserisce la coppia massima in percentuale rispetto alla nominale. Valore massimo=300% per entrambi i motori.	Coppia	Valore attuale.

Gradi	Rotazione che esegue il motore ad ogni impulso. Max. 360° per la tavola. Max. 3600° per il motore tappi.	Gradi	Valore attuale.
Velocità	In gradi/sec. Max. 180°/sec per la tavola. Max. 3600°/sec per motore tappi.	Velocità	Valore attuale.
Accelerazione	Valore massimo 100°/sec² per entrambi i motori.	Accelerazione	Valore attuale.
Decelerazione	Valore massimo 100°/sec² per entrambi i motori.	Decelerazione	Valore attuale.
	Spia che, se illuminata, indica un errore generale: è necessario risolvere il problema e la spia si spegne. Per sapere l'origine del problema visualizzare la pagina degli allarmi (vedere § 6.4).		
	Pulsante che visualizza la pagina dei parametri del motore della tavola.		
	Pulsante che visualizza la pagina dei parametri del motore dell'avvitatore.		
	Pulsante che resetta l'allarme relativo ad entrambi i motori: tale allarme si ha quando i motori si fermano durante la loro corsa.		
Altri pulsanti/spie (START, STOP, HOME, etc.)	Vedere capitolo 5.		

Tabella 12: significato dei vari pulsanti e spie.

6.7.2 Parametri prodotto

Figura 15: parametri prodotto.

In questa pagina è possibile impostare i parametri utili per la lavorazione descritti nella Tabella 13 .

Campo impostabile		**Campo non impostabile**	
Altezza bottiglia	Si imposta l'altezza in mm della bottiglia del nuovo lotto.	Altezza bottiglia	Altezza della bottiglia del lotto terminato.
Altezza tappo	Si imposta l'altezza in mm del tappo del nuovo lotto.	Altezza tappo	Altezza del tappo del lotto terminato.
Liquido per vasetto	Si imposta la quantità di liquido in millilitri del nuovo lotto.	Liquido per vasetto	Altezza del liquido in millilitri per bottiglia/vasetto del lotto terminato.
	Spia che, se illuminata, indica un errore generale: è necessario risolvere il problema e la spia si spegne. Per sapere l'origine del problema visualizzare la pagina degli allarmi (vedere § 6.4).		
Altri pulsanti/spie (START, STOP, HOME, etc.)	Vedere capitolo 5.		

Tabella 13: significato dei vari pulsanti e spie.

6.7.3 Parametri caricatori

Figura 16: parametri caricatore.

In Tabella 14 sono riportate le funzioni di ogni pulsante/spia presente nella pagina.

In questa pagina è possibile impostare i parametri utili per i calcoli all'interno del programma in modo da simulare i tappi, i vasetti e il liquido consumati.

Campo impostabile		**Campo non impostabile**	
Altezza caricatore bottiglie	Si imposta l'altezza del caricatore delle bottiglie/vasetti.	Altezza caricatore bottiglie	Altezza del caricatore delle bottiglie/vasetti del lotto precedente.
Altezza caricatori tappo	Si imposta l'altezza del caricatore dei tappi.	Altezza caricatori tappo	Altezza del caricatore del tappo del lotto precedente.
Volume serbatoio liquido	Si imposta il volume del serbatoio del liquido.	Volume serbatoio liquido	Volume del serbatoio del liquido in millilitri.
	Spia che, se illuminata, indica un errore generale: è necessario risolvere il problema e la spia si spegne. Per sapere l'origine del problema visualizzare la pagina degli allarmi (vedere § 6.1).		

Altri pulsanti/spie (START, STOP, HOME, etc.)	Vedere capitolo 5.

Tabella 14: significato dei vari pulsanti e spie

6.8 MODALITÀ DI LAVORO

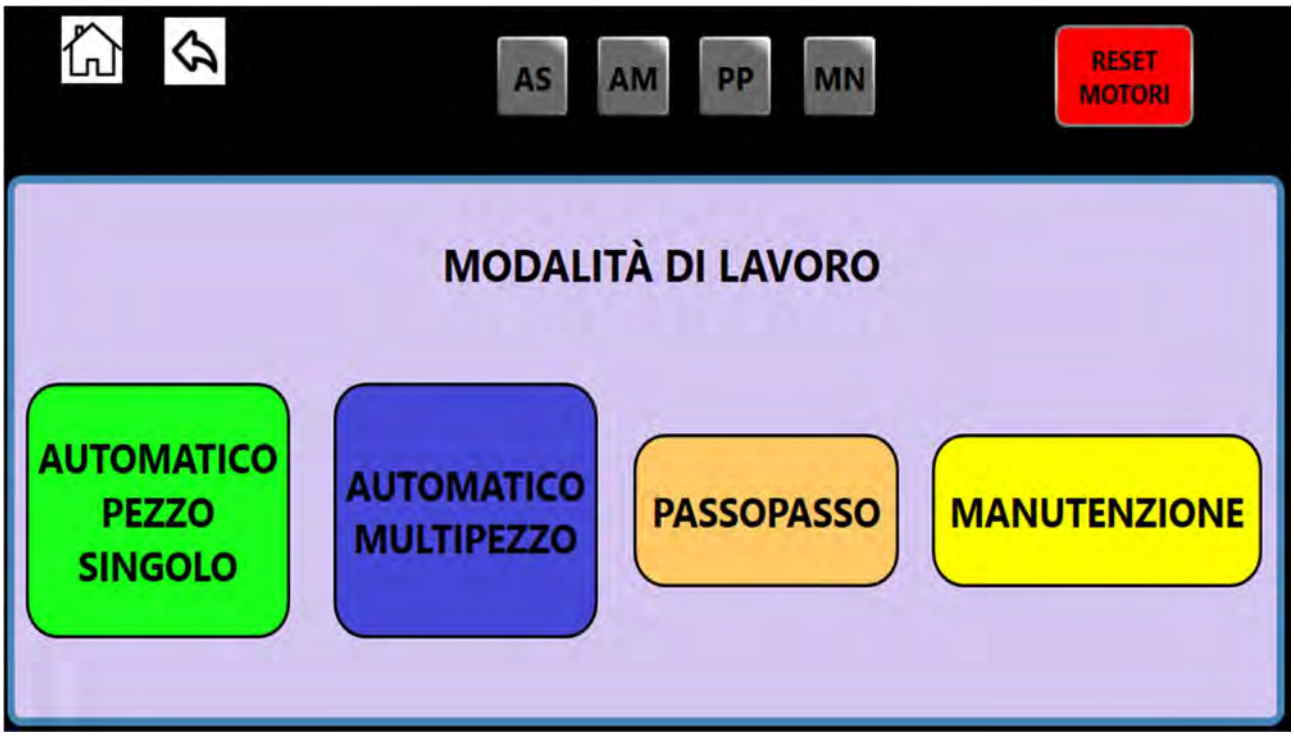


Figura 17: programmi.

In Tabella 15 sono riportate le funzioni di ogni pulsante/spia presente nella pagina.

Automatico pezzo singolo	Pulsante che avvia il programma automatico PEZZO SINGOLO (§ 4.1).
Automatico pezzo multiplo	Pulsante che avvia il programma automatico MULTIPEZZO (§ 4.2).
PASSO-PASSO	Pulsante che avvia il programma PASSO-PASSO (§ 4.3).
Manutenzione	Pulsante che avvia il programma MANUTENZIONE (§ 4.4).
	Reset motori: pulsante che ripristina i valori dei motori, sia quello della tavola che quello dell'avvitatore.
Altri pulsanti/spie (START, STOP, HOME, etc.)	Vedere capitolo 5.

Tabella 15: significato dei vari pulsanti/spie.

6.9 RICETTE

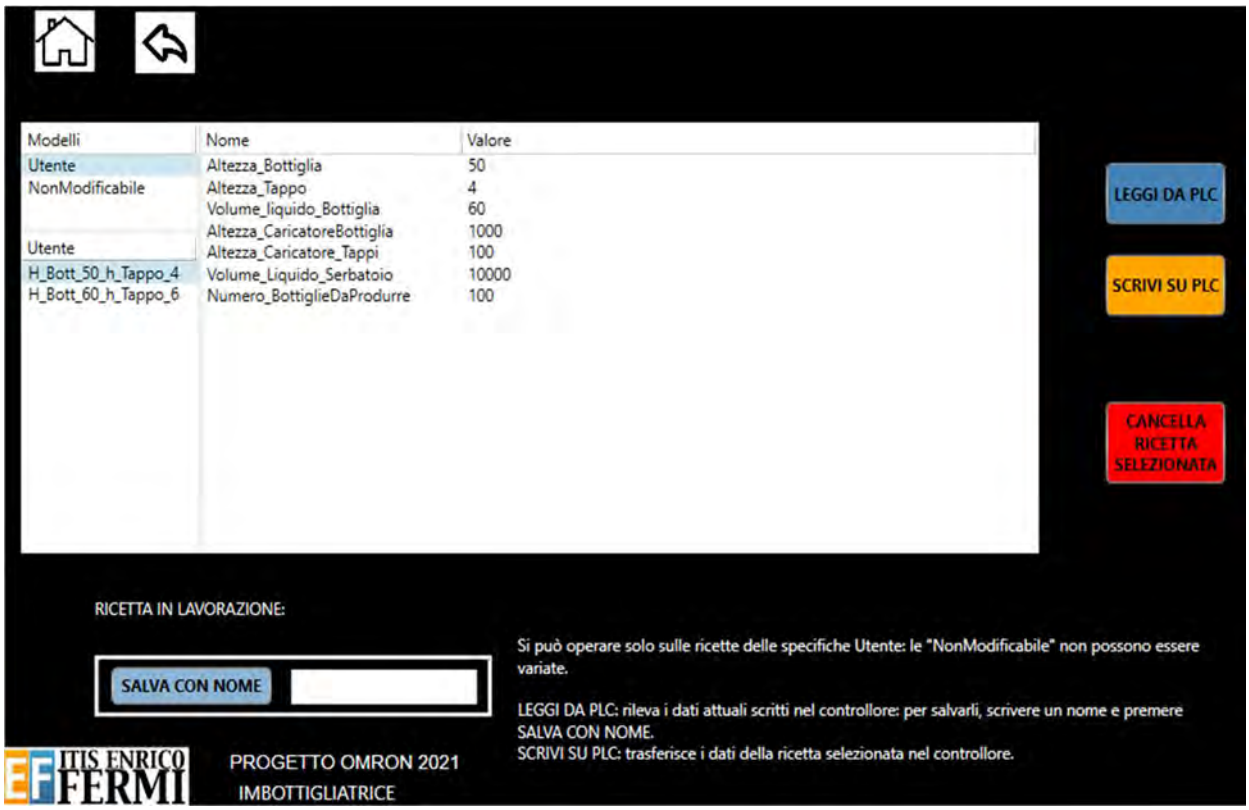


Figura 18: pagina Ricette.

In Tabella 16 sono riportate le funzioni di ogni pulsante/spia presente nella pagina.

In questa pagina si gestiscono le ricette ossia gli insiemi di dati che riassumono i dati principali della lavorazione di un lotto; sono stati presi in considerazione i dati principali di produzione che è possibile visualizzare nella Figura 18 nella colonna "Nome". Il modello "NonModificabile" comprende alcune ricette di riferimento che, appunto, non sono modificabili. I pulsanti sono attivi e visibili SOLO per il modello "Utente".

Per l'utilizzo delle ricette:

LEGGI DA PLC	Premendo il pulsante tutti i dati della ricetta selezionata sotto la finestra "Utente" sono sostituiti da quelli attuali memorizzati nel NX1P2. ATTENZIONE: i dati sono sostituiti e salvati automaticamente pertanto si consiglia di selezionare la ricetta, cambiare nome (con pulsante "SALVA CON NOME) e poi leggere da PLC.
SCRIVI SU PLC	I dati della ricetta selezionata sono trascritti sulla memoria del NX1P2 cancellando quelli esistenti nel PLC.
CANCELLA RICETTA SELEZIONATA	Cancella la ricetta selezionata sotto la finestra "Utente".

SALVA CON NOME Omron	Dopo aver scritto il nome della nuova ricetta cliccando su SALVA CON NOME si genera una nuova ricetta con i dati visibili nelle colonne “Nome” e “Valore”.

Tabella 16: pulsanti della pagina “Ricette”.

6.10 INPUT/OUTPUT

È un gruppo di pagine in cui si riassumono tutti gli ingressi e le uscite e illustrano quelli attivi (led verdi).

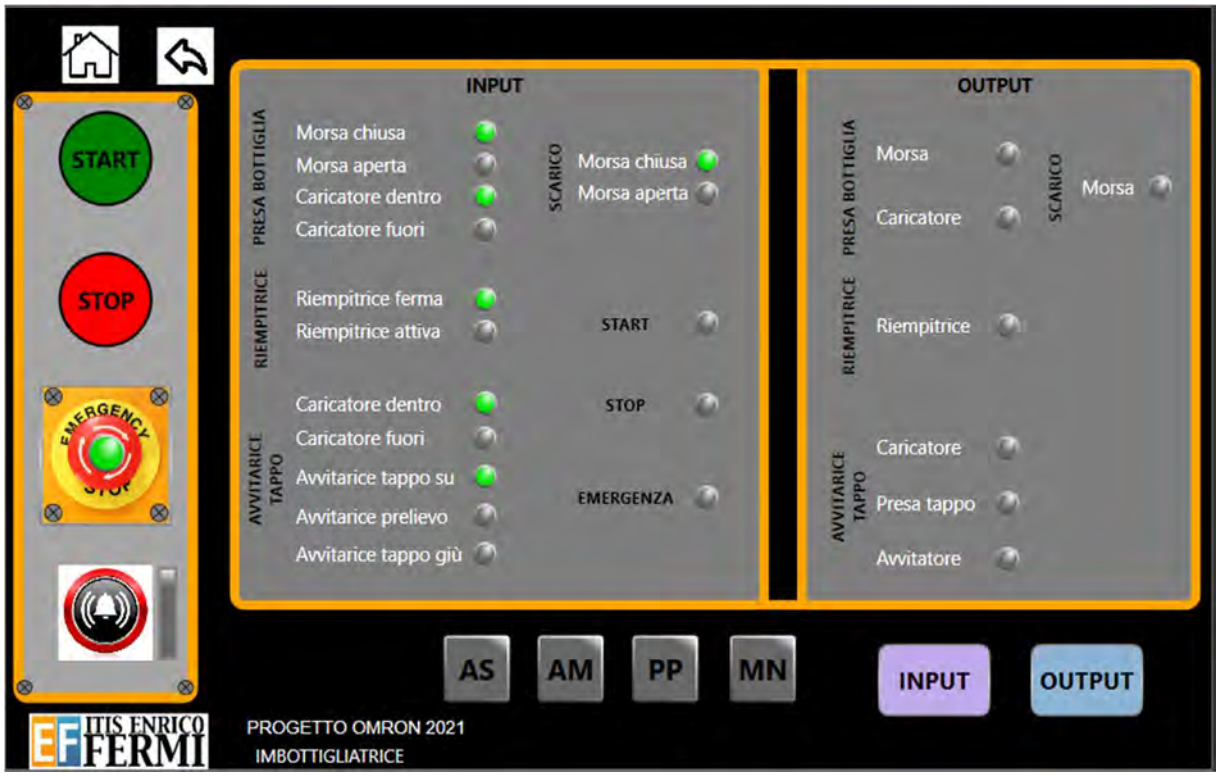


Figura 19: I_O.

In Tabella 17 sono riportate le funzioni di ogni pulsante/spia presente nella pagina.

Input	Pulsante che manda alla schermata di input (§ 6.10.1).
Output	Pulsante che manda alla schermata di output (§ 6.10.2).
Altri pulsanti/spie (START, STOP, HOME, etc.)	Vedere capitolo 5.

Tabella 17: significato dei vari pulsanti/spie.

6.10.1 Input

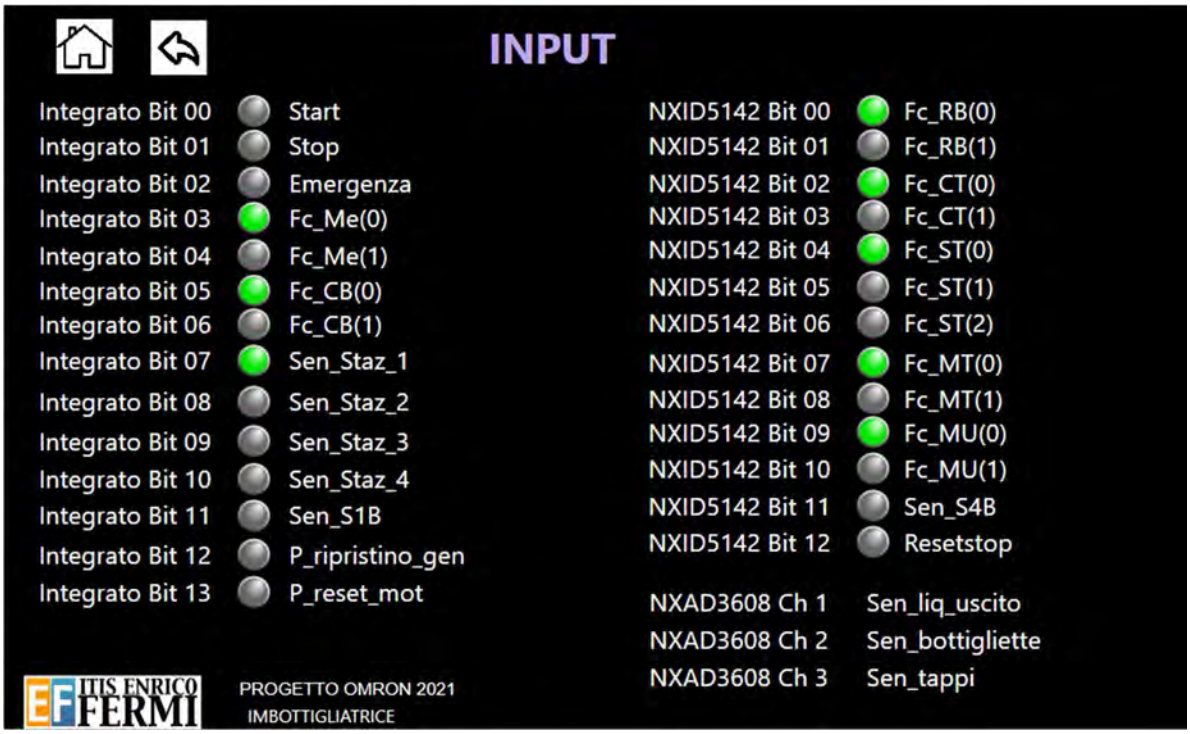


Figura 20: Input.

In Tabella 18 sono riportate le funzioni di ogni pulsante/spia presente nella pagina.

Sono rappresentati tutti gli ingressi della macchina: spia illuminata significa che il sensore è attivo.		
Start	BOOL	Inizia la lavorazione.
Stop	BOOL	Ferma temporaneamente la lavorazione: per ripartire premere RESTART.
Emergenza	BOOL	Blocca la macchina.
Fc_Me(0)	BOOL	Finecorsa attivo del cilindro ME (morsa entrata) quando l'attuatore è in posizione rientrata.
Fc_Me(1)	BOOL	Finecorsa attivo del cilindro ME (morsa entrata) quando l'attuatore è uscito.
Fc_CB(0)	BOOL	Finecorsa attivo del cilindro CB (carica vasetto) quando l'attuatore è in posizione rientrata.
Fc_CB(1)	BOOL	Finecorsa attivo del cilindro CB (carica vasetto) quando l'attuatore è uscito.
Sen_Staz_1	BOOL	È il finecorsa che indica l'arrivo nella stazione 1 da parte del piatto
Sen_staz_2	BOOL	È il finecorsa che indica l'arrivo nella stazione 2 da parte del piatto
Sen_Staz_3	BOOL	È il finecorsa che indica l'arrivo nella stazione 3 da parte del piatto
Sen_Staz_4	BOOL	È il finecorsa che indica l'arrivo nella stazione 4 da parte del piatto

Sen_S1B	BOOL	È il finecorsa che mi indica se la bottiglia manca dopo la stazione 1
P_ripristino_gen	BOOL	È un pulsante che va premuto dopo l'emergenza che va a a riportare la macchina in posizione iniziale.
P_reset_mot	BOOL	È un pulsante che serve a far ripartire i motori dopo l'attivazione del blocco MC_Stop
Fc_RB(0)	BOOL	Finecorsa attivo del cilindro RB (riempitrice bottiglie) quando l'attuatore è in posizione rientrata.
Fc_RB(1)	BOOL	Finecorsa attivo del cilindro RB (riempitrice bottiglie) quando l'attuatore è uscito.
Fc_CT(0)	BOOL	Finecorsa attivo del cilindro CT (carica tappo) quando l'attuatore è in posizione rientrata.
Fc_CT(1)	BOOL	Finecorsa attivo del cilindro CT (carica tappo) quando l'attuatore è uscito.
Fc_ST(0)	BOOL	Finecorsa attivo del cilindro ST (sposta tappo) quando l'attuatore è in posizione rientrata.
Fc_ST(1)	BOOL	Finecorsa attivo del cilindro ST (sposta tappo) quando l'attuatore è uscito nella posizione 1.
Fc_ST(2)	BOOL	Finecorsa attivo del cilindro ST (sposta tappo) quando l'attuatore è uscito nella posizione 2.
Fc_MT(0)	BOOL	Finecorsa attivo del cilindro MT (morsa tappo) quando l'attuatore è in posizione rientrata.
Fc_MT(1)	BOOL	Finecorsa attivo del cilindro MT (morsa tappo) quando l'attuatore è uscito.
Fc_MU(0)	BOOL	Finecorsa attivo del cilindro MU (morsa uscita) quando l'attuatore è in posizione rientrata.
Fc_MU(1)	BOOL	Finecorsa attivo del cilindro MU (morsa uscita) quando l'attuatore è uscito.
Sen_S4B	BOOL	È il finecorsa che mi indica che la bottiglia ha lasciato la stazione 4.
Restart	BOOL	Riavvia la lavorazione dopo aver premuto STOP.
Sen_liq_uscito		Sostanzialmente simula un contatore di volume che misura il volume di liquido imbottigliato: raggiunto il valore impostato nella pagina PARAMETRI PRODOTTO (§ 6.7.2) chiude la valvola.
Sen-bottigliette		È un sensore che misura l'altezza dal sensore al vasetto più alto: in base al valore si calcola il numero di vasetti disponibili.

Sen_tappi		È un sensore che misura l'altezza dal sensore al vasetto più alto: in base al valore si calcola il numero di tappi disponibili.
Altri pulsanti (START, STOP, HOME, etc.)		Vedere capitolo 5.

Tabella 18: significato dei vari pulsanti/spie.

6.10.2 Output

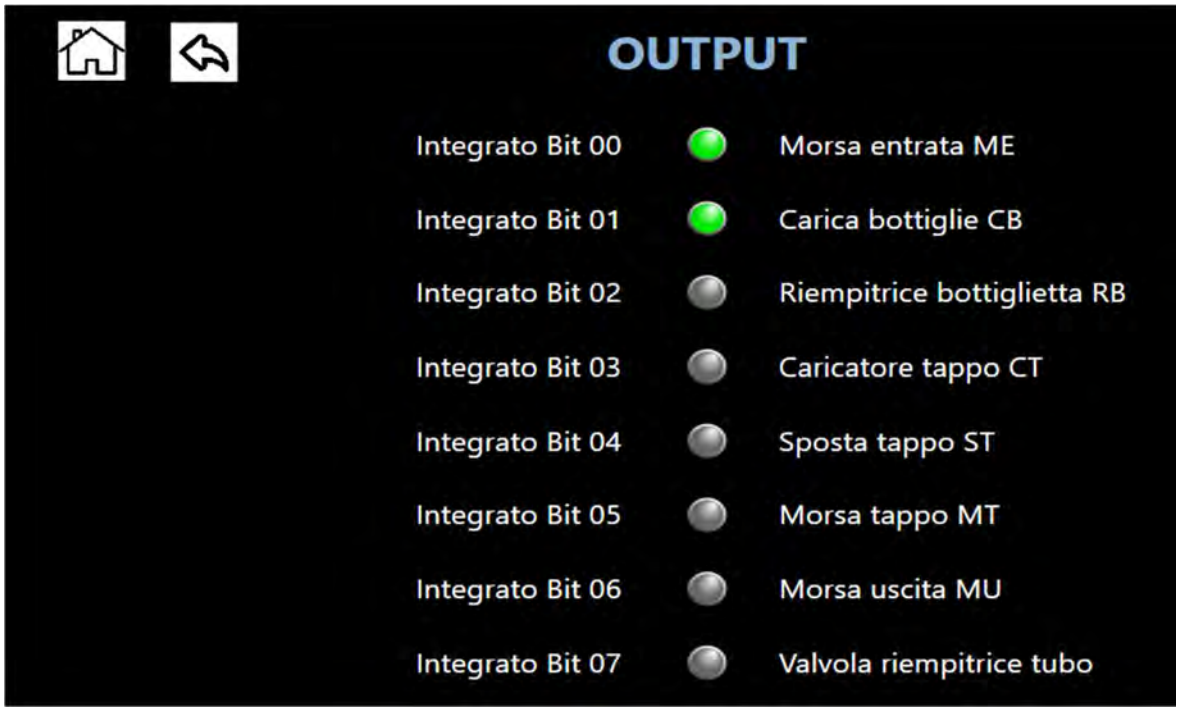


Figura 21: Output.

In Tabella 19 sono riportate le funzioni di ogni pulsante/spia presente nella pagina.

Sono rappresentate ci sono tutte le spie di output della macchina.	
Morsa entrata ME	Pistone nella prima stazione che apre o chiude la morsa.
Carica bottiglie CB	Pistone nella prima stazione che carica le bottiglie nella morsa.
Riempitrice bottiglietta RB	Pistone nella seconda stazione che va a riempire la bottiglia/vasetto.
Caricatore tappo CT	Pistone nella terza stazione che esce per dare il tappo alla morsa del tappo MT.
Sposta tappo ST	Pistone nella terza stazione che ha tre posizioni e che scende e sale per andare a prendere il tappo e per

	successivamente avvitarlo grazie al motore.
Morsa tappo MT	Pistone nella terza stazione che serve per aprire o chiudere le pinze della morsa.
Morsa uscita MU	Pistone nella quarta stazione che apre o chiude la morsa per far cadere la bottiglia.
Valvola riempitrice tubo RT	Valvola nella seconda stazione che riempie il tubo della riempitrice bottiglietta.
Altri pulsanti (START, STOP, HOME, etc.)	Vedere (capitolo 5).

Tabella 19: significato dei vari pulsanti/spie.

7 FUNZIONAMENTO MACCHINA

Per come riavviare la macchina dopo aver premuto STOP o il pulsante di emergenza si prega di leggere il cap. 5.

7.1 AVVIO 1° LOTTO

Avviata la macchina è necessario:

- scegliere la modalità di lavoro (§ 4);
- inserire il numero di pezzi da fare se il programma è MULTIPEZZO (§ 4.2): il lotto deve essere superiore a 5;
- Inserire i parametri utili per la produzione (§ 6.7.2 e 6.7.3);
- controllare che non ci sia nulla che impedisca il corretto funzionamento della macchina come l'assenza di tappi o liquido (anche se quando si preme START la mancanza farà visualizzare un avviso);
- premere START per avviare il programma scelto;
- dalla pagina VISTA GENERALE (§ 6.2) si possono visualizzare le diverse fasi;

Per la durata di una fase/stazione si consideri che è di circa 10 secondi nel programma MULTIPEZZO (§ 4.2) perché si è impostato un tempo simile per la riempitura del vasetto.

7.2 NUOVO LOTTO

Terminato un lotto è necessario:

- Re-impostare il nuovo lotto scrivendo il numero di pezzi nella casella apposita nella pagina HOME;
- Re-impostare il nuovo lotto;
- Ripremere modalità MULTI PEZZO (§ 4.2);
- Premere START.

7.3 SEGNALAZIONE DI ERRORI

Quando viene segnalato un errore nella procedura o un errore dovuto ai motori si illumina la spia a fianco del pulsante di Figura 22: è sufficiente rimuovere la causa e premere il pulsante per annullare l'errore. Per ripartire con la lavorazione premere START.

Figura 22: reset di errori.

7.4 EMERGENZA E STOP

Per la gestione dell'emergenza e dell'arresto normale vedere il cap. 5.

8 CONFIGURAZIONE CONTROLLORE

La configurazione fisica del controllore è la seguente:

- NX1P2: controllore.
- NX-ID5142: modulo aggiuntivo per sensori booleani.
- NX-AD3608 per i sensori analogici:
  - Sensore liquido uscito: rileva il volume di liquido uscito dal caricatore liquido;
  - sensore bottigliette: rileva l'altezza dalla sommità del tubo caricatore bottiglie/vasetti;
  - sensore tappi: rileva l'altezza dalla sommità del tubo caricatore tappi;

9 DIFFICOLTÀ RISCONTRATE

È stato un lavoro nuovo per gli autori: quindi, oltre alle difficoltà che si riscontrano normalmente in una progettazione di PLC e di HMI, si è anche trovata difficoltà a gestire programmi che erano nuovi e che sono stati imparati velocemente perché si è potuto iniziare tardi il progetto.

- È stato complicato gestire le impostazioni dei motori perché sorgevano errori delle funzioni interne utilizzate (MC_MOVE, etc.).
- Inoltre ancora più complicato è risultato gestire e risolvere gli errori che sorgevano man mano.
- Un'ulteriore problematica è stata la programmazione delle subroutine per gestire le animazioni dei vasetti, in particolare quella per la stazione per l'avvitatore vasetto e sincronizzare le visibilità delle bottiglie/vasetti con le rotazioni dei motori al fine di rendere verosimile l'animazione.
- È stato inoltre difficoltoso unire la parte di pura programmazione del NX1P2 con l'HMI in particolare per quanto

riguarda la gestione di situazioni “dinamiche”, come ad esempio il cambio di modalità di lavoro, l'inserimento del numero di pezzi o la gestione degli errori legati ai sensori. La riempitrice in particolare si è dimostrata molto sensibile agli errori o alle imprecisioni della programmazione.

- Si sono presentate spesso discussioni su come presentare il progetto HMI e gestire alcuni aspetti della programmazione: questo è stato un aspetto interessante perché ha potuto sviluppare l’arte dell’argomentazione ossia motivare le scelte.

10 POSSIBILI SVILUPPI

- Migliorare la gestione degli errori evidenziando l’origine o la causa all’operatore in modo da facilitare la correzione.
- Sarebbe interessante aggiungere altre stazioni come per esempio l’etichettatrice o l’immagazzinamento.
- Non si è considerato l’aspetto della sicurezza (si è considerata solo l’emergenza), quindi, avendo avuto più disponibilità di tempo, si sarebbe potuto simulare il funzionamento di un impianto per la sicurezza dei lavoratori.

11 CONCLUSIONI

Il progetto Omron ha dato la possibilità in questo periodo, in cui incontrarsi con i propri compagni non sempre è possibile, di potersi frequentare e riuscire a progettare qualcosa di veramente interessante come la imbottigliatrice e approfondire programmi a noi poco noti come Sysmac Studio e anche LibreOffice.
In questo progetto, che ha richiesto più di 120 ore di lavoro a scuola e tante altre a casa, tra problemi che continuavano a sorgere e altri che venivano risolti, si è riusciti ad ottenere un risultato complessivo per noi soddisfacente; la soddisfazione non si limita solo al progetto ma anche a come è evoluto il progetto stesso, tra idee bizzarre che venivano in mente durante la progettazione e le discussioni nate da pensieri e idee differenti per trovare la soluzione migliore; discussioni che ovviamente sorgono quando si lavora in gruppo e si ha a cuore la buona riuscita del progetto.

Ogni studente ha delle proprie motivazioni per essersi unito a questo progetto, tra passione e voglia di cambiare la propria routine per fare qualcosa di diverso, per poter uscire di casa in questo periodo non sempre piacevole, avere la possibilità di incontrarsi e trascorrere del tempo facendo qualcosa di utile che coinvolgesse tutti e imparare qualcosa di nuovo. C'è una cosa però che unisce tutti: la volontà di fare un lavoro fatto bene che ha costretto più volte a fermarsi a scuola più del previsto per trovare la soluzione di un problema e la perseveranza nel continuare il progetto nonostante le tante difficoltà riscontrate.

Questo progetto è possibile dividerlo in due macro categorie sviluppate in momenti differenti: la parte di programmazione che è quella da cui si è partiti e la parte grafica che aveva l’esigenza di essere particolarmente chiara perché è l'interfaccia uomo macchina. La prima parte ha richiesto impegno per simulare il comportamento della macchina mentre la seconda ha richiesto tempo per un'interfaccia chiara e che permettesse l'accesso ai parametri

principali della macchina.

Questo progetto può essere efficace per l'approfondimento didattico in quanto, essendo un progetto con una macchina reale realizzata a scuola, è possibile osservare la corrispondenza tra una programmazione abbastanza sviluppata come quella effettuata e il funzionamento della macchina: potendo osservare sia il programma che la parte grafica, risulta essere di facile comprensione anche per i futuri studenti o per chi si vorrebbe cimentare nella realizzazione di un progetto simile in modo da prenderne spunto. Si può approfondire le conoscenze del PLC della programmazione ladder, la parte grafica del HMI di Sysmac Studio, dei vari componenti della macchina come gli attuatori, i sensori, i finecorsa e i motori. Molto istruttivo è stato anche come si dovrebbe comportare la macchina ad uno stop funzionale o di emergenza o un ripristino, etc: sono aspetti che non si conoscevano e che solo programmare il PLC di una macchina ci ha permesso di capire meglio; in questo modo abbiamo simulato, con i limiti dovuti, i progettisti professionisti.

Si potrebbe anche approfondire la parte economica del progetto con i costi delle varie parti in modo da avere una vista generale sui costi dei macchinari.

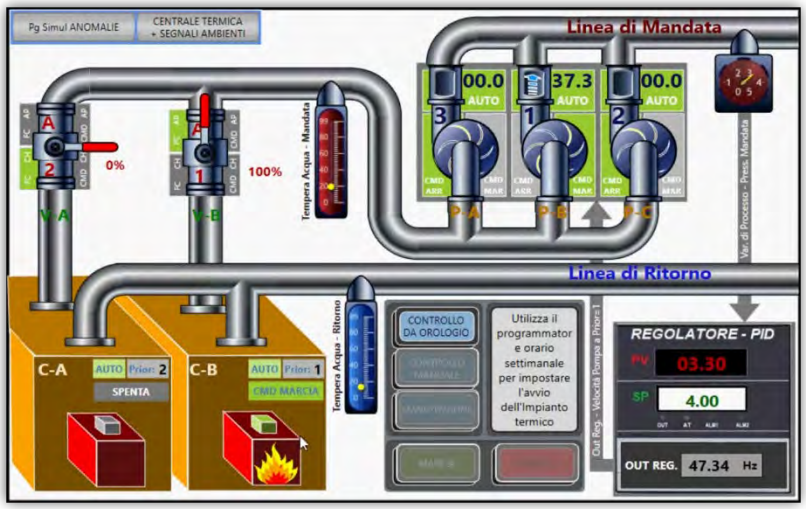
12 RINGRAZIAMENTI

Si ha il piacere di ringraziare:

- l'azienda Omron per averci dato la possibilità di svolgere questo progetto di gruppo;
- il Ministero dell'Istruzione per incoraggiare questa interessantissima e formativa iniziativa;
- Si ringrazia la scuola I.T.I.S "E. Fermi" per averci lasciato la possibilità di trovarci in questo periodo e offerto la possibilità di usufruire della sua attrezzatura.
- Si ringraziano i professori che ci hanno seguito: il professore Scotton per averci sostenuto e il prof. Zatta per essere stato sempre disponibile a illustrarci il funzionamento della macchina;
- l'ing. Cavalli del servizio tecnico dell'Omron per avere sempre risposto prontamente ai nostri dubbi.

Impianto termico con controllo distribuito

< Sommario



Il sistema ha il compito di gestire in automatico il controllo di temperatura all'interno di un edificio, azionando di volta in volta i dispositivi opportuni.

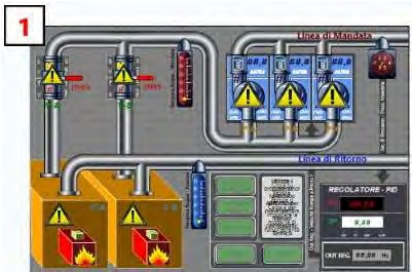
IIS G. Pentasuglia – Matera MT- Classe V

- **Docente coordinatore**: Michele Centonze
- **Studenti:** Lorenzo Tomaselli, Alessandro Venezia

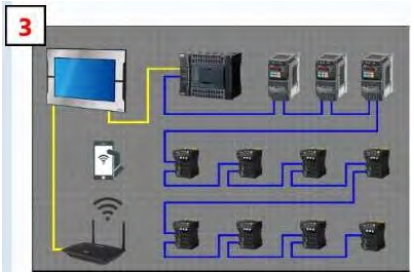
GENERALITA'

DESCRIZIONE PAGINA PRECEDENTE | DESCRIZIONE PAGINA SUCCESSIVA

L SISTEMA HA IL COMPITO DI GESTIRE LA TEMPERATURA ALL' INTERNO DI UN EDIFICIO.
I PUNTI CARATTERIZZANTI DEL SISTEMA DI CONTROLLO SONO QUATTRO:



1) CENTRALE TERMICA



3) CONTROLLORE E IN/OUT DEL SISTEMA

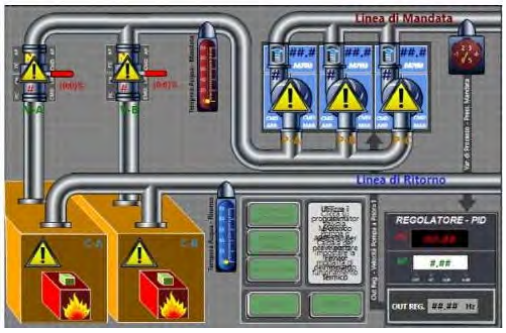
2) SUDDIVISIONE DEL CONTROLLO DELLA TEMPERATURA PER ZONE

4) AWIO AUTOMATIZATO CON PROGRAMMATORE ORARIO

CENTRALE TERMICA

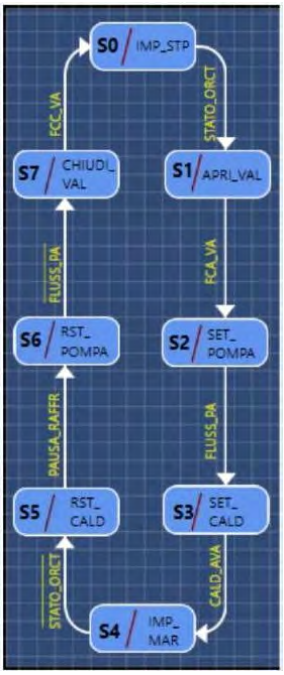
DESCRIZIONE PAGINA PRECEDENTE | DESCRIZIONE PAGINA SUCCESSIVA

NELLA CENTRALE TERMICA SONO PRESENTI VALVOLE, POMPE E CALDAIE, DI CUI NEL FUNZIONAMENTO, IL SISTEMA NE IMPIEGA SOLO UNO PER TIPOLOGIA. IL SISTEMA DI CONTROLLO GESTISCE IN AUTOMATICO L'ACCENZIONE DEi DISPOSITIVI NEL RISPETTO DELLE REGOLE DESCRITTE NELLA PAGINA A LORO DEDICATA.



PER UN CORRETTO FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO I DISPOSITIVI DEVONO ESSERE ATTIVATI SEGUENDO UNA SPECIFICA SEQUENZA.

IL GRAFO RIPORTATO ALLA DESTRA EVIDENZIA LA SEQUENZA DELLE ATTIVITa NECESSARIE PER L'AWIO E L'ARRESTO DELL'IMPIANTO.



HOME PAGE | CENTRALE TERMICA

SEQUENZA AUTOMATICA IMPIANTO

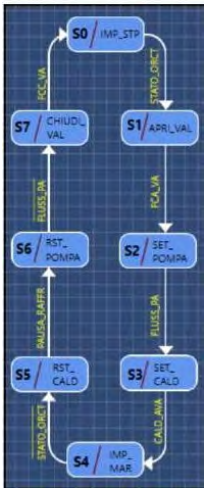
DESCRIZIONE PAGINA PRECEDENTE | DESCRIZIONE PAGINA SUCCESSIVA

DAL CONFRONTO DEL GRAFO DI MOORE CON LA LOGICA LADDER A DESTRA. SI OSSERVA COME AD OGNI RUNG DELLA FTS CORRISPONDA UNA COPPIA DI STATI LEGATI DA UNA CONDIZIONE DI TRANSIZIONE. IL CONFRONTO RAPPRESENTA LO STATO DI PARTENZA, L'I STRUZION E MOVE RAPPRESENTA LO STATO DI ARRJVO E LA LOGICA INTERPOSTA TRA I DUE BLOCCHI RAPPRESENTA LA CONDIZIONE DI TRAN SIZIONE.

D SEGUITO CRIPORTATA LA SEQUENZA AUTOMATICA DI AW I O ED ARRESTO DELL' IM PIAN TO. LA LOGICA A SINISTRA RIPORTA LE CONDIZIONI CHE PERMETTONO IL PASSAGGIO DI STATO, LA LOGICA A DESTRA RIPORTA L'ASSOCIAZIONE TRA STATO ED USCITE.

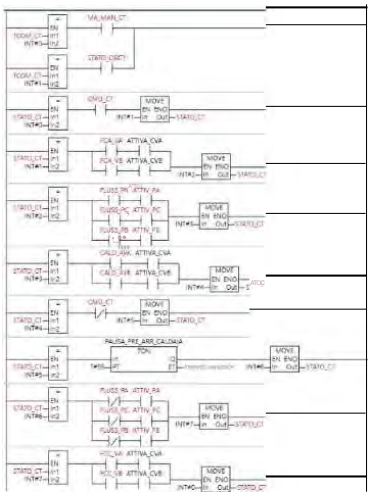
Grafo Moore

Sequenza mar/arr imp.



FTS

Funzione di Transiszione di Stato



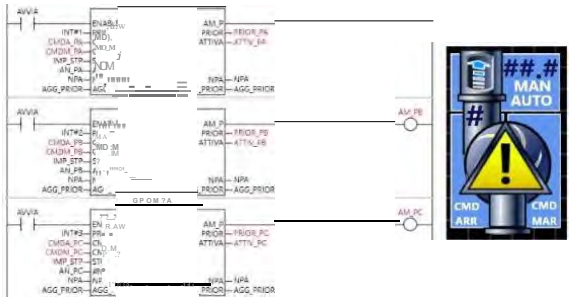
FTU

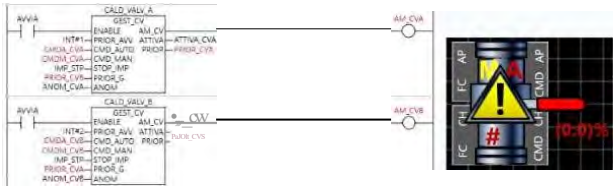
Funz. Transfer. Uscite

HOMEPAGE | CENTRALE TERMICA

PRIORITA' AWIO

DESCRIZIONE PAGINA PREc in E.fN E.. | DESCRIZIONE PAGINAsucc EBdv A





NEL FUNZIONAMENTO DELL.IMPIANTO TERMICO C PREVISTO IL FUNZIONAMENTO CONTEMPORANEO DI UNA SOLA APPARECCHIATURA DEUO STESSO TIPO (CALDAIA, VALVOLA, **POMPA**).

LE APPARECCHIATURE DA UTLIZZARE SONO SELEZIONATE ALL'AWIO DELL'IMPANTO SECONDO UN CRITERIO DI PRIORITa CHE MUTA CICLICAMENTE

AD OGNI COMPONENTE DEUO STESSO TIPO VIENE ASSEGNATA UNA PRIORITa PAR!A.-1" SE IL DISPOSITIVO c IN MANUALE E UNA PRIORITa UNIVOCA COMPRESA TRA "1 " E "NUMERO MASSIMO DEi COMPONENTI" SE c IN AUTOMATICO.

SE IL DISPOSITIVO C IN AUTOMATICO LA SUA PRIORITa SI DECREMENTA CICUCAMENTE DA OGNI ARRESTO DE.L.IMPANTO.

A DOGNI AW IO DELL.IMPIANTO SARa IMPIEGATO IL DISPOSITIVO CHE POSSIEDE PRIOR1Ii 1.

SE UN DISPOSITIVO DALLA MODAUTa MANUALE PASSA A UA MODALIT:J AUTOMATICA ASSUME LA MASSIMA PRIORITa TRA QUEUE ATTUALMENTE IN MODAUT:J AUTOMATICO (ESEMPIO: SE UNA SOLA POMPA c IN AUTOMATICO, QUANDO LA SECONDA POMPA PASSERaIN AUTOMATICO QUESTA ASSUMERa LA PRIOR1Ii 2).

SE UN DISPOSITIVO PASSA DA AUTOMATICO A MANUALE/ANOMALIA, LA SUA PRIORITaI CORRISPONSERa A ..•1" ED AI RESTANTI DISPOSITIVI IN AUTOMATICO SARa AGGIORNATA LA PRIORITa (ESEMPIO: SE TRE POMPE SONO IN AUTOMATICO E LA POMPA A PRIORITaI 2 PASSA IN MANUAL£ LA POMPA A PRIOROTa 3 PASSERa A PRIORITa 2).

PERTANTO SE DURANTE IL FUNZIONAMENTO DE.L.IMPIANTO LA POMPA IN MARCIA (PRIORITaI=1) MANIFESTA DEi PROBUMI (VA IN ANOMAUA O PASSA IN MANUAL£) L•AGGIORNAMENTO AUTOMATICO DEUA PRJORITa PERMETTE L'AW IO AUTOMATICO DI UNA NUOVA POMPA.

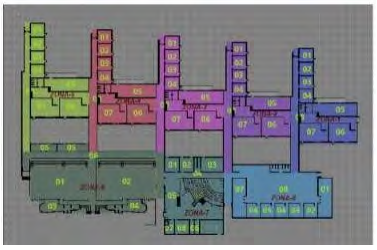
NEUA LOGICA DEL CONTROLLO RESONO STATE IMPLEMENTATE DUE TIPOLOGIE DI FUNCTION BLOCK IN QUANTO IN AUTOMATICO NON PUO' ESSERE DISGIUNTA LA MODALITa DI FUNZIONAMENTO DELLA VALVOLA DALLA MODAUTa DI FUNZIONAMENTO DELLA CALDAIA (ESEMPIO: NON e AMMISSIBILE APRIRE LA VALVOLA-A ED AWIARE LA CALDAIA B)

HOMEPAGE | CENTRALETERMICA

ZONE E AMBIENTI

DESCRIZIONE PAGINA PRECEDENTE | DESCRIZIONE PAGINA succESs1vA

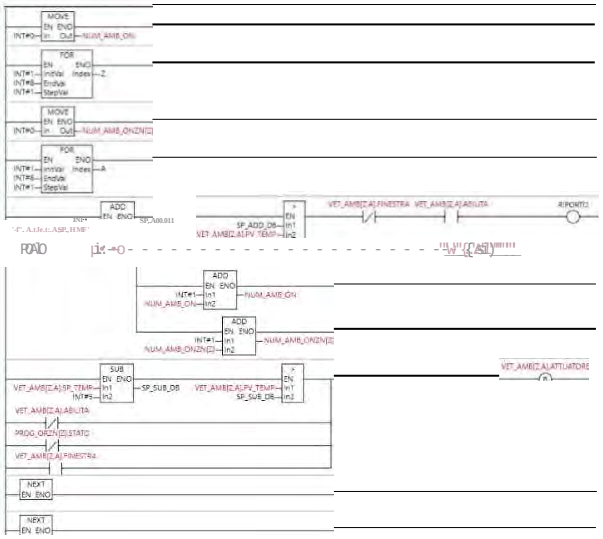
LA CENTRALE TERMICA e A SERVIZIO DEL NOSTRO ISTITUTO
LA GESTIONE DEL RISCALDAMENTO ALL' INTERNO DI ESSOe SUDDIVISA PERZONE (DA1 A 8) ED A U 'INTERNO DI OGN I ZONA e PRESENTE UNA SUSSIVISIONE PER AMBIENT! (COMPRESA DA 1 A 8). LA PAGINA HMI PERMETTE DI INDIVIDUARELE ZONE, CHE RISUITANO ABIUTATE SE SONO COLORATE.CUCCANDO SU UNAZONASI ACCEDEAUA PAGINA DI IMPOSTAZIONE DELLA ZONA.



LA PAGINA O EOICATAALLA ZONA PERMETTE 01 VISUALIZZARE E GESTIRE LOSTATO DI OGNI AMBIENTE APPARTENETEALLA ZONA. TUTTE LE INFORMAZIONI SONO RACCHIUSENELLA TABELLA ALLA SUA DESTRA. PER OGNI **AMBIENTE** e POSSIBILE: ABILITARE IL FUNZIONAMENTO,VISUALIZZARE LO STATO DELL"ATTUATORE(ELETTROVALVOLA)CHE PERMUTE IL RISCALDAMENTO DELL"AMBIENTE, VISUALIZZARE LO STATO DELLE APERTURE VERSO L"AMBIENTEESTERNO (FINESTRE.) VISUALIZZARE LA TEMPERATURA AMBIENTE, IMPOSTARELA TEMPERATURA AMBIENTE.

DI SEGUITO RIPORTATA LA LOGICA DICONTROLO ASSOCIATA AGU AMBIENT!.

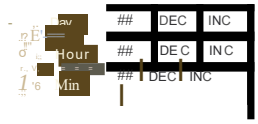
IN ESSA SI PUo OSSERVARE CHE, PER LA SEMPUFICAZIONE DELLA GESTIONE DELLE VARIABIU,STATA DEFINITA UNA MATRICE (PRIMO ! NOICEZONA E SECONDO !NOICE AMBIENTE) DI STRUTTURA (CONTENENTETUTTI I PARAMETTRI AMBIENTE).
IN QUESTOMODO STATOPOSSIBILE GESTIRE LA LOGICADEi 64 AMBIENT! MEDIANTE UN CICLO FOR ANNIDATO. LA LOGICA INCLUDE ILCONTROLLO DITEMPERATURA ON-OFFCON ISTERESIE LECONDIZIONI DI AmVAZIONE DEU 'ELEMENTORISCALDANTE.



HOMEPAGE | CENTRALETERMICA

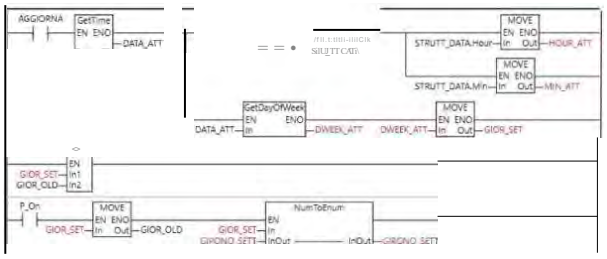
GESTIONE OROLOGI

DESCRIZIONE PAGINA PRECEDENTE | DESCRIZIONE PAGINASUCCESSIVA



E' INDISPENSABILEVTILIZZARE L'OROLOGIO DI SISTEMA PER GESTIRE L'AWIO E L'ARRESTO AVTOMATICO DELLIMPIANTO PERIMPOSTARE FACILMENTE IL GIORNO E L'ORA ATTUALE STATOREALIZZATO UN OROLOGIO DI SITEMASIMULATO

NELLA PARTE SOSSOSTANTE RIPORTATA LA LOGICA IMPIEGATA PER LAGESTIONE DEUOROLOGIO DI SISTEMA.



NELLA LOGICA DI CONTROLLO L'OROLOGIO DI SISTEMAi VTILIZZATO COME ELEMENTO DI CONFRONTOCON LATABELLASETTIMANALE DEL'LORARIO DI AWIO EDARRESTO CENTRAU TERMICA E CON LA TAVEUA DI AJTIVAZIONE **ORARIA** DELU SINGOLE ZONE

```
TOT_S:=USINT_TO_INT(OM.S)*60)USINT_TO_INT(MIN_S):TOT_M:
    =USINT_TO_INT(OAA_M)*60+USINT_TO_INT(MIN_M):
  TOT_A:=USINT_TO_IIIT(ORA.A)*60 +VSINT_10 INT(MIN_A:

IF TOT S> =TOT MH E.N

    MARCIA:= TRUE:
  ELSE
    MARCIA:=FAISE.
  ENOJF:

  IFTOT_S> =TOT< THEN
    ARRISTO:TRUE;
  ELSE
    ARRISTO:=FALSE:
  ENO_IF:

  IF MARCIA=TRUE ANO ARRESTO=FAISE THEN
    OUT:=I RUE:
  ELSE
    OUE=FAISE:
  ENOJF:
```

DI SEGUITO ; RIPORTATA LAFUNCTION BLOCKCHEGESTISCE IL PROGRAMMATORE ORARIO DEUA CENTRALE TERMICA.

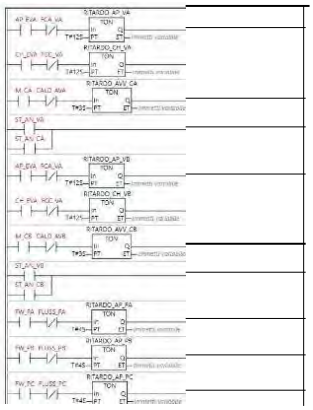
DI SEGUITO e RIPORTATA LAFUNCTION BLOCKCHE GESTISCE IL PROGRAMMATORI ORARIO DI ZONA

ASINISTRA SONO RIPORTATE LEISTRUZIONI DEUA FUNCTION BLOCK UTILIZZATA PER IL PROGRAMMATORE ORARIO DEUA CENTRAU TERMICA E PROGRAMMATORE ORARIO DI ZONA.

HOME PAGE | CENTRALE TERMICA

ALLARMI E MANUTENZIONE

O ESCRIZIONE PAGINA PRIC'EOENTE | DESCRIZIONE PAGINA SUCCESSIVA



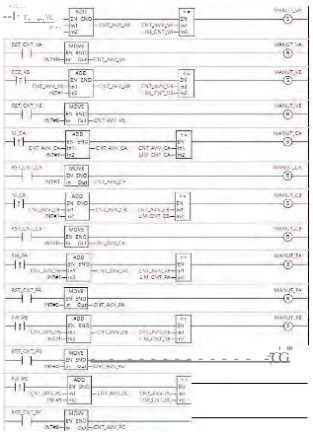
LA LOGICA Of CONTROUO PERMETTE Of OETERMINARE EVENTUAUSITUAZIONI 01 **ANOMALIA** TRACOMANOOESTA'D DEL OISPOSITIVO.

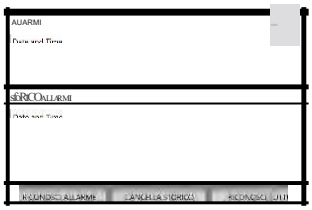
TALISITUAZONISONORILEVABIU NEUA PAGINAOEGU ALLARMI Of SEGUITO VISUAUZZATA

NELLA LOGICA 0 1 CONTROUO SONO STATI INSERITI I CONTATORI CHE MISURANO LA QUANTITà 01 AVVII DEi OISPOSITIVI PRESENTI NELLA CENTRALE TERMICA.

INOLTRE PEROGNI OISPOSITIVO e STATA AGGIUNTA UNA SEGNALAZIONE Of RICHIESTA MANLITENZIONE. FRLUTTO DEL RAGGIUNGIMENTO DEL NUMERO LIMITE Of MANOVRE.

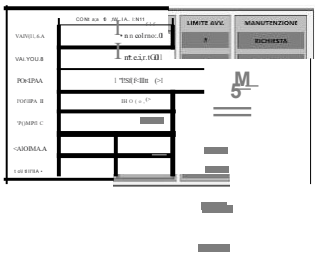
IN BASSO A OESTRA e VISIBIU LA PAGINA HMI CHE PERMETTE 0 1 STABIURE IlNUMERO Of MANOVRE PER UNA RICHIESTA 0 1 MANUTENZIONE OEIOSPOSITIVO.





NELLA PAGINA OEGU ALLARMI SONO OISPONIBIU DUE FINESTRE UNA OEOICATA AGLI AUARMI ATTUALI ODA RICONOSCHERE

l'AITRA OEOICATA AUO STORICO OEGU AUARMI



HOME PAGE | CENTRALE TERMICA

INVERTER E REGOLATORE PID

O ESCRIZIONE PAGINA PRIC'EOENTE | DESCRIZIONE PAGINA SUCCESSIVA

GU **INVERTER HANNO** IL COMPITO 01 GESTIRE **LA** VELOCITà 01 **ROTAZIONE** DELLE POMPE.

GU **INVERTER SCAMBIANO INFORMAZIONI** CON IL CONTROLLORE **MEDIANTE LA RETE:** THERCAT.
LE VARIABILI DI SCAMBIO TRA IL PLC **E L'INVERTER** SONO CONTENUTE **NELLA LISTA** DELLE **VARIABIU** PDO **INDICATE NELLE IMPOSTAZIONI** DI **SYSMAC** STUDIO

LA LOGICA DI CONTROLLO GESTISCE LE VARIABIU DELL'INVERTER MEDIANTE UNA FUNCTION BLOCK (INV003_MX2_ETO CHE NON E UTIUZZABILE IN MODA UTà SIMULATA.

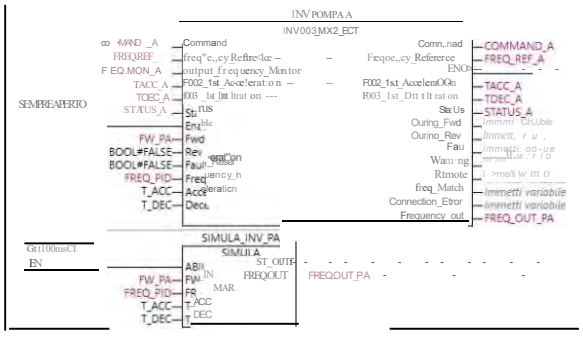
PER TANTO NELLA LOGICA E STATA REALIZZATA UNA NUOVA FUNCTION BLOCK CHE NE PERMETTE LA GESTIONE SIMULATA

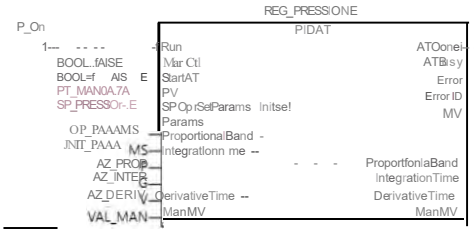
IL REGOLATORE PIO **HA** IL COMPITO DI HA IL COMPITO DI DI CONTROLLARE LA PRESSIONE DEIIACQUA SULLA CONDOTTA DI **MANDATA.**

IL SISTEMA DI REGOLAZIONE HA COME TRASDUTTORE DI ACQUISIZIONE DELLA "PV" UN TRASMETTITORE DI PRESSIONE 4-20mA.

DAL CONFRONTO TRA LA VARIABILE DI PROCESSO ED IL SET-POINT, IL REGOLATORE STABILISCE LA VELOCITà CHE DEVE RAGGIUNGERE LA POMPA PER OTTENERE LA PRESSIONE DESIDERATA.

NELLA PARTE SOTTOSTANTE E RISPORTATA LA FUNCTION BLOK DI **SISTEMA** DEL REGOLATORE PID UTILIZZATO NELLA LOGICA DI CONTROLLO DEL PLC.

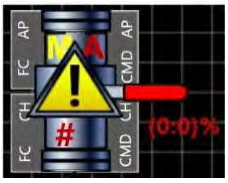




HOME PAGE | CENTRALE TERMICA

IAGVALVOLA

DESCRIZIONE PAGINA PRECEDENTE | DESCRIZIONE PAGINA SUCCESSIVA



LA IAG PERMETTE LA VISUALIZZAZIONE:

- MODALITA' DI FUNZIONAMENTO.
- DELLO STATO DELLA VALVOLA.
- DELLA PRIORITA' ASSEGNATA.
- DELL' EVENTUALE ANOMALIA.

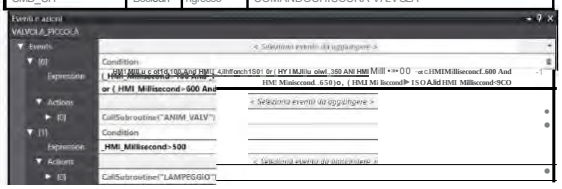
VARIAB. INTERN.

Nome	Tipo dati	Commento
LAMP	Boolean	VARIABILE UTILIZZATA PER LA VISUALIZZAZIONE A INTERMITTENZA DELL'ICONA ANOMALIA

VARIABILI IN/OUT

PRIOR	Integer	Ingresso	PRIORITA DELLA VALVOLA
FCA	Boolean	In/Out	FINE CORSA APERTURA VALVOLA
FCC	Boolean	In/Out	FINE CORSA CHIUSURA VALVOLA
SIMULA_ANOMALIA	Boolean	Ingresso	SIMULAZIONE ANOMALIA FUNZIONAMENTO VALVOLA
STATO_ANOMALIA	Boolean	Ingresso	SEGNALAZIONE ANOMALIA
PERC_VALV	Integer	In/Out	PERCENTUALE APERTURA VALVOLA
CMD_AP	Boolean	Ingresso	COMANDO APERTURA VALVOLA
CMD_CH	Boolean	Ingresso	COMANDO CHIUSURA VALVOLA

EVENTI E AZIONI DI PAGINA



CODICE IAG

```
-Public Sub ANIM_VALV
'CONDIZIONE DI APERTURA DELLA VALVOLA
  If CMD_AP=True And SIMULA_ANOMALIA=False And PERC_VALV<010 Then
    PERC_VALV=PERC_VALV+5
  EndIf

  'CONDIZIONE DI CHIUSURA DELLA VALVOLA
  If CMD_CH=True And SIMULA_ANOMALIA=False And PERC_VALV>0
    Then PERC_VALV=PERC_VALV-5
  EndIf

  'SIMULAZIONE FINE CORSA
  VALVOLA APERTA If PERC_VALV=100
  Then

    FCA=True
    Else
    FCA=False
                    e
                  EndIf

  ' SIMULAZIONE FINE CORSA VALVOLA CHIUSA If
  PERC_VALV=0

    then FCC=True
    Else

    FCC=False
  EndIf
fod Sub


-Public Sub LAMPEGGIO
  'ADOGNI ESECUZIONE SI INVERTE LO STATO DELLA VARIABILE LAMP If
STATO_ANOMALIA=True And
    LAMP=False Then LAMP=True Else
    LAMP=False

  EndIf
End Sub
```

HOME PAGE | CENTRALE TERMICA

IAG POMPA

DESCRIZIONE PAGINA PRECEDENTE | DESCRIZIONE PAGINA SUCCESSIVA

LA IAG PERMETTE LA VISUALIZZAZIONE:

- MODALITA' DI FUNZIONAMENTO.
- DELLO STATO DELLA POMPA.
- DELLA PRIORITA' ASSEGNATA.
- DELL' EVENTUALE ANOMALIA.

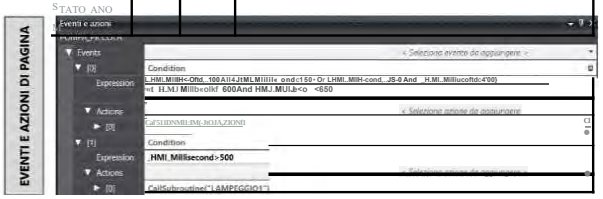
VARIAB. INTERN.

Nome	Tipo dati	Commento
LAMP1	Boolean	VARIABILE UTILIZZATA PER LA VISUALIZZAZIONE A INTERMITTENZA DELL'ICONA ANOMALIA
RUOTA	Integer	VARIABILE UTILIZZATA PER LA VISUALIZZAZIONE DELLA ROTAZIONE GIRANTE POMPA

VARIABILI IN/OUT

CMD_PM	Boolean	In/Out	COMANDO DI MARCIA POMPA
CMD_PA	Boolean	Ingresso	COMANDO DI ARRESTO POMPA
VELOCITA_POMPA	Integer	Ingresso	VELOCITA ROTAZIONE POMPA ESPRESSA IN CENTESIMO DI hz
PRIORITA_POMPA	Integer	Ingresso	PRIORITA DELLA POMPA
SIMULAZIONE	Boolean	Ingresso	SEGNALE D'INGRESSO CHE COMPORTA LA SIMULAZIONE DELL'ANOMALIA
FLUSSOSTATO	Boolean	In/Out	1= SEGNALA COMANDO DI AVVIO NON SIMANIFESTA NO ANOMALIE
STATO_ANOMALIA	Boolean	In/Out	1= SEGNALA ZIONE DI STATO ANOMALIA

EVENTI E AZIONI DI PAGINA

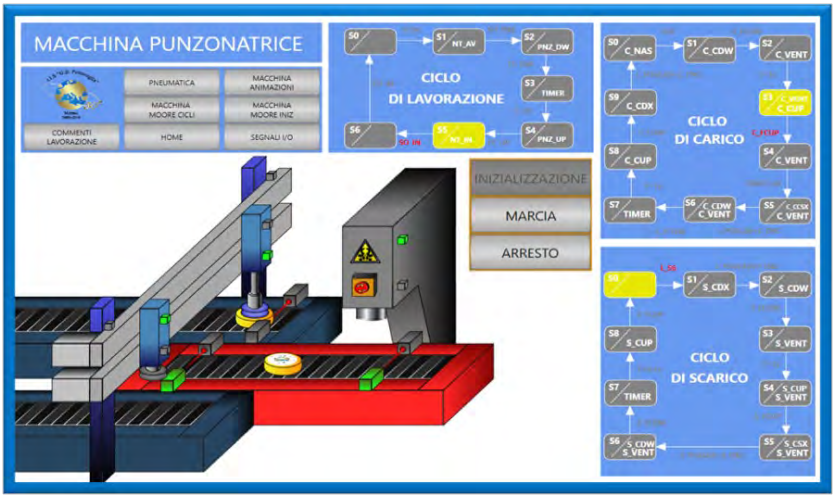


CODICE IAG

```
Public Sub ROTAZIONE
  SIMULAZIONE DELLA ROTAZIONE DELLA GIRANTE POMPA.
  'L'INCREMENTO DELLA VARIABILE "RUOTA" DIPENDE DAL
  'CONTATORE DI VELOCITA DI ROTAZIONE DELLA POMPA.

    If CMD_PM=True And SIMULAZIONE=False Then
      RUOTA=RUOTA+6
      If VEL_POMPA>2000 Then
      RUOTA=RUOTA+6 EndIf
      If VEL_POMPA>3000 Then
      RUOTA=RUOTA+6 EndIf
      If VEL_POMPA>4000 Then
      RUOTA=RUOTA+12 EndIf
      If RUOTA>=360 Then
      RUOTA=0
      EndIf


    End If

    'SIMULAZIONE FUNZIONAMENTO FLUSSOSTATO If
    VEL_POMPA>2000 And SIMULAZIONE=False Then

      FLUSSOSTATO=True
      Else
      FLUSSOSTATO=False
                                End If End Sub

  Public Sub LAMPEGGIO
  ADOGNI ESECUZIONE SI INVERTE LO STATO DELLA VARIABILE LAMP1


    If LAMP1 False Then
      LAMP1=True
      Else
      LAMP1=False
    End If

  End Sub
```

Macchina punzonatrice

< Sommario



La linea di produzione realizzata ha il compito di punzonare dei mattoncini di forma cilindrica posti all'ingresso del nastro trasportatore. Una particolarità della punzonatrice è quella di marcare sul mattoncino il logo dell'istituto.

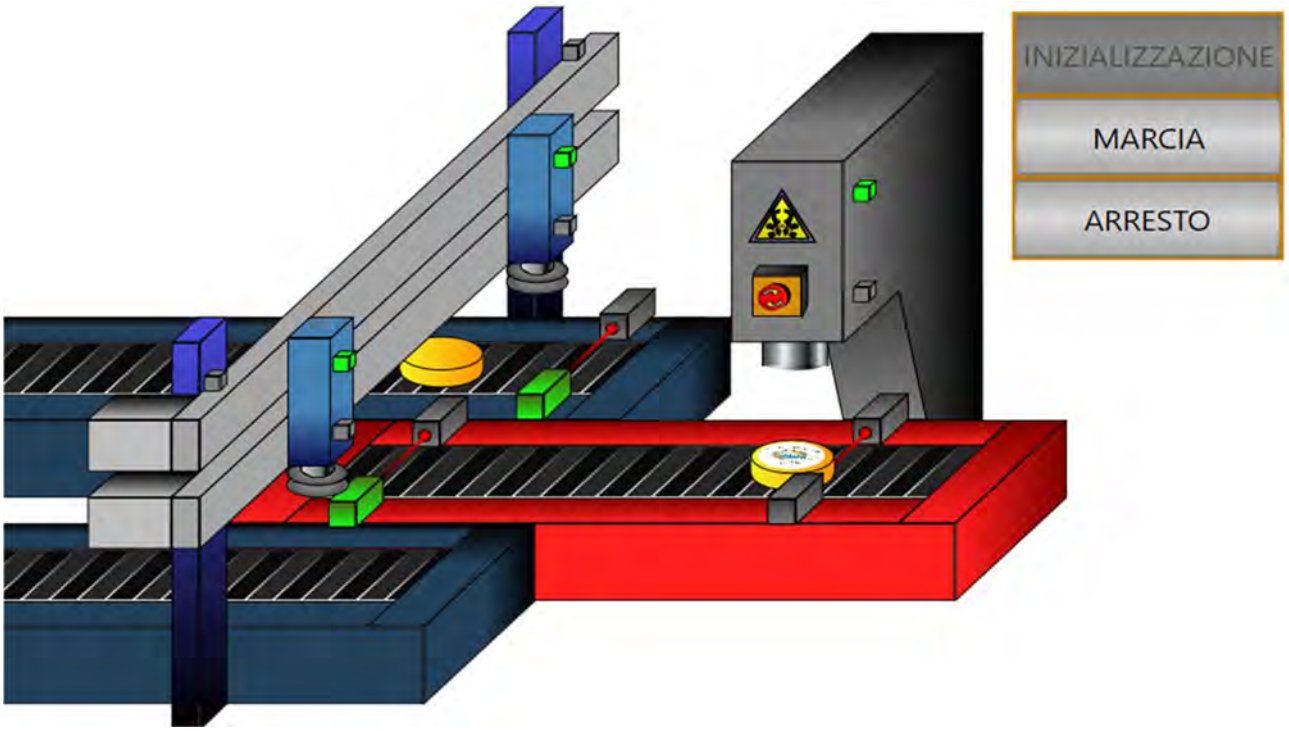
IIS G. Pentasuglia – Matera MT- Classe IV

- **Docente coordinatore**: Domenico Miglionico
- **Studenti:** Mattia Leone, Luca Rubino.

DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Attività svolta dall'automatismo

La linea di produzione realizzata ha il compito di punzonare dei mattoncini di forma cilindrica posti all'ingresso del nastro trasportatore. Una particolarità della punzonatrice è quella di marcare sul mattoncino il logo del nostro istituto, in questo caso "IIS GB PENTASUGLIA".



Elementi che costituiscono l'automatismo

La linea di produzione è composta da i seguenti elementi:

- Il primo nastro trasportatore determinerà il movimento del mattoncino dall'ingresso della linea di produzione fino alla posizione di carico;
- Un cilindro con all'estremità una ventosa, preleverà il mattoncino dal primo nastro trasportatore e lo collocherà sul secondo nastro trasportatore;
- Il secondo nastro trasportatore determinerà il movimento del mattoncino nella posizione di lavorazione;
- Nella posizione di lavorazione è presente una punzonatrice che marcherà il mattoncino. Una volta ottenuto il mattoncino marchiato, esso verrà riportato all'inizio del nastro trasportatore;
- Un cilindro con all'estremità una ventosa, preleverà il mattoncino dal secondo nastro trasportatore e lo collocherà nel terzo ed ultimo nastro trasportatore;
- Questa fase di lavorazione terminerà nel momento in cui il mattoncino è sul terzo nastro trasportatore, il quale porterà il mattoncino nella successiva fase di lavorazione.

Interfaccia grafica

L'interfaccia grafica è composta da quattro pagine di seguito elencate:

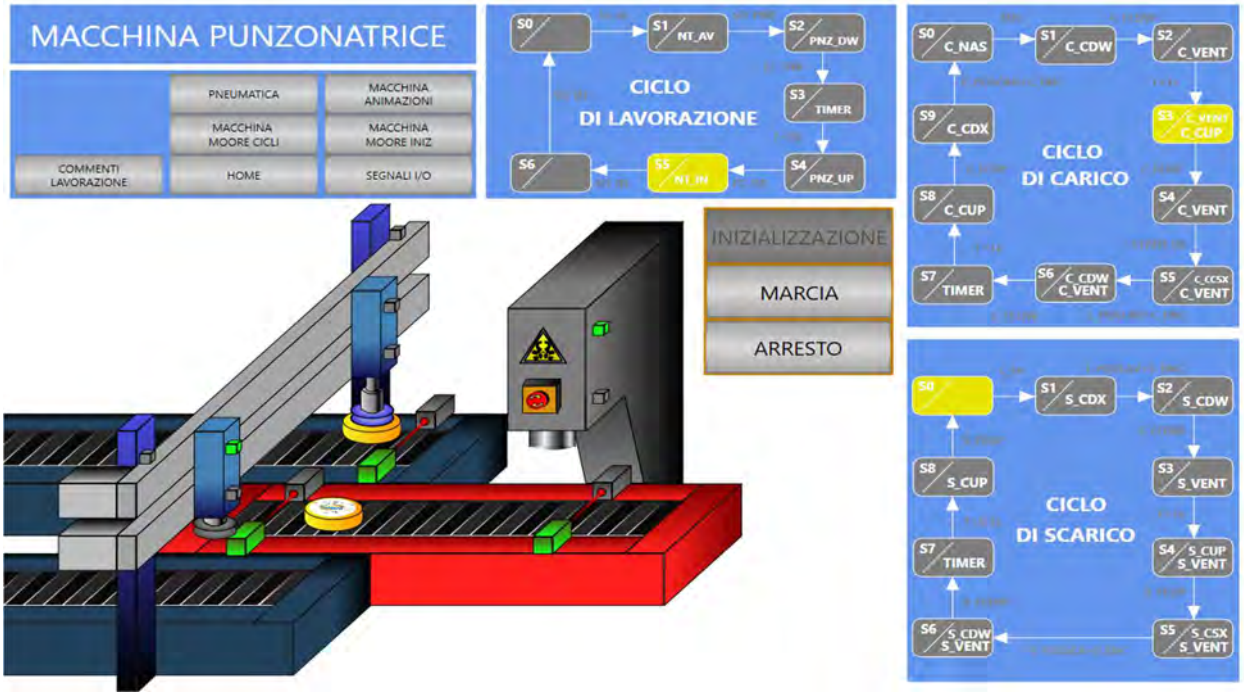
- Home Page;
- Linea Produttiva;
- Circuito Pneumatico;
- Descrizione delle principali animazioni;
- Segnali input e output.

Home page

La home page è la pagina visualizzata all'avvio del programma. In essa sono riportate le intestazioni di progetto. Per accedere alla linea di produzione basterà cliccare sulla punzonatrice.

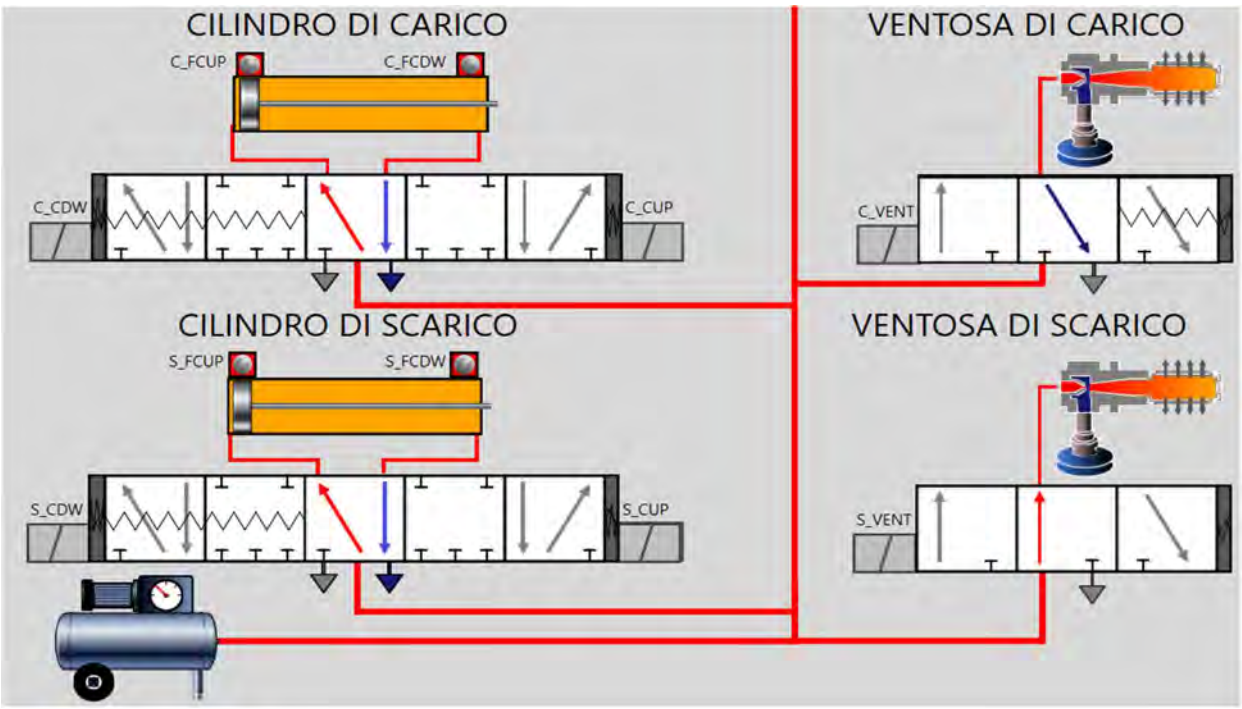
Linea produttiva

La pagina permette la visualizzazione del funzionamento ed il comando della linea produttiva. Nella parte superiore sinistra sono presenti sei pulsanti finalizzati al cambio di pagina. Per quanto riguarda la lavorazione si è deciso di dividere il programma in tre sottoprogrammi: il ***ciclo di lavorazione***, il ***ciclo di carico*** e il ***ciclo di scarico***. Inoltre, nella pagina sono presenti ulteriori tre pulsanti: un pulsante dedicato all'inizializzazione, uno per la marcia dell'impianto e uno utilizzato per arrestare l'impianto.



Circuito Pneumatico

In questa pagina è possibile visualizzare il funzionamento del circuito pneumatico.



Descrizione delle principali animazioni

Tramite la seguente pagina è possibile visualizzare l'andamento delle variabili che permettono l'animazione degli oggetti simulati.

Segnali input e output

Nella seguente schermata sarà possibile visualizzare l'andamento dei vari segnali di input e output.

CARICO

LISTA SEGNALI DI INGRESSO

I	TAG	DESCRIZIONE
04	SOC	SENSORE OTTICO DI CARICO
05	C_FCDW	FINECROSA BASSO CILINDRO DI CARICO
06	C_FCUP	FINECROSA ALTO CILINDRO DI CARICO
10	C_FCMAX	FINECORSA LIMITE DI CORSA A DESTRA

LISTA SEGNALI DI USCITA

O	TAG	DESCRIZIONE
04	C_CDW	CILINDRO DI CARICO - COMANDO DISCESA
05	C_CUP	CILINDRO DI CARICO - COMANDO SALITA
06	C_CDX	MOVIMENTO CILINDRO DI CARICO VERSO
07	C_CSX	MOVIMENTO CILINDRO DI CARICO VERSO
08	C_VENT	1= VENTOSA DI CARICO ATTIVA
09	C_NAS	COMANDO NASTRO TRASP. DI CARICO

LAVORAZIONE

LISTA SEGNALI DI INGRESSO

I	TAG	DESCRIZIONE
00	SO_IN	FOTOCELLULA IN/OUT NASTRO TRASPORTATORE
01	SO_PNZ	FOTOCELLULA PUNZONAT. NASTRO TRASPORTATORE
02	FC_UP	FINECORSA ALTO PUNZONATRICE
03	FC_DW	FINECORSA BASSO PUNZONATRICE

LISTA SEGNALI DI USCITA

O	TAG	DESCRIZIONE
00	NT_AV	COMANDO AVANTI NASTRO TRASPORTATORE
01	NT_IN	COMANDO INDIETRO NASTRO TRASPORTATORE
02	PNZ_UP	COMANDO SALITA PUNZONATRICE
03	PNZ_DW	COMANDO DISCESA PUNZONATRICE

SCARICO

LISTA SEGNALI DI INGRESSO

I	TAG	DESCRIZIONE
07	S_FCDW	FINECROSA BASSO CILINDRO DI SCARICO
08	S_FCUP	FINECROSA ALTO CILINDRO DI SCARICO
09	S_FC0	FINECORSA LIMITE DI CORSA A DESTRA

LISTA SEGNALI DI USCITA

O-E	TAG	DESCRIZIONE
00	S_CDW	CILINDRO DI SCARICO - COMANDO DISCESA
01	S_CUP	CILINDRO DI SCARICO - COMANDO SALITA
02	S_CDX	MOVIMENTO CILINDRO DI SCARICO VERSO
03	S_CSX	MOVIMENTO CILINDRO DI SCARICO VERSO
04	S_VENT	1= VENTOSA DI SCARICO ATTIVA
05	S_NAS	COMANDO NASTRO TRASPORTATORE DI

LISTA VARIABILI GLOBALI

NOME VARIABILE	TIPO VARIABILE	COMMENTO VARIABILE
AUTOMATICO	Boolean	1= MACCHINA IN AUTOMATICO
CMD_NTAV	Boolean	COMANDO NASTRO TRASPORTATORE AVANTI DA HMI
CMD_NTIN	Boolean	COMANDO NASTRO TRASPORTATORE INDIETRO DA HMI
CMD_PNZUP	Boolean	COMANDO PUNZONATRICE UP DA HMI
CMT_PNZDW	Boolean	COMANDO PUNZONATRICE DW DA HMI
FC_DW	Boolean	FINECORSA PUNZONATRICE IN BASSO
FC_UP	Boolean	FINECORSA PUNZONATRICE IN ALTO
NT_AV	Boolean	NATRO TRASPORTATORE DIREZIONE PUNZONTRICE
NT_IN	Boolean	NASTRO TRASPORTATORE VERSO CARICO/SCARICO
PNZ_DW	Boolean	COMANDO PUNZONATRICE VERSO IL BASSO
PNZ_UP	Boolean	COMANDO PUNZONATRICE VERSO L'ALTO
SO_IN	Boolean	SENSORE OTTICO PRESENZA MATTONCINO INGRESSO NASTRO TRASPORTATORE
SO_PNZ	Boolean	SENSORE OTTICO PRESENZA MATTONCINO IN POSIZIONE DI PUNTONZTURA
MAR_ARR	Boolean	1= MARCIA AUTOMATICA
C_CDW	Boolean	CILINDRO DI CARICO - COMANDO DISCESA
C_CDX	Boolean	MOVIMENTO CILINDRO DI CARICO VERSO DESTRA
C_CSX	Boolean	MOVIMENTO CILINDRO DI CARICO VERSO SINISTRA
C_CUP	Boolean	CILINDRO DI CARICO - COMANDO SALITA
C_ENC	Short	ENCODER - POSIZIONE CILINDRO DI CARICO
C_FCDW	Boolean	FINECROSA BASSO CILINDRO DI CARICO
C_FCMAX	Boolean	FINECORSA LIMITE DI CORSA A DESTRA
C_FCUP	Boolean	FINECROSA ALTO CILINDRO DI CARICO
C_NAS	Boolean	COMANDO NASTRO TRASPORTATORE DI CARICO
C_POSCAR	Short	POSZIONE PRESA MATTONCONO SUL NASTRO TRASPORTATORE DI CARICO
C_STATO	Boolean(10)	VETTORE DI STATO SEQUENZA DI CARICO
C_VENT	Boolean	1= VENTOSA DI CARICO ATTIVA
S_CDW	Boolean	CILINDRO DI SCARICO - COMANDO DISCESA
S_CDX	Boolean	MOVIMENTO CILINDRO DI SCARICO VERSO DESTRA
S_CSX	Boolean	MOVIMENTO CILINDRO DI SCARICO VERSO SINISTRA
S_CUP	Boolean	CILINDRO DI SCARICO - COMANDO SALITA
S_ENC	Short	ENCODER - POSIZIONE CILINDRO DI SCARICO
S_FC0	Boolean	FINECORSA MOVIMENTO LIMITE SINISTRA
S_FCDW	Boolean	FINECROSA BASSO CILINDRO DI SCARICO
S_FCUP	Boolean	FINECROSA ALTO CILINDRO DI SCARICO
S_NAS	Boolean	COMANDO NASTRO TRASPORTATORE DI CARICO
S_POSSCA	Short	POSZIONE PRESA MATTONCONO SUL NASTRO TRASPORTATORE DI SCARICO
S_STATO	Boolean(10)	VETTORE DI STATO SEQUENZA DI SCARICO
S_VENT	Boolean	1= VENTOSA DI SCARICO ATTIVA

L_POSLAV	Short	POSZIONE PRESA MATTONCONO SUL NASTRO TRASPORTATORE DI LAVORAZIONE
clock_500ms	Boolean	CLOCK
STATO_00	Boolean	ATTESA INSERIMENTO MATTONCINO
STATO_01	Boolean	MATTONCINO IN MOVIMENTO VERSO LA PRESSA
STATO_02	Boolean	PUNZONATRICE IN DISCESA
STATO_03	Boolean	PASUSA PUNZONATURA
STATO_04	Boolean	PUNZONATRICE IN SALITA
STATO_05	Boolean	MATTONCINO IN MOVIMENTO VERSO LO SCARICO
STATO_06	Boolean	MATTONCINO IN POSIZIONE DI SCARICO
L_STATO	Boolean(6)	VETTORE DI STATO SEQUENZA DI CARICO
C_NASTRO	Integer	NASTRO TRASPORTATORE DI CARICO
C_MATT_NASTRO	Integer	MATTONCINO SU NASTRO TRASPORTATORE DI CARICO
S_MATT_DW	Integer	DISCESA MATTONCINO SUL NASTRO TRASPORTATORE DI SCARICO
S_CIL_MOVE	Integer	MOVIMENTO CILINDRO DI SCARICO
S_MATT_ESC	Integer	MATTONCINO SUL NASTRO TRASPORTATORE SI SCARICO
C_CIL_MOVE	Integer	MOVIMENTO CILINDRO DI CARICO
C_MATT_UP	Integer	SALITA MATTONCINA CICLO DI CARICO
L_MATT_IND	Integer	MATTONCINO SU NASTRO TRASPORTATORE DI INDIETRO DOPO LA LAVORAZIONE
L_MATT_UP	Integer	SALITA MATTONCINO DOPO LA LAVORAZIONE
PNZ_UP_DW	Integer	SALITA/DISCESA PUNZONATRICE
C_CIL_UP_DW	Integer	SALITA/DISCESA CILINDRO CARICO
S_CIL_UP_DW	Integer	SALITA/DISCESA CILINDRO SCARICO
L_MATT_AV	Integer	MATTONCINO SUL NASTRO PER LA LAVORAZIONE
NASTRO_2	Integer	NASTRO TRASPORTATORE LAVORAZIONE
C_MATT_DW	Integer	DISCESA MATTONCINO PER LA LAVORAZIONE
VENTOSA_1	Boolean	VENTOSA CARICO
SOC	Boolean	SENSORE OTTICO DI CARICO (0=PRESENZA MATTONCINO)
C_MATT_MOVE	Integer	MATTONCINO SOTTO AL CILINDRO DI CARICO
ROT_2	Boolean	ANIMAZIONE MOTORI
ROT_1	Boolean	ANIMAZIONE MOTORI
ROT_3	Boolean	ANIMAZIONE MOTORI
ROT_4	Boolean	ANIMAZIONE MOTORI
ROTAZIONE	Boolean	ANIMAZIONE MOTORI
S_MATT_MOVE	Integer	MATTONCINO SOTTO AL CILINDRO DI CARICO
VENTOSA_2	Boolean	VENTOSA SCARICO
NASTRO_3	Integer	NASTRO DI SCARICO
S_MATT_ON_NT	Boolean	MATTONCINO SU NASTRO DI SCARICO
S_RILASCIO	Boolean	VENTOSA SCARICO NON IN PRESA
C_RILASCIO	Boolean	VENTOSA CARICO NON IN PRESA
C_PRESA	Boolean	VENTOSA CARICO IN PRESA
S_PRESA	Boolean	VENTOSA SCARICO IN PRESA
S_NEUTRO	Boolean	CILINDRO SCARICO NON IN MOVIMENTO VERTICALE
S_ALTO	Boolean	FINECORSA ALTO CILINDRO DI SCARICO
S_BASSO	Boolean	FINECORSA BASSO CILINDRO DI SCARICO

C_BASSO	Boolean	FINECORSA BASSO CILINDRO DI CARICO
C_ALTO	Boolean	FINECORSA ALTO CILINDRO DI CARICO
C_NEUTRO	Boolean	CILINDRO CARICO NON IN MOVIMENTO VERTICALE
C_DX_SX	Integer	CILINDRO CARICO IN MOVIMENTO VERTICALE
C_ASTA	Integer	STELO CILINDRO DI CARICO
S_DX_SX	Integer	CILINDRO SCARICO IN MOVIMENTO VERTICALE
S_ASTA	Integer	STELO CILINDRO DI SCARICO
INIZIALIZZA	Boolean	COMANDO DI INIZIALIZZAZIONE
AC_S0	Boolean	STATO 0 CICLO DI AZZERAMENTO CARICO
AC_S1	Boolean	CILINDRO DI CARICO IN SALITA
AC_S2	Boolean	CILINDRO DI CARICO VERSO POSIZIONE MASSIMA
AC_S3	Boolean	CILINDRO DI CARICO VERSO POSIZIONE DI CARICO
AS_S1	Boolean	CILINDRO DI SCARICO IN SALITA
AS_S2	Boolean	CILINDRO DI SCARICO VARSO FINECORSA DI 0
AS_S3	Boolean	CILINDRO DI SCARICO VERSO POIZIONE DI SCARICO
C0OK	Boolean	INIZIALIZZAZIONE CARICO COMPIUTA
S0OK	Boolean	INIZIALIZZAZIONE SCARICO AVVENUTA
COMMENTI	Boolean	VISUALIZZAZIONE COMMENTI ELEMENTI DEL SISTEMA
AC_S4	Boolean	CILINDRO IN POSIZIONE DI CARICO
AS_S0	Boolean	STATO 0 CICLO DI AZZERAMENTO SCARICO
AS_S4	Boolean	CILINDRO IN POSIZIONE DI SCARICO

Subroutine Globali dell'HMI

Programmazione delle animazioni del ciclo di carico.

```
Sub programmazione_carico
'ANIMAZIONE STATO 0'

   If C_MATT_NASTRO>=420 Then
      C_MATT_NASTRO=420
      C_NASTRO=20
      SOC=True
      C_NAS=False
   Else
      End If


'ANIMAZIONE STATO 2'

   If C_VENT=True Then
      VENTOSA_1=True
   Else
      VENTOSA_1=False
   End If

'ANIMAZIONE STATO 3'

   If C_STATO(3)=True And  C_STATO(4)=False And C_CUP=True Then
      C_MATT_UP=C_MATT_UP-2
   End If

   If C_CIL_UP_DW = 0 Then
      C_CUP=False
   End If

'ANIMAZIONE STATO 4'

   If C_STATO(5)=True And C_STATO(6)=False And C_CSX=True Then
      C_MATT_MOVE=C_MATT_MOVE+2
      C_MATT_NASTRO=0
   End If


   If  C_CIL_MOVE>=L_POSLAV And C0OK=True Then
      C_CIL_MOVE=L_POSLAV
      C_MATT_MOVE=80
      C_CSX=False
   End If

'ANIMAZIONE STATO 6'

   If  C_STATO(6)=True And  C_STATO(7)=False And C_CDW Then
      C_MATT_DW=C_MATT_DW+2
   End If

End Sub
```

Programmazione delle animazioni del ciclo di lavorazione.

```
Sub programmazione_lavorazione
   'ANIMAZIONE STATO 1'
   If STATO_01=True And STATO_02=False And NT_AV Then
      L_MATT_AV=L_MATT_AV+2
      C_MATT_MOVE=0
      C_MATT_UP=0
      C_MATT_DW=0
   End If

   'ANIMAZIONE STATO 2'
   If PNZ_DW=True Then
      PNZ_UP_DW=PNZ_UP_DW+2
   End If

   'ANIMAZIONE STATO 4'
   If PNZ_UP=True Then
      PNZ_UP_DW=PNZ_UP_DW-2
   End If

End Sub
```

Programmazione delle animazioni del ciclo di scarico.

```
Sub programmazione_scarico

   'ANIMAZIONE NASTRO TRASPORTATORE 3'
   If MAR_ARR=True Then
      NASTRO_3=NASTRO_3-2
   End If
   If NASTRO_3<=0 Then
      NASTRO_3=40
   End If
   'ANIMAZIONE STATO 1'
   If S_STATO(1)=True Then
      L_MATT_AV=0
   End If
   If S_CIL_MOVE<=L_POSLAV+2 And S_STATO(2)=False Then
      S_CIL_MOVE=L_POSLAV
      S_CDX=False
```

```
End If
'ANIMAZIONE STATO 2'
   If S_CIL_MOVE>=S_POSSCA-2 And S_STATO(2)=True Then
   S_CIL_MOVE=S_POSSCA
   S_CSX=False
End If
If S_STATO(2)=True And S_STATO(3)=False And STATO_06=True Then
   S_CDW=True
End If
If S_CDW=True Then
   S_CIL_UP_DW=S_CIL_UP_DW+2
End If
   If S_CIL_UP_DW>=54 Then
   S_CIL_UP_DW=54
End If

'ANIMAZIONE STATO 3'
If S_VENT=True Then
   VENTOSA_2=True
Else
   VENTOSA_2=False
End If

'ANIMAZIONE STATO 4'

If S_CUP=True Then
   L_MATT_UP=L_MATT_UP-2
   S_CIL_UP_DW=S_CIL_UP_DW-2
End If
If S_CIL_UP_DW<=0 Then
   S_CIL_UP_DW=0
End If

'ANIMAZIONE STATO 5'
If S_CSX=True And S_STATO(5)=True And S_STATO(6)=False Then
   S_MATT_MOVE=S_MATT_MOVE+2
End If

'ANIMAZIONE STATO 6'
If S_CDW=True And S_STATO(6)=True And S_STATO(7)=False Then
   S_MATT_DW=S_MATT_DW+2
End If

'ANIMAZIONE STATO 7'
If S_STATO(7)=True  Then
   S_MATT_ON_NT=True
   STATO_00=True
End If
   If S_MATT_ON_NT=True And MAR_ARR Then
   S_MATT_ESC=S_MATT_ESC-2
End If
If S_MATT_ESC<=-250 Then
   S_MATT_ON_NT=False
   L_MATT_IND=0
```

```
    L_MATT_IND=0
    L_MATT_UP=0
    S_MATT_MOVE=0
    S_MATT_ESC=0
    S_MATT_DW=0
  End If

  End Sub
```

Programmazione delle animazioni dell'inizializzazione del carico.

```
Sub inizializzazione_carico
  If C0OK=False Then

  'ANIMAZIONE STATO 1'
  If C0OK=False And AC_S1=False Then
    C_CIL_MOVE=-227
  End If

  'ANIMAZIONE FINECORSA DI MASSIMO'
  If  C_CIL_MOVE <=-247 And C0OK=False Then
    C_CIL_MOVE =-247
    C_FCMAX=True
  Else
    C_FCMAX=False
  End If
  End If

  'ANIMAZIONE FINE AZZERAMENTO CARICO'
  If AC_S4=True And C_STATO(1)=False AND STATO_01=False AND S_STATO(1)=False Then
    C_CIL_MOVE=C_POSCAR
    C_CSX=False
    C0OK=True
  End If

End Sub
```

Programmazione delle animazioni di setup.

```
Sub setup
  'POSIZIONE DI CARICO'
  C_POSCAR=-195
  'POSIZIONE CILINDRO DI CARICO'
  C_ENC=C_CIL_MOVE
  'POSIZIONE LAVORAZIONE'
  L_POSLAV =-115
  'POSIZIONE DI SCARICO'
  S_POSSCA=-34
  'POSIZIONE CILINDRO DI SCARICO'
  S_ENC=S_CIL_MOVE

  If C_CIL_UP_DW=0
    C_MATT_DW=0
  End If
```

```
If C0OK=False And S0OK=False
   C_STATO(0)=True
   STATO_00=True
   S_STATO(0)=True
   End If

'ANIMAZIONE ROTAZIONE MOTORE'
If ROTAZIONE=True And ROT_1=True Then
   ROT_2=True
   ROT_1=False
End If
If ROTAZIONE=False And ROT_2=True Then
   ROT_3=True
   ROT_2=False
End If
If ROTAZIONE=True And ROT_3=True Then
   ROT_4=True
   ROT_3=False
End If
If ROTAZIONE=False And ROT_4=True Then
   ROT_1=True
   ROT_4=False
End If

'CILINDRO IN POSIZIONE DI CARICO'
If C_CIL_MOVE<=C_POSCAR+2 And C0OK=True And C_STATO(5)=False Then
   C_CIL_MOVE=C_POSCAR
   C_CDX=False
End If

'ANIMAZIONE SENSORE OTTICO CARICO
If C_MATT_NASTRO=420 And C_MATT_UP>-5 Then
   SOC=False
Else
   SOC=True
End If
'ANIMAZIONE SPOSTAMENTO CILINDO DI CARICO'
If C_CDX=True Then
   C_CIL_MOVE=C_CIL_MOVE-2
End If

If C_CSX=True Then
   C_CIL_MOVE=C_CIL_MOVE+2
End If

'ANIMAZIONE SPOSTAMENTO CILINDO DI SCARICO'

If S_CDX=True Then
   S_CIL_MOVE=S_CIL_MOVE-2
End If

If S_CSX=True Then
   S_CIL_MOVE=S_CIL_MOVE+2
```

```
End If

'ANIMAZIONE NASTRO TRASPORTATORE DI CARICO'
If C_NAS=True Then
   C_NASTRO=C_NASTRO+2
   C_MATT_NASTRO=C_MATT_NASTRO+2
End If
If C_NASTRO=40 Then
   C_NASTRO=0
End If

'ANIMAZIONE DISCESA CILINDRO DI CARICO'
If C_CDW=True Then
   C_CIL_UP_DW=C_CIL_UP_DW+2
End If

'ANIMAZIONE FINECORSA BASSO CILINDRO DI CARICO'
If C_CIL_UP_DW >= 54 Then

   C_CIL_UP_DW = 54
   C_FCDW =True
Else
   C_FCDW=False
End If

If C_CIL_UP_DW=54 Then
   C_MATT_UP=0
End If

If C_CIL_UP_DW=0 Then
   C_MATT_DW=0
End If

If C_CIL_UP_DW = 0 Then
   C_FCUP=True
End If

'ANIMAZIONE SALITA CILINDRO DI CARICO
If C_CUP=True Then
   C_CIL_UP_DW =C_CIL_UP_DW-2
   End If

'ANIMAZIONE FINECORSA ALTO CILINDRO DI CARICO'
If C_CIL_UP_DW = 0 Then
   C_FCUP =True
Else
   C_FCUP=False
End If

'BLOCCO SISTEMA PRIMA DELL'INIZIALIZZAZIONE'
If S0OK=False And C0OK=False Then
   MAR_ARR=False
End If
```

```
'ANIMAZIONE SENSORE OTTICO PRESENZA MATTONCINO IN INGRESSO AL NASTRO TRASPORTATORE'
If (L_MATT_AV=0 And C_STATO(7)) Or  (L_MATT_IND<=-263 And STATO_05=True) Then
   SO_IN=False
Else
   SO_IN=True
End If
If L_MATT_IND<=-263 And STATO_05=True Then
   L_MATT_IND=-263
   NT_IN=False
End If

'ANIMAZIONE SENSORE OTTICO PRESENZA MATTONCINO IN POSIZIONE DI PUNTONZTURA'
If L_MATT_AV>= 263 And STATO_05=False Then
   L_MATT_AV= 263
   SO_PNZ=False
Else
   SO_PNZ=True
End If
 'ANIMAZIONE FINECORSA ALTO DELLA PUNZONATRICE'
 If PNZ_UP_DW<=0 Then
    PNZ_UP_DW=0
    FC_UP=True
 Else
    FC_UP=False
 End If

 'ANIMAZIONE FINECORSA BASSO DELLA PUNZONATRICE
 If PNZ_UP_DW>=75 Then
    PNZ_UP_DW=75
    FC_DW=True
 Else
    FC_DW=False
 End If

 'ANIMAZIONE FINECORSA ALTO DEL CILINDRO'
If S_CIL_UP_DW = 0 Then
   S_FCUP =True
Else
   S_FCUP=False
End If

'ANIMAZIONE FINECORSA BASSO DEL CILINDRO'
If S_CIL_UP_DW >= 54 Then
   S_CIL_UP_DW = 54
   S_FCDW =True
Else
   S_FCDW=False
End If

'ANIMAZIONE NASTRO TRASPORTATORE 2 AVANTI'
If NT_AV=True Then
   NASTRO_2=NASTRO_2+2
End If
```

```
    If NASTRO_2>=40 And NT_AV=True
        NASTRO_2=0
    End If

    'ANIMAZIONE NASTRO TRASPORTATORE 2 INDIETRO'
    If NT_IN=True Then
        NASTRO_2=NASTRO_2-2
        L_MATT_IND=L_MATT_IND-2
    End If

    If NASTRO_2<=0 And NT_IN=True Then
        NASTRO_2=40
    End If

End Sub
```

Programmazione delle animazioni della pneumatica.

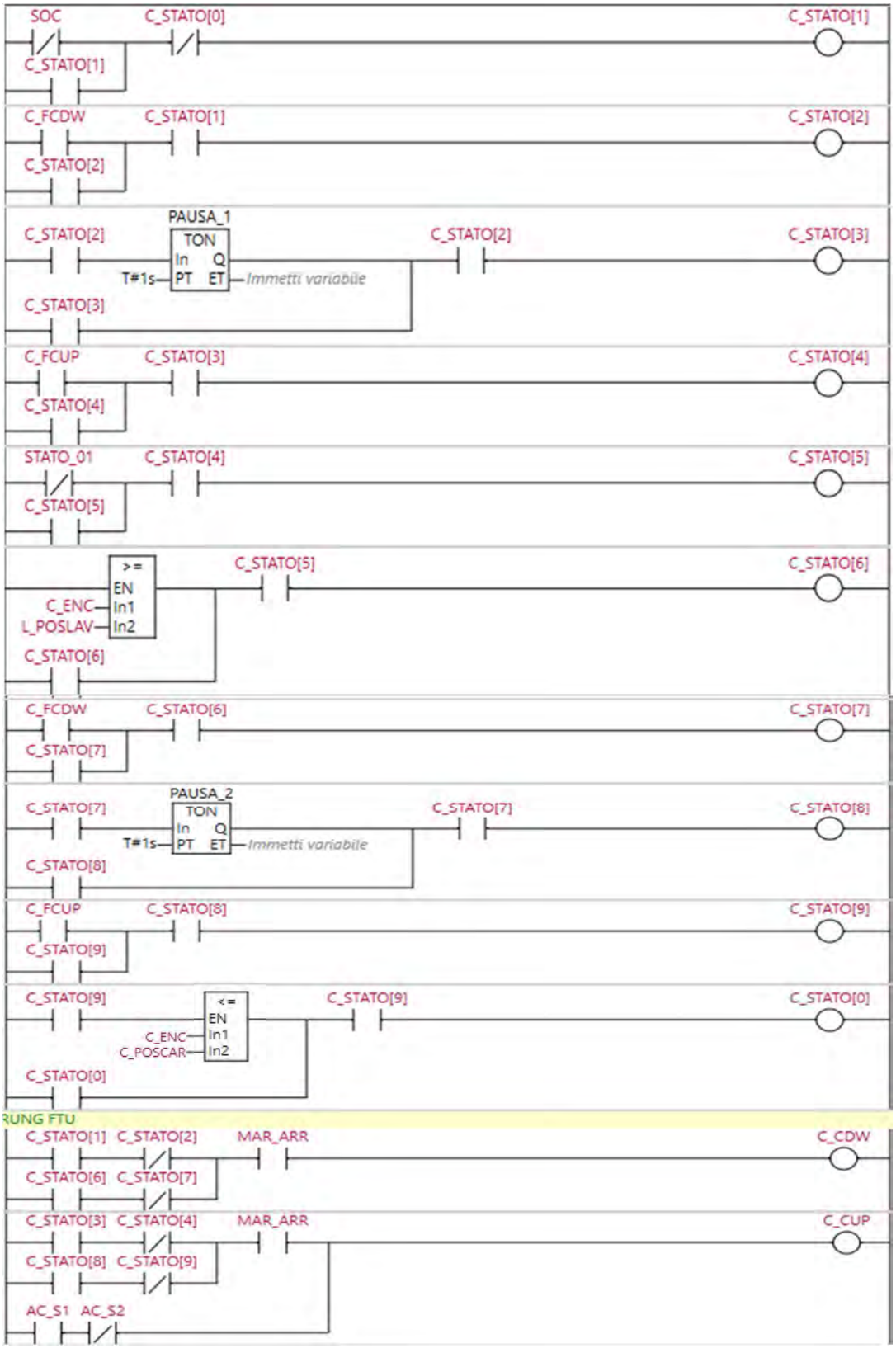
```
Sub cilindri 'ANIMAZIONE PNUMATICA'

    'DISCESA CILINDRO DI CARICO'
    If C_CDW=True Then
        C_ASTA=C_ASTA+6
        C_DX_SX=C_DX_SX+6
        C_BASSO=True
    Else
        C_BASSO=False
    End If
    If C_ASTA>=162 And C_DX_SX>=171 Then
        C_ASTA=162
         C_DX_SX=171
    End If

    'DISCESA CILINDRO DI SCARICO'
    If S_CDW=True Then
        S_ASTA=S_ASTA+6
        S_DX_SX=S_DX_SX+6
        S_BASSO=True
    Else
        S_BASSO=False
    End If
    If S_ASTA>=162 And S_DX_SX >=171 Then
        S_ASTA=162
        S_DX_SX=171
    End If
    'SALITA CILINDRO DI SCARICO'
    If S_CUP=True Then
        S_ASTA=S_ASTA-6
        S_DX_SX=S_DX_SX-6
        S_ALTO=True
    Else
        S_ALTO=False
    End If
```

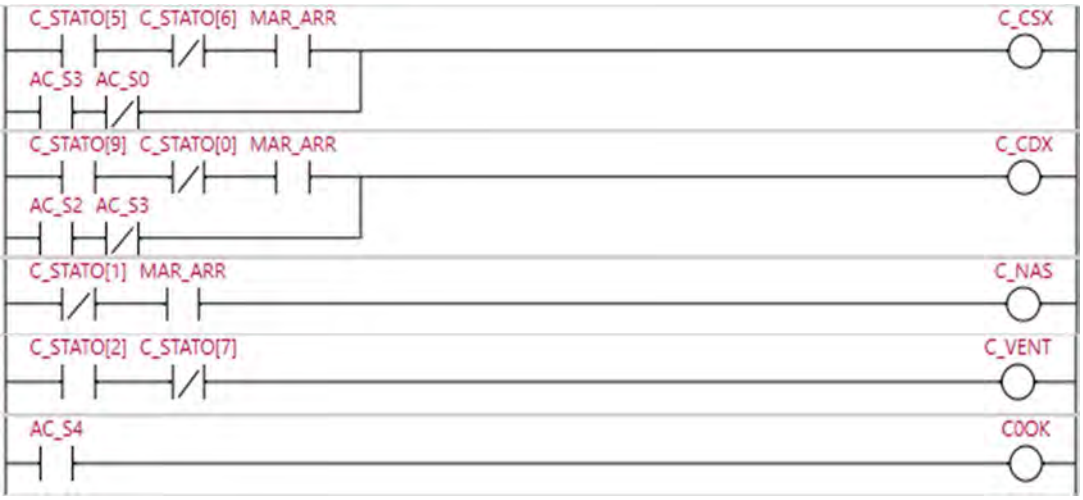
```
  If S_ASTA<=0 And S_DX_SX<=9
      S_ASTA=0
      S_DX_SX=9
   End If
  'SALITA CILINDRO DI CARICO'
  If C_CUP=True Then
     C_ASTA=C_ASTA-6
     C_DX_SX=C_DX_SX-6
     C_ALTO=True
  Else
     C_ALTO=False
  End If
  If C_ASTA<=0 And C_DX_SX<=9
      C_ASTA=0
      C_DX_SX=9
   End If

  'CILINDRO DI CARICO IN PAUSA'
  If C_CDW=False And C_CUP=False Then
     C_NEUTRO=True
  Else
     C_NEUTRO=False
  End If

  'CILINDRO DI SCARICO IN PAUSA'
  If S_CDW=False And S_CUP=False Then
     S_NEUTRO=True
  Else
     S_NEUTRO=False
  End If

  'ANIMAZIONE VENTOSA CARICO'
  If C_VENT=True Then
     C_PRESA=True
     C_RILASCIO=False
  Else
     C_PRESA=False
     C_RILASCIO=True
  End If

  'ANIMAZIONE VENTOSA SCARICO'
  If S_VENT=True Then
     S_PRESA=True
     S_RILASCIO=False
  Else
     S_PRESA=False
     S_RILASCIO=True
  End If

End Sub
```

Programmazione delle animazioni di inizializzazione dello scarico.

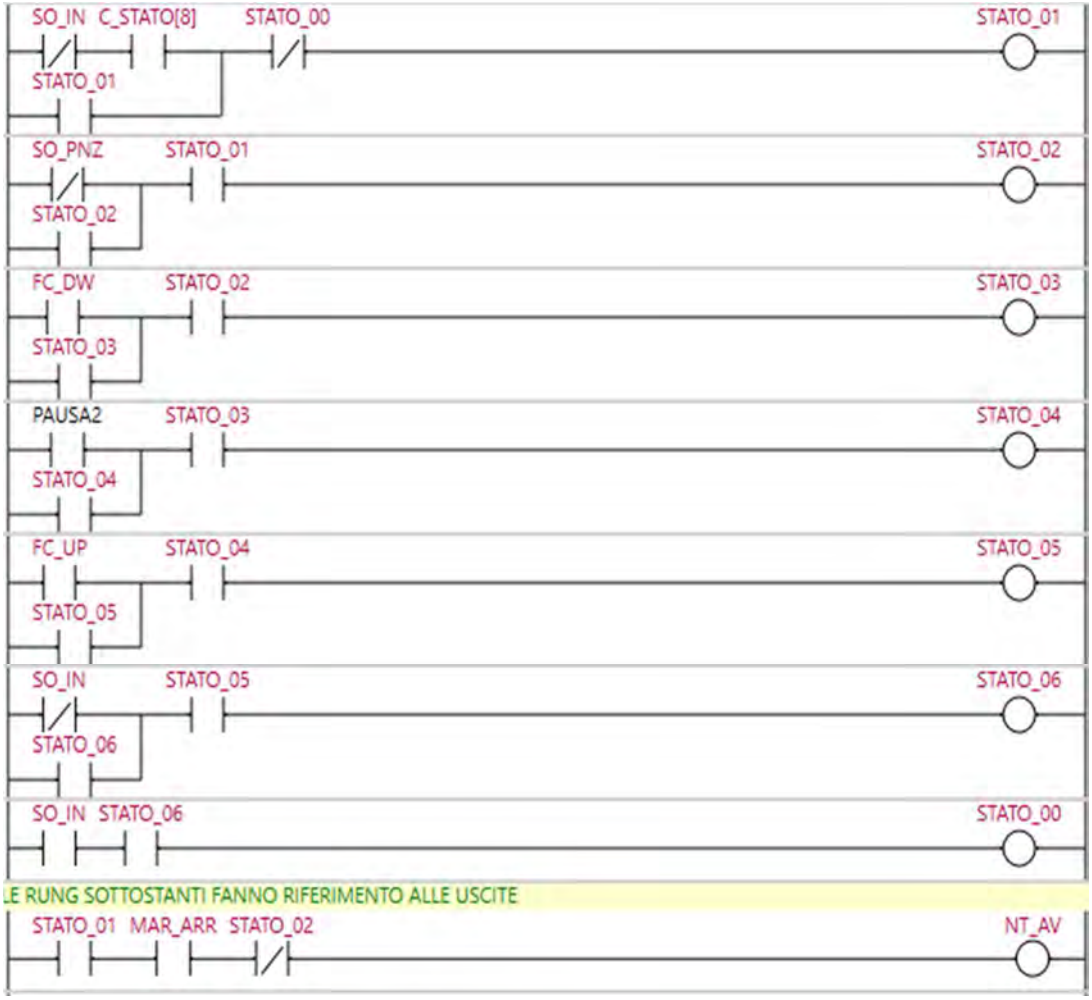
```
Sub inizializzazione_scarico
  If S0OK=False

  'ANIMAZIONE STATO 1'
  If S_FCUP=True Then
     S_CUP=False
  End If
  If S0OK=False And AS_S1=False Then
     S_CIL_MOVE=-20
  End If

  'ANIMAZIONE FINECORSA DI ZERO'
  If  S_CIL_MOVE >=0 And S0OK=False Then
     S_CIL_MOVE =0
     S_FC0=True
  Else

     S_FC0=False
   End If
   End If

   'ANIMAZIONE FINE AZZERAMENTO SCARICO'
   If AS_S4=True And C_STATO(1)=False And STATO_01=False And S_STATO(1)=False Then
      S_CIL_MOVE=S_POSSCA
      S0OK=True
      S_CDX=False
   End If

End Sub
```

FUNZIONE DI TRASFORMAZIONE DEGLI STATI E DELLE USICTE DEL CARICO

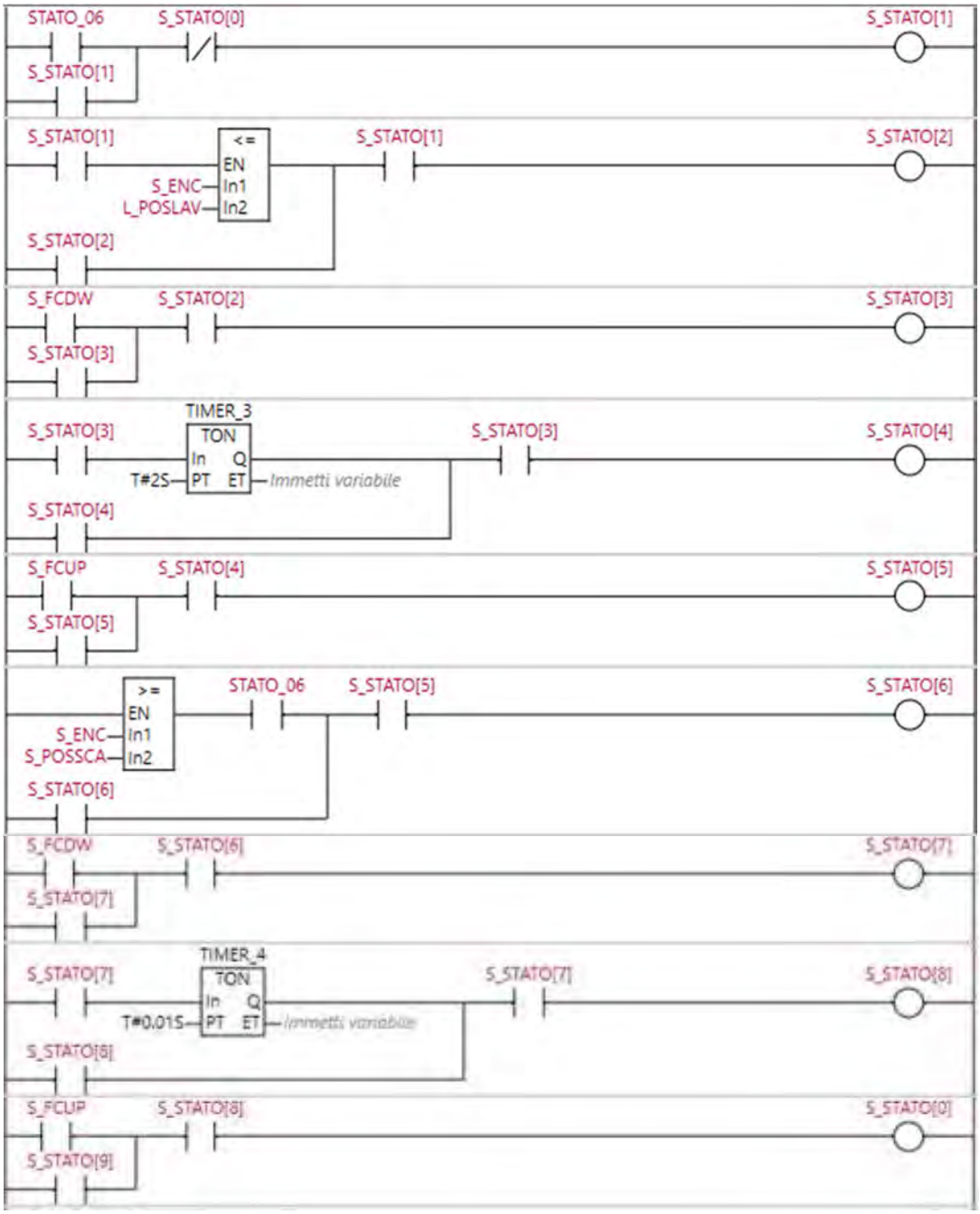


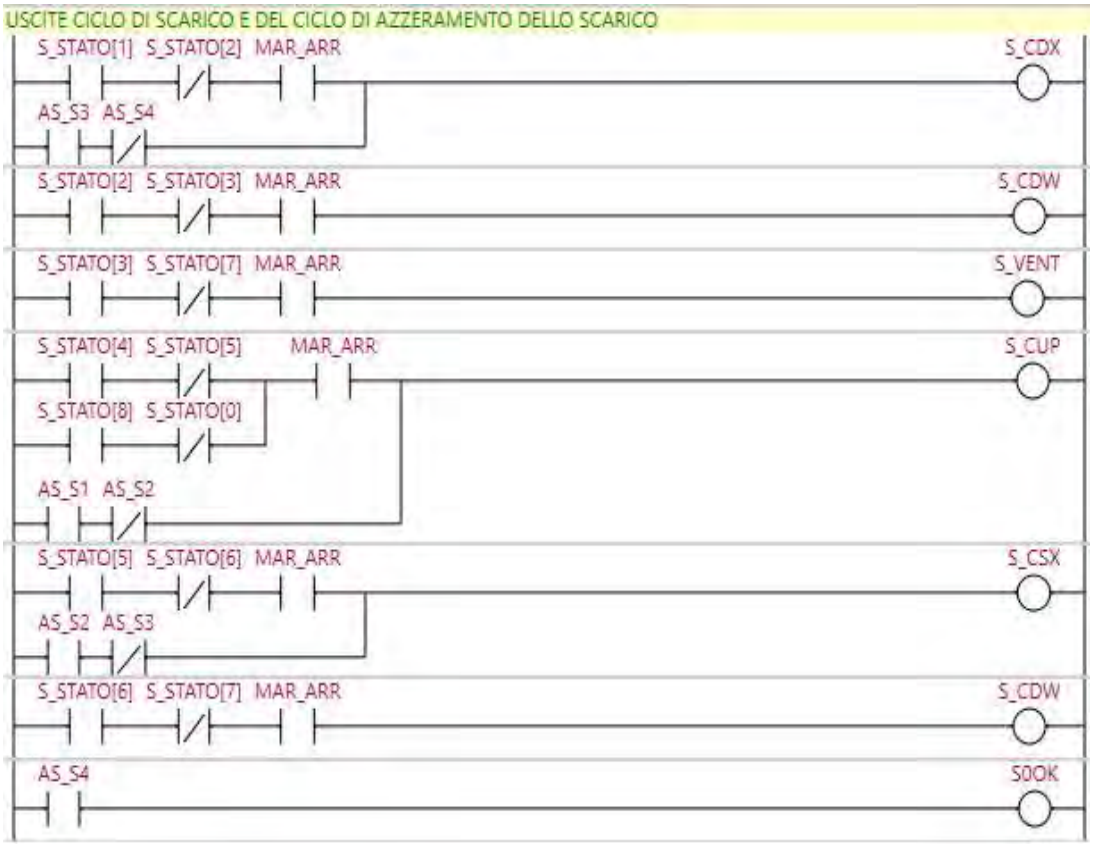


FUNZIONE DI TRASFORMAZIONE DEGLI STATI E DELLE USICTE

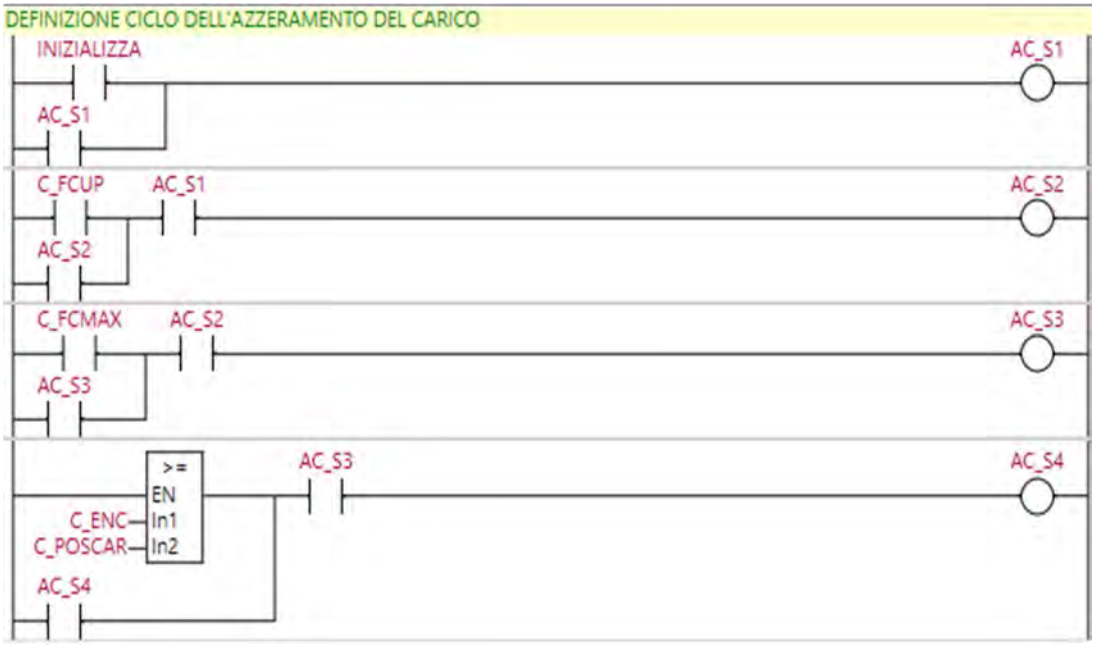


FUNZIONE DI TRASFORMAZIONE DEGLI STATI E DELLE USICTE DELLO SCARICO

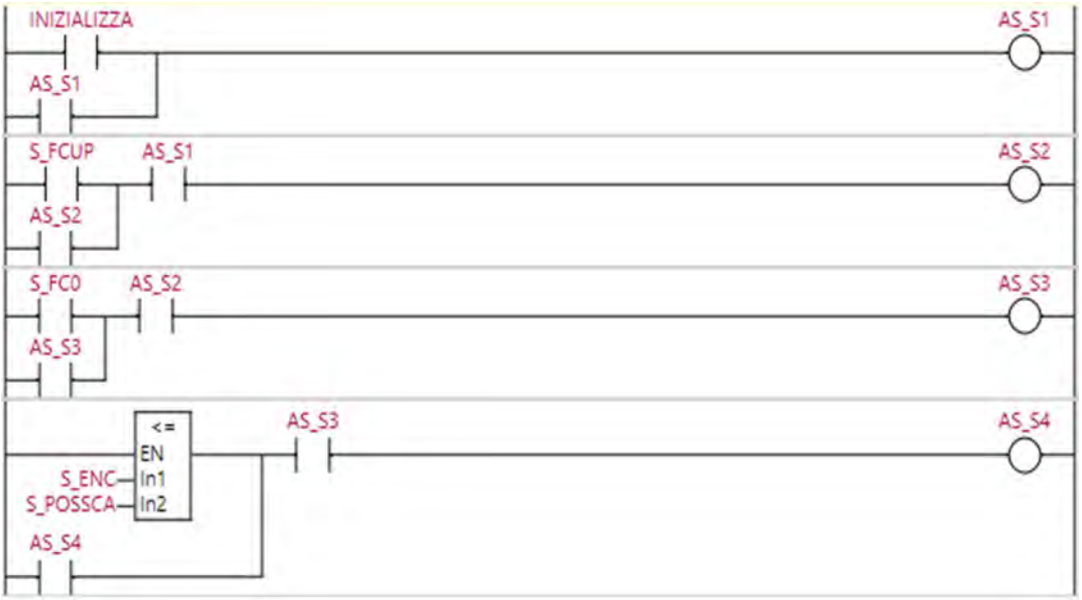




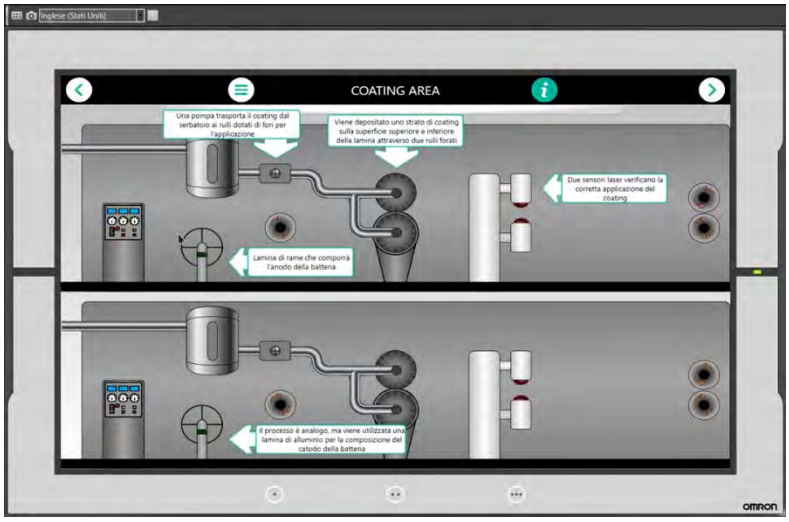
FUNZIONE DI AZZERAMENTO CARICO



FUNZIONE DI AZZERAMENTO SCARICO



Next generation factory production



< Sommario

Nella scelta del progetto si è voluto qualcosa di realizzabile in modo concreto, ma al contempo innovativo, visionario e soprattutto ecosostenibile. Si è inoltre pensato a un campo che caratterizzasse il territorio della scuola, sede della motor valley: il settore automotive.

ITIS Enrico Fermi– Modena MO - Classe V

- **Docente coordinatore**: Giuliano Monti
- **Studenti:** Edoardo Borghi, Diego Monari, Gabriele Pattarozzi, Harmanjot Singh, Alex Veronese.

SOMMARIO

INTRODUZIONE 2

Premessa 2

Introduzione al progetto 2

TEORIA E INNOVAZIONE 3

Batterie al litio 3

Innovazione: Batterie di nuova generazione 4

PANORAMICA DELLO STABILIMENTO PRODUTTIVO 5

Area di stoccaggio 5

Area di produzione 5

Area di testing e shipping 5

SIMULAZIONE SYSMAC STUDIO 6

Pagina di selezione utente 6

Menu principale 8

Sezione di Mixing 9

Pannello di controllo della sezione di Mixing 10

Sezione di Coating 11

Sezione di Drying 12

Sezione di Calendering & Slitting 13

Pannello di controllo delle sezioni di Coating, Drying e Calendering&Slitting 14

Nastri trasportatori 15

Sezione di Vacuum Drying 16

Pannello di controllo della sezione Vacuum Drying 16

Sezione di Winding 17

Sezione di Packaging & Electrolyte Filling 18

Pannello di controllo sezione di Packaging & Electrolyte Filling 19

Pannello di controllo generale 20

STRUTTURE DATI 21

CODICE 27

VOCABOLARIO 43

FONTI 44

CREDITI 45

INTRODUZIONE

Premessa

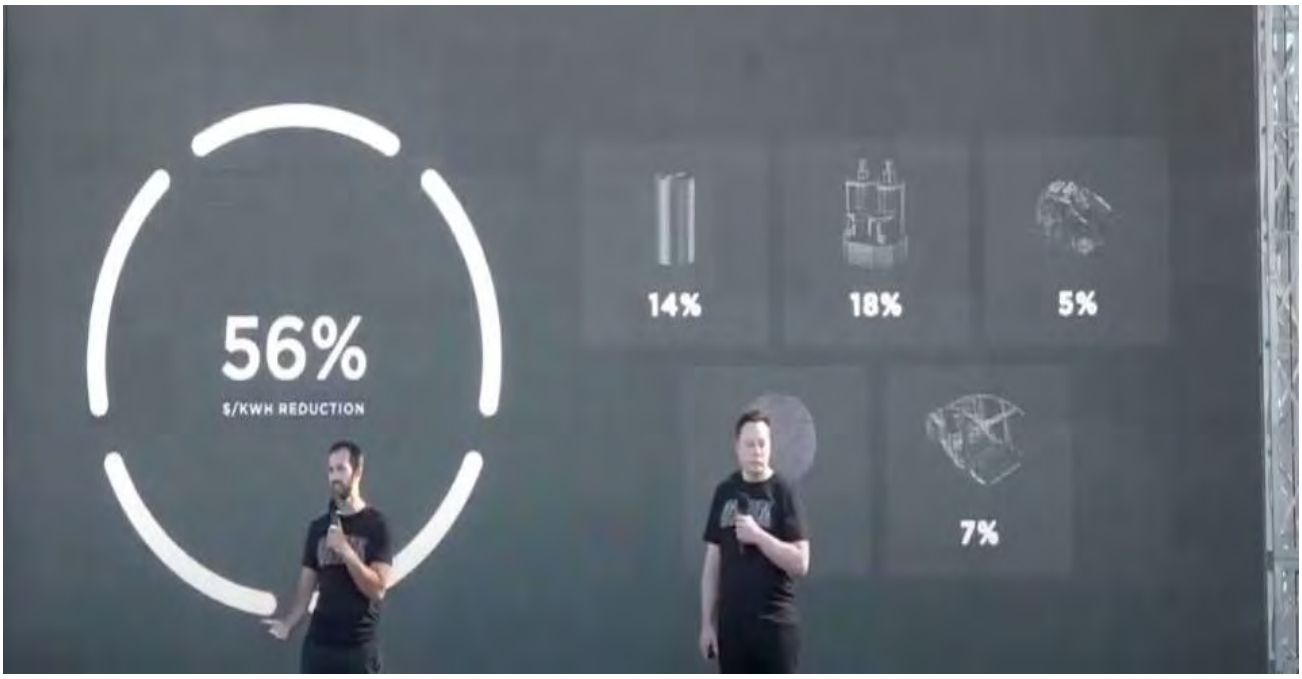
La scelta del progetto da presentare per l'Omron Smart Project 2021 non è stata semplice; per noi era essenziale che fosse qualcosa di **realizzabile** in modo concreto, ma al contempo **innovativo**, **visionario** e soprattutto **ecosostenibile**.

Fatte queste considerazioni, abbiamo pensato ad un campo che ci appassionasse e che caratterizzasse il nostro territorio, Modena e provincia, sede della motor valley: il settore dell'**Automotive**.

Nell'ultimo periodo questo settore ha visto una vera e propria **rivoluzione elettrica**, che vede i suoi sviluppi nel prossimo futuro. La competizione con i veicoli termici, la cui tecnologia è stata perfezionata nel corso dei secoli scorsi, è accentuata anche dai principali problemi dei veicoli elettrici: l'autonomia chilometrica, minore rispetto a quella garantita da un veicolo termico, e il costo di produzione elevato. Questi stessi problemi possono essere ricondotti ad un unico componente fondamentale: la **batteria**.

Introduzione al progetto

Il progetto ha come obiettivo la realizzazione e la simulazione di uno stabilimento che realizzi le singole celle che, unite tra loro, formino i pacchi batteria della maggior parte dei veicoli elettrici odierni. Durante il percorso di elaborazione si è tenuto un evento che ci ha fornito una linea guida più chiara da seguire, il Battery Day, durante il quale è stato presentato il prototipo di celle di nuova generazione. Il nostro progetto, quindi, si è posto come scopo la realizzazione di batterie più grandi, performanti, economiche ed ecosostenibili delle attuali.



TEORIA E INNOVAZIONE

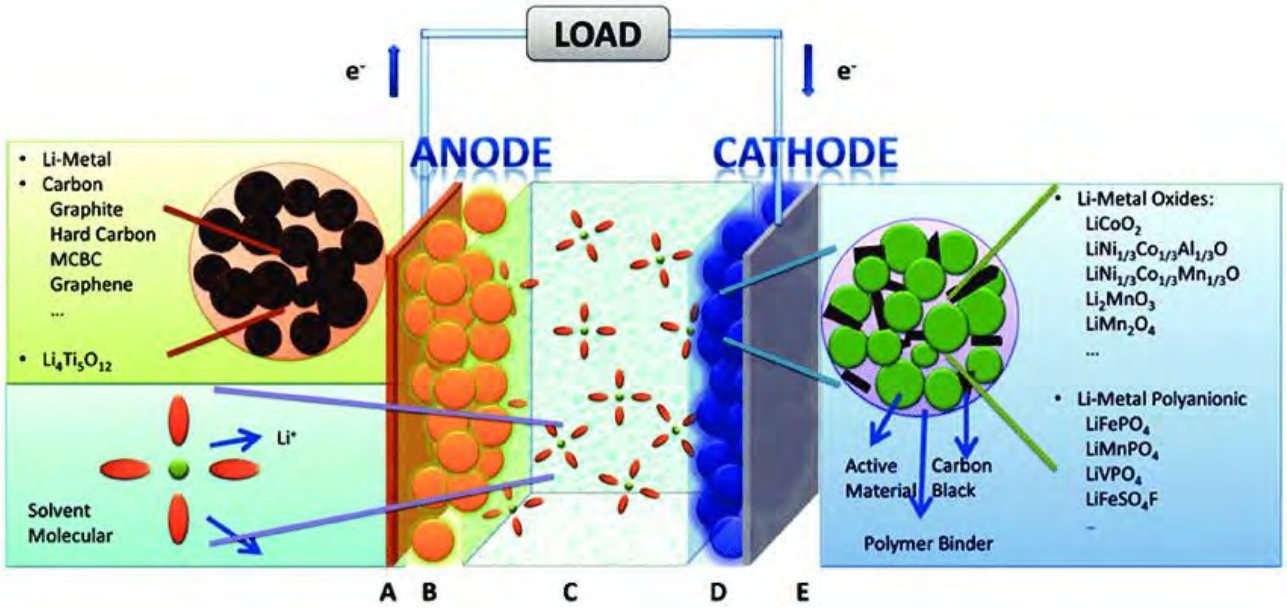
Batterie al litio

La realizzazione delle batterie a ioni di litio presenta numerosi vantaggi rispetto alle tradizionali a piombo, o quelle composte a nichel-metallo idruro.

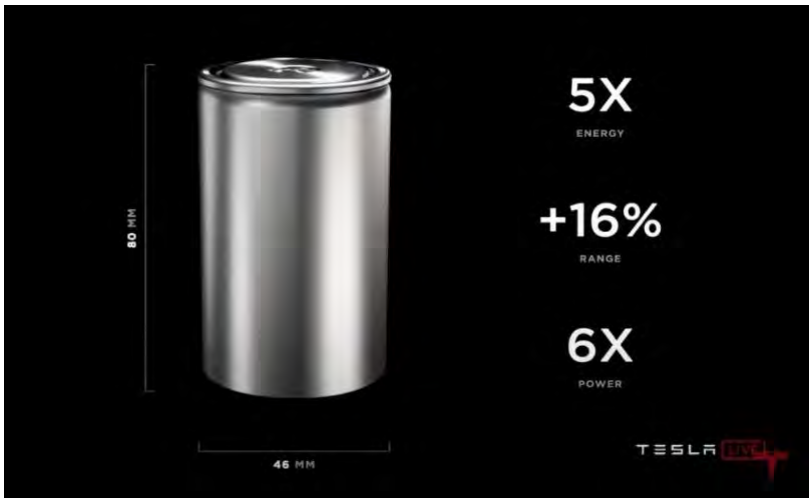
La densità di energia degli ioni di litio è tipicamente doppia rispetto a quella del nichel cadmio standard. C'è il potenziale per densità energetiche più elevate. Le caratteristiche di carico sono ragionevolmente buone e si comportano in modo simile al nichel-cadmio in termini di scarica. L'elevata tensione delle celle di 3,6 volt consente di progettare pacchi batteria con una sola cella. La maggior parte dei telefoni cellulari odierni funziona su una singola cella. Un pacco a base di nichel richiederebbe tre celle da 1,2 volt collegate in serie.

Gli ioni di litio sono una batteria a bassa manutenzione, un vantaggio che la maggior parte degli altri prodotti chimici non può rivendicare. Non c'è memoria e non è richiesto alcun ciclo programmato per prolungare la durata della batteria. Inoltre, l'autoscarica è inferiore alla metà rispetto al nichel-cadmio, il che rende gli ioni di litio particolarmente adatti per le moderne applicazioni di indicatori di livello del carburante. le celle agli ioni di litio causano pochi danni quando vengono smaltite. Durante un ciclo di scarica, gli atomi di litio nell'anodo vengono ionizzati e separati dai loro elettroni. Gli ioni di litio si muovono dall'anodo e passano attraverso l'elettrolita fino a raggiungere il catodo, dove si ricombinano con i loro elettroni e si neutralizzano elettricamente. Gli ioni di litio sono abbastanza piccoli da potersi muovere attraverso un separatore micro-permeabile tra l'anodo e il catodo. In parte a causa delle ridotte dimensioni del litio (terzo solo all'idrogeno e all'elio), le batterie agli ioni di litio sono in grado di avere un voltaggio molto elevato e un accumulo di carica per unità di massa e volume unitario.

Le batterie agli ioni di litio possono utilizzare diversi materiali come elettrodi. La combinazione più comune è quella di ossido di litio cobalto (catodo) e grafite (anodo), che si trova più comunemente in dispositivi elettronici portatili come telefoni cellulari e laptop. Altri materiali catodici includono ossido di litio e manganese (utilizzato nelle automobili ibride ed elettriche) e litio ferro fosfato. Le batterie agli ioni di litio utilizzano tipicamente etere (una classe di composti organici) come elettrolita.



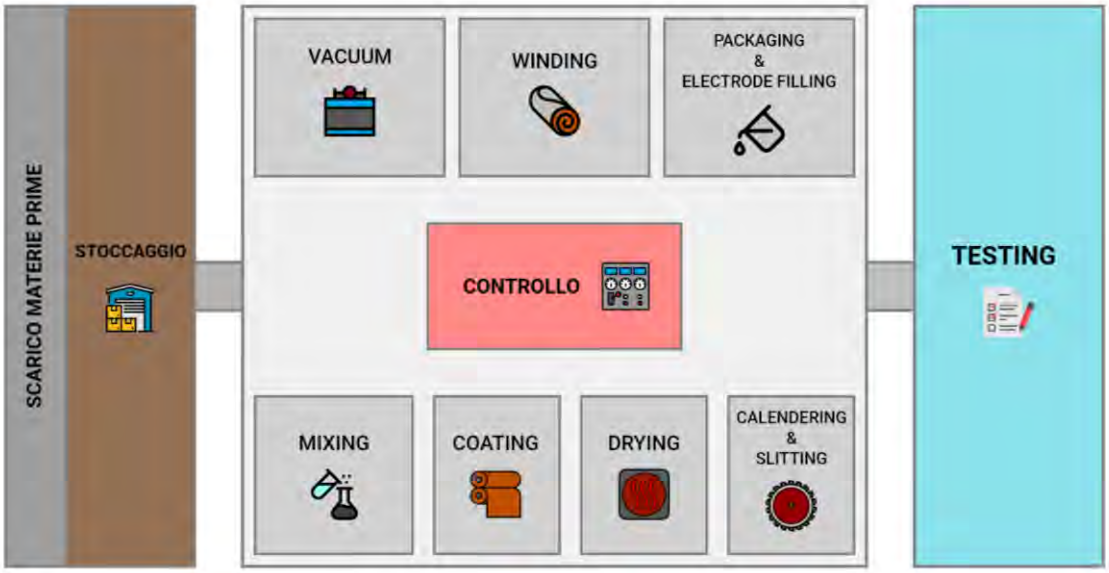
Innovazione: Batterie di nuova generazione



Il nuovo prototipo di batterie annunciate durante il battery day da Tesla prevede una maggiore efficienza, rendimento e potenza. Le nuove celle saranno le 4680, chiamate così per il diametro di 46 mm e l'altezza di 80 mm, queste forniscono una potenza sei volte maggiore delle attuali (le 2170) e immagazzinano 5 volte più energia e aumentano l'autonomia del 16%, costando il 14% in meno. La nuova cella ha inoltre risolto il problema del surriscaldamento tipico delle unità più grandi, grazie al nuovo metodo costruttivo "tabless". Le batterie attualmente in commercio e montate sulle auto elettriche necessitano di processi produttivi con impianti altamente specializzati e costosi per la realizzazione degli elettrodi. Le nuove celle proposte verranno realizzati con elettrodi utilizzano degli elettrodi realizzati a secco che permetteranno, una volta implementati i processi produttivi su larga scala, di realizzare batterie più rapidamente "saltando" alcuni dei passaggi attualmente necessari. Gli accumulatori saranno realizzati su linee di montaggio continue che garantiranno volumi produttivi sette volte maggiori rispetto agli attuali. Ciò permetterà di abbattere il costo produttivo del 75%. Si è pensato inoltre di modificare l'approccio nell'utilizzo del silicio per la produzione di batterie: una volta abbandonati i processi attualmente utilizzati, è stato adottato un sistema scalabile che permette di evitare costose lavorazioni delle materie prime. Il risultato è un aumento dell'autonomia del 20% e una riduzione dei costi del 5% che va a sommarsi ai risparmi garantiti dalle altre tecnologie sopracitate. I nuovi catodi della Tesla sono stati sviluppati per non utilizzare il cobalto, sostituito dal nickel. Si progetteranno differenti tipologie di catodi a seconda del loro utilizzo: se le celle dovessero essere inserite in pacchi batteria montati su vetture con un ciclo di vita più lungo, utilizzeranno catodi a base di ferro, mentre quelle con un ciclo di vita un poco più breve impiegheranno un mix di nickel e manganese. Per veicoli che dovranno trainare carichi pesanti, come camion, utilizzeranno invece catodi con alta concentrazione di nickel.

Ispirandosi al mondo dell'aviazione, si realizzeranno delle batterie strutturali per le auto del futuro. Ciò permetterà di ampliare del 14% l'autonomia, rendendo il telaio della vettura più rigido e leggero del 10%. I nuovi accumulatori permetteranno inoltre di risparmiare spazio sul fondo della vettura, a tutto vantaggio dell'abitabilità interna. Questa soluzione utilizzerà inoltre 370 parti in meno rispetto ai pacchi batteria odierni. Tutte queste novità garantiscono un risparmio complessivo del 56% per ciascuna batteria.

PANORAMICA DELLO STABILIMENTO PRODUTTIVO



Area di stoccaggio

L'area di stoccaggio o magazzino dello stabilimento, presenta una zona dove le materie prime arrivano e vengono scaricate dai mezzi di trasporto (che possono essere treni o tir, idealmente elettrici). Queste Ultime vengono poi trasferite in silos interamente automatizzati che trasporteranno a loro volta i liquidi e i solidi ai vari reparti di produzione qualora venga richiesto un rifornimento, attraverso pompe o nastri. Temperatura e umidità, proprio come le diverse quantità delle materie prime presenti nel magazzino vengono continuamente monitorate tramite sistemi di controllo, in modo tale da poter mantenere i materiali in uno stato ottimale di conservazione e di poter programmare i rifornimenti.

Area di produzione

L'area di produzione rappresenta il cuore pulsante dell'azienda: al suo interno sono presenti vari reparti organizzati come una catena di montaggio totalmente automatizzata, nei quali vengono trasformate le materie prime in celle di batteria complete. Anche questo ambiente deve rispettare parametri di temperatura e umidità molto rigorosi e l'intero reparto presenta un atmosfera controllata per evitare che non siano presenti impurità nell'aria. Al centro dell'area di produzione è presente una stanza di controllo dalla quale è possibile gestire tutte le varie sezioni contemporaneamente, avendo una panoramica generale sulla fabbrica e sui prodotti realizzati. Una descrizione più approfondita dei vari reparti è presente in seguito nella relazione.

Area di testing e shipping

Le celle di batterie prodotte precedentemente devono attraversare un processo di carica e scarica controllata e devono essere analizzate, prima di essere ricaricate definitivamente e spedite. Questi processi avvengono nell'area finale di Testing e Shipping.

Data l'elevata complessità dello stabilimento, ai fini di questo progetto è stata realizzata e simulata la parte centrale dell'azienda, ovvero la produzione vera e propria delle celle di batteria. Partendo dunque dalle materie prime, in questa relazione verranno descritte nel dettaglio le varie sezioni che porteranno alla realizzazione di celle di batterie complete e funzionanti, in modo tale da avere una guida nella navigazione dello stabilimento simulato su Sysmac Studio.

SIMULAZIONE SYSMAC STUDIO

Pagina iniziale di benvenuto

In questa pagina iniziale di benvenuto sono presenti il titolo del progetto, i nomi dei creatori, la scuola di appartenenza e un tasto attraverso il quale è possibile entrare nella fabbrica.

Pagina di selezione utente

In questa pagina è possibile selezionare il tipo di utente che sta entrando nella fabbrica, in modo tale da intraprendere un processo di visita guidata e tutorial iniziale nel caso in cui venga selezionato "**Visitatore**", oppure entrare direttamente nello stabilimento produttivo nel caso in cui venga selezionato "**Tecnico**". In entrambi i casi, il pannello ricorda l'obbligo di indossare i dispositivi di protezione individuale (DPI).

Tutorial iniziale

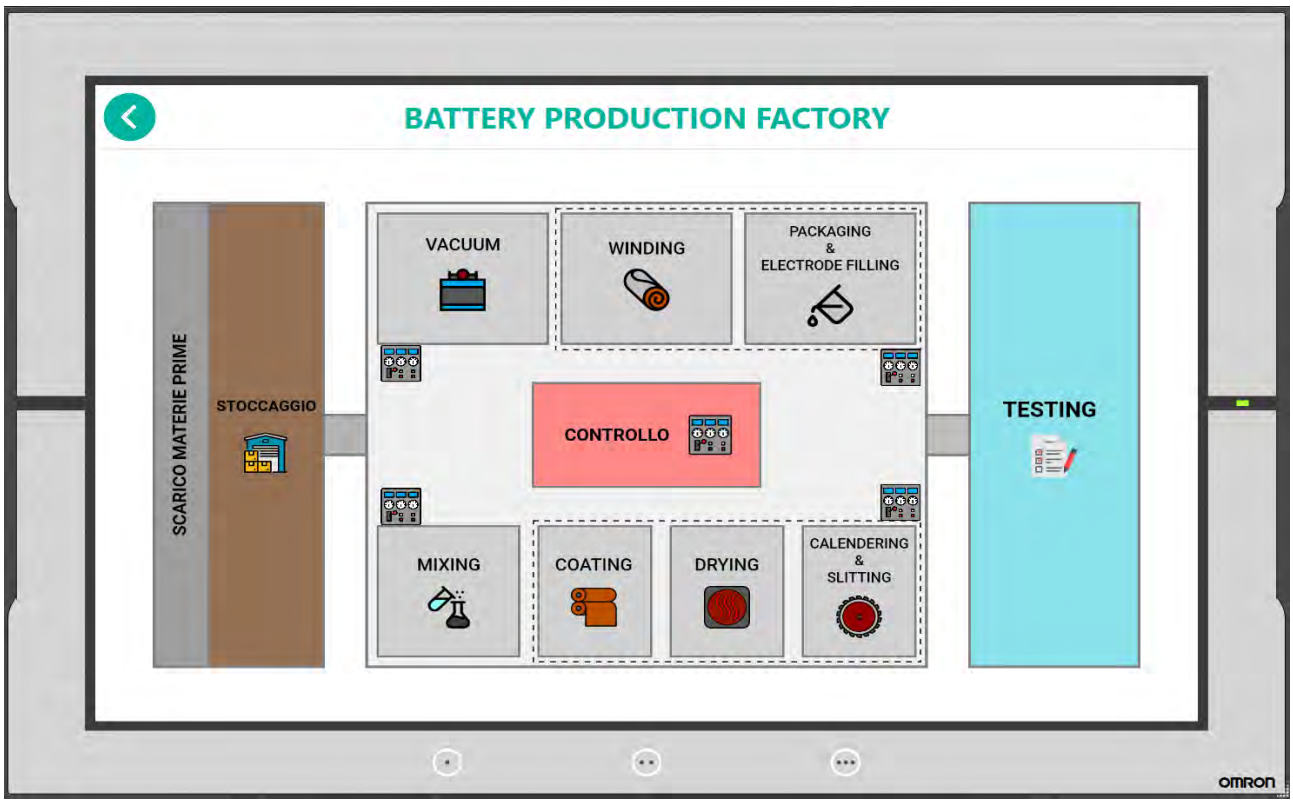
In questa prima pagina di tutorial iniziale, viene illustrato al visitatore come muoversi all'interno delle pagine di simulazione di Sysmac Studio.

La barra superiore contiene i comandi generali, ovvero (da sinistra a destra) un tasto per tornare alla pagina precedente, un tasto per andare alla pagina del menu principale, un tasto per attivare o disattivare le informazioni e un tasto per passare alla pagina successiva; nella barra è presente anche il titolo della sezione che si sta visualizzando.

All'interno della pagina è presente l'icona del pannello di controllo che sarà possibile incontrare nei vari reparti e, alla pressione, verrà visualizzata una legenda contenente i comandi e le spie principali: pulsante di start&stop, pulsante di reset, pulsante di emergenza e tre esempi di spie e indicatori.

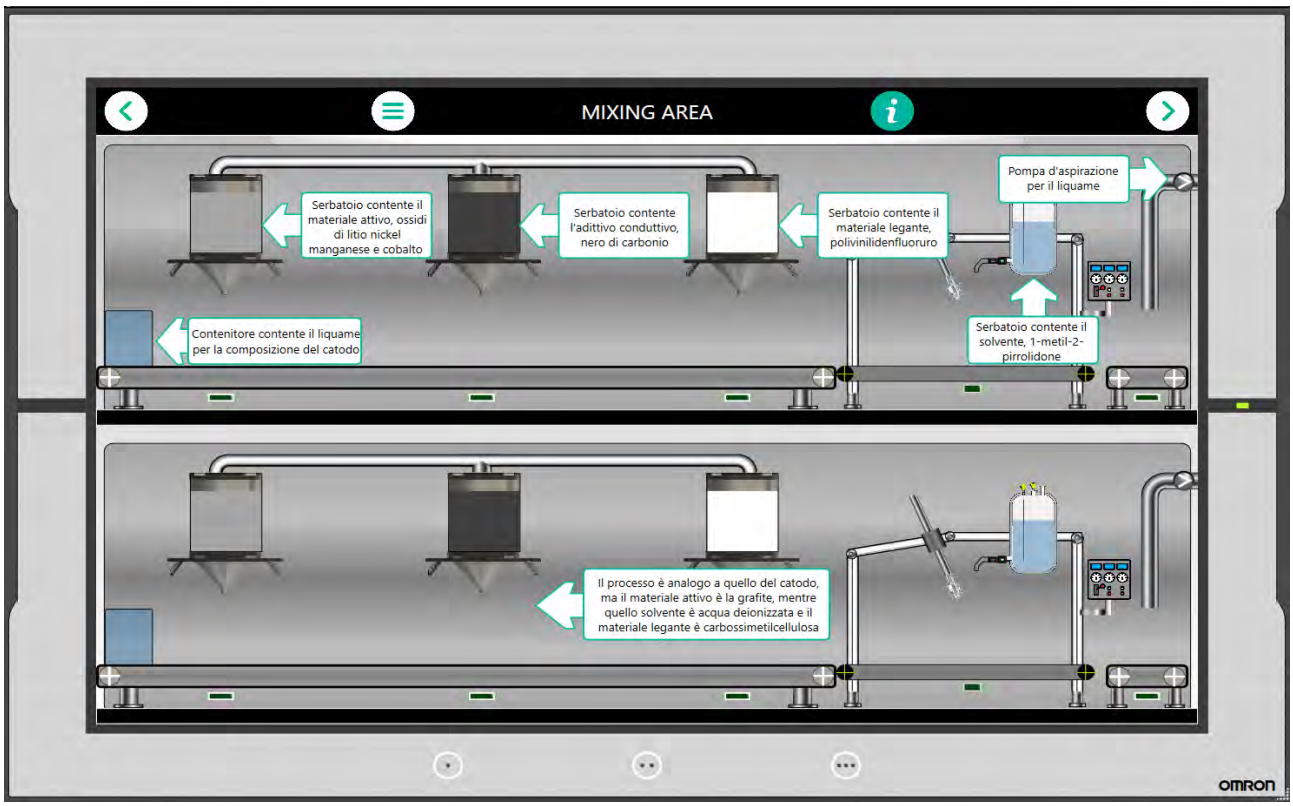
Nella seconda pagina di tutorial, è possibile visualizzare una piantina dello stabilimento produttivo con, associata ad ogni reparto, una breve descrizione che aiuta il visitatore non solo ad avere un'idea sul funzionamento delle sezioni, ma anche ad avere un quadro generale dello stabilimento e un metodo per orientarsi durante la visita.

Menu principale



Sarà possibile accedere alla pagina del menu principale continuando con il tutorial da utente "Visitatore", oppure selezionando l'utente "Tecnico". All'interno della pagina è presente la piantina dello stabilimento, la cui parte centrale contiene non solo i link ai vari reparti della fabbrica, ma anche i pulsanti per l'apertura dei singoli pannelli di controllo e del pannello di controllo generale (maggiori informazioni sui vari reparti e sui pannelli di controllo saranno fornite in seguito). Il magazzino e il reparto di testing sono stati inseriti per completezza, ma non sono presenti nella simulazione.

Sezione di Mixing



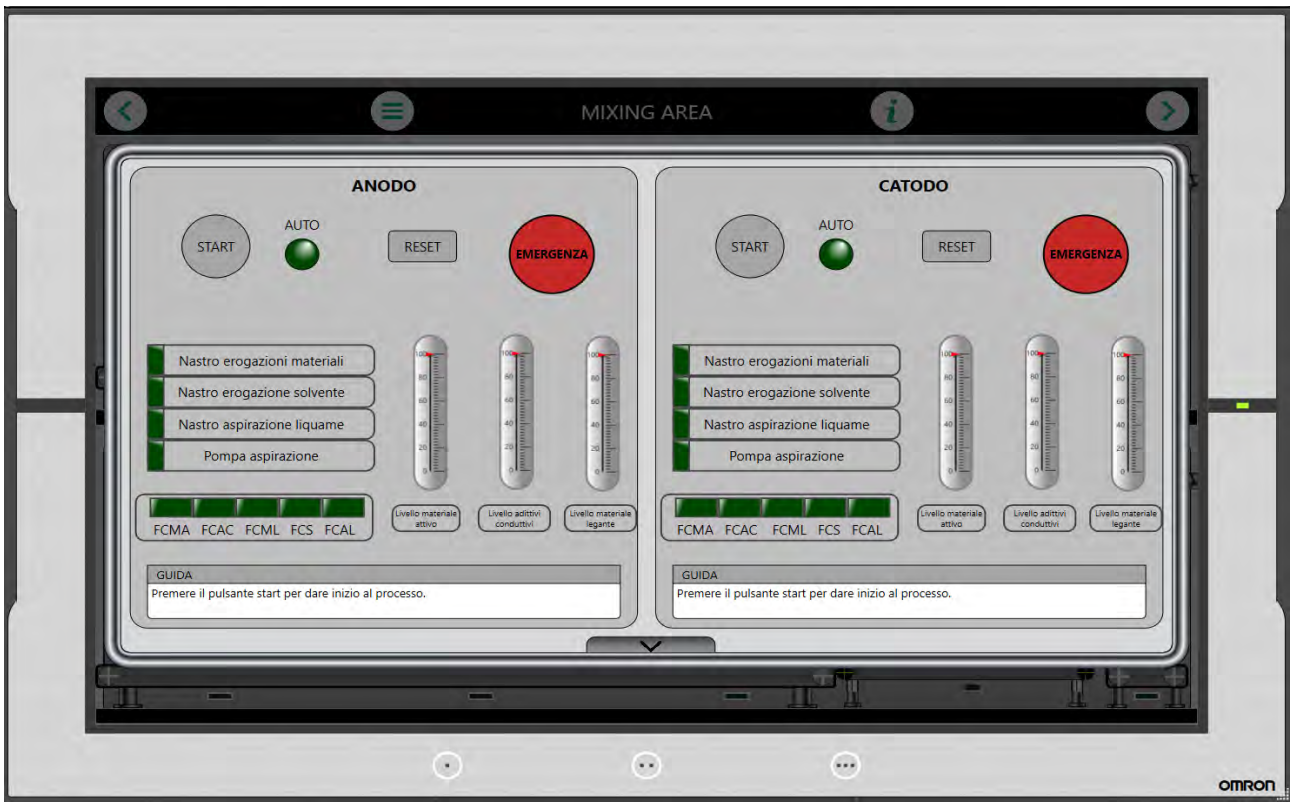
La sezione di mixing è la fase iniziale del processo, dove viene prodotto lo “slurry”, l’agglomerato chimico che andrà a formare gli elettrodi. Viene prodotto su due linee diverse, una per il catodo ed una per l’anodo.

Il processo prevede una prima parte in cui vengono erogati in un contenitore tre prodotti: materiale attivo, additivo conduttivo e materiale legante. Nel procedimento del catodo i serbatoi contengono rispettivamente: ossidi di litio nickel e manganese, come additivo conduttivo, il nero di carbonio ed infine come materiale legante il polivinilidenfluoruro; nel processo dell’anodo, come materiale attivo viene utilizzata la grafite e come materiale legante la carbossimetilcellulosa. Successivamente il contenitore viene trasportato sotto un mescolatore dove avvengono due miscelazioni: la prima va ad unire il contenuto del recipiente, mentre la seconda avviene dopo l’erogazione del solvente nel contenitore. Nel caso del catodo questo è l’1-metil-2-pirrolidone e in quello dell’anodo è acqua deionizzata. Il mescolatore è posto con un’inclinazione di un angolo che deve variare tra i 0° e i 10°.

L’agglomerato prodotto viene infine trasportato fino ad una pompa d’aspirazione, dove viene aspirato all’interno di un tubo e finisce dentro i serbatoi della sezione di coating, in cui verrà applicato sulle lamine delle bobine di catodo ed anodo.

Altri parametri di processo sono la temperatura, che deve essere contenuta tra i 20°C e i 40°C, un’atmosfera protettiva e sottovuoto e il tempo di mescolazione, da un minimo di 30 minuti ad un massimo di 5 ore.

Pannello di controllo della sezione di Mixing

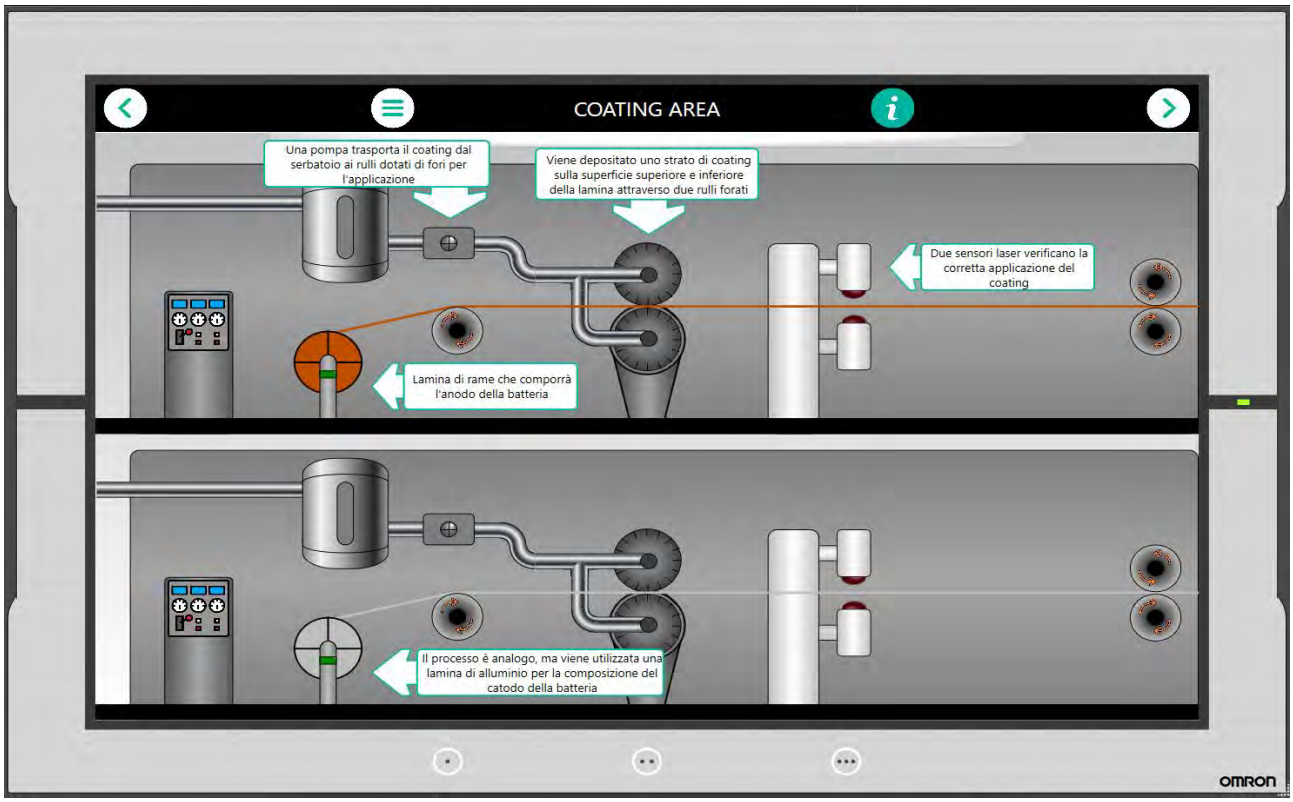


Questo pannello di controllo riferito alla sezione “mixing” controlla il processo produttivo dello slurry. Il pannello è suddiviso in due sottocategorie in modo da separare la linea di anodo da quella di catodo, ma entrambe hanno le stesse caratteristiche. Vi è la presenza di pulsante di Start/Stop, che permette l’avvio e l’arresto del processo, una spia che ne indica lo stato (acceso o spento), un pulsante di reset per far tornare l’automazione allo stato iniziale e uno di emergenza per bloccare il processo. I tre indicatori graduati segnalano la quantità di materiale presente nei serbatoi della catena di produzione espressa in percentuale. Le spie verdi disposte in verticale indicano gli stati degli attuatori: motori dei tre nastri e la pompa di aspirazione dello slurry. Nelle spie sottostanti invece si può osservare lo stato delle fotocellule e sensori della catena, indicate con acronimi:

- FCMA: Fotocellula di presenza sotto al serbatoio contenente materiale attivo.
- FCAC: Fotocellula di presenza sotto al serbatoio contenente additivi conduttivi.
- FCML: Fotocellula di presenza sotto al serbatoio contenente materiale legante.
- FCS: Fotocellula di presenza sotto al serbatoio contenente solvente.
- FCAL: Fotocellula di presenza sotto la pompa di aspirazione.

Nella parte inferiore del pannello è presente un display che come negli altri pannelli consiglia l’utente nel processo e segnala eventuali errori.

Sezione di Coating



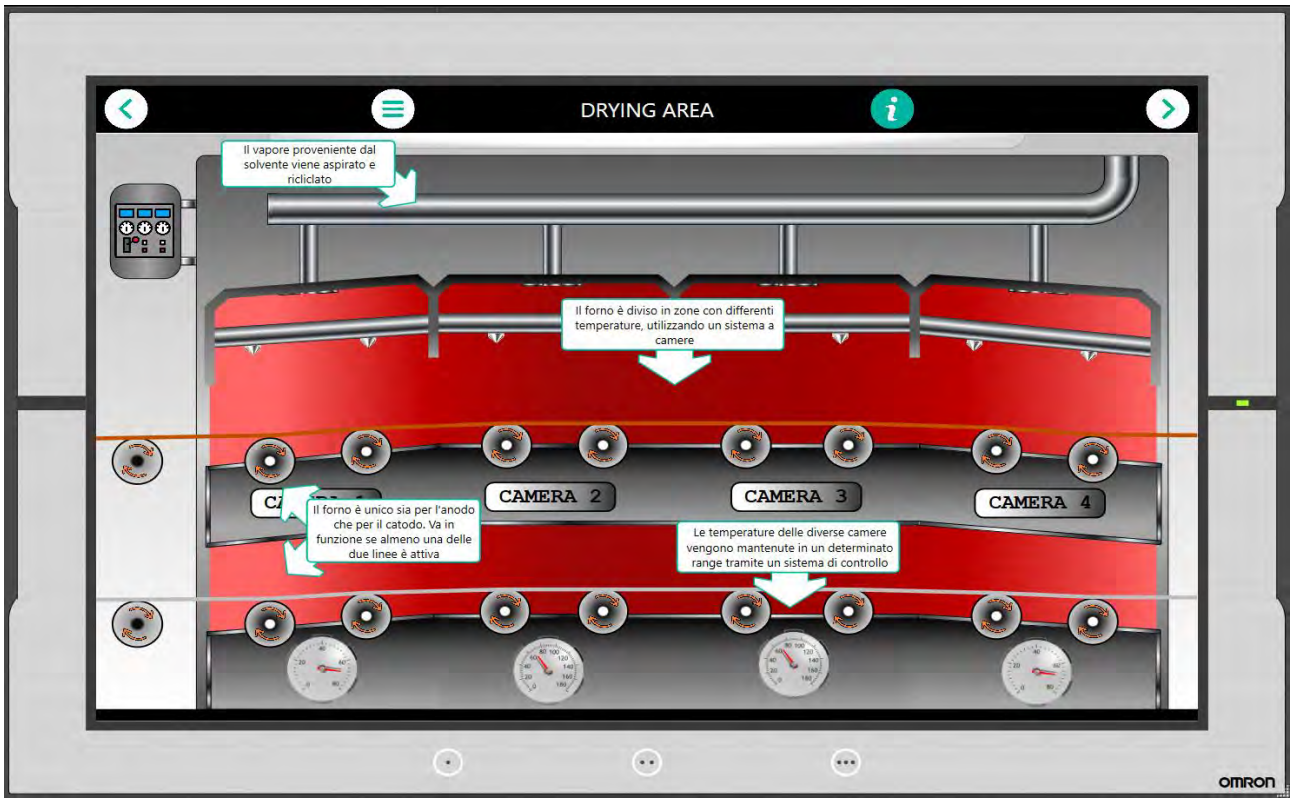
La sezione di Coating non è collegata direttamente alla precedente sezione di Mixing, ma è parte di un processo di tre fasi che permette di passare da due avvolgimenti di lamine di rame e alluminio, ad avvolgimenti più piccoli, pronti ad essere usati per comporre l'anodo e il catodo delle celle di batteria: Coating, Drying e Calendering & Slitting.

Il processo di Coating parte da una bobina di rame e di allumino e da due serbatoi che contengono lo slurry prodotto nella sezione precedente di Mixing, collegati ad essa da un sistema di pompe e tubature. Il processo è suddiviso in due catene separate, una superiore per l'anodo e una inferiore per il catodo, che differiscono tra loro per il materiale della bobina utilizzata e per la composizione dello slurry.

Il processo parte attivando i motori che permettono l'avanzamento della lamina e ad intervalli regolari una pompa convoglia lo slurry dal serbatoio a due rulli di applicazione; quest'ultimi, attraverso la tecnica dell'anilox (i rulli sono cavi all'interno e presentano numerosi forellini superficiali che permettono allo slurry di fuoriuscire in modo controllato), applicano in maniera uniforme lo slurry su entrambi i lati della lamina, formando gli strati di coating necessari per il funzionamento delle batterie. Gli strati applicati vengono successivamente controllati da due sensori laser che verificano lo spessore delle lamine.

Ogni sezione di lamina a cui viene applicato lo slurry andrà a formare l'anodo o il catodo di una singola cella di batteria.

Sezione di Drying



La sezione di Drying segue direttamente la sezione precedente di Coating: in quest'area è presente un forno che cuoce le lamine di rame e alluminio in modo tale da far essiccare ed evaporare la componente liquida dello slurry applicato.

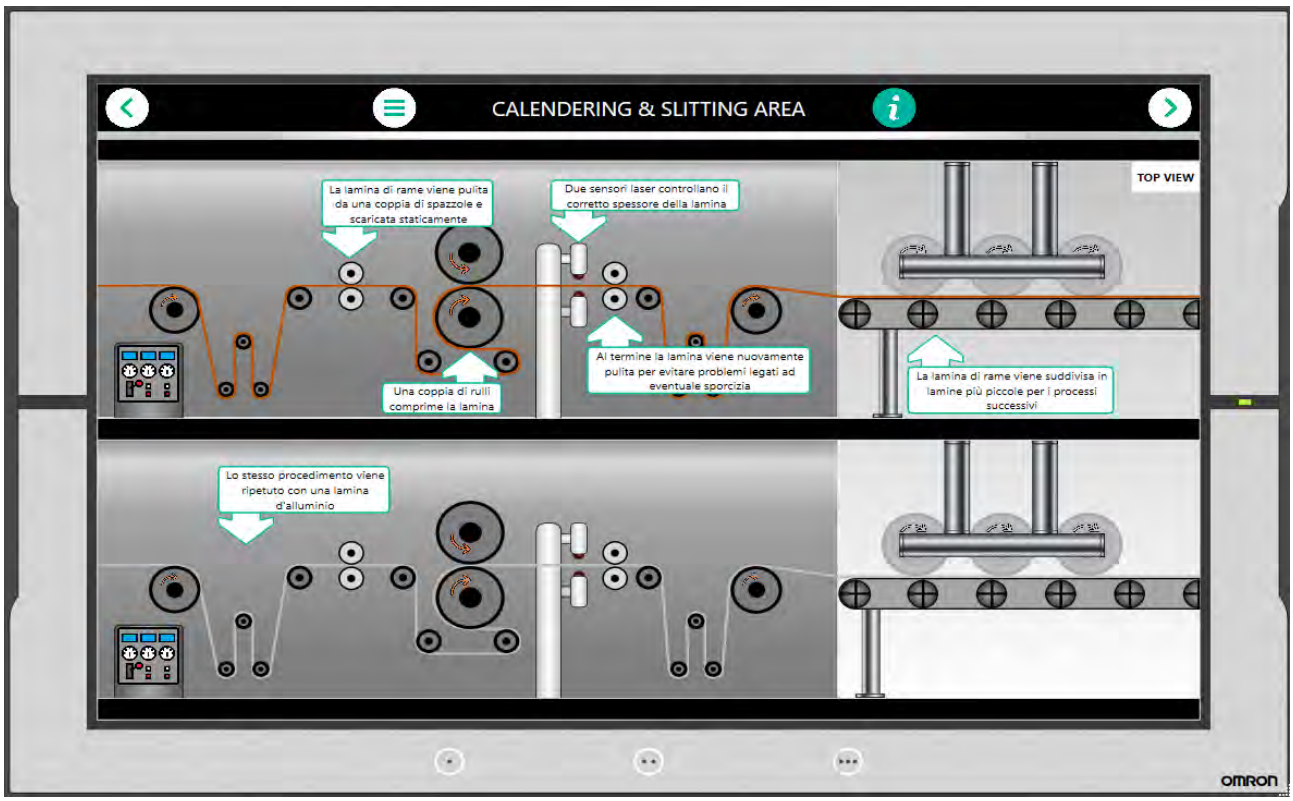
La movimentazione delle lamine è permessa dal sistema di rulli, il cui funzionamento è legato alla linea precedente e quindi controllato dal medesimo pannello di controllo, raggiungibile anche in questa sezione.

I fumi provenienti dall'evaporazione del solvente della componente liquida dello slurry vengono raccolti attraverso un sistema di aspirazione e riciclati per scopi termici.

Il forno è suddiviso in quattro camere principali, due interne e due esterne: nelle camere interne la temperatura deve aggirarsi intorno ai 150°C, mentre in quelle esterne deve essere di 60°C. Il riscaldamento delle stanze è eseguito in modo indipendente tra camere interne ed esterne, così da permettere il corretto raggiungimento della temperatura desiderata. È presente un sistema di controllo che, con l'ausilio di sensori di temperatura, disabilita il riscaldamento e lo riabilita quando vengono raggiunte le temperature di soglia (140°C e 160°C per le camere interne e 50°C e 70°C per le camere esterne), in modo tale da incrementare l'efficienza del processo e di ridurre i costi.

In questa area entrambe le sezioni necessitano dello stesso trattamento. Per questo motivo il forno ha un riscaldamento unico sia per la linea dell'anodo, che per quella del catodo. Le due catene rimangono però divise in due scompartimenti separati e gestibili in modo indipendente l'una dall'altra.

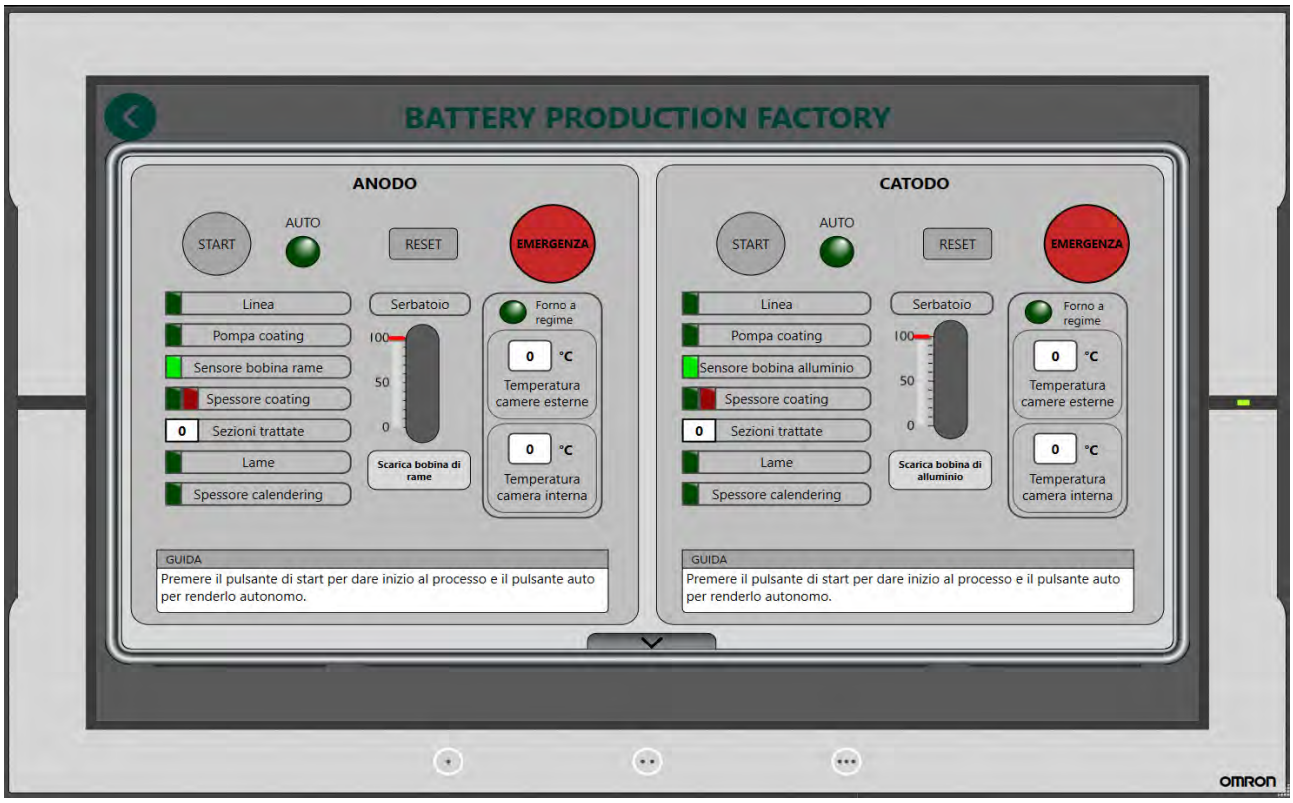
Sezione di Calendering & Slitting



In seguito alla cottura delle lamine, le stesse vengono raffreddate a temperatura ambiente e trasportate, tramite rulli, alla sezione di Calendering & Slitting. Gli elettrodi vengono scaricati staticamente e puliti da una serie di spazzole rotanti. La pulizia del foglio è molto importante per prevenire che particelle esterne subentrino nel sottostrato di materiale, in modo da comprometterne la funzionalità. Successivamente le lamine vengono compresse da una coppia di rulli rotanti in modo da ottenere lo spessore necessario per la creazione delle batterie e dopo la compressione segue un'ulteriore pulizia dei fogli di rame e alluminio.

Le lamine trasportate sui rulli giungono infine alla sezione di Slitting. Viaggiando su un nastro trasportatore, tre lame rotanti si occupano di dividere i fogli di rame e alluminio in sezioni minori e al termine del processo di separazione segue un riavvolgimento delle bobine per passare alla sezione successiva del processo.

Pannello di controllo delle sezioni di Coating, Drying e Calendering&Slitting

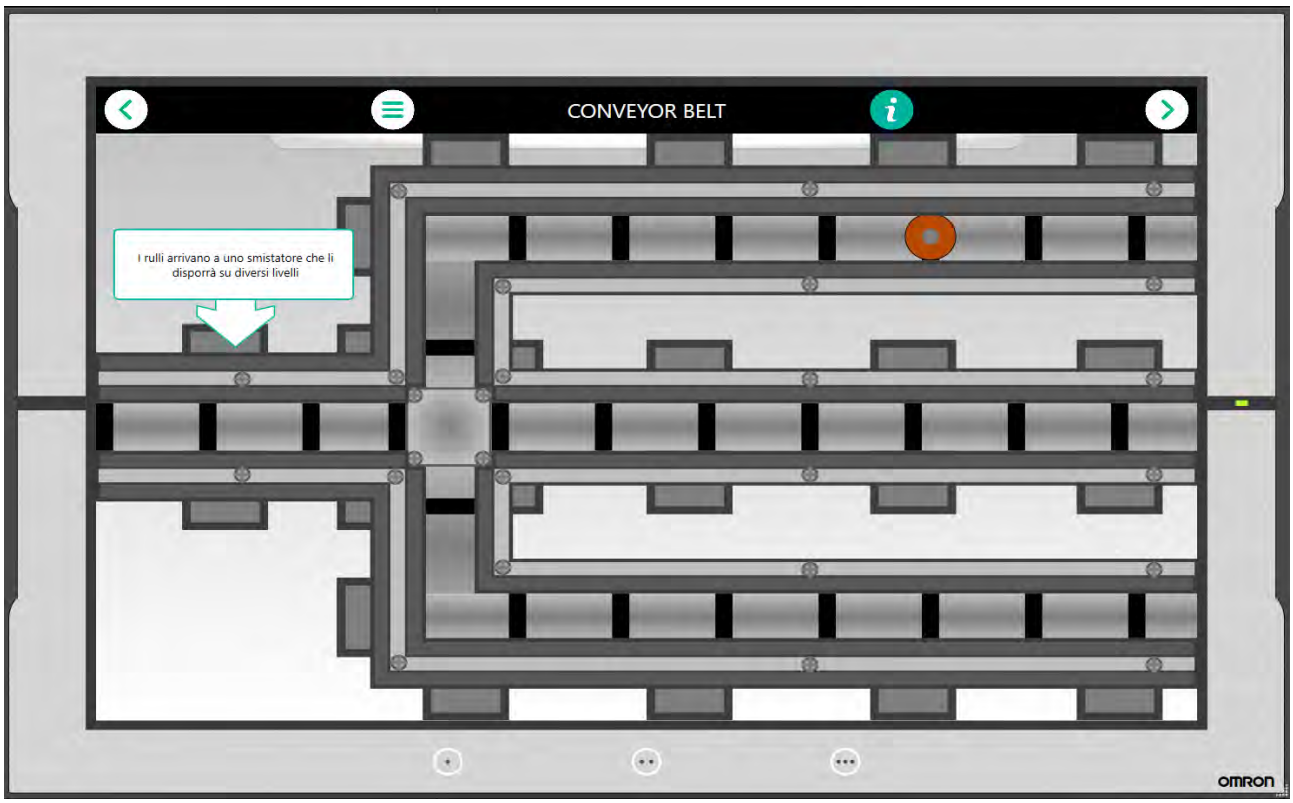


Questo pannello di controllo è condiviso dalle sezioni di Coating, Drying e Calendering&Slitting ed è possibile accedervi attraverso i tasti "Pannello di controllo" delle varie sezioni. Nella parte superiore sono presenti i comandi principali di Start&Stop, Reset ed Emergenza che controllano le tre sezioni, suddivisi nelle linee dell'anodo e del catodo, oltre a due lampade che indicano il funzionamento automatico del processo. Quest'ultimo parte alla pressione del tasto di Start&Stop e continuerà fino all'esaurimento delle materie prime o fino a quando non si premerà nuovamente il pulsante di Start&Stop. Il reset porta allo stato iniziale il processo e il fungo di emergenza lo arresterà. Successivamente troviamo le varie spie che indicano lo stato dei sensori, attuatori e dei processi:

- "Linea" è la spia che indica il funzionamento dei motori che trasportano le lamine;
- "Pompa Coating" indica il funzionamento della pompa che nella sezione Coating convoglia lo slurry dal serbatoio ai rulli per l'applicazione;
- "Sensore bobina" indica lo stato del sensore che controlla se è presente o no la bobina di rame o alluminio (è possibile anche caricare e scaricare tale bobina attraverso un tasto);
- "Spessore coating" indica se lo spessore del coating è corretto;
- "Sezioni trattate" mostra su quante sezioni di lamina è stato applicato lo strato di coating;
- "Lame" indica il funzionamento delle lame nella sezione Calendering&Slitting;
- "Spessore calendering" indica se lo spessore della lamina a seguito del calendering è corretto;

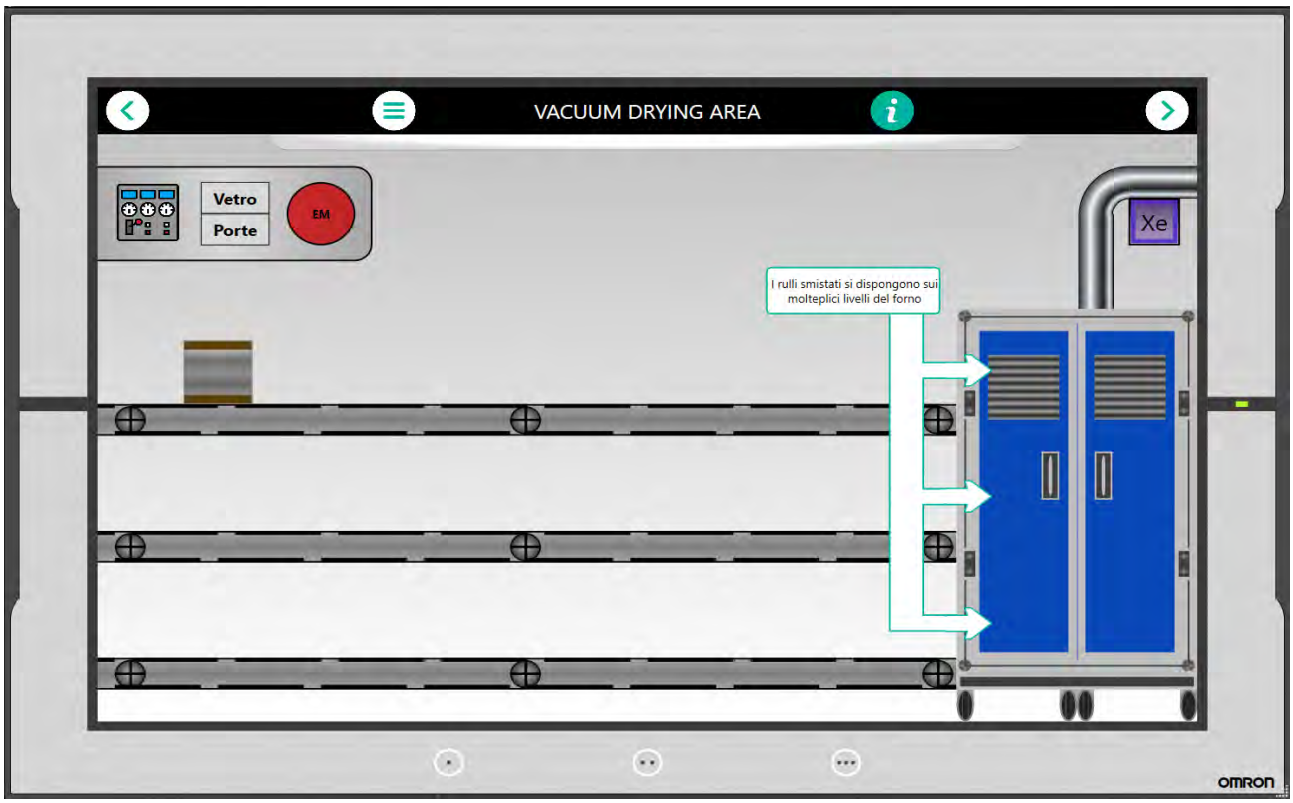
Nel pannello è presente un sensore di livello che indica il riempimento del serbatoio dello slurry, due display che indicano le temperature delle camere esterne e interne del forno e una spia che mostra quando le temperature si trovano all'interno del range e il forno funziona correttamente. Nella parte inferiore del pannello è presente un display che guida l'utente nel controllo del processo, mostrando eventuali messaggi di errore o suggerimenti sulle azioni da compiere.

Nastri trasportatori



Al termine della precedente sezione di Calendering&Slitting, vengono formati i rulli che andranno successivamente a comporre gli anodi e catodi delle batterie. Prima però è necessario che questi rulli attraversino un processo di Vacuum Drying (o essiccamento sottovuoto). Per raggiungere questa sezione, i rulli percorrono un complesso sistema di nastri trasportatori, comprensivo di uno smistatore che ha il compito di convogliare alternativamente i rulli sui tre piani del forno che eseguirà il processo nella sezione successiva.

Sezione di Vacuum Drying



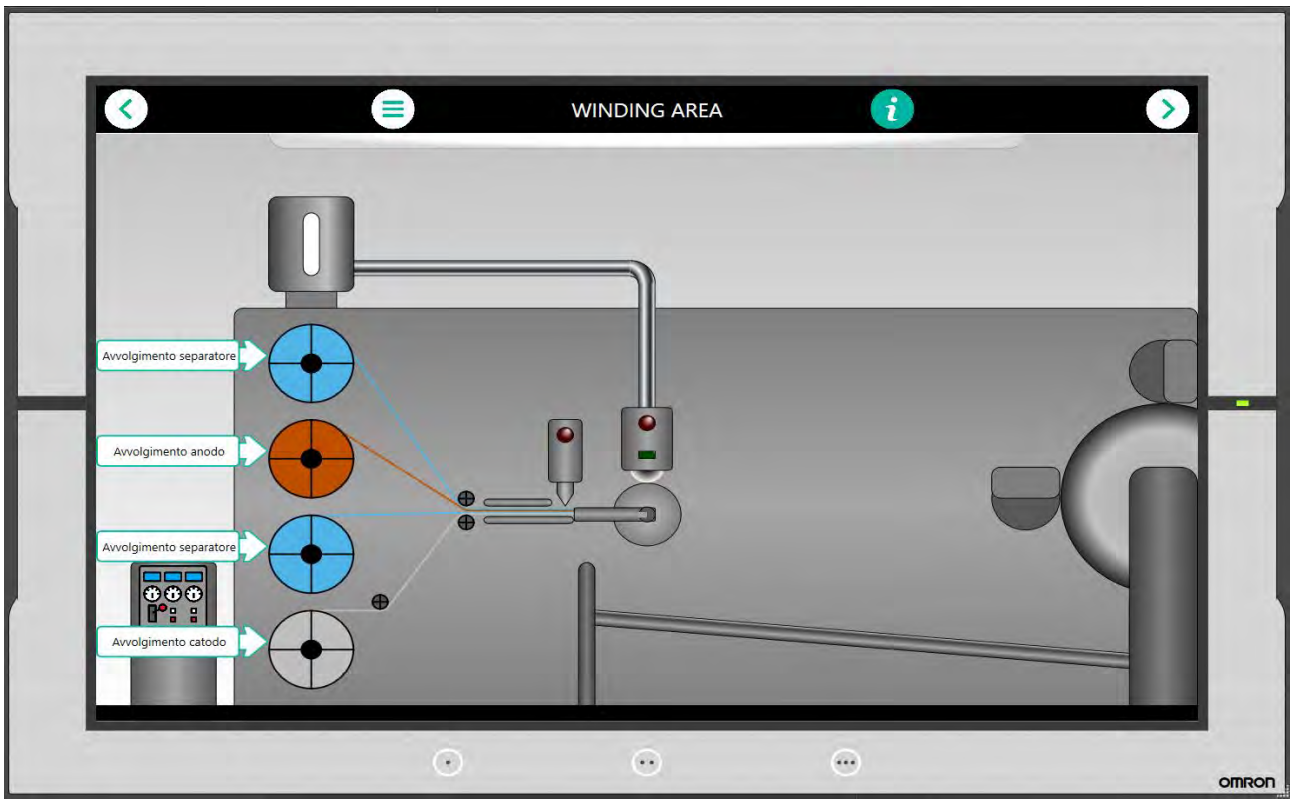
I rulli precedentemente smistati su tre piani, in questa sezione attraversano il processo di Vacuum Drying: una volta entrati nel forno, quest'ultimo si accende e si scalda fino a raggiungere i 150°C; successivamente viene introdotto un gas inerte, che in questo caso è rappresentato dallo Xenon. L'intero processo avviene in un forno a bassissima pressione e ai fini della simulazione è stato accelerato: il vero processo di Vacuum Drying durerebbe all'incirca 24 ore.

Pannello di controllo della sezione Vacuum Drying

Accedendo al pannello di controllo della sezione di Vacuum Drying, è possibile visualizzare le tre spie che indicano i tre stati principali della macchina e un indicatore dei rotoli ultimati, oltre agli indicatori della temperatura del forno e della pressione del gas e ad un fungo di emergenza.

Lo Start&Stop del processo avviene in contemporanea con lo Start&Stop dei processi precedenti quando sono disponibili delle bobine.

Sezione di Winding



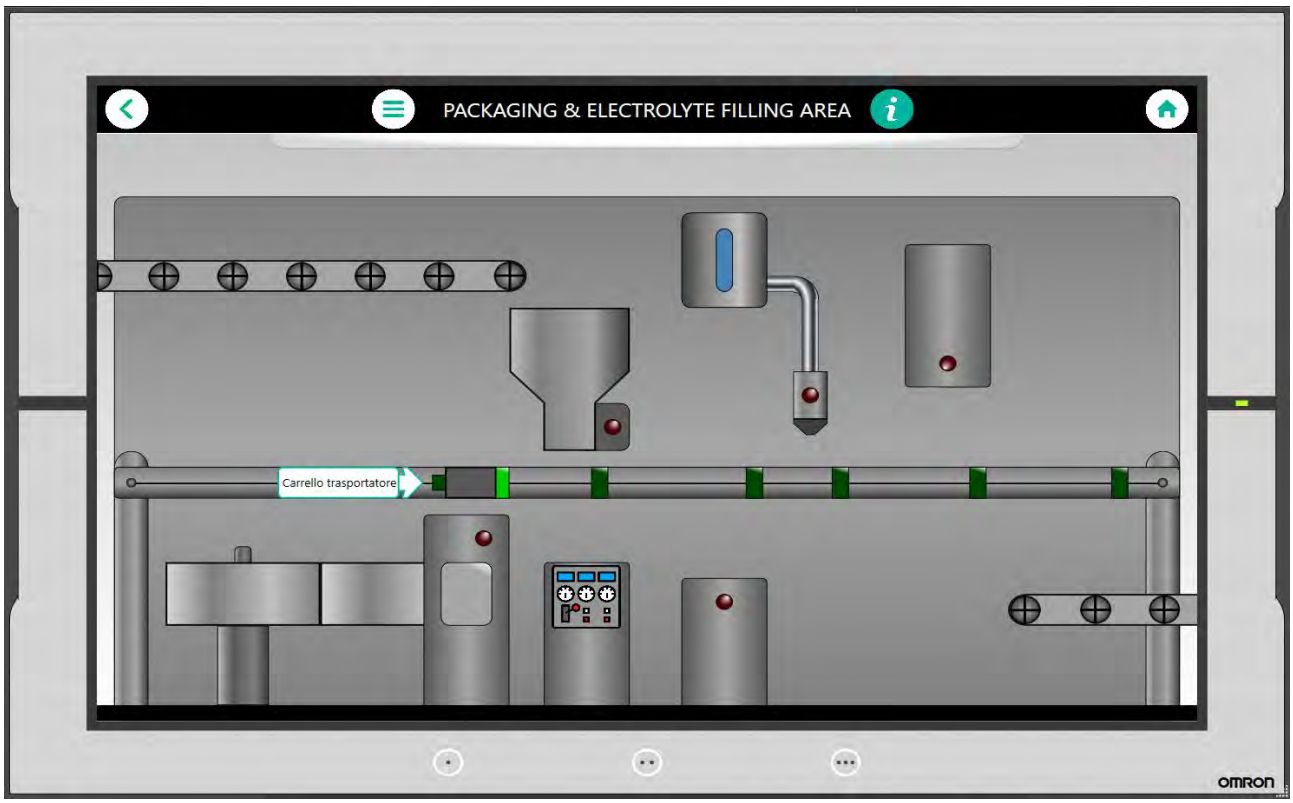
Nella sezione di Winding i rotoli dell'anodo e del catodo vengono uniti tra loro insieme a delle bobine di materiale separatore, in modo tale da formare il cuore delle celle di batteria, il jelly roll.

Il processo parte da quattro avvolgimenti di anodo, catodo e due separatori; all'avvio del processo, eseguito mediante il pulsante di Start&Stop, inizia la fase di avvolgimento in cui le varie lamine vengono avvolte tra loro; una volta terminato l'avvolgimento, le lamine vengono tagliate mediante una lama connessa ad una pressa meccanica e viene applicato uno strato adesivo in modo tale che le lamine avvolte non si separino. Nella parte superiore della sezione è presente un serbatoio contenente la colla utilizzata per fissare i jelly roll.

Una volta completati, i rotoli vengono sganciati e scivolano verso una ruota che li solleverà e li porterà alla fase successiva, in cui verranno inseriti nell'involucro metallico e in cui verrà terminata la produzione delle celle.

Il pannello di controllo di questa sezione è condiviso con la sezione successiva e verrà analizzato in seguito.

Sezione di Packaging & Electrolyte Filling



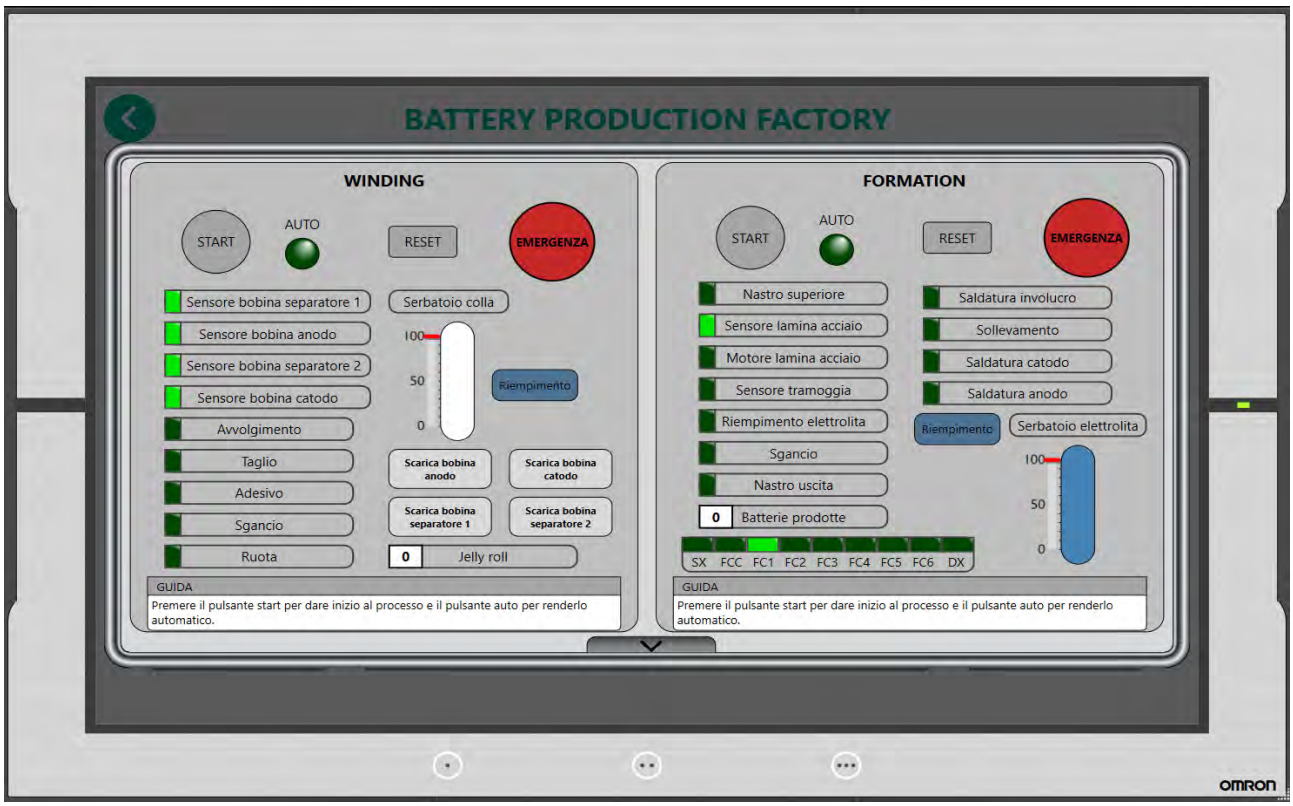
In questa sezione di Packaging & Electrolyte Filling, come suggerisce il nome, avviene il processo di impacchettamento in cui viene inserito il jelly roll nell'involucro metallico e il processo di riempimento dell'elettrolita, oltre alla saldatura dei terminali della batteria.

La sezione è suddivisa in tre parti principali: nella parte superiore è presente un nastro trasportatore sopraelevato che convoglia i jelly roll creati precedentemente in una tramoggia; nella parte inferiore avviene la formazione dell'involucro metallico a partire da una lamina metallica; nella parte centrale, infine, è presente un carrello che trasporta la batteria in ogni fase della sua formazione.

La formazione dell'involucro metallico avviene in varie fasi: inizialmente viene avvolta la lamina metallica fino a formare un cilindro; successivamente viene tagliata e saldata e, infine, viene sollevata e caricata nel carrello (qualora sia disponibile).

Il carrello, fermo ad aspettare l'involucro (case) nella posizione di riposo, quando viene caricato con quest'ultimo passa alla stazione successiva in cui attende che la tramoggia lasci cadere un jelly roll all'interno del case. Quando questo avviene, il carrello si sposta in successione nella stazione in cui viene saldato il morsetto inferiore del catodo, nella stazione in cui avviene il riempimento dell'elettrolita, nella stazione in cui viene saldato il morsetto superiore del catodo e infine nella stazione in cui viene sganciata la batteria terminata e convogliata da un nastro trasportatore nell'area di testing.

Pannello di controllo sezione di Packaging & Electrolyte Filling



Attraverso questo pannello di controllo è possibile comandare le sezioni di Winding e di Formation (o Packaging & Electrolyte Filling).

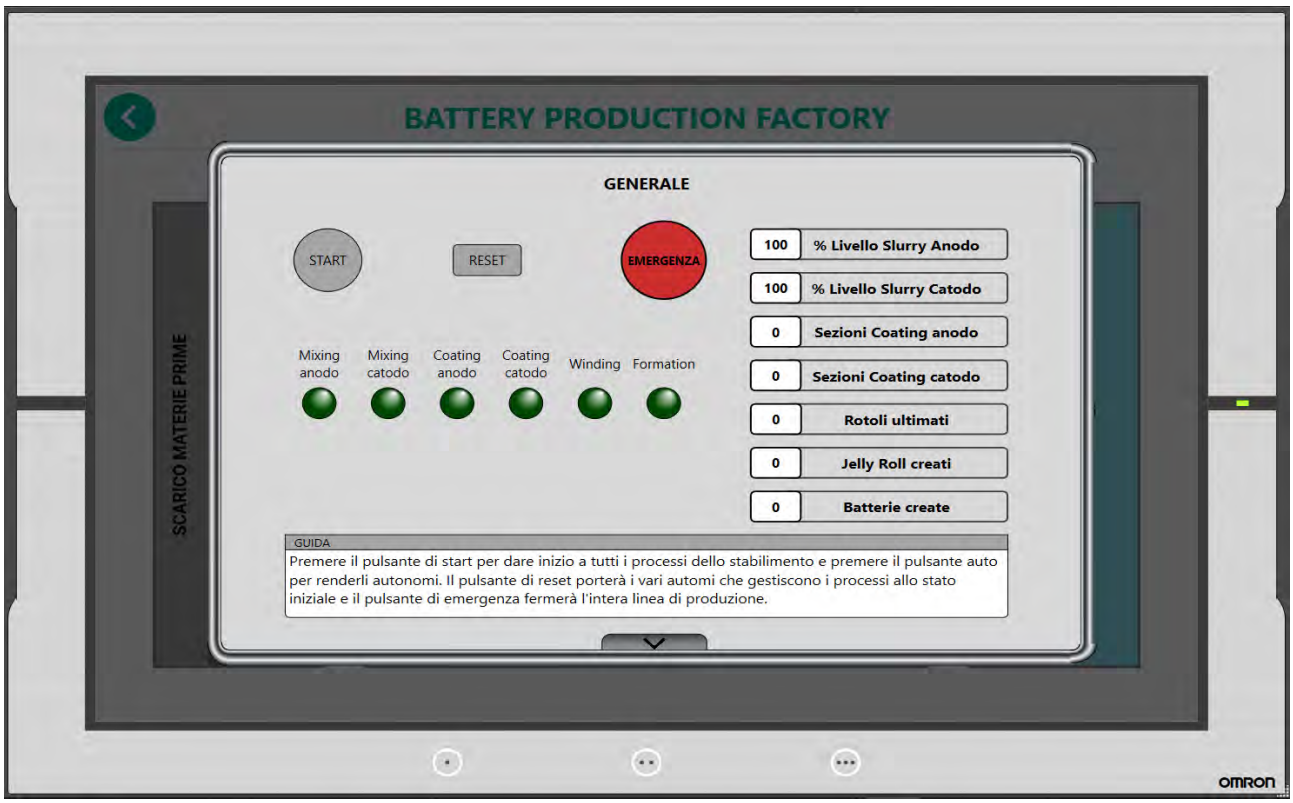
I pulsanti superiori controllano lo Start&Stop, il reset e l'emergenza dei due processi industriali, mentre le due lampade verdi indicano il funzionamento in modalità automatica degli stessi.

Nella parte di Winding è possibile caricare e scaricare le varie bobine iniziali e visualizzarne lo stato, visualizzare lo stato in cui si trova il processo e visualizzare il livello del serbatoio della colla (ed eventualmente riempirlo). È presente anche un indicatore che tiene conto dei jelly roll creati dall'inizio del processo.

Nella parte di Formation è possibile visualizzare lo stato in cui si trova il processo di formazione del case, il processo vero e proprio di Formation, la posizione del carrello, il livello del serbatoio dell'elettrolita (ed eventualmente è possibile riempirlo) e un indicatore che tiene conto delle batterie prodotte.

Nella parte inferiore dei pannelli di controllo dei due processi, è presente un display che guida l'utente nel controllo del processo, mostrando eventuali messaggi di errore o suggerimenti sulle azioni da compiere.

Pannello di controllo generale



Il pannello di controllo generale fornisce una panoramica dell'intero stabilimento: non solo è possibile eseguire lo Start&Stop, il Reset e l'Emergenza di tutte le sezioni contemporaneamente, ma è anche possibile visualizzare i dati principali di produzione provenienti dalle varie aree: livello dei serbatoi dello slurry (nelle linee dell'anodo e del catodo), sezione trattate dal coating (nelle linee dell'anodo e del catodo), rotoli ultimati nella sezione Vacuum Drying, jelly roll prodotti nella sezione Winding e batterie prodotte nella fase finale. Sotto ai comandi principali, sono presenti le spie che indicano il funzionamento in automatico dei vari reparti.

Nel pannello è presente un display volto a guidare l'utente nelle varie azioni che può compiere per controllare i processi della fabbrica.

STRUTTURE DATI

Le variabili utilizzate nel processo industriale sono state organizzate secondo le differenti sezioni descritte precedentemente. Nelle diverse strutture è possibile individuare numerosi membri associati successivamente a variabili legate allo stesso passaggio produttivo. Di seguito è presente la tabella delle strutture utilizzate e i commenti relativi alle singole variabili.

	Nome	Tipo di base	Off	Commento
▼	MixingAnode	STRUCT		Struttura per la parte PLC della sezione Mixing dell'anodo
	Automatic	BOOL		Processo automatico
	StartStop	BOOL		Start stop
	StartStop_old	BOOL		Trigger per start stop
	StarStop_Ind	BOOL		Variabile che indica lo start o lo stop
	Emergency	BOOL		Emergenza
	S_ActiveMaterial	BOOL		Sensore materiale attivo
	S_CarbonBlack	BOOL		Sensore nero di carbonio
	S_Binder	BOOL		Sensore legante
	S_Solvent	BOOL		Sensore solvente
	S_Aspirazione	BOOL		Sensore pompa aspirazione
	Fine_Aspirazione	BOOL		Variabile che segna la fine dell'aspirazione
	Fine_Erogazione_ActiveMaterial	BOOL		Variabile che segna la fine dell'erogazione del materiale attivo
	Fine_Erogazione_CarbonBlack	BOOL		Variabile che segna la fine dell'erogazione del nero di carbonio
	Fine_Erogazione_Binder	BOOL		Variabile che segna la fine dell'erogazione del materiale legante
	Fine_Erogazione_Solvent	BOOL		Variabile che segna la fine dell'erogazione del solvente
	Inizio_Erogazione_Solvent	BOOL		Variabile che segna l'inizio dell'erogazione solvente
	Inizio_Aspirazione	BOOL		Variabile che segna l'inizio dell'aspirazione del liquame
	M_Nastro_Erogazioni	BOOL		Variabile per l'attivazione dell'attuatore del motore del nastro per erogazioni
	M_Nastro_Aspirazione	BOOL		Variabile per l'attivazione dell'attuatore del motore del nastro per aspirazione
	M_Nastro_Inclinatore_X	BOOL		Variabile per l'attivazione dell'attuatore del motore del nastro per erogazione solvente

	Nome	Tipo di base	Off	Commento
	Stato_Catena	INT		Variabile che indica lo stato dell'autom
	Count_Misc	INT		Variabile che indica il conteggio delle miscelazioni
	Count_Erogazioni	INT		Variabile che indica il conteggio delle erogazioni
	Trigger_Erogazioni	BOOL		Variabile per trigger conteggio erogazioni
	Trigger_Miscelazioni	BOOL		Variabile per trigger conteggio miscelazioni
	Mescola	BOOL		Variabile per l'attivazione dell'attuatore del mescolatore
	Mescolatore_Sceso	BOOL		Sensore per capire se il mescolatore è sceso
	Mescolazione1_Finita	BOOL		Variabile conteggio prima erogazione
	Mescolazione2_Finita	BOOL		Variabile conteggio seconda erogazione
	Mescola_Stop	BOOL		Variabile che segnala la fine della mescolazione
	Mescolatore_Riposo	BOOL		Variabile che segna il mescolatore in posizione di riposo
▼	MixingCathode	STRUCT		Struttura per la parte PLC della sezione Mixing dell'anodo
	Automatic	BOOL		Processo automatico
	StarStop_Ind	BOOL		Variabile che indica lo start o lo stop
	StartStop	BOOL		Start stop
	StartStop_old	BOOL		Trigger per start stop
	Emergency	BOOL		Emergenza
	S_ActiveMaterial	BOOL		Sensore materiale attivo
	S_CarbonBlack	BOOL		Sensore nero di carbonio
	S_Binder	BOOL		Sensore legante
	S_Solvent	BOOL		Sensore solvente

	Nome	Tipo di base	Off	Commento
	S_Aspirazione	BOOL		Sensore pompa aspirazione
	Fine_Aspirazione	BOOL		Variabile che segna la fine dell'aspirazione
	Fine_Erogazione_ActiveMaterial	BOOL		Variabile che segna la fine dell'erogazione del materiale attivo
	Fine_Erogazione_CarbonBlack	BOOL		Variabile che segna la fine dell'erogazione del nero di carbonio
	Fine_Erogazione_Binder	BOOL		Variabile che segna la fine dell'erogazione del materiale legante
	Fine_Erogazione_Solvent	BOOL		Variabile che segna la fine dell'erogazione del solvente
	Inizio_Erogazione_Solvent	BOOL		Variabile che segna l'inizio dell'erogazione solvente
	Inizio_Aspirazione	BOOL		Variabile che segna l'inizio dell'aspirazione del liquame
	M_Nastro_Erogazioni	BOOL		Variabile per l'attivazione dell'attuatore del motore del nastro per erogazioni
	M_Nastro_Aspirazione	BOOL		Variabile per l'attivazione dell'attuatore del motore del nastro per aspirazione
	M_Nastro_Inclinatore_X	BOOL		Variabile per l'attivazione dell'attuatore del motore del nastro per erogazione solvente
	Stato_Catena	INT		Variabile che indica lo stato dell'autom
	Count_Misc	INT		Variabile che indica il conteggio delle miscelazioni
	Count_Erogazioni	INT		Variabile che indica il conteggio delle erogazioni
	Trigger_Erogazioni	BOOL		Variabile per trigger conteggio erogazioni
	Trigger_Miscelazioni	BOOL		Variabile per trigger conteggio miscelazioni
	Mescola	BOOL		Variabile per l'attivazione dell'attuatore del mescolatore
	Mescolatore_Sceso	BOOL		Sensore per capire se il mescolatore è sceso
	Mescolazione1_Finita	BOOL		Variabile conteggio prima erogazione
	Mescolazione2_Finita	BOOL		Variabile conteggio seconda erogazione
	Mescola_Stop	BOOL		Variabile che segnala la fine della mescolazione

	Nome	Tipo di base	Off	Commento
▼	HMI_MixingAnode	STRUCT		Struttura per la parte HMI della sezione Mixing dell'anodo
	Tank_X	INT		Variabile movimento asse x contenitore
	Tank_Y	INT		Variabile movimento asse y contenitore
	Tank_Visibility	BOOL		Visibilità contenitore
	Erogazione_ActiveMaterial	INT		Animazione erogazione materiale attivo
	Erogazione_CarbonBlack	INT		Animazione erogazione nero di carbonio
	Erogazione_Binder	INT		Animazione erogazione materiale legante
	ActiveMaterial	INT		Materiale attivo in tramoggia
	CarbonBlack	INT		Nero di carbonio in tramoggia
	Binder	INT		Materiale legante in tramoggia
	ActiveMaterial_Tank	INT		Materiale attivo nel contenitore
	CarbonBlack_Tank	INT		Nero di carbonio nel contenitore
	Binder_Tank	INT		Materiale legante nel contenitore
	Solvent_Tank	INT		Solvente nel contenitore
	ActiveMaterial_Colata	INT		Animazione materiale attivo colata
	CarbonBlack_Colata	INT		Animazione nero di carbonio colata
	Binder_Colata	INT		Animazione materiale legante colata
	Solvent_Colata	INT		Animazione solvente colata
	Solvent	INT		Solvente in tramoggia
	M_Nastro_Erogazioni	INT		Animazione motore nastro erogazioni
	M_Nastro_Inclinatore_X	INT		Animazione motore nastro solvente x
	M_Nastro_Inclinatore_Y	INT		Animazione motore nastro solvente y

	Nome	Tipo di base	Off	Commento
	M_Nastro_Inclinatore_Alfa	INT		
	M_Nastro_Aspirazione	INT		Animazione motore nastro aspirazione
	Mixer_X	REAL		Movimento asse x mescolatore
	Mixer_Y	REAL		Movimento asse y mescolatore
	Slurry_First_Mix	BOOL		Liquame dopo prima mescolata
	Slurry_Second_Mix	BOOL		Liquame dopo seconda mescolata
	Slurry_Aspiration	INT		Liquame durante aspirazione
	Slurry_Fill	INT		Riempimento liquame
	ActiveMaterial_OLD	INT		Materiale attivo in tramoggia appoggio
	CarbonBlack_OLD	INT		Nero di carbonio in tramoggia appoggio
	Binder_OLD	INT		Materiale legante in tramoggia appoggio
	Solvent_OLD	INT		Solvente appoggio
	Trigger_Erogazione_ActiveMate...	BOOL		Fronte inizio erogazione materiale attivo
	Trigger_Erogazione_CarbonBlack	BOOL		Fronte inizio erogazione nero di carbonio
	Trigger_Erogazione_Binder	BOOL		Fronte inizio erogazione materiale legante
	Trigger_Erogazione_Solvent	BOOL		Fronte inizio erogazione solvente
▼	HMI_MixingCathode	STRUCT		Struttura per la parte HMI della sezione Mixing del catodo
	Tank_X	INT		Variabile movimento asse x contenitore
	Trigger_Erogazione_ActiveMate...	BOOL		Fronte inizio erogazione materiale attivo
	Trigger_Erogazione_CarbonBlack	BOOL		Fronte inizio erogazione nero di carbonio
	Trigger_Erogazione_Binder	BOOL		Fronte inizio erogazione materiale legante
	Trigger_Erogazione_Solvent	BOOL		Fronte inizio erogazione solvente
	ActiveMaterial_OLD	INT		Materiale attivo in tramoggia appoggio

	Nome	Tipo di base	Off	Commento
	CarbonBlack_OLD	INT		Nero di carbonio in tramoggia appoggio
	Binder_OLD	INT		Materiale legante in tramoggia appoggio
	Solvent_OLD	INT		Solvente appoggio
	Tank_Y	INT		Variabile movimento asse y contenitore
	Tank_Visibility	BOOL		Visibilità contenitore
	Erogazione_ActiveMaterial	INT		Animazione erogazione materiale attivo
	Erogazione_CarbonBlack	INT		Animazione erogazione nero di carbonio
	Erogazione_Binder	INT		Animazione erogazione materiale legante
	ActiveMaterial	INT		Materiale attivo in tramoggia
	CarbonBlack	INT		Nero di carbonio in tramoggia
	Binder	INT		Materiale legante in tramoggia
	ActiveMaterial_Tank	INT		Materiale attivo nel contenitore
	CarbonBlack_Tank	INT		Nero di carbonio nel contenitore
	Binder_Tank	INT		Materiale legante nel contenitore
	Solvent_Tank	INT		Solvente nel contenitore
	ActiveMaterial_Colata	INT		Animazione materiale attivo colata
	CarbonBlack_Colata	INT		Animazione nero di carbonio colata
	Binder_Colata	INT		Animazione materiale legante colata
	Solvent_Colata	INT		Animazione solvente colata
	Solvent	INT		Solvente in tramoggia
	M_Nastro_Erogazioni	INT		Animazione motore nastro erogazioni

	Nome	Tipo di base	Off	Commento
	M_Nastro_Inclinatore_X	INT		Animazione motore nastro solvente x
	M_Nastro_Inclinatore_Y	INT		Animazione motore nastro solvente y
	M_Nastro_Inclinatore_Alfa	INT		
	M_Nastro_Aspirazione	INT		Animazione motore nastro aspirazione
	Mixer_X	REAL		Movimento asse x mescolatore
	Mixer_Y	REAL		Movimento asse y mescolatore
	Slurry_First_Mix	BOOL		Liquame dopo prima mescolata
	Slurry_Second_Mix	BOOL		Liquame dopo seconda mescolata
	Slurry_Aspiration	INT		Liquame durante aspirazione
	Slurry_Fill	INT		Riempimento liquame

	Nome	Tipo di base		Commento
▼	Coat	STRUCT		Struttura per gli strati di rivestimento dell'anodo e del catodo della batteria
	Visibility	BOOL		Variabile di controllo della visibilità
	PosX	INT		Variabile di controllo della posizione X
▼	Coating	STRUCT		Struttura per la parte PLC della sezione Coating
	State	INT		Stato della macchina
	Automatic	BOOL		Modalità automatica che esegue il codice continuamente
	TankLVL	INT		Livello del liquido per il coating
	StartStop	BOOL		Start e stop del processo
	StartStop_old	BOOL		Variabile per l'antirimbalzo dello start e stop
	Emergency	BOOL		Emergenza
	SheetSensor	BOOL		Sensore della lastra di alluminio o rame
	Line	BOOL		Abilitazione della linea di produzione
	Coat	BOOL		Abilitazione dei rulli che ricoprono la lamina (coating)
	Coat_old	BOOL		Variabile per l'antirimbalzo della variabile coat
	CoatingNumber	INT		Numero di sezioni trattate
	Reset	BOOL		Reset della macchina

	Nome	Tipo di base		Commento
▼	HMI_Coating	STRUCT		Struttura per la parte HMI della sezione Coating
	CoatingFill	INT		Riempimento della prima sezione trattata
	Coatings	ARRAY[0..5] OF Coat		Array di strutture Coat
	Roller1	INT		Variabile dell'angolo di rotazione
	Roller2	INT		Variabile dell'angolo di rotazione
	Roller3	INT		Variabile dell'angolo di rotazione
	SheetPercentage	INT		Percentuale di riempimento della lastra
▼	Drying	STRUCT		Struttura per la parte PLC della sezione Drying
	CI_Stato	INT		Variabile per gestione camere interne PLC
	CE_Stato	INT		Variabile per gestione camere esterne PLC
	FCI	BOOL		Stato camere interne HMI
	FCE	BOOL		Stato camere esterne HMI
	TCE	INT		Temperatura camere esterne
	TCI	INT		Temperatura camere interne

	Nome	Tipo di base		Commento
▼	HMI_Drying	STRUCT		Struttura per la parte HMI della sezione Drying
	Roller_Angle_Anode	INT		Variabile di rotazione dei rulli dell'anodo
	Roller_Angle_Cathode	INT		Variabile di rotazione dei rulli del catodo
	Visibility_forno	BOOL		Variabile per gestire l'accensione del forno
	Coatings_Anode	ARRAY[0..1] OF Coat		Variabile per il movimento del solvente dell'anodo
	Coatings_Cathode	ARRAY[0..1] OF Coat		Variabile per il movimento del solvente del catodo
	CoatingFill_Anode	ARRAY[0..1] OF INT		Variabile per il riempimento del solvente del catodo
	CoatingFill_Cathode	ARRAY[0..1] OF INT		Variabile per il riempimento del solvente del catodo
▼	HMI_CalenderingSlittingAnode	STRUCT		Struttura per la parte HMI della sezione Calendering and Slitting dell'anodo
	Nastro_State	INT		Stato della macchina
	Roller_Degree	INT		Variabile dell'angolo di rotazione
	Lame_Degree	INT		Variabile dell'angolo di rotazione
	Nastro_Motori	INT		Variabile dell'angolo di rotazione
▼	HMI_CalenderingSlittingCathode	STRUCT		Struttura per la parte HMI della sezione Calendering and Slitting del catodo
	Nastro_State	INT		Stato della macchina
	Roller_Degree	INT		Variabile dell'angolo di rotazione
	Lame_Degree	INT		Variabile dell'angolo di rotazione
	Nastro_Motori	INT		Variabile dell'angolo di rotazione

	Nome	Tipo di base		Commento
▼	VacuumDrying	STRUCT		Struttura per la parte PLC della sezione Vacuum drying
	State	INT		Stato della macchina
	Emergency	BOOL		Emergenza
	RollType	INT		Tipo di rullo (verrà smistato tra i tre piani dell'essiccatore)
	Conveyor	BOOL		Variabile di abilitazione dei nastri
	Oven	BOOL		Variabile di abilitazione del forno
	Gas	BOOL		Variabile di abilitazione del gas
	OvenFull	BOOL		Variabile che indica il forno completamente pieno
▼	HMI_VacuumDrying	STRUCT		Struttura per la parte HMI della sezione Vacuum drying
	Heat	INT		Variabile che simula il calore del forno
	Gas	INT		Variabile che simula il gas
	Door	BOOL		Variabile di visibilità delle porte del forno
	Glass	BOOL		Variabile di visibilità del vetro del forno
	OvenRoll1	BOOL		Posizionamento del primo rullo nel forno
	OvenRoll2	BOOL		Posizionamento del secondo rullo nel forno
	OvenRoll3	BOOL		Posizionamento del terzo rullo nel forno
	Conveyor1LineX	INT		Movimentazione del nastro trasportatore della pagina Conveyor
	Conveyor1LineY	INT		Movimentazione del nastro trasportatore della pagina Conveyor
	Roll1X	INT		Movimentazione del rullo della pagina Conveyor

	Roll1Y	INT		Movimentazione del rullo della pagina Conveyor
	Roll2X	INT		Movimentazione del rullo della pagina Vacuum
	Roll2Y	INT		Movimentazione del rullo della pagina Vacuum
	Conveyor2Line1	INT		Movimentazione dei rulli del nastro nella pagina Vacuum
	Conveyor2Line2	INT		Movimentazione dei rulli del nastro nella pagina Vacuum
	Conveyor2Line3	INT		Movimentazione dei rulli del nastro nella pagina Vacuum
	Roll1Vis	BOOL		Visibilità del rullo nella pagina Vacuum
	Roll2Vis	BOOL		Visibilità del rullo nella pagina Vacuum
	Roll3Vis	BOOL		Visibilità del rullo nella pagina Vacuum
	GasConversion	LREAL		Variabile chen converte il valore del gas per poterlo visualizzare a schermo
	HeatConversion	LREAL		Variabile chen converte il valore del heat per poterlo visualizzare a schermo
▼	Winding	STRUCT		Struttura per la parte PLC della sezione Winding
	State	INT		Stato della macchina
	Line	BOOL		Gestisce lo Start&Stop della macchina
	AnodeRoll	BOOL		Fotocellula che rileva la presenza del rullo dell'anodo
	CathodeRoll	BOOL		Fotocellula che rileva la presenza del rullo del catodo
	Separator1Roll	BOOL		Fotocellula che rileva la presenza del rullo del separatore
	Separator2Roll	BOOL		Fotocellula che rileva la presenza del rullo del separatore
	GlueTankLvl	INT		Livello del serbatoio della colla
	Wind	BOOL		Abilita il processo di avvolgimento

	Wind	BOOL		Abilita il processo di avvolgimento
	Cut	BOOL		Abilita il processo di taglio
	Glue	BOOL		Abilita il processo di fissaggio
	Emergency	BOOL		Emergenza
	StartStop	BOOL		Start e stop del processo
	StartStop_old	BOOL		Variabile per l'antirimbalzo dello start e stop
	Automatic	BOOL		Esecuzione il automatico del processo
	Unmount	BOOL		Abilita il processo di sgancio
	RollNumber	INT		Numero jelly roll prodotti
	Reset	BOOL		Reset del processo
▼	HMI_Winding	STRUCT		Struttura per la parte HMI della sezione Winding
	RollerBig	INT		Variabile dell'angolo di rotazione
	RollerSmall	INT		Variabile dell'angolo di rotazione
	RollSize	INT		Variabile di riempimento del jelly roll
	CutterV	INT		Variabile per lo spostamento verticale della pressa di taglio
	Glue	INT		Variabile di riempimento dello strato di colla
	Battery1X	INT		Variabile per lo spostamento X del jelly roll
	Battery1Y	INT		Variabile per lo spostamento Y del jelly roll
	Wheel	INT		Variabile di rotazione della ruota di sollevamento

▼	Formation	STRUCT		Struttura per la parte PLC della sezione Formation
	Line	BOOL		Gestisce lo Start&Stop del processo
	formationState	INT		Stato del processo formation
	MetalSheet_Sensor	BOOL		Fotocellula che rileva la presenza della lamina di acciaio
	MetalSheet_Motor	BOOL		Variabile di abilitazione del motore che srotola la lamina di acciaio
	Conveyor1_Motor	BOOL		Variabile di abilitazione del nastro superiore
	Conveyor2_Motor	BOOL		Variabile di abilitazione del nastro inferiore
	MetalSheet_Cutter	BOOL		Variabile di abilitazione della saldatura del case
	Hopper_Sensor	BOOL		Fotocellula che rileva la presenza di jelly roll nella tramoggia
	Piston	BOOL		Variabile di abilitazione del pistone di sollevamento
	FC1	BOOL		Fotocellula di posizionamento del carrello
	FC2	BOOL		Fotocellula di posizionamento del carrello
	FC3	BOOL		Fotocellula di posizionamento del carrello
	FC4	BOOL		Fotocellula di posizionamento del carrello
	FC5	BOOL		Fotocellula di posizionamento del carrello
	FC6	BOOL		Fotocellula di posizionamento del carrello
	Filling_Pump	BOOL		Variabile di abilitazine del riempimento con l'elettrolita
	Welder1	BOOL		Variabile di abilitazione della saldatura del terminale inferiore
	Welder2	BOOL		Variabile di abilitazione della saldatura del terminale superiore
	caseState	INT		Stato del processo di formazione del case
	FCcase	BOOL		Fotocellula per la presenza di un case sul carrello

	JellyCounter	INT		Numero di jelly roll presenti nella tramoggia
	jellyState	INT		Stato del processo di trasporto dei jelly roll nella tramoggia
	Emergency	BOOL		Emergenza
	StartStop	BOOL		Start e stop del processo
	StartStop_old	BOOL		Variabile per l'antirimbalzo dello start e stop
	Automatic	BOOL		Variabile che abilita l'esecuzione automatica del processo
	ElectrodeLvl	INT		Livello del serbatoio contenente l'elettrolita
	cartRight	BOOL		Variabile che abilita la movimentazione del carrello verso destra
	cartLeft	BOOL		Variabile che abilita la movimentazione del carrello verso sinistra
	Unmount	BOOL		Variabile che abilita lo sgancio della batteria terminata
	Reset	BOOL		Variabile di reset
	Batteries	INT		Numero di batterie prodotte
▼	HMI_Formation	STRUCT		Struttura per la parte HMI della sezione Formation
	Conveyor1Roll	INT		Variabile per la rotazione dei rulli del nastro superiore
	Conveyor2Roll	INT		Variabile per la rotazione dei rulli del nastro inferiore
	JellyX	INT		Variabile per lo spostamento X del jelly roll
	JellyY	INT		Variabile per lo spostamento Y del jelly roll
	MetalRoll	INT		Variabile per la rotazione della lamina di acciaio
	CaseY	INT		Variabile per lo spostamento verticale del case

	CartX	INT		Variabile per lo spostamento orizzontale del carrello
	Welder1Y	INT		Variabile per lo spostamento verticale della saldatrice
	Welder2Y	INT		Variabile per lo spostamento verticale della saldatrice
	FinalBatX	INT		Variabile per lo spostamento X della batteria
	FinalBatY	INT		Variabile per lo spostamento Y della batteria

CODICE

Il codice del processo produttivo è stato suddiviso in sezioni. Per ogni sezione troviamo un codice inerente al PLC per il controllo degli attuatori e un codice relativo al pannello HMI per l'interazione con l'operatore. Ogni codice è stato scritto in Linguaggio ST. La metodologia adottata è quella della programmazione a macchine a stati finiti, più precisamente ad automi di Moore. La programmazione delle animazioni è stata gestita all'interno del controllore per renderle più fluide e dinamiche, ottenendo di conseguenza un aggiornamento più rapido dei loro valori. Di seguito è stata inserita una sezione della programmazione del processo produttivo (formation), a dimostrazione della linea guida seguita durante tutto il processo.

```
//Sezione PLC di Formation: Packaging & Electrolyte filling

//Settaggio delle variabili al primo ciclo:
IF P_First_Run THEN
        FormationVar.MetalSheet_Sensor := TRUE;
        FormationVar.ElectrodeLvl := 100;
END_IF;

//Gestione Start&Stop:
IF FormationVar.StartStop = TRUE AND FormationVar.StartStop_old = FALSE THEN
        FormationVar.Line := NOT FormationVar.Line;
END_IF;

//Variabile per l'antirimbalzo dello start&stop:
FormationVar.StartStop_old := FormationVar.StartStop;

//Switch case processo di formazione del case delle batterie:
CASE FormationVar.caseState OF

        //Stato 0 di riposo:
        0:
                //Settaggio delle variabili di uscita:
                FormationVar.MetalSheet_Motor := FALSE;
                FormationVar.MetalSheet_Cutter := FALSE;
                FormationVar.Piston := FALSE;
                TimFormation1_On := FALSE;
                TimFormation2_On := FALSE;
                TimFormation3_On := FALSE;

                //Transizione allo stato 1:
                IF FormationVar.Emergency = FALSE AND
                FormationVar.MetalSheet_Sensor AND
                FormationVar.Line THEN
                        FormationVar.caseState := 1;
                END_IF;

        //Stato 1 di avvolgimento:
        1:
                //Settaggio delle variabili di uscita:
                IF FormationVar.Emergency = FALSE AND
```

```
        FormationVar.MetalSheet_Sensor AND
        FormationVar.Line THEN
                FormationVar.MetalSheet_Motor := TRUE;
                FormationVar.MetalSheet_Cutter := FALSE;
                FormationVar.Piston := FALSE;
                TimFormation1_On := TRUE;
                TimFormation2_On := FALSE;
                TimFormation3_On := FALSE;
        ELSE
                FormationVar.MetalSheet_Motor := FALSE;
                FormationVar.MetalSheet_Cutter := FALSE;
                FormationVar.Piston := FALSE;
                TimFormation1_On := FALSE;
                TimFormation2_On := FALSE;
                TimFormation3_On := FALSE;
        END_IF;

        //Transizione allo stato 2:
        IF TimFormation1_End THEN
                FormationVar.caseState := 2;
        END_IF;

//Stato 2 di formazione del case:
2:
        //Settaggio delle variabili di uscita:
        IF FormationVar.Emergency = FALSE AND
        FormationVar.MetalSheet_Sensor AND
        FormationVar.Line THEN
                FormationVar.MetalSheet_Motor := FALSE;
                FormationVar.MetalSheet_Cutter := TRUE;
                FormationVar.Piston := FALSE;
                TimFormation1_On := FALSE;
                TimFormation2_On := TRUE;
                TimFormation3_On := FALSE;
        ELSE
                FormationVar.MetalSheet_Motor := FALSE;
                FormationVar.MetalSheet_Cutter := FALSE;
                FormationVar.Piston := FALSE;
                TimFormation1_On := FALSE;
                TimFormation2_On := FALSE;
                TimFormation3_On := FALSE;
        END_IF;

        //Transizione allo stato 3:
        IF TimFormation2_End THEN
                FormationVar.caseState := 3;
        END_IF;

//Stato 3 di attesa del carrello disponibile:
3:
        //Settaggio delle variabili di uscita:
        IF FormationVar.Emergency = FALSE AND
        FormationVar.MetalSheet_Sensor AND
        FormationVar.Line THEN
                FormationVar.MetalSheet_Motor := FALSE;
                FormationVar.MetalSheet_Cutter := FALSE;
```

```
                FormationVar.Piston := FALSE;
                TimFormation1_On := FALSE;
                TimFormation2_On := FALSE;
                TimFormation3_On := FALSE;
        ELSE
                FormationVar.MetalSheet_Motor := FALSE;
                FormationVar.MetalSheet_Cutter := FALSE;
                FormationVar.Piston := FALSE;
                TimFormation1_On := FALSE;
                TimFormation2_On := FALSE;
                TimFormation3_On := FALSE;
        END_IF;

        //Transizione allo stato 4:
        IF FormationVar.FC1 AND FormationVar.FCcase = FALSE THEN
                FormationVar.caseState := 4;
        END_IF;

    //Stato 4 di caricamento del case sul carrello:
    4:
        //Settaggio delle variabili di uscita:
        IF FormationVar.Emergency = FALSE AND
        FormationVar.MetalSheet_Sensor AND
        FormationVar.Line THEN
                FormationVar.MetalSheet_Motor := FALSE;
                FormationVar.MetalSheet_Cutter := FALSE;
                FormationVar.Piston := TRUE;
                TimFormation1_On := FALSE;
                TimFormation2_On := FALSE;
                TimFormation3_On := TRUE;
        ELSE
                FormationVar.MetalSheet_Motor := FALSE;
                FormationVar.MetalSheet_Cutter := FALSE;
                FormationVar.Piston := FALSE;
                TimFormation1_On := FALSE;
                TimFormation2_On := FALSE;
                TimFormation3_On := FALSE;
        END_IF;

        //Transizione allo stato 0:
        IF TimFormation3_End THEN
                FormationVar.caseState := 0;
        END_IF;

END_CASE;

//Switch case processo di trasporto del jelly roll:
CASE FormationVar.jellyState OF
    //Stato 0 di riposo:
    0:
        //Settaggio delle variabili di uscita:
        FormationVar.Conveyor1_Motor := FALSE;
        TimFormation4_On := FALSE;

        //Transizione allo stato 1:
        IF (WindingVar.RollNumber > 1 AND WindingVar.RollNumber > rollNumber_old) THEN
```

```
                rollNumber_old := WindingVar.RollNumber;
                FormationVar.jellyState := 1;
            END_IF;

        //Stato 1 di trasporto del jelly roll nella tramoggia:
        1:
            //Settaggio delle variabili di uscita:
            IF WindingVar.Emergency = FALSE THEN
                FormationVar.Conveyor1_Motor := TRUE;
                TimFormation4_On := TRUE;
            ELSE
                FormationVar.Conveyor1_Motor := FALSE;
                TimFormation4_On := FALSE;
            END_IF;

            //Transizione allo stato 0:
            IF TimFormation4_End THEN
                FormationVar.JellyCounter := FormationVar.JellyCounter+1;
                FormationVar.jellyState := 0;
            END_IF;

END_CASE;

//Switch case processo di assemblaggio delle batterie:
CASE FormationVar.formationState OF
        //Stato 0 di riposo:
        0:
            //Settaggio delle variabili di uscita:
            FormationVar.cartLeft := FALSE;
            FormationVar.cartRight := FALSE;
            FormationVar.Welder1 := FALSE;
            FormationVar.Filling_Pump := FALSE;
            FormationVar.Welder2 := FALSE;
            FormationVar.Unmount := FALSE;
            TimFormation5_On := FALSE;
            TimFormation6_On := FALSE;
            TimFormation7_On := FALSE;
            TimFormation8_On := FALSE;
            TimFormation9_On := FALSE;

            //Transizione allo stato 1:
            IF FormationVar.Emergency = FALSE AND
            FormationVar.ElectrodeLvl > 0 AND
            FormationVar.Line THEN
                FormationVar.formationState := 1;
            END_IF;

        //Stato 1 di trasporto alla posizione home a sinistra:
        1:
            //Settaggio delle variabili di uscita:
            IF FormationVar.Emergency = FALSE AND
            FormationVar.ElectrodeLvl > 0 AND
            FormationVar.Line THEN
                FormationVar.cartLeft := TRUE;
                FormationVar.cartRight := FALSE;
                FormationVar.Welder1 := FALSE;
```

```
                FormationVar.Filling_Pump := FALSE;
                FormationVar.Welder2 := FALSE;
                FormationVar.Unmount := FALSE;
                TimFormation5_On := FALSE;
                TimFormation6_On := FALSE;
                TimFormation7_On := FALSE;
                TimFormation8_On := FALSE;
                TimFormation9_On := FALSE;
        ELSE
                FormationVar.cartLeft := FALSE;
                FormationVar.cartRight := FALSE;
                FormationVar.Welder1 := FALSE;
                FormationVar.Filling_Pump := FALSE;
                FormationVar.Welder2 := FALSE;
                FormationVar.Unmount := FALSE;
                TimFormation5_On := FALSE;
                TimFormation6_On := FALSE;
                TimFormation7_On := FALSE;
                TimFormation8_On := FALSE;
                TimFormation9_On := FALSE;
        END_IF;

        //Transizione allo stato 2:
        IF FormationVar.FC1 THEN
                FormationVar.formationState := 2;
        END_IF;

//Stato 2 di attesa del case della batteria:
2:
        //Settaggio delle variabili di uscita:
        IF FormationVar.Emergency = FALSE AND
        FormationVar.ElectrodeLvl > 0 AND
        FormationVar.Line THEN
                FormationVar.cartLeft := FALSE;
                FormationVar.cartRight := FALSE;
                FormationVar.Welder1 := FALSE;
                FormationVar.Filling_Pump := FALSE;
                FormationVar.Welder2 := FALSE;
                FormationVar.Unmount := FALSE;
                TimFormation5_On := FALSE;
                TimFormation6_On := FALSE;
                TimFormation7_On := FALSE;
                TimFormation8_On := FALSE;
                TimFormation9_On := FALSE;
        ELSE
                FormationVar.cartLeft := FALSE;
                FormationVar.cartRight := FALSE;
                FormationVar.Welder1 := FALSE;
                FormationVar.Filling_Pump := FALSE;
                FormationVar.Welder2 := FALSE;
                FormationVar.Unmount := FALSE;
                TimFormation5_On := FALSE;
                TimFormation6_On := FALSE;
                TimFormation7_On := FALSE;
                TimFormation8_On := FALSE;
                TimFormation9_On := FALSE;
```

```
        END_IF;

        //Transizione allo stato 3:
        IF FormationVar.FCcase THEN
                FormationVar.formationState := 3;
        END_IF;

//Stato 3 di trasporto sotto alla tramoggia:
3:
        //Settaggio delle variabili di uscita:
        IF FormationVar.Emergency = FALSE AND
        FormationVar.ElectrodeLvl > 0 AND
        FormationVar.Line THEN
                FormationVar.cartLeft := FALSE;
                FormationVar.cartRight := TRUE;
                FormationVar.Welder1 := FALSE;
                FormationVar.Filling_Pump := FALSE;
                FormationVar.Welder2 := FALSE;
                FormationVar.Unmount := FALSE;
                TimFormation5_On := FALSE;
                TimFormation6_On := FALSE;
                TimFormation7_On := FALSE;
                TimFormation8_On := FALSE;
                TimFormation9_On := FALSE;
        ELSE
                FormationVar.cartLeft := FALSE;
                FormationVar.cartRight := FALSE;
                FormationVar.Welder1 := FALSE;
                FormationVar.Filling_Pump := FALSE;
                FormationVar.Welder2 := FALSE;
                FormationVar.Unmount := FALSE;
                TimFormation5_On := FALSE;
                TimFormation6_On := FALSE;
                TimFormation7_On := FALSE;
                TimFormation8_On := FALSE;
                TimFormation9_On := FALSE;
        END_IF;

        //Transizione allo stato 4:
        IF FormationVar.FC2 THEN
                FormationVar.formationState := 4;
        END_IF;

//Stato 4 di attesa del jelly roll:
4:
        //Settaggio delle variabili di uscita:
        IF FormationVar.Emergency = FALSE AND
        FormationVar.ElectrodeLvl > 0 AND
        FormationVar.Line THEN
                FormationVar.cartLeft := FALSE;
                FormationVar.cartRight := FALSE;
                FormationVar.Welder1 := FALSE;
                FormationVar.Filling_Pump := FALSE;
                FormationVar.Welder2 := FALSE;
                FormationVar.Unmount := FALSE;
                TimFormation5_On := TRUE;
```

```
                TimFormation6_On := FALSE;
                TimFormation7_On := FALSE;
                TimFormation8_On := FALSE;
                TimFormation9_On := FALSE;
        ELSE
                FormationVar.cartLeft := FALSE;
                FormationVar.cartRight := FALSE;
                FormationVar.Welder1 := FALSE;
                FormationVar.Filling_Pump := FALSE;
                FormationVar.Welder2 := FALSE;
                FormationVar.Unmount := FALSE;
                TimFormation5_On := FALSE;
                TimFormation6_On := FALSE;
                TimFormation7_On := FALSE;
                TimFormation8_On := FALSE;
                TimFormation9_On := FALSE;
        END_IF;

        //Transizione allo stato 5:
        IF FormationVar.JellyCounter > 0 AND TimFormation5_End THEN
                FormationVar.formationState := 5;
                FormationVar.JellyCounter := FormationVar.JellyCounter-1;
        END_IF;

//Stato 5 di trasporto del carrello alla saldatrice del catodo:
5:
        //Settaggio delle variabili di uscita:
        IF FormationVar.Emergency = FALSE AND
        FormationVar.ElectrodeLvl > 0 AND
        FormationVar.Line THEN
                FormationVar.cartLeft := FALSE;
                FormationVar.cartRight := TRUE;
                FormationVar.Welder1 := FALSE;
                FormationVar.Filling_Pump := FALSE;
                FormationVar.Welder2 := FALSE;
                FormationVar.Unmount := FALSE;
                TimFormation5_On := FALSE;
                TimFormation6_On := FALSE;
                TimFormation7_On := FALSE;
                TimFormation8_On := FALSE;
                TimFormation9_On := FALSE;
        ELSE
                FormationVar.cartLeft := FALSE;
                FormationVar.cartRight := FALSE;
                FormationVar.Welder1 := FALSE;
                FormationVar.Filling_Pump := FALSE;
                FormationVar.Welder2 := FALSE;
                FormationVar.Unmount := FALSE;
                TimFormation5_On := FALSE;
                TimFormation6_On := FALSE;
                TimFormation7_On := FALSE;
                TimFormation8_On := FALSE;
                TimFormation9_On := FALSE;
        END_IF;

        //Transizione allo stato 6:
```

```
        IF FormationVar.FC3 THEN
                FormationVar.formationState := 6;
        END_IF;

//Stato 6 di saldatura del catodo:
6:
        //Settaggio delle variabili di uscita:
        IF FormationVar.Emergency = FALSE AND
        FormationVar.ElectrodeLvl > 0 AND
        FormationVar.Line THEN
                FormationVar.cartLeft := FALSE;
                FormationVar.cartRight := FALSE;
                FormationVar.Welder1 := TRUE;
                FormationVar.Filling_Pump := FALSE;
                FormationVar.Welder2 := FALSE;
                FormationVar.Unmount := FALSE;
                TimFormation5_On := FALSE;
                TimFormation6_On := TRUE;
                TimFormation7_On := FALSE;
                TimFormation8_On := FALSE;
                TimFormation9_On := FALSE;
        ELSE
                FormationVar.cartLeft := FALSE;
                FormationVar.cartRight := FALSE;
                FormationVar.Welder1 := FALSE;
                FormationVar.Filling_Pump := FALSE;
                FormationVar.Welder2 := FALSE;
                FormationVar.Unmount := FALSE;
                TimFormation5_On := FALSE;
                TimFormation6_On := FALSE;
                TimFormation7_On := FALSE;
                TimFormation8_On := FALSE;
                TimFormation9_On := FALSE;
        END_IF;

        //Transizione allo stato 7:
        IF TimFormation6_End THEN
                FormationVar.formationState := 7;
        END_IF;

//Stato 7 di trasporto del carrello alla postazione del riempimento dell'elettrolita:
7:
        //Settaggio delle variabili di uscita:
        IF FormationVar.Emergency = FALSE AND
        FormationVar.ElectrodeLvl > 0 AND
        FormationVar.Line THEN
                FormationVar.cartLeft := FALSE;
                FormationVar.cartRight := TRUE;
                FormationVar.Welder1 := FALSE;
                FormationVar.Filling_Pump := FALSE;
                FormationVar.Welder2 := FALSE;
                FormationVar.Unmount := FALSE;
                TimFormation5_On := FALSE;
                TimFormation6_On := FALSE;
                TimFormation7_On := FALSE;
                TimFormation8_On := FALSE;
```

```
            TimFormation9_On := FALSE;
        ELSE
            FormationVar.cartLeft := FALSE;
            FormationVar.cartRight := FALSE;
            FormationVar.Welder1 := FALSE;
            FormationVar.Filling_Pump := FALSE;
            FormationVar.Welder2 := FALSE;
            FormationVar.Unmount := FALSE;
            TimFormation5_On := FALSE;
            TimFormation6_On := FALSE;
            TimFormation7_On := FALSE;
            TimFormation8_On := FALSE;
            TimFormation9_On := FALSE;
        END_IF;

        //Transizione allo stato 8:
        IF FormationVar.FC4 THEN
            FormationVar.formationState := 8;
        END_IF;

//Stato 8 di riempimento dell'elettrolita:
8:
        IF FormationVar.Emergency = FALSE AND
        FormationVar.ElectrodeLvl > 0 AND
        FormationVar.Line THEN
            FormationVar.cartLeft := FALSE;
            FormationVar.cartRight := FALSE;
            FormationVar.Welder1 := FALSE;
            FormationVar.Filling_Pump := TRUE;
            FormationVar.Welder2 := FALSE;
            FormationVar.Unmount := FALSE;
            TimFormation5_On := FALSE;
            TimFormation6_On := FALSE;
            TimFormation7_On := TRUE;
            TimFormation8_On := FALSE;
            TimFormation9_On := FALSE;
        ELSE
            FormationVar.cartLeft := FALSE;
            FormationVar.cartRight := FALSE;
            FormationVar.Welder1 := FALSE;
            FormationVar.Filling_Pump := FALSE;
            FormationVar.Welder2 := FALSE;
            FormationVar.Unmount := FALSE;
            TimFormation5_On := FALSE;
            TimFormation6_On := FALSE;
            TimFormation7_On := FALSE;
            TimFormation8_On := FALSE;
            TimFormation9_On := FALSE;
        END_IF;

        //Transizione allo stato 9:
        IF TimFormation7_End THEN
            FormationVar.formationState := 9;
            FormationVar.ElectrodeLvl := FormationVar.ElectrodeLvl -1;
        END_IF;
```

```
//Stato 9 di trasporto del carrello alla saldatura dell'anodo:
9:
        //Settaggio delle variabili di uscita:
        IF FormationVar.Emergency = FALSE AND
        FormationVar.ElectrodeLvl > 0 AND
        FormationVar.Line THEN
                FormationVar.cartLeft := FALSE;
                FormationVar.cartRight := TRUE;
                FormationVar.Welder1 := FALSE;
                FormationVar.Filling_Pump := FALSE;
                FormationVar.Welder2 := FALSE;
                FormationVar.Unmount := FALSE;
                TimFormation5_On := FALSE;
                TimFormation6_On := FALSE;
                TimFormation7_On := FALSE;
                TimFormation8_On := FALSE;
                TimFormation9_On := FALSE;
        ELSE
                FormationVar.cartLeft := FALSE;
                FormationVar.cartRight := FALSE;
                FormationVar.Welder1 := FALSE;
                FormationVar.Filling_Pump := FALSE;
                FormationVar.Welder2 := FALSE;
                FormationVar.Unmount := FALSE;
                TimFormation5_On := FALSE;
                TimFormation6_On := FALSE;
                TimFormation7_On := FALSE;
                TimFormation8_On := FALSE;
                TimFormation9_On := FALSE;
        END_IF;

        //Transizione allo stato 10:
        IF FormationVar.FC5 THEN
                FormationVar.formationState := 10;
        END_IF;

//Stato 10 di saldatura dell'anodo della batteria:
10:
        //Settaggio delle variabili di uscita:
        IF FormationVar.Emergency = FALSE AND
        FormationVar.ElectrodeLvl > 0 AND
        FormationVar.Line THEN
                FormationVar.cartLeft := FALSE;
                FormationVar.cartRight := FALSE;
                FormationVar.Welder1 := FALSE;
                FormationVar.Filling_Pump := FALSE;
                FormationVar.Welder2 := TRUE;
                FormationVar.Unmount := FALSE;
                TimFormation5_On := FALSE;
                TimFormation6_On := FALSE;
                TimFormation7_On := FALSE;
                TimFormation8_On := TRUE;
                TimFormation9_On := FALSE;
        ELSE
                FormationVar.cartLeft := FALSE;
                FormationVar.cartRight := FALSE;
```

```
                FormationVar.Welder1 := FALSE;
                FormationVar.Filling_Pump := FALSE;
                FormationVar.Welder2 := FALSE;
                FormationVar.Unmount := FALSE;
                TimFormation5_On := FALSE;
                TimFormation6_On := FALSE;
                TimFormation7_On := FALSE;
                TimFormation8_On := FALSE;
                TimFormation9_On := FALSE;
        END_IF;

        //Transizione allo stato 11:
        IF TimFormation8_End THEN
                FormationVar.formationState := 11;
        END_IF;

//Stato 11 di trasporto del carrello alla zona di scarico:
11:
        //Settaggio delle variabili di uscita:
        IF FormationVar.Emergency = FALSE AND
        FormationVar.ElectrodeLvl > 0 AND
        FormationVar.Line THEN
                FormationVar.cartLeft := FALSE;
                FormationVar.cartRight := TRUE;
                FormationVar.Welder1 := FALSE;
                FormationVar.Filling_Pump := FALSE;
                FormationVar.Welder2 := FALSE;
                FormationVar.Unmount := FALSE;
                TimFormation5_On := FALSE;
                TimFormation6_On := FALSE;
                TimFormation7_On := FALSE;
                TimFormation8_On := FALSE;
                TimFormation9_On := FALSE;
        ELSE
                FormationVar.cartLeft := FALSE;
                FormationVar.cartRight := FALSE;
                FormationVar.Welder1 := FALSE;
                FormationVar.Filling_Pump := FALSE;
                FormationVar.Welder2 := FALSE;
                FormationVar.Unmount := FALSE;
                TimFormation5_On := FALSE;
                TimFormation6_On := FALSE;
                TimFormation7_On := FALSE;
                TimFormation8_On := FALSE;
                TimFormation9_On := FALSE;
        END_IF;

        //Transizione allo stato 12:
        IF FormationVar.FC6 THEN
                FormationVar.formationState := 12;
        END_IF;

//Stato 12 di sgancio della batteria terminata:
12:
        //Settaggio delle variabili di uscita:
        IF FormationVar.Emergency = FALSE AND
```

```
                FormationVar.ElectrodeLvl > 0 AND
                FormationVar.Line THEN
                        FormationVar.cartLeft := FALSE;
                        FormationVar.cartRight := FALSE;
                        FormationVar.Welder1 := FALSE;
                        FormationVar.Filling_Pump := FALSE;
                        FormationVar.Welder2 := FALSE;
                        FormationVar.Unmount := TRUE;
                        TimFormation5_On := FALSE;
                        TimFormation6_On := FALSE;
                        TimFormation7_On := FALSE;
                        TimFormation8_On := FALSE;
                        TimFormation9_On := TRUE;
                ELSE
                        FormationVar.cartLeft := FALSE;
                        FormationVar.cartRight := FALSE;
                        FormationVar.Welder1 := FALSE;
                        FormationVar.Filling_Pump := FALSE;
                        FormationVar.Welder2 := FALSE;
                        FormationVar.Unmount := FALSE;
                        TimFormation5_On := FALSE;
                        TimFormation6_On := FALSE;
                        TimFormation7_On := FALSE;
                        TimFormation8_On := FALSE;
                        TimFormation9_On := FALSE;
                END_IF;

                //Transizione allo stato 1:
                IF TimFormation9_End THEN
                        FormationVar.Batteries := FormationVar.Batteries + 1;
                        FormationVar.formationState := 1;
                END_IF;

END_CASE;

//Gestione del reset:
IF FormationVar.Reset THEN
        FormationVar.formationState := 0;
        FormationVar.jellyState := 0;
        FormationVar.caseState := 0;
        FormationVar.Batteries := 0;
        FormationVar.Line := 0;
END_IF;

//Gestione emergenza:
IF FormationVar.Emergency THEN
        FormationVar.Line := FALSE;
END_IF;

//Configurazione dei timer:
TimFormation1(In:=TimFormation1_On, PT:=T#3s, Q=>TimFormation1_End,
ET=>TimFormation_current);
TimFormation2(In:=TimFormation2_On, PT:=T#2s, Q=>TimFormation2_End,
ET=>TimFormation_current);
TimFormation3(In:=TimFormation3_On, PT:=T#2s, Q=>TimFormation3_End,
ET=>TimFormation_current);
```

```
TimFormation4(In:=TimFormation4_On, PT:=T#8s, Q=>TimFormation4_End,
ET=>TimFormation_current);
TimFormation5(In:=TimFormation5_On, PT:=T#2s, Q=>TimFormation5_End,
ET=>TimFormation_current);
TimFormation6(In:=TimFormation6_On, PT:=T#3s, Q=>TimFormation6_End,
ET=>TimFormation_current);
TimFormation7(In:=TimFormation7_On, PT:=T#3s, Q=>TimFormation7_End,
ET=>TimFormation_current);
TimFormation8(In:=TimFormation8_On, PT:=T#3s, Q=>TimFormation8_End,
ET=>TimFormation_current);
TimFormation9(In:=TimFormation9_On, PT:=T#2s, Q=>TimFormation9_End,
ET=>TimFormation_current);
```

```
//Sezione HMI di Formation: Packaging & Electrolyte filling

//Ciclo che esegue il codice ogni 100 millisecondi:
IF Get100msClk() AND Get100msClk_old3 = FALSE THEN

	IF FormationVar.caseState = 0 THEN
		HMI_FormationVar.MetalRoll := 0;
		HMI_FormationVar.CaseY := 0;
	END_IF;

	IF FormationVar.formationState = 0 THEN
		HMI_FormationVar.CartX := 0;
		HMI_FormationVar.Welder1Y := 0;
		HMI_FormationVar.Welder2Y := 0;
		FormationVar.FCcase := 0;
	END_IF;

	//Animazione del nastro trasportatore superiore:
	IF FormationVar.Conveyor1_Motor THEN
		HMI_FormationVar.Conveyor1Roll := HMI_FormationVar.Conveyor1Roll+12;
		HMI_FormationVar.JellyX := HMI_FormationVar.JellyX+8;
		IF HMI_FormationVar.JellyX > 530 THEN
			HMI_FormationVar.JellyY := HMI_FormationVar.JellyY+10;
			HMI_FormationVar.JellyX := HMI_FormationVar.JellyX-4;
		END_IF;
	ELSE
		HMI_FormationVar.JellyX := 0;
		HMI_FormationVar.JellyY := 0;
	END_IF;

	IF HMI_FormationVar.Conveyor1Roll > 360 THEN
		HMI_FormationVar.Conveyor1Roll := 0;
	END_IF;

	//Animazione dello srotolamento della lastra di acciaio:
	IF FormationVar.MetalSheet_Motor THEN
		HMI_FormationVar.MetalRoll := HMI_FormationVar.MetalRoll-5;
	END_IF;

	IF HMI_FormationVar.MetalRoll < -180 THEN
```

```
        HMI_FormationVar.MetalRoll := 0;
END_IF;

//Animazione del pistone di sollevamento:
IF FormationVar.Piston THEN
        HMI_FormationVar.CaseY := HMI_FormationVar.CaseY-8;
ELSE
        HMI_FormationVar.CaseY := 0;
END_IF;

IF HMI_FormationVar.CaseY < -140 THEN
        HMI_FormationVar.CaseY := -140;
        FormationVar.FCcase := TRUE;
END_IF;

//Animazione del carrello:
IF FormationVar.cartLeft THEN
        HMI_FormationVar.CartX := HMI_FormationVar.CartX-5;
END_IF;

IF FormationVar.cartRight THEN
        HMI_FormationVar.CartX := HMI_FormationVar.CartX+3;
END_IF;

//Settaggio delle fotocellule:
IF HMI_FormationVar.CartX <= 0 THEN
        FormationVar.FC1 := TRUE;
ELSE
        FormationVar.FC1 := FALSE;
END_IF;

IF HMI_FormationVar.CartX > 112 AND HMI_FormationVar.CartX < 118 THEN
        FormationVar.FC2 := TRUE;
ELSE
        FormationVar.FC2 := FALSE;
END_IF;

IF HMI_FormationVar.CartX > 292 AND HMI_FormationVar.CartX < 298 THEN
        FormationVar.FC3 := TRUE;
ELSE
        FormationVar.FC3 := FALSE;
END_IF;

IF HMI_FormationVar.CartX > 392 AND HMI_FormationVar.CartX < 398 THEN
        FormationVar.FC4 := TRUE;
ELSE
        FormationVar.FC4 := FALSE;
END_IF;

IF HMI_FormationVar.CartX > 552 AND HMI_FormationVar.CartX < 558 THEN
        FormationVar.FC5 := TRUE;
ELSE
        FormationVar.FC5 := FALSE;
END_IF;

IF HMI_FormationVar.CartX > 722 AND HMI_FormationVar.CartX < 728 THEN
```

```
            FormationVar.FC6 := TRUE;
        ELSE
            FormationVar.FC6 := FALSE;
        END_IF;

        //Animazione della prima saldatrice:
        IF FormationVar.Welder1 THEN
            IF HMI_FormationVar.Welder1Y > -80 THEN
                HMI_FormationVar.Welder1Y := HMI_FormationVar.Welder1Y -10;
            END_IF;
        ELSE
            IF HMI_FormationVar.Welder1Y < 0 THEN
                HMI_FormationVar.Welder1Y := HMI_FormationVar.Welder1Y +10;
            END_IF;
        END_IF;

        //Animazione della seconda saldatrice:
        IF FormationVar.Welder2 THEN
            IF HMI_FormationVar.Welder2Y < 80 THEN
                HMI_FormationVar.Welder2Y := HMI_FormationVar.Welder2Y +10;
            END_IF;
        ELSE
            IF HMI_FormationVar.Welder2Y > 0 THEN
                HMI_FormationVar.Welder2Y := HMI_FormationVar.Welder2Y -10;
            END_IF;
        END_IF;

        //Animazione del processo di sgancio della batteria:
        IF FormationVar.Unmount THEN
            FormationVar.FCcase := FALSE;
            HMI_FormationVar.Conveyor2Roll := HMI_FormationVar.Conveyor2Roll+12;
            IF HMI_FormationVar.FinalBatY < 100 THEN
                HMI_FormationVar.FinalBatY := HMI_FormationVar.FinalBatY +10;
            ELSE
                HMI_FormationVar.FinalBatX := HMI_FormationVar.FinalBatX +8;
            END_IF;
        ELSE
            HMI_FormationVar.FinalBatY := 0;
            HMI_FormationVar.FinalBatX := 0;
        END_IF;

        IF HMI_FormationVar.Conveyor2Roll > 360 THEN
            HMI_FormationVar.Conveyor2Roll := 0;
        END_IF;

    END_IF;

    Get100msClk_old3 := Get100msClk();
```

VOCABOLARIO

Di seguito è presente un breve vocabolario che ha la funzione di chiarire il significato di alcuni termini tecnici presenti in questa relazione.

Mixing: mescolamento, è il primo processo della fabbrica in cui vengono mischiate tra loro le materie prime per formare lo slurry.

Coating: rivestire, è il secondo processo della fabbrica e consiste nell'applicazione dello slurry sulle lamine di rame e alluminio.

Drying: asciugatura.

Calendering: stesura, le lamine vengono stirate e allungate.

Slitting: taglio, le lamine vengono tagliate orizzontalmente in modo tale da ottenere rotoli più stretti.

Vacuum Drying: asciugatura sottovuoto che avviene nel quinto processo della fabbrica.

Winding: avvolgimento, si tratta del processo di formazione dei jelly roll.

Packaging: impacchettamento, inteso come inserimento dei jelly roll all'interno degli involucri metallici.

Electrolyte filling: riempimento (in questo caso delle batterie) con l'elettrolita.

Slurry: liquame, è così indicato il composto che viene depositato sulle lamine di rame e di alluminio durante il processo di Coating.

Jelly roll: corrispondono al cuore della batteria e sono ottenuti al termine del processo di Winding dall'avvolgimento dell'anodo, del catodo e dei due strati separatori.

Case: involucro, contenitore.

FONTI

Per la realizzazione del progetto Sysmac Studio e per la stesura della presente relazione "**next-generation Battery Production Factory**", sono state utilizzate fonti e informazioni che sono di seguito elencate.

LITHIUM-ION BATTERY CELL PRODUCTION PROCESS

PDF realizzato dall'Università Tecnica di Aquisgrana e consultabile al seguente link:

https://www.researchgate.net/publication/330902286_Lithium-ion_Battery_Cell_Production_Process

QuattroRuote

Link ad alcuni aggiornamenti sul battery day:

https://www.quattroruote.it/news/eventi/2020/09/22/tesla_battery_day_2020.html

YouTube

Link al video presentazione battery day sul canale ufficiale Tesla:

https://www.youtube.com/watch?v=l6T9xIeZTds

BatteryUniversity

Link alle informazioni su batterie agli ioni di litio

https://batteryuniversity.com/learn/archive/is_lithium_ion_the_ideal_battery

Panasonic

Link alle informazioni su batterie agli ioni di litio

https://industrial.panasonic.com/ww/products/batteries/secondary-batteries/lithium-ion

PET recycling system

< Sommario

Leggera e poco costosa, la plastica è uno dei materiali più utilizzati al mondo, ma la sua estrema durata rende indispensabile gestirla in maniera corretta una volta giunta alla fine della sua vita utile.

In altre parole, diventa indispensabile il corretto riciclo dei rifiuti in plastica.

IIS Domenico Zaccagna - Carrara MS - Classe V

- **Docente coordinatore:** Roberto Biasci
- **Studenti:** Jacopo Battaglia, Lorenzo Giovanelli , Andrea Martinelli, Matteo Martini, Francesco Ratti.

Sommario

Introduzione 4
Le tipologie di plastica 4
Il riciclo del PET 6
Il nostro progetto di riciclo 7
Le fasi 7
La struttura dei programmi lato PLC 8
La configurazione del PLC 9
Tabella riassuntiva dispositivi utilizzati 10
La struttura dei programmi e pagine lato HMI 11
Le Pagine dei nodi Ethercat 11
Le pagine “comuni” del progetto 12
La pagina iniziale “MAINPAGE” 12
La pagina “MAIN” 12
La pagina “ALLARMI” 12
Le Pagine di HELP 13
Le Subroutine Globali 14
Il ladder PLC_RACK 15
AvvioCiclo 15
Auto_PAG 16
I vari macchinari 17
Il Deballer 17
La pagina del Deballer 17
Le Sub Globali del Nodo 1(Deballer) 19
Ladder Deballer/Asse1 24
La Pressa 32
La pagina della pressa 32
Le sub della pressa 33
Ladder della pressa 37
Trommel (cilindro rotante) 38
La pagina del trommel 39
Le Sub Globali del Nodo 3(Trommel) 41
Ladder Trommel 46
Separatore metalli 48
La separazione metalli del nostro progetto 48
Le Sub Globali del Nodo 3(separatore e trommel) 50
Il ladder del separatore 55

La Cernita 59
La pagina della Cernita 60
Le Sub del Nodo 5(Cernita) 62
Il Ladder Della Cernita 66
MULINO 69
La pagina del MULINO 69
Le Sub del Nodo 7(Mulino) 70
Il ladder del Mulino 73
Il Lavaggio 75
La pagina del Lavaggio 76
Le Sub Globali del Nodo 7(Lavaggio) 78
Il ladder del Lavaggio 81
Asciugatura ed Imballaggio 83
La pagina di asciugatura ed imballaggio 83
Le sub dell'asciugatura ed imballaggio 84
Il ladder dell'asciugatura ed imballaggio 88
Tabella riassuntiva in/out PLC rete Ethercat 90
Tabella riassuntiva variabili globali HMI mappate su PLC/nodi Ethercat 93

Introduzione

Leggera e poco costosa, la plastica è uno dei materiali più utilizzati al mondo, ma la sua estrema durata rende indispensabile gestirla in maniera corretta una volta giunta alla fine della sua vita utile. In altre parole, diventa indispensabile il corretto riciclo dei rifiuti in plastica.

Le tipologie di plastica

Esistono diverse tipologie di plastica classificate in base ad una codifica europea, che indicano rispettivamente:

FIGURA 1 I FIOCCHI DI PET RICICLATI

- 1= **PET** polietilene tereftalato usato per bottiglie d'acqua, di bibite o flaconi per prodotti di bellezza;
- 2 = **HDPE** polietilene ad alta densità usato per vasetti di yogurt, flaconi di detersivo;
- 3 =**PVC** o **V** vinile o cloruro di polivinile usato per contenitori per alimenti;
- 4 = **LDPE** polietilene a bassa densità usato per sacchetti per cibi di surgelati e bottiglie squeeze;
- 5=**PP** polipropilene usato per bottigliette di ketchup
- 6=**PS** polistirolo
- 7 = tutte le altre plastiche tra cui il policarbonato e le resine epossidiche

Simbolo	Codice	Descrizione
Plastiche		
01 PET	#1 PET o PETE	**Polietilene tereftalato o arnite:** bottiglie di acqua, bottiglie di bibite, flaconi di shampoo
02 PE-HD	#2 HDPE	**Polietilene ad alta densità:** contenitori degli yogurt, flaconi di detersivo
03 PVC	#3 PVC o V	**Cloruro di polivinile:** contenitori per alimenti
04 PE-LD	#4 LDPE	**Polietilene a bassa densità:** sacchetti cibi surgelati, bottiglie spremibili
05 PP	#5 PP	**Polipropilene o Moplen:** bottiglie di ketchup
06 PS	#6 PS	**Polistirene o Polistirolo:** bicchieri monouso
07 O	#7-#19 O	**Tutte le altre plastiche**

FIGURA 2 TABELLA TIPOLOGIE PLASTICHE CON RELATIVO SIMBOLO

le plastiche idonee alla conservazione di cibi sono le numero 1,2,4 e 5.
Ovviamente nel nostro progetto ci si è concentrati sul riciclo della plastica usata la realizzazione di bottiglie di acqua, il PET.

Il PET è infatti la plastica più riciclata per i suoi molteplici vantaggi rispetto ad altri tipi di plastica. È ideale per il packaging degli alimenti in quanto, essendo un polimero molto inerte, non ha alcuna interazione con ciò con cui viene a contatto. È in grado di creare una barriera per l'ossigeno e l'acqua e gli si può dare facilmente forma, è altamente resistente e molto leggero, perfetto per le bottiglie per bevande. Inoltre, può essere utilizzato per produrre bottiglie trasparenti, cosa impossibile con PE o PP.

Circa 1,2 miliardi di Euro, 42 discariche evitate e 3 tonnellate di emissioni di CO2 risparmiate: sono questi gli effetti delle politiche di riciclo delle bottiglie di acqua minerale in Italia che emergono da uno studio che sottolinea i benefici economici, sociali e ambientali che tali politiche hanno portato all'Italia nel decennio compreso tra il 2000 e il 2010.

È stato calcolato che in una tipica industria di acque minerali, Il riciclo del PET (polietilene tereftalato, la plastica utilizzata per le bottiglie) ha permesso di evitare l'emissione 559.000 tonnellate di CO2, mentre le tonnellate di imballaggi riciclati sono state 204.863 equivalenti a 8 discariche evitate, e questo solo per un'industria….

In una società industrializzata e benestante, ci affidiamo molto alla plastica. Tuttavia, il riciclo deve aumentare in modo significativo. Attraverso un riciclo efficace e di alta qualità, possiamo muoverci verso un'economia circolare, proteggendo così la natura e l'ambiente per le generazioni future. I tassi di riciclo sono in aumento grazie alla crescente sensibilità dell'opinione pubblica e alla maggiore efficacia del riciclaggio.

Il riciclo del PET

La tipica procedura per il riciclo di bottiglie di PET prevede un percorso molto articolato, dove le varie fasi sono in parte automatizzate e in parte ancora eseguite manualmente da personale addetto.
Col progetto si è cercato di replicare tale percorso suggerendo alcune innovazioni che permetterebbero di eliminare o quanto meno ridurre queste l'attività, spesso ripetitive demandate all'uomo.

FIGURA 3 BOTTIGLIE DI PET

FIGURA 4 TIPICA BALLA DI PET CON FILI METALLICI

Le bottiglie in PET usate, una volta raccolte vengono pressate in balle di discrete dimensioni tenute insieme da legature di filo metallico, con lo scopo di ridurne la grandezza e facilitarne lo stoccaggio e il trasporto.

Una volta consegnate al centro di riciclaggio, si procede manualmente alla rimozione dei fili metallici e alla separazione delle bottiglie; vengono poi rimosse le etichette e i tappi e, dopo una selezione per colore, le bottiglie vengono triturate.
Il materiale viene poi lavato, essiccato decontaminato e imballato pronto per essere riutilizzato.
Il prodotto ottenuto, chiamato "rigranulato", verrà miscelato con nuovo granulato e fuso, quindi inserito in macchine per lo stampaggio a iniezione per produrre "preforme" per nuove bottiglie in PET.
Le preforme vengono trasportate all'impianto di riempimento, dove vengono riscaldate e stiro-soffiate, trasformandole in nuove bottiglie in PET.
Una volta pulite ed etichettate, le bottiglie sono pronte per il riempimento e la vendita: il cerchio si chiude quando le bottiglie stesse iniziano una nuova vita.

FIGURA 5 LA CLASSICA "PREFORMA"

Il nostro progetto di riciclo

Nel nostro progetto, come già accennato, alcune fasi manuali, come il taglio del filo metallico sono state automatizzate, e la produzione segue poi le normali fasi fino all'ottenimento dei fiocchi di PET lavati e decontaminati (rigranulato) pronti per essere inviati al sito di produzione delle preforme.

Le fasi

Le fasi per ottenere il granulato di PET adottate nel progetto sono le seguenti:

- Recupero e trasporto balle di PET alla zona di taglio automatico;
- Taglio automatico dei fili di legatura;
- Deballer - Separazione delle bottiglie pressate nell'omonimo macchinario;
- Recupero dei fili metallici con pressatura;
- Separazione etichette nel Trommel;
- Separazione residui metallici nel Separatore Magnetico;
- Cernita - Scelta delle bottiglie in base al colore;
- Macinatura;
- Lavaggio e decontaminazione;
- Asciugatura;
- Imballaggio;

Ad ognuna di queste fasi corrisponde un determinato macchinario che è stato sviluppato in questo progetto cercando di attenersi a quello che sono i controlli e le automazioni presenti nel macchinario reale, e in alcuni casi prevedendo miglioramenti e innovazioni rese possibili con la simulazione.

Abbiamo quindi creato diverse sezioni lato PLC, suddivise in nodi facenti capo ai vari ethernet coupler con la configurazione necessaria di I/O digitali o analogici.

Inoltre sono state create le sezioni relative ai vari assi per il controllo movimentazione dei rispettivi drive e le relative pagine di supervisione lato HMI.

Segue la descrizione delle varie pagine e dei programmi dei macchinari in esse rappresentati.

La struttura dei programmi lato PLC

Il progetto è stato suddiviso in diversi NODI identificativi di ogni macchinario necesario al riciclaggio del PET;

si distinguono quindi seguenti nodi con le relative sottosezioni:

- **PLC_RACK**
  - AVVIO CICLO
    - Fasi iniziali di avvio ciclo automatico e reset variabili
  - AUTO_PAG
    - Gestione scorrimento automatico delle pagine in funzione del flusso produttivo
- **NODO_1_2**
  - NASTRO DI ARRIVO
    - Gestione iniziale arrivo balle;
  - ELETTROCALAMITA
    - Controllo elettrocalamita per la "cattura" delle balle di PET;
  - CILINDRO DI TAGLIO
    - Taglio automatico fili metallici di legatura delle balle di PET
  - DEBALLER
    - Separazione delle bottiglie di PET
  - PRESSA
    - Pressatura fili metalli e loro recupero;
  - ASSE1_BRACCIO_DEBALLER
    - Movimentazione braccio trasporto balle di PET;
- **NODO_3_4**
  - TROMMEL
    - Eliminazione etichette e impurità;
  - SEPARATORE_METALLI
    - Separazione residui metallici rimasti con sistema di elettrocalamite;
  - ASSE_2_SEPARATORE
    - Gestione movimento elettrocalamite e loro attivazione/disattivazione
- **NODO_5_6**
  - CERNITA
    - Gestione scelta colore bottiglie di PET da trattare;
  - CONTROLLO_PRESSIONE
    - Controllo compressore aria compressa soffiatura bottiglie cernita;
  - Asse_3_CERNITA
    - Controllo velocità movimentazione nastro bottiglie cernita;
- **NODO_7**
  - MULINO
    - Gestione sistema di macinatura;
  - LAVAGGIO
    - Controllo sistema di lavaggio e decontaminazione;
- **NODO_9**
  - ASCIUGATURA
    - Gestione sistema di asciugatura;
  - IMBALLAGGIO
    - Gestione sistema di imballaggio;

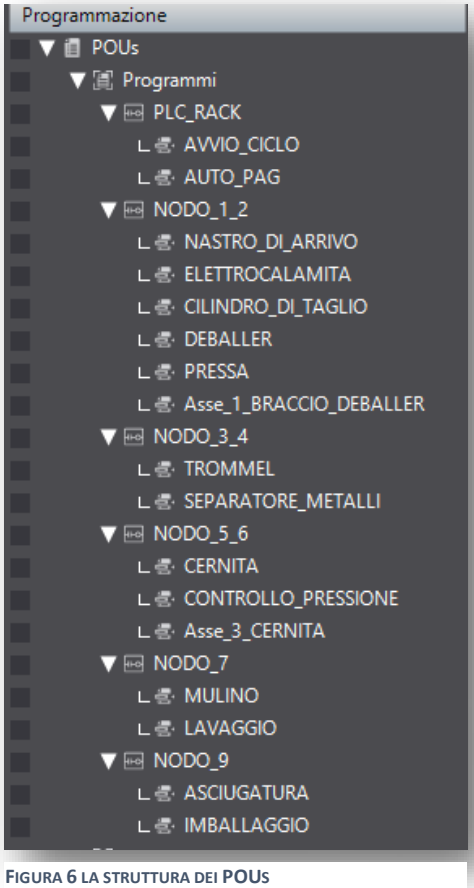


FIGURA 6 LA STRUTTURA DEI POUS

La configurazione del PLC

Oltre alla CPU NX1P2-9024DT1, si è ricorso all'uso e configurazione della rete Ethercat nella quale si trovano diversi Ethernet Coupler per la gestione dei vari nodi associati ai vari macchinari.

FIGURA 7 INDIRIZZO NODO RETE ETHERCAT

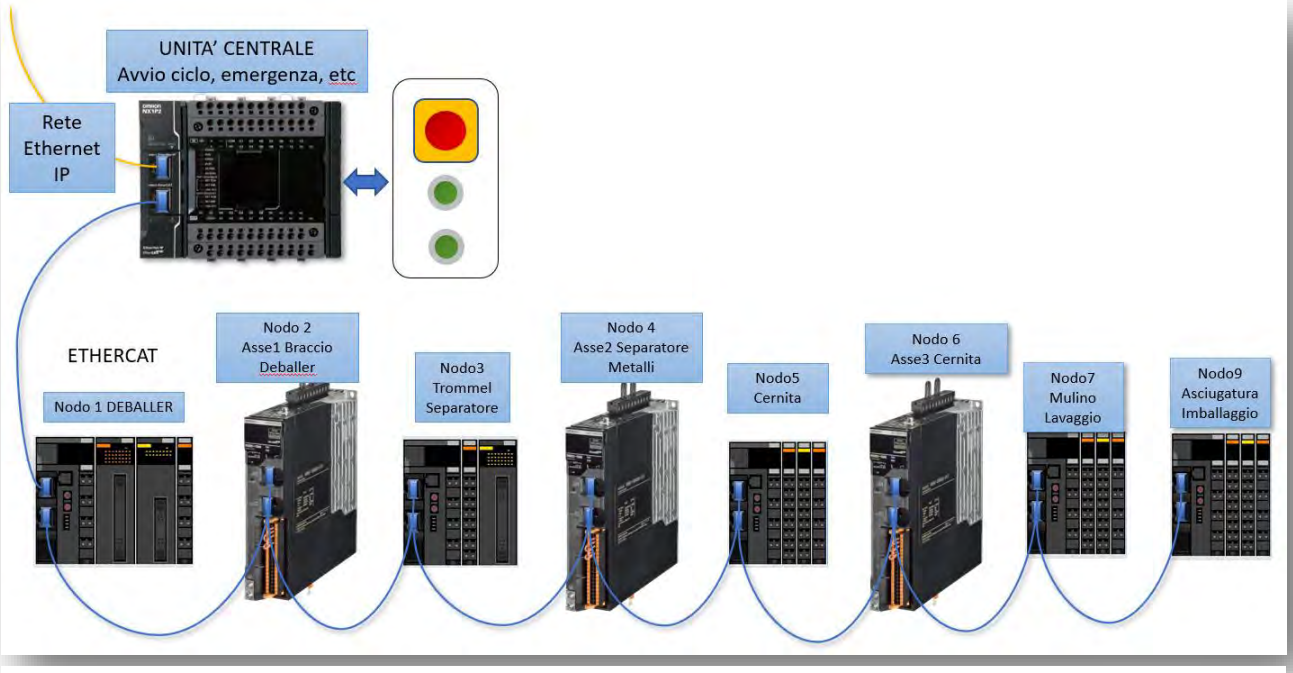
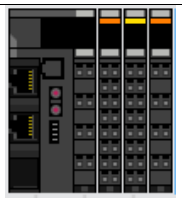
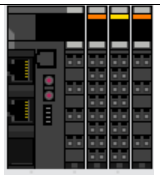
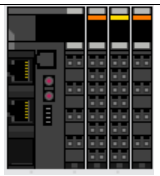


FIGURA 8 CONFIGURAZIONE RETE ETHERCAT

Tabella riassuntiva dispositivi utilizzati

Dispositivo/nodo	Funzione	Sigla	Caratteristiche	
PLC	Avvio emergenza IMPOSTAZIONI INIZIALI	NX1P2-9024DT1		
NODO 1	DEBALLER	NX-ECC201	EthernetCoupler	
		NX-ID6142-5	Digital Imput 32 bit	
		NX-OD5256-5	Digital Output 16 bit	
		NX-AD2603	Analog Imput 2 Ch	
NODO 2	ASSE1 DEBALLER	R88D-1SN15F-ECT	THREE PHASE AC400V/1.5Kw SERVO DRIVE	
NODO 3	TROMMEL SEPARATORE	NX-ECC201	EthernetCoupler	
		NX-ID4442	Digital Imput 8 bit	
		NX-OD6256-5	Digital Output 32 Bit	
NODO 4	ASSE2 SEP METALLI	R88D-1SN30F-ECT	THREE PHASE AC400V/3Kw SERVO DRIVE	
NODO 5	CERNITA	NX-ECC201	EthernetCoupler	
		NX-ID4442	Digital Imput 8 bit	
		OD-4121	Digital Output 8 bit	
		NX-AD2603	Analog Imput 2 Ch	
NODO 6	ASSE3 CERNITA	R88D-1SN15F-ECT	THREE PHASE AC400V/1.5Kw SERVO DRIVE	
NODO 7	MULINO LAVAGGIO	NX-ECC201	EthernetCoupler	
		NX-ID4442	Digital Imput 8 bit	
		OD-4121	Digital Output 8 bit	
		NX-AD2603	Analog Imput 2 Ch	
NODO 8	ASCIUGATURA IMBALLAGGIO	NX-ECC201	EthernetCoupler	
		NX-ID4442	Digital Imput 8 bit	
		OD-4121	Digital Output 8 bit	
		NX-AD2603	Analog Imput 2 Ch	

La struttura dei programmi e pagine lato HMI

Anche per l'HMI il progetto è stato ripartito in pagine facenti capo ai rispettivi macchinari;

Si può notare il gruppo pagine PLC all'interno del quale troviamo la pagina con il layout del PLC (NX1P2-9024DT1) e i vari EtherCat Coupler con i rispettivi moduli I/O sia digitali che analogici o SERVO-DRIVE per gli Assi.

Le restanti pagine richiamano le relative pagine dei vari macchinari.

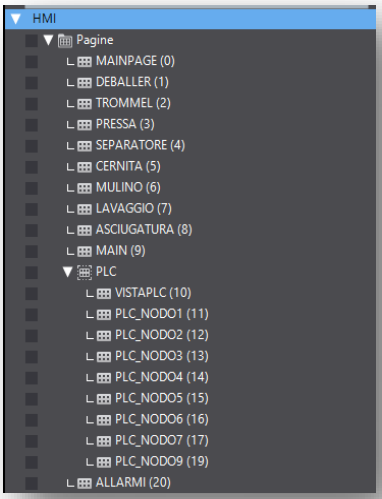
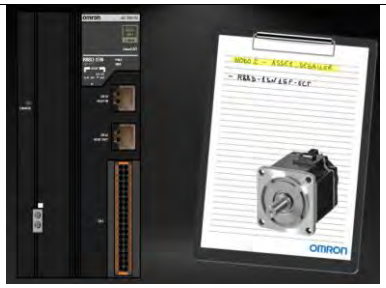


FIGURA 9 STRUTTURA PAGINE HMI

Le Pagine dei nodi Ethercat

NODO1	NODO2	NODO3
		
NODO4	**NODO5**	**NODO6**
NODO7	**NODO9**	

Le pagine “comuni” del progetto

La pagina iniziale “MAINPAGE”

L’avvio del progetto inizia con la pagina “MAINPAGE”, dove nella parte bassa si trovano il pulsante “AVVIO SIMULAZIONE” col quale avviare in modalità “standard” la simulazione, e il pulsante “AVVIO SIMULAZIONE AUT” che avvia la simulazione in modalità di visualizzazione automatica delle pagine dei vari macchinari, in base al loro stato di funzionamento. Il pulsante “Help” richiama un file pdf di aiuto con le indicazioni di base per il corretto avvio del sistema.

FIGURA 10 LA MAINPAGE

FIGURA 11 LA PAGINA MAIN

La pagina “MAIN”

Tale pagina fa da background per tutte le altre e riporta essenzialmente i pulsanti di accesso alle singole pagine dei macchinari del sistema.

La pagina “ALLARMI”

Questa pagina di tipo “pop-up”, si apre automaticamente in presenza di uno degli allarmi programmati da qualsiasi pagina si stia monitorando il sistema.

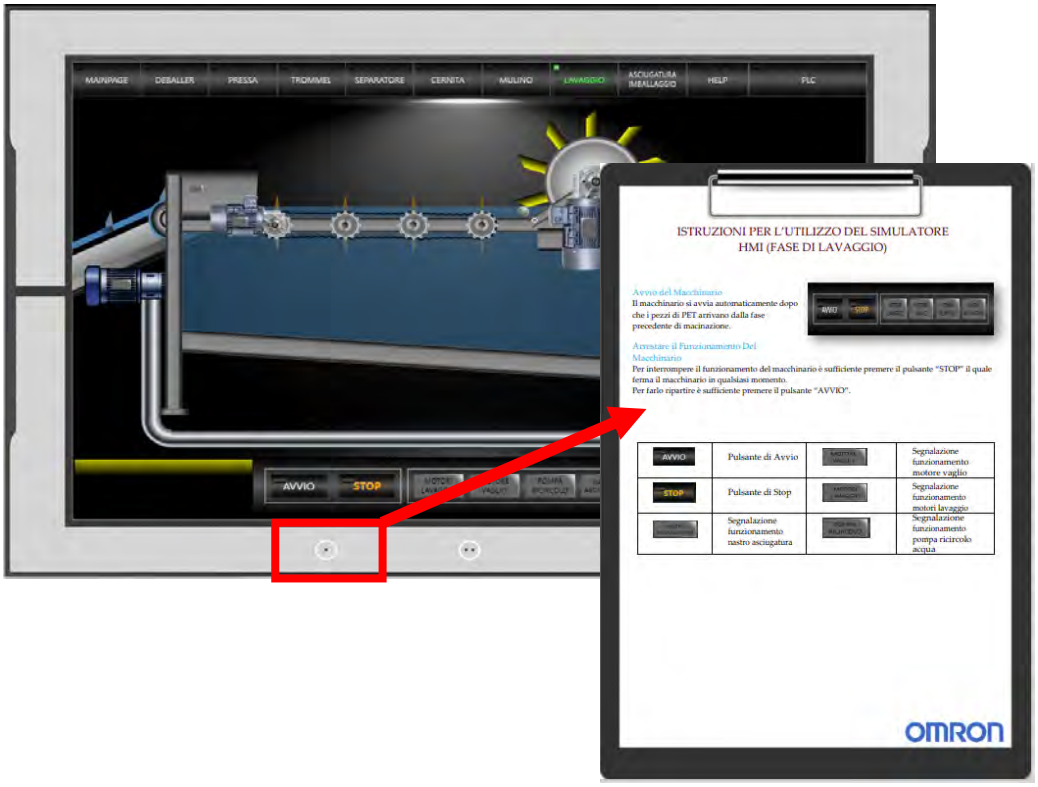
FIGURA 12 LA PAGINA ALLARMI

Contiene lo storico allarmi. Da questa pagina è possibile resettare la causa dell’allarme.

Le Pagine di HELP

In ogni pagina del progetto, ad esclusione delle pagine del PLC, è possibile premere il pulsante Help che richiama un documento in PDF con una breve descrizione del funzionamento della pagina e dei principali comandi e segnalazioni.

Tale documento è richiamabile anche premendo il tasto funzione F1Keys presente sul visore HMI



Le Subroutine Globali

Per le animazioni e la gestione di tutto il processo produttivo di riciclo delle bottiglie di PET (lato HMI), sono state create diverse subroutine ognuna con le animazioni relative ai macchinari gestiti da quello specifico nodo come visibili nella figura;

Di seguito le subroutine “di servizio” comuni all’intero progetto.

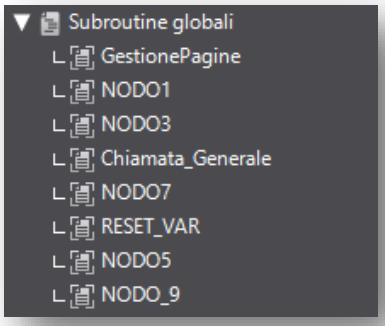


FIGURA 13 LE SUBROUTINE GLOBALI

Sub GestionePagine

Sub richiamata al verificarsi di una determinata condizione. Gestisce la visualizzazione delle varie pagine a seconda del tasto premuto.

```
'*****************************************************************************
Sub PagMainPage            'GESTIONE PAGINA PRINCIPALE

    VistaMenuPlc=False
    VistaDeballer=False
    VistaTrommel=False
    VistaMulino=False
    VistaCernita=False
    vistaasciugatura=False
    vistaseparatore=False
    vistalavaggio=False
    vistapressa=False
    VistaMainPage=True

  End Sub        'GESTIONE PAGINA PRINCIPALE
  '*****************************************************************************
Sub PagPlc                 'GESTIONE PAGINA PLC E NODI

    VistaMainPage=False
    VistaDeballer=False
    VistaTrommel=False
    VistaMulino=False
    VistaCernita=False
    vistaasciugatura=False
    vistaseparatore=False
    vistalavaggio=False
    vistapressa=False
    VistaMenuPlc=True

  End Sub                'GESTIONE PAGINA PLC E NODI
  '*****************************************************************************
Sub PagDeballer            'GESTIONE PAGINA DEBALLER

    VistaMainPage=False
    VistaMenuPlc=False
    VistaTrommel=False
    VistaMulino=False
    VistaCernita=False
    vistaasciugatura=False
    vistaseparatore=False
    vistalavaggio=False
    vistapressa=False
    VistaDeballer=True

  End Sub          'GESTIONE PAGINA DEBALLER
  '*****************************************************************************
Sub PagPressa              'GESTIONE PAGINA PRESSA

    VistaMainPage=False
    VistaMenuPlc=False
    VistaDeballer=False
    VistaTrommel=False
    VistaMulino=False
    VistaCernita=False
    vistaasciugatura=False
    vistaseparatore=False
    vistalavaggio=False
    vistapressa=True

  End Sub            'GESTIONE PAGINA PRESSA
  '*****************************************************************************
Sub PagTrommel             'GESTIONE PAGINA TROMMEL

    VistaMainPage=False
    VistaMenuPlc=False
    VistaDeballer=False
    VistaMulino=False
    VistaCernita=False
    vistaasciugatura=False
    vistaseparatore=False
    vistalavaggio=False
    vistapressa=False
    VistaTrommel=True

  End Sub          'GESTIONE PAGINA TROMMEL
  '*****************************************************************************
Sub PagSeparatore          'GESTIONE PAGINA SEPARATORE METALLI

    VistaMainPage=False
    VistaMenuPlc=False
    VistaTrommel=False
    VistaMulino=False
    VistaCernita=False
    vistaasciugatura=False
    vistadeballer=False
    vistalavaggio=False
    vistapressa=False
    vistaseparatore=True

  End Sub        'GESTIONE PAGINA SEPARATORE METALLI
  '*****************************************************************************
Sub PagMulino              'GESTIONE PAGINA MULINO MACINATORE

    VistaMainPage=False
    VistaMenuPlc=False
    VistaDeballer=False
    VistaTrommel=False
    VistaCernita=False
    vistaasciugatura=False
    vistaseparatore=False
    vistalavaggio=False
    vistapressa=False
    VistaMulino=True

  End Sub          'GESTIONE PAGINA MULINO MACINATORE
  '*****************************************************************************
Sub PagCernita             'GESTIONE PAGINA CERNITA SCELATA COLORE

    VistaMainPage=False
    VistaMenuPlc=False
    VistaDeballer=False
    VistaTrommel=False
    VistaMulino=False
    vistaasciugatura=False
    vistaseparatore=False
    vistalavaggio=False
    vistapressa=False
    vistacernita=True

  End Sub          'GESTIONE PAGINA CERNITA SCELATA COLORE
  '*****************************************************************************
Sub PagLavaggio            'GESTIONE PAGINA LAVAGGIO

    VistaMainPage=False
    VistaMenuPlc=False
    VistaDeballer=False
    VistaTrommel=False
    VistaMulino=False
    vistacernita=False
    vistaasciugatura=False
    vistaseparatore=False
    vistapressa=False
    vistalavaggio=True

  End Sub          'GESTIONE PAGINA LAVAGGIO
  '*****************************************************************************
Sub PagAsciugatura         'GESTIONE PAGINA ASCIUGATURA

    VistaMainPage=False
    VistaMenuPlc=False
    VistaTrommel=False
    VistaMulino=False
    VistaCernita=False
    vistadeballer=False
    vistaseparatore=False
    vistalavaggio=False
    vistapressa=False
    vistaasciugatura=True

  End Sub      'GESTIONE PAGINA ASCIUGATURA
  '*****************************************************************************
```

Sub Chiamata_Generale

Sub con evento ad intervalli di 100ms nella quale risiedono le chiamate “Call” alle varie sub del progetto.

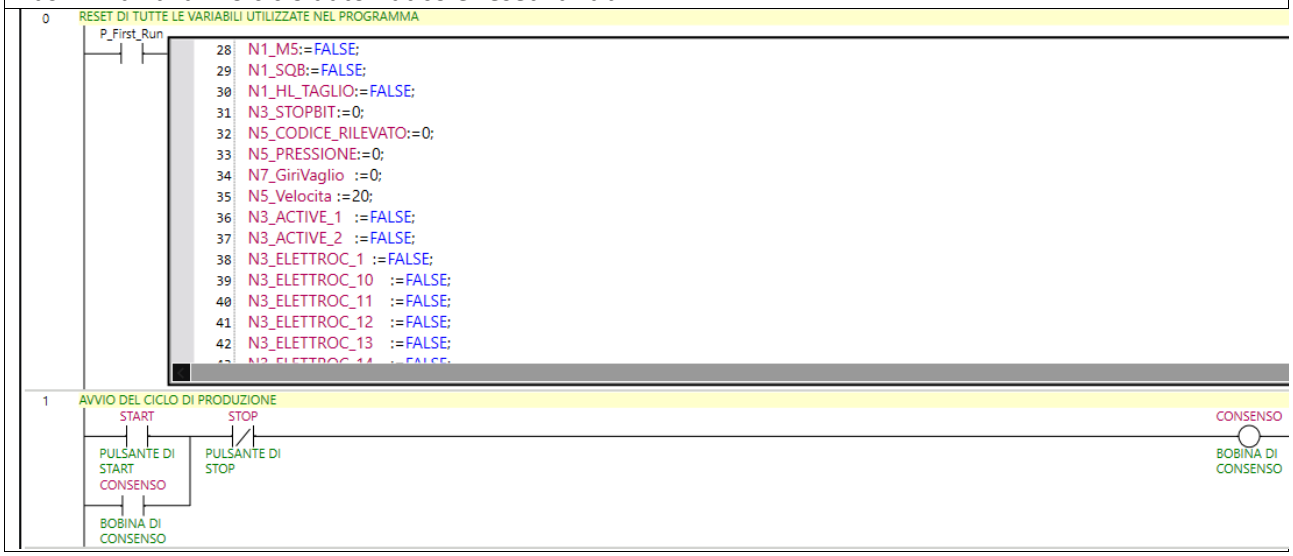
```
1   '*****************************************************************************************
2   Sub Chiamata      'CHIAMATA DELLE SUBROUTINE DEL PROGRAMMA MEDIANTE SUB CHIAMATA
3
4     Call  RESET_VARIABILI
5   'SUBROUTINE DEL DEBALLER
6   '*********************************
7     Call N1_elettrocalamita
8     Call N1_vis
9     Call N1_sensori
10    Call N1_taglio
11    Call N1_deballer
12    Call N1_pressa
13    Call N1_AnimBottiglie
14    Call N1_uscitabottiglie
15    Call N1_Nastro0
16    Call N1_manometro
17    Call  N1_gestionepressione
18    Call N1_AnimVersoFlusso
19
20  'SUBROUTINE DEL TROMMEL
21  '******************************
22    Call N3_AnimTrommel
23    Call N3_AnimNastro3
24    Call N3_AnimBot
25    Call N3_AnimGetti
26    Call N3_Sensori
27    Call N3_Residui
28  'SUBROUTINE SEPARATORE
29  '******************************
30    Call N3_AnimBottiglie_SEP
31    Call N3_AnimNastri_SEP
32    Call N3_PEZZI_SEP
33
34  'SUBROUTINE CERNITA
35  '************************
36    Call N5_AnimBottiglienastro7
37    Call N5_AnimNastro7
38    Call N5_AnimNastro8
39    Call N5_AnimNastro9
40    Call N5_CernitaBottiglie
41    Call N5_Rilevazione
42
43  ' SUB NODO7
44  '*************************
45  'MULINO
46    Call  N7_AnimNastro10
47    Call  N7_AnimNastro11
48    Call N7_AnimNastro12
49    Call N7_AnimBottiglieNastro10
50    Call N7_AnimPezziNastro11
51    Call N7_AnimPezziNastro12
52    Call N7_BottMulino
53    Call N7_MACINAZIONE
54    Call N7_MACINAZIONE
55  'LAVAGGIO
56    Call N7_Anim_Lavaggio
57    Call  N7_vaglio_rotante
58    Call N7_gocce
59    Call N7_pezzi_lavaggio
60    Call N7_Scarti
61
62  ' SUB NODO9 ASCIUGATURA ED IMBALLAGGIO
63  '*****************************************************
64    If STOP_R=False Then
65       Call AnimBottiglieNastro16
66
67       Call AnimNastro16
68       Call AnimNastro17
69       Call N9_SENSORI
70       Call N9_VIS
71       Call AnimImballaggio
72    End If
73
74  End Sub    'CHIAMATA DELLE SUBROUTINE DEL PROGRAMMA MEDIANTE SUB CHIAMATA
75  '*****************************************************************************************
```

Le altre subroutine per la gestione dei singoli macchinari saranno ampiamente esposte in seguito nella trattazione degli stessi.

Il ladder PLC_RACK

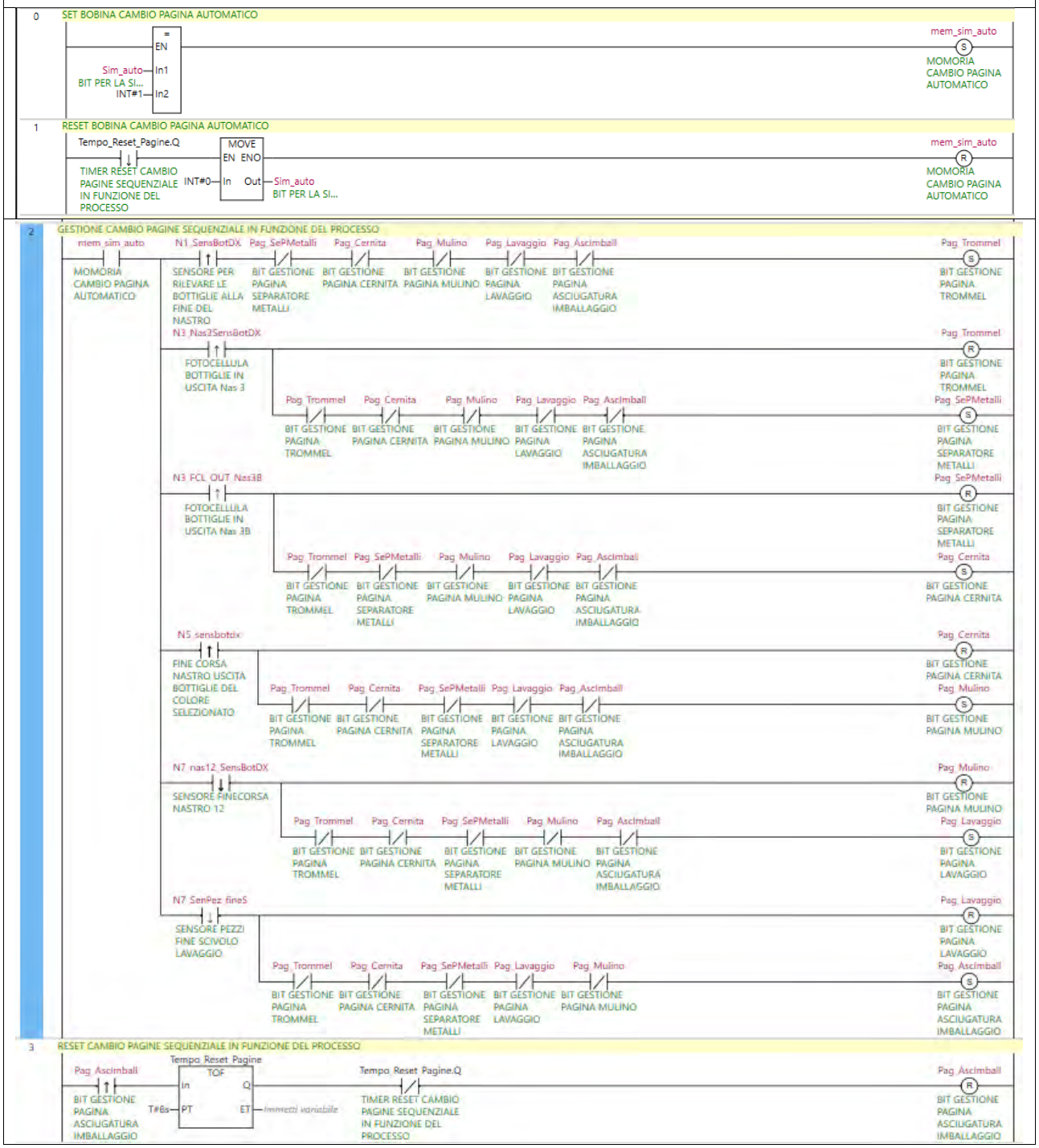
AvvioCiclo

Fasi iniziali di avvio ciclo automatico e reset variabili



Auto_PAG

Gestione scorrimento automatico delle pagine HMI in funzione del flusso produttivo se viene premuto il pulsante “Avvio simulazione aut”



I vari macchinari

Segue ora una descrizione delle pagine, del Ladder e delle Subroutine che compongono il funzionamento dei vari macchinari.

Il Deballer

Il Deballer è una macchina che, utilizzando un motore asincrono trifase, separa le bottiglie pressate in bottiglie singole.

La pagina del Deballer

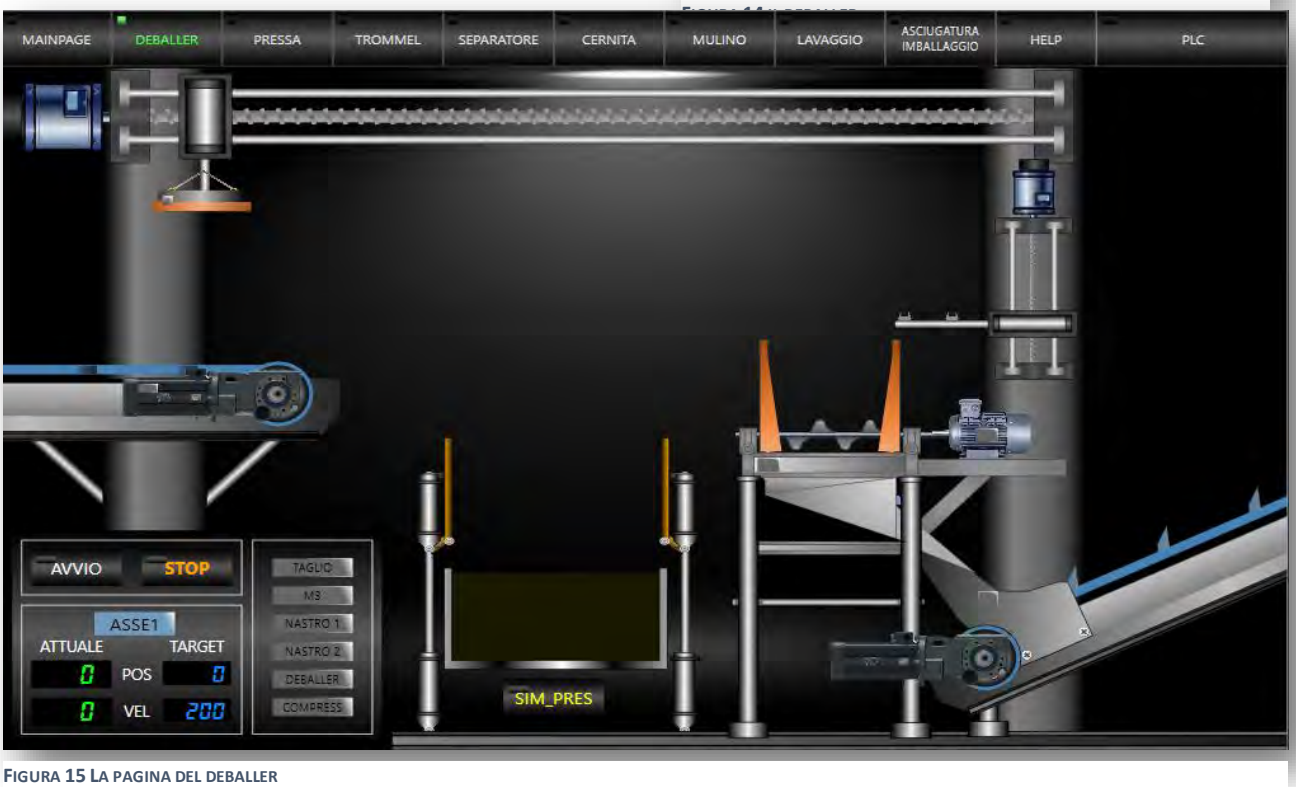


FIGURA 15 LA PAGINA DEL DEBALLER

Nella simulazione "Il Deballaggio" (la separazione delle bottiglie di pet pressate) avviene in quattro fasi, di cui una è stata implementata in questo progetto per l'automazione del taglio del filo di ferro

delle balle di PET che, negli impianti di “deballaggio” reali, viene svolto ancora manualmente da operatori con l’utilizzo di normali cesoie.

La prima fase è quella di “presa” della balla di PET ad opera di una elettrocalamita che si posiziona in prossimità della zona di presa sul nastro.

La seconda fase consiste nel trasporto di questa balla fino al vero e proprio deballer: ciò avviene mediante un servo azionamento di un motore brushless che ha il compito di traslare il braccio con l’elettrocalamita.

Nel nostro caso la terza fase, ossia il taglio, avviene in modo automatico mediante delle cesoie collegate ad un pistone: questo si estende per raggiungere la posizione del filo, segue quindi una traslazione verso l’alto ad opera di un motore asincrono trifase, fino al corretto posizionamento, così da effettuare il taglio. Questa fase è stata reinventata nel nostro progetto, poiché negli impianti di deballaggio reali la stessa fase è tuttora eseguita tagliando manualmente i fili metallici.

Il rientro del pistone permette la caduta delle bottiglie nel deballer, dove avverrà la separazione prima dell’invio alle lavorazioni successive.

Infine la quarta fase riguarda il riciclo del filo metallico tagliato, che viene depositato nella pressa dove verrà schiacciato per consentire l’immagazzinamento.

Quest’ultima fase verrà approfondita successivamente.

Avvio del Macchinario

Per far avviare il macchinario si agisce premendo premere il pulsante “AVVIO”.

Arrestare il Funzionamento Del Macchinario

Per interrompere il funzionamento del macchinario è sufficiente premere il pulsante “STOP” il quale ferma il macchinario in qualsiasi posizione esso sia.

FIGURA 16 PULSANTIERA DEL DEBALLER

Controllo Asse 1

L’asse 1, legato allo spostamento del braccio che sorregge l’elettrocalamita, viene gestito nel ladder dai relativi comandi Motion Control (MC): in questo caso si sono utilizzati comandi in posizione (MC_Move) per la gestione delle posizioni di homing, di rilascio della balla di PET e della posizione intermedia di rilascio dei fili metallici all’interno della pressa.

Un comando MC_Velocity consente di cambiare la velocità di spostamento: tale operazione è resa possibile agendo nell’apposito display posizionato a sinistra della scritta “VEL”.

Per garantire un corretto funzionamento delle fasi successive, il valore di velocità è impostato a 200 mm/s come valore massimo, in caso si voglia modificare velocità di funzionamento si può arrivare ad un valore non inferiore a 100mm/s: in tal caso si aumenterebbe la risposta nel ciclo di lavorazione.

Il valore di posizione viene aggiornato dal PLC e visualizzato nell’apposito display.

Segnalazioni Varie

Nella pulsantiera sono predisposte varie lampade per segnalare le uscite attive in quel momento:

- “ASSE1” segnala il funzionamento dell’Asse 1;
- “NASTRO 1” e “NASTRO 2” segnalano rispettivamente il funzionamento del nastro di ingresso e di uscita;
- “M3” segnala il funzionamento del motore che trasla verso l’alto il cilindro di taglio;
- “TAGLIO” segnala il funzionamento delle cesoie nella fase di taglio;
- “DEBALLER” segnala il funzionamento del motore del deballer;
- “COMPRESSORE” segnala il funzionamento del compressore;

Le Sub Globali del Nodo 1(Deballer)

N1_Nastro0

In questa sub si gestisce il movimento dei denti del nastro di uscita dal deballer

```
Sub N1_Nastro0                'GESTIONE ANIMAZIONI NASTRO 0 ARRIVO BALLE PET

  If N1_M2= True Then
    N1_nRotNastro0=N1_nRotNastro0+5
    N1_nDente1N0=N1_nDente1N0+10
    N1_nDente2N0=N1_nDente2N0+10
    N1_nDente3N0=N1_nDente3N0+10
    N1_nDente4N0=N1_nDente4N0+10
    N1_nDente5N0=N1_nDente5N0+10
    N1_nDente6N0=N1_nDente6N0+10
  End If

  If N1_nDente1N0=500 Then
    N1_nDente1N0=0
  End If

  If N1_nDente2N0=400 Then
    N1_nDente2N0=-100
  End If

  If N1_nDente3N0=300 Then
    N1_nDente3N0=-200
  End If

  If N1_nDente4N0=200 Then
    N1_nDente4N0=-300
  End If

  If N1_nDente5N0=100 Then
    N1_nDente5N0=-400
  End If

  If N1_nDente6N0=0 Then
    N1_nDente6N0=-500
  End If

End Sub            'GESTIONE ANIMAZIONI NASTRO 0 ARRIVO BALLE PET
```

N1_sensori

In questa sub vengono gestiti i funzionamenti dei vari sensori all'interno della pagina del deballer

```
Sub N1_sensori

'AZIONAMENTO SENSORI POSIZIONE DELL'ASSE
'*****************************************
   Select Case Asse_1.Cmd.Pos
'ASSE A SINISTRA
'*****************
   Case 0
         N1_fcs=True
         N1_FCD=False
         N1_FCIP=False
'ASSE NELLA POSIZIONE INTERMEDIA
'*********************************
   Case 345
         N1_FCS=False
         N1_FCD=False
         N1_FCIP=True
'ASSE A DESTRA
'****************
   Case 631
         N1_FCS=False
         N1_FCD=True
         N1_FCIP=False
'ASSE IN UN PUNTO NON INTERESSATO DELLE LAVORAZIONI
'*****************************************************
   Case Else
         N1_FCS=False
         N1_FCD=False
         N1_FCIP=False
   End Select

'ATTIVAZIONE SENSORE TUTTO FUORI DEL CILINDRO B DI TAGLIO
'*********************************************************
   If N1_SteloB=-90 Then
      n1_fbtf=True
   Else
      n1_fbtf=False
   End If

'ATTIVAZIONE SENSORE TUTTO DENTRO DEL CILINDRO B DI TAGLIO
'*********************************************************
   If N1_SteloB=0 Then
      n1_fbtd=True
   Else
      n1_fbtd=False
   End If

'ATTIVAZIONE FINE CORSA ALTO MOTORE M3
'*************************************
   If N1_SteloBsu<=-24 Then
      N1_fc_up=True
   Else
      n1_Fc_up=False
   End If

'ATTIVAZIONE FINE CORSA BASSO MOTORE M3
'*************************************
   If N1_SteloBsu>=0 Then
      n1_fc_down=True
   Else
      n1_fc_down=False
   End If

End Sub              'GESTIONE SENSORI ASSE 0 BRACCIO PRESA BALLE PET
```

N1_vis

In questa sub viene gestito l'alternarsi della visibilità dei vari oggetti nella pagina del deballer

```
Sub N1_vis

'VISBILITA DELLE BALLE DI PET
'*****************************
   If N1_pet_su<=-80 And Asse_1.Cmd.Pos=0 Then
      N1_p1=False
      N1_p2=True
   End If

'PRIMA BALLA SUL NASTRO
'**********************
   If N1_mov1=0 Then
      N1_p1=True
   End If

'RESET BALLA IN ARRIVO SUL NASTRO
'*********************************
   If Asse_1.Cmd.Pos>0 And n1_w3=False Then
      N1_mov1=0
      N1_pet_su=0
   End If

'RESET VISIBILITA BALLA TRASPORTATA
'**********************************
   If asse_1.Cmd.Pos=631  And N1_HL_TAGLIO=True Then
      N1_p2=False
      N1_p3=True
   End If

'RESET N1_p3
'************
   If N1_m4On>=1 And (N1_M5=False Or STOP_R=True) Then
      n1_p3=False
   End If

'VISIBILITA FILO TAGLIATO
'*************************
   If N1_HL_TAGLIO=True And n1_ec1=True Then
      N1_p4=True
   End If

'ALTERNANZA DELLE VISIBILITA DELLA VITE PER CREARE L'EFFETTO DI MOVIMENTO MEDIANTE INCREMENTO CONTINUO DELLA VARIABILE N1_k
'*********************************************************************************************************************
   If n2_busy=True Or n2_HomeBusy=True Then
      N1_k=N1_k+1
   End If
   Select Case N1_k
   Case 0
      N1_visvite1=True
   Case 1
      N1_visvite1=False
   Case 2
      N1_visvite1=True
   Case 3
      N1_k=0
   End Select

'ALTERNANZA VISIBILITA PER CREARE L'EFFETTO DI MOVIMENTO DELLA VITE PER CILINDRO DI TAGLIO
'*********************************************************************************************
   If N1_M3_KM1=True Or N1_M3_KM2=True Then
      N1_kb=N1_kb+1
   End If
   Select Case N1_kb
      Case 0
         n1_viteb=True
      Case 1
         n1_viteb=False
      Case 2
         n1_viteb=True
      Case 3
         N1_kb=0
   End Select
End Sub              'GESTIONE ANIMAZIONE VISIBILITA' BALLE PET
```

N1_elettrocalamita

In questa sub vengono gestite tutte le varie animazioni legate all'azionamento dell'elettrocalamita

```
'MOVIMENTO PET SUL NASTRO
'*********************************
  If N1_M2=True And N1_p1=True Then
    N1_mov1=N1_mov1+10
  End If

'ATTIVAZIONE SENSORE BALLE SUL NASTRO
'*********************************************
  If N1_mov1>=250 Then
    n1_sqb=True
  Else
    n1_sqb=False
  End If

'ANIMAZIONE USCITA CILINDRO A ELETTROCALAMITA
'*************************************************************
  If N1_A1=True And N1_EC1=False Then
    N1_ec1_giu=N1_ec1_giu+5
  End If

'ANIMAZIONE RIENTRO CILINDRO A ELETTROCALAMITA
'*************************************************************
  If N1_A2=True Then
    N1_ec1_giu= N1_ec1_giu-5
    N1_pet_su=N1_pet_su-5
  End If

'SENSORE TUTTO DENTRO CILINDRTO A ELETTROCALAMITA
'*************************************************************
  If N1_ec1_giu<=0 Then
    n1_fatd=True
  Else
    n1_fatd=False
  End If

'SENSORE TUTTO FUORI CILINDRTO A ELETTROCALAMITA
'*************************************************************
  If N1_ec1_giu=85 Then
    n1_fatf=True
  Else
    n1_fatf=False
  End If

End Sub     'GESTIONE ANIMAZIONI SPOSTAMENTO ELETTROCALAMITA
```

N1_taglio

In questa sub vengono gestite le animazioni legate al cilindro di taglio

```
Sub N1_taglio                'GESTIONE ANIMAZIONI STAZIONE DI TAGLIO FILI

'ESTENSIONE DEL CILINDRO B DI TAGLIO
'*****************************************
  If N1_B=True Then
    N1_SteloB=-90
  End If

'RIENTRO DEL CILINDRO B DI TAGLIO
'*****************************************
  If N1_R_B=True Or STOP_R=True Then
    N1_SteloB=0
  End If

'TRASLAZIONE DEL CILINDRO B DI TAGLIO VERSO L'ALTO GRAZIE AL MOTORE M3
'*****************************************************************************
  If N1_M3_KM1=True And N1_SteloBsu>=-24 Then
    N1_SteloBsu=N1_SteloBsu-3
  End If

'TRASLAZIONE DEL CILINDRO B DI TAGLIO VERSO IL BASSO GRAZIE AL MOTORE M3
'*****************************************************************************
  If N1_M3_KM2=True And N1_SteloBsu<=0 Then
    N1_SteloBsu=N1_SteloBsu+3
  End If

'TAGLIO FILO MEDIANTE ELETTROPINZE
'*****************************************
  If N1_EPZ1=True Then
    N1_vispinze1=False
    N1_vispinze2=True
  Else
    N1_vispinze1=True
    N1_vispinze2=False
  End If

End Sub              'GESTIONE ANIMAZIONI STAZIONE DI TAGLIO FILI
```

N1_Deballer

In questa lunga sub vengono gestite le animazioni della fase di deballaggio delle bottiglie

```
Sub N1_Deballer                'GESTIONE ANIMAZIONI DEBALLER

'SENSORE ARRIVO BOTTIGLIE NEL DEBALLER
'**************************************************
  If N1_botd0_v>200  And N1_botd0_v<220 Or
     N1_botd1_v >200  And N1_botd1_v<220 Or
     N1_botd2_v >200  And N1_botd2_v<220 Or
     N1_botd2a_v >200  And N1_botd2a_v<220 Or
     N1_botd1a_v >200  And N1_botd1a_v<220Then
     N1_SensBotD=True
  Else
     N1_SensBotD=False
  End If

'ANIMAZIONE DELLE LAME DEL MOTORE M4 DEBALLER
'*************************************************************
  If N1_M4=True Then
     N1_km=N1_km+1
  End If

'GESTIONE ANIMAZIONE LAME DEBALLER CON CASE SELECT
'*******************************************************************
  Select Case N1_km
  Case 0
     N1_viskm=True
  Case 1
     N1_viskm=False
  Case 2
     N1_viskm=True
  Case 3
     N1_km=0
  End Select
```

```
'ANIMAZIONE CADTA BOTTIGLIE NEL DEBALLER
'**************************************************
  If N1_R_B=True Or (stop_r=True And Asse_1.Cmd.Pos=631) Then
     N1_bit_caduta=True
  End If
  If N1_bit_caduta=True And N1_m4On=0  Then
     N1_botd0_v=N1_botd0_v+10
  End If
  If N1_botd0_v>50 Then
     N1_botd1_v=N1_botd1_v+10
  End If
  If N1_botd0_v>140 Then
     N1_botd2_v=N1_botd2_v+10
  End If
  If N1_botd2_v>100 Then
     N1_botd2a_v=N1_botd2a_v+10
  End If
  If N1_botd2_v>200 Then
     N1_botd1a_v=N1_botd1a_v+10
  End If
  If N1_botd0_v>269 Then
     N1_botd0_v=270
  End If
  If N1_botd1_v>294 Then
     N1_botd1_v=295
  End If
  If N1_botd2_v>304 Then
     N1_botd2_v=305
  End If
  If N1_botd1a_v>294 Then
     N1_botd1a_v=295
  End If
  If N1_botd2a_v>304  Then
     N1_botd2a_v=305
     N1_m4On=N1_m4On+1
  End If
  If N1_m4On>=1Then
     N1_botd2a_v=0
     N1_botd1a_v=0
     N1_botd1_v=0
     N1_botd2_v=0
     N1_botd0_v=0
     N1_p3=False
     N1_bit_caduta=False
  End If
  If N1_M4=False Then
     N1_m4On=0
  End If
```

```
  If N1_botd2_v>304 Then
     N1_botd2_v=305
  End If

  If N1_botd1a_v>294 Then
     N1_botd1a_v=295
  End If

  If N1_botd2a_v>304  Then
     N1_botd2a_v=305
     N1_m4On=N1_m4On+1
  End If

  If N1_m4On>=1Then
     N1_botd2a_v=0
     N1_botd1a_v=0
     N1_botd1_v=0
     N1_botd2_v=0
     N1_botd0_v=0
     N1_p3=False
     N1_bit_caduta=False
  End If

  If N1_M4=False Then
     N1_m4On=0
  End If
```

```
'GESTIONE BOTTIGLIE SCIVOLO DEBALLER
'**************************************************
  If N1_SensBotD=True Then '
     N1_anim_botd=True
     N1_nD=0
  End If

  If N1_nD=NumPass*1.5 Then
     N1_anim_botdP=False
     N1_anim_botd=False
     N1_botd_o=0
     N1_botd1_o=0
  Else
     N1_anim_botdP=True
  End If

  If N1_anim_botdP=True Then
     If N1_anim_botd=True Then
        N1_botd_o=N1_botd_o+10
     End If
     If N1_botd_o>80 Then
        N1_botd=True
     End If
     If N1_botd=True Then
        N1_botd1_o=N1_botd1_o+10
     End If
     If N1_botd_o=160 Then
        N1_botd_o=0
        N1_nD=N1_nD+0.5
     End If
     If N1_botd1_o=160 Then
        N1_botd1_o=0
        N1_botd=False
     End If
  End If
```

```
'GESTIONE PRESENZA BOTTIGLIE NELLO SCIVOLO DEL DEBALLER
'*******************************************************************
  If (N1_botd_o>140 And N1_botd_o< 160) Or (N1_botd1_o>140 And N1_botd1_o< 160) Then
     n1_ftc_pezzi=True
  Else
     n1_ftc_pezzi=False
  End If

End Sub              'GESTIONE ANIMAZIONI DEBALLER
```

N1_uscitabottiglie

In questa sub si gestiscono le animazioni per gestire lo spostamento dei denti del nastro in uscita dal deballer

```
Sub N1_uscitabottiglie          'GESTIONE ANIMAZIONI NASTRO 1 TRASFERIMENTO BOTTIGLIE A TROMMEL

  If N1_M5=True Then
    N1_RotNastro0=N1_RotNastro0+5
    N1_RotDenteN0=N1_RotDenteN0+10
    N1_Dente1N0=N1_Dente1N0+10
    N1_Dente2N0=N1_Dente2N0+10
    N1_Dente3N0=N1_Dente3N0+10
    N1_Dente4N0=N1_Dente4N0+10
    N1_Dente5N0=N1_Dente5N0+10
    N1_Dente6N0=N1_Dente6N0+10
  Else
    N1_Dente1N0=0
    N1_RotDenteN0=0
    N1_Dente2N0=0
    N1_RotDenteN0=0
    N1_Dente3N0=0
    N1_RotDenteN0=0
    N1_Dente4N0=0
    N1_RotDenteN0=0
    N1_Dente5N0=0
    N1_RotDenteN0=0
    N1_Dente6N0=0
    N1_RotDenteN0=0
  End If

  If N1_Dente1N0=500 Then
    N1_Dente1N0=0
    N1_RotDenteN0=0
  End If

  If N1_Dente2N0=400 Then
    N1_Dente2N0=-100
    N1_RotDenteN0=0
  End If

  If N1_Dente3N0=300 Then
    N1_Dente3N0=-200
    N1_RotDenteN0=0
  End If

  If N1_Dente4N0=200 Then
    N1_Dente4N0=-300
    N1_RotDenteN0=0
  End If

  If N1_Dente5N0=100 Then
    N1_Dente5N0=-400
    N1_RotDenteN0=0
  End If

  If N1_Dente6N0=0 Then
    N1_Dente6N0=-500
    N1_RotDenteN0=0
  End If

End Sub     'GESTIONE ANIMAZIONI NASTRO 1 TRASFERIMENTO BOTTIGLIE A TROMMEL
```

N1_AnimBottiglie

In questa sub vengono gestite le animazioni delle bottiglie sul nastro in uscita dal deballer

```
Sub N1_AnimBottiglie          'GESTIONE ANIMAZIONI BOTTIGLIE SU NASTRO 1

 'SE IL MOTORE DEL NASTRO N0 è ATTIVO
 '*********************************************
   If n1_m5=True Then
     N1_botn0=True
   Else
     N1_botn0=False
     N1_n=0
   End If

 'GESTIONE VISIBILITA PRIMO GRUPPO BOTTIGLIE
 '*****************************************************
   If N1_n=NumPass Then
     N1_bot0Vis=False
   Else
     N1_bot0Vis=True
   End If

   If N1_botn0=True Then
     If N1_bot0Vis=True Then
       N1_bot0_o=N1_bot0_o+10
     End If
     If N1_bot0_o>100 Then
       N1_bot1Vis=True
     End If
     If N1_bot1Vis=True
       N1_bot1_o=N1_bot1_o+10
     End If
     If N1_bot1_o>100 Then
       N1_bot2Vis=True
     End If
     If N1_bot2Vis=True
       N1_bot2_o=N1_bot2_o+10
     End If
     If N1_bot2_o>100 Then
       N1_bot3Vis=True
     End If
     If N1_bot3Vis=True
       N1_bot3_o=N1_bot3_o+10
     End If
     If N1_bot3_o>100 Then
       N1_bot4Vis=True
     End If
     If N1_bot4Vis=True
       N1_bot4_o=N1_bot4_o+10
     End If
   End If

   If N1_bot0_o=500  Then
     N1_n=N1_n+1
     N1_bot0Vis=False
     N1_bot0_o=0
   End If

   If N1_bot1_o=500  Then
     N1_bot1Vis=False
     N1_bot1_o=0
   End If

   If N1_bot2_o=500  Then
     N1_bot2Vis=False
     N1_bot2_o=0
   End If

   If N1_bot3_o=500  Then
     N1_bot3Vis=False
     N1_bot3_o=0
   End If

   If N1_bot4_o=500  Then
     N1_bot4Vis=False
     N1_bot4_o=0
   End If

 'SENSORE NASTRO
 '*******************
   If (N1_bot0_o>470 And N1_bot0_o<500) Or  (N1_bot1_o>470 And N1
     N1_SensBotDX=True
   Else
     N1_SensBotDX=False
   End If

 End Sub        'GESTIONE ANIMAZIONI BOTTIGLIE SU NASTRO 1
```

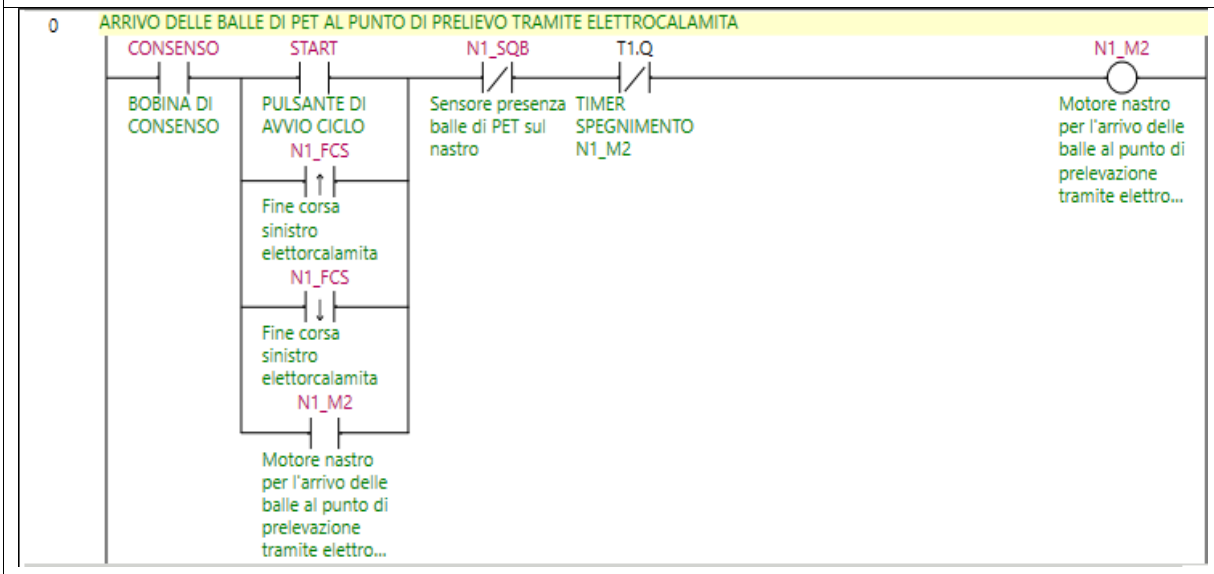
Ladder Deballer/Asse1

NODO1-2 Nastro di Arrivo

Rung 0

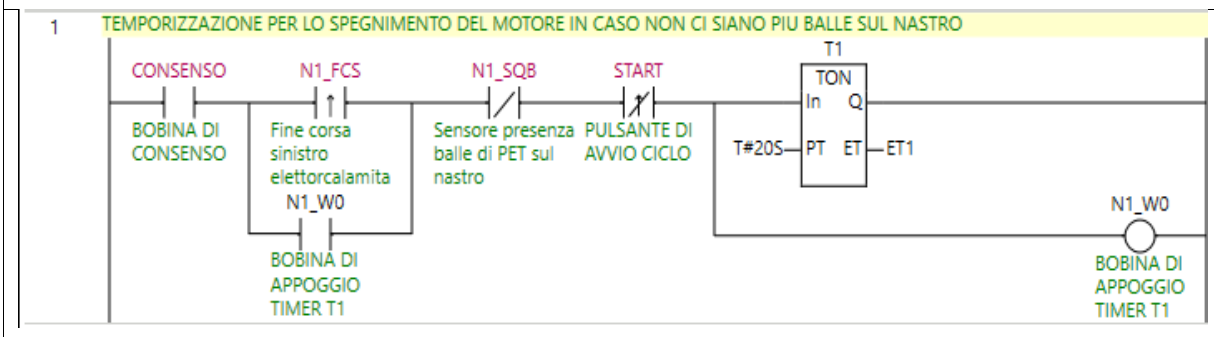
Questo rung ha il compito di far avviare il motore N1_M2 del nastro di ingresso del deballer quando viene premuto il pulsante “START” oppure sui fronti di salita e discesa del sensore “N1_FCS”.

Il nastro si ferma mediante il sensore “N1_SQB” quando la balla arriva nelle prossimità dello stesso, il nastro viene fermato anche mediante T1.Q in caso non arrivino piu balle per un preciso lasso di tempo.



Rung 1

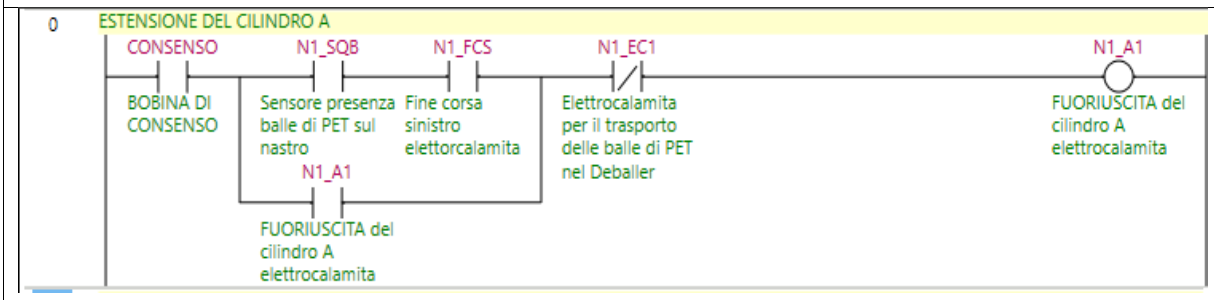
Questo rung ha il compito di far contare il temporizzatore “T1” , col fronte di salita del sensore “N1_FCS” facendo cosi attivare la sua uscita. In caso arrivino altre balle sul sensore “N1_SQB” il conteggio viene azzerato.



NODO1-2 Elettrocalamita

Rung 0

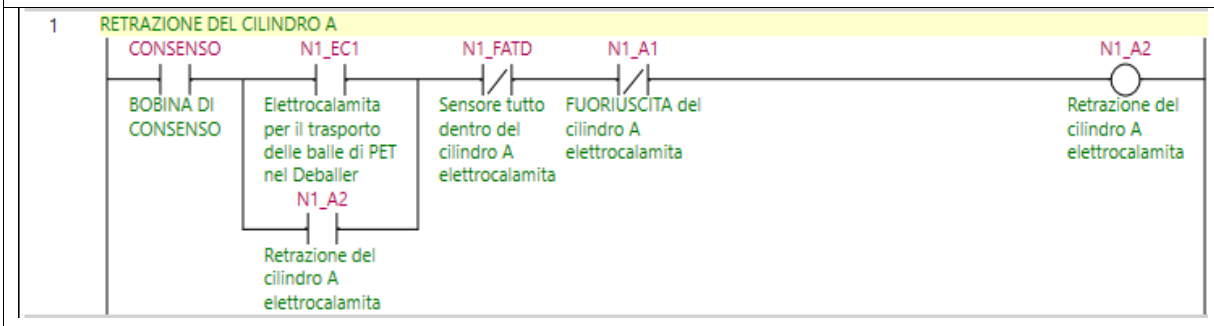
Con l'attivazione dei sensori "N1_SQB" ed "N1_FCS" si attiva la bobina "N1_A1" che fa fuoriuscire il cilindro legato all'elettrocalamita.



Rung 1

Con l'attivazione di "N1_EC1" si attiva la bobina "N1_A2" che consente al cilindro di rientrare.

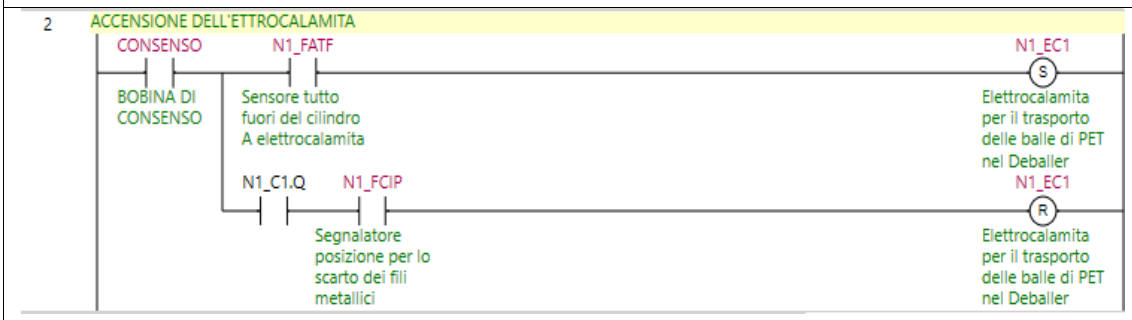
La bobina viene diseccitata quando si attiva il sensore read "N1_FATF" montato sul cilindro A



Rung 2

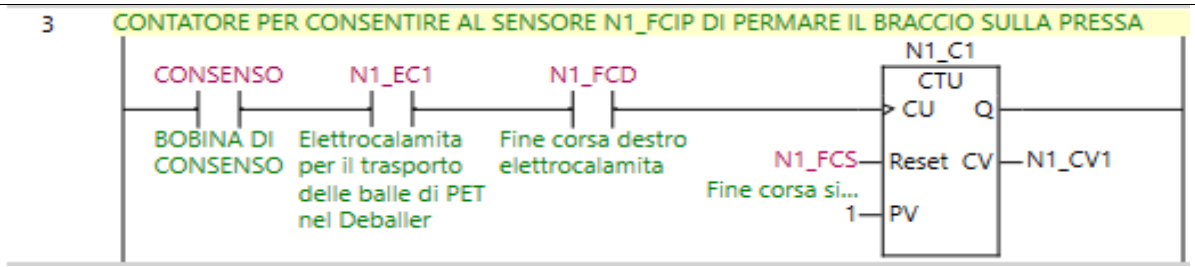
Con l'attivazione del sensore "N1_FATF" si attiva la bobina di set "N1_EC1" che attiva l'elettrocalamita.

La bobina si resetta quando "N1_C1.Q" ed "N1_FCIP" sono attivi.



Rung 3

Con l'attivazione di "N1_EC1" ed "N1_FCD" il contatore "N1_C1" conta attivando cosi la sua uscita



Rung 4

In questo rung si mantiene il segnale proveniente dal fronte di salita del sensore “N1_FATD” eccitando la bobina fittizia “N1_W6”. La bobina “N1_W6” si diseccita con l’attivazione del sensore “N1_FCD”

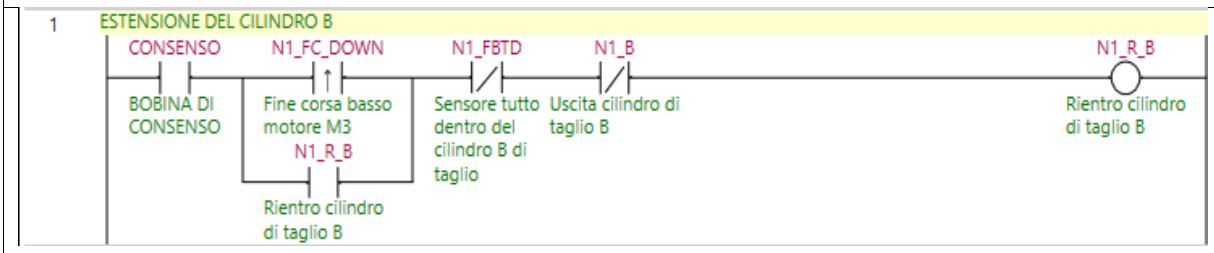
NODO1-2 Cilindro di Taglio

Rung 0

Con il fronte di salita di “N1_FCD” si attiva l’uscita “N1_B” che fa fuoriuscire il cilindro B di taglio, è inoltre presente un interblocco che impedisce alla bobina di attivarsi in caso “N1_R_B” sia attivo. La bobina si disattiva con l’attivazione di “N1_FC_DOWN”.

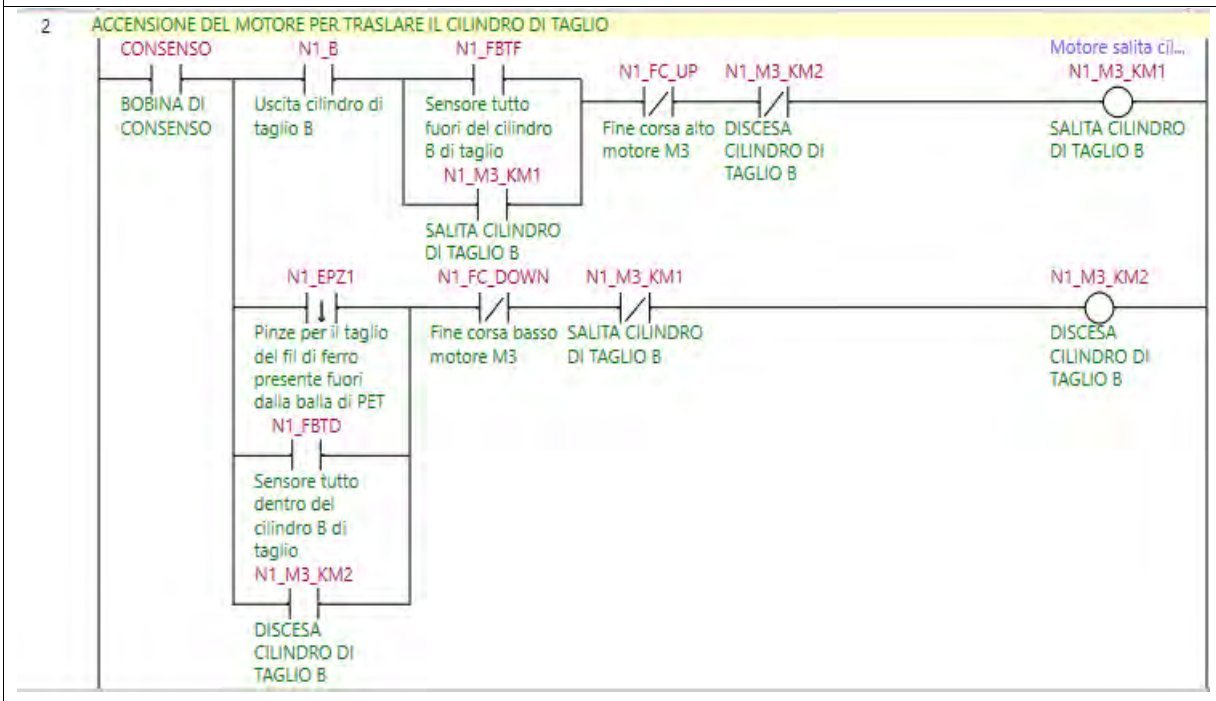
Rung 1

Con il fronte di salita di “N1_FC_DOWN” si attiva la bobina “N1_R_B” che fa ritrarre il cilindro di taglio, è inoltre presente un interblocco che impedisce alla bobina di attivarsi in caso “N1_B” sia attivo. La bobina si disattiva con l’attivazione di “N1_FBTD”



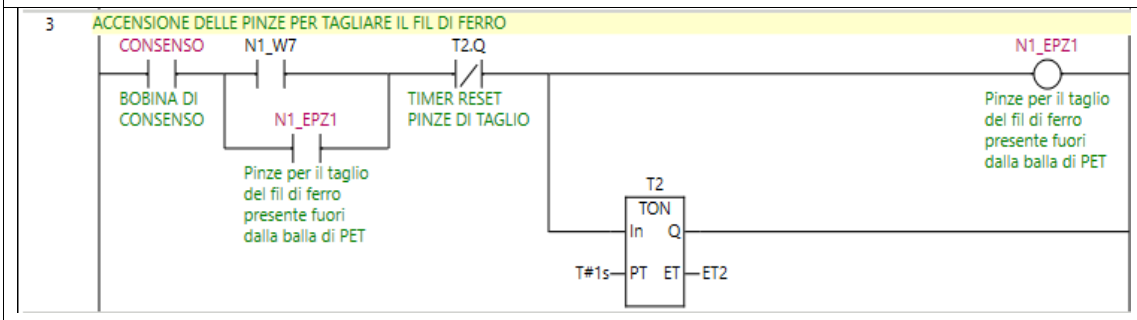
Rung 2

Con l'attivazione di "N1_B" ed "N1_FBTF" si attiva la bobina "N1_M3_KM1" che consente la traslazione del cilindro di taglio verso l'alto, e si disattiva con l'attivazione del sensore "N1_FC_UP". Sul fronte di discesa di "N1_EPZ1" o con l'attivazione di "N1_FBTD" si attiva la bobina "N1_M3_KM2" che trasla il cilindro di taglio verso il basso, e che si disattiverà con l'attivazione del sensore "N1_FC_DOWN". In serie ad entrambe le bobine è posto un interblocco che impedisce ad esse di funzionare in contemporanea.



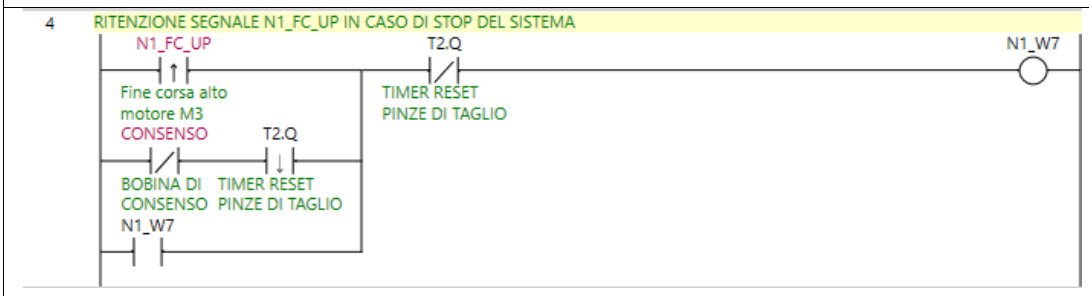
Rung 3

Con l'attivazione di "N1_W7" si attiva la bobina "N1_EPZ1" e vi rimane finchè non è passato un secondo grazie all'attivazione dell'uscita temporizzatore "T2".



Rung 4

Questo rung serve per mantenere il fronte di salita di “N1_FC_UP” in caso di stop del sistema



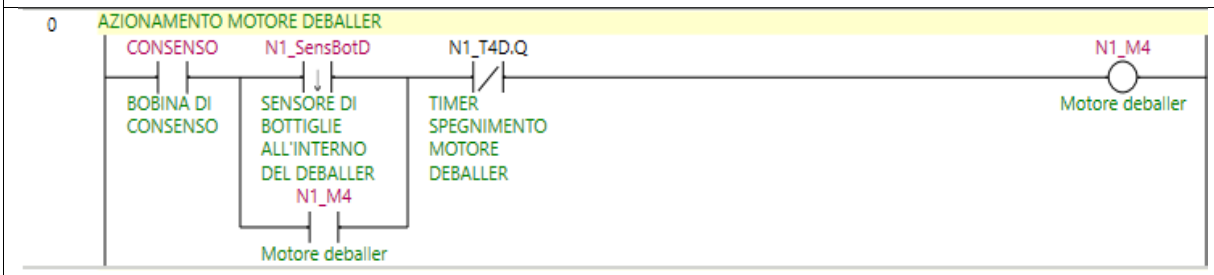
Rung 5

Con il fronte di discesa di “N1_B” si eccita la bobina “N1_HL_TAGLIO” che come da nome segnala il taglio del filo metallico

NODO1-2 Deballer

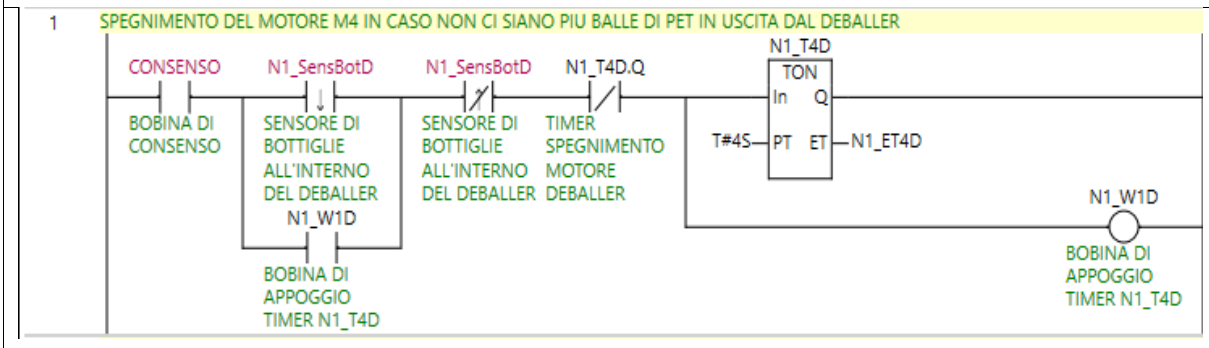
Rung 0

Sul fronte di discesa di “N1_SensBotD” si attiva la bobina “N1_M4” che mette in moto il motore del Deballer. La bobina si disattiva con l’attivazione dell’uscita di “N1_T4D”.



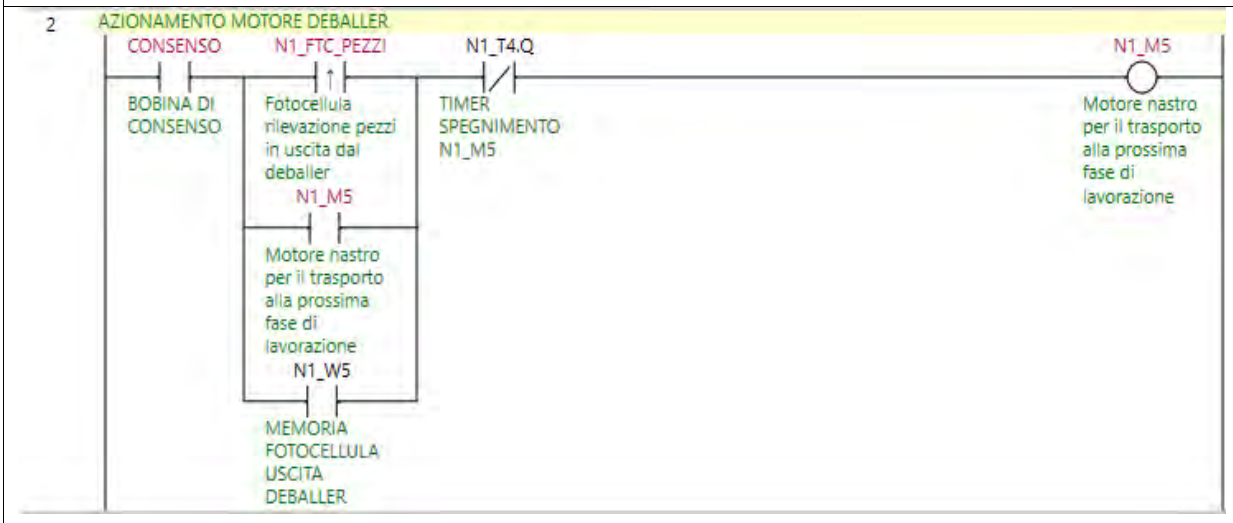
Rung 1

Sul fronte di discesa di “N1_SensBotD” si attiva il temporizzatore “N1_T4D” che dopo 4 secondi attiva la sua uscita. In caso venga attivato il sensore “N1_SensBotD”,sul suo fronte di salita; il temporizzatore viene disattivato resettando cosi il suo PT.



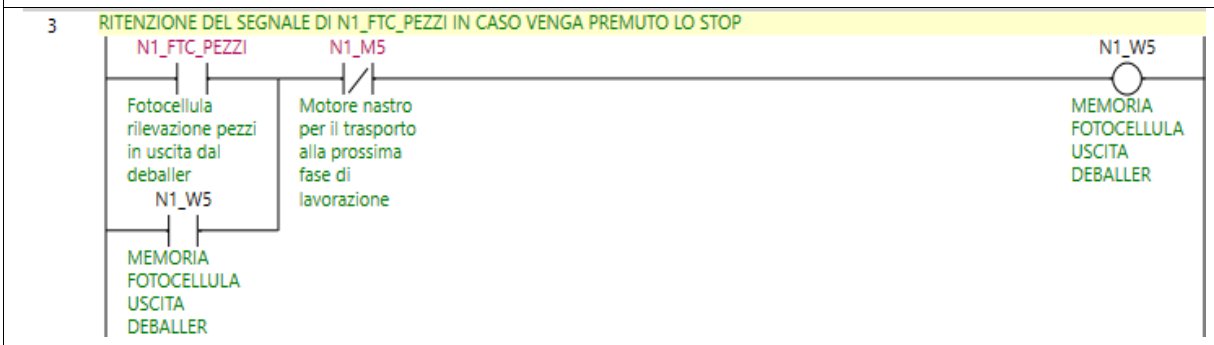
Rung 2

Sul fronte di salita di “N1_FTC_PEZZI” si attiva la bobina “N1_M5” che mette in moto il motore del nastro di uscita delle bottiglie dal debeller. La bobina si disattiva con l’attivazione dell’uscita di “N1_T4D”.



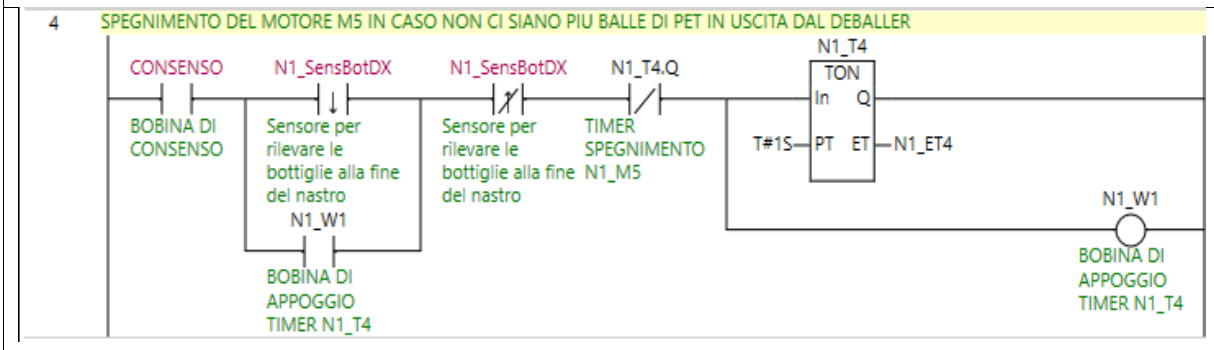
Rung 3

Questo rung serve per memorizzare il segnale di “N1_FTC_PEZZI” in caso venga premuto lo stop del sistema



Rung 4

Sul fronte di discesa di “N1_SensBotDX” si attiva il temporizzatore “N1_T4” che dopo 1 secondo attiva la sua uscita. In caso venga attivato il sensore “N1_SensBotDX” sul suo fronte di salita il temporizzatore viene disattivato resettando cosi il suo PT.

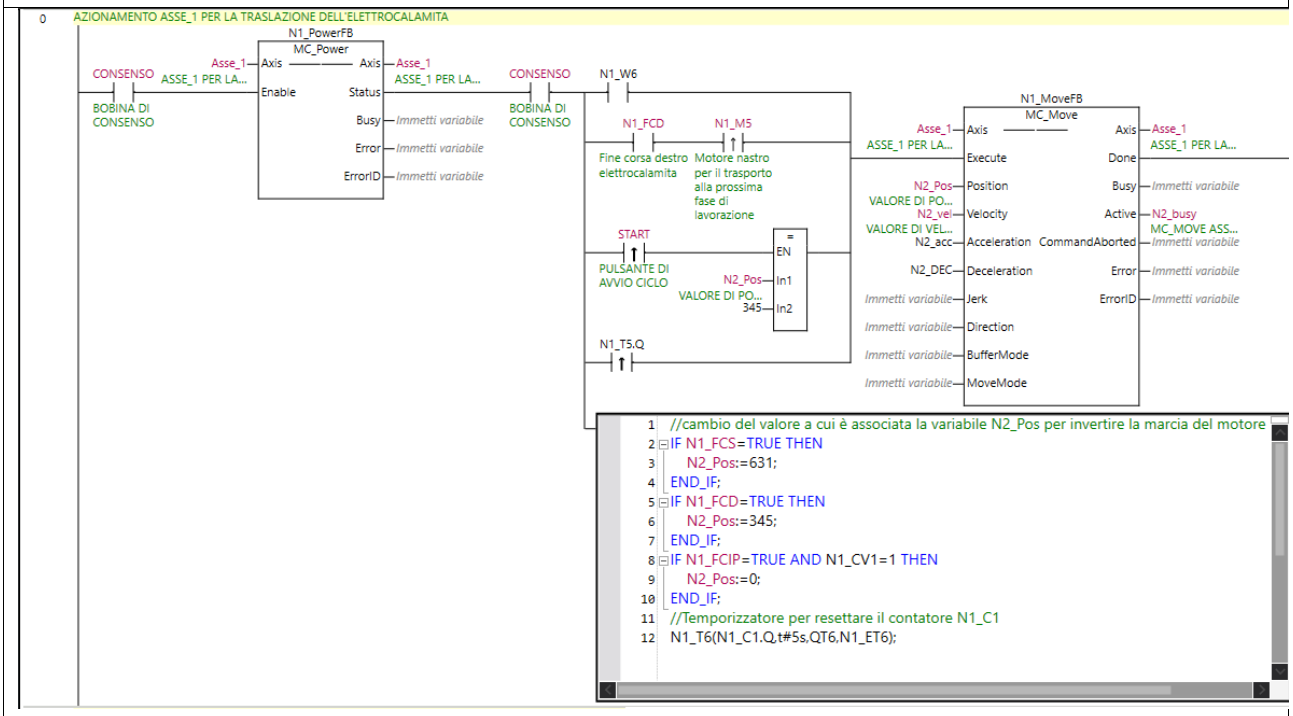


NODO1-2 Controllo Asse_1

Rung 0

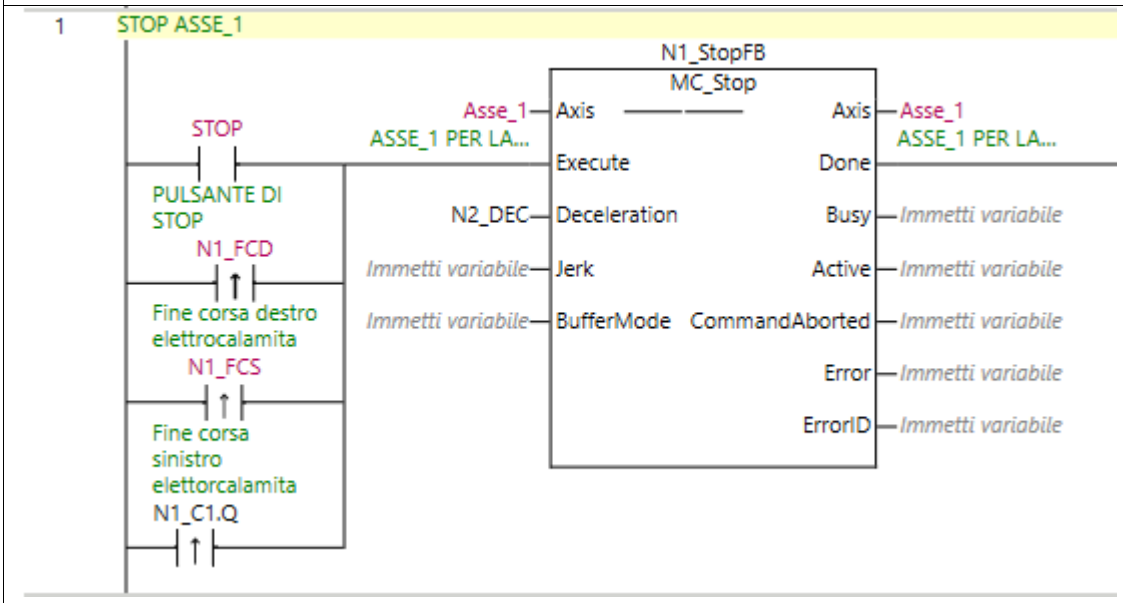
Con questo rung si gestisce il servoazionamento dell'Asse_1: mediante l'utilizzo di un MC_Power si mette in coppia il motore, consentendo così di utilizzare il controllo in posizione con il quale sposteremo il braccio. Le posizioni sono assegnate dalla variabile "N2_POS" in base a dove si trova l'asse. L'assegnazione dei valori di posizione nella variabile "N2_POS" avviene in Structured Test.

Per far partire lo spostamento in posizione del braccio, è necessario che uno dei contatti in parallelo all'inline ST sia attivo. La velocità di spostamento del braccio può variare da un minimo di 100 ad un massimo di 200 per motivi di funzionamento del ciclo di lavoro.



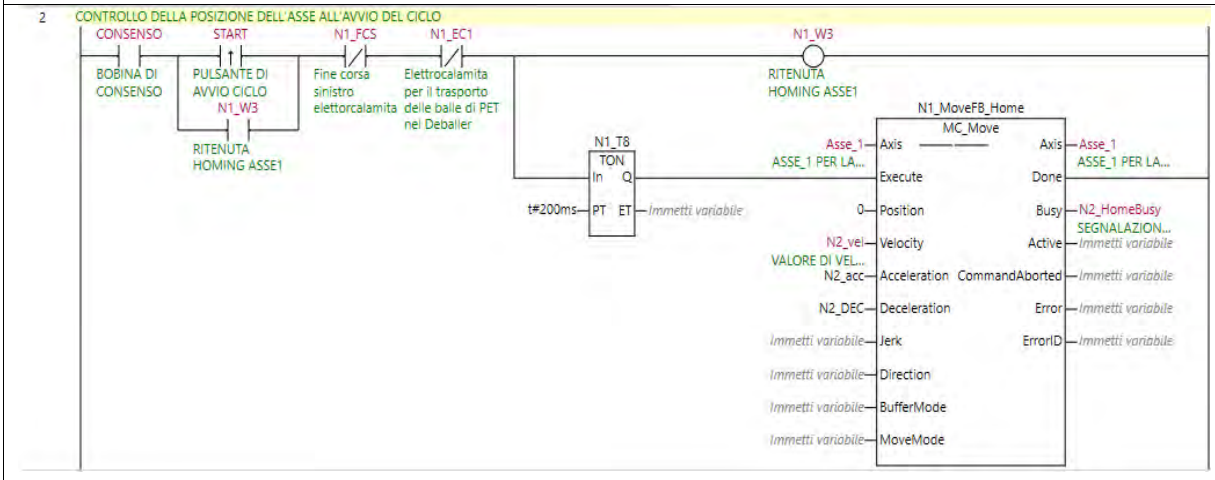
Rung 1

Con questo rung si dà lo stop al servoazionamento con l'attivazione di uno dei contatti in entrata



Rung 2

Con questo rung si riporta nella posizione iniziale l'Asse_1 quando si avvia il ciclo indipendentemente da dove esso sia rimasto.



La Pressa

Nella prima fase, insieme al deballer avviene anche la pressatura dei cavi di acciaio usati per tenere uniti i pallet di PET. Tramite l'utilizzo di una pressa oleodinamica avviene la pressatura dei cavi, che verranno poi rivenduti per poter riutilizzare l'acciaio.

La pagina della pressa

Nella simulazione della pressatura dei cavi di acciaio, viene utilizzata una pressa oleodinamica: la pressa inizia la fase di chiusura quando il braccio che sposta le balle di PET rilascia i cavi di acciaio all'interno della pressa.

Una volta rilasciati i cavi, le elettrovalvole controllate dal PLC deviano il flusso d'olio in maniera tale che i pistoni inizino a chiudersi; sempre mediante delle elettrovalvole, il PLC attiva la fase di pressatura vera e propria i cui i due pistoni verticali si ritraggono e vanno a pressare i cavi. Per evitare casi di sovrappressione sono presenti due elettrovalvole di sovrappressione che garantiscono anche il ricircolo dell'olio; è inoltre presente un manometro per avere costantemente modo di visualizzare la pressione del circuito. Nella simulazione, per visualizzare la direzione del flusso appaiono in modo sequenziale dei rettangoli colorati.

Le sub della pressa

N1_pressa

in questa sub si animano i cavi di acciaio

```
Sub N1_pressa                    'GESTIONE ANIMAZIONI PRE

'DISCESA DEI FILI NELLA PRESSA
'*********************************
   If N1_p4=True And asse_1.cmd.pos=345 Then
      n1_filogiu=N1_FiloGiu+40
      If N1_kf=0 Then
         N1_f0=False
         N1_resizefilo=96
      End If
      If N1_kf=1 Then
         N1_f1=False
         N1_resizefilo1=96
      End If
      If N1_kf=2 Then
         N1_f2=False
         N1_resizefilo2=96
      End If
   End If
```

```
'COMPARSA FILO NELLA PRESSA
'*********************************
   If N1_FiloGiu>=384 Then
      N1_p4=False
'PRIMO FILO
'*************
      If N1_kf=0 Then
         N1_f0=True
      End If
'SECONDO FILO
'****************
      If N1_kf=1 Then
         N1_f1=True
      End If
'TERZO FILO
'*************
      If N1_kf=2 Then
         N1_f2=True
      End If
   End If

'RESET FILO
'************
   If N1_FiloGiu>=384 And N1_EC1=False Then
      N1_filogiu=0
   End If
```

```
'*********************************
' ANIMAZIONE RESIZE DEI FILI  '
'*********************************

'RESIZE FILO0
'***************
   If N1_RuotaPistoniDx>=80 And N1_kf=0 Then
      N1_resizefilo=N1_resizefilo-5
   End If

'RESIZE FILO0 CON LA PRESSATURA
'*************************************
   If N1_D=True And N1_kf=0 And N1_resizefilo>-144Then
      N1_resizefilo=N1_resizefilo-30
   End If

'ANIMAZIONE SUCCESSIVI FILI
'*******************************
   If N1_resizefilo=-144 And N1_kf=0 Then
      N1_kf=1
      N1_resizefilo=-143
   End If
```

```
'RESIZE FILO1
'**************
   If N1_RuotaPistoniDx>=80 And N1_kf=1 Then
      N1_resizefilo1=N1_resizefilo1-5
   End If

'RESIZE FILO1 CON LA PRESSATURA
'*************************************
   If N1_D=True And N1_kf=1 And N1_resizefilo1>-144 Then
      N1_resizefilo1=N1_resizefilo1-30
   End If

'ANIMAZIONE SUCCESSIVI FILI
'*******************************
   If N1_resizefilo1=-144 And N1_kf=1Then
      N1_kf=2
      N1_resizefilo1=-143
   End If
```

N1_pressa

In questa sub viene animata la pressa

```
508 'SIMULAZIONE PRESSIONE ANOMALA
509 '****************************************
510     If N1_simanomalia=True Then
511         n1_pressione=10
512     End If
513
514 'CHIUSURA DELLA PRESSA
515     '**************************
516     If N1_C=True And N1_RuotaPistoniDx>-90 Then
517         N1_RuotaPistoniSx=N1_RuotaPistoniSx+1
518         N1_RuotaPistoniDx=N1_RuotaPistoniDx-1
519         N1_SteloPist=N1_SteloPist+0.55
520         N1_SpostFlangiaPist=N1_SpostFlangiaPist-0.4
521     End If
522
523 'APERTURA DELLA PRESSA
524 '****************************
525     If n1_c=False And N1_RuotaPistoniDx<0 Then
526         N1_RuotaPistoniSx=N1_RuotaPistoniSx-1
527         N1_RuotaPistoniDx=N1_RuotaPistoniDx+1
528         N1_SteloPist=N1_SteloPist-0.55
529         N1_SpostFlangiaPist=N1_SpostFlangiaPist+0.4
530     End If
531
532 'ATTIVAZIONE SENSORE TUTTO FUORI CILINDRO C
533 '*********************************************************
534     If  N1_RuotaPistoniDx=-90 Then
535         n1_fctf=True
536     Else
537         n1_fctf=False
538     End If
539
540 'ANIMAZIONE DELLA DISCESA DELLA PRESSA
541 '*************************************************
542     If N1_D=True And N1_stelodiscesaP>=40Then
543         N1_SteloDiscesaP=N1_SteloDiscesaP-10
544        N1_DiscesaPressa=N1_DiscesaPressa+10
545     End If
```

```
547 'ATTIVAZIONE SENSORE TUTTO FUORI CILINDRO D
548 '*********************************************************
549     If N1_SteloDiscesaP=40 Then
550         n1_fc_pressa_Down=True
551         N1_kp=True
552     Else
553         n1_fc_pressa_down=False
554     End If
555
556 'ANIMAZIONE DELLA SALITA DELLA PRESSA
557 '*********************************************
558     If N1_D=False And N1_kp=True  Then
559         N1_SteloDiscesaP=N1_SteloDiscesaP+10
560         N1_DiscesaPressa=N1_DiscesaPressa-10
561     End If
562
563 'FERMO PRESSA
564 '*****************
565     If N1_SteloDiscesaP=120 Then
566         N1_kp=False
567         n1_fc_pressa_up=True
568     Else
569         n1_fc_pressa_up=False
570     End If
```

Sub N1_gestionepressione

Questa sub anima la direzione del fluido

```
717 Sub N1_gestionepressione    'GESTIONE SIMULAZIONE VARIAZIONI DI PRESSIONE SISTEMA OLEODINAMICO PRESSA
718
719     If N1_C=True Then
720         N1_FILA1ROSSA=False
721         N1_FILA2ROSSA=True
722     Else
723         N1_FILA2ROSSA=False
724         N1_FILA1ROSSA=True
725     End If
726
727     If N1_D=True Then
728         N1_FILA3ROSSA=True
729         N1_FILA4ROSSA=False
730     Else
731         N1_FILA3ROSSA=False
732         N1_FILA4ROSSA=True
733     End If
734
735 End Sub   'GESTIONE SIMULAZIONE VARIAZIONI DI PRESSIONE SISTEMA OLEODINAMICO PRESSA
```

```
870     If N1_COMPRESSORE=True Then
871         N1_GIALLO01=N1_GIALLO01+1
872         N1_GIALLO02=N1_GIALLO02+1
873     End If
874
875     If N1_GIALLO01>=3 Then
876         N1_GIALLO20=True
877     Else
878         N1_GIALLO20=False
879     End If
880
881     If N1_GIALLO01>=6 Then
882         N1_GIALLO21=True
883     Else
884         N1_GIALLO21=False
885     End If
886
887     If N1_GIALLO01>=9 Then
888         N1_GIALLO22=True
889     Else
890         N1_GIALLO22=False
891     End If
892
893     If N1_GIALLO01>=12 Then
894         N1_GIALLO23=True
895     Else
896         N1_GIALLO23=False
897     End If
898
899         If N1_GIALLO01>15 Then
900         N1_GIALLO01=0
901     End If
```

```
1264     If N1_COMPRESSORE=True Then
1265         N1_VERDE01=N1_VERDE01+1
1266         N1_VERDE02=N1_VERDE02+1
1267     End If
1268
1269     If N1_VERDE01>=3 Then
1270         N1_VERDE20=True
1271     Else
1272         N1_VERDE20=False
1273     End If
1274
1275     If N1_VERDE01>=6 Then
1276         N1_VERDE21=True
1277     Else
1278         N1_VERDE21=False
1279     End If
1280
1281     If N1_VERDE01>=9 Then
1282         N1_VERDE22=True
1283     Else
1284         N1_VERDE22=False
1285     End If
1286
1287     If N1_VERDE01>=12 Then
1288         N1_VERDE23=True
1289     Else
1290         N1_VERDE23=False
1291     End If
1292
1293         If N1_VERDE01>15 Then
1294         N1_VERDE01=0
1295     End If
```

SuB N1_Manometro

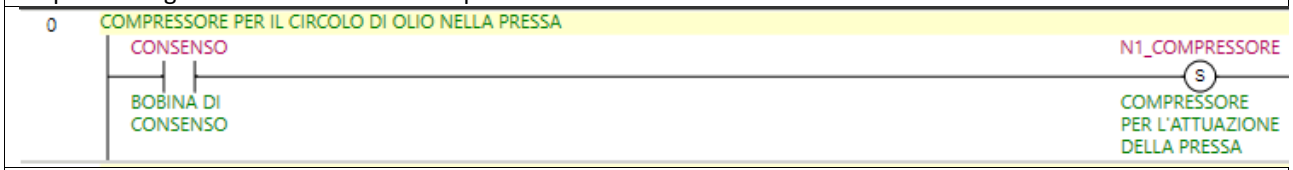
Questa sub gestisce il funzionamento del manometro

```
Sub N1_manometro            'GESTIONE ANIMAZIONI MANOMETRO PRESSIONE PRESSA

    If N1_COMPRESSORE=True Then
        N1_PRESSIONE=N1_PRESSIONE+3
'ROTAZIONE DENTI POMPA SENSO ORARIO
'**********************************************
        N1_gira=N1_gira-10
'ROTAZIONE DENTI POMPA SENSO ANTIORARIO
'*****************************************************
        N1_gira2=N1_gira2+10
    End If

    If N1_PRESSIONE>118 Then
        N1_PRESSIONE=115
    End If

'SIMULAZIONE SBALZO PRESSIONE
'*************************************
    If N1_D=True And N1_DiscesaPressa>=0 And N1_DiscesaPressa<=40 Then
        N1_PRESSIONE=N1_PRESSIONE-10
    End If

    If N1_D=False And N1_DiscesaPressa<=100 And N1_DiscesaPressa>=60 Then
        N1_PRESSIONE=N1_PRESSIONE-11
    End If

    If N1_C=True And N1_RuotaPistoniDx>-15 And N1_RuotaPistoniDx<0 Then
        N1_PRESSIONE=N1_PRESSIONE-5
    End If

    If n1_c=False And N1_RuotaPistoniDx<-75 And N1_RuotaPistoniDx>-90 Then
        N1_PRESSIONE=N1_PRESSIONE-5
    End If

End Sub         'GESTIONE ANIMAZIONI MANOMETRO PRESSIONE PRESSA
```

Ladder della pressa

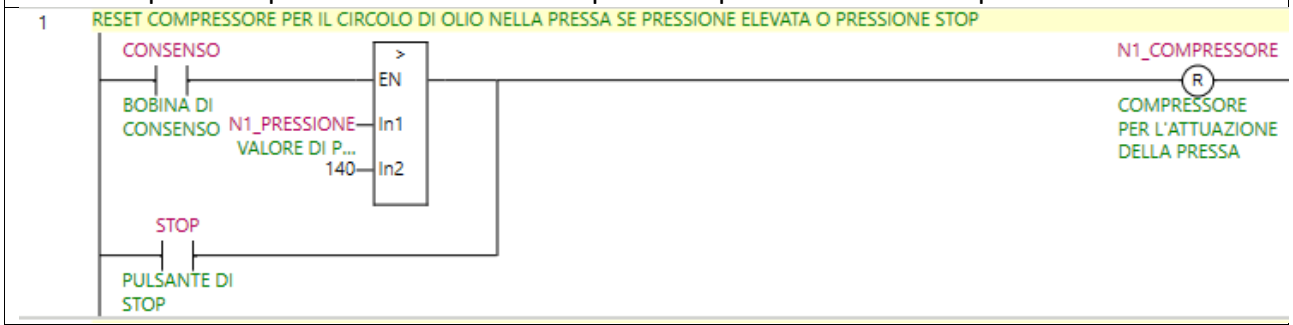
Rung 0

in questo rung si attiva il motore del compressore tramite il tasto di avvio



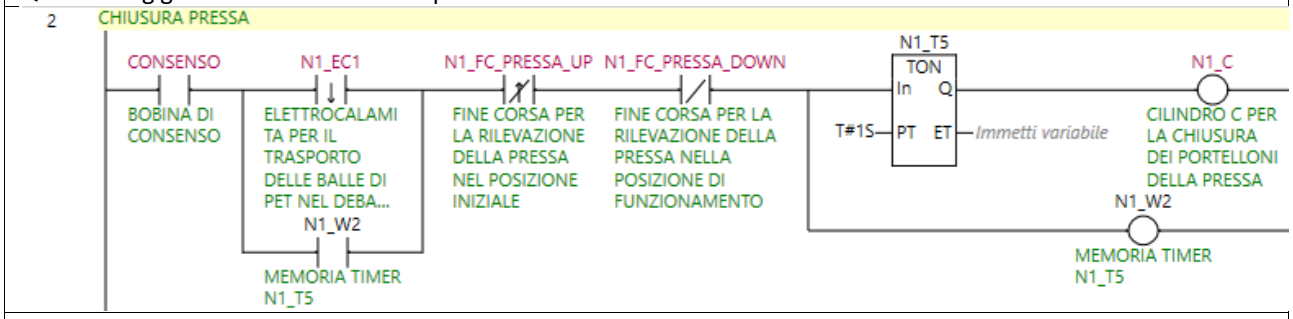
Rung 1

reset compressore per il circolo di olio nella pressa se pressione elevata o pressione bassa



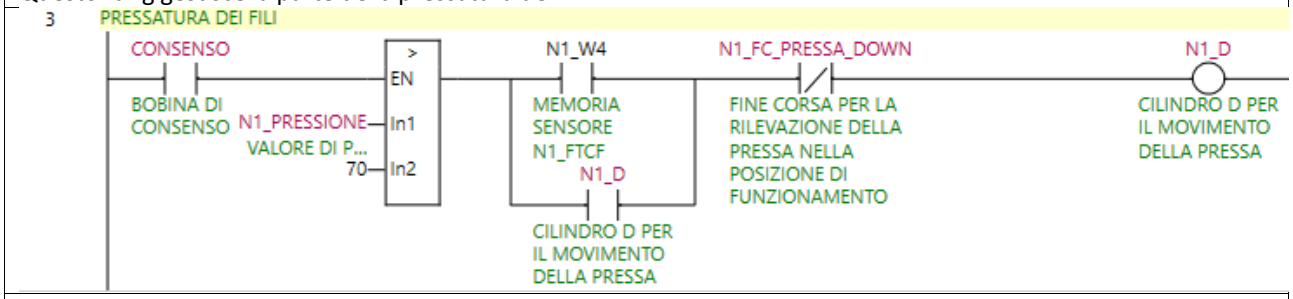
Rung 2

Questo rung gestisce la chiusura della pressa



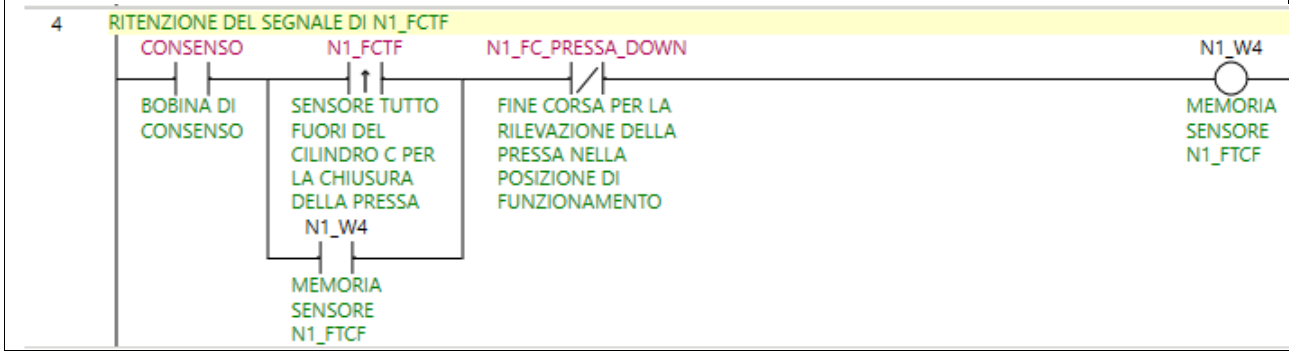
Rang 3

Questo rung gestisce la parte della pressatura dei fili



Rang 4

Ritenzione del segnale N1_FCTF in caso di stop



Trommel (cilindro rotante)

Da che cosa è costituito?

Un trommel è costituito nella sua complessità da un tamburo grigliato che, partendo dal punto di immissione del materiale di interesse, presenta fori del setaccio più piccoli fino ad arrivare ai fori più grandi all'avvicinarsi all'uscita del trommel; esso è leggermente inclinato, appoggiato su un sostegno, e costituisce la struttura principale del vaglio. Il cilindro è poi collegato a un motore mediante cinghie o pignoni, per garantire la sua rotazione, e ad una coclea per lo scorrimento del materiale. In alcuni tipi di vagliatura vengono anche integrate pompe per l'immissione dall'alto di acqua durante il processo di rotazione del trommel.

Come funziona?

Il materiale viene caricato nel tamburo grigliato e vagliato per effetto della rotazione del cilindro. Il sopra-vaglio viene raccolto all'altra estremità del cilindro (uscita scarto); il sotto-vaglio viene raccolto sotto il cilindro (uscita polvere). Il funzionamento del vaglio rotante è estremamente semplice: il prodotto, immesso nella bocca di carico attraverso una coclea interna, viene introdotto nel cilindro di setacciatura, costituito in parte da lamiera chiusa e in parte da rete o lamiera forata che permette la separazione. Obbligato dalla coclea, il prodotto viene in contatto con la rete che consente il passaggio della frazione solida (es. polvere di truciolo), che verrà scaricata dalla tramoggia. Le "impurità" (es. truciolo) vengono invece trattenute e, proseguendo il cammino all'interno della rete, convogliate verso la bocca di scarico secondaria. Nel caso in cui alla vagliatura sia integrata anche una prima fase di lavaggio, all'immissione del materiale nel trommel verranno accese delle pompe che immetteranno una sostanza per la pulizia del materiale a una data pressione.

La pagina del trommel

Nel nostro macchinario è presente una sezione per l'immissione di acqua per il prelavaggio delle bottiglie, date la possibile presenza di sporcizia nelle bottiglie di plastica.
La struttura del vaglio è formata da un rullo appoggiato su una base: il rullo ruota per l'azione di un MAT, che trasmette il moto al cilindro con un sistema a cinghia.

Funzionamento:

Quando le bottiglie sul nastro in ingresso raggiungono l'entrata del trommel, si attiva un sensore posizionato alla fine del nastro e viene attivato il motore per la rotazione del rullo, valvole e pompe per l'immissione dell'acqua. Nel caso in cui il livello dell'acqua sia basso, il rispettivo sensore di livello viene attivato: l'acqua viene immessa dalla linea attraverso la commutazione di una valvola. Nel caso in cui invece l'acqua raggiunga il livello massimo, viene attivato l'apposito sensore che attiva la funzione di riciclo: l'acqua all'interno della vasca passa attraverso una lavatrice che applica un'azione centrifuga sugli scarti presenti nell'acqua, escludendoli. L'acqua "pulita" viene reimmessa nell'impianto e quindi riciclata.

Avvio del Macchinario

Per far funzionare il macchinario, è necessario premere il pulsante “AVVIO” il quale consente al macchinario di funzionare.

Arrestare il Funzionamento Del Macchinario

Per interrompere il funzionamento del macchinario è sufficiente premere il pulsante “STOP” il quale ferma il macchinario in qualsiasi posizione esso sia.
Per farlo ripartire è sufficiente premere il pulsante “AVVIO”.

Segnalazioni Varie

Nella pulsantiera sono predisposte varie lampade per segnalare le uscite attive in quel momento.
“TROMMEL”: segnala il funzionamento del motore per la rotazione del trommel.
“NASTRO3”: segnala il funzionamento del nastro in uscita dal trommel.
“H20 LINEA”: segnala il funzionamento della valvola per l’immissione dell’acqua dalla linea.
“H20 RIC”: segnala il funzionamento della valvola per l’immissione dell’acqua pulita attraverso il sistema di riciclo.
“CENTRIFUGA”: segnala il funzionamento della centrifuga della lavatrice per il riciclo dell’acqua.

Le Sub Globali del Nodo 3(Trommel)

N3_animTrommel

Sub per la gestione delle animazioni di movimento del trommel.

```
'*****************************************************************************************************************************
Sub N3_AnimTrommel 'ANIMAZIONE MOVIMENTAZIONI TROMMEL

  If N3_M_R=True Then 'se il motore trommel si attiva
    'N3_n0=True
'animazione rotazione cingia per rotazione trommel
    N3_AnimCinghiaTrom=N3_AnimCinghiaTrom-4
'animazione rotazione motore per rotazione trommel
    N3_AnimRotTrommel=N3_AnimRotTrommel-4
'animazione rotazione motore per rotazione trommel
    N3_AnimAlberoTrom=N3_AnimAlberoTrom-2
  Else
    'N3_n0=False
    N3_Nv1=0
  End If
'SENSORE USCITE BOTTIGLIE INTERNO TROMMEL
  If (N3_V1>470 And  N3_V1<500) Or (N3_V2>470 And  N3_V2<500) Or (N3_V3>470 And  N3_V3<500) Or (N3_V4>470 And  N3_V4<500) Or (N3_V5>470 And  N3_V5<500)  Then
  N3_FCL_OUT=True
  Else
  N3_FCL_OUT=False
  End If

'simulazione bottiglie dentro trommel
  If N3_nV1=NumPass Then
    N3_SimX=False
    Else
    N3_SimX=True
  End If
```

```
29
30    If N3_M_R=True Then
31      If N3_SimX=True Then
32      N3_V1=N3_V1+10
33      End If
34      If N3_V1>100 Then
35        N3_V1_bit=True
36      End If
37      If N3_V1_bit=True Then
38        N3_V2=N3_V2+10
39      End If
40      If N3_V2>100 Then
41        N3_V2_bit=True
42      End If
43      If N3_V2_bit=True Then
44        N3_V3=N3_V3+10
45      End If
46      If N3_V3>100 Then
47        N3_V3_bit=True
48      End If
49      If N3_V3_bit=True Then
50        N3_V4=N3_V4+10
51      End If
52      If N3_V4>100 Then
53        N3_V4_bit=True
54      End If
55      If N3_V4_bit=True Then
56        N3_V5=N3_V5+10
57      End If
58    End If
59
```

```
    If N3_V1=500 Then
      N3_nV1=N3_nV1+1
      N3_V1=0
      'N3_V1_bit=False
    End If
    If N3_V2=500 Then
      N3_V2=0
      N3_V1_bit=False
    End If
    If N3_V3=500 Then
      N3_V3=0
      N3_V2_bit=False
    End If
    If N3_V4=500 Then
      N3_V4=0
      N3_V3_bit=False
    End If
    If N3_V5=500 Then
      N3_V5=0
      N3_V4_bit=False
    End If

'movimento rotazione trommel
  If N3_AnimRotTrommel=-68 Then
    N3_AnimRotTrommel=0
  End If

'animazione rotazione cingia per rotazione trommel
  If N3_AnimCinghiaTrom=-180 Then
    N3_AnimCinghiaTrom=0
  End If

'animazione rotazione motore per rotazione trommel
  If N3_AnimAlberotrom=-14 Then
    N3_AnimAlberotrom=0
  End If

End Sub  'ANIMAZIONE MOVIMENTAZIONI TROMMEL
'*****************************************************************************************************************************
```

N3_AnimNastro3

Sub per le animazioni di movimento del nastro in uscita dal trommel.

```
103 Sub N3_AnimNastro3        'ANIMAZIONE NASTRO N3 USCITA TROMMEL TRASFERIMENTO BOTTIGLIE A SEPARATORE METALLI
104
105 'ANIMAZIONE MOVIMENTO NASTRO
106 '****************************************
107     If N3_M7=True Then
108         N3_RotNastro3=N3_RotNastro3+5
109         N3_Dente1N3=N3_Dente1N3+10
110         N3_Dente2N3=N3_Dente2N3+10
111         N3_Dente3N3=N3_Dente3N3+10
112         N3_Dente4N3=N3_Dente4N3+10
113         N3_Dente5N3=N3_Dente5N3+10
114         N3_Dente6N3=N3_Dente6N3+10
115     End If
116
117     If N3_Dente1N3=500 Then
118         N3_Dente1N3=0
119     End If
120
121     If N3_Dente2N3=400 Then
122         N3_Dente2N3=-100
123     End If
124
125     If N3_Dente3N3=300 Then
126         N3_Dente3N3=-200
127     End If
128
129     If N3_Dente4N3=200 Then
130         N3_Dente4N3=-300
131     End If
132
133     If N3_Dente5N3=100 Then
134         N3_Dente5N3=-400
135     End If
136
137     If N3_Dente6N3=0 Then
138         N3_Dente6N3=-500
139     End If
```

```
141 'GESTIONE SENSORE PRESENZA BOTTIGLIE ALLA FINE DEL NASTRO USCITA
142 '*****************************************************************************
143     If (N3_Nas3bot0_o>470 And N3_Nas3bot0_o<500) Or  (N3_Nas3bot1_o>470 And N3_Nas3bot1_o<500) Or
144     (N3_Nas3bot2_o>470 And N3_Nas3bot2_o<500) Or  (N3_Nas3bot3_o>470 And N3_Nas3bot3_o<500) Or
145     (N3_Nas3bot4_o>470 And N3_Nas3bot4_o<500) Then
146         N3_Nas3SensBotDX=True
147     Else
148         N3_Nas3SensBotDX=False
149     End If
150
151     If N3_Nas3bot0_o>470 And N3_Nas3bot0_o<500 Then
152         N3_Nas3SensBotDX_BIT=True
153 '       N3_FCL_OUT_Nas3B_K=True
154     Else
155         N3_Nas3SensBotDX_BIT=False
156     End If
157
158 End Sub     'ANIMAZIONE NASTRO N3 USCITA TROMMEL TRASFERIMENTO BOTTIGLIE A SEPARATORE METALLI
159 '*****************************************************************************************************************
```

N3_AnimBot

Animazione movimento bottiglie sul nastro di uscita del trommel.

```
Sub N3_AnimBot                    'ANIMAZIONE BOTTIGLIE SU NASTRO N3 USCITA TROMMEL

  If N3_M7=True Then
     N3_botX=True
  Else
     N3_botX=False
     N3_n=0
  End If

'GESTIONE VISIBILITÀ E MOVIMENTO BOTTIGLIE
'*****************************************
   If N3_n=NumPass Then
      N3_Nas3bot0vis=False
   Else
      N3_Nas3bot0vis=True
   End If

   If  N3_botX=True Then
      If N3_Nas3bot0Vis=True And N3_M7=True  Then
         N3_Nas3bot0_o=N3_Nas3bot0_o+10
      End If
      If N3_Nas3bot0_o>100 Then
         N3_NAs3bot1Vis=True
      End If
      If N3_Nas3bot1Vis=True
         N3_Nas3bot1_o=N3_Nas3bot1_o+10
      End If
      If N3_Nas3bot1_o>100 Then
         N3_Nas3bot2Vis=True
      End If
      If N3_Nas3bot2Vis=True
         N3_Nas3bot2_o=N3_Nas3bot2_o+10
      End If
      If N3_Nas3bot2_o>100 Then
         N3_Nas3bot3Vis=True
      End If
      If N3_Nas3bot3Vis=True
         N3_Nas3bot3_o=N3_Nas3bot3_o+10
      End If
      If N3_Nas3bot3_o>100 Then
         N3_Nas3bot4Vis=True
      End If
      If N3_Nas3bot4Vis=True Then
         N3_Nas3bot4_o=N3_Nas3bot4_o+10
      End If
   End If

'RESET ANIMAZIONE MOVIMENTO BOTTIGLIE
'*****************************************
   If N3_Nas3bot0_o=500  Then
      N3_n=N3_n+1
      N3_Nas3bot0Vis=False
      N3_Nas3bot0_o=0
   End If

   If N3_Nas3bot1_o=500  Then
      N3_Nas3bot1Vis=False
      N3_Nas3bot1_o=0
   End If

   If N3_Nas3bot2_o=500  Then
      N3_Nas3bot2Vis=False
      N3_Nas3bot2_o=0
   End If

   If N3_Nas3bot3_o=500  Then
      N3_Nas3bot3Vis=False
      N3_Nas3bot3_o=0
   End If

   If N3_Nas3bot4_o=500  Then
      N3_Nas3bot4Vis=False
      N3_Nas3bot4_o=0
   End If

End Sub                           'ANIMAZIONE BOTTIGLIE SU NASTRO N3 USCITA TROMMEL
```

N3_AnimGetti

Sub per l'animazione dei getti d'acqua nella pagina del trommel.

```
Sub N3_AnimGetti                  'ANIMAZIONE GETTI  H2O PULIZIA TROMMEL

'ANIMAZIONE GETTO SCARTI IN USCITADA LAVARE
'*******************************************
   If  N3_Lav=True Then
      n3_SC_1=N3_SC_1+25
   End If

   If N3_SC_1=300 Then
      N3_SC_1=0
   End If

'CONTATORE PER GESTIONE ANIMAZIONE GETTI
'*****************************************
   If N3_V_A=True Or N3_P2=True Then
      N3_K1=N3_K1+1
   End If

'ANIMAZIONE GETTI IMMISSIONE ACQUA NEL TROMMEL
'*********************************************
   If N3_V_A=True Or N3_P2=True  Then
      N3_sp_V_A=N3_sp_V_A+30
      N3_HLP1=N3_HLP1+10
   Else
   N3_sp_V_A=0
   N3_HLP1=0
   End If

'RESET ANIMAZIONI GETTI
'**********************
   If N3_sp_V_A=100  Then
      N3_sp_V_A=0
   End If

   If N3_HLP1=100 Then
      N3_HLP1=0
   End If

'ANIMAZIONE GRUPPO 1 GETTI
'*********************************
   If N3_K1=1 Then
      N3_sp1=True
      N3_sN1_p2=False
      N3_sp3=True
      N3_sp4=False
      N3_sp5=True
      N3_sp6=False
      N3_sp8=False
      N3_sp7=True
      N3_sp10=False
      N3_sp9=True
      N3_sp12=False
      N3_sp11=True
      N3_sp12=False
      N3_sp13=True
      N3_sp14=False
      N3_sp15=True
      N3_sp16=False
      N3_sp17=True
      N3_sp18=True
   End If

'ANIMAZIONE GRUPPO 2 GETTI
'*********************************
   If N3_K1=2 Then
      N3_sp1=False
      N3_sN1_p2=True
      N3_sp3=False
      N3_sp4=True
      N3_sp5=False
      N3_sp6=True
      N3_sp8=False
      N3_sp7=False
      N3_sp10=True
      N3_sp9=False
      N3_sp12=True
      N3_sp11=False
      N3_sp12=True
      N3_sp13=False
      N3_sp14=True
      N3_sp15=False
      N3_sp16=True
      N3_sp17=False
      N3_sp18=False
   End If

   If N3_K1=3 Then
      N3_K1=0
   End If

End Sub                           'ANIMAZIONE GETTI  H2O PULIZIA TROMMEL
```

N3_Sensori

Sub per la gestione dell'attivazione dei sensori nel trommel.

```
327 Sub N3_Sensori                'GESTIONE SENSORISTICA PAGINA TROMMEL
328
329
330  'ANIMAZIONE DI RIEMPIMENTO VASCA
331  '****************************************
332     If  N3_V_A=True Then
333        N3_RIEMP=N3_RIEMP+500
334     End If
335
336     If N3_P2=True Then
337        N3_RIEMP=N3_RIEMP+500
338        N3_RIEMP=N3_RIEMP-600
339     End If
340
341  'SIMULAZIONE ATTIVAZIONE SENSORI IN FUNZIONE DI UN DATO LIVELLO D'ACQUA
342  '*********************************************************************************
343     If N3_RIEMP>=90000 Then
344        N3_LV_MAX=True
345     Else
346        N3_LV_MAX=False
347     End If
348
349     If N3_RIEMP<=8000 Then
350        N3_LV_MIN=True
351     Else
352        N3_LV_MIN=False
353     End If
354
355  End Sub            'GESTIONE SENSORISTICA PAGINA TROMMEL
```

N3_Residui

Animazione per l'attivazione delle diverse visioni dei residui di scarti nella vasca di contenimento dell'acqua sporca.

```
357 Sub N3_Residui                'GESTIONE ANIMAZIONE RESISDUI SCARTO TROMMEL
358
359  'ANIMAZIONE VISIBILITÀ CADUTA RESIDUI
360  '*********************************************
361     If N3_V_A=True Or N3_P2=True Then
362        N3_K=N3_K+1
363     End If
364
365     If N3_K=1 Then
366        N3_pez1=True
367        N3_pez29=False
368     End If
369
370     If N3_K=5 Then
371        N3_pez2=True
372        N3_pez1=False
373     End If
374
375     If N3_K=10  Then
376        N3_pez3=True
377        N3_pez2=False
378     End If
379
380     If N3_K=15 Then
381        N3_pez4=True
382        N3_pez3=False
383     End If
384
385     If N3_K=20 Then
386        N3_pez5=True
387        N3_pez4=False
388     End If
390     If N3_K=25 Then
391        N3_pez6=True
392        N3_pez5=False
393     End If
394
395     If N3_K=30 Then
396        N3_pez7=True
397        N3_pez6=False
398     End If
399
400     If N3_K=35 Then
401        N3_pez8=True
402        N3_pez7=False
403     End If
404
405     If N3_K=40 Then
406        N3_pez9=True
407        N3_pez8=False
408     End If
409
410       If N3_K=45 Then
411        N3_pez10=True
412        N3_pez9=False
413     End If
414
415       If N3_K=50 Then
416        N3_pez11=True
417        N3_pez10=False
418     End If
```

```
420     If N3_K=55 Then
421        N3_pez12=True
422        N3_pez11=False
423     End If
424
425     If N3_K=60 Then
426        N3_pez13=True
427        N3_pez12=False
428     End If
429
430     If N3_K=65  Then
431        N3_pez14=True
432        N3_pez13=False
433     End If
434
435     If N3_K=70  Then
436        N3_pez15=True
437        N3_pez14=False
438     End If
439
440     If N3_K=75
441        N3_pez16=True
442        N3_pez15=False
443     End If
444
445     If N3_K=80 Then
446        N3_pez17=True
447        N3_pez16=False
448     End If
```

```
450     If N3_K=85  Then
451        N3_pez18=True
452        N3_pez17=False
453     End If
454
455     If N3_K=90  Then
456        N3_pez19=True
457        N3_pez18=False
458     End If
459
460     If N3_K=95  Then
461        N3_pez20=True
462        N3_pez19=False
463     End If
464
465     If N3_K=100  Then
466        N3_pez21=True
467        N3_pez20=False
468     End If
469
470     If N3_K=105 Then
471        N3_pez22=True
472        N3_pez21=False
473     End If
474
475     If N3_K=110 Then
476        N3_pez23=True
477        N3_pez22=False
478     End If
```

```
480     If N3_K=115 Then
481        N3_pez24=True
482        N3_pez23=False
483     End If
484
485     If N3_K=120 Then
486        N3_pez25=True
487        N3_pez24=False
488     End If
489
490     If N3_K=125  Then
491        N3_pez26=True
492        N3_pez25=False
493     End If
494
495     If N3_K=130 Then
496        N3_pez27=True
497        N3_pez26=False
498     End If
499
500     If N3_K=135 Then
501        N3_pez28=True
502        N3_pez27=False
503     End If
504
505     If N3_K=140 Then
506        N3_pez29=True
507        N3_pez28=False
508     End If
509
510     If N3_k=145 Then
511        N3_k=0
512     End If
```

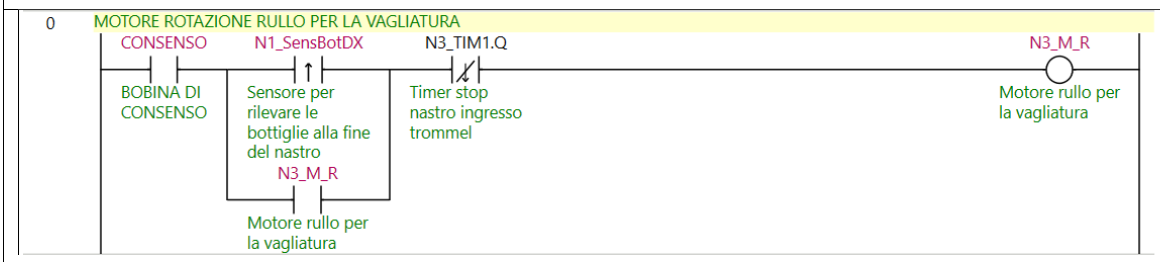
```
546  'ANIMAZIONE VISIBILITÀ RESIDUI IN VASCA PER RACCOLTA ACC
547  '*****************************************************************
548     If N3_RIEMP>11111 Then
549        N3_Res1=True
550     End If
551
552     If N3_RIEMP<11111 Then
553        N3_Res1=False
554     End If
555
556     If N3_RIEMP>22222 Then
557        N3_Res2=True
558     End If
559
560     If N3_RIEMP<22222 Then
561        N3_Res2=False
562     End If
563
564     If N3_RIEMP>33333 Then
565        N3_Res3=True
566     End If
567
568     If N3_RIEMP<33333 Then
569        N3_Res3=False
570     End If
571
572     If N3_RIEMP>44444 Then
573        N3_Res4=True
574     End If
575
576     If N3_RIEMP<44444 Then
577        N3_Res4=False
578     End If
579
580     If N3_RIEMP>55555 Then
581        N3_Res5=True
582     End If
583
584     If N3_RIEMP<55555 Then
585        N3_Res5=False
586     End If
587
588     If N3_RIEMP>66666 Then
589        N3_Res6=True
590     End If
591
592     If N3_RIEMP<66666 Then
593        N3_Res6=False
594     End If
```

```
596     If N3_RIEMP>77777 Then
597        N3_Res7=True
598     End If
599
600     If N3_RIEMP<77777 Then
601      N3_Res7=False
602     End If
603
604     If N3_RIEMP>88888 Then
605      N3_Res8=True
606     End If
607
608     If N3_RIEMP<88888 Then
609        N3_Res8=False
610     End If
611
612     If N3_RIEMP>90000 Then
613        N3_Res9=True
614     End If
615
616     If N3_RIEMP<90000 Then
617        N3_Res9=False
618     End If
619
620  End Sub            'GESTIONE ANIMAZIONE RESISDUI SCARTO TROMMEL
```

Ladder Trommel

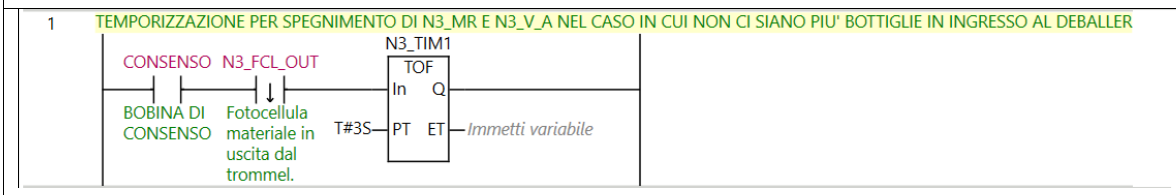
Rung 0

Questo rung fa così che il motore per la rotazione del trommel N3_M_R si avvii quando il sensore posizionato in ingresso al macchinario N1_SensBotDX si attiva. Il motore si ferma mediante N3_T1.Q nel caso in cui non il sensore non rilevi più bottiglie per un determinato periodo di tempo.



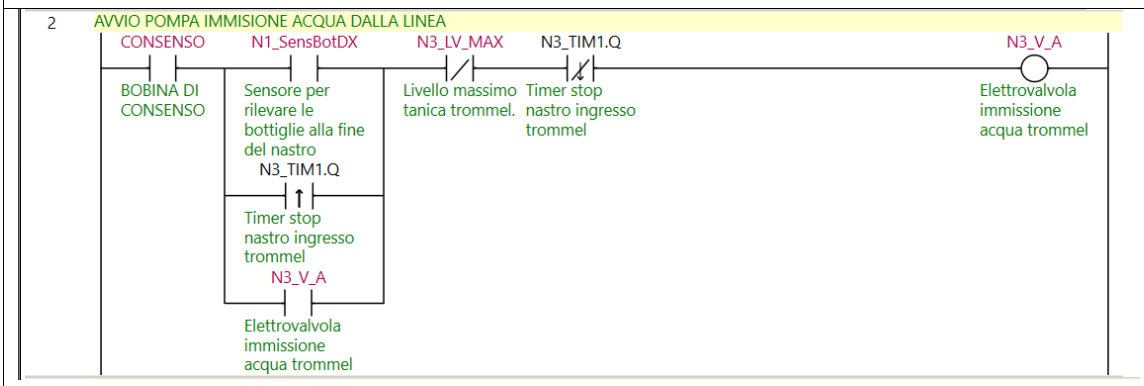
Rung 1

Rung per la temporizzazione del processo a seconda che vengano rilevate bottigli in ingresso o meno.



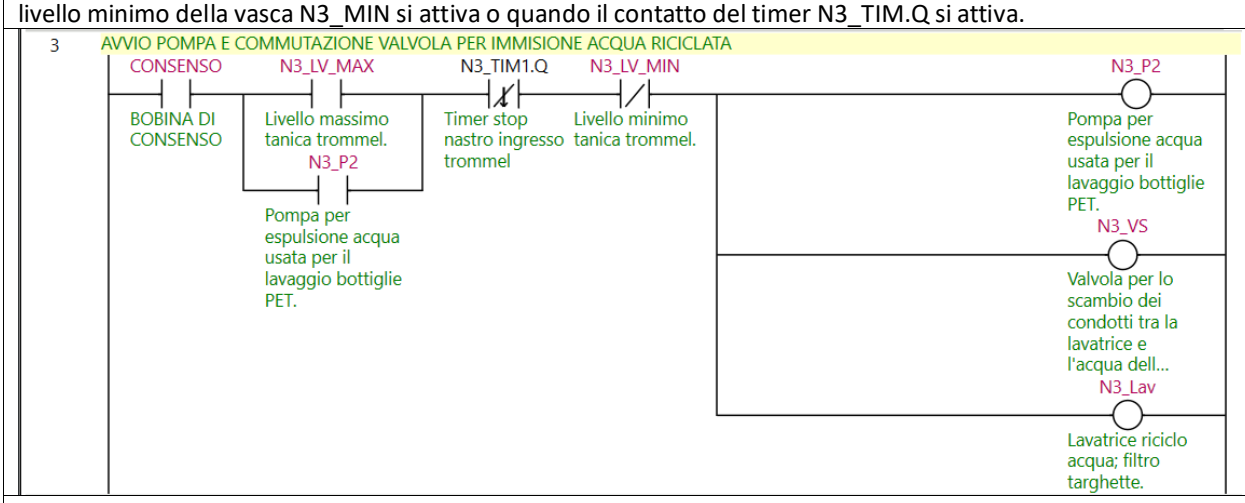
Rung 2

Rung per l'attivazione della valvola N3_V_A per l'immisione dell'acqua per il lavaggio delle bottiglie ell'interno del trommel quando il sensore posizionato in ingresso al macchinario N1_SensBotDX si attiva o quando N3_TIM1.Q. La valvola si chiude quando il sensore di livello massimo della vasca N3_LV_MAX si attiva o quando il sensore del timer N3_TIM.Q si attiva.



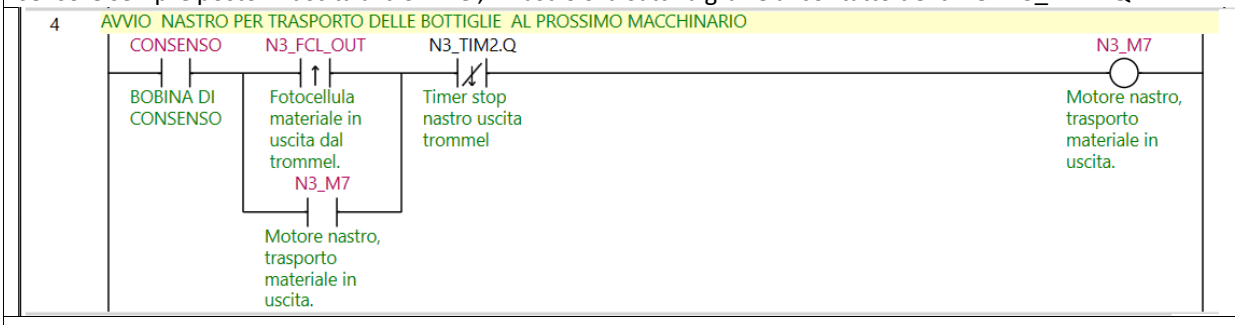
Rung 3

Rung per l'attivazione della pompa per il riciclo dell'acqua sporca nella vasca del trommel, della valvola per lo scambio dei condotti dalla linea, per l'acqua pulita, al condotto per il ricircolo dell'acqua e per il motore della lavatrice per effettuare la pulizia dell'acqua sporca durante il percorso di riciclo. I tre attuatori si arrestano quando il sensore di livello minimo della vasca N3_MIN si attiva o quando il contatto del timer N3_TIM.Q si attiva.



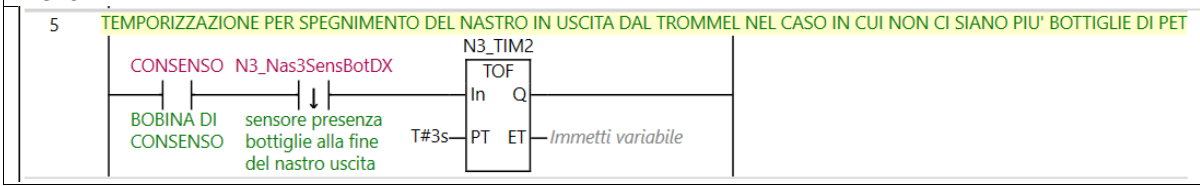
Rung 4

Rung per l'attivazione del motore per il movimento del nastro in uscita dal trommel N3_M7 mediante apposito sensore sempre posto in uscita al trommel, il nastro si disattiva grazie al contatto del timer N3_TIM2.Q.



Rung 5

Rung per la temporizzazione del nastro in uscita la trommel a seconda che vengano rilevate bottiglie in uscita o meno.



Separatore metalli

La separazione dei metalli è la fase successiva alla vagliatura. Per questa fase si utilizza un separatore magnetico a tamburo.

Il separatore magnetico a tamburo viene generalmente utilizzato per la rimozione delle particelle ferromagnetiche, sfruttando l'azione di elettrocalamite poste lungo la circonferenza del tamburo stesso.

Queste, ruotando e attivandosi, attirano le particelle ferrose da un lato e le rilasciano disattivandosi dal lato opposto: grazie alla forza centrifuga alle quali sono sottoposte, le particelle ferrose vengono così "lanciate" in un apposito contenitore o su un nastro di raccolta.

La separazione metalli del nostro progetto

Si è cercato di riprodurre questo procedimento, realizzando il sistema con un nastro trasportatore che fa scorrere le bottiglie sotto il separatore a tamburo dotato di elettrocalamite, le quali attraggono gli eventuali pezzi di metallo.

Più in dettaglio, sulla ruota sono montate 18 elettrocalamite che si attivano quando si trovano in prossimità del nastro sottostante e rimangono attive fino al raggiungimento del nastro superiore dove vengono raccolti i pezzi metallici; così facendo, i pezzi che sono stati presi dal nastro sottostante verranno "lanciati" con l'aiuto della forza centrifuga sul secondo nastro.

L’attivazione/disattivazione delle elettrocalamite al momento giusto avviene sfruttando la verifica costante della posizione del tamburo durante la rotazione.

A tale scopo si utilizza un servo drive Brushless da 3kW, dotato di encoder assoluto che serve appunto a “leggere” l’angolo di rotazione.

Una volta che la rotazione arriva a 360°, il programma provvede ad azzerare la variabile di posizione potendo così capire in che range di valori si devono attivare/disattivare le elettrocalamite.

Avvio del Macchinario

Il macchinario si avvierà automaticamente quando le bottiglie raggiungono il nastro di uscita del trommel.

Arrestare il Funzionamento Del Macchinario

Per interrompere il funzionamento del macchinario è sufficiente premere il pulsante “STOP” il quale ferma il macchinario in qualsiasi posizione esso sia.

Per farlo ripartire è sufficiente premere il pulsante “AVVIO”.

Segnalazioni Varie

Nella pulsantiera sono predisposte varie lampade per segnalare le uscite attive in quel momento.

“NASTRO 3” e “NASTRO 2” segnalano rispettivamente il funzionamento del nastro in basso e del nastro di scarto.

“ASSE2” segnala il funzionamento dell’Asse 2.

“PEZZI SULLA RUOTA” segnala la presenza di pezzi metallici sulla ruota.

Le Sub Globali del Nodo 3(separatore e trommel)

N3_AnimBottiglie_SEP

In questa sub si gestisce lo spostamento e la visibilità del primo e del secondo gruppo di bottiglie nel nastro inferiore del separatore.

```
Sub N3_AnimBottiglie_SEP    'ANIMAZIONE BOTTIGLIE SU NASTRO N3A/N3B

  If CONSENSO=True Then
'GESTIONE PRIMO GRUPPO DI BOTTIGLIE NASTRO 3
'*******************************************************
    If N3_M8=True Then
      N3_Nas3A_botX=True
    Else
      N3_Nas3A_botX=False
    End If

    If N3_M8=False And N3_STOPBIT=0 Then
      N3_Nas3A_n=0
    End If

    If N3_Nas3A_n=NumPass Then
      N3_Nas3A_bot0vis=False
    Else
      N3_Nas3A_bot0vis=True
    End If

    If  N3_Nas3A_botX=True Then
      If N3_Nas3A_bot0Vis=True And N3_M8=True  Then
        N3_Nas3A_bot0_o=N3_Nas3A_bot0_o+10
      End If
    End If

    If N3_Nas3A_bot0_o>100 Then
      N3_Nas3A_bot1Vis=True
    End If

    If N3_Nas3A_bot1Vis=True
      N3_Nas3A_bot1_o=N3_Nas3A_bot1_o+10
    End If

    If N3_Nas3A_bot1_o>100 Then
      N3_Nas3A_bot2Vis=True
    End If

    If N3_Nas3A_bot2Vis=True
      N3_Nas3A_bot2_o=N3_Nas3A_bot2_o+10
    End If

    If N3_Nas3A_bot2_o>100 Then
      N3_Nas3A_bot3Vis=True
    End If

    If N3_Nas3A_bot3Vis=True
      N3_Nas3A_bot3_o=N3_Nas3A_bot3_o+10
    End If

    If N3_Nas3A_bot3_o>100 Then
      N3_Nas3A_bot4Vis=True
    End If

    If N3_Nas3A_bot4Vis=True Then
      N3_Nas3A_bot4_o=N3_Nas3A_bot4_o+10
    End If

    If N3_Nas3A_bot0_o=500  Then
      N3_Nas3A_bot0Vis=False
      N3_Nas3A_n=N3_Nas3A_n+1
      N3_Nas3A_bot0_o=0
    End If

    If N3_Nas3A_bot1_o=500  Then
      N3_Nas3A_bot1Vis=False
      N3_Nas3A_bot1_o=0
    End If

    If N3_Nas3A_bot2_o=500  Then
      N3_Nas3A_bot2Vis=False
      N3_Nas3A_bot2_o=0
    End If

    If N3_Nas3A_bot3_o=500  Then
      N3_Nas3A_bot3Vis=False
      N3_Nas3A_bot3_o=0
    End If

    If N3_Nas3A_bot4_o=500  Then
      N3_Nas3A_bot4Vis=False
      N3_Nas3A_bot4_o=0
    End If
```

N3_AnimBottiglie_SEP

In questa sub si gestisce lo spostamento e la visibilità del primo e del secondo gruppo di bottiglie nel nastro inferiore del separatore.

```
'GESTIONE SECONDO GRUPPO DI BOTTIGLIE NASTRO 3
'*************************************************************
    If (N3_Nas3Bbot0_o>480 And N3_Nas3Bbot0_o<500) Or
       (N3_Nas3Bbot1_o>480 And N3_Nas3Bbot1_o<500) Or
       (N3_Nas3Bbot2_o>480 And N3_Nas3Bbot2_o<500) Or
       (N3_Nas3Bbot3_o>480 And N3_Nas3Bbot3_o<500) Or
       (N3_Nas3Bbot4_o>480 And N3_Nas3Bbot4_o<500) Then
       N3_FCL_OUT_Nas3B=True
    Else
       N3_FCL_OUT_Nas3B=False
    End If

    If (N3_Nas3A_bot0_o>480 Or N3_Nas3Bbot0_o>1) And N3_M8=True Then
       N3_BITNASTRO=True
    End If

    If N3_M8=False Then
       N3_BITNASTRO=False
    End If

    If N3_BITNASTRO=True Then
       N3_Nas3BbotX=True
    Else
       N3_Nas3BBOTX=False
    End If

    If N3_Nas3Bn=NumPass Then
       N3_Nas3Bbot0BIT=False
    Else
       N3_Nas3Bbot0BIT=True
    End If

    If N3_BITNASTRO=False And N3_STOPBIT=0 Then
       N3_Nas3Bn=0
    End If

    If  N3_Nas3BbotX=True Then
       If N3_Nas3Bbot0BIT=True Then
          N3_Nas3Bbot0VIS=True
          N3_Nas3Bbot0_o=N3_Nas3Bbot0_o+10
       End If
    End If

    If N3_Nas3Bbot0_o>100 Then
       N3_Nas3Bbot1Vis=True
    End If

    If N3_Nas3Bbot1Vis=True
       N3_Nas3Bbot1_o=N3_Nas3Bbot1_o+10
    End If

    If N3_Nas3Bbot1_o>100 Then
       N3_Nas3Bbot2Vis=True
    End If

    If N3_Nas3Bbot2Vis=True
       N3_Nas3Bbot2_o=N3_Nas3Bbot2_o+10
    End If

    If N3_Nas3Bbot2_o>100 Then
       N3_Nas3Bbot3Vis=True
    End If

    If N3_Nas3Bbot3Vis=True
       N3_Nas3Bbot3_o=N3_Nas3Bbot3_o+10
    End If

    If N3_Nas3Bbot3_o>100 Then
       N3_Nas3Bbot4Vis=True
    End If

    If N3_Nas3Bbot4Vis=True Then
       N3_Nas3Bbot4_o=N3_Nas3Bbot4_o+10
    End If

    If N3_Nas3Bbot0_o=500  Then
       N3_Nas3Bbot0Vis=False
       n3_Nas3Bn=N3_Nas3Bn+1
       N3_Nas3Bbot0_o=0
    End If

    If N3_Nas3Bbot1_o=500  Then
       N3_Nas3Bbot1Vis=False
       N3_Nas3Bbot1_o=0
    End If

    If N3_Nas3Bbot2_o=500  Then
       N3_Nas3Bbot2Vis=False
       N3_Nas3Bbot2_o=0
    End If

    If N3_Nas3Bbot3_o=500  Then
       N3_Nas3Bbot3Vis=False
       N3_Nas3Bbot3_o=0
    End If

    If N3_Nas3Bbot4_o=500  Then
       N3_Nas3Bbot4Vis=False
       N3_Nas3Bbot4_o=0
    End If
 End If

End Sub  'ANIMAZIONE BOTTIGLIE SU NASTRO N3A/N3B
'*************************************************************
```

In questa sub vengono gestite le animazioni dei nastri trasportatori

```
Sub N3_AnimNastri_SEP        'ANIMAZIONE AZIONAMENTO NASTRO N3A/N3B

  If CONSENSO=True Then
'GESTIONE NASTRO 2
'**********************
    If N3_M9=True Then
      N3_Rot_Nas2=N3_Rot_Nas2+5
      N3_Dente6V_Nas2=False
      N3_Dente1_Nas2=N3_Dente1_Nas2+10
      N3_Dente2_Nas2=N3_Dente2_Nas2+10
      N3_Dente3_Nas2=N3_Dente3_Nas2+10
      N3_Dente4_Nas2=N3_Dente4_Nas2+10
      N3_Dente5_Nas2=N3_Dente5_Nas2+10
      N3_Dente6_Nas2=N3_Dente6_Nas2+10
    End If

    If N3_Dente1_Nas2=500 Then
      N3_Dente1_Nas2=0
    End If

    If N3_Dente2_Nas2=400 Then
      N3_Dente2_Nas2=-100
    End If

    If N3_Dente3_Nas2=300 Then
      N3_Dente3_Nas2=-200
    End If

    If N3_Dente4_Nas2=200 Then
      N3_Dente4_Nas2=-300
    End If

    If N3_Dente5_Nas2=100 Then
      N3_Dente5_Nas2=-400
    End If

    If N3_Dente6_Nas2=0 Then
      N3_Dente6_Nas2=-500
    End If
```

```
'GESTIONE NASTRO 3B
'**************************
    If N3_M8=True Then
      N3_Rot_Nas3B=N3_Rot_Nas3B+5
      N3_Dente6V_Nas3B=False
      N3_Dente1_Nas3B=N3_Dente1_Nas3B+10
      N3_Dente2_Nas3B=N3_Dente2_Nas3B+10
      N3_Dente3_Nas3B=N3_Dente3_Nas3B+10
      N3_Dente4_Nas3B=N3_Dente4_Nas3B+10
      N3_Dente5_Nas3B=N3_Dente5_Nas3B+10
      N3_Dente6_Nas3B=N3_Dente6_Nas3B+10
    End If

    If N3_Dente1_Nas3B=500 Then
      N3_Dente1_Nas3B=0
    End If

    If N3_Dente2_Nas3B=400 Then
      N3_Dente2_Nas3B=-100
    End If

    If N3_Dente3_Nas3B=300 Then
      N3_Dente3_Nas3B=-200
    End If

    If N3_Dente4_Nas3B=200 Then
      N3_Dente4_Nas3B=-300
    End If

    If N3_Dente5_Nas3B=100 Then
      N3_Dente5_Nas3B=-400
    End If

    If N3_Dente6_Nas3B=0 Then
      N3_Dente6_Nas3B=-500
    End If
```

N3_AnimNastri_SEP

In questa sub vengono gestite le animazioni dei nastri trasportatori

```
'GESTIONE NASTRO 3A
'************************
    If N3_M8=True Then
      N3_Rot_Nas3A=N3_Rot_Nas3A+5
      N3_Dente1_Nas3A=N3_Dente1_Nas3A+10
      N3_Dente2_Nas3A=N3_Dente2_Nas3A+10
      N3_Dente3_Nas3A=N3_Dente3_Nas3A+10
      N3_Dente4_Nas3A=N3_Dente4_Nas3A+10
      N3_Dente5_Nas3A=N3_Dente5_Nas3A+10
      N3_Dente6_Nas3A=N3_Dente6_Nas3A+10
    End If

    If N3_Dente1_Nas3A=500 Then
      N3_Dente1_Nas3A=0
    End If

    If N3_Dente2_Nas3A=400 Then
      N3_Dente2_Nas3A=-100
    End If

    If N3_Dente3_Nas3A=300 Then
      N3_Dente3_Nas3A=-200
    End If

    If N3_Dente4_Nas3A=200 Then
      N3_Dente4_Nas3A=-300
    End If

    If N3_Dente5_Nas3A=100 Then
      N3_Dente5_Nas3A=-400
    End If

    If N3_Dente6_Nas3A=0 Then
      N3_Dente6_Nas3A=-500
    End If
  End If

End Sub     'ANIMAZIONE AZIONAMENTO NASTRO N3A/N3B
'*****************************************************************
```

N3_PEZZI_SEP

In questa sub si gestisce lo spostamento e la visibilità dei pezzi metallici.

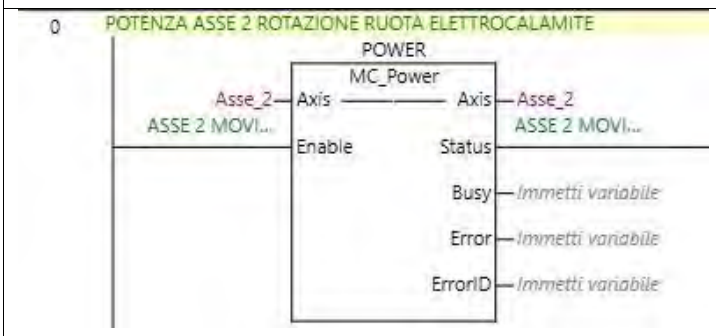
```
Sub N3_PEZZI_SEP            'ANIMAZIONE PEZZI METALLO SEPARATI

  If CONSENSO=True Then
'MOVIMENTO PEZZO 1 E SCARTO 1
'*************************************
    If Asse_2.Cmd.Pos>111 And Asse_2.Cmd.Pos<351 And N3_BITBOTT=True Then
      N3_Pezzo1Vis=True
    Else
      N3_Pezzo1Vis=False
    End If
    If Asse_2.Cmd.Pos>=344 And Asse_2.Cmd.Pos<=351 And N3_Pezzo1Vis=True Then
      N3_Y1=1
      N3_pezzoScart1Vis=True
    End If
    If N3_Y1>0 And N3_Y1<13 Then
      N3_pezzoScart1_o=N3_pezzoScart1_o+4
      N3_pezzoScart1_v=N3_pezzoScart1_v+2
      N3_PezzoScart1_Rot=N3_PezzoScart1_Rot-2
      N3_Y1=N3_Y1+1
    End If
    If N3_Y1=13 Then
      N3_pezzoScart1_o=0
      N3_pezzoScart1_v=0
      N3_PezzoScart1_Rot=0
      N3_pezzoScart1Vis=False
      N3_pezzoscart1_2Vis=True
      N3_Y1=0
    End If
    If N3_pezzoScart1_2Vis=True Then
      N3_pezzoScart1_2_o=N3_pezzoScart1_2_o+10
    End If
    If N3_pezzoScart1_2_o=470 Then
      N3_pezzoScart1_2Vis=False
      N3_pezzoScart1_2_o=0
    End If
```

```
'MOVIMENTO PEZZO 2 E SCARTO 2
'*************************************
    If N3_Nas3A_bot0_o>150 Or N3_Nas3A_bot1_o>150 Or N3_Nas3A_bot2_o>150 Or
      N3_Nas3A_bot3_o>150 Or N3_Nas3A_bot4_o>150 Then
      N3_BITBOTT=True
    End If
    If (Asse_2.Cmd.Pos>145 Or Asse_2.Cmd.Pos<25) And N3_BITBOTT=True Then
      N3_Pezzo2Vis=True
    Else
      N3_Pezzo2Vis=False
    End If
    If Asse_2.Cmd.Pos>=18 And Asse_2.Cmd.Pos<=25 And N3_Pezzo2Vis=True Then
      N3_Y2=1
      N3_pezzoScart2Vis=True
    End If
    If N3_Y2>0 And N3_Y2<13 Then
      N3_pezzoScart2_o=N3_pezzoScart2_o+4
      N3_pezzoScart2_V=N3_pezzoScart2_V+2
      N3_PezzoScart2_Rot=N3_PezzoScart2_Rot-2
      N3_Y2=N3_Y2+1
    End If
    If N3_Y2=13 Then
      N3_pezzoScart2_o=0
      N3_pezzoScart2_V=0
      N3_PezzoScart2_Rot=0
      N3_pezzoScart2Vis=False
      N3_pezzoScart2_2Vis=True
      N3_BITBOTT=False
      N3_Y2=0
    End If
    If N3_pezzoScart2_2Vis=True Then
      N3_pezzoScart2_2_o=N3_pezzoScart2_2_o+10
    End If
    If N3_pezzoScart2_2_o=470 Then
      N3_pezzoScart2_2Vis=False
      N3_pezzoScart2_2_o=0
    End If
  End If

End Sub          'ANIMAZIONE PEZZI METALLO SEPARATI
'*****************************************************************************************
```

Il ladder del separatore

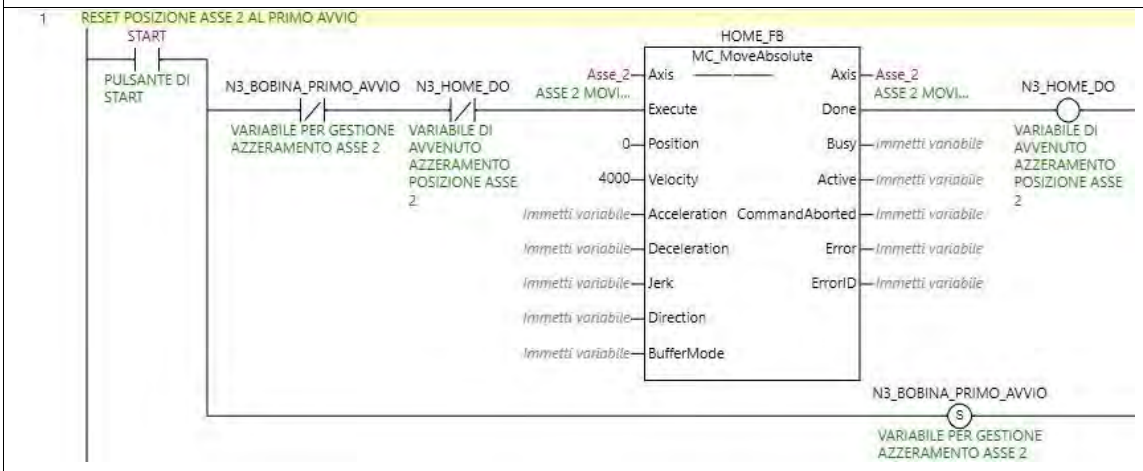
Rung 0

Questo rung ha l'unico scopo di mettere in coppia l'asse 2.



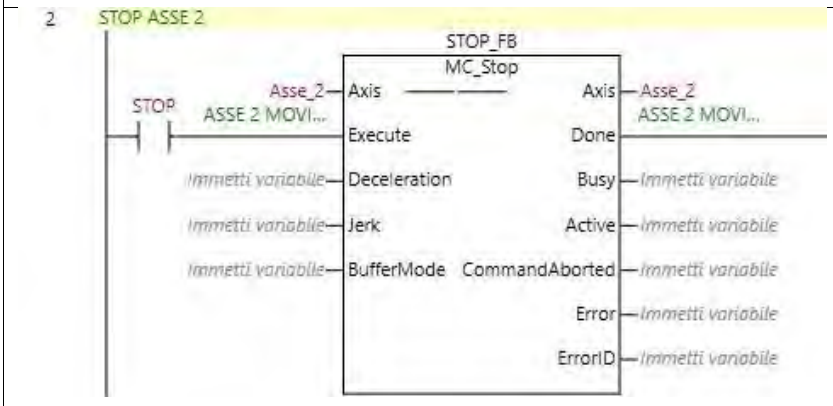
Rung 1

Questo rung serve ad azzerare la posizione dell'asse 2 al primo avvio della simulazione.



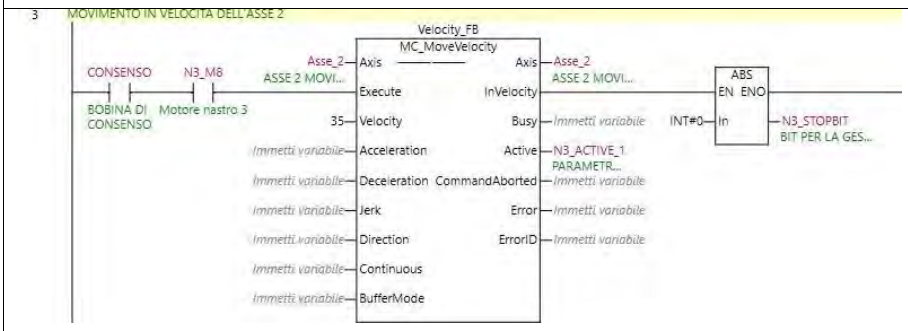
Rung 2

Alla pressione dello stop si attiva il function block che comanda lo stop dell'asse 2.



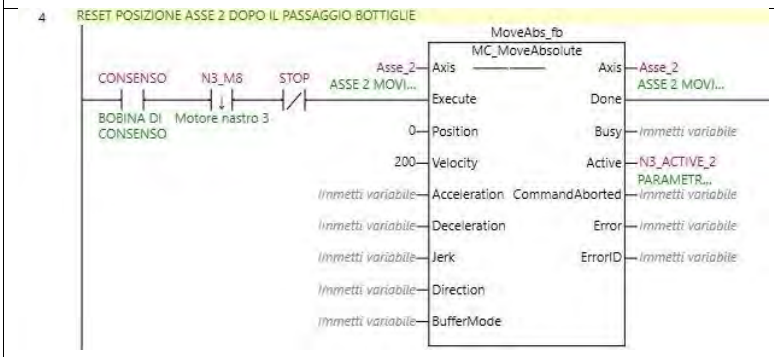
Rung 3

All'attivazione di "N3_M8" (motore nastro 3A e 3B) si attiva il function block che movimenta l'asse ad una velocità costante.



Rung 4

Quando "N3_M8" (motore nastro 3A e 3B) si disattiva si attiva il function block che porta l'asse 2 alla posizione 0.

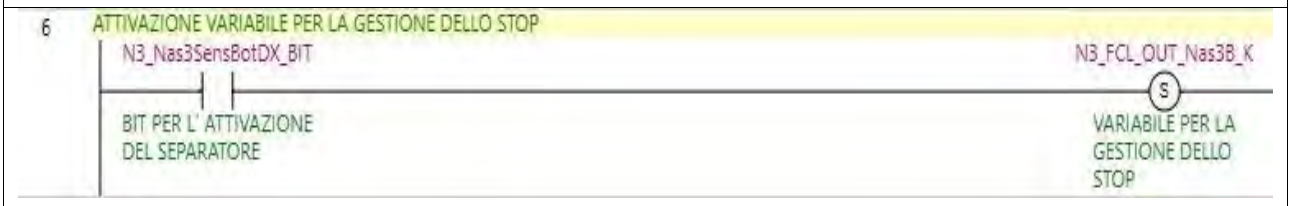


Rung 5

L'ST mantiene attiva ogni elettrocalamita in un range di posizione dell'asse 2. Ognuna delle 18 elettrocalamite ha un proprio range di attivazione.

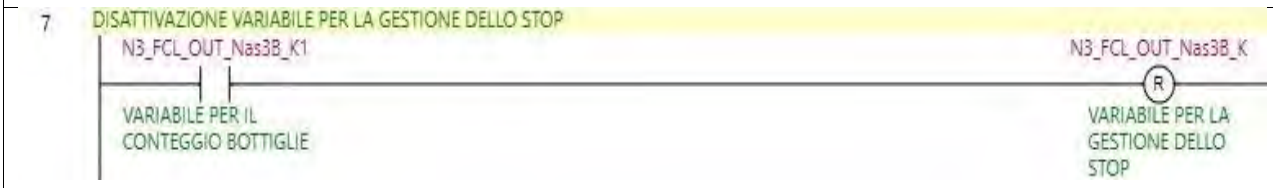
Rung 6

All'attivazione di "N3_Nas3SensBotDX_BIT" si attiva la bobina "N3_FCL_OUT_Nas3B_K".



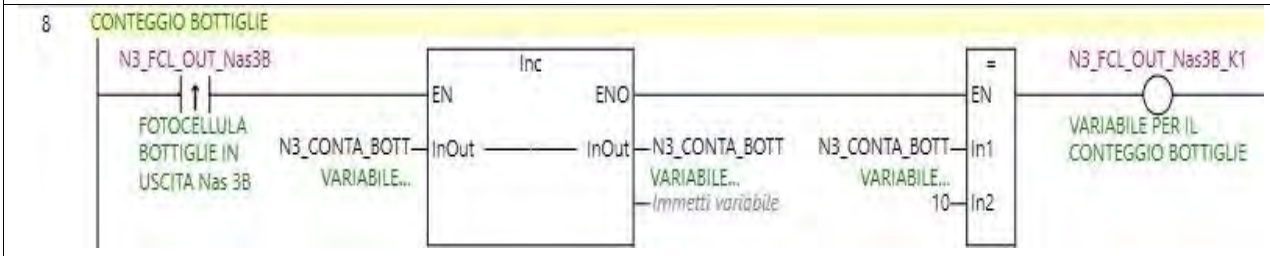
Rung 7

All'attivazione di "N3_FCL_OUT_Nas3B_K1" si disattiva la bobina "N3_FCL_OUT_Nas3B_K".



Rung 8

La variabile "N3_FCL_OUT_Nas3B_K1" si attiva dopo il passaggio di 10 bottiglie che viene contato incrementando la variabile "N3_CONTA_BOT" all'attivazione della fotocellula alla fine del nastro inferiore.

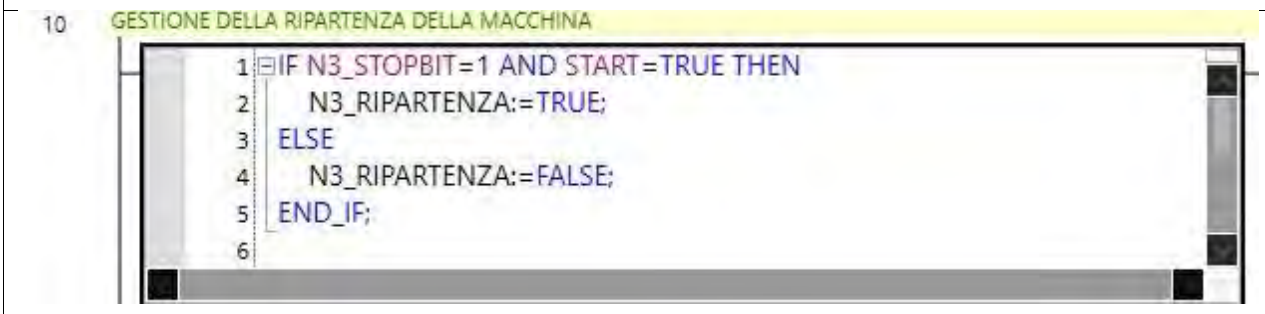


Rung 9

"N3_STOPBIT" assume valore 1 quando si preme lo stop e la variabile "N3_FCL_OUT_Nas3B_K" è attiva.

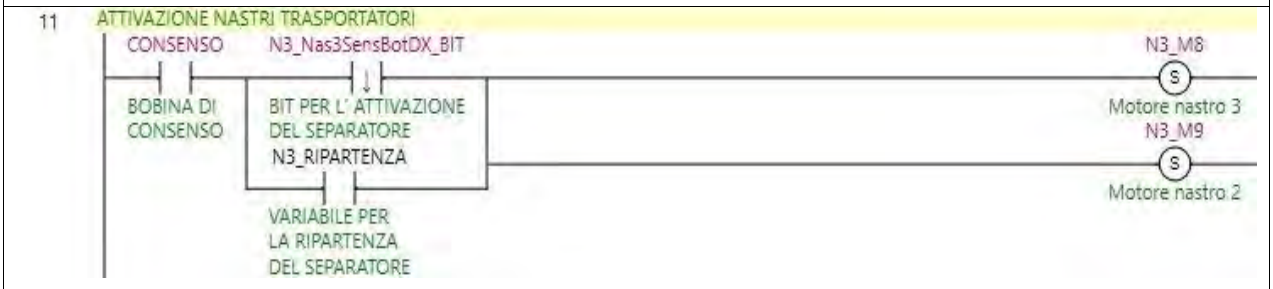
Rung 10

Se "N3_STOPBIT" è uguale a 1 e viene premuto lo start "N3_RIPARTENZA" si attiva.



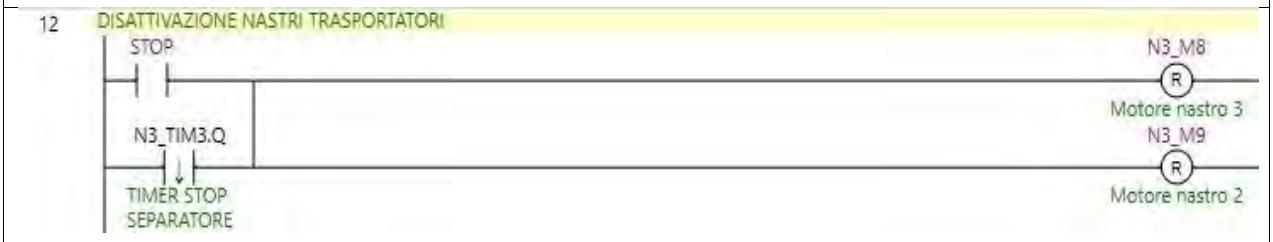
Rung 11

Le bobine associate ai nastri trasportatori si attivano quando “N3_RIPARTENZA” si attiva o sul fronte di discesa di “N3_Nas3SensBotDX_BIT”.



Rung 12

Le bobine associate ai nastri trasportatori si disattivano quando si preme lo stop oppure quando il contatto di “N3_TIM3” si attiva.



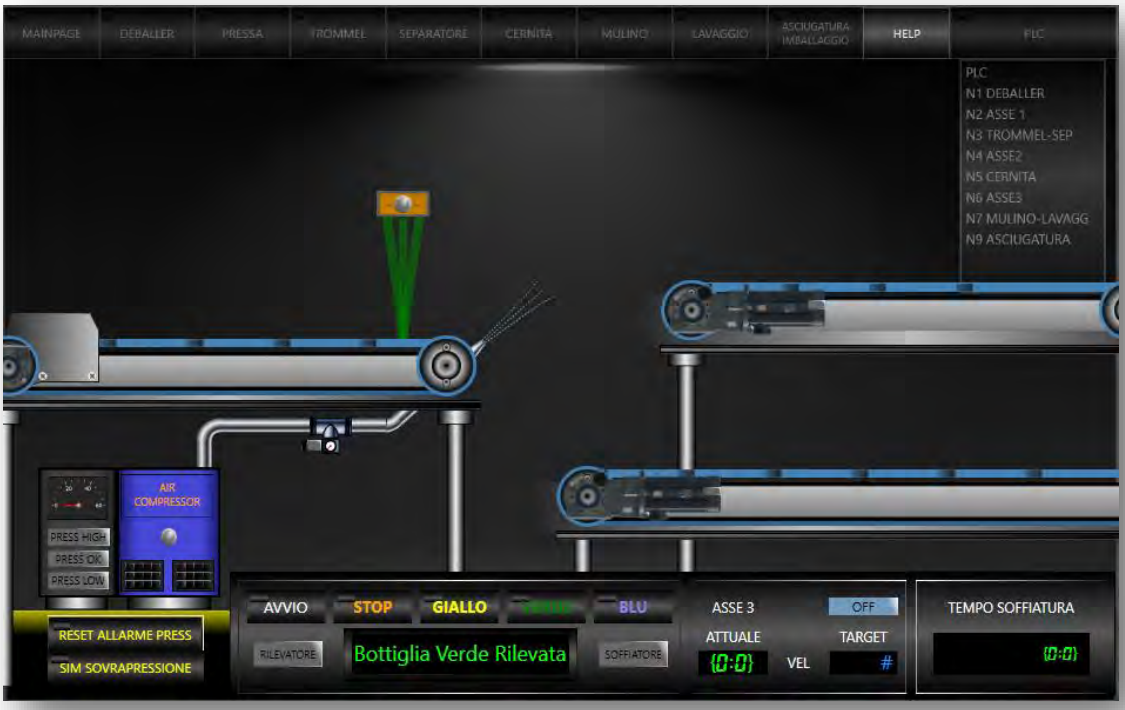
Rung 13

Timer che si attiva dopo 3 secondi dalla disattivazione di “N3_FCL_OUT_Nas3B”.

La Cernita

Successivamente alla separazione metalli, abbiamo la Cernita, dove viene “scelto” il colore di pet che si vuole riciclare.
Il macchinario. in base al colore della bottiglia che viene rilevato del sensore ottico, sceglie se soffiarla verso il nastro superiore oppure farla cadere nel nastro sottostante.
Ciò è reso possibile dall’utilizzo nel ladder della formula inversa della velocità, con la quale si ricava il tempo impiegato dalle bottiglie per raggiungere il punto di soffiatura: questo consente all’operatore di variare la velocità del nastro senza comprometterne il funzionamento.
E’ consigliabile non immettere valori di velocità minori a 10mm/s o superiori a 20mm/s perché nel primo caso si rallenterebbe di molto il ciclo di produzione, mentre nel secondo, avendo una velocità elevata, la comunicazione tra HMI e PLC subisce ritardi tali da comprometterne il corretto funzionamento.

La pagina della Cernita



Nella simulazione La Cernita delle bottiglie avviene mediante un soffiatore che si attiva in base al colore della bottiglia di PET individuata dal sensore ottico.

Tramite i pulsanti “GIALLO”, “VERDE”, “BLU” è possibile scegliere il colore delle bottiglie di PET che si vuole selezionare per portarlo alle lavorazioni successive, il colore predefinito è il blu. È consigliabile cambiare colore quando il sistema è fermo

Per agevolare i tempi di simulazione, a differenza degli altri macchinari, una volta arrivate le prime bottiglie la cernita continua a funzionare finché non viene premuto lo stop.

Scelta del colore delle bottiglie

È possibile cambiare il colore di bottiglie da inviare alla lavorazione successiva mediante i pulsanti “GIALLO”, “VERDE” e “BLU”. Si raccomanda di provare il cambio colore quando il sistema è in stop.

Per esigenze di tempi realizzativi, la simulazione prosegue in ogni caso con la lavorazione delle bottiglie di colore BLU.

Controllo Asse 3

L’asse 3 consente un controllo in velocità sul nastro dal quale si soffiano le bottiglie.

Tale controllo è fondamentale per consentire la corretta selezione delle bottiglie, poiché, una volta che esse vengono rilevate dal sensore ottico, se di colore desiderato, il PLC calcola, mediante la formula inversa della velocità, il tempo impiegato dalle bottiglie a raggiungere il punto di soffiatura, azionando di conseguenza il getto d’aria.

Avvio del Macchinario

Il macchinario si avvia automaticamente dopo che le bottiglie sono arrivate dalla fase di separazione metalli.

Arrestare il Funzionamento Del Macchinario

Per interrompere il funzionamento del macchinario è sufficiente premere il pulsante "STOP" il quale ferma il macchinario in qualsiasi momento.

Per farlo ripartire è sufficiente premere il pulsante "AVVIO".

Segnalazioni Varie

Nella pulsantiera sono predisposte varie lampade per segnalare le uscite attive in quel momento.

"ASSE3" segnala il funzionamento dell'Asse 1.

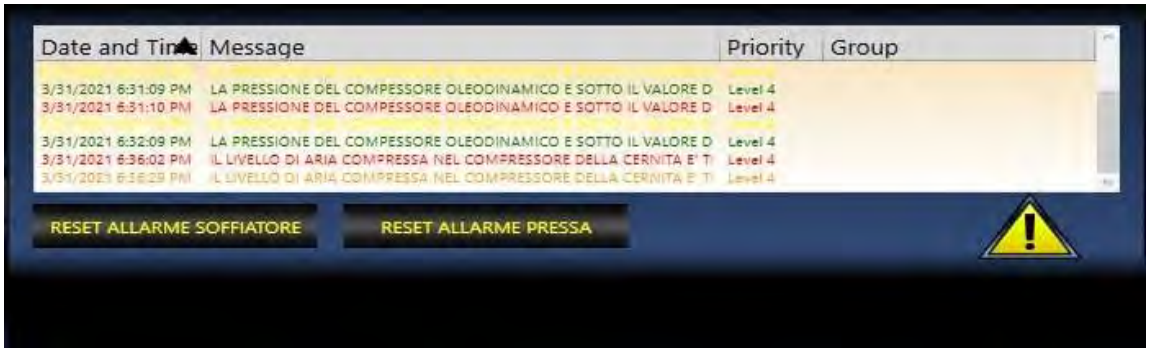
"RILEVATORE" segnala il funzionamento del rilevatore ottico per determinare il colore delle bottiglie.

"SOFFIATORE" segnala il funzionamento del soffiatore che invia le bottiglie al nastro superiore dove verranno trasportate verso la fase successiva

Il display segnala il colore della bottiglia rilevata

Allarmi

Nella pagina è inoltre presente un allarme che si attiva quando la pressione all'interno del compressore è troppo bassa. Tale allarme richiama la pagina Allarmi all'interno della quale è possibile simulare il ripristino dei valori premendo il pulsante "RESET ALLARME SOFFIATORE".



Le Sub del Nodo 5(Cernita)

N5_CernitaBottiglie

In questa sub si gestisce il soffiaggio e lo scarto delle bottiglie in arrivo dal separatore metalli

```
Sub N5_CernitaBottiglie            'SUB CERNITA

 'SOFFIAGGIO DELLE BOTTIGLIE
 '*********************************
   If N5_SOFFIATORE=True Then

 'SOFFIO BOTTIGLIA BLU
 '************************
      If N5_bot0Visn7=True And N5_bot0_o_n7>=500 And N5_CERN_BLU=True And N5_salta_bot>-60 Then
        N5_salta_bot=N5_salta_bot - 10
      End If

 'SOFFIO BOTTIGLIA GIALLA SOTTO IL RILEVATORE
 '*****************************************************
      If N5_bot1Visn7=True And n5_bot1_o_n7>=500 And N5_CERN_GIALLA=True And N5_salta_bot1>-60 Then
        N5_salta_bot1=N5_salta_bot1 - 10
      End If

 'SOFFIO BOTTIGLIA VERDE SOTTO IL RILEVATORE
 '*****************************************************
      If N5_bot2Visn7=True And n5_bot2_o_n7>=500 And N5_CERN_VERDE=True And N5_salta_bot2>-60  Then
        N5_salta_bot2=N5_salta_bot2 - 10
      End If
   End If

 'SCARTO BOTTIGLIA BLU
 '***************************
   If (N5_SOFFIATORE=False Or N5_CERN_BLU=False) And N5_salta_bot<150 Then
      If N5_bot0Visn7=True And N5_bot0_o_n7>=500  And N5_salta_bot>=0   Then
        N5_salta_bot=N5_salta_bot + 15
      End If
   End If

 'SCARTO BOTTIGLIA GIALLA
 '******************************
   If (N5_SOFFIATORE=False Or N5_CERN_gialla=False) And N5_salta_bot1<150  Then
      If N5_bot1Visn7=True And n5_bot1_o_n7>=500 And N5_salta_bot1>=0 Then
        N5_salta_bot1=N5_salta_bot1 +15
      End If
   End If

 'SCARTO BOTTIGLIA VERDE
 '******************************
   If (N5_SOFFIATORE=False Or N5_CERN_verde=False) And N5_salta_bot2<150  Then
      If N5_bot2Visn7=True And n5_bot2_o_n7>=500 And N5_salta_bot2>=0  Then
        N5_salta_bot2=N5_salta_bot2 +15
      End If
   End If

 End Sub            'SUB CERNITA
```

N5_Rilevazione

In questa sub si gestisce il funzionamento del sensore ottico utilizzato per rilevare i colori

```
Sub N5_Rilevazione                    'SUB RILEVAZIONE COLORE BOTTIGLIE

'RILEVATORE COLORE
'*********************
  If (N5_bot0_o_n7>=360 And N5_bot0_o_n7<=380)
    Or (N5_bot1_o_N7>=360 And N5_bot1_o_N7<=380)
    Or (N5_bot2_o_N7>=360 And N5_bot2_o_N7<=380) Then
    n5_rilevatore_bottiglie=True
  Else
    n5_rilevatore_bottiglie=False
  End If

'RILEVAZIONE BOTTIGLIA BLU
'*****************************
  If (N5_bot0_o_n7=360) And n5_salta_bot=0 Then
    N5_CODICE_RILEVATO=1
  End If

'RILEVAZIONE BOTTIGLIA GIALLA
'*********************************
  If (N5_bot1_o_N7=360) And n5_salta_bot1=0 Then
    N5_CODICE_RILEVATO=2
  End If

'RILEVAZIONE BOTTIGLIA VERDE
'*********************************
  If (N5_bot2_o_N7=360) And n5_salta_bot2=0 Then
    N5_CODICE_RILEVATO=3
  End If

End Sub                   'SUB RILEVAZIONE COLORE BOTTIGLIE
```

N5_AnimBottiglienastro7

In questa lunga sub vengono gestite le animazioni delle bottiglie sul nastro 7

```
Sub N5_AnimBottiglienastro7        'SUB GESTIONE MOVIMENTAZIONE BOTTIGLIE SU NASTRO

'GESTIONE SENSORE BOTTIGLIE DX
'*************************************
  If (N5_bot0_o_n7>1250 And N5_bot0_o_n7<1300 And n5_salta_bot=-60)
    Or  (N5_bot1_o_n7>1250 And N5_bot1_o_n7<1300 And n5_salta_bot1=-60)
    Or  (N5_bot2_o_n7>1250 And N5_bot2_o_n7<1300 And n5_salta_bot2=-60)Then
    N5_sensbotdx=True
  Else
    N5_sensbotdx=False
  End If

'SIMULAZIONE SPOSTAMENTO BOTTIGLIE SUI NASTRI
'*********************************************************
  If N5_Asse3_Busy=True Then
    N5_bot0Visn7=True
    N5_bot0_o_n7=N5_bot0_o_n7+N5_Velocita
    If N5_bot0_o_n7>300 Then
      N5_bot1Visn7=True
    End If
    If N5_bot1Visn7=True
      N5_bot1_o_n7=N5_bot1_o_n7+N5_Velocita
    End If
    If N5_bot1_o_n7>300 Then
      N5_bot2Visn7=True
    End If
    If N5_bot2Visn7=True
      N5_bot2_o_n7=N5_bot2_o_n7+N5_Velocita
    End If
    If N5_bot2_o_n7>300 Then
      N5_bot3Visn7=True
    End If
  End If
```

```
'INCREMENTO DELLA VARIABILE N5_KV
'*********************************************
  If N5_bot2_o_n7=600 Then
    N5_kv=1
  End If
  If N5_bot1_o_n7=600 Then
    N5_kv=2
  End If
  If N5_bot0_o_n7=600 Then
    N5_kv=3
  End If

'RESET BOTTIGLIA BLU
'*************************
  If N5_bot0_o_n7>=1280  Then
    N5_nas7_n=N5_nas7_n+1
    N5_bot0Visn7=False
    N5_salta_bot=0
    If N5_kv=1 Then
      N5_bot0_o_n7=0
    End If
  End If

'RESET BOTTIGLIA GIALLA
'****************************
  If N5_bot1_o_n7>=1280 And N5_bot0_o_n7 >=600   Then
    N5_bot1Visn7=False
    N5_salta_bot1=0
    If N5_kv=3  Then
      N5_bot1_o_n7=0
    End If
  End If
```

N5_AnimNastro7

In questa sub vengono gestite le animazioni legate al nastro 7

```
Sub N5_AnimNastro7                    'SUB ANIMAZIONE NASTRO E RELATIVI DENTI

    If N5_Asse3_Busy=True Then
        N5_RotNastro7=N5_RotNastro7+5
        N5_RotDenteN7=N5_RotDenteN7+10
        N5_Dente6VN7=False
        N5_RotDenteN7=N5_RotDenteN7+10
        N5_Dente2N7=N5_Dente2N7+10
        N5_Dente3N7=N5_Dente3N7+10
        N5_Dente4N7=N5_Dente4N7+10
        N5_Dente5N7=N5_Dente5N7+10
        N5_Dente6N7=N5_Dente6N7+10
    End If

    If N5_RotDenteN7=500 Then
        N5_RotDenteN7=0
        N5_RotDenteN7=0
    End If

    If N5_Dente2N7=400 Then
        N5_Dente2N7=-100
        N5_RotDenteN7=0
    End If

    If N5_Dente3N7=300 Then
        N5_Dente3N7=-200
        N5_RotDenteN7=0
    End If

    If N5_Dente4N7=200 Then
        N5_Dente4N7=-300
        N5_RotDenteN7=0
    End If

    If N5_Dente5N7=100 Then
        N5_Dente5N7=-400
        N5_RotDenteN7=0
    End If

    If N5_Dente6N7=0 Then
        N5_Dente6N7=-500
        N5_RotDenteN7=0
    End If

End Sub          'SUB ANIMAZIONE NASTRO E RELATIVI DENTI
```

N5_AnimNastro8

In questa sub vengono gestite le animazioni legate al nastro 8

```
    If N5_Dente4N8=200 Then
        N5_Dente4N8=-300
        N5_RotDenteN8=0
    End If

    If N5_Dente5N8=100 Then
        N5_Dente5N8=-400
        N5_RotDenteN8=0
    End If

    If N5_Dente6N8=0 Then
        N5_Dente6N8=-500
        N5_RotDenteN8=0
    End If

End Sub          'SUB ANIMAZIONE NASTRO E RELATIVI DENTI
```

```
Sub N5_AnimNastro8                    'SUB ANIMAZIONE NASTRO E RELATIVI DENTI

    If N5_M1=True Then
        N5_RotNastro8=N5_RotNastro8+5
        N5_RotDenteN8=N5_RotDenteN8+10
        N5_RotDenteN8=N5_RotDenteN8+10
        N5_Dente2N8=N5_Dente2N8+10
        N5_Dente3N8=N5_Dente3N8+10
        N5_Dente4N8=N5_Dente4N8+10
        N5_Dente5N8=N5_Dente5N8+10
        N5_Dente6N8=N5_Dente6N8+10
    End If

    If N5_RotDenteN8=500 Then
        N5_RotDenteN8=0
        N5_RotDenteN8=0
    End If

    If N5_Dente2N8=400 Then
        N5_Dente2N8=-100
        N5_RotDenteN8=0
    End If

    If N5_Dente3N8=300 Then
        N5_Dente3N8=-200
        N5_RotDenteN8=0
    End If
```

N5_AnimNastro9

In questa sub vengono gestite le animazioni legate al nastro 9

```
Sub N5_AnimNastro9                    'SUB ANIMAZIONE NASTRO E RELATIVI DENTI

    If N5_M2=True Then
        N5_RotNastro9=N5_RotNastro9+5
        N5_RotDenteN9=N5_RotDenteN9+10
        N5_RotDenteN9=N5_RotDenteN9+10
        N5_Dente2N9=N5_Dente2N9+10
        N5_Dente3N9=N5_Dente3N9+10
        N5_Dente4N9=N5_Dente4N9+10
        N5_Dente5N9=N5_Dente5N9+10
        N5_Dente6N9=N5_Dente6N9+10
    End If

    If N5_RotDenteN9=500 Then
        N5_RotDenteN9=0
        N5_RotDenteN9=0
    End If

    If N5_Dente2N9=400 Then
        N5_Dente2N9=-100
        N5_RotDenteN9=0
    End If

    If N5_Dente3N9=300 Then
        N5_Dente3N9=-200
        N5_RotDenteN9=0
    End If

    If N5_Dente4N9=200 Then
        N5_Dente4N9=-300
        N5_RotDenteN9=0
    End If

    If N5_Dente5N9=100 Then
        N5_Dente5N9=-400
        N5_RotDenteN9=0
    End If

    If N5_Dente6N9=0 Then
        N5_Dente6N9=-500
        N5_RotDenteN9=0
    End If

End Sub                    'SUB ANIMAZIONE NASTRO E RELATIVI DENTI
```

N5_Gestione_Pressione

In questa sub viene gestito l'incremento o decremento del valore di pressione legato al compressore "N5_COMPRESSORE"

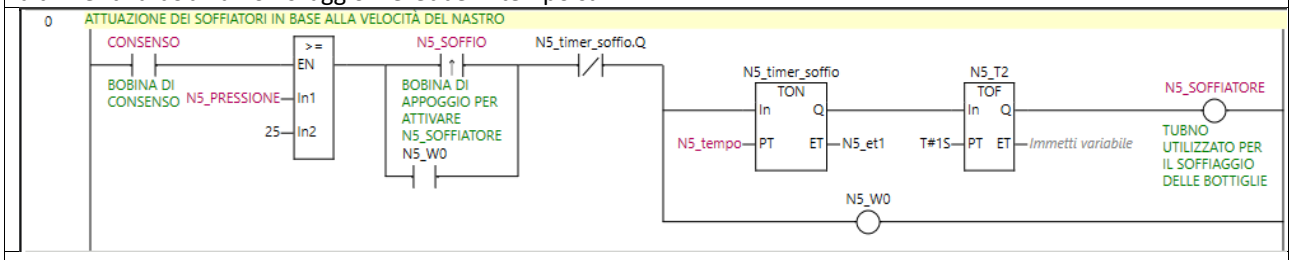
```
Sub N5_GESTIONE_PRESSIONE

    If N5_COMPRESSORE=True Then
        N5_PRESSIONE=N5_PRESSIONE+1
    End If

    If N5_PRESSIONE>=50 Then
        N5_PRESSIONE=N5_PRESSIONE-0.25
    End If
    If N5_PRESSIONE<25 Then
        N5_PRESSIONE=N5_PRESSIONE+0.25
    End If
    If N5_RESET=True Then
        N5_EN_ALM=False
        N5_PRESSIONE=35
    End If

    If N5_SOFFIATORE=True Then
        n5_pressione=N5_PRESSIONE-0.5
    End If

End Sub
```

Il Ladder Della Cernita

NODO 5-6 **CERNITA**

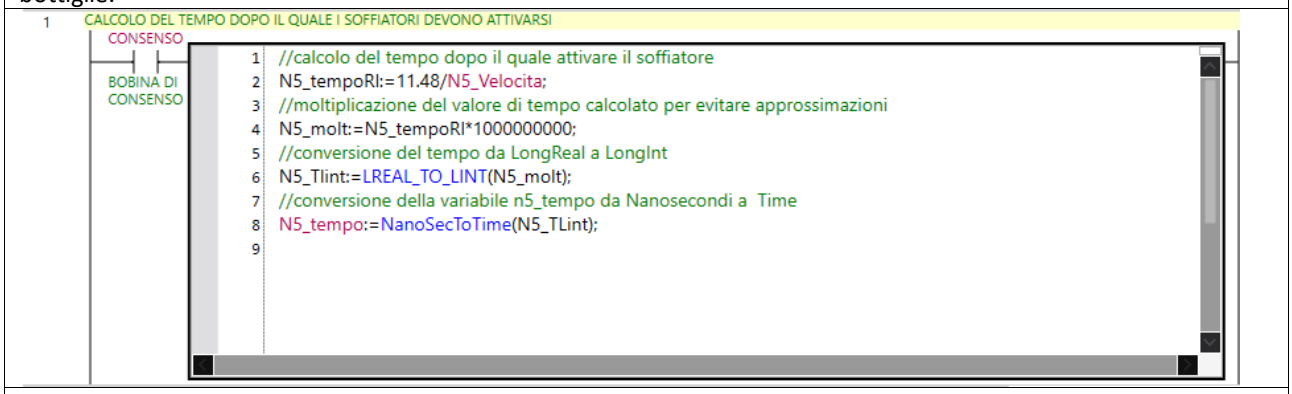
Rung 0

Sul fronte di salita di “N5_SOFFIO”, mentre il valore di pressione in circolo è maggiore o uguale a 25, si attiva il temporizzatore “N5_timer_soffio” che una volta trascorso il suo PT manda un segnale al temporizzatore “N5_T2” che mantiene attiva la bobina N5_SOFFIATORE per 1 secondo. Questo temporizzatore è utilizzato in simulazione poiché altrimenti la bobina non si aggiornerebbe in tempo sull’HMI.



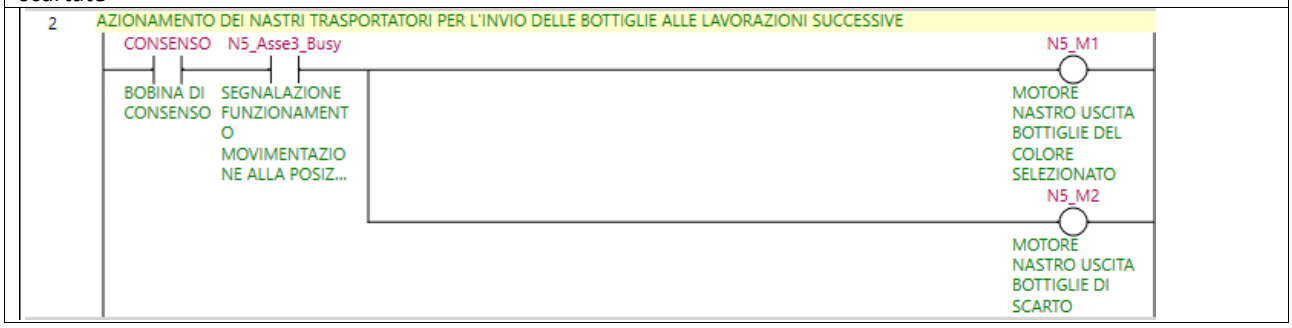
Rung 1

In questo rung il PLC calcola, mediante la formula inversa della velocità, il tempo che le bottiglie impiegano a raggiungere il soffiatore. Con l’utilizzo della formula è possibile variare la velocità del nastro senza avere ripercussioni sul funzionamento del macchinario, è consigliabile non andare oltre il valore di 30mm/s in caso si voglia simulare il programma, poiché a causa dei tempi di aggiornamento tra PLC ed HMI la simulazione tende a sfalsare la quota delle bottiglie.



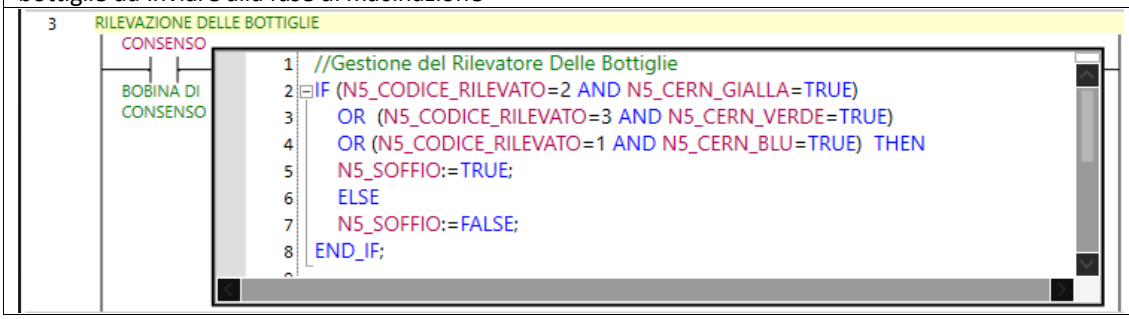
Rung 2

Con L’attivazione di “N5_Asse3_Busy” si attivano le bobine “N5_M1” ed “N5_M2” che consentono ai nastri di trasportare rispettivamente le bottiglie verso la fase di macinazione e verso la zona di accumulo delle bottiglie scartate



Rung 3

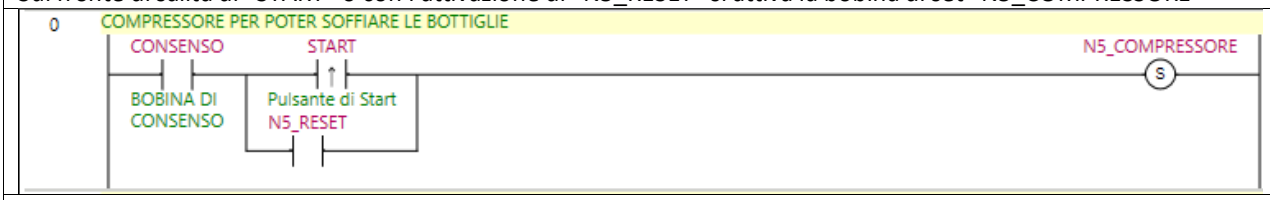
Con questo rung si gestisce l'attivazione della variabile "N5_SOFFIO" in base alla scelta effettuata sul colore di bottiglie da inviare alla fase di macinazione



NODO 5-6 CONTROLLO_PRESSIONE

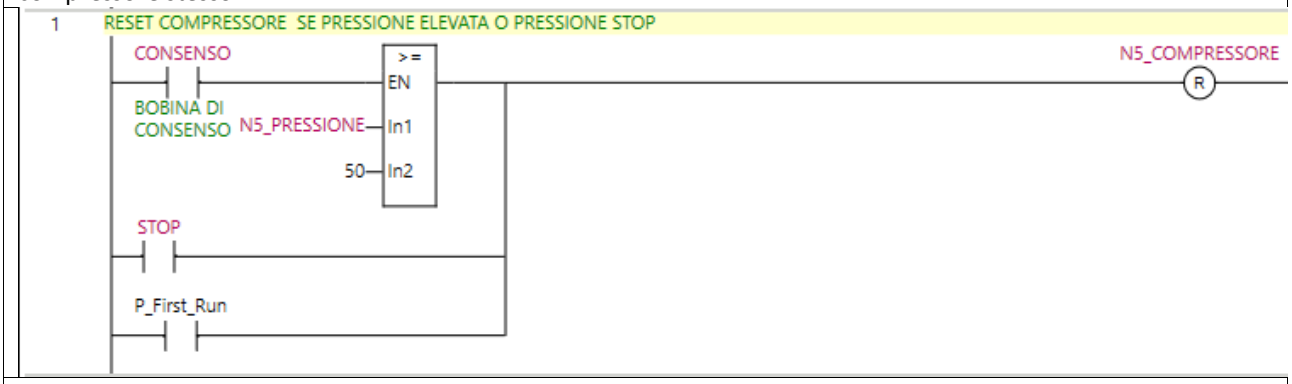
Rung 0

Sul fronte di salita di "START" o con l'attivazione di "N5_RESET" si attiva la bobina di set "N5_COMPRESSORE"



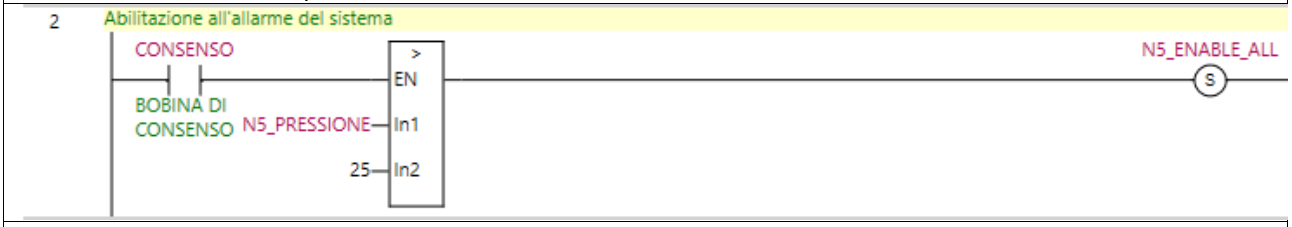
Rung 1

Quando la pressione supera il valore di 50 si attiva la bobina di reset "N5_COMPRESSORE" che disattiva il compressore stesso



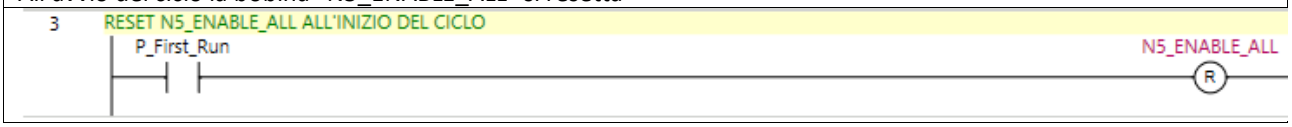
Rung2

Quando la pressione supera il valore di 25 si attiva la bobina di set "N5_ENABLE_ALL" che consente all'allarme della fase di cernita di scattare quando la sua condizione è verificata



Rung 3

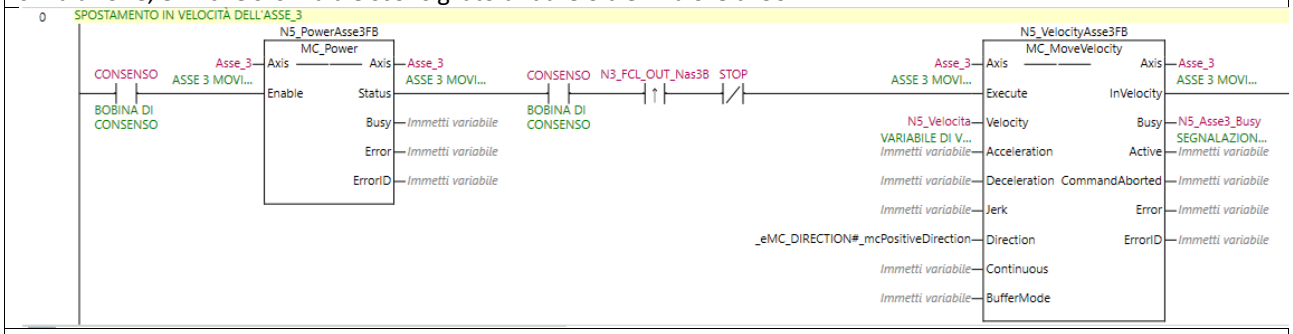
All'avvio del ciclo la bobina "N5_ENABLE_ALL" si resetta



Sezione 3 Asse_3_CERNITA

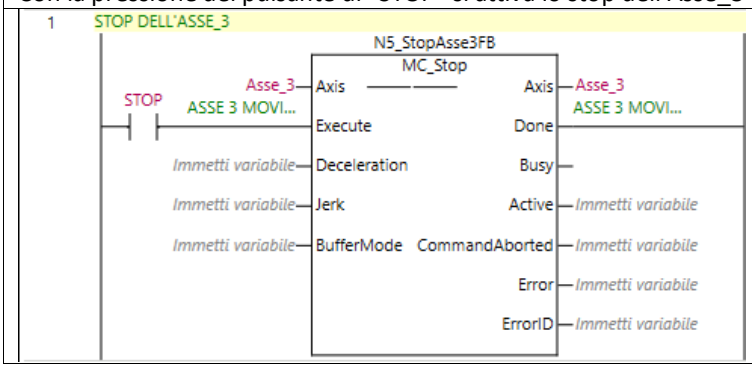
Rung 0

Con l'attivazione del consenso si mette in coppia l'Asse_3, con il quale si inizia il controllo in velocità una volta arrivato il fronte di salita di "N3_FCL_OUT_Nas3B".
La velocita a cui deve arrivare l'asse è scelta dall'utente, il suo valore predefinito è di 20 per consentire una agevole simulazione, e finchè si simula è sconsigliato andare oltre il valore di 30



Rung 1

Con la pressione del pulsante di "STOP" si attiva lo stop dell'Asse_3



MULINO

Il mulino è un macchinario meccanico verticale a corpo cavo che consiste in lame dentate che triturano in fiocchi le bottiglie di PET.

Le bottiglie, in precedenza selezionate e private della loro etichetta, vengono inserite all'interno del mulino grazie ad un nastro trasportatore; una volta inserite, la fotocellula posizionata in fondo al nastro le rileva e aziona il motore del mulino. Le bottiglie cadono quindi sopra alle lame dentate e vengono ridotte in fiocchi: questi cadono su un nastro trasportatore che li trasferisce alla stazione successiva: questo nastro viene azionato da una fotocellula all'uscita del mulino.

La pagina del MULINO

Qui possiamo vedere la pulsantiera che è composta da

Due pulsanti: Avvio e Stop e 4 lampade di segnalazione che Segnalano il funzionamento del rispettivo motore:

- Nastro 10
- Nastro 11
- Nastro 12
- Macinazione

Le Sub del Nodo 7(Mulino)

Sub N7_MACINAZIONE

La prima Sub serve per l'azionamento delle ruote simulate che macinano in fiocchi le bottiglie

```
Sub  N7_MACINAZIONE              'ANIMAZIONE RUOTE PER LA MACINAZIONE

'ROTAZIONE LAMA 1
'**********************
   If N7_MULINO =True Then
      N7_LAMA1=N7_LAMA1+6
   End If

'ROTAZIONE LAMA 2
'***********************
   If  N7_MULINO=True Then
      N7_LAMA2=N7_LAMA2-10
   End If

End Sub            'ANIMAZIONE RUOTE PER LA MACINAZIONE
```

Sub AnimBottiglieNastro10

In questa sub è contenuta l'animazione delle bottiglie sopra il nastro 10

```
Sub  N7_AnimBottiglieNastro10     'ANIMAZIONE BOTTIGLIE SUL NASTRO

   If (N7_nas10_bot0_o>470 And N7_nas10_bot0_o<500) Or
      (N7_nas10_bot1_o>470 And N7_nas10_bot1_o<500) Or
      (N7_nas10_bot2_o>470 And N7_nas10_bot2_o<500) Or
      (N7_nas10_bot3_o>470 And N7_nas10_bot3_o<500) Or
      (N7_nas10_bot4_o>470 And N7_nas10_bot4_o<500) Then
      N7_nas10_SensBotDX=True
   Else
      N7_nas10_SensBotDX=False
   End If

' GESTIONE VISIBILITA PRIMO GRUPPO DI BOTTIGLIE
'*********************************************************
   If N7_n10=NumPass Then
      N7_nas10_bot0Vis=False
   Else
      N7_nas10_bot0Vis=True
   End If

   If N7_NASTRO10=True Then
      If N7_nas10_bot0Vis=True Then
         N7_nas10_bot0_o=N7_nas10_bot0_o+10
      End If
      If N7_nas10_bot0_o>100 Then
         N7_nas10_bot1Vis=True
      End If
      If N7_nas10_bot1Vis=True
         N7_nas10_bot1_o=N7_nas10_bot1_o+10
      End If
      If N7_nas10_bot1_o>100 Then
         N7_nas10_bot2Vis=True
      End If
      If N7_nas10_bot2Vis=True
         N7_nas10_bot2_o=N7_nas10_bot2_o+10
      End If
      If N7_nas10_bot2_o>100 Then
         N7_nas10_bot3Vis=True
      End If
      If N7_nas10_bot3Vis=True
         N7_nas10_bot3_o=N7_nas10_bot3_o+10
      End If
      If N7_nas10_bot3_o>100 Then
         N7_nas10_bot4Vis=True
      End If
      If N7_nas10_bot4Vis=True Then
         N7_nas10_bot4_o=N7_nas10_bot4_o+10
      End If
   End If

   If N7_nas10_bot0_o=500  Then
      N7_n10=N7_n10+1
      N7_nas10_bot0Vis=False
      N7_nas10_bot0_o=0
   End If

   If N7_nas10_bot1_o=500  Then
      N7_nas10_bot1Vis=False
      N7_nas10_bot1_o=0
   End If

   If N7_nas10_bot2_o=500  Then
      N7_nas10_bot2Vis=False
      N7_nas10_bot2_o=0
   End If

   If N7_nas10_bot3_o=500  Then
      N7_nas10_bot3Vis=False
      N7_nas10_bot3_o=0
   End If

   If N7_nas10_bot4_o=500  Then
      N7_nas10_bot4Vis=False
      N7_nas10_bot4_o=0
   End If

End Sub   'ANIMAZIONE BOTTIGLIE SUL NASTRO
```

Sub N7_BottMulino

In questa sub è contenuta l'animazione delle bottiglie all'interno del mulino

```
Sub N7_BottMulino                    'ANIMAZIONE DISCESA BOTTIGLIE ALL'INTERNO DEI

    If  N7_MULINO =True Then
        N7_botMulino=True
    End If

    If N7_cnM=(NumPass) Then
      N7_vis_bot_mul=False
    Else
      N7_vis_bot_mul =True
    End If

  If N7_botMulino=  True Then
'ANIMAZIONE DISCESA 1 BOT
'*****************************
    If N7_vis_bot_mul = True Then
      N7_bot0_0M=True
      N7_bot0_0vM=N7_bot0_0vM+5
    End If
    If N7_bot0_0vM>50 Then
      N7_bot0_1M=True
    End If
'ANIMAZIONE DISCESA 2 BOT
'*****************************
    If N7_bot0_1M=True Then
      N7_bot0_1vM=N7_bot0_1vM +5
    End If
    If N7_bot0_1vM>50 Then
      N7_bot0_2M=True
    End If
'ANIMAZIONE DISCESA 3 BOT
'*****************************
    If N7_bot0_2M=True Then
      N7_bot0_2vM=N7_bot0_2vM+5
    End If
    If N7_bot0_2vM>50 Then
      N7_bot0_3M=True
    End If
'ANIMAZIONE DISCESA 4 BOT
'*****************************
    If N7_bot0_3M=True Then
      N7_bot0_3vM=N7_bot0_3vM+5
    End If
    If N7_bot0_3vM>50 Then
      N7_bot0_4M=True
    End If
'ANIMAZIONE DISCESA 5 BOT
'*****************************
    If N7_bot0_4M=True Then
      N7_bot0_4vM=N7_bot0_4vM+5
    End If
'RESET ANIMAZIONI BOT DISCESA NEL MULINO
'*****************************************
    If N7_bot0_0vM =250 Then
      N7_bot0_0vM=0
      N7_bot0_0M=False
      N7_cnM=N7_cnM+1
    End If
    If N7_bot0_1vM =250Then
      N7_bot0_1vM=0
      N7_bot0_1M=False
    End If
    If N7_bot0_2vM =250 Then
      N7_bot0_2vM=0
      N7_bot0_2M=False
    End If
    If N7_bot0_3vM=250 Then
      N7_bot0_3vM=0
      N7_bot0_3M=False
    End If
    If N7_bot0_4vM =250 Then
      N7_bot0_4vM=0
      N7_bot0_4M=False
    End If
  End If
```

```
'ANIMAZIONE DISCESA PEZZI TRITURATI
'*****************************************
  If N7_cnM>0  Then
    N7_anim_pez=True
  End If

  If N7_cnpez=(NumPass*5) Then
    N7_vis_pez=False
  Else
    N7_vis_pez =True
  End If

  If N7_anim_pez=True Then
    If N7_vis_pez=True Then
      N7_pez0_bit=True
      N7_pez0_v=N7_pez0_v+10
    End If
    If N7_pez0_v>20 Then
      N7_pez1_bit=True
    End If
    If N7_pez1_bit=True Then
      N7_pez1_v=N7_pez1_v+10
    End If
    If N7_pez1_v>20 Then
      N7_pez2_bit=True
    End If
    If N7_pez2_bit=True Then
      N7_pez2_v=N7_pez2_v+10
    End If
    If N7_pez2_v>20 Then
      N7_pez3_bit=True
    End If
    If N7_pez3_bit=True Then
      N7_pez3_v=N7_pez3_v+10
    End If
    If N7_pez3_v>20 Then
      N7_pez4_bit=True
    End If
    If N7_pez4_bit=True Then
      N7_pez4_v=N7_pez4_v+10
    End If
'RESET ANIMAZIONE DISCESA PEZZI TRITURATI
    If N7_pez0_v=100=True Then
      N7_pez0_v=0
      N7_pez0_bit=False
      N7_cnpez=N7_cnpez+1
    End If
    If N7_pez1_v=100 =True Then
      N7_pez1_v=0
      N7_pez1_bit=False
    End If
    If N7_pez2_v=100 =True Then
      N7_pez2_v=0
      N7_pez2_bit=False
    End If
    If N7_pez3_v=100 =True Then
      N7_pez3_v=0
      N7_pez3_bit=False
    End If
    If N7_pez4_v=100 =True Then
      N7_pez4_v=0
      N7_pez4_bit=False
    End If
  End If

End Sub          'ANIMAZIONE DISCESA BOTTIGLIE ALL'INTERNO DEL MULI
```

Sub N7_AnimNastro10

In questa sub è contenuta l'animazione del nastro 10

```
Sub N7_AnimNastro10            'ANIMAZIONE AZIONAMENTO NASTR

  If N7_NASTRO10=True Then
    N7_nas10_RotNastro0=N7_nas10_RotNastro0+5
    N7_nas10_RotDenteN0=N7_nas10_RotDenteN0+10
    N7_nas10_Dente1N0=N7_nas10_Dente1N0+10
    N7_nas10_Dente2N0=N7_nas10_Dente2N0+10
    N7_nas10_Dente3N0=N7_nas10_Dente3N0+10
    N7_nas10_Dente4N0=N7_nas10_Dente4N0+10
    N7_nas10_Dente5N0=N7_nas10_Dente5N0+10
    N7_nas10_Dente6N0=N7_nas10_Dente6N0+10
  End If

  If N7_nas10_Dente1N0=500 Then
    N7_nas10_Dente1N0=0
    N7_nas10_RotDenteN0=0
  End If

  If N7_nas10_Dente2N0=400 Then
    N7_nas10_Dente2N0=-100
    N7_nas10_RotDenteN0=0
  End If

  If N7_nas10_Dente3N0=300 Then
    N7_nas10_Dente3N0=-200
    N7_nas10_RotDenteN0=0
  End If

  If N7_nas10_Dente4N0=200 Then
    N7_nas10_Dente4N0=-300
    N7_nas10_RotDenteN0=0
  End If

  If N7_nas10_Dente5N0=100 Then
    N7_nas10_Dente5N0=-400
    N7_nas10_RotDenteN0=0
  End If

  If N7_nas10_Dente6N0=0 Then
    N7_nas10_Dente6N0=-500
    N7_nas10_RotDenteN0=0
  End If

End Sub          'ANIMAZIONE AZIONAMENTO NASTRO
```

Sub N7_AnimPezziNastro11

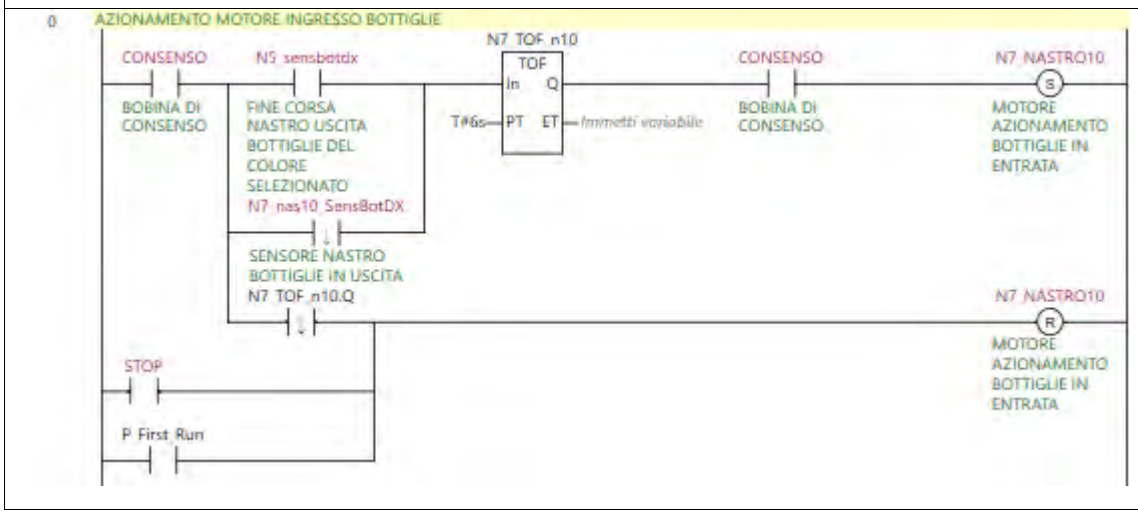
In questa sub è contenuta l'animazione delle bottiglie sopra il nastro 11

```
Sub N7_AnimPezziNastro11          'ANIMAZIONE PEZZI NASTRO 1

'GESTIONE SENSORE PEZZI FINE NASTRO A DX
'*********************************************
  If (N7_nas11_pez0_o>470 And N7_nas11_pez0_o<500) Or
     (N7_nas11_pez1_o>470 And N7_nas11_pez1_o<500) Or
     (N7_nas11_pez2_o>470 And N7_nas11_pez2_o<500) Or
     (N7_nas11_pez3_o>470 And N7_nas11_pez3_o<500) Or
     (N7_nas11_pez4_o>470 And N7_nas11_pez4_o<500) Then
     N7_nas11_SensBotDX=True
  Else
     N7_nas11_SensBotDX=False
  End If

'GESTIONE ANIMAZIONE PEZZI NASTRO 11
'*********************************************
  If N7_n11=(NumPass) Then
     N7_VisPezziN11=False
  Else
     N7_VisPezziN11=True
  End If

  If N7_NASTRO11=True Then
     If N7_VisPezziN11=True Then
        N7_nas11_pez0Vis=True
        N7_nas11_pez0_o=N7_nas11_pez0_o+10
     End If
     If N7_nas11_pez0_o>100 Then
        N7_nas11_pez1Vis=True
     End If
     If N7_nas11_pez1Vis=True
        N7_nas11_pez1_o=N7_nas11_pez1_o+10
     End If
     If N7_nas11_pez1_o>100 Then
        N7_nas11_pez2Vis=True
     End If
     If N7_nas11_pez2Vis=True
        N7_nas11_pez2_o=N7_nas11_pez2_o+10
     End If
     If N7_nas11_pez2_o>100 Then
        N7_nas11_pez3Vis=True
     End If
     If N7_nas11_pez3Vis=True
        N7_nas11_pez3_o=N7_nas11_pez3_o+10
     End If
     If N7_nas11_pez3_o>100 Then
        N7_nas11_pez4Vis=True
     End If
     If N7_nas11_pez4Vis=True Then
        N7_nas11_pez4_o=N7_nas11_pez4_o+10
     End If
  End If

  If N7_nas11_pez0_o=500  Then
     N7_n11=N7_n11+1
     N7_nas11_pez0Vis=False
     N7_nas11_pez0_o=0
  End If
  If N7_nas11_pez1_o=500  Then
     N7_nas11_pez1Vis=False
     N7_nas11_pez1_o=0
  End If
  If N7_nas11_pez2_o=500  Then
     N7_nas11_pez2Vis=False
     N7_nas11_pez2_o=0
  End If
  If N7_nas11_pez3_o=500  Then
     N7_nas11_pez3Vis=False
     N7_nas11_pez3_o=0
  End If
  If N7_nas11_pez4_o=500  Then
     N7_nas11_pez4Vis=False
     N7_nas11_pez4_o=0
  End If

End Sub      'ANIMAZIONE PEZZI NASTRO 11
```

Il ladder del Mulino

Rung 0

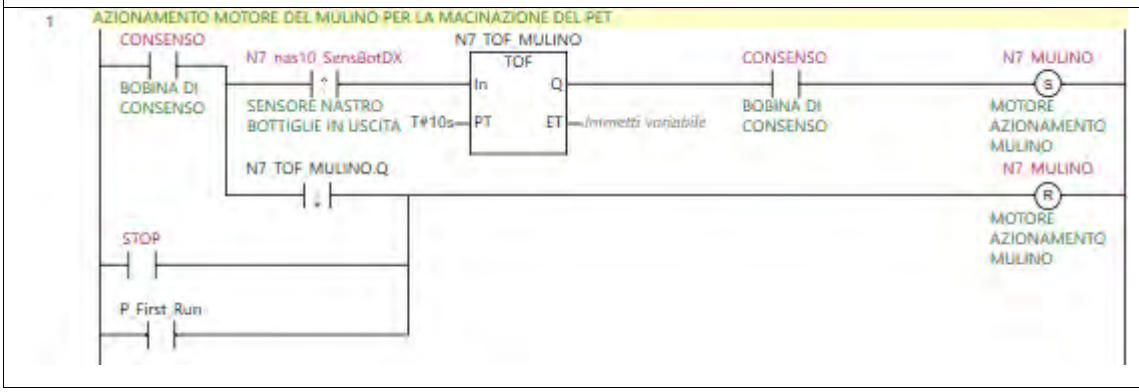
Questo rung contiene il set e i reset per l'azionamento del motore del nastro 10, cioè, in nastro per l'immissione di bottiglie nel mulino; una volta attivato il CONSENSO, il contatto del finecorsa del nastro in uscita della cernita attiva la bobina di set del motore del nastro 10 temporizzata tramite un TOF che dopo 10 secondi che non rileva più pezzi in arrivo spegne il motore del nastro tramite la bobina di reset. Il contatto di stop aziona la bobina di reset del motore del nastro 10.



Rung 1

Questo rung contiene le bobine di sete e reset del motore nel MULINO; una volta attivato il CONSENSO la fotocellula posizionata in fondo al nastro 10 aziona la bobina di set del motore del mulino; il motore del mulino è temporizzato tramite un TOF che dopo 10 secondi diseccita il motore stesso eccitando la bobina di reset del motore del nastro.

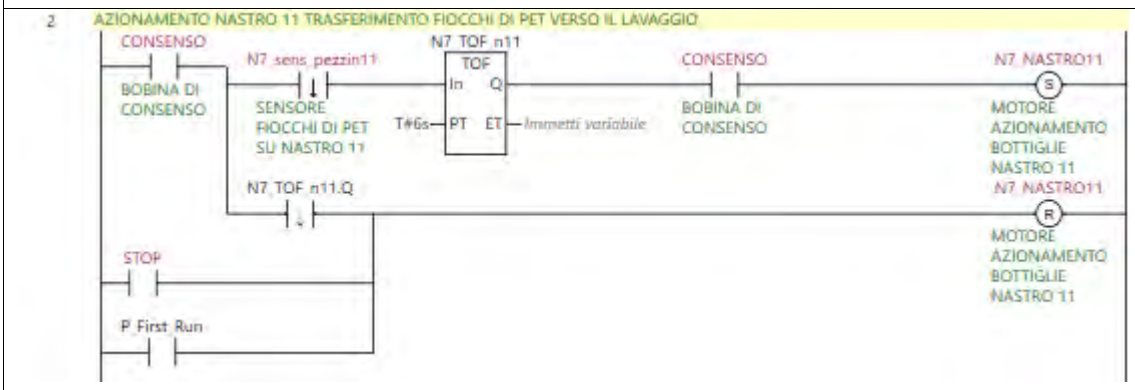
Il contatto di stop aziona la bobina di reset del motore del mulino.



Rung 2

Questo rung contiene il set e i reset per l'azionamento del motore del nastro 11, cioè, in nastro per il trasporto delle bottiglie; una volta attivato il CONSENSO, il contatto del finecorsa del nastro in uscita del mulino attiva la bobina di set del motore del nastro 11 temporizzata tramite un TOF che dopo 6 secondi che non rileva più pezzi in arrivo spegne il motore del nastro tramite la bobina di reset.

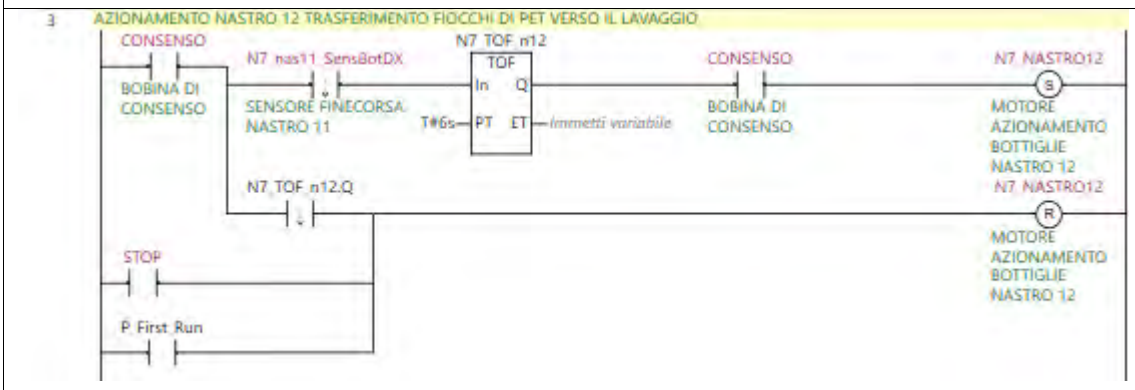
Il contatto di stop aziona la bobina di reset del motore del nastro 11.



Rung 3

Questo rung contiene il set e i reset per l'azionamento del motore del nastro 12, cioè, in nastro per il trasporto delle bottiglie verso la stazione successiva; una volta attivato il CONSENSO, il contatto del finecorsa del nastro 11 attiva la bobina di set del motore del nastro 12 temporizzata tramite un TOF che dopo 6 secondi che non rileva più pezzi in arrivo spegne il motore del nastro tramite la bobina di reset.

Il contatto di stop aziona la bobina di reset del motore del nastro 12.



Il Lavaggio

Da cosa è costituito?

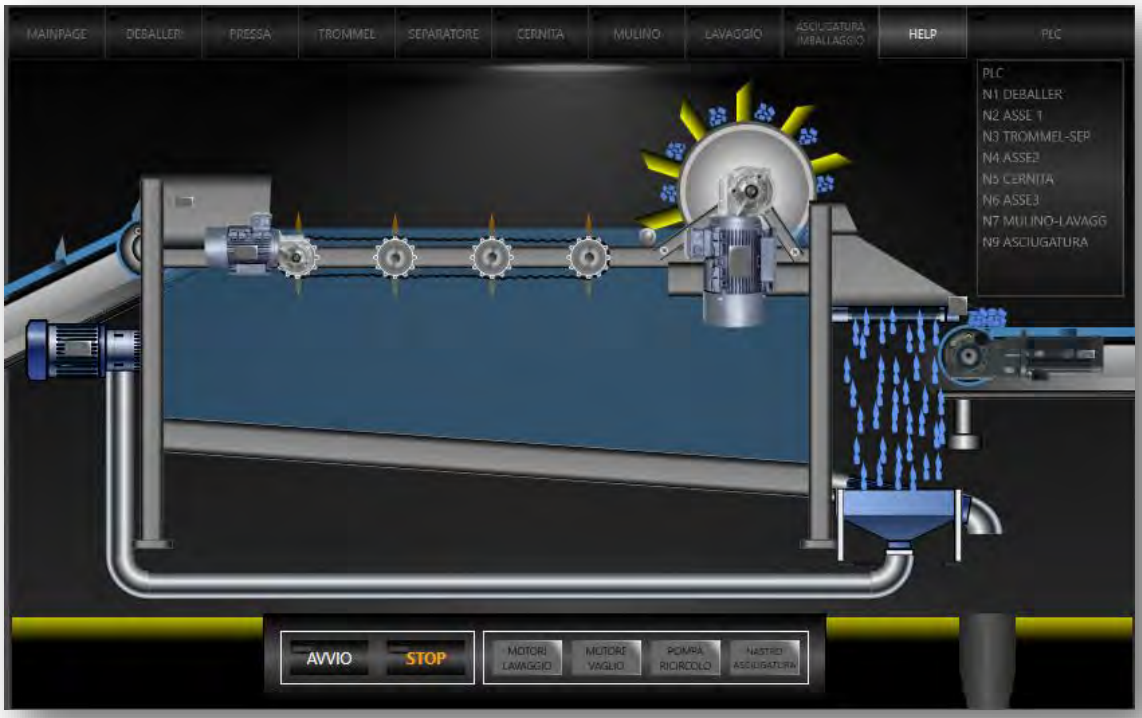
Il Lavaggio è un processo attraverso il quale è possibile la pulizia dei fiocchi di plastica PET ottenuti dalle lavorazioni precedenti.

La vasca per il lavaggio e la decantazione del materiale platico è costituita da un vascone per il contenimento dell'acqua, che rappresenta la struttura principale del macchinario, da bocchettoni per l'immissione del materiale e per la loro espulsione con apposite pompe, da motori per lo spostamento del materiale, collegati a cilindri muniti di palette. A fine vasca è integrato anche un motore collegato ad un setaccio rotante per il trasferimento dei fiocchi alle lavorazioni successive.

Come funziona?

Il materiale, dopo essere stato inserito dal bocchettone di ingresso, si trova in balia dei cilindri che, grazie alla loro funzione rotante, spingono il materiale nella vasca. Durante il processo, il materiale subisce un lavaggio che può essere a base di acqua o anche di specifici prodotti; gli scarti creati si depositano sul fondo e vengono prelevati mediante bocchettoni di uscita collegati ad apposite pompe.

La pagina del Lavaggio



Il lavaggio, secondo la nostra simulazione, si attiva quando i fiocchi di PET, raggiunto l'ingresso del macchinario, vengono rilevati da un sensore, che attiva i motori asincroni trifase connessi a cilindri con palette che, ruotando, garantiscono il movimento del PET.

Quest'ultimo quindi si sposta orizzontalmente galleggiando sul filo del liquido di lavaggio e, una volta raggiunto l'estremo dalla vasca, verrà vagliato da un setaccio rotante che lo depositerà sullo scivolo di uscita, dove un nastro trasportatore lo trasferirà alla stazione di asciugatura.

Durante questo processo, i materiali plastici di altra tipologia. avendo un peso specifico più elevato, si depositano sul fondo della vasca e, per l'effetto della forma inclinata della stessa e del movimento del fluido generato dalle pale, si raccolgono ad una estremità, dove troveranno un punto di espulsione. Il liquido detergente viene comunque filtrato e raccolto per essere reimmesso nel ciclo di lavaggio.

Avvio del Macchinario

Per far funzionare il macchinario è necessario premere il pulsante “AVVIO” il quale consente al macchinario di funzionare.

Arrestare il Funzionamento Del Macchinario

Per interrompere il funzionamento del macchinario è sufficiente premere il pulsante “STOP”, che ferma il macchinario in qualsiasi posizione esso sia.

Per farlo ripartire è sufficiente premere il pulsante “AVVIO”.

Segnalazioni Varie

Nella pulsantiera sono predisposte varie lampade per segnalare le uscite attive in quel momento.

“MOTORI LAVAGGIO” segnala il funzionamento dei motori per lo spostamento del PET.

“NASTRO ASCIUGATURA” segnala il funzionamento del nastro di uscita del macchinario, ossia il nastro del processo di asciugatura.

“POMPA RICICLO” segnala il funzionamento dalla pompa per la re-immissione dell’acqua riciclata.

“MOTORE VAGLIO” segnala il funzionamento del vaglio per il recupero dei pezzi di pet lavati.

Le Sub Globali del Nodo 7(**Lavaggio**)

N7_Anim_Lavaggio

Sub per il movimento di rotazione dei motori nel lavaggio e il reset delle variabili.

```
Sub N7_Anim_Lavaggio
'Animazione motori lavaggio e motore vaglio
If N7_MLav=True Then
      N7_RotLav=N7_RotLav+10
End If
If N7_MVaglio = True
   N7_Vaglio=N7_Vaglio+7.5
Else
   N7_Vaglio=N7_Vaglio
End If
'reset variabili se arrivano nuovi pezzi
If N7_MemPezIn=False Then 'sensore del nastro che porta i pezzi
   N7_nLav=0
   N7_GiriVaglio=0
   N7_nScivolo=0
   N7_Vaglio=0
End If
```

N7_vaglio_rotante

Sub di animazione PET su vaglio e su scivolo per trasporto materiale fuori dalla vasca.

```
Sub N7_vaglio_rotante
   'pezzi scivolo uscita
If (N7_Vaglio>252  And N7_Vaglio<756)  And N7_MVaglio=True Then
   N7_Anim_scivolo=True
End If
If N7_Anim_scivolo=True Then
   N7_PezS1=N7_PezS1+10
   N7_VagBit1=True
End If
   If N7_PezS1>40 Then
      N7_VagBit2=True
   End If
   If N7_VagBit2=True Then
         N7_PezS2=N7_PezS2+10
   End If
   If N7_PezS2>40 Then
      N7_VagBit3=True
   End If
   If N7_VagBit3=True Then
         N7_PezS3=N7_PezS3+10
   End If
   If N7_PezS3>40 Then
      N7_VagBit4=True
   End If
   If N7_VagBit4=True Then
         N7_PezS4=N7_PezS4+10
   End If
   If N7_PezS4>40 Then
      N7_VagBit5=True
   End If
   If N7_VagBit5=True Then
         N7_PezS5=N7_PezS5+10
   End If
   If N7_PezS4>40 Then
      N7_VagBit5=True
   End If
   If N7_VagBit5=True Then
         N7_PezS5=N7_PezS5+10
   End If
'reset pezzi su scivolo
   If N7_PezS1=200 Then
      N7_Anim_scivolo=False
      N7_PezS1=0
      N7_nScivolo=N7_nScivolo+1
   End If
   If N7_PezS2=200 Then
      N7_PezS2=0
      N7_VagBit2=False
   End If
   If N7_PezS3=200 Then
      N7_PezS3=0
      N7_VagBit3=False
   End If
   If N7_PezS4=200 Then
      N7_PezS4=0
      N7_VagBit4=False
   End If
   If N7_PezS5=200 Then
      N7_PezS5=0
      N7_VagBit5=False
   End If
```

```
588  'Vaglio pezzi dopo il lavaggio
589  If (N7_Vaglio=360 Or N7_Vaglio= 720 Or N7_Vaglio = 1080) Then
590     N7_GiriVaglio=N7_GiriVaglio+1
591  End If
592  'sensore pezzi prossimità vaglio
593  If (N7_Lav_o1>470 And  N7_Lav_o1<500) Or
594     (N7_Lav_o2>470 And  N7_Lav_o2<500) Or
595     (N7_Lav_o3>470 And  N7_Lav_o3<500)Or
596     (N7_Lav_o4>470 And  N7_Lav_o4<500) Or
597     (N7_Lav_o5>470 And  N7_Lav_o5<500)Then
598     N7_FC_Pez_Vaglio=True
599  Else
600     N7_FC_Pez_Vaglio=False
601  End If
```

```
602  'animazione visibilità pezzi sul vaglio
603  If N7_MVaglio = True
604     If N7_Vaglio>0 Then
605        N7_Pez1=True
606     End If
607     If N7_Vaglio>72 Then
608        N7_Pez2=True
609     End If
610     If N7_Vaglio>108 Then
611        N7_Pez3=True
612     End If
613     If N7_Vaglio>144 Then
614        N7_Pez4=True
615     End If
616     If N7_Vaglio>180 Then
617        N7_Pez5=True
618     End If
619     If N7_Vaglio>216 Then
620        N7_Pez6=True
621     End If
622     If N7_Vaglio>252 Then
623     N7_Pez7=True
624     End If
625     If N7_Vaglio>288 Then
626        N7_Pez8=True
627     End If
628     If N7_Vaglio>324 Then
629        N7_Pez9=True
630     End If
```

```
628     If N7_Vaglio>324 Then
629        N7_Pez9=True
630     End If
631     If N7_Vaglio>360 Then
632        N7_Pez10=True
633     End If
634     If N7_Vaglio>720 Then
635        N7_Pez1=False
636     End If
637     If N7_Vaglio>756 Then
638        N7_Pez2=False
639     End If
640     If N7_Vaglio>792 Then
641        N7_Pez3=False
642     End If
643     If N7_Vaglio>828 Then
644        N7_Pez4=False
645     End If
646     If N7_Vaglio>864Then
647        N7_Pez5=False
648     End If
649     If N7_Vaglio>900 Then
650        N7_Pez6=False
651     End If
652     If N7_Vaglio>936 Then
653        N7_Pez7=False
654     End If
655     If N7_Vaglio>972 Then
656        N7_Pez8=False
657     End If
658     If N7_Vaglio>1008 Then
659        N7_Pez9=False
660     End If
661     If N7_Vaglio>1044 Then
662        N7_Pez10=False
663     End If
664  End If
```

```
666  'SENSORE PEZZI FINE SCIVOLO LAVAGGIO
667  If (N7_PezS1>170 And N7_PezS1 <200) Or
668     (N7_PezS2>170 And N7_PezS2 <200) Or
669     (N7_PezS3>170 And N7_PezS3 <200) Or
670     (N7_PezS4>170 And N7_PezS4 <200) Or
671     (N7_PezS5>170 And N7_PezS5 <200) Then
672     N7_SenPez_fineS=True
673     Else
674     N7_SenPez_fineS=False
675  End If
676
677
678  End Sub
```

N7_gocce

Per l'animazione dell'acqua di scolo dai pezzi di PET sullo scivolo.

```
681  Sub N7_gocce
682  'Animazione visibilità gocce h20
683  If N7_PezS1>0 Or N7_PezS2>0 Or N7_PezS3>0 Or N7_PezS4>0 Or N7_PezS5>0 Then
684     N7_conta=N7_conta+1
685  End If
686  If ( N7_PezS1=0 And N7_PezS2=0 And N7_PezS3=0 And N7_PezS4=0 And N7_PezS5=0) Or STOP_R=True Then
687     N7_conta=0
688  End If
689  If N7_conta=0
690     N7_Gocce1=False
691     N7_Gocce2=False
692  End If
693  If N7_conta=1
694     N7_Gocce1=True
695     N7_Gocce2=False
696  End If
697  If N7_conta=2
698     N7_Gocce1=False
699     N7_Gocce2=True
700     N7_conta=0
701  End If
702  End Sub
```

N7_pezzi_lavaggio

Animazione per il movimento dei fiocchi di PET dentro la vasca.

```
705 Sub N7_pezzi_lavaggio
706     'ANIMAZIONE PEZZI PET NELLA VASCA DI LAVAGGIO
707     If N7_nLav=NumPass Then 'se il contatore avanzamento pezzi lavaggio è uguale a n° passate
708         N7_LavVis1=False
709     Else
710         N7_LavVis1=True
711     End If
712 If N7_MLav=True Then' motori decantazione
713     If  N7_LavVis1=True Then
714         N7_Lav_o1=N7_Lav_o1+10
715     End If
716     If N7_Lav_o1>100 Then
717         N7_LavVis2=True
718     End If
719     If N7_LavVis2=True Then
720         N7_Lav_o2=N7_Lav_o2+10
721     End If
722     If N7_Lav_o2>100 Then
723         N7_LavVis3=True
724     End If
725     If N7_LavVis3=True Then
726         N7_Lav_o3=N7_Lav_o3+10
727     End If
728     If N7_Lav_o3>100 Then
729         N7_LavVis4=True
730     End If
731     If N7_LavVis4=True Then
732         N7_Lav_o4=N7_Lav_o4+10
733     End If
734     If N7_Lav_o4>100 Then
735         N7_LavVis5=True
736     End If
737     If N7_LavVis5=True Then
738         N7_Lav_o5=N7_Lav_o5+10
739     End If
740 'reset pezzi lavaggio
741     If N7_Lav_o1=500 Then
742         N7_nLav=N7_nLav+1
743         N7_Lav_o1=0
744         N7_LavVis1=False
745
746     End If
747     If N7_Lav_o2=500 Then
748         N7_Lav_o2=0
749         N7_LavVis2=False
750     End If
751     If N7_Lav_o3=500 Then
752         N7_Lav_o3=0
753         N7_LavVis3=False
754     End If
755     If N7_Lav_o4=500 Then
756         N7_Lav_o4=0
757         N7_LavVis4=False
758     End If
759     If N7_Lav_o5=500 Then
760         N7_Lav_o5=0
761         N7_LavVis5=False
762     End If
763 End If
764
765 End Sub
```

N7_Scarti

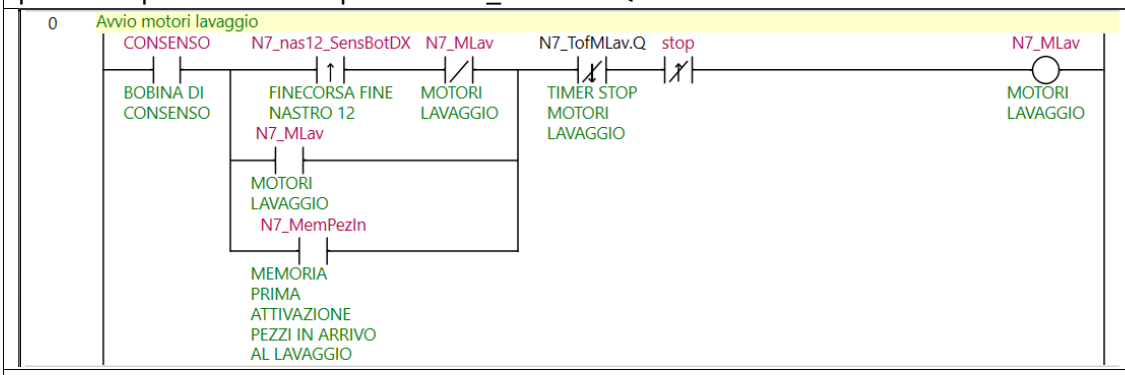
Sub per l'animazione degli scarti dei fiocchi di PET che cadono verso il fondo della vasca durante il processo.

```
768 Sub N7_Scarti
769     'ANIMAZIONI SCARTO PEZZI NON PET
770 If  N7_Lav_o1>50=True  Then
771     N7_ScartV1=N7_ScartV1+10
772 Else
773     N7_ScartV1=0
774 End If
775 If  N7_ScartV1=210 Then
776     N7_ScartV1=0
777 End If
778 If  N7_Lav_o2>50=True Then
779     N7_ScartV2=N7_ScartV2+10
780 Else
781     N7_ScartV2=0
782 End If
783 If  N7_ScartV2>215 Then
784     N7_ScartV2=0
785 End If
786 If  N7_Lav_o3>50=True Then
787     N7_ScartV3=N7_ScartV3+10
788 Else
789     N7_ScartV3=0
790 End If
794 If  N7_Lav_o4>5=True Then
795     N7_ScartV4=N7_ScartV4+10
796 Else
797     N7_ScartV4=0
798 End If
799 If  N7_ScartV4>225 Then
800     N7_ScartV4=0
801 End If
802 If  N7_Lav_o5>100=True Then
803     N7_ScartV5=N7_ScartV5+10
804 Else
805     N7_ScartV5=0
806 End If
807 If  N7_ScartV5=230 Then
808     N7_ScartV5=0
809 End If
810
811 End Sub
```

Il ladder del Lavaggio

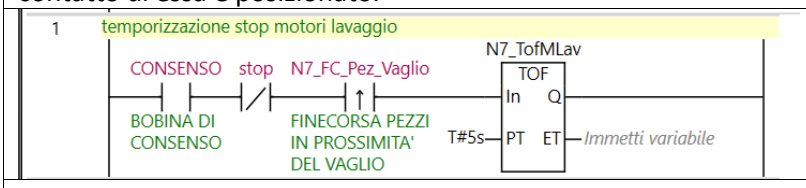
Rung0

I motori per il lavaggio del PET si avviano quando il sensore di fondo al nastro di ingresso, quindi in ingresso al lavaggio, N7_nas12_SensBotDX, adibito al rilevamento di materiale in ingresso al processo si attiva o quando si attiva il bit di memoria, N7_MemPezin, per conoscere la presenza o meno di mezzi in ingresso al lavaggio. Il processo si ferma con l'attivazione del pulsante di stop o con l'attivazione dell'uscita del timer per la temporizzazione del processo N7_TofMLav.Q.



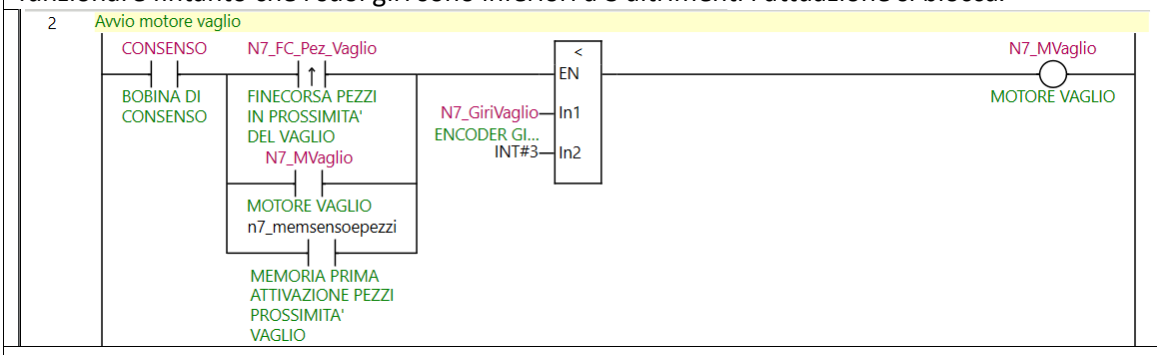
Rung1

Rung per la temporizzazione del processo di lavaggio il timer N7_TofMLav non finisce mai di contare finché il PET arriva ad arrivare al finecorsa posto vicino al vaglio N7_FC_Pez_Vaglio attivandolo, altrimenti il timer finisce di contare, attivando l'uscita, N7_TofMLav.Q, alla fine della conta e disattivando i rung su cui il contatto di essa è posizionato.



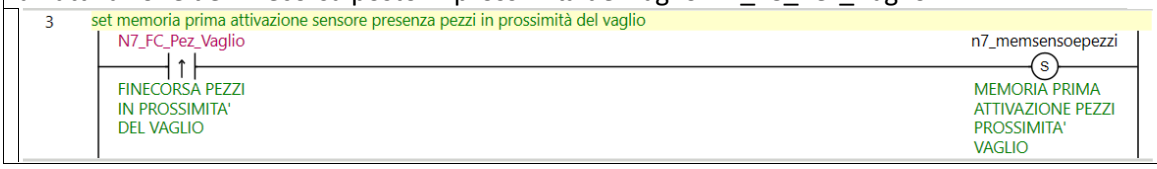
Rung2

Il motore del vaglio si attiva sia quando il finecorsa posto in sua prossimità, N7_FC_Pez_Vaglio, si attiva sia quando la memoria dei pezzi in prossimità del vaglio, n7_memsensoepezzi, è attiva. Il motore continua a funzionare fintanto che i suoi giri sono inferiori a 3 altrimenti l'attuazione si blocca.



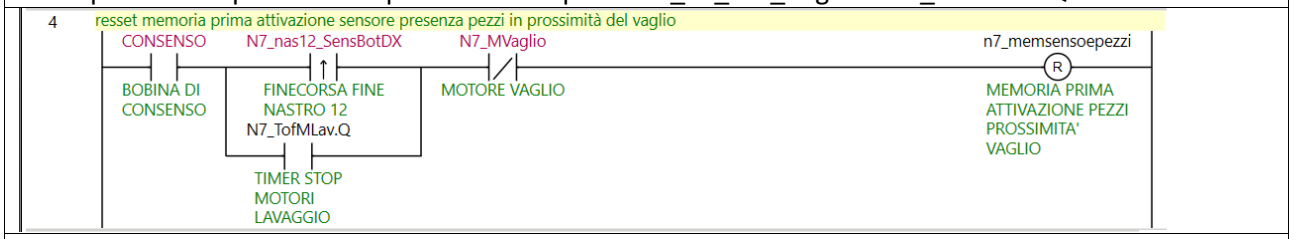
Rung3

Con il seguente rung si va a settare la memoria per pezzi in prossimità del vaglio, n7_memsensoepezzi, all'attivazione del finecorsa posto in prossimità del vaglio N7_FC_Pez_Vaglio.



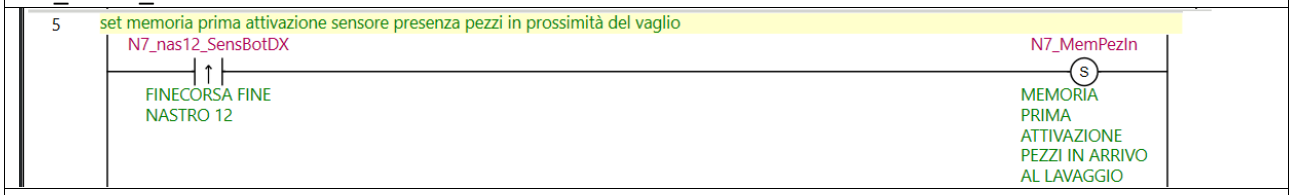
Rung4

Con il seguente rung si va a resettare la memoria per pezzi in prossimità del vaglio quando N7_nas12_SensBotDX si attiva o quando la temporizzazione del processo finisce quindi quando il Pet non viene più rilevato per un certo periodo di tempo da N7_FC_Pez_Vaglio e N7_TofMLav.Q si attiva.



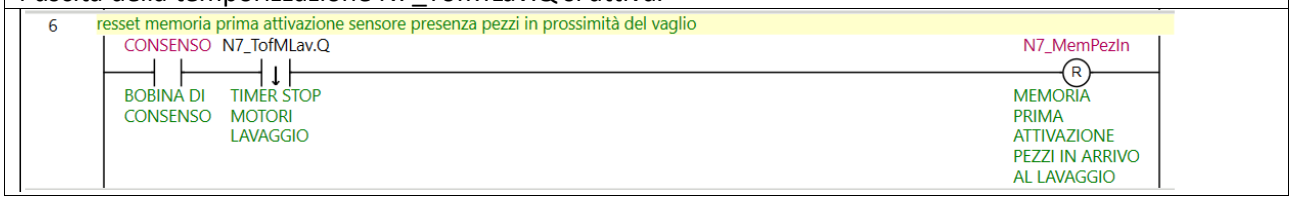
Rung5

Con il seguente rung si va a settare la memoria per pezzi in ingresso al lavaggio, N7_MemPezin, quando N7_nas12_SensBotDX si attiva.



Rung6

Con il seguente rung si va a resettare la memoria per pezzi in ingresso al lavaggio, N7_MemPezin, quando l'uscita della temporizzazione N7_TofMLav.Q si attiva.



Asciugatura ed Imballaggio

L'ultima fase del riciclo del PET è l'asciugatura dei fiocchi, e l'imballaggio in appositi contenitori.

La pagina di asciugatura ed imballaggio

Nella simulazione l'asciugatura avviene mediante dei soffiatori che oscillando distribuiscono in modo uniforme aria calda sopra i fiocchi di PET.

Una volta terminata l'asciugatura i fiocchi di PET cadono nei contenitori, che vengono pesati.

Si è ipotizzato un valore di 200g per ogni contenitore.

Questa operazione di pesatura è garantita da una cella di carico, che, raggiunto il peso voluto, attiva il nastro di uscita portando il contenitore in prossimità del caricatore verticale, che provvede al posizionamento dei tappi di chiusura.

Infine la cassetta verrà portata al magazzino di stoccaggio.

Le sub dell'asciugatura ed imballaggio

N9_Sensori

In questa sub si gestisce il funzionamento del sensore n9_nas16_bot0_o

```
Sub N9_SENSORI                          'SUB ANIMAZIONE SENSORI NODO 9

'ATTUAZIONE SENSORE INIZIO FASE ASCIUGATURA
'*********************************************************
    If (n9_NAS16_bot0_o>=60 And n9_NAS16_bot0_o<=110) Or
       (N9_bot1_oNAS16>=60 And N9_bot1_oNAS16<=110) Or
       (N9_bot2_oNAS16>=60 And N9_bot2_oNAS16<=110) Or
       (N9_bot3_oNAS16>=60 And N9_bot3_oNAS16<=110) Or
       (N9_bot4_oNAS16>=60 And N9_bot4_oNAS16<=110) Then
       n9_fc1=True
    Else
       n9_fc1=False
    End If

End Sub                         'SUB ANIMAZIONE SENSORI NODO 9
```

N9_AnimBottiglieNastro16

In questa lunga sub vengono gestiti i fiocchi di pet sull'asciugatura

```
Sub AnimBottiglieNastro16
    'ANIMAZIONE SOFFIATORI ASCIUGATURA
 If N9_VENTOLE = True Then
    If N9_bitBlow1=False
       N9_rot_blow1=N9_rot_blow1+10
    End If
    If N9_rot_blow1=30 Then
       N9_bitBlow1=True
    End If
    If N9_bitBlow1=True Then
       N9_rot_blow1=N9_rot_blow1-10
    End If
    If N9_rot_blow1=-30 Then
       N9_bitBlow1=False
    End If
 End If
```

```
'GESTIONE SENSORE BOTTIGLIE DX
'*********************************
    If (N9_NAS16_bot0_o>470 And N9_NAS16_bot0_o<500) Or
       (N9_bot1_oNAS16>470 And N9_bot1_oNAS16<500) Or
       (N9_bot2_oNAS16>470 And N9_bot2_oNAS16<500) Or
       (N9_bot3_oNAS16>470 And N9_bot3_oNAS16<500) Or
       (N9_bot4_oNAS16>470 And N9_bot4_oNAS16<500) Then
       N9_SensBotDX_NAS16=True
    Else
       N9_SensBotDX_NAS16=False
    End If
```

```
'GESTIONE VISIBILITA PRIMO GRUPPO PEZZI
'*********************************************
    If N9_nas16_n=2 Then
       N9_bitVis=False
       Else
       N9_bitVis=True
    End If

    If N9_M1=False Then
       N9_nas16_n=0
    End If

    If N9_M1=True Then
       If N9_bitVis=True Then
          N9_bot0VisNAS16=True
          N9_NAS16_bot0_o=N9_NAS16_bot0_o+10
       End If
       If N9_NAS16_bot0_o>100 Then
          N9_bot1VisNAS16=True
       End If
       If N9_bot1VisNAS16=True
          N9_bot1_oNAS16=N9_bot1_oNAS16+10
       End If
```

```
       If N9_NAS16_bot0_o>100 Then
          N9_bot1VisNAS16=True
       End If
       If N9_bot1VisNAS16=True
          N9_bot1_oNAS16=N9_bot1_oNAS16+10
       End If
       If N9_bot1_oNAS16>100 Then
          N9_bot2VisNAS16=True
       End If
       If N9_bot2VisNAS16=True
          N9_bot2_oNAS16=N9_bot2_oNAS16+10
       End If
       If N9_bot2_oNAS16>100 Then
          N9_bot3VisNAS16=True
       End If
       If N9_bot3VisNAS16=True
          N9_bot3_oNAS16=N9_bot3_oNAS16+10
       End If
       If N9_bot3_oNAS16>100 Then
          N9_bot4VisNAS16=True
       End If
```

```
    If N9_bot4VisNAS16=True Then
        N9_bot4_oNAS16=N9_bot4_oNAS16+10
    End If
End If

If N9_NAS16_bot0_o=500  Then
    N9_nas16_n=N9_nas16_n+1
    N9_bot0VisNAS16=False
    N9_NAS16_bot0_o=0
End If

If N9_bot1_oNAS16=500  Then
    N9_bot1VisNAS16=False
    N9_bot1_oNAS16=0
End If

If N9_bot2_oNAS16=500  Then
    N9_bot2VisNAS16=False
    N9_bot2_oNAS16=0
End If
```

```
If N9_bot3_oNAS16=500  Then
    N9_bot3VisNAS16=False
    N9_bot3_oNAS16=0
End If

If N9_bot4_oNAS16=500  Then
    N9_bot4VisNAS16=False
    N9_bot4_oNAS16=0
End If

End Sub            'SUB GESTIONE MOVIMENTAZIONE PEZZI SUL NASTRO
'*****************************************************************************
```

N9_AnimNastro16

In questa sub viene gestita l'animazione del nastro 16

```
Sub AnimNastro16                    'SUB ANIMAZIONE NASTRO E RELATIVI DENTI

  If N9_M1=True Then
    N9_RotNAS16=N9_RotNAS16+5
    N9_RotDenteNAS16=N9_RotDenteNAS16+10
    N9_Dente1NAS16=N9_Dente1NAS16+10
    N9_Dente2NAS16=N9_Dente2NAS16+10
    N9_Dente3NAS16=N9_Dente3NAS16+10
    N9_Dente4NAS16=N9_Dente4NAS16+10
    N9_Dente5NAS16=N9_Dente5NAS16+10
    N9_Dente6NAS16=N9_Dente6NAS16+10
  End If

  If N9_Dente1NAS16=500 Then
    N9_Dente1NAS16=0
    N9_RotDenteNAS16=0
  End If

  If N9_Dente2NAS16=400 Then
    N9_Dente2NAS16=-100
    N9_RotDenteNAS16=0
  End If
```

```
  If N9_Dente3NAS16=300 Then
    N9_Dente3NAS16=-200
    N9_RotDenteNAS16=0
  End If

  If N9_Dente4NAS16=200 Then
    N9_Dente4NAS16=-300
    N9_RotDenteNAS16=0
  End If

  If N9_Dente5NAS16=100 Then
    N9_Dente5NAS16=-400
    N9_RotDenteNAS16=0
  End If

  If N9_Dente6NAS16=0 Then
    N9_Dente6NAS16=-500
    N9_RotDenteNAS16=0
  End If

End Sub                    'SUB ANIMAZIONE NASTRO E RELATIVI DENTI
'*****************************************************************************
```

N9_AnimImballaggio

In questa lunga sub si gestiscono le animazioni della caduta dei fiocchi di PET all'interno dei contenitori e l'attivazione della cella di carico.

```
Sub AnimImballaggio
  If N9_nas16_n>0 Then
    N9_MemBitFC3=True
  End If
  If N9_M1 =False And N9_pez5_v=0 Then
    N9_Vn=0
    N9_MemBitFC3=False
  End If

    If N9_Vn=2 Then
      N9_VerVis=False

    Else
      N9_VerVis=True
    End If
  ' RIEMPIMENTO CASSE
    If N9_MemBitFC3=True Then
      If N9_VerVis=True Then
        N9_pez1VisV=True
        N9_pez1_v=N9_pez1_v+4
      End If
```

```
  'PEZZO 1
      If N9_pez1_v>40 Then
        N9_pez2VisV=True
      End If
      If N9_pez2VisV=True
        N9_pez2_v=N9_pez2_v+4
      End If
  'PEZZO 2
      If N9_pez2_v>40 Then
        N9_pez3VisV=True
      End If
      If N9_pez3VisV=True
        N9_pez3_v=N9_pez3_v+4
      End If
  'PEZZO 3
      If N9_pez3_v>40 Then
        N9_pez4VisV=True
      End If
      If N9_pez4VisV=True
        N9_pez4_v=N9_pez4_v+4
      End If
```

```
'PEZZO 4
    If N9_pez4_v>40 Then
        N9_pez5VisV=True
    End If
'PEZZO 5
    If N9_pez5VisV=True
        N9_pez5_v=N9_pez5_v+4
    End If
'RESET PEZZO 1
  If N9_pez1_v=200  Then
      N9_Vn= N9_Vn+1
    N9_pez1VisV=False
    N9_pez1_v=0
  End If
'RESET PEZZO 2
  If N9_pez2_v=200  Then
      N9_pez2VisV=False
    N9_pez2_v=0
  End If
'RESET PEZZO 3
    If N9_pez3_v=200  Then
     N9_pez3VisV=False
    N9_pez3_v=0
    End If
```

```
'RESET PEZZO 4
  If N9_pez4_v=200  Then
      N9_pez4VisV=False
    N9_pez4_v=0
  End If
'RESET PEZZO 5
  If N9_pez5_v=200  Then
      N9_pez5VisV=False
    N9_pez5_v=0
  End If
End If
' VISIBILITA' PEZZI NELLA CASSETTA
'PEZZO 1
  If N9_pez1_v>195  And N9_KPezCass=0 Then
      N9_pez1VisC1=True
      N9_PESO=N9_PESO+20
  End If
'PEZZO 2
  If N9_pez2_v>195   And N9_KPezCass=0 Then
      N9_pez2VisC1=True
      N9_PESO=N9_PESO+20
  End If
```

```
'PEZZO 3
  If N9_pez3_v>195  And N9_KPezCass=0 Then
      N9_pez3VisC1=True
      N9_PESO=N9_PESO+20
  End If
'PEZZO 4
  If N9_pez4_v>195 And N9_KPezCass=0 Then
      N9_pez4VisC1=True
      N9_PESO=N9_PESO+20
  End If
'PEZZO 5
  If N9_pez5_v>195 And N9_KPezCass=0 Then
      N9_pez5VisC1=True
      N9_KPezCass=N9_KPezCass+1
      N9_PESO=N9_PESO+20
  End If
'PEZZO 6
  If N9_pez1_v>195 And N9_KPezCass=1 Then
      N9_pez1VisC2=True
      N9_PESO=N9_PESO+20
  End If
```

```
'PEZZO 7
  If N9_pez2_v>195 And N9_KPezCass=1 Then
    N9_pez2VisC2=True
    N9_PESO=N9_PESO+20
  End If
'PEZZO 8
  If N9_pez3_v>195  And N9_KPezCass=1 Then
    N9_pez3VisC2=True
    N9_PESO=N9_PESO+20
  End If
'PEZZO 9
  If N9_pez4_v>195   And N9_KPezCass=1 Then
    N9_pez4VisC2=True
    N9_PESO=N9_PESO+20
  End If
'PEZZO 10
  If N9_pez5_v>195  And N9_pez4VisC2=True And N9_KPezCass=1 Then
    N9_pez5VisC2=True
    n9_bit=True
    N9_PESO=N9_PESO+20
  End If
```

```
'GESTIONE CELLA DI CARICO
    If N9_PESO=200 And N9_bit=True Then
      N9_CELLA=True
    Else
      N9_CELLA=False
    End If

'MOVIMENTAZIONE CASSETTE SUL NASTRO
    If N9_M2=True Then
      N9_CAS1MOV=N9_CAS1MOV+10
      If N9_VisCas2=True Then
        N9_CAS2MOV=N9_CAS2MOV+10
        End If
      If N9_VisCas3=True Then
        N9_Cas3Mov=N9_Cas3Mov+10
      End If
    End If
'reset ultima cassetta
    If N9_Cas3Mov=250 Then
      n9_viscas3=False
      n9_cas3mov=0
    End If
```

```
'reset ultima cassetta
    If N9_Cas3Mov=250 Then
      n9_viscas3=False
      n9_cas3mov=0
    End If
  'GESTIONE VISIBILITA CASSETTE
    If N9_FC3=True Then
      N9_VISCAS3=True
      N9_VISCAS2=False
      N9_CAS2MOV=0
    End If
'VISIBILITA CASSETTA 2
    If n9_bit=True Then
      N9_VisCas2=True
    End If
  'GESTIONE FOTOCELLULE
    If N9_CAS1MOV=250  Then
      N9_FC2=True
    Else
      N9_FC2=False
    End If
```

```
    If N9_CAS2MOV=250 Then
        N9_FC3=True
    Else
        N9_FC3=False
    End If

    'GESTIONE VISIBILITà TAPPI
    If N9_A=True Then
        n9_vistappo=False
        n9_vistappocas=True
    Else
        n9_vistappo=True
    End If
    'gestione tappo cassetta
    If n9_viscas3=False Then
        n9_vistappocas=False
    End If
End Sub
```

N9_AnimNastro17

In questa sub viene gestita l'animazione del nastro 17

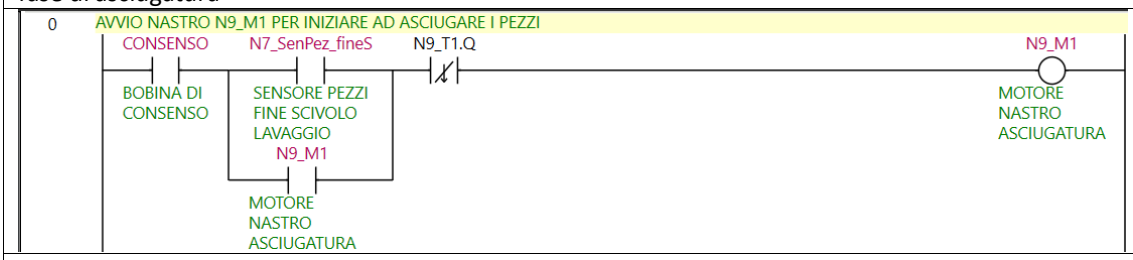
```
Sub AnimNastro17                    'ANIMAZIONE NASTRO E RELATIVI DENTI

    If N9_M2=True Then
        N9_RotNAS17=N9_RotNAS17+5
        N9_RotDenteNAS17=N9_RotDenteNAS17+10
        N9_Dente1_NAS17=N9_Dente1_NAS17+10
        N9_Dente2_NAS17=N9_Dente2_NAS17+10
        N9_Dente3_NAS17=N9_Dente3_NAS17+10
        N9_Dente4_NAS17=N9_Dente4_NAS17+10
        N9_Dente5_NAS17=N9_Dente5_NAS17+10
        N9_Dente6_NAS17=N9_Dente6_NAS17+10
    End If

    If N9_Dente1_NAS17=500 Then
        N9_Dente1_NAS17=0
        N9_RotDenteNAS17=0
    End If

    If N9_Dente2_NAS17=400 Then
        N9_Dente2_NAS17=-100
        N9_RotDenteNAS17=0
    End If

    If N9_Dente3_NAS17=300 Then
        N9_Dente3_NAS17=-200
        N9_RotDenteNAS17=0
    End If

    If N9_Dente4_NAS17=200 Then
        N9_Dente4_NAS17=-300
        N9_RotDenteNAS17=0
    End If

    If N9_Dente5_NAS17=100 Then
        N9_Dente5_NAS17=-400
        N9_RotDenteNAS17=0
    End If

    If N9_Dente6_NAS17=0 Then
        N9_Dente6_NAS17=-500
        N9_RotDenteNAS17=0
    End If

End Sub                             'ANIMAZIONE NASTRO E RELATIVI DENTI
```

Il ladder dell'asciugatura ed imballaggio

NODO 9 Asciugatura

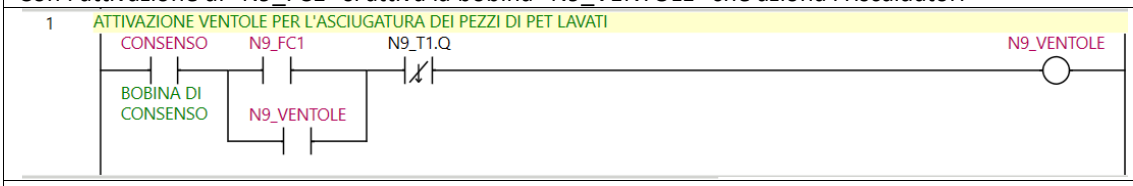
Rung0

Con l'attivazione di "N7_SensPez_fineS" si attiva il motore del nastro "N9_M1" che porta i pezzi attraverso la fase di asciugatura



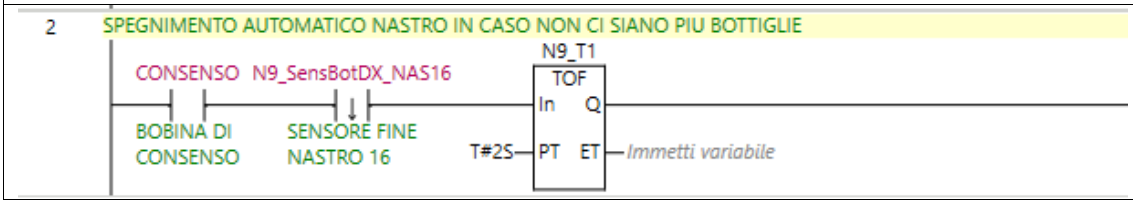
Rung1

Con l'attivazione di "N9_FC1" si attiva la bobina "N9_VENTOLE" che aziona i riscaldatori



Rung2

Sul fronte di discesa di N9_SensBotDX_NAS16 si manda un segnale ad "N9_T1" che dopo 2 secondi disattiva la sua uscita



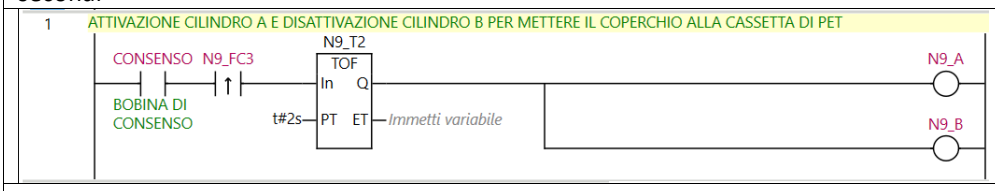
NODO 9 Imballaggio

Rung0

Sul fronte di salita della cella di carico “N9_CELLA”, oppure sul fronte di salita di “N9_M1” con la bobina “n9_primo_avvio” disattivata,si attiva il motore del nastro di imballaggio “N9_M2” che si ferma con il fronte di salita di “N9_FC2” o sul fronte di salita di “N9_FC3”

Rung1

Sul fronte di salita di “N9_FC3” si manda un segnale a “N9_T2” il quale attiverà le bobine “N9_A” ed “N9_B” per 2 secondi



Rung2

Sul fronte di discesa di “N9_A” si incrementa di 1 il valore della variabile “N9_PACCHETTI” che indica il numero di prodotti imballati.

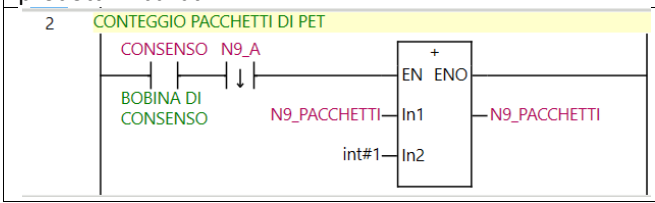


Tabella riassuntiva in/out PLC rete Ethercat

VARIABILE	TIPO	MAPPATURA SU PLC/ETHERCAT	DESCRIZIONE
IN OUT ON BOARD PLC			
START	BOOL	BuiltInIO://cpu/#0/Input_Bit_00	PULSANTE DI START
stop	BOOL	BuiltInIO://cpu/#0/Input_Bit_01	PULSANTE DI STOP
CONSENSO	BOOL	BuiltInIO://cpu/#0/Output_Bit_00	BOBINA DI CONSENSO
NODO1 ETHERCAT INPUT 32 BIT			
N1_SQB	BOOL	ECAT://node#[1,1]/Input Bit 32 bits/Input Bit 00	SENSORE PRESENZA BALLE DI PET SUL NASTRO
N1_FCS	BOOL	ECAT://node# [1,1]/Input Bit 32 bits/Input Bit 01	FINE CORSA SINISTRO ELETTORCALAMITA
N1_FCIP	BOOL	ECAT://node# [1,1] /Input Bit 32 bits/Input Bit 02	SEGNALATORE POSIZIONE PER LO SCARTO DEI FILI METALLICI
N1_FCD	BOOL	ECAT://node# [1,1] /Input Bit 32 bits/Input Bit 03	FINE CORSA DESTRO ELETTROCALAMITA
N1_FATD	BOOL	ECAT://node# [1,1] /Input Bit 32 bits/Input Bit 04	SENSORE TUTTO DENTRO DEL CILINDRO A ELETTROCALAMITA
N1_FATF	BOOL	ECAT://node#[1,1]/Input Bit 32 bits/Input Bit 05	SENSORE TUTTO FUORI DEL CILINDRO A ELETTROCALAMITA
N1_FBTD	BOOL	ECAT://node#[1,1]/Input Bit 32 bits/Input Bit 06	SENSORE TUTTO DENTRO DEL CILINDRO B DI TAGLIO
N1_FBTF	BOOL	ECAT://node#[1,1]/Input Bit 32 bits/Input Bit 07	SENSORE TUTTO FUORI DEL CILINDRO B DI TAGLIO
N1_FC_UP	BOOL	ECAT://node#[1,1]/Input Bit 32 bits/Input Bit 08	FINE CORSA ALTO MOTORE M3
N1_FC_DOWN	BOOL	ECAT://node#[1,1]/Input Bit 32 bits/Input Bit 09	FINE CORSA BASSO MOTORE M3
N1_FTC_PEZZI	BOOL	ECAT://node#[1,1]/Input Bit 32 bits/Input Bit 10	FOTOCELLULA RILEVAZIONE PEZZI IN USCITA DAL DEBALLER
N1_FC_PRESSA_OFF	BOOL	ECAT://node#[1,1]/Input Bit 32 bits/Input Bit 11	FINE CORSA CHIUSURA PORTELLONI DELLA PRESSA
N1_FC_PRESSA_UP	BOOL	ECAT://node#[1,1]/Input Bit 32 bits/Input Bit 12	FINE CORSA PER LA RILEVAZIONE DELLA PRESSA NEL POSIZIONE INIZIALE
N1_FC_PRESSA_DOWN	BOOL	ECAT://node#[1,1]/Input Bit 32 bits/Input Bit 13	FINE CORSA PER LA RILEVAZIONE DELLA PRESSA NELLA POSIZIONE DI FUNZIONAMENTO
N1_FCTF	BOOL	ECAT://node#[1,1]/Input Bit 32 bits/Input Bit 14	SENSORE TUTTO FUORI DEL CILINDRO C PER LA CHIUSURA DELLA PRESSA
N1_SensBotDX	BOOL	ECAT://node#[1,1]/Input Bit 32 bits/Input Bit 15	SENSORE PER RILEVARE LE BOTTIGLIE ALLA FINE DEL NASTRO
N1_SensBotD	BOOL	ECAT://node#[1,1]/Input Bit 32 bits/Input Bit 16	SENSORE DI BOTTIGLIE ALL'INTERNO DEL DEBALLER
NODO1 ETHERCAT OUTPUT 16 BIT			
N1_M3_KM1	BOOL	ECAT://node#[1,2]/Output Bit 16 bits/Output Bit 00	TRASLAZIONE VERSO L'ALTO DEL MOTORE N1_M3
N1_M3_KM2	BOOL	ECAT://node#[1,2]/Output Bit 16 bits/Output Bit 01	TRASLAZIONE VERSO IL BASSO DEL MOTORE N1_M3
N1_M2	BOOL	ECAT://node#[1,2]/Output Bit 16 bits/Output Bit 02	MOTORE NASTRO PER L'ARRIVO DELLE BALLE AL PUNTO DI PRELEVAZIONE TRAMITE ELETTROCALAMITA
N1_M4	BOOL	ECAT://node#[1,2]/Output Bit 16 bits/Output Bit 03	MOTORE DEBALLER
N1_M5	BOOL	ECAT://node#[1,2]/Output Bit 16 bits/Output Bit 04	MOTORE NASTRO PER IL TRASPORTO ALLA PROSSIMA FASE DI LAVORAZIONE
N1_A1	BOOL	ECAT://node#[1,2]/Output Bit 16 bits/Output Bit 05	FUORIUSCITA DEL CILINDRO A ELETTROCALAMITA
N1_A2	BOOL	ECAT://node#[1,2]/Output Bit 16 bits/Output Bit 06	RETRAZIONE DEL CILINDRO A ELETTROCALAMITA
N1_B	BOOL	ECAT://node#[1,2]/Output Bit 16 bits/Output Bit 07	CILINDRO B DI TAGLIO
N1_C	BOOL	ECAT://node#[1,2]/Output Bit 16 bits/Output Bit 08	CILINDRO C PER LA CHIUSURA DEI PORTELLONI DELLA PRESSA
N1_D	BOOL	ECAT://node#[1,2]/Output Bit 16 bits/Output Bit 09	CILINDRO D PER IL MOVIMENTO DELLA PRESSA
N1_EC1	BOOL	ECAT://node#[1,2]/Output Bit 16 bits/Output Bit 10	ELETTROCALAMITA PER IL TRASPORTO DELLE BALLE DI PET NEL DEBALLER
N1_EPZ1	BOOL	ECAT://node#[1,2]/Output Bit 16 bits/Output Bit 11	PINZE PER IL TAGLIO DEL FIL DI FERRO PRESENTE FUORI DALLA BALLA DI PET
N1_COMPRESSORE	BOOL	ECAT://node#[1,2]/Output Bit 16 bits/Output Bit 12	COMPRESSORE PER L'ATTUAZIONE DELLA PRESSA
N1_R_B	BOOL	ECAT://node#[1,2]/Output Bit 16 bits/Output Bit 13	BOBINA RIENTRO CILINDRO B
NODO1 ETHERCAT ANALOG INPUT 2 CH			
N1_PRESSIONE	INT	ECAT://node#[1,3]/Ch1 Analog Input Value	VALORE DI PRESSIONE ALL'INTRNO DELLA PRESSA
NODO3 ETHERCAT INPUT 8 BIT			
N3_FCL_OUT	BOOL	ECAT://node#[3,1]/Input Bit 8 bits/Input Bit 00	FOTOCELLULA USCITA DAL TROMMEL
N3_FCL_OUT_Nas3B	BOOL	ECAT://node#[3,1]/Input Bit 8 bits/Input Bit 01	FOTOCELLULA BOTTIGLIE IN USCITA Nas 3B

N3_Lav	BOOL	ECAT://node#[3,1]/Input Bit 8 bits/Input Bit 02	LAVATRICE RICICLO ACQUA; FILTRO TARGHETTE.
N3_LV_MAX	BOOL	ECAT://node#[3,1]/Input Bit 8 bits/Input Bit 03	SENSORE PER IL LIVELLO MASSIMO DELLA VASCA NEL DEBALLER
N3_LV_MIN	BOOL	ECAT://node#[3,1]/Input Bit 8 bits/Input Bit 04	DA RIMUOVERE DALLA PAGINA DEL TROMMEL
N3_Nas3SensBotDX_BIT	BOOL	ECAT://node#[3,1]/Input Bit 8 bits/Input Bit 05	BIT PER L' ATTIVAZIONE DEL SEPARATORE
N3_Nas3SensBotDX	BOOL	ECAT://node#[3,1]/Input Bit 8 bits/Input Bit 06	FOTOCELLULA BOTTIGLIE IN USCITA Nas 3
NODO3 ETHERCAT OUTPUT 32 BIT			
N3_ACTIVE_1	BOOL	ECAT://node# [3,2] /Output Bit 32 bits/Output Bit 00	PARAMETRO ACTIVE DI Velocity_FB
N3_ACTIVE_2	BOOL	ECAT://node# [3,2] /Output Bit 32 bits/Output Bit 01	PARAMETRO ACTIVE DI MoveAbs_fb
N3_ELETTROC_1	BOOL	ECAT://node# [3,2] /Output Bit 32 bits/Output Bit 02	ELETTROCALAMITA 1
N3_ELETTROC_2	BOOL	ECAT://node#[3,2]/Output Bit 32 bits/Output Bit 03	ELETTROCALAMITA 2
N3_ELETTROC_3	BOOL	ECAT://node#[3,2]/Output Bit 32 bits/Output Bit 04	ELETTROCALAMITA 3
N3_ELETTROC_4	BOOL	ECAT://node#[3,2]/Output Bit 32 bits/Output Bit 05	ELETTROCALAMITA 4
N3_ELETTROC_5	BOOL	ECAT://node#[3,2]/Output Bit 32 bits/Output Bit 06	ELETTROCALAMITA 5
N3_ELETTROC_6	BOOL	ECAT://node#[3,2]/Output Bit 32 bits/Output Bit 07	ELETTROCALAMITA 6
N3_ELETTROC_7	BOOL	ECAT://node#[3,2]/Output Bit 32 bits/Output Bit 08	ELETTROCALAMITA 7
N3_ELETTROC_8	BOOL	ECAT://node#[3,2]/Output Bit 32 bits/Output Bit 09	ELETTROCALAMITA 8
N3_ELETTROC_9	BOOL	ECAT://node#[3,2]/Output Bit 32 bits/Output Bit 10	ELETTROCALAMITA 9
N3_ELETTROC_10	BOOL	ECAT://node#[3,2]/Output Bit 32 bits/Output Bit 11	ELETTROCALAMITA 10
N3_ELETTROC_11	BOOL	ECAT://node#[3,2]/Output Bit 32 bits/Output Bit 12	ELETTROCALAMITA 11
N3_ELETTROC_12	BOOL	ECAT://node#[3,2]/Output Bit 32 bits/Output Bit 13	ELETTROCALAMITA 12
N3_ELETTROC_13	BOOL	ECAT://node#[3,2]/Output Bit 32 bits/Output Bit 14	ELETTROCALAMITA 13
N3_ELETTROC_14	BOOL	ECAT://node#[3,2]/Output Bit 32 bits/Output Bit 15	ELETTROCALAMITA 14
N3_ELETTROC_15	BOOL	ECAT://node#[3,2]/Output Bit 32 bits/Output Bit 16	ELETTROCALAMITA 15
N3_ELETTROC_16	BOOL	ECAT://node#[3,2]/Output Bit 32 bits/Output Bit 17	ELETTROCALAMITA 16
N3_ELETTROC_17	BOOL	ECAT://node#[3,2]/Output Bit 32 bits/Output Bit 18	ELETTROCALAMITA 17
N3_ELETTROC_18	BOOL	ECAT://node#[3,2]/Output Bit 32 bits/Output Bit 19	ELETTROCALAMITA 18
N3_M_R	BOOL	ECAT://node#[3,2]/Output Bit 32 bits/Output Bit 20	MOTORE RULLO TROMMEL
N3_V_A	BOOL	ECAT://node#[3,2]/Output Bit 32 bits/Output Bit 21	VALVOLA PER IMMISSIONE ACQUA ALL'INTERNO DEL TAMBURO ROTANTE.
N3_P2	BOOL	ECAT://node#[3,2]/Output Bit 32 bits/Output Bit 22	POMPA PER IMMISSIONE ACQUA RICICLATA ALL'INTERNO DEL TAMBURO ROTANTE.
N3_VS	BOOL	ECAT://node#[3,2]/Output Bit 32 bits/Output Bit 23	VALVOLA PER LO SCAMBIO DEI CONDOTTI TRA LA LAVATRICE E LACQUA DELLA LINEA.
N3_M7	BOOL	ECAT://node#[3,2]/Output Bit 32 bits/Output Bit 24	MOTORE NASTRO 3
N3_M8	BOOL	ECAT://node#[3,2]/Output Bit 32 bits/Output Bit 25	MOTORE NASTRO 3A
N3_M9	BOOL	ECAT://node#[3,2]/Output Bit 32 bits/Output Bit 26	MOTORE NASTRO 2
NODO5 ETHERCAT INPUT 8 BIT			
N5_CERN_BLU	BOOL	ECAT://node#[5,1]/Input Bit 8 bits/Input Bit 00	PULSANTE PER SCEGLIERE DI PRODURRE PET DI COLORE BLU
N5_CERN_GIALLA	BOOL	ECAT://node#[5,1]/Input Bit 8 bits/Input Bit 01	PULSANTE PER SCEGLIERE DI PRODURRE PET DI COLORE VERDE
N5_CERN_VERDE	BOOL	ECAT://node#[5,1]/Input Bit 8 bits/Input Bit 02	PULSANTE PER SCEGLIERE DI PRODURRE PET DI COLORE GIALLO
N5_sensbotdx	BOOL	ECAT://node#[5,1]/Input Bit 8 bits/Input Bit 03	FINE CORSA NASTRO USCITA BOTTIGLIE DEL COLORE SELEZIONATO
N5_SOFFIATORE	BOOL	ECAT://node#[5,2]/Output Bit 8 bits/Output Bit 00	TUBNO UTILIZZATO PER IL SOFFIAGGIO DELLE BOTTIGLIE
N5_M1	BOOL	ECAT://node#[5,2]/Output Bit 8 bits/Output Bit 01	MOTORE NASTRO USCITA BOTTIGLIE DEL COLORE SELEZIONATO
N5_M2	BOOL	ECAT://node#[5,2]/Output Bit 8 bits/Output Bit 02	MOTORE NASTRO USCITA BOTTIGLIE DI SCARTO
N5_COMPRESSORE	BOOL	ECAT://node#[5,2]/Output Bit 8 bits/Output Bit 03	COMPRESSORE L'ARRIVO DI ARIA COMPRESSA AL TUBO DI SOFFIATURA DELLA CERNITA
N5_SOFFIO	BOOL	ECAT://node#[5,2]/Output Bit 8 bits/Output Bit 04	BOBINA DI APPOGGIO PER ATTIVARE N5_SOFFIATORE
NODO5 ETHERCAT ANALOG INPUT 2 CH			
N5_CODICE_RILEVATO	INT	ECAT://node#[5,3]/Ch1 Analog Input Value	CODICE RILEVATO DAL RILEVATORE COLORI PER IDENTIFICARE IL COLORE DELLE BOTTIGLIE

N5_PRESSIONE	INT	ECAT://node#[5,3]/Ch2 Analog Input Value	VALORE PRESSIONE
NODO7 ETHERCAT INPUT 8 BIT			
N7_FC_Pez_Vaglio	BOOL	ECAT://node#[7,1]/Input Bit 8 bits/Input Bit 00	SENSORE PRESENZA PEZZI PROSSIMITA VAGLIO
N7_nas10_SensBotDX	BOOL	ECAT://node#[7,1]/Input Bit 8 bits/Input Bit 01	SENSORE FINECORSA NASTRO 10
N7_nas11_SensBotDX	BOOL	ECAT://node#[7,1]/Input Bit 8 bits/Input Bit 02	SENSORE FINECORSA NASTRO 11
N7_nas12_SensBotDX	BOOL	ECAT://node#[7,1]/Input Bit 8 bits/Input Bit 03	SENSORE FINECORSA NASTRO 12
N7_SenPez_fineS	BOOL	ECAT://node#[7,1]/Input Bit 8 bits/Input Bit 04	SENSORE PEZZI FINE SCIVOLO LAVAGGIO
N7_sens_pezzin11	BOOL	ECAT://node#[7,1]/Input Bit 8 bits/Input Bit 05	SENSORE FIOCCHI DI PET SU NASTRO 11
NODO7 ETHERCAT OUTPUT 8 BIT			
N7_MLav	BOOL	ECAT://node#[7,2]/Output Bit 8 bits/Output Bit 00	MOTORE LAVAGGIO
N7_MULINO	BOOL	ECAT://node#[7,2]/Output Bit 8 bits/Output Bit 01	MOTORE AZIONAMENTO MULINO
N7_MVaglio	BOOL	ECAT://node#[7,2]/Output Bit 8 bits/Output Bit 02	MOTORE VAGLIO
N7_NASTRO10	BOOL	ECAT://node#[7,2]/Output Bit 8 bits/Output Bit 03	MOTORE AZIONAMENTO BOTTIGLIE IN ENTRATA
N7_NASTRO11	BOOL	ECAT://node#[7,2]/Output Bit 8 bits/Output Bit 04	MOTORE AZIONAMENTO BOTTIGLIE NASTRO 11
N7_NASTRO12	BOOL	ECAT://node#[7,2]/Output Bit 8 bits/Output Bit 05	MOTORE AZIONAMENTO BOTTIGLIE NASTRO 12
NODO7 ETHERCAT ANALOG INPUT2 Ch			
N7_GiriVaglio	INT	ECAT://node#[7,3]/Ch1 Analog Input Value	ENCODER GIRI VAGLIO
NODO9 ETHERCAT INPUT 8 BIT			
N9_FC1	BOOL	ECAT://node#[9,1]/Input Bit 8 bits/Input Bit 00	FOTOCELLULA INIZIO ASCIUGATURA
N9_FC2	BOOL	ECAT://node#[9,1]/Input Bit 8 bits/Input Bit 01	FOTOCELLULA FINE NASTRI ASCIUGATURA
N9_FC3	BOOL	ECAT://node#[9,1]/Input Bit 8 bits/Input Bit 02	FOTOCELLULA STAZIONE IMBALLAGGIO
N9_CELLA	BOOL	ECAT://node#[9,1]/Input Bit 8 bits/Input Bit 03	CELLA DI CARICO RILEVAZIONE PESO CASSETTA
NODO9 ETHERCAT OUTPUT 8 BIT			
N9_M1	BOOL	ECAT://node#[9,2]/Output Bit 8 bits/Output Bit 00	MOTORE NASTRO ASCIUGATURA
N9_VENTOLE	BOOL	ECAT://node#[9,2]/Output Bit 8 bits/Output Bit 01	ASCIUGATORI
N9_M2	BOOL	ECAT://node#[9,2]/Output Bit 8 bits/Output Bit 02	MOTORE NASTRO IMBALLAGGIO
N9_A	BOOL	ECAT://node# [9,2]/Output Bit 8 bits/Output Bit 03	PISTONE BASSO CARICATORE VERTICALE
N9_B	BOOL	ECAT://node#[9,2]/Output Bit 8 bits/Output Bit 04	PISTONE ALTO CARICATORE VERTICALE
NODO9 ETHERCAT ANALOG INPUT2 Ch			
N9_PACCHETTI	INT	ECAT://node#[9,3]/Ch1 Analog Input Value	NUMERO DI CASSETTE PRODOTTE
SERVO DRIVE NODO2 NODO3 NODO6			
Asse_1	_sAXIS_REF	MC://_MC_AX[0]	ASSE_1 PER LA MOVIMENTAZIONE DELL'ELETTROCALAMITA
Asse_3	_sAXIS_REF	MC://_MC_AX[1]	ASSE 3 MOVIMENTAZIONE DRIVE
asse_2	_sAXIS_REF	MC://_MC_AX[2]	ASSE 2 MOVIMENTAZIONE SEPARATORE

Tabella riassuntiva variabili globali HMI mappate su PLC/nodi Ethercat.

Variabile	Tipo	AT	Descrizione
STOP_R	Boolean	PLC.stop	PULSANTE DI STOP
START	Boolean	PLC.START	PULSANTE DI START
Asse_1	PLC_sAXIS_REF	PLC.Asse_1	ASSE_1 PER LA MOVIMENTAZIONE DELL'ELETTROCALAMITA
Asse_2	PLC_sAXIS_REF	PLC.asse_2	ASSE 2 MOVIMENTAZIONE SEPARATORE
CONSENSO	Boolean	PLC.CONSENSO	BOBINA DI CONSENSO
N1_A1	Boolean	PLC.N1_A1	FUORIUSCITA DEL CILINDRO A ELETTROCALAMITA
N1_A2	Boolean	PLC.N1_A2	RETRAZIONE DEL CILINDRO A ELETTROCALAMITA
N1_B	Boolean	PLC.N1_B	CILINDRO B DI TAGLIO
N1_C	Boolean	PLC.N1_C	CILINDRO C PER LA CHIUSURA DEI PORTELLONI DELLA PRESSA
N1_COMPRESSORE	Boolean	PLC.N1_COMPRESSORE	COMPRESSORE PER L'ATTUAZIONE DELLA PRESSA
N1_D	Boolean	PLC.N1_D	CILINDRO D PER IL MOVIMENTO DELLA PRESSA
N1_EC1	Boolean	PLC.N1_EC1	ELETTROCALAMITA PER IL TRASPORTO DELLE BALLE DI PET NEL DEBALLER
N1_EPZ1	Boolean	PLC.N1_EPZ1	PINZE PER IL TAGLIO DEL FIL DI FERRO PRESENTE FUORI DALLA BALLA DI PET
N1_FATD	Boolean	PLC.N1_FATD	SENSORE TUTTO DENTRO DEL CILINDRO A ELETTROCALAMITA
N1_FATF	Boolean	PLC.N1_FATF	SENSORE TUTTO FUORI DEL CILINDRO A ELETTROCALAMITA
N1_FBTD	Boolean	PLC.N1_FBTD	SENSORE TUTTO DENTRO DEL CILINDRO B DI TAGLIO
N1_FBTF	Boolean	PLC.N1_FBTF	SENSORE TUTTO FUORI DEL CILINDRO B DI TAGLIO
N1_FC_DOWN	Boolean	PLC.N1_FC_DOWN	FINE CORSA BASSO MOTORE M3
N1_FC_PRESSA_DOWN	Boolean	PLC.N1_FC_PRESSA_DOWN	FINE CORSA PER LA RILEVAZIONE DELLA PRESSA NELLA POSIZIONE DI FUNZIONAMENTO
N1_FC_PRESSA_OFF	Boolean	PLC.N1_FC_PRESSA_OFF	FINE CORSA CHIUSURA PORTELLONI DELLA PRESSA
N1_FC_PRESSA_UP	Boolean	PLC.N1_FC_PRESSA_UP	FINE CORSA PER LA RILEVAZIONE DELLA PRESSA NEL POSIZIONE INIZIALE
N1_FC_UP	Boolean	PLC.N1_FC_UP	FINE CORSA ALTO MOTORE M3
N1_FCD	Boolean	PLC.N1_FCD	FINE CORSA DESTRO ELETTROCALAMITA
N1_FCIP	Boolean	PLC.N1_FCIP	SEGNALATORE POSIZIONE PER LO SCARTO DEI FILI METALLICI
N1_FCS	Boolean	PLC.N1_FCS	FINE CORSA SINISTRO ELETTORCALAMITA
N1_FCTF	Boolean	PLC.N1_FCTF	SENSORE TUTTO FUORI DEL CILINDRO C PER LA CHIUSURA DELLA PRESSA
N1_FTC_PEZZI	Boolean	PLC.N1_FTC_PEZZI	FOTOCELLULA RILEVAZIONE PEZZI IN USCITA DAL DEBALLER
N1_HL_TAGLIO	Boolean	PLC.N1_HL_TAGLIO	LAMPADA SEGANLAZIONE TAGLIO AVVENUTO
N1_M2	Boolean	PLC.N1_M2	MOTORE NASTRO PER L'ARRIVO DELLE BALLE AL PUNTO DI PRELEVAZIONE TRAMITE ELETTROCALAMITA
N1_M3_KM1	Boolean	PLC.N1_M3_KM1	TRASLAZIONE VERSO L'ALTO DEL MOTORE N1_M3
N1_M3_KM2	Boolean	PLC.N1_M3_KM2	TRASLAZIONE VERSO IL BASSO DEL MOTORE N1_M3
N1_M4	Boolean	PLC.N1_M4	MOTORE DEBALLER
N1_M5	Boolean	PLC.N1_M5	MOTORE NASTRO PER IL TRASPORTO ALLA PROSSIMA FASE DI LAVORAZIONE
N1_PRESSIONE	Short	PLC.N1_PRESSIONE	VALORE DI PRESSIONE ALL'INTRNO DELLA PRESSA
N1_R_B	Boolean	PLC.N1_R_B	BOBINA RIENTRO CILINDRO B
N1_SensBotD	Boolean	PLC.N1_SensBotD	SENSORE DI BOTTIGLIE ALL'INTERNO DEL DEBALLER
N1_SensBotDX	Boolean	PLC.N1_SensBotDX	SENSORE PER RILEVARE LE BOTTIGLIE ALLA FINE DEL NASTRO
N1_SQB	Boolean	PLC.N1_SQB	SENSORE PRESENZA BALLE DI PET SUL NASTRO
N1_W3	Boolean	PLC.N1_W3	RITENUTA HOMING ASSE_1
n2_busy	Boolean	PLC.N2_busy	SEGNALAZIONE FUNZIONAMENTO DELLE MOVIMENTAZIONI ASSE_1
n2_HomeBusy	Boolean	PLC.N2_HomeBusy	SEGNALAZIONE FUNZIONAMENTO MOVIMENTAZIONE ALLA POSIZIONE DI HOME DELL'ASSE_1
N2_Pos	Double	PLC.N2_Pos	VALORE DI POSIZIONE CHE DEVE ESSERE RAGGIUNTO DAL NASTRO
N2_vel	Double	PLC.N2_vel	VALORE DI VELOCITA CON LA QUALE IL BRACCIO SI DEVE SPOSTARE

N3_ACTIVE_1	Boolean	PLC.N3_ACTIVE_1	PARAMETRO ACTIVE DI Velocity_FB
N3_ACTIVE_2	Boolean	PLC.N3_ACTIVE_2	PARAMETRO ACTIVE DI MoveAbs_fb
N3_ELETTROC_1	Boolean	PLC.N3_ELETTROC_1	ELETTROCALAMITA 1
N3_ELETTROC_10	Boolean	PLC.N3_ELETTROC_10	ELETTROCALAMITA 10
N3_ELETTROC_11	Boolean	PLC.N3_ELETTROC_11	ELETTROCALAMITA 11
N3_ELETTROC_12	Boolean	PLC.N3_ELETTROC_12	ELETTROCALAMITA 12
N3_ELETTROC_13	Boolean	PLC.N3_ELETTROC_13	ELETTROCALAMITA 13
N3_ELETTROC_14	Boolean	PLC.N3_ELETTROC_14	ELETTROCALAMITA 14
N3_ELETTROC_15	Boolean	PLC.N3_ELETTROC_15	ELETTROCALAMITA 15
N3_ELETTROC_16	Boolean	PLC.N3_ELETTROC_16	ELETTROCALAMITA 16
N3_ELETTROC_17	Boolean	PLC.N3_ELETTROC_17	ELETTROCALAMITA 17
N3_ELETTROC_18	Boolean	PLC.N3_ELETTROC_18	ELETTROCALAMITA 18
N3_ELETTROC_2	Boolean	PLC.N3_ELETTROC_2	ELETTROCALAMITA 2
N3_ELETTROC_3	Boolean	PLC.N3_ELETTROC_3	ELETTROCALAMITA 3
N3_ELETTROC_4	Boolean	PLC.N3_ELETTROC_4	ELETTROCALAMITA 4
N3_ELETTROC_5	Boolean	PLC.N3_ELETTROC_5	ELETTROCALAMITA 5
N3_ELETTROC_6	Boolean	PLC.N3_ELETTROC_6	ELETTROCALAMITA 6
N3_ELETTROC_7	Boolean	PLC.N3_ELETTROC_7	ELETTROCALAMITA 7
N3_ELETTROC_8	Boolean	PLC.N3_ELETTROC_8	ELETTROCALAMITA 8
N3_ELETTROC_9	Boolean	PLC.N3_ELETTROC_9	ELETTROCALAMITA 9
N3_FCL_OUT	Boolean	PLC.N3_FCL_OUT	FOTOCELLULA USCITA DAL TROMMEL
N3_FCL_OUT_Nas3B	Boolean	PLC.N3_FCL_OUT_Nas3B	FOTOCELLULA BOTTIGLIE IN USCITA Nas 3B
N3_FCL_OUT_Nas3B_K	Boolean	PLC.N3_FCL_OUT_Nas3B_K	VARIABILE PER LA GESTIONE DELLO STOP
N3_Lav	Boolean	PLC.N3_Lav	LAVATRICE RICICLO ACQUA; FILTRO TARGHETTE.
N3_LV_MAX	Boolean	PLC.N3_LV_MAX	SENSORE PER IL LIVELLO MASSIMO DELLA VASCA NEL DEBALLER
N3_LV_MIN	Boolean	PLC.N3_LV_MIN	DA RIMUOVERE DALLA PAGINA DEL TROMMEL
N3_M_R	Boolean	PLC.N3_M_R	MOTORE RULLO TROMMEL
N3_M7	Boolean	PLC.N3_M7	MOTORE NASTRO 3
N3_M8	Boolean	PLC.N3_M8	MOTORE NASTRO 3A
N3_M9	Boolean	PLC.N3_M9	MOTORE NASTRO 2
N3_Nas3SensBotDX	Boolean	PLC.N3_Nas3SensBotDX	FOTOCELLULA BOTTIGLIE IN USCITA Nas 3
N3_Nas3SensBotDX_BIT	Boolean	PLC.N3_Nas3SensBotDX_BIT	BIT PER L' ATTIVAZIONE DEL SEPARATORE
N3_P2	Boolean	PLC.N3_P2	POMPA PER IMMISSIONE DELL'ACQUA RICICLATA ALL'INTERNO DEL TAMBURO ROTANTE.
N3_STOPBIT	Short	PLC.N3_STOPBIT	BIT PER LA GESTIONE DELLO STOP
N3_V_A	Boolean	PLC.N3_V_A	VALVOLA PER IMMISSIONE DELL'ACQUA ALL'INTERNO DEL TAMBURO ROTANTE.
N3_VS	Boolean	PLC.N3_VS	VALVOLA PER LO SCAMBIO DEI CONDOTTI TRA LA LAVATRICE E LACQUA DELLA LINEA.
N5_Asse3_Busy	Boolean	PLC.N5_Asse3_Busy	SEGNALAZIONE FUNZIONAMENTO MOVIMENTAZIONE ALLA POSIZIONE DI HOME DELL'ASSE_1
N5_CERN_BLU	Boolean	PLC.N5_CERN_BLU	PULSANTE PER SCEGLIERE DI PRODURRE PET DI COLORE BLU
N5_CERN_GIALLA	Boolean	PLC.N5_CERN_GIALLA	PULSANTE PER SCEGLIERE DI PRODURRE PET DI COLORE VERDE
N5_CERN_VERDE	Boolean	PLC.N5_CERN_VERDE	PULSANTE PER SCEGLIERE DI PRODURRE PET DI COLORE GIALLO
N5_CODICE_RILEVATO	Short	PLC.N5_CODICE_RILEVATO	CODICE RILEVATO DAL RILEVATORE COLORI PER IDENTIFICARE IL COLORE DELLE BOTTIGLIE
N5_COMPRESSORE	Boolean	PLC.N5_COMPRESSORE	COMPRESSORE L'ARRIVO DI ARIA COMPRESSA AL TUBO DI SOFFIATURA DELLA CERNITA
N5_EN_ALM	Boolean	PLC.N5_ENABLE_ALL	BOBINA PER GESTIONE ALLARME
N5_M1	Boolean	PLC.N5_M1	MOTORE NASTRO USCITA BOTTIGLIE DEL COLORE SELEZIONATO
N5_M2	Boolean	PLC.N5_M2	MOTORE NASTRO USCITA BOTTIGLIE DI SCARTO
N5_PRESSIONE	Short	PLC.N5_PRESSIONE	VALORE PRESSIONE

N5_RESET	Boolean	PLC.N5_RESET	PULSANTE DI RESET ALLARME
N5_sensbotdx	Boolean	PLC.N5_sensbotdx	FINE CORSA NASTRO USCITA BOTTIGLIE DEL COLORE SELEZIONATO
N5_SOFFIATORE	Boolean	PLC.N5_SOFFIATORE	TUBNO UTILIZZATO PER IL SOFFIAGGIO DELLE BOTTIGLIE
N5_SOFFIO	Boolean	PLC.N5_SOFFIO	BOBINA DI APPOGGIO PER ATTIVARE N5_SOFFIATORE
N5_tempo	TimeSpan	PLC.N5_tempo	TEMPO DI RITARDO ATTIVAZIONE SOFFIATORE
N5_Velocita	Double	PLC.N5_Velocita	VARIABILE DI VELOCITÀ ASSOCIATA ALLO SPOSTAMENTO DELL'ASSE_3
N7_FC_Pez_Vaglio	Boolean	PLC.N7_FC_Pez_Vaglio	SENSORE PRESENZA PEZZI PROSSIMITA VAGLIO
N7_GiriVaglio	Short	PLC.N7_GiriVaglio	ENCODER GIRI VAGLIO
N7_MemPezIn	Boolean	PLC.N7_MemPezIn	MEMORIA PRIMA ATTIVAZIONE PEZZI IN ARRIVO AL LAVAGGIO
N7_MLav	Boolean	PLC.N7_MLav	MOTORE LAVAGGIO
N7_MULINO	Boolean	PLC.N7_MULINO	MOTORE AZIONAMENTO MULINO
N7_MVaglio	Boolean	PLC.N7_MVaglio	MOTORE VAGLIO
N7_nas10_SensBotDX	Boolean	PLC.N7_nas10_SensBotDX	SENSORE FINECORSA NASTRO 10
N7_nas11_SensBotDX	Boolean	PLC.N7_nas11_SensBotDX	SENSORE FINECORSA NASTRO 11
N7_nas12_SensBotDX	Boolean	PLC.N7_nas12_SensBotDX	SENSORE FINECORSA NASTRO 12
N7_NASTRO10	Boolean	PLC.N7_NASTRO10	MOTORE AZIONAMENTO BOTTIGLIE IN ENTRATA
N7_NASTRO11	Boolean	PLC.N7_NASTRO11	MOTORE AZIONAMENTO BOTTIGLIE NASTRO 11
N7_NASTRO12	Boolean	PLC.N7_NASTRO12	MOTORE AZIONAMENTO BOTTIGLIE NASTRO 12
N7_SenPez_fineS	Boolean	PLC.N7_SenPez_fineS	SENSORE PEZZI FINE SCIVOLO LAVAGGIO
N7_sens_pezzin11	Boolean	PLC.N7_sens_pezzin11	SENSORE FIOCCHI DI PET SU NASTRO 11
N9_A	Boolean	PLC.N9_A	PISTONE BASSO CARICATORE VERTICALE
N9_B	Boolean	PLC.N9_B	PISTONE ALTO CARICATORE VERTICALE
N9_CELLA	Boolean	PLC.N9_CELLA	CELLA DI CARICO RILEVAZIONE PESO CASSETTA
N9_FC1	Boolean	PLC.N9_FC1	FOTOCELLULA INIZIO ASCIUGATURA
N9_FC2	Boolean	PLC.N9_FC2	FOTOCELLULA FINE NASTRI ASCIUGATURA
N9_FC3	Boolean	PLC.N9_FC3	FOTOCELLULA STAZIONE IMBALLAGGIO
N9_M1	Boolean	PLC.N9_M1	MOTORE NASTRO ASCIUGATURA
N9_M2	Boolean	PLC.N9_M2	MOTORE NASTRO IMBALLAGGIO
N9_PACCHETTI	Short	PLC.N9_PACCHETTI	NUMERO DI CASSETTE PRODOTTE
N9_SensBotDX_NAS16	Boolean	PLC.N9_SensBotDX_NAS16	SENSORE FINE NASTRO 16
N9_VENTOLE	Boolean	PLC.N9_VENTOLE	ASCIUGATORI
Pag_AscImball	Boolean	PLC.Pag_AscImball	BIT GESTIONE PAGINA ASCIUGATURA IMBALLAGGIO
Pag_Cernita	Boolean	PLC.Pag_Cernita	BIT GESTIONE PAGINA CERNITA
Pag_Lavaggio	Boolean	PLC.Pag_Lavaggio	BIT GESTIONE PAGINA LAVAGGIO
Pag_Mulino	Boolean	PLC.Pag_Mulino	BIT GESTIONE PAGINA MULINO
Pag_SePMetalli	Boolean	PLC.Pag_SePMetalli	BIT GESTIONE PAGINA SEPARATORE METALLI
Pag_Trommel	Boolean	PLC.Pag_Trommel	BIT GESTIONE PAGINA TROMMEL
Sim_auto	Short	PLC.Sim_auto	BIT PER LA SIMULAZIONE AUTOMATICA DEL PROGETTO

OMRON

OMRON EDUCATIONAL PROJECT

edu_SP2021portfolio_09 2021_01

Contattaci

OMRON ELECTRONICS SPA

+39 02 326 81

omronedu@omron.com

industrial.omron.it