

Guida Avanzata

INVERTER 3G3M1 (ver. FW 1.1)



Guida Avanzata

La Guida Avanzata OMRON raccoglie una serie d'informazioni interattive, in lingua italiana, estratte dai Manuali d'Uso ufficiali forniti con i prodotti.

Sebbene siano pensate per offrire una consultazione più immediata, le Guide Avanzate non sostituiscono l'utilizzo dei manuali, ma rappresentano unicamente un'integrazione ad essi.

© OMRON Electronics Spa 2025

Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte di questo documento può essere riprodotta o trasmessa con qualsiasi mezzo senza il permesso di OMRON Electronics Spa.

Il documento è stato realizzato con la massima cura. Comunque, OMRON non si assume alcuna responsabilità per eventuali errori od omissioni. Inoltre, per il continuo miglioramento dei propri prodotti, OMRON si riserva il diritto di modificare senza alcun preavviso, il contenuto del presente documento.

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
1.1	SCOPO DEL DOCUMENTO	3
2	MODALITA' DI PROGRAMMAZIONE	4
2.1	PROGRAMMAZIONE AVANZATA	4
2.1.1	FUNZIONE DI UP/DOWN	4
2.1.2	FUNZIONE CURVE AD S	6
2.1.3	FUNZIONE CALCULATION RESULT	6
2.1.4	FUNZIONE SALTI DI FREQUENZA	7
2.1.5	FUNZIONE CONTROLLO PID	9
2.1.6	POSIZIONATORE INTEGRATO	13
2.1.7	POSIZIONATORE INTEGRATO: MOTORE CON ENCODER E RIDUTTORE	16
2.1.8	FUNZIONE SERVO LOCK (ZERO SERVO)	21
2.1.9	TRENO D'IMPULSI	22
2.1.10	GESTIONE CARICHI VERTICALI	24
2.1.11	CONTROLLO DI COPPIA	27
2.1.12	FUNZIONE DI BLOCCO ACC/DEC (DWELL)	29
3	SOFTWARE SYSMAC STUDIO	31
3.1	CONNESSIONE TRAMITE CAVO USB	32
3.1.1	MENU 'SETUP AND TUNING'	38
3.1.2	MENU 'TEST RUN'	46
3.1.3	MENU 'INITIALIZE'	48
3.2	CONNESSIONE TRAMITE ETHERCAT (CON CONTROLLORE)	49



1 INTRODUZIONE

1.1 SCOPO DEL DOCUMENTO

Il presente documento ha lo scopo di fornire informazioni specifiche, anche di carattere applicativo, inerenti alla programmazione degli Inverter OMRON della Serie M1.

Per le informazioni dettagliate sull'utilizzo e sulla configurazione generale dei prodotti OMRON, si rimanda comunque ai relativi manuali ufficiali.

La guida include le specifiche e soluzioni relative ai seguenti prodotti:

PRODOTTO:	COMPOSIZIONE CODICE:
Inverter M1-STD 	<p>3G3M1 - A 4 0 0 2</p> <p>Drive ———</p> <p>Series ———</p> <p>IP20 protection ———</p> <p>Voltage: ———</p> <p>B: Single-phase 200 VAC 2: Three-phase 200 VAC 4: Three-phase 400 VAC</p> <p>Rated power: 1-phase 200 VAC: 0.1 to 3.7 KW 3-phase 200 VAC: 0.2 to 18.5 KW 3-phase 400 VAC: 0.4 to 22 KW</p> <p>Manuale di riferimento: I699-E1-06 o successivi</p>
Inverter M1-ECT 	<p>3G3M1 - A 4 0 0 2-ECT</p> <p>Drive ———</p> <p>Series ———</p> <p>IP20 protection ———</p> <p>Built-in Ethercat ———</p> <p>Voltage: ———</p> <p>B: Single-phase 200 VAC 2: Three-phase 200 VAC 4: Three-phase 400 VAC</p> <p>Rated power: 1-phase 200 VAC: 0.1 to 3.7 KW 3-phase 200 VAC: 0.2 to 18.5 KW 3-phase 400 VAC: 0.4 to 22 KW</p> <p>Manuale di riferimento: I670-E1-05 o successivi</p>

2 MODALITA' DI PROGRAMMAZIONE

Esistono due modalità di programmazione per l'Inverter:

- Tramite tastierino integrato (consultabile alla Sezione 3.1 della Guida Rapida dell'Inverter M1 di Omron).
- Tramite il Software Sysmac Studio (vedi [Sezione 3](#)).

2.1 PROGRAMMAZIONE AVANZATA

2.1.1 FUNZIONE DI UP/DOWN

Grazie a questa modalità operativa, è possibile utilizzare due ingressi digitali per variare dinamicamente la frequenza di riferimento, e quindi la velocità del motore, secondo le rampe di accelerazione (UP) e di decelerazione (DOWN) preimpostate nei parametri **F007** e **F008** [disponibili registri Modbus/ECT con accesso a 32-bit].

Dal punto di vista grafico, quello che la funzione fornisce è rappresentato nella Figura sottostante:

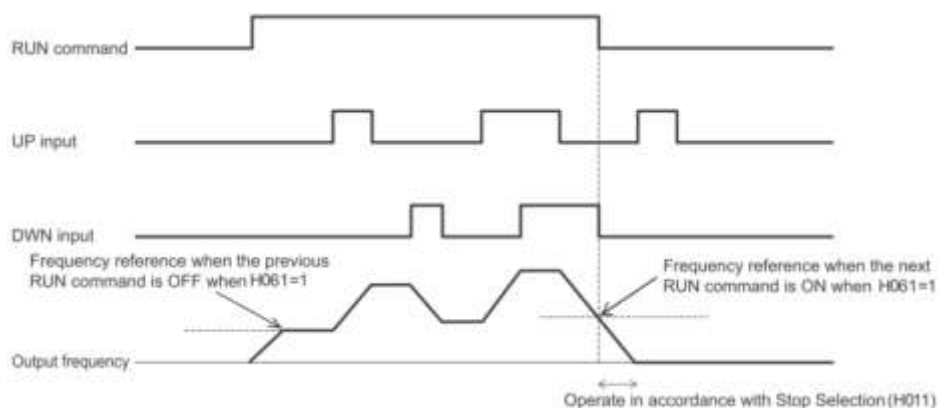


Figura 1: funzione UP/DOWN

Partendo da una configurazione nota, quale ad esempio la configurazione di default, è indispensabile impostare il riferimento di frequenza attraverso la funzione UP/DOWN (**F001** = 7), in combinazione ad es. con la sorgente del comando di RUN derivante dagli ingressi digitali (**F002** = 1).

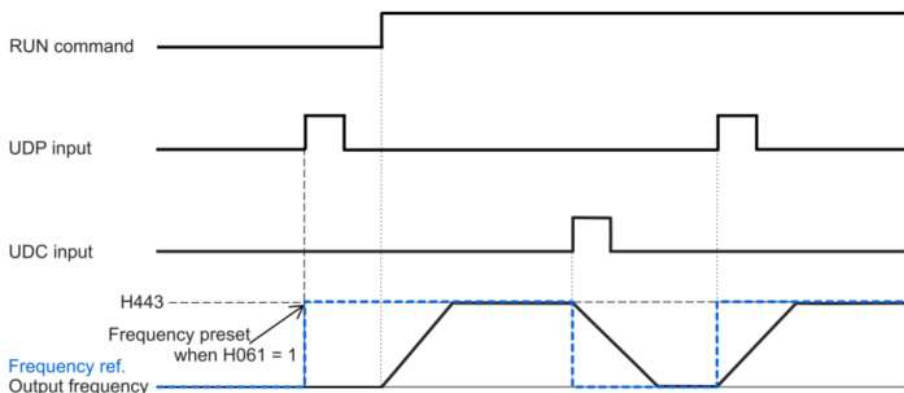
Successivamente viene richiesto di impostare i seguenti ingressi digitali (parametri da **E001** a **E005**, **E098**, **E099**):

- 17: UP (comando di UP);
- 18: DWN (comando di DOWN);
- (facoltativo): 58 UDC (comando di forzatura della freq. di riferimento a valore 0), attivabile sia a motore fermo che in movimento.

Nota: in caso di abilitazione di questo ingresso durante lo stato di RUN del motore, verrà eseguita una rampa di decelerazione secondo la tempistica indicata nel parametro F008.

- (facoltativo): 165 UDP (comando di forzatura della freq. di riferimento a un valore di preset).

Il valore della freq. di preset è definibile nel parametro **H443**.



È anche possibile definire se si vuole memorizzare l'ultima freq. raggiunta con il comando di UP/DOWN, impostando il parametro **H061** = 1, oppure in caso contrario, impostando tale parametro a valore 0, ogni volta che si disabiliterà il comando di RUN, si sarà costretti a ripartire da una freq. di riferimento = 0.

Nota: è importante sottolineare che l'utilizzo della funzionalità UP/DOWN non inibisce la possibilità di utilizzare le multi-velocità.

2.1.2 FUNZIONE CURVE AD S

Utilizzare questa funzione per definire delle “curvature”, in termini di tempo/freq. d'uscita, sia per la fase di accelerazione che di decelerazione.

Di seguito sono elencate le impostazioni più comunemente utilizzate:

- Parametro **H007** = 2;
- Parametri **H057** e **H058** = percentuali di curvatura (0...100%) attinenti alla fase di accelerazione.
- Parametri **H059** e **H060** = percentuali di curvatura (0...100%) attinenti alla fase di decelerazione.

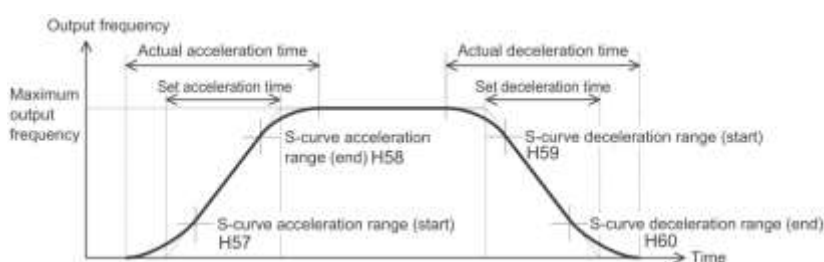


Figura 2: curve ad S

2.1.3 FUNZIONE CALCULATION RESULT

L'Inverter M1 integra una nuova funzione, che prevede di poter ottenere la freq. di riferimento da trasmettere al Drive, attraverso un calcolo matematico tra due sorgenti di freq. differenti.

Nello specifico, è necessario impostare:

- il parametro **F001** = 13;
- i parametri **E131** e **E132** in base alle due sorgenti scelte:

Modello M1-STD	Modello M1-ECT
0: or keys on Operator 1: Voltage input to terminal [A1] (0 to 10 VDC) 2: Current input to terminal [A2] (AI) (4(0) to 20 mA DC) 3: Voltage input to terminal [A2] (AIV) (0 to 10 VDC) 5: Pulse train input 6: RS-485 (terminal block)	1: Voltage input to terminal [A1] 5: Pulse train input 7: EtherCAT

- il parametro **E133**, in base all'operazione matematica da effettuare:
 - 0 [Addizione (E131 + E132)]
 - 1 [Sottrazione (E131 - E132)]
 - 2 [Moltiplicazione (E131 x E132)]

2.1.4 FUNZIONE SALTI DI FREQUENZA

Nel caso in cui, in un'applicazione, ci sia l'esigenza di saltare una particolare frequenza, l'Inverter prevede di farlo in maniera agevole.

Si consideri un sistema in cui sia presente una frequenza di risonanza, che potrebbe portare al danneggiamento dell'apparato; è opportuno, in questo caso, passare molto velocemente attraverso tale frequenza.

Questa funzione ('Frequency Jump Function') supporta proprio tale soluzione; è infatti possibile scegliere fino a tre differenti salti di frequenze, impostando sia le frequenze specifiche, che un intervallo (espresso in Hz) intorno ad esse, che rappresenterà il salto totale. I parametri sono indicati nella seguente Figura:

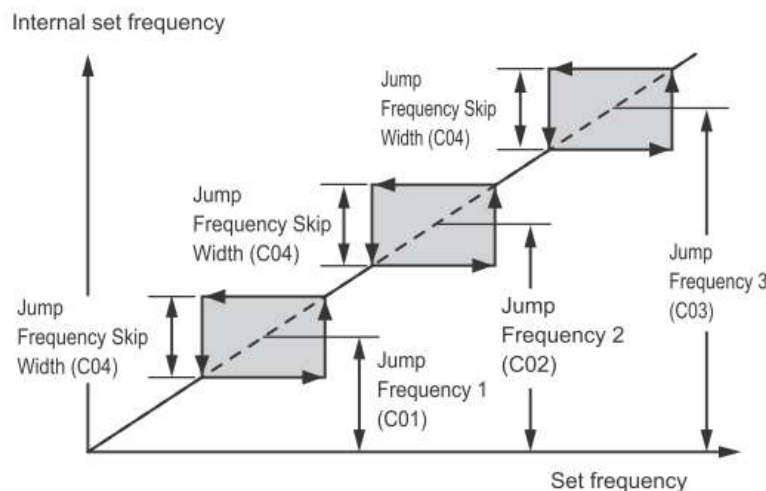
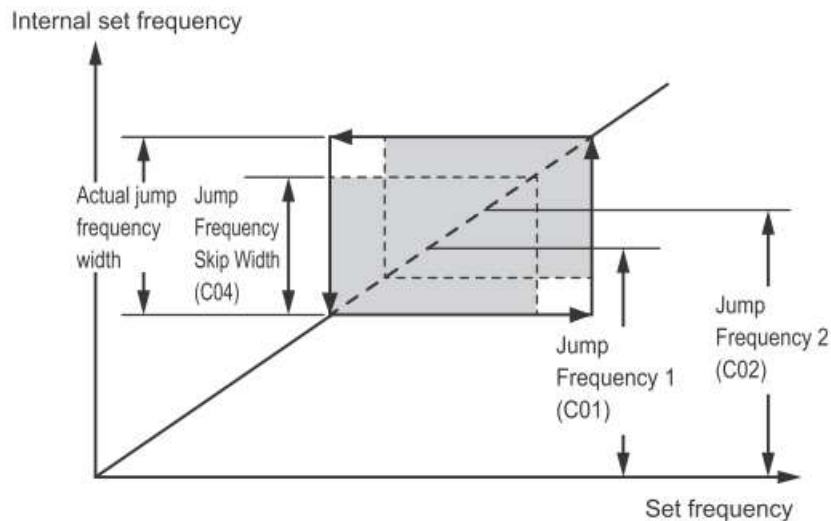


Figura 3: salti di frequenza

Quando si aumenta la frequenza impostata e questa entra nella banda di salto di frequenza, la frequenza interna impostata viene mantenuta costante al limite inferiore della banda di salto di frequenza. Se la frequenza impostata supera il limite superiore della banda di salto di frequenza, la frequenza interna impostata raggiunge il valore della frequenza impostata. Quando la frequenza impostata viene ridotta, si realizza la relazione opposta a quella che si verifica durante l'aumento.

Se due o più intervalli di frequenza di salto si sovrappongono, il valore limite inferiore e il valore limite superiore della frequenza di salto sovrapposta diventano le frequenze limite inferiore e superiore dell'intervallo di frequenza di salto effettivo.



Nota: durante le fasi di accelerazione e decelerazione, la frequenza di uscita cambia continuamente in base ai tempi di accelerazione/decelerazione. Sebbene la frequenza di salto possa essere impostata su tre posizioni, l'ampiezza della frequenza di salto è comune alle tre posizioni.

2.1.5 FUNZIONE CONTROLLO PID

I successivi parametri principali, specificati in 3 differenti esempi applicativi, sono utilizzabili nel caso in cui fosse necessario eseguire un semplice controllo PID attraverso l'Inverter M1.

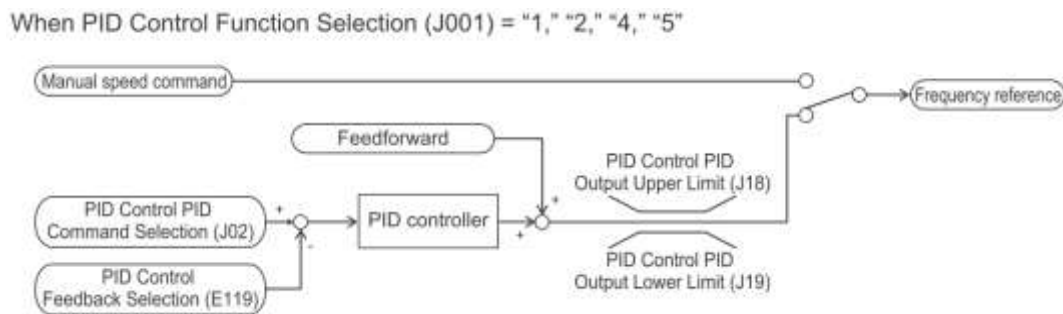


Figura 4: schema a blocchi del controllo di processo PID

ESEMPIO 1 (M1-STD)

Per l'esempio in esame si consideri il Set-Point (SP) trasmesso tramite tastierino integrato e feedback del PID da ingresso analogico AI1:

- **J001** = 1 (abilitazione del PID con funzionamento normale del processo)
- **J002** = 0 (SP da tastierino integrato)
- **J003** = Guadagno Proporzionale (P)
- **J004** = Tempo Integrato (I)
- **J005** = Tempo Derivativo (D)
- **J018** = Limite superiore dell'uscita del controllo PID
- **J019** = Limite inferiore dell'uscita del controllo PID
- **C059** = Valore massimo del range del sensore (Scala massima) [**H455** accesso a 32-bit]
- **C060** = Valore minimo del range del sensore (Scala minima) [**H456** accesso a 32-bit]
- **E119** = 0 (selezione sorgente feedback PID da segnali analogici)
- **E061** = 5 (funzione dell'ingresso AI1 per feedback del PID)
- **E043** = 12 (visualizzazione del feedback del PID durante il RUN, mentre con le frecce è possibile variare il SP).
- **J057** = parametro di "appoggio" dove viene scritto il SP "interno" precedentemente modificato tramite le frecce

ESEMPIO 2 (M1-ECT)

Per questo ulteriore esempio, si consideri il Set-Point (SP) modificabile dinamicamente da ECT e feedback del PID da ingresso analogico AI1:

- **J001** (300Eh-02h) = 1 (abilitazione del PID con funzionamento normale del processo)
- **J002** (300Eh-03h) = 4 (Set Point trasmesso da ECT)
- **J003** (300Eh-04h) = guadagno Proporzionale
- **J004** (300Eh-05h) = tempo Integrato
- **J005** (300Eh-06h) = tempo Derivativo
- **J018** (300Eh-13h) = Limite superiore dell'uscita del controllo PID (tipicamente = 100%)
- **J019** (300Eh-14h) = Limite inferiore dell'uscita del controllo PID (tipicamente = 0%)
- **C059** (3006h-3Ch) = Valore massimo del range del sensore, Scala massima) [H455 accesso a 32-bit]
- **C060** (3006h-3Dh) = Valore minimo del range del sensore, Scala minima) [H456 accesso a 32-bit]
- **S013** (3002h-0Eh) = valore del Set Point trasmesso da ECT (-20000 = -100%, 20000 = 100% riferita alla scala specificata nei parametri C59 e C60)
- **E119** (301Fh-14h) = 0 → selezione sorgente feedback PID da segnali analogici)
- **E061** (3005h-3Eh) = 5 → funzione dell'ingresso AI1 per feedback del PID)
- **W011** (3010h-0Ch) = monitoraggio per verificare che il Set Point sia trasmesso correttamente al PID [M152 accesso a 32-bit]
- **W012** (3010h-0Dh) = monitoraggio per verificare che il feedback sia letto correttamente dal PID
- **W032** (3010h-21h) = monitoraggio in % dell'uscita del controllo PID

ESEMPIO 3 (M1-ECT)

Per questo ultimo esempio, si consideri il Set-Point (SP) fisso richiamabile da ECT (ad es. da DI4 attraverso PDO S006) e feedback del PID da ingresso analogico AI1:

- **J001** (300Eh-02h) = 1 (abilitazione del PID con funzionamento normale del processo)
- **J002** (300Eh-03h) = 4 (Set Point trasmesso da ECT)
- **J003** (300Eh-04h) = guadagno Proporzionale
- **J004** (300Eh-05h) = tempo Integrato
- **J005** (300Eh-06h) = tempo Derivativo
- **J018** (300Eh-13h) = Limite superiore dell'uscita del controllo PID (tipicamente = 100%)
- **J019** (300Eh-14h) = Limite inferiore dell'uscita del controllo PID (tipicamente = 0%)
- **C059** (3006h-3Ch) = Valore massimo del range del sensore, Scala massima) [**H455** accesso a 32-bit]
- **C060** (3006h-3Dh) = Valore minimo del range del sensore, Scala minima) [**H456** accesso a 32-bit]
- **E004** (3005h-05h) = 171 → richiamabile da **S006** = 32
- **J136** (3024h-25h) = valore fisso del Set Point (compreso nel range di scalatura specificato nei parametri C059 e C060; se necessario modificarlo dinamicamente, è necessario dichiararlo come PDO) [**H467** accesso a 32-bit]
- **E119** (301Fh-14h) = 0 → selezione sorgente feedback PID da segnali analogici)
- **E061** (3005h-3Eh) = 5 → funzione dell'ingresso AI1 per feedback del PID)
- **W011** (3010h-0Ch) = monitoraggio per verificare che il Set Point sia trasmesso correttamente al PID [**M152** accesso a 32-bit]
- **W012** (3010h-0Dh) = monitoraggio per verificare che il feedback sia letto correttamente dal PID
- **W032** (3010h-21h) = monitoraggio in % dell'uscita del controllo PID

Di seguito invece, un esempio di gestione del controllo PID di un ballerino:

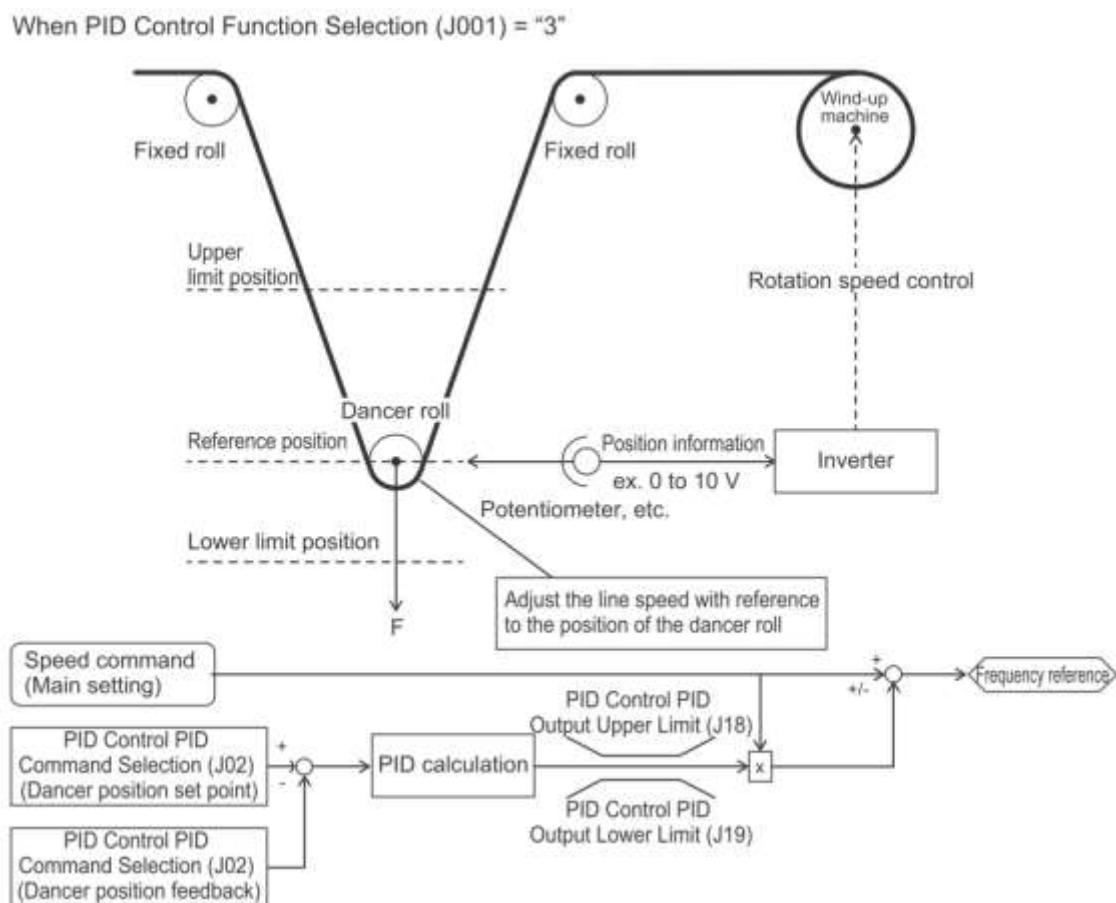


Figura 5: schema a blocchi del controllo PID di un ballerino

2.1.6 POSIZIONATORE INTEGRATO

Nella Serie M1, il segnale di retroazione dell'encoder può essere utilizzato per eseguire il controllo della posizione.

Gli impulsi del segnale di retroazione vengono contati internamente dall'Inverter e il funzionamento viene eseguito in modo che la quantità di movimento corrisponda ai dati di posizione specificati.

Nel controllo vettoriale o V/f ad anello chiuso, la velocità e la posizione vengono calcolate in base al segnale di feedback. Invece con i controlli ad anello aperto, solo la posizione viene calcolata in base al segnale di retroazione.

L'Inverter è inoltre dotato di una funzione di orientamento come funzione applicata per il controllo della posizione.

La funzione di controllo della posizione può essere utilizzata per entrambi i due motori da poter controllare. Tuttavia, si noti che per la funzione di controllo della posizione, è previsto un solo set di parametri relativi al controllo della posizione.

Di seguito vengono elencati i parametri fondamentali, per effettuare un controllo in posizione di base:

- **d014** = da impostare a valore 2 o 3, dipendentemente dal segnale di quadratura A/B.
- **d015** = definire la risoluzione dell'encoder (imp./giro);
- **F042** = scegliere il metodo di controllo ad anello chiuso più appropriato;
- **F001** e **F002** = definire le sorgenti di frequenza e comando;
- **F003** = freq. massima di uscita;
- **F007** e **F008** = rampe di accelerazione e decelerazione [disponibili registri Modbus/ECT con accesso a 32-bit];
- Da **d201** a **d205** = modificare questi parametri per un posizionamento più rapido, con conseguente trapezio di posizionamento molto più efficace;
- Se necessaria la funzione di homing:
 - **d209** = definire la modalità di homing;
 - **d211** = selezione del segnale di riferimento di homing;
 - **d212** = segnale di riferimento per l'offset di homing;
 - **d213** = frequenza di Homing/Frequenza di orientamento;
 - **d215** = tempo di decelerazione per Homing/Orientamento [**H470** accesso a 32-bit];
- **d237** = 0: posizione assoluta (ABS) / 1: posizione relativa (INC);
- **d239** = range di impulsi per determinare il completamento della posizione;
- Quote per il posizionamento:
 - Da **d244d245** a **d258d259** = 8 quote fisse di posizionamento (ciascuna accesso a 32-bit);
 - Oppure, se trasmesso da rete (sia Modbus che EtherCAT), impostare **d277** = 1 e indicare la quota nel parametro **S020** [accesso a 32-bit];

- **W142W143** = monitoraggio della posizione corrente (accesso a 32-bit);
- **W173W174** = monitoraggio della posizione da raggiungere (accesso a 32-bit);
- **W146W147** = monitoraggio della deviazione corrente, per raggiungere la posizione richiesta (accesso a 32-bit).
- Ingressi digitali da **E001** a **E005**, **E098** e **E099** (da DI1 a DI7), funzioni principali:
 - 137 → SPD: commutazione velocità/posizione
 - 135 → INC/ABS: commutazione posizione incrementale/assoluta
 - 145 → CP1: selezione comando di posizione 1
 - 146 → CP2: selezione comando di posizione 2
 - 147 → CP3: selezione comando di posizione 3
 - 42 → ORL: segnale limite di ricerca dell'origine
 - 138 → ORG: segnale di avvio del ritorno all'origine
- Uscite digitali **E020**, **E021** e **E027** (DO1, DO2 e ROA/ROB), funzioni principali:
 - 82 → POK: posizionamento completato

Nota: per tutte le funzioni assegnate a ingressi/uscite digitali, esistono anche le versioni a logica negata, identificabili dalla cifra aggiuntiva '1' come prefisso (ad es. logica negata per '137 SPD: Speed/position switching' diventa '1137').

Nella Figura sottostante è possibile identificare quale quota viene richiamata, in base alle combinazioni degli ingressi digitali dichiarati come CP1, CP2 e CP3:

"CP3"	"CP2"	"CP1"	Parameter	Data	Range (user value unit)
OFF	OFF	OFF	d244, d245	Positioning data 1	-2147483648 to 2147483647 (80000000h to 7FFFFFFFh)
OFF	OFF	ON	d246, d247	Positioning data 2	-2147483648 to 2147483647
OFF	ON	OFF	d248, d249	Positioning data 3	-2147483648 to 2147483647
OFF	ON	ON	d250, d251	Positioning data 4	-2147483648 to 2147483647
ON	OFF	OFF	d252, d253	Positioning data 5	-2147483648 to 2147483647
ON	OFF	ON	d254, d255	Positioning data 6	-2147483648 to 2147483647
ON	ON	OFF	d256, d257	Positioning data 7	-2147483648 to 2147483647
ON	ON	ON	d258, d259	Positioning data 8	-2147483648 to 2147483647

Inoltre, con il controllo di posizione, la "quantità" del movimento da eseguire è gestita fondamentalmente dal numero di impulsi derivanti dall'encoder. Tuttavia, è più comodo gestire le quantità di movimento riferite a "unità di comando" (valori interpretabili dall'utente, come ad es. in mm/°/inch/ecc... come unità di misura).

Il rapporto di conversione tra “unità di comando” e numero di impulsi dell'encoder può essere impostato all'interno dell'Inverter stesso, attraverso l'impostazione dei seguenti parametri:

Parameter No.	Function name	Data	Default data	Unit
d206	Electronic Gear Denominator	1 to 65535	1	-
d207	Electronic Gear Numerator	1 to 65535	1	-

Nello specifico, i due parametri rappresentano:

- **d206** = L'unità necessaria che corrisponde all' “unità di comando” per giro encoder.
- **d207** = Numero di impulsi necessari per effettuare un giro encoder.

Nota: ipotizzando di avere l'encoder calettato nella parte posteriore del motore, e senza la presenza di un riduttore a valle del motore, risulterà necessario impostare solo i parametri sopra indicati.

Nelle successive Sezioni, vengono illustrate panoramiche HW differenti comprensive di riduttore.

2.1.7 POSIZIONATORE INTEGRATO: MOTORE CON ENCODER E RIDUTTORE

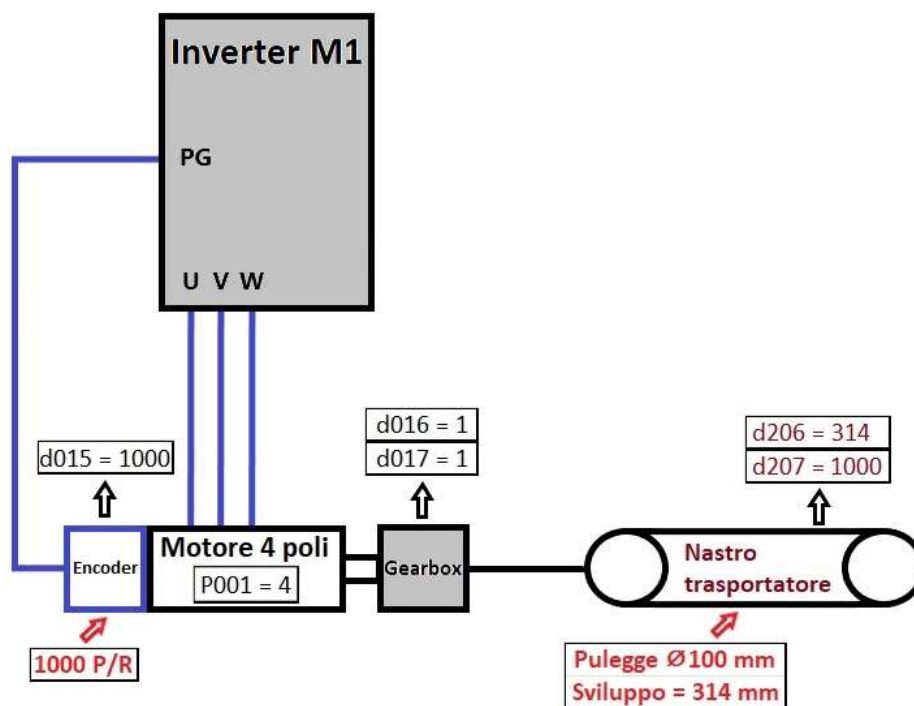
In alcune applicazioni ad anello chiuso, dove il segnale di retroazione dell'encoder viene utilizzato per eseguire controlli in posizione, può essere previsto anche l'utilizzo di riduttori.

La funzione del riduttore accoppiato al motore è quella di ridurre la velocità e aumentarne la coppia per svolgere uno specifico lavoro a una determinata velocità.

2.1.7.1 ENCODER CALETTATO SUL MOTORE

Nella maggior parte dei casi, l'encoder viene calettato nella parte posteriore del motore, quindi senza necessità di una scalatura (1 giro motore = 1 giro encoder).

Di seguito viene rappresentato un esempio della possibile configurazione HW:



Tale configurazione prevede un motore asincrono da 4 poli che dovrà movimentare delle pulegge di diam. 100 mm per un nastro trasportatore.

Per avere delle unità di comando in mm, è necessario verificare quanti impulsi sono necessari per ogni giro puleggia.

Nell'esempio in esame, ogni giro encoder corrisponde a un giro puleggia.

Di seguito vengono quindi indicati i parametri principali per ottenere i rapporti di conversione corretti:

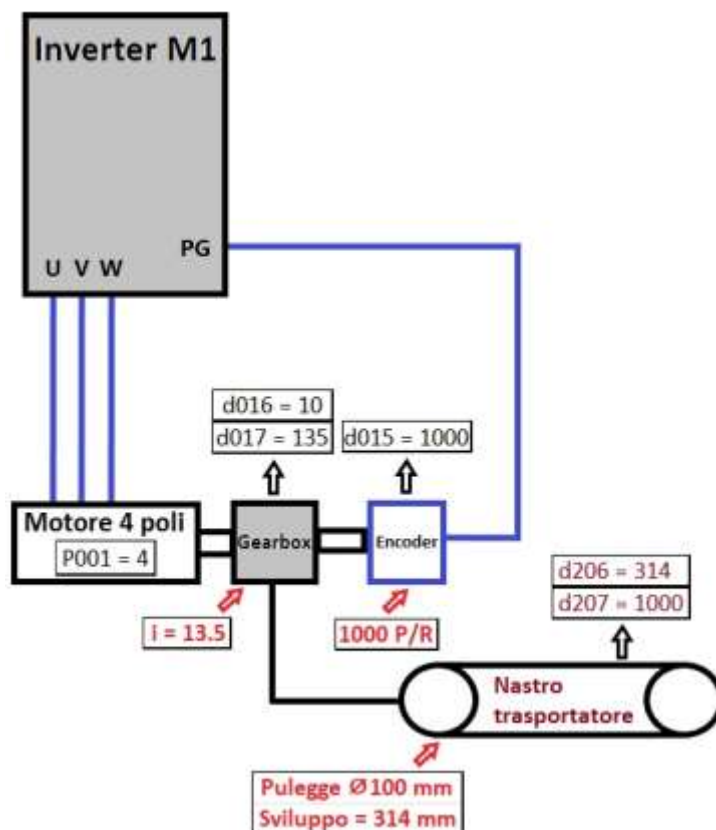
- **d015** = 1000 [risoluzione dell'encoder (imp./giro)];
- **d016** e **d017** = 1.
- Come indicato in precedenza, ogni giro encoder corrisponde a un giro puleggia, di conseguenza risulta necessario impostare:
 - **d206** = 314 (diam. puleggia * π);
 - **d207** = 1000 (numero di impulsi per ottenere 1 giro encoder).
- Inserire l'unità ingegneristica per la posizione necessaria nel registro **S020**.

2.1.7.2 ENCODER CALETTATO SUL LATO LENTO DEL RIDUTTORE

In alternativa a quanto suggerito nella Sezione precedente, è possibile imbattersi in soluzioni che prevedono comunque un controllo ad anello chiuso, ma con l'encoder montato su lato lento del riduttore.

Di seguito vengono illustrati due esempi che rappresentano configurazioni HW differenti (dipendente dalla posizione di montaggio dell'encoder):

ESEMPIO 1: encoder installato sul lato lento del riduttore



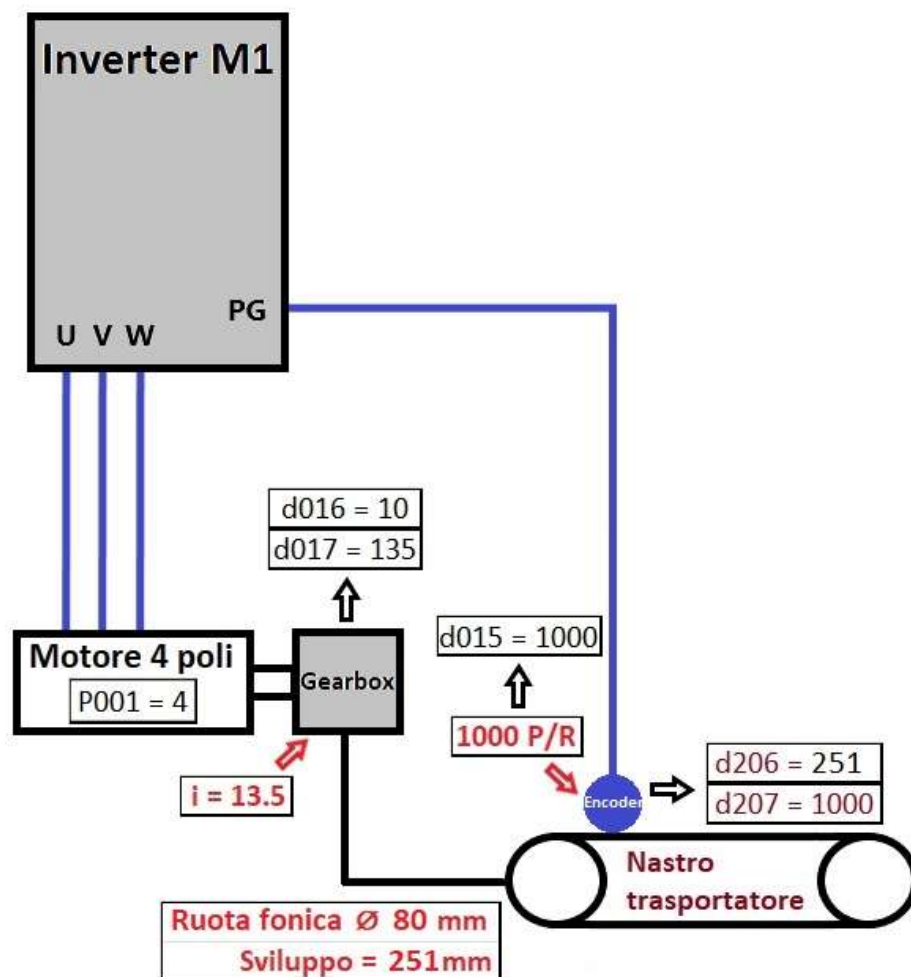
Tale configurazione prevede un motore asincrono da 4 poli che dovrà movimentare delle pulegge di diam. 100 mm per un nastro trasportatore, attraverso un riduttore avente un fattore di riduzione pari a 13,5.

Per avere delle unità di comando in mm, è necessario verificare quanti impulsi sono necessari per ogni giro puleggia.

Nell'esempio in esame, ogni giro encoder corrisponde a un giro puleggia.

Di seguito vengono quindi indicati i parametri principali per ottenere i rapporti di conversione corretti:

- **d015** = 1000 [risoluzione dell'encoder (imp./giro)];
- **d016** e **d017** = parametri per il fattore di riduzione, dove in questo caso il riduttore è non "finito" (ha la virgola). Perciò risulta necessario moltiplicare x10 il numeratore e il denominatore.
Impostare quindi d016 = 10 e d017 = 135.
- Come indicato in precedenza, ogni giro encoder corrisponde a un giro puleggia, di conseguenza risulta necessario impostare:
 - **d206** = 314 (diam. puleggia * π);
 - **d207** = 1000 (numero di impulsi per ottenere 1 giro encoder).
- Inserire l'unità ingegneristica per la posizione necessaria nel registro **S020**.

ESEMPIO 2: encoder installato direttamente sulla meccanica della macchina

In questo esempio, viene rappresentato un encoder installato sulla meccanica della macchina, per compasare eventuali scorrimenti/giochi meccanici.

Tale configurazione prevede un motore asincrono da 4 poli che dovrà movimentare delle pulegge di diam. 100 mm per un nastro trasportatore, attraverso un riduttore avente un fattore di riduzione pari a 13,5.

In aggiunta, è visibile una ruota fonica, avente diam. 80 mm. Di conseguenza, il suo sviluppo risulta di circa 251 mm.

Per avere delle unità di comando in mm, è necessario verificare quanti impulsi sono necessari per ogni giro puleggia.

Nell'esempio in esame, ogni giro encoder corrisponde a un giro puleggia.

Di seguito vengono quindi indicati i parametri principali per ottenere i rapporti di conversione corretti:

- **d015** = 1000 [risoluzione dell'encoder (imp./giro)];
- **d016** e **d017** = parametri per il fattore di riduzione, dove in questo caso il riduttore è non "finito" (ha la virgola). Perciò risulta necessario moltiplicare x10 il numeratore e il denominatore.
Impostare quindi d016 = 10 e d017 = 135.
- Come indicato in precedenza, ogni giro encoder corrisponde a un giro puleggia, di conseguenza risulta necessario impostare:
 - **d206** = 251 (diam. puleggia * π);
 - **d207** = 1000 (numero di impulsi per ottenere 1 giro encoder).
- Inserire l'unità ingegneristica per la posizione necessaria nel registro **S020**.

2.1.8 FUNZIONE SERVO LOCK (ZERO SERVO)

La funzione di 'Servo Lock' (servoblocco) viene utilizzata per controllare la posizione del motore e continuare a mantenerla anche quando viene applicata una forza esterna.

È abilitata solo durante un controllo vettoriale ad anello chiuso (**F042** = 6 o 16).

La funzione si attiva abilitando un ingresso digitale, a cui è stata precedentemente assegnata la funzione 47.

Se il funzionamento dell'Inverter viene interrotto (anche con il controllo di posizione disabilitato) con la funzione di 'Servo Lock' attiva, viene eseguita una decelerazione fino alla frequenza di arresto. Quindi viene eseguito il controllo di posizione con la posizione in cui la frequenza di uscita diventa 0, assunta come posizione di arresto target, e quindi viene eseguito il servoblocco del motore.

Il servoblocco funziona a bassa velocità e pertanto, se viene utilizzato applicando una forza esterna per un lungo periodo di tempo, potrebbe attivarsi la protezione da surriscaldamento dell'Inverter.

È possibile regolare il comportamento dell'arresto dell'Inverter durante questa funzione e la forza di tenuta assiale, attraverso la modifica di questi parametri:

Parameter No.	Function name	Data	Default data	Unit
E001 to E005, E098, E099	Input Terminal [DI1] to [DI7] Function Selection	47: LOCK (Servo lock command)	-	-
J097	Servo Lock Gain	0.000 to 9.999	0.010	time
J098	Servo Lock Completion Timer	0.000 to 1.000	0.1	s
J099	Servo Lock Completion Range	0 to 9999	10	Pulse

Nota: impostando un valore basso nel parametro **J097**, la risposta è ritardata, ma il comportamento diventa più uniforme e la forza di tenuta assiale si riduce.

Se si imposta un valore più alto, la risposta diventa più rapida, ma l'oscillazione potrebbe aumentare, assieme anche alla forza di tenuta assiale.

2.1.9 TRENO D'IMPULSI

L'ingresso del treno di impulsi può essere utilizzato per il riferimento di frequenza, il target di funzionamento per il riferimento di frequenza e il valore di feedback nel controllo PID.

Immettendo un treno di impulsi nei morsetti di ingresso [PIA] e [PIB] del circuito di controllo dell'inverter, è possibile effettuare un'impostazione della frequenza proporzionale alla frequenza dell'impulso.

Il metodo di ingresso del treno di impulsi è specificato dal parametro **d014**, il quale può essere configurato per quattro modalità di lavoro differenti.

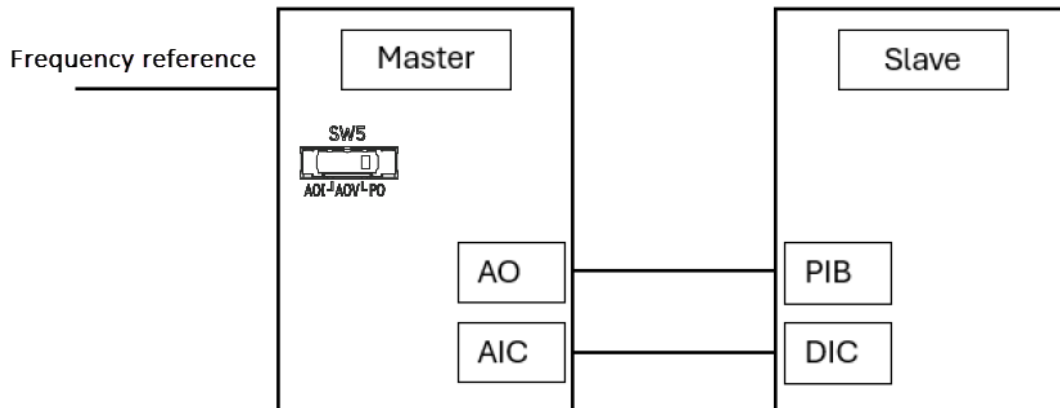
Di seguito viene quindi riportato un esempio per la gestione di un segnale a treno d'impulsi, derivante da una scheda d'uscita PNP di un PLC:

- Impostare il DIP switch SW1 su 'Source'
- Uscita PNP a treno di impulsi del PLC cablata sul terminale PIB
- Ingresso PIA dell'Inverter per eventuale modifica della direzione
- Segnale di GND cablato sul terminale DIC
- Parametro **d014** = 0
- Parametro **F001** = 12
- Verificare l'impostare del parametro **F002**, dipendente dal tipo di sorgente per il segnale di RUN
- Definire la scalatura dell'ingresso a impulsi attraverso il parametro **d017**
- Verificare che l'uscita a treno d'impulsi del PLC rispetti le specifiche degli ingressi dell'Inverter sotto indicate:

Pulse	PIA	Pulse and encoder input	Voltage between input and DIC (5 to 24 VDC) ON voltage: 4V min OFF voltage: 2 V max Maximum 27 VDC Frequency: 32 KHz max Impedance: : 7.2 kΩ
	PIB		
	PIZ		

2.1.9.1 TRENO D'IMPULSI: SINCRONIZZAZIONE VELOCITA'

Prendendo in considerazione la seguente configurazione HW, è possibile effettuare la sincronizzazione della velocità tra due (o più) Inverter della Serie M1.



L'Inverter definito come 'Master' riceve il suo riferimento di frequenza (determinato dal parametro **F001**) e trasmette la sua velocità attuale allo 'Slave'. Lo 'Slave' utilizza questo segnale a impulsi come riferimento di velocità.

Nota: poiché non si tratta di una soluzione ad anello chiuso, è necessario prevedere una certa imprecisione.

Facendo riferimento al 'Master', spostare la posizione del DIP switch SW5 verso dx (impostazione PO, come visibile nella Figura precedente).

Quindi, ipotizzando di voler pilotare entrambi gli Inverter a una freq. max di uscita pari a 50 Hz, risulta necessario impostare i seguenti parametri:

MASTER

- F003 e F015 = 50 (freq. max 50 Hz)
- F029 = 3 (abilitazione dell'uscita a treno d'impulsi)
- F031 = 0 (selezione funzione terminale AO = frequenza di uscita)
- F033 = 5000 (5 kHz a frequenza massima)

Nota: se ad es. si volesse ottenere nello 'Slave' 25 Hz max in uscita, sarà necessario modificare questo parametro a valore = 2500.

SLAVE

- F001 = 12 (sorgente ingresso treno di impulsi)
- F007 e F008 = 0,01 (tempi di acc. e dec.), in questo modo lo 'Slave' otterrà gli stessi tempi di rampa dell'Inverter 'Master' [disponibili registri Modbus/ECT con accesso a 32-bit].
- d014 = 0 (tipo di segnale a treno d'impulsi)
- d015 = 5000 (stesso valore impostato nel parametro F33 del 'Master')
- d017 = 10 (scalatura x10 per ottenere i 50 Hz max.)

2.1.10 GESTIONE CARICHI VERTICALI

Tipicamente nei sistemi di elevazione con freni, riduttori, trasmissioni a fune o a cinghia e così via, non risulta facile disassemblarli per poter eseguire l'Auto-Tuning rotativo.

In tal caso, è necessario procedere con l'Auto-Tuning statico (che determina la parte elettrica e calcola altri valori di base).

Di seguito vengono quindi riportati alcuni consigliati, utili per un primo approccio con un carico verticale:

- Definire il tipo di controllo da utilizzare: se non disponibile/necessario il feedback da encoder, il primo controllo da testare è il controllo vettoriale dinamico della coppia ad anello aperto (**F042 = 1**), il quale presenta un'alta coppia di partenza a differenza del controllo V/f ad anello aperto. Inoltre, risulta ideale per le applicazioni a coppia costante che richiedono stabilità di velocità e facilità di regolazione.
 - Nota: nel caso in cui si utilizzi comunque il controllo V/f (**F042 = 0**), è possibile abilitare l'iniezione di corrente continua o impostando un tempo di mantenimento della frequenza di avvio (parametro **F024**), i quali possono contribuire a ridurre al minimo la caduta del carico a velocità zero.

Invece, utilizzando il controllo vettoriale della corrente ad anello aperto (**F042 = 5**), non risulta possibile mantenere il carico a velocità zero, ma garantisce condizioni migliori per mantenere una certa coppia a velocità "quasi" zero.

- Nota: con l'utilizzo del controllo vettoriale della corrente ad anello aperto, è possibile che la frequenza di uscita oscilli o che il controllo stesso diventi più rigido. In tal caso, si consiglia di modificare i parametri di guadagno e di tempo integrale (parametri: d003 e d004), inerenti al loop di controllo della velocità (impostazioni ASR: 'Automatic speed control').

Focalizzandoci ancora nei controlli ad anello aperto, se necessario impostare un tempo di mantenimento della frequenza di avvio (parametro F024), è possibile che il controllo V/f abbia una coppia di partenza troppo bassa, con il conseguente rischio di una caduta del carico verticale; mentre il controllo vettoriale della corrente (F042 = 5) risulta più idoneo per questa impostazione.

Utilizzando invece il controllo vettoriale della corrente ad anello chiuso (**F042 = 6**), è possibile ottenere un'ottima gestione del carico verticale senza dover effettuare successive operazioni di "fine-tuning" (Auto-Tuning iniziale sufficiente).

Infatti, tale controllo, può effettivamente mantenere il 100% della coppia con un riferimento a 0Hz. È quindi consigliato impostare il parametro **d024** = 1 per abilitare il controllo a velocità zero sia alla partenza che alla fermata. Anche con questo controllo, tramite il parametro **F024**, è possibile impostare tempo di mantenimento della frequenza di avvio e aprire il freno nel mezzo della sequenza zero servo.

La principale differenza con il controllo vettoriale ad anello aperto è che si potrebbe ottenere un piccolo calo del carico alla partenza, soprattutto se non si regolano i guadagni, ma comunque il carico sarà semplicemente mantenuto fermo.

Il parametro **d003** (ASR P gain) determina l'aggressività con cui l'Inverter M1 corregge la deviazione di velocità monitorata dall'encoder.

Invece con il parametro **d004** (ASR I time) determina la quantità di filtro applicata alla risposta dell'encoder: un valore elevato comporta una risposta più morbida, mentre un valore più basso comporta una reazione più rapida.

- Nota: solo nel caso in cui si utilizzi un controllo vettoriale ad anello aperto o chiuso, è possibile utilizzare la funzione 'Pre-excitation' che contribuisce a stabilire il flusso magnetico prima dell'avviamento del motore, per poter garantire una coppia sufficiente anche durante l'avviamento.
- Eseguire l'Auto-Tuning: con i motori asincroni (tipo IM) l'Auto-Tuning statico dovrebbe essere sufficiente, anche se a volte i valori della corrente a vuoto e dello scorrimento del motore devono essere calcolati manualmente (se il funzionamento del motore non risulta idoneo a quanto previsto).

Quindi, nel caso non fosse possibile disaccoppiare il motore dal carico, prima di procedere con l'esecuzione dell'Auto-Tuning statico, è necessario specificare almeno la corrente nominale del motore (parametro **P003**), la corrente a vuoto (parametro **P006**) e lo scorrimento del motore (parametro **P012**):

- P003 → tipicamente indicata sulla targhetta del motore.
- P006 → calcolabile attraverso la seguente formula $\sqrt{(P03)^2 - (P55)^2}$ (valore P055 di default, dipendente dalla taglia di Inverter).
Nota: questo dato viene invece calcolato automaticamente nel caso in cui si effettui l'Auto-Tuning rotativo.
- P012 → calcolabile attraverso i seguenti passaggi (esempio motore 4 poli):
 - $1500 \text{ (giri/min per motore a 4 poli)} / \text{(freq. base)} = A$
 - $1500 - \text{(giri/min indicati sulla targhetta del motore)} = B$
 - $B/A = \text{scorrimento del motore (in Hz)}.$

- Definire la modalità della frequenza di stop (Stop Frequency) attraverso il parametro **F038**, il quale determina se utilizzare la velocità effettiva o quella di riferimento come criterio decisionale per spegnere l'uscita dell'Inverter. Di default l'Inverter utilizza la modalità con velocità rilevata ($F038 = 0$); tuttavia, se l'Inverter è sottoposto a un carico superiore alla sua capacità, non potrà fermarsi perché il motore non potrà bloccarsi e la velocità rilevata potrebbe non raggiungere il livello di frequenza di stop. Specificando un'impostazione che consenta di giudicare in base al valore di comando della velocità ($F038 = 1$), il valore di comando viene raggiunto anche se il valore di rilevamento non lo è, e quindi l'Inverter si arresterà completamente. Se si verifica questa situazione, selezionare la velocità di riferimento in grado di raggiungere il livello di frequenza di arresto anche se la velocità rilevata non lo raggiunge, in modo da arrestare l'Inverter senza problemi, ottenendo un funzionamento a prova di errore (parametri correlati: **F025** e **F039**).

- Impostare i parametri fondamentali per la gestione del freno (vedi Capitolo: '2.2.2.6 GESTIONE DEL FRENO').
Nota: se dovesse presentarsi un elevato picco di corrente in fase di partenza del motore (con controlli ad anello aperto), viene consigliata una gestione del freno da parte dell'Inverter (invece che la semplice gestione attraverso la soglia di frequenza).
Questo permette di dimezzare il picco di corrente rilevato in fase di partenza.

2.1.11 CONTROLLO DI COPPIA

La Serie 3G3M1 prevede la modalità di controllo della coppia, la quale permette di controllare la coppia di uscita del motore.

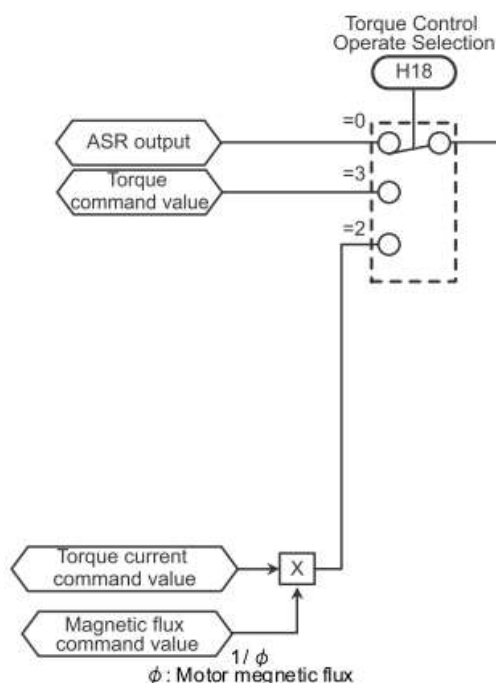
Questa funzione è abilitata solo ed esclusivamente quando si utilizzano i metodi di controllo vettoriali ad anello aperto o chiuso, oppure vettoriale ad anello chiuso per motori PM (**F042 = 5, 6 o 16**).

Per poter abilitare il controllo della coppia, è necessario modificare l'impostazione del parametro **H018**. Tale parametro può essere definito a valore:

- 2 → Comando di coppia attuale, in base all'effettiva coppia nominale del motore (100%) [in combinazione con il comando del flusso magnetico calcolato dal controllo vettoriale].

Nota: nel caso di un motore asincrono, il flusso magnetico generato quando scorre una corrente equivalente alla corrente a vuoto viene visualizzato come valore 100%; invece, nel caso di un motore sincrono (PM), il flusso magnetico equivalente alla tensione indotta dal motore PM (parametro P063) viene visualizzato come valore 100%.

- 3 → Comando di coppia, in base alla coppia nominale del motore (100%).



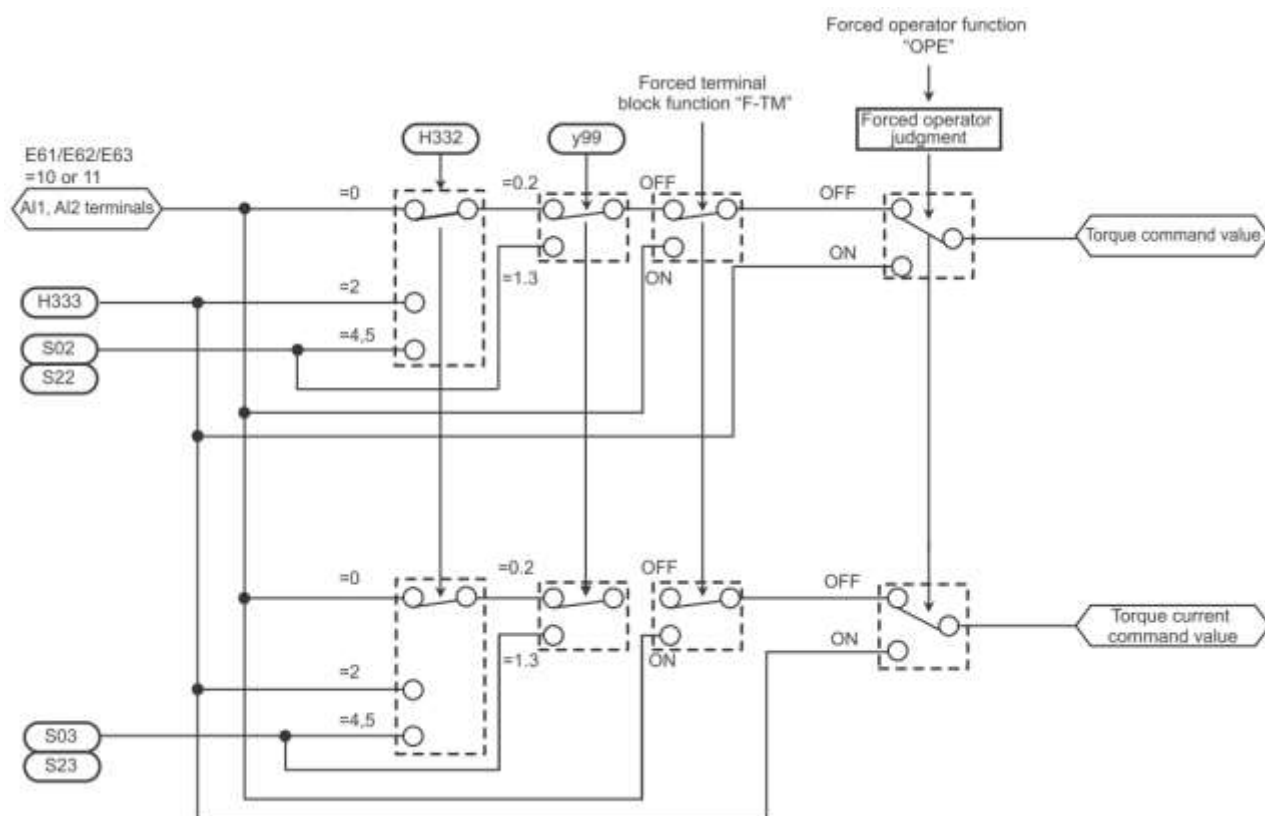
Partendo ipoteticamente da un controllo in velocità, è possibile commutarlo in controllo della coppia attivando un ingresso digitale (impostato a valore 1023).

Il parametro **H332** si riferisce alla selezione di dove si trasmetterà il riferimento della coppia. Nello specifico, è possibile selezionare una tra le seguenti impostazioni:

- 0 → Ingresso analogico (la coppia diventa da 0% a 200% a 0-10 V / 4-20 mA)
Nota: ricordarsi di impostare anche a valore 10 o 11 (dipendente dal parametro H018) uno dei parametri inerenti agli ingressi analogici (E061, E062 o E063).
- 2 → Parametro interno (H333)
- 4 → Seriale RS-485
- 5 → EtherCAT

Nota: i limiti superiore e inferiore del comando di coppia tramite comunicazione sono $\pm 200,00\%$.

Di seguito lo schema a blocchi inerente alle possibili selezioni del riferimento di coppia:



Nota: una volta impostata la sorgente del riferimento di coppia, verificare anche il valore del parametro **y099**.

Poiché, in caso di controllo della coppia, la velocità dell'Inverter è determinata dall'equilibrio tra coppia e carico, per evitare che l'Inverter vada fuori controllo, impostare il limite di velocità/livello di accelerazione come percentuale della frequenza massima in **d032** (per la rotazione in avanti) e **d033** (per la rotazione inversa).

Se lo stato in cui la differenza tra il riferimento di frequenza e la frequenza effettiva supera il valore impostato nel parametro **d021**, e continuasse per il tempo impostato in **d022**, questo viene giudicato come un disallineamento della velocità/deviazione eccessiva della velocità. In base a questo, viene eseguito il comportamento specificato nel parametro **d023**.

Inoltre, è possibile che la frequenza di uscita superi il livello di protezione da sovravelocità. Come conseguenza di ciò, l'Inverter rileva l'allarme di protezione da sovravelocità (codice 'OS'), interrompendo l'uscita al motore.

Nel caso in cui questo accada, si consiglia di provare a modificare il valore del parametro **d035** (da un valore minimo a un max di 120%, così da evitare che tale parametro si comporti da soglia di allarme di sovravelocità).

2.1.12 FUNZIONE DI BLOCCO ACC/DEC (DWELL)

Questa funzione fa sì che l'Inverter smetta temporaneamente di accelerare/decelerare e inizi a funzionare a velocità costante (alla frequenza di uscita impostata per un determinato lasso di tempo).

In questo modo si evita la perdita di velocità del motore quando si avviano e si arrestano carichi pesanti.

Tale funzione si attiva anche quando il contraccolpo sul lato macchina causa un movimento improvviso all'inizio dell'accelerazione e della decelerazione.

Nello specifico, all'inizio dell'accelerazione, l'Inverter utilizza la frequenza di uscita e il tempo di accelerazione impostati per funzionare automaticamente a bassa velocità e ridurre al minimo gli effetti del contraccolpo.

Terminato il tempo impostato, l'Inverter potrà accelerare nuovamente.

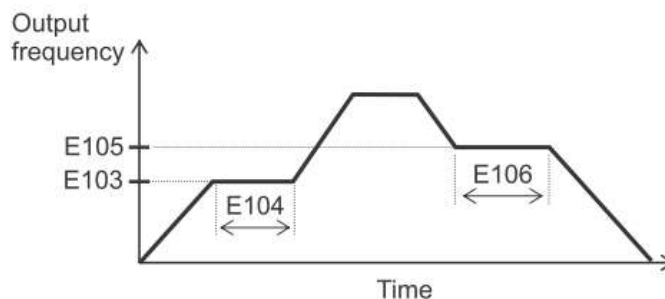
Lo stesso comportamento lo si ottiene anche in fase di decelerazione.

Per le applicazioni di trasporto (ad es.: nastro trasportatore), questa funzione consente all'Inverter di interbloccare la frequenza di uscita e definire un tempo di ritardo per il freno di stazionamento sul lato del carico.

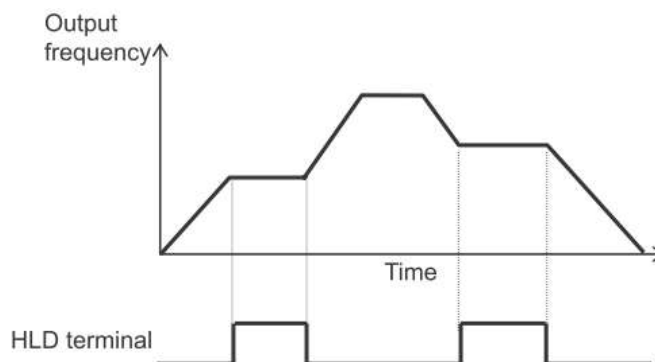
Inoltre, può risultare anche utile in quelle applicazioni dove è presente un motore PM. In questo caso specifico, durante la fase di accelerazione, per evitare che il motore vada fuori giri.

E' possibile quindi attivare questa funzione attraverso due metodologie distinte:

- Blocco quando viene raggiunta la frequenza/il tempo di arresto specificato.



- Blocco tramite ingresso digitale multifunzione (impostato a valore = 163).



3 SOFTWARE SYSMAC STUDIO

Sysmac Studio è una piattaforma che permette di programmare, definire o configurare i dispositivi di automazione OMRON, che fanno parte di una macchina, di un impianto o di un processo, semplice o complesso che sia.

Nello specifico permette anche la programmazione degli Inverter della Serie M1, J1 e dei Servosistemi Serie 1S, 1SA e G5.

Nota: se si è interessati alla sola configurazione dei prodotti sopra citati, è possibile richiedere la licenza 'Drive Edition' dedicata (codice: SYSMAC-DE001L).

Tramite l'utilizzo di Sysmac Studio, è possibile fare l'upload ed il download dei parametri dell'Inverter, monitorare i parametri in real time, controllare lo stato di ingressi/uscite e allarmi e di salvare la parametrizzazione dell'Inverter.

Per il collegamento tra PC e Inverter M1-STD, viene richiesto un cavo USB di tipo A da un lato e di tipo micro-B dall'altro.

Nota: in assenza dell'alimentazione primaria, è possibile alimentare la scheda di controllo dell'Inverter attraverso la connessione del cavo USB. Con solo questo collegamento è possibile programmare l'Inverter ma non pilotare il motore.

Mentre, nel caso di utilizzo di un modello M1-ECT, è possibile effettuare sia la connessione diretta PC-Inverter con il cavo USB sopra descritto, oppure passando attraverso la rete EtherCAT con un Controllore (MAC) di OMRON.

La pagina iniziale di Sysmac Studio appare come in Fig. 6:



Figura 6: pagina iniziale di Sysmac Studio

3.1 CONNESSIONE TRAMITE CAVO USB

Cliccando sull'icona 'New Project', è possibile selezionare la categoria di prodotto utilizzato e la Serie pertinente. Nel caso di una connessione a un Inverter della Serie M1, è necessario specificare la categoria come 'Drive', il tipo di Device come '3G3M1' e la taglia specifica e versione FW a cui ci si vuole connettere. Cliccare poi sul tasto 'Create' in basso a dx (vedi Figura sottostante).

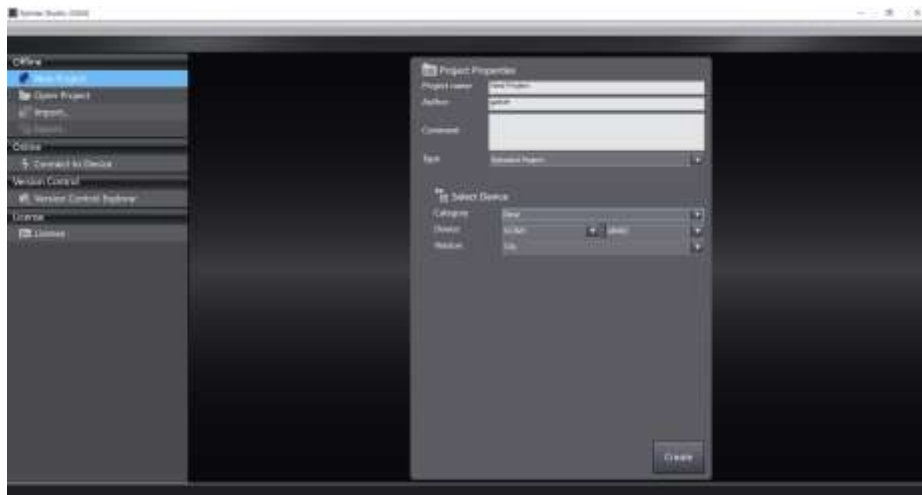


Figura 7: nuovo progetto in Sysmac Studio

Esiste anche un metodo più rapido di connessione: cliccare sull'icona 'Connect to Device', selezionare il tipo di prodotto 'Drive' e la voce 'Direct connection via USB'. Cliccare poi sul tasto 'Connect' in basso a dx (vedi Fig. 8).

Nota: è possibile anche selezionare il checkbox 'Transfer from Device' per effettuare un upload automatico di tutti i parametri presenti nell'Inverter.

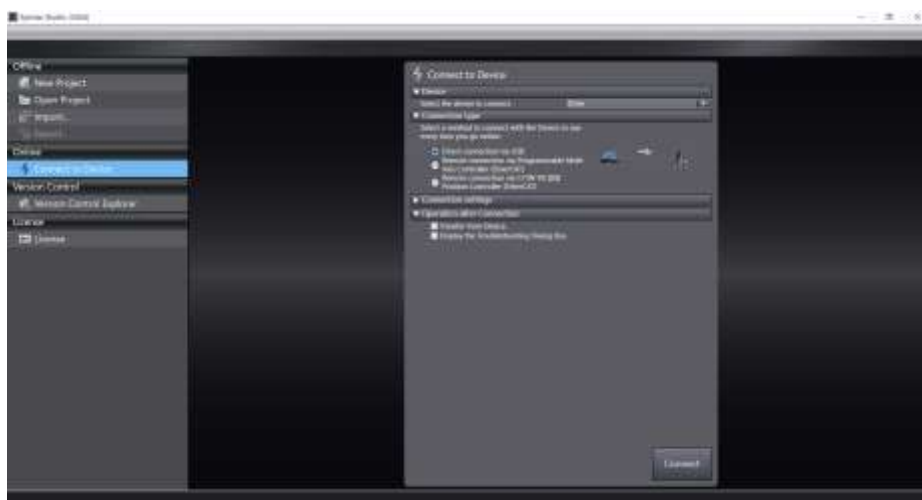


Figura 8: collegamento diretto in Sysmac Studio

Procedendo con la modalità più rapida, appena descritta precedentemente, si otterrà la seguente finestra di conferma (Fig. 9) dell'avvenuta connessione all'Inverter (viene specificato inoltre il modello esatto di Inverter).

Come conferma di ciò, è possibile notare sia la barra gialla di Sysmac Studio che il collegamento 'Online' con la porta USB (evidenziato dal riquadro rosso):

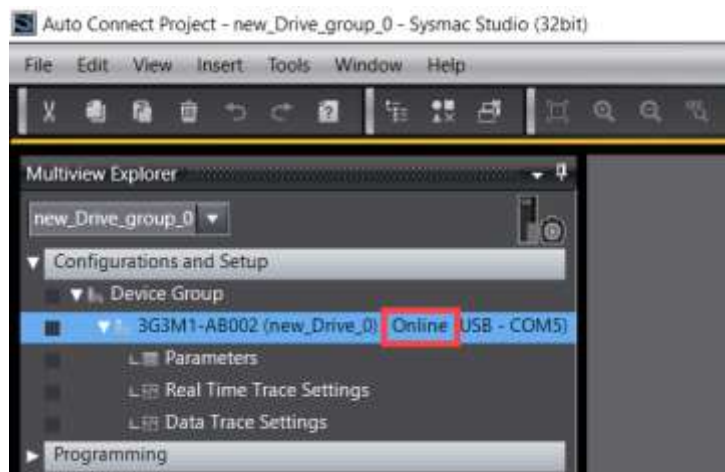
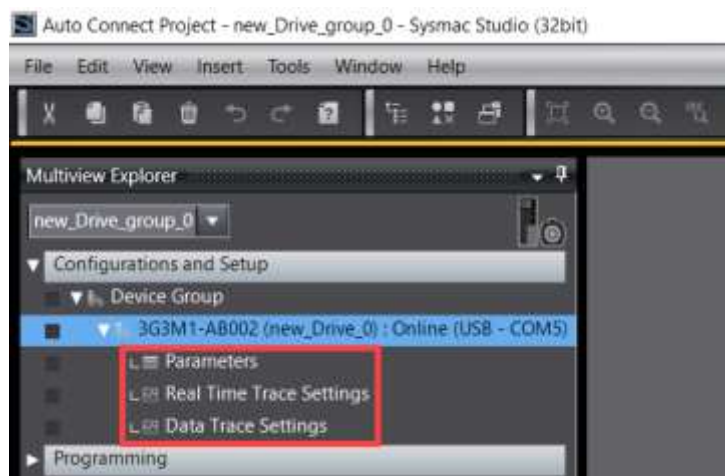


Figura 9: online con Sysmac Studio

Le voci evidenziate nella Figura sottostante, identificano rispettivamente:

- Lista parametri dell'Inverter;
- Impostazioni e definizione di data trace in tempo reale;
- Impostazioni e definizione di data trace.



Per accedere alla lista dei parametri, è necessario cliccare due volte sulla voce 'Parameters' (oppure tasto dx → 'Edit').

Sarà quindi visibile la seguente schermata, suddivisa nelle principali sezioni evidenziate:



Figura 10: finestra parametri in Sysmac Studio

Nel dettaglio, l'area di lavoro è ulteriormente suddivisa in 10 colonne, dove a ciascun elemento può essere applicato uno o più filtri (vedi Figura sottostante).



Invece l'organizzazione dei parametri, è così suddivisa in categorie:

Nome categoria	Principali funzioni incluse
User Selection	Raggruppamento dei parametri dichiarati come "preferiti" in Sysmac Studio (da non confondersi con i preferiti assegnati attraverso il comando rapido del tastierino integrato del modello M1-STD)
Administration	Parametri dedicati al tastierino integrato del modello M1-STD, definizione delle password, alcuni dati diagnostici dell'Inverter, ecc...
Drive	Definizione delle sorgenti di freq. e comando, modalità di lavoro normale/pesante (HHD/HND/HD/ND), freq. portante, ecc...
Interfaces	Parametri destinati all'assegnazione delle funzioni degli I/O digitali e analogici, impostazioni della funzione di mappatura Modbus ('internal/external registers'), ecc...
Motor	Impostazioni motore principale, frenatura in CC, definizione curva V/f personalizzata, ecc...
Speed	Impostazioni di varie velocità di funzionamento (assegnate a diverse funzioni), definizione rampe di acc/dec, ecc...
Torque	Parametri relativi ai limiti di coppia, controllo di coppia, ecc...
Machine	Impostazioni della funzione di controllo del freno, ecc...
Application	Parametri specifici per il posizionatore integrato, funzioni relative al controllo PID, ecc...
DriveApp	Parametri inerenti a funzioni aggiuntive 'PLC Embedded' da poter scaricare all'interno dell'Inverter
Protection	Funzioni di protezione e relative segnalazioni allarmi
Motor 2	Impostazioni secondo motore, frenatura in CC, ecc...
Reserved	Parametri riservati

Con un doppio clic sul modello di Inverter appena identificato, è possibile visualizzare i dettagli delle proprietà dell'Inverter. Nello specifico: codice modello, versione FW, tensione di alimentazione, potenza e numero seriale (vedi Fig. 11).

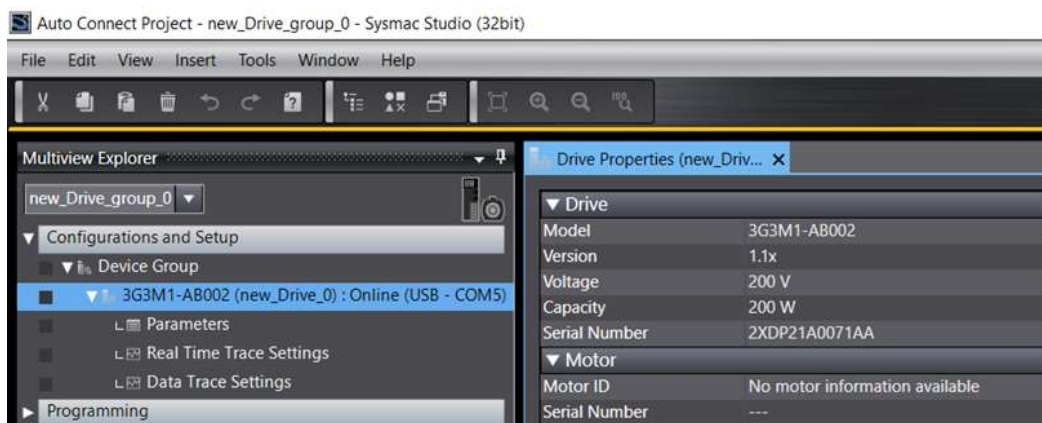
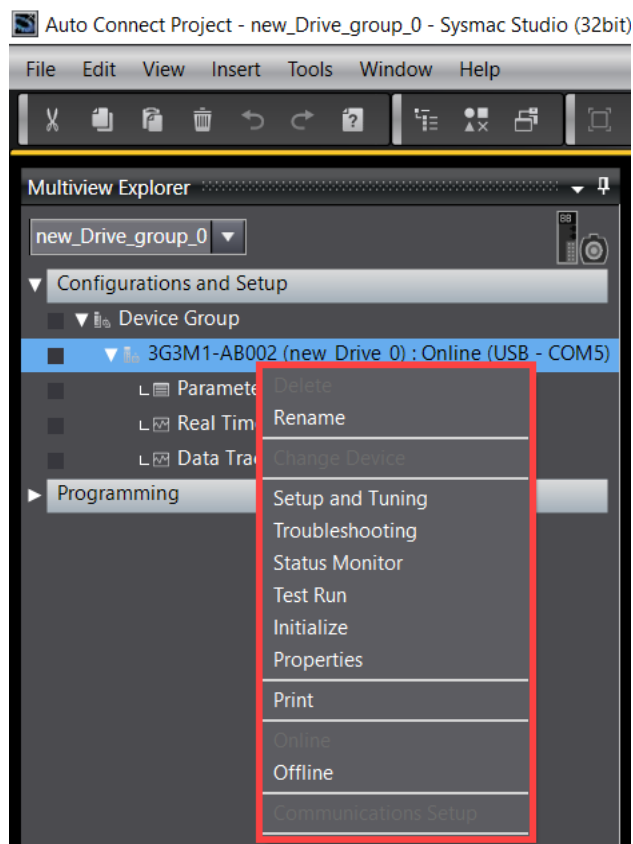


Figura 11: informazioni delle proprietà dell'Inverter

Cliccando con il pulsante dx è possibile osservare i menu "Wizard" dell'Inverter M1 (vedi la seguente Figura).

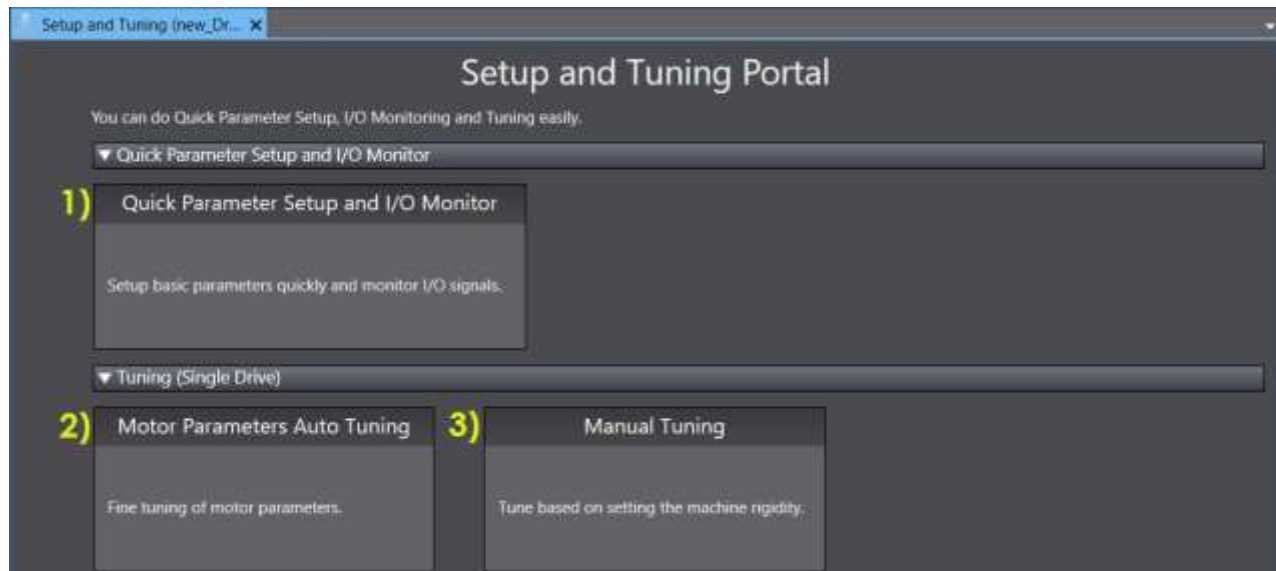


Nel dettaglio si ha in ordine:

- Delete: cancellazione dell'Inverter dal progetto (visibile solo in Offline);
- Rename: assegnazione di un nome all'Inverter nel progetto;
- Change Device: modifica del modello e della ver. FW dell'Inverter (visibile solo in Offline);
- Setup and Tuning: definizione delle impostazioni rapide di funzionamento dell'Inverter e avvio delle modalità di Tuning. Inoltre, si può monitorare e assegnare le funzioni degli I/O digitali;
- Troubleshooting: visualizzazione e reset degli allarmi;
- Status Monitor: selezione di quali dati di monitoraggio e di diagnostica si vuole far costantemente aggiornare da Sysmac Studio (di default sono tutti abilitati, e tipicamente viene raccomandato di lasciarli attivi);
- Test Run: finestra dedicata alla movimentazione in JOG del motore, attraverso pulsanti e campi di inserimento dedicati. E' possibile monitorare in parallelo lo stato dell'Inverter e alcuni parametri di monitoraggio fondamentali (freq., corrente e coppia di uscita);
- Initialize: inizializzazione dell'Inverter;
- Properties: stesse informazioni visibili in Fig. 11;
- Print: stampa delle informazioni dell'Inverter e lista dei parametri;
- Online: collegamento all'Inverter (se non visibile, vuol dire che ci si trova già online);
- Offline: disconnessione dall'Inverter (se non visibile, vuol dire che ci si trova già offline);
- Communications Setup: modifica e assegnazione della porta USB del PC (visibile solo in Offline).

Di seguito la spiegazione dettagliata dei soli menu principali (online necessario):

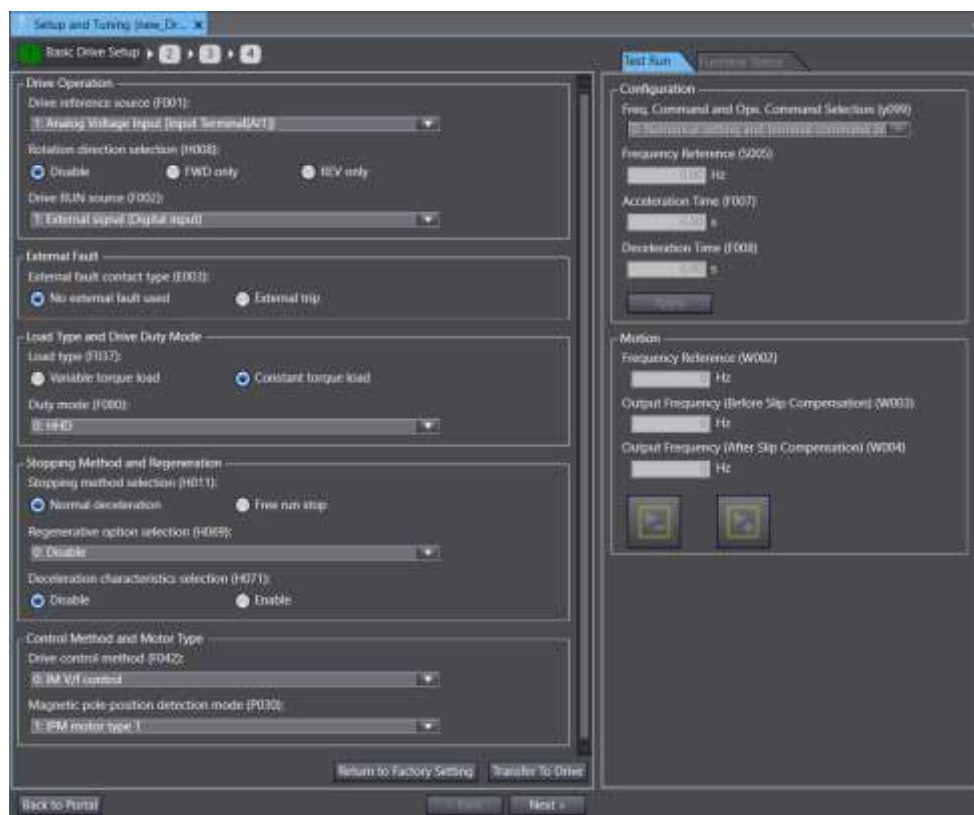
3.1.1 MENU 'SETUP AND TUNING'



1) Quick Parameter Setup and I/O Monitor

Cliccando su questa voce, per procedere, è necessario confermare (premendo su 'Yes') la successiva finestra di pop-up.

Una volta confermata, sarà visibile la seguente schermata:



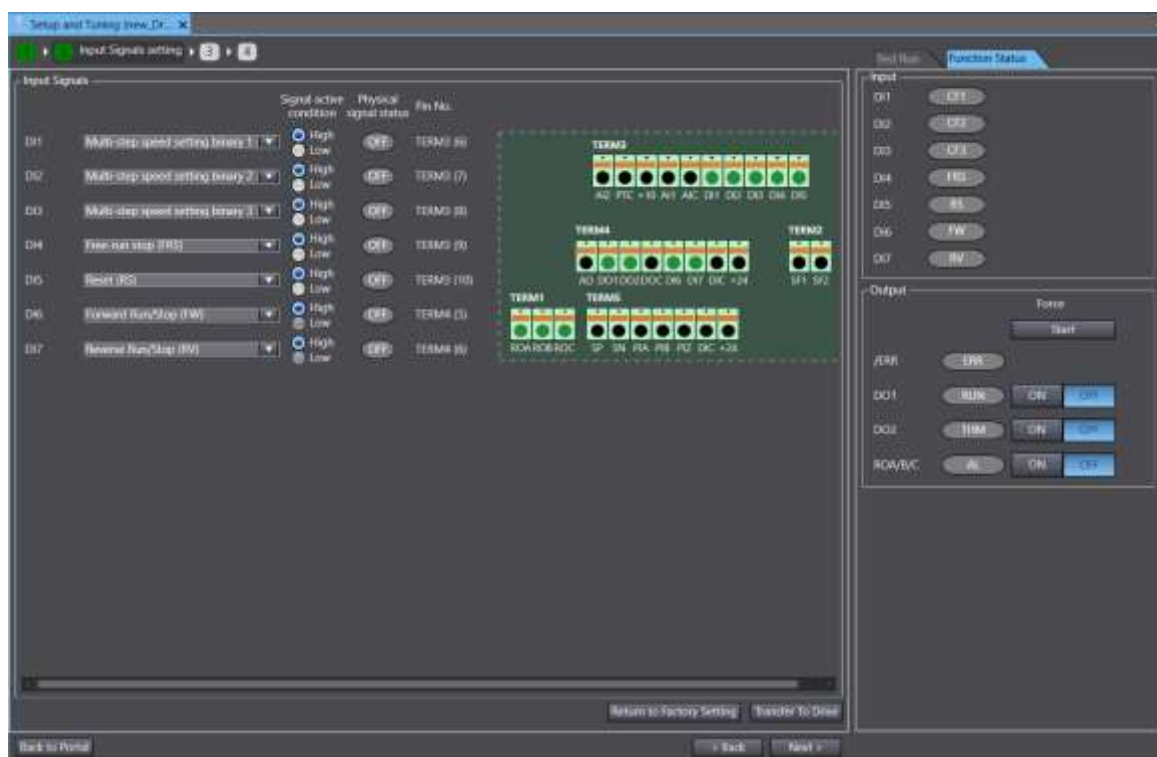
Nella parte sx dello screenshot, è possibile notare come a ciascuna impostazione modificabile viene indicato il relativo parametro.

Ad es:

- 'Drive reference source' → Sorgente della freq. di riferimento (parametro **F001**);
- 'Drive RUN source' → Sorgente del comando di RUN (parametro **F002**).

Una volta definiti i vari parametri base, cliccare sul pulsante 'Transfer to Drive' per scaricarli nell'Inverter e poi premere su 'Next >'.

La seconda schermata sarà quindi la seguente:



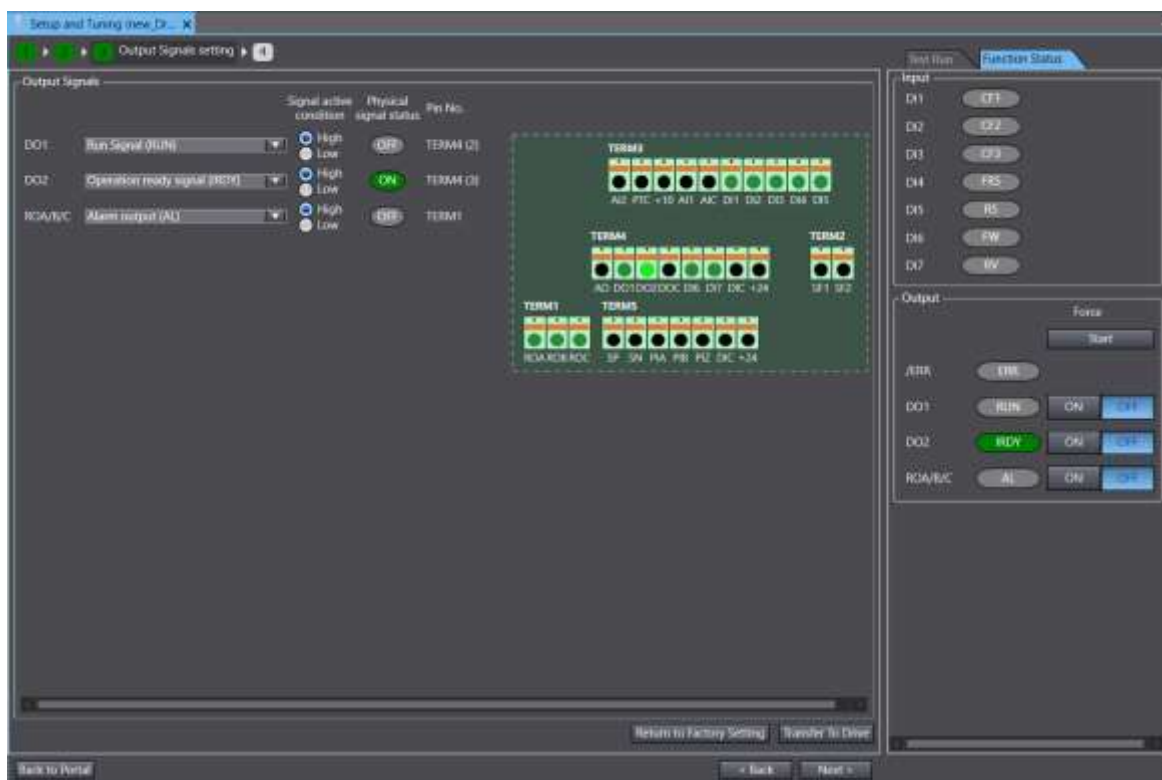
Nella parte sx della schermata è possibile definire le funzioni e lo stato logico dei 7 ingressi digitali. Inoltre, attraverso la rappresentazione grafica della morsetteira, si può monitorare lo stato fisico dei segnali digitali.

Mentre la parte dx, abilitata solo per questa e la successiva schermata, mostra due etichette selezionabili ('Test Run' e 'Function Status').

L'etichetta 'Test Run' verrà trattata nel dettaglio in seguito, perché in questa finestra ridotta, non risulta completa in tutte le sue potenzialità. Invece è possibile servirsi della 'Function Status', per poter forzare e quindi testare le uscite fisiche dell'Inverter.

Cliccare sul pulsante 'Transfer to Drive' per scaricare nell'Inverter le modifiche apportate e poi premere su 'Next >'.

La terza schermata sarà quindi la seguente:



Nella parte sx della schermata è possibile definire le funzioni e lo stato logico delle uscite digitali disponibili.

Ad es:

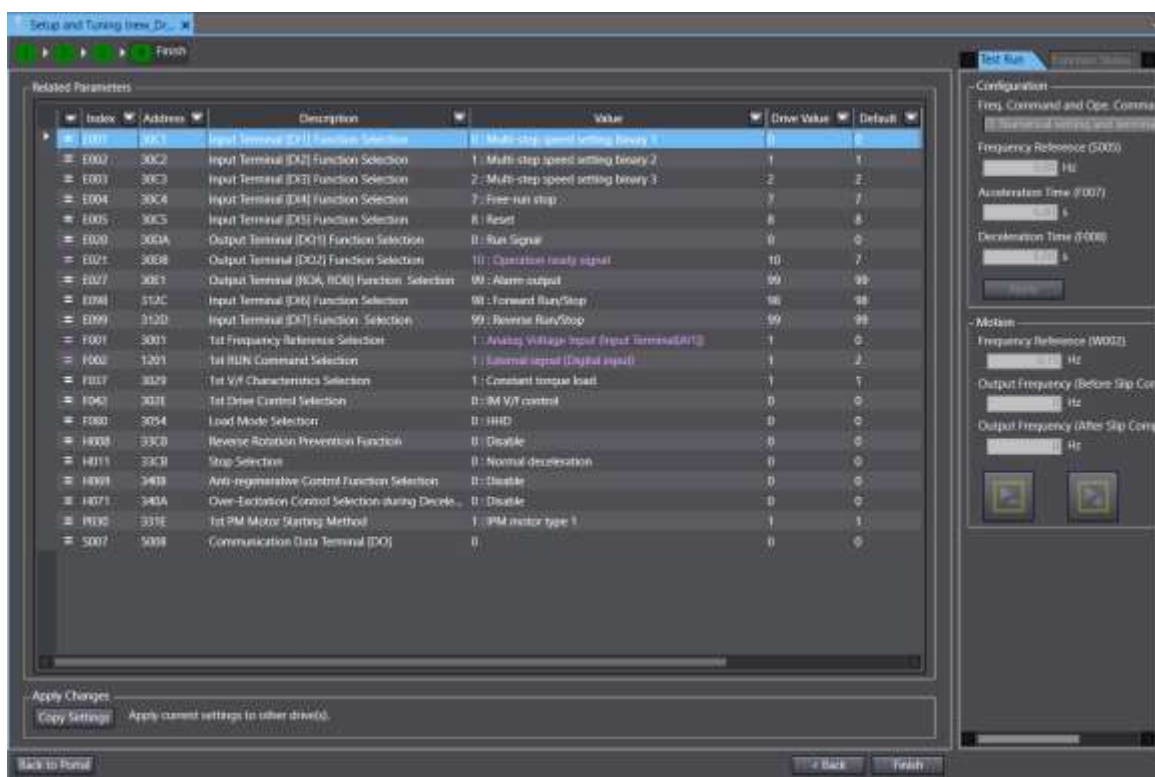
- 'DO2' → Uscita digitale a transistor 2 (funzione definita: Inverter pronto).

Inoltre, attraverso la rappresentazione grafica della morsettiera, si può monitorare lo stato fisico dei segnali digitali.

Mentre la parte dx, abilitata solo per questa e la successiva schermata, mostra due etichette selezionabili ('Test Run' e 'Function Status').

Premere il pulsante 'Transfer to Drive' per scaricare nell'Inverter le modifiche apportate e poi premere su 'Next >'.

Terminate le varie modifiche, sarà quindi visibile la seguente quarta e ultima schermata:



Grazie a questa panoramica dei vari parametri appena modificati, è possibile verificare che tutto sia stato inserito correttamente.

Cliccare quindi sul pulsante 'Finish' per terminare questa procedura guidata.

Nota: per tutta la durata della procedura guidata, risultano sempre disponibili i pulsanti:

- 'Back to Portal' → per tornare alla schermata iniziale.
- 'Return to Factory Setting' → per riportare i parametri visualizzati al valore di fabbrica.

2) Motor Parameters Auto Tuning

Questa Sezione è utile per eseguire una delle possibili funzioni di Auto-Tuning disponibili in Sysmac Studio.

Cliccando su questa voce, per procedere, è necessario confermare (premendo su 'Yes') la successiva finestra di pop-up.

Una volta confermata, sarà visibile la seguente schermata:

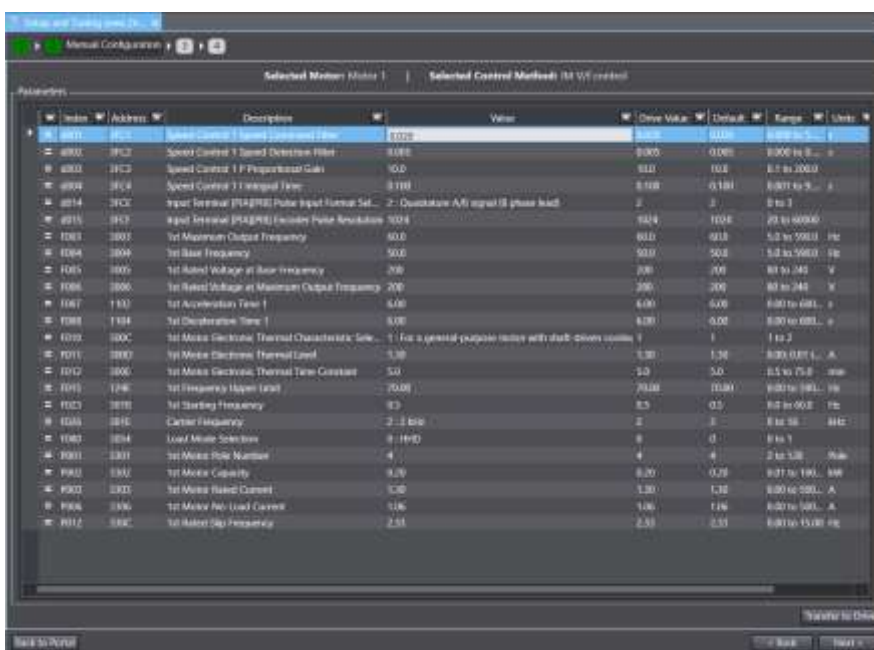


Tramite il menu a tendina in alto a sx, specificare il motore a cui si vuole eseguire l'Auto-Tuning, e successivamente impostare la metodologia di controllo (attraverso una delle icone disponibili nel centro della finestra).

Nota: partendo da sx, le prime 6 sono dedicate per i motori asincroni, mentre le ultime 2 sono specifiche per i motori PM.

Premere il pulsante 'Next >' per procedere.

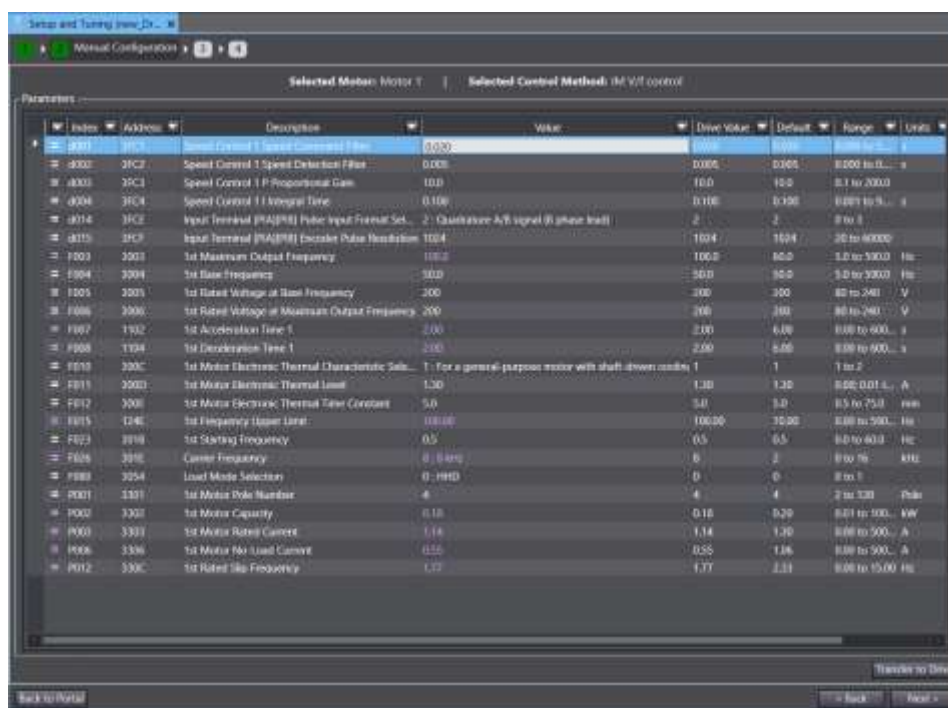
La seconda schermata sarà quindi la seguente:



Definire quindi i valori di targa del motore da pilotare nei rispettivi parametri. I parametri fondamentali da modificare sono:

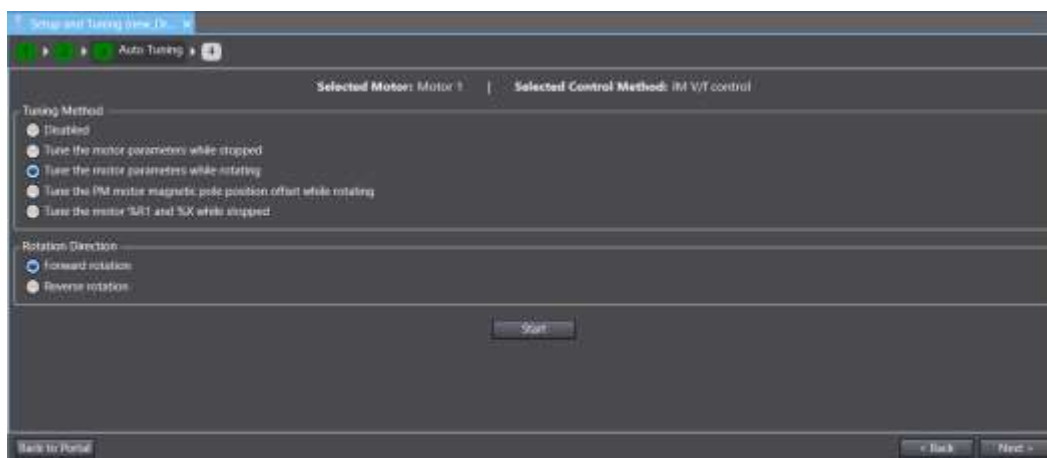
- **F003** = freq. massima di uscita;
- **F004** = freq. base;
- **F005** = tensione nominale alla freq. base;
- **F006** = tensione nominale alla freq. massima di uscita;
- **P002** = potenza nominale;
- **P003** = corrente nominale.

Per l'esempio in esame, sono stati modificati anche altri parametri facoltativi.



Premere il pulsante 'Transfer to Drive' per scaricare nell'Inverter le modifiche apportate e poi premere su 'Next >'.

La terza schermata sarà quindi la seguente:



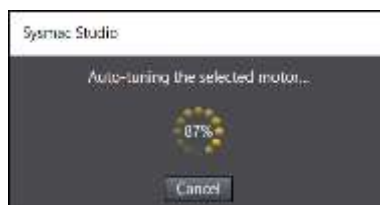
Si presentano quindi 4 metodologie di Auto-Tuning:

5. 'Tune the motor parameters while stopped': Auto-Tuning statico, consigliato se non è possibile disaccoppiare il motore dal carico applicato (il motore non può ruotare liberamente).
6. 'Tune the motor parameters while rotating': Auto-Tuning rotativo, consigliato se risulta possibile far ruotare il motore in sicurezza.
7. 'Tune the PM motor magnetic pole position offset while rotating': questa funzione esclusiva di OMRON stima la posizione del polo magnetico di un motore PM durante l'avviamento, per consentirne un avvio regolare. *Nota: non funziona con i motori di tipo SPM, perché tale calcolo si basa sulla variazione dell'induttanza, e un buon motore SPM non presenta tali variazioni.*
*Questa modalità funziona solo con **F042** = 16.*
8. 'Tune the motor %R1 and %X while stopped': Auto-Tuning statico, consigliato se non è possibile disaccoppiare il motore dal carico applicato (il motore non può ruotare liberamente). A differenza del primo metodo descritto, sarebbe da eseguire solo se precedentemente è stato eseguito un Auto-Tuning rotativo, e se la lunghezza del cablaggio tra motore e Inverter è stata modificata.

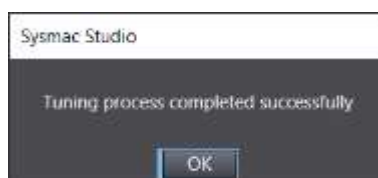
Nota: verificare da Manuale ufficiale quali dati vengono calcolati con i diversi metodi di Auto-Tuning e motori (IM o PM).

Selezionare quindi il metodo più idoneo di Auto-Tuning, la direzione di rotazione del motore e cliccare sul pulsante 'Start'.

Durante l'Auto-Tuning sarà visibile la percentuale di avanzamento della procedura stessa:



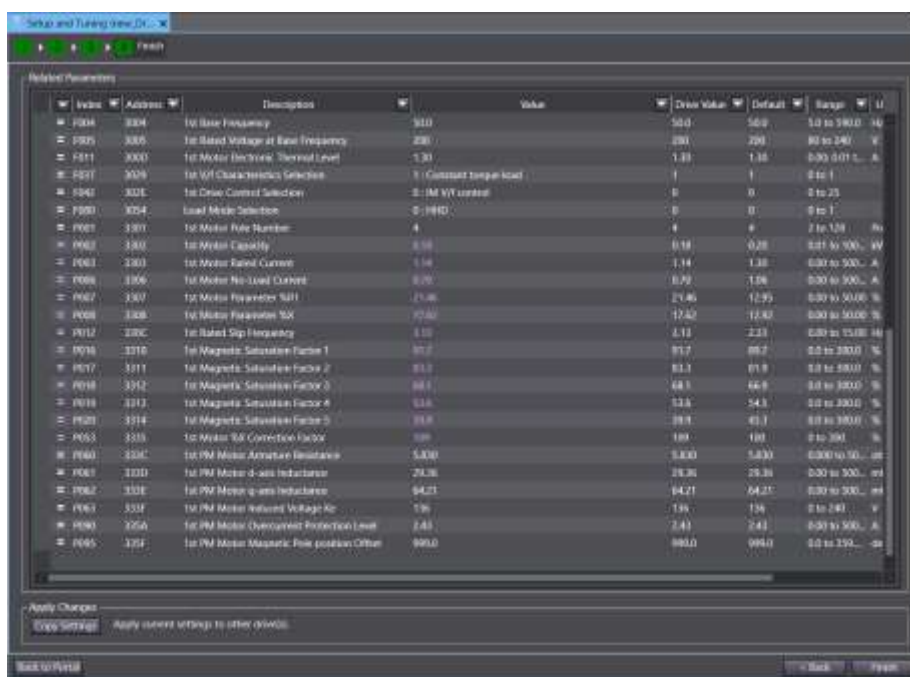
La conclusione dell'Auto-Tuning viene confermata dalla seguente finestra di pop-up:



Premere quindi sul pulsante 'OK' e poi su 'Next >'.

Saranno quindi visibili i valori calcolati dalla procedura di Auto-Tuning (automaticamente trasferiti nell'Inverter).

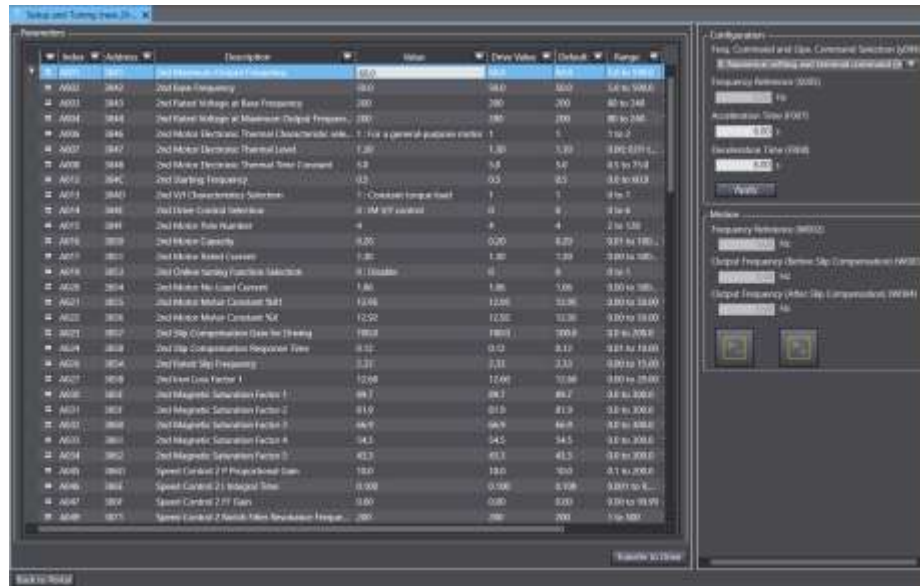
Di seguito un esempio della quarta e ultima schermata:



Cliccare quindi sul pulsante 'Finish' per terminare questa procedura guidata.

3) Manual Tuning

Cliccando su questa voce, sarà visibile la seguente schermata:

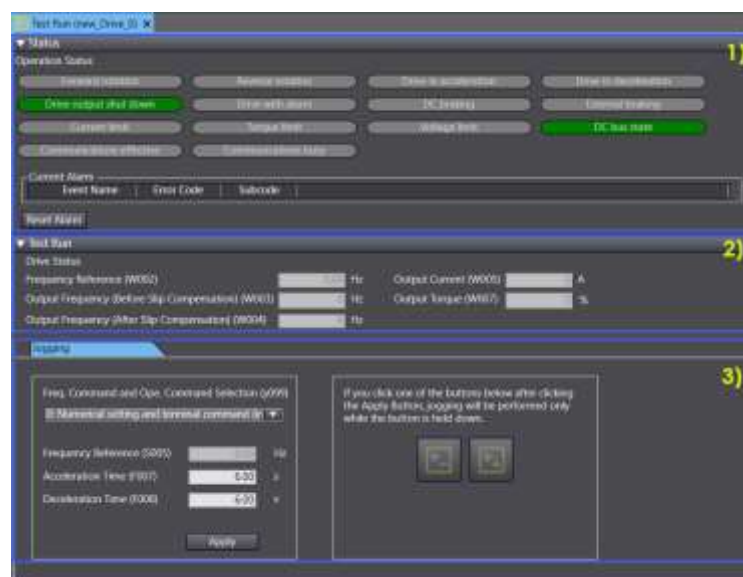


Questa finestra rappresenta l'unione della Sezione dedicata ai parametri calcolati dall'Auto-Tuning, con quella specifica di 'Test Run' per effettuare dei comandi di JOG.

3.1.2 MENU 'TEST RUN'

Cliccando su questa voce, per procedere, è necessario confermare (premendo su 'Yes') la successiva finestra di pop-up.

Una volta confermata, sarà visibile la seguente schermata:



1) 'Operation Status' e 'Current Alarm'

In questa sezione è possibile monitorare i vari stati operativi e eventuali allarmi dell'Inverter.

2) 'Test Run' (Drive Status)

In questa, sono visibili alcuni parametri di monitoraggio essenziali.

Si può notare come per ciascun campo di visualizzazione, viene indicato il relativo parametro.

3) 'Jogging'

Questa ultima sezione rappresenta la parte sostanziale per effettuare le operazioni di JOG del motore.

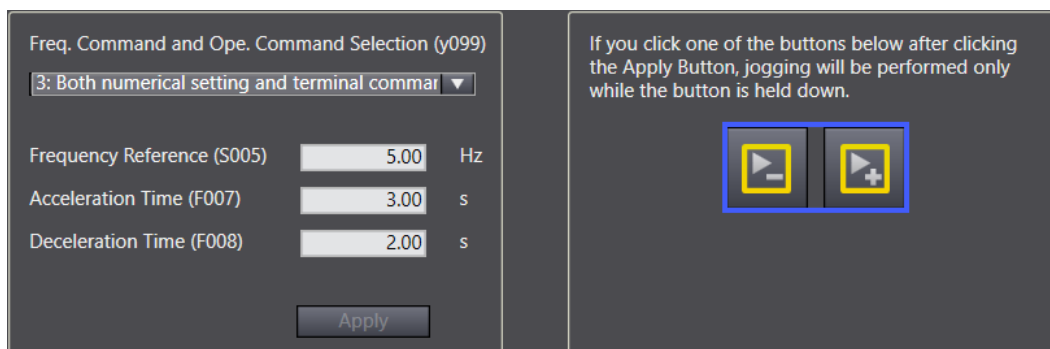
Viene consigliato di impostare sempre il valore 3 al parametro **y099**, rappresentato di seguito dal menu a tendina:



Impostare successivamente il valore della freq. di riferimento (temporanea per il JOG) e le rampe di accelerazione e decelerazione.

Successivamente, premere sul pulsante 'Apply'.

Saranno quindi abilitati i pulsanti evidenziati di seguito (inerenti al comando di Run + direzione del motore):

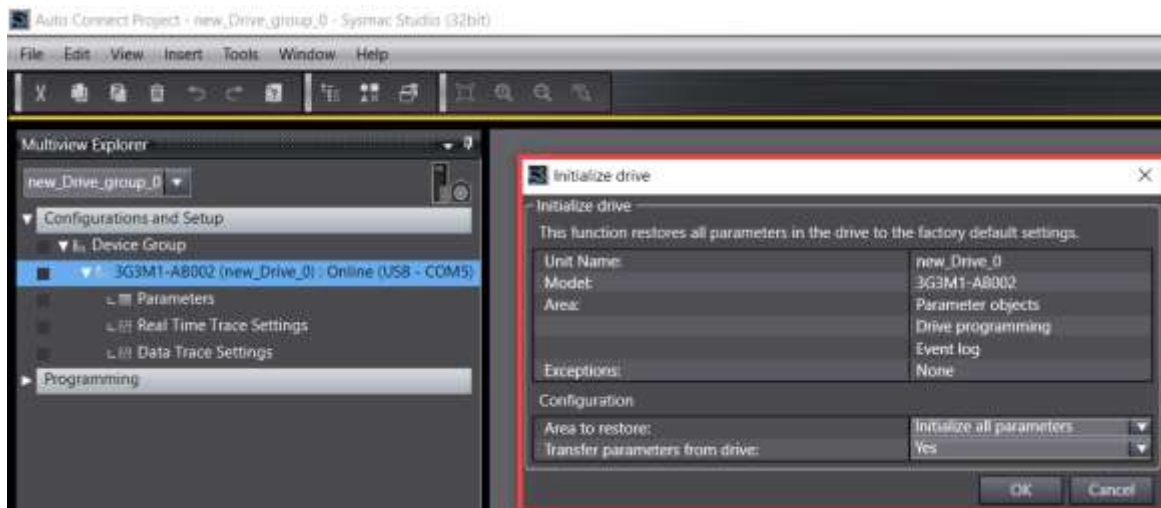


Terminate le operazioni di JOG, prima di abbandonare questa finsetra, è necessario impostare nuovamente il parametro **y099** al valore 0.

3.1.3 MENU 'INITIALIZE'

Questo menu è inerente alla procedura di inizializzazione dell'Inverter, simile a quella descritta alla Sezione 3.2.1 della Guida Rapida M1, per il modello M1-STD.

Una volta entrato in questo menu, sarà visibile la seguente finestra di pop-up evidenziata di rosso:

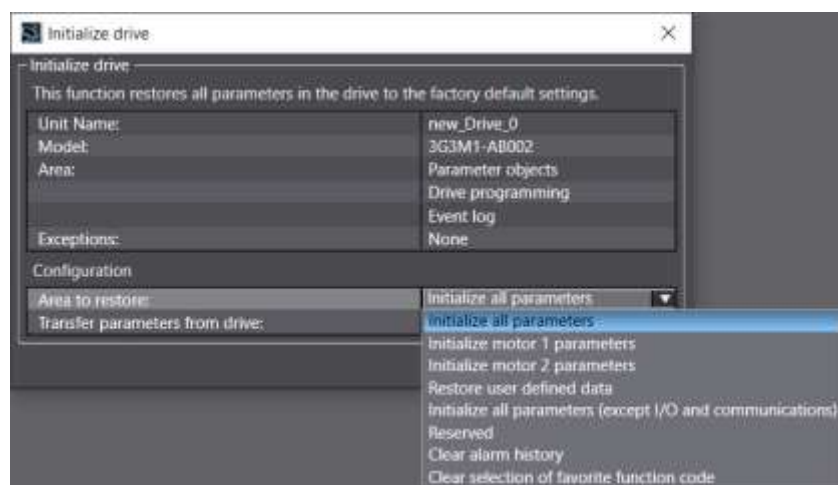


Per eseguire l'inizializzazione a 2-fili, selezionare la voce proposta di default 'Initialize all parameters', presente nel primo menu a tendina.

Inoltre, con il secondo menu a tendina, è possibile definire se una volta terminata l'inizializzazione del Drive, si vuole che il software effettui automaticamente l'upload di tutti i parametri inizializzati di fabbrica.

Nota: oltre alla voce 'Initialize all parameters', esistono altre metodologie differenti di inizializzazione (vedi Figura sottostante).

Per maggiori dettagli, consultare il Manuale ufficiale.



3.2 CONNESSIONE TRAMITE ETHERCAT (CON CONTROLLORE)

Cliccando sull'icona 'New Project', è possibile selezionare la categoria di prodotto utilizzato e la Serie pertinente. Nel caso di una connessione a un Inverter della Serie M1, passando attraverso la connessione EtherCAT di un Controllore (MAC) di OMRON, è necessario specificare la categoria come 'Controller' e il tipo di Device (modello e versione FW a cui ci si vuole connettere). Cliccare poi sul tasto 'Create' in basso a dx (vedi Fig. 12).

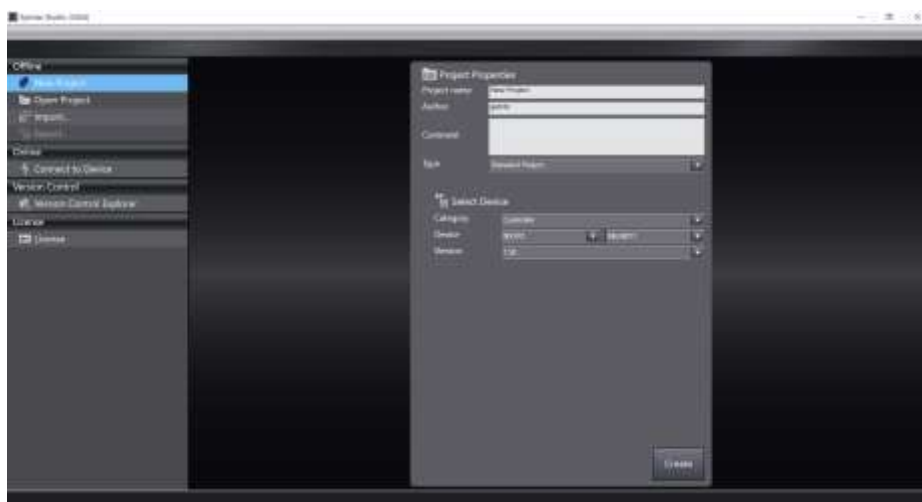


Figura 12: nuovo progetto in Sysmac Studio

Esiste anche un metodo più rapido di connessione: cliccare sull'icona 'Connect to Device', selezionare il tipo di prodotto 'Controller' e la voce 'Direct connection via Ethernet'. Cliccare poi sul tasto 'Connect' in basso a dx (vedi Fig. 13).

Nota: è possibile anche selezionare il checkbox 'Transfer from Device' per effettuare un upload automatico di tutta la configurazione presente nel Controllore.

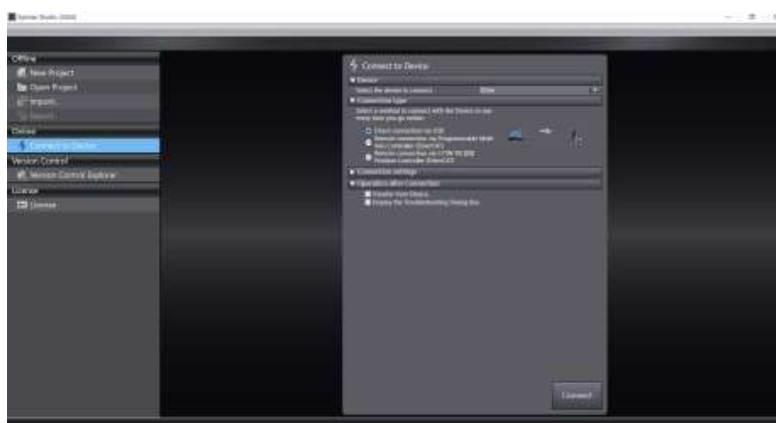



Figura 13: collegamento diretto in Sysmac Studio

Procedendo con la modalità più rapida, appena descritta precedentemente, si otterrà la seguente finestra di conferma (Fig. 14) dell'avvenuta connessione al Controllore.

Come conferma di ciò, è possibile notare sia la barra gialla di Sysmac Studio che l'icona 'Online'  non selezionabile:

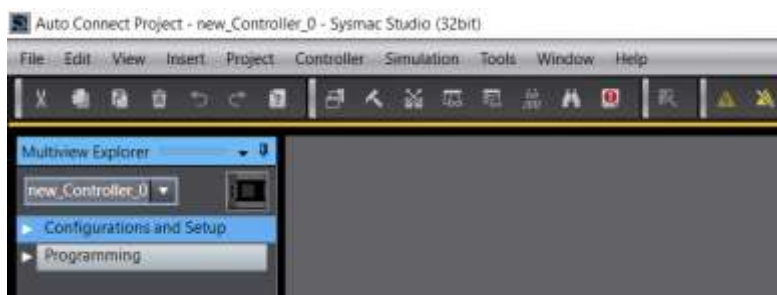


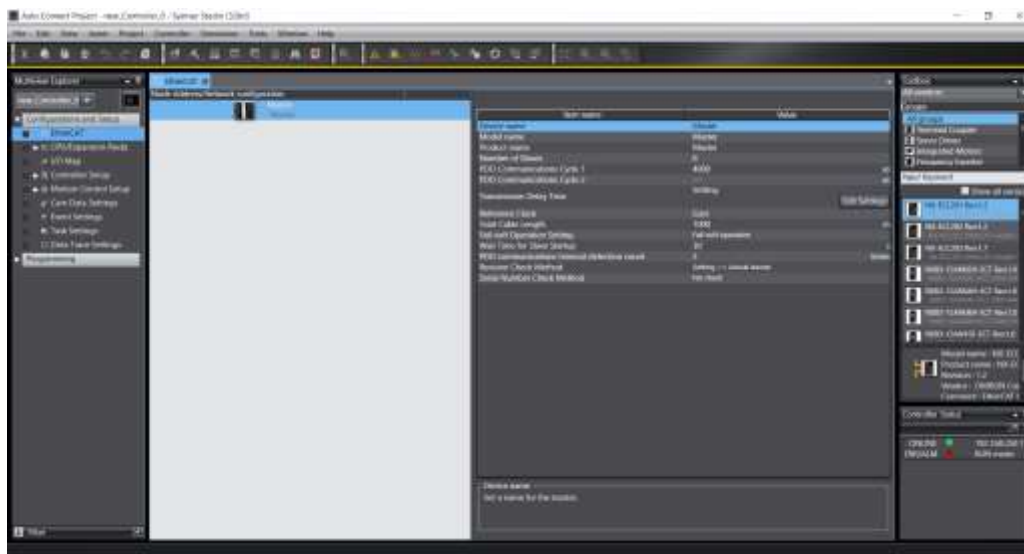
Figura 14: online con Sysmac Studio

Per l'esempio in esame, è stato rilevato un Controllore OMRON della Serie NX1P2.

Dopo questa operazione, di seguito viene trattata passo dopo passo, la procedura corretta per poter:

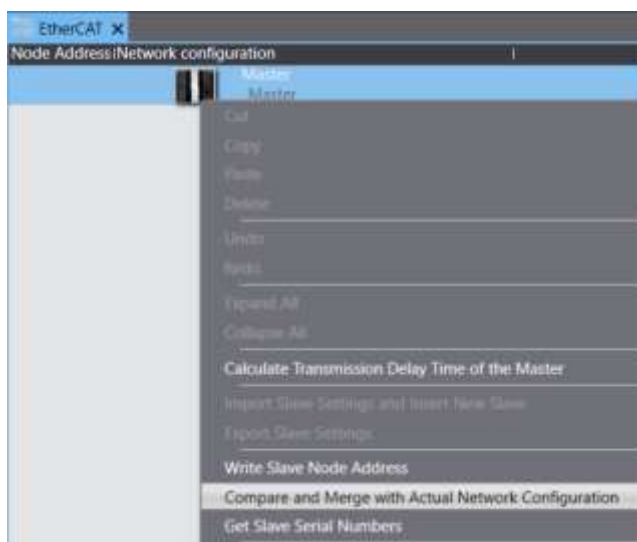
- rilevare automaticamente uno o più slave, connessi alla stessa rete EtherCAT del Controllore;
- programmare un Inverter M1 attraverso la rete EtherCAT;
- dichiarare delle variabili di scambio tra Controllore e M1, per poter comandare l'Inverter da EtherCAT.

Ampliando il menu 'Configurations and Setup', presente in alto a sx della finestra 'Multiview Explorer' di Sysmac Studio, cliccare sulla voce 'EtherCAT'. Sarà quindi visibile la seguente schermata:

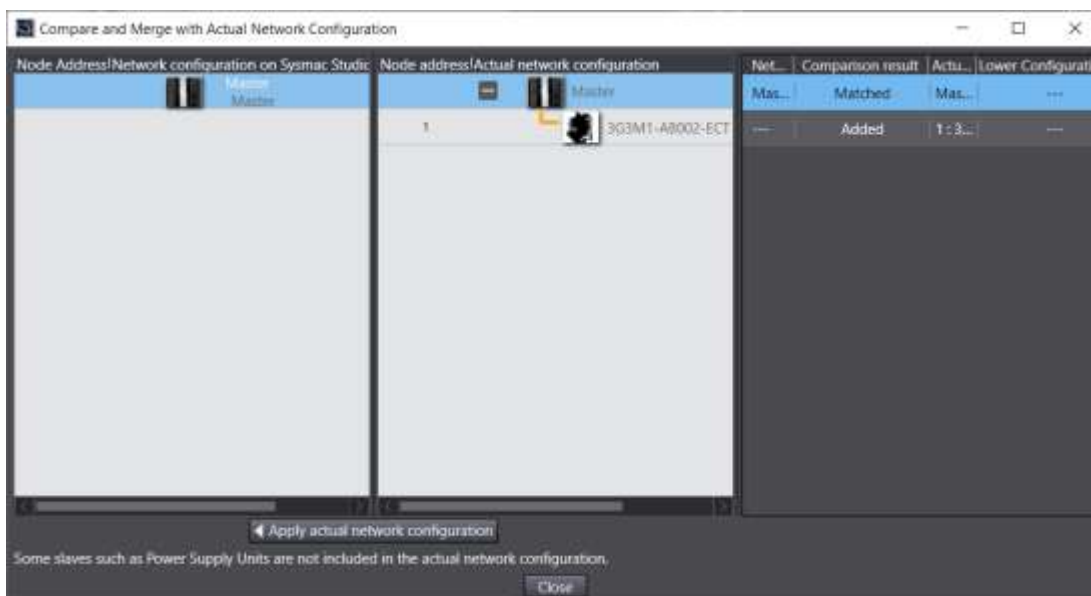


Si noti che inizialmente, in mancanza di una connessione EtherCAT, il Controllore si trova in uno stato di allarme, identificabile dal LED rosso 'ERR/ALM' presente in basso a dx.

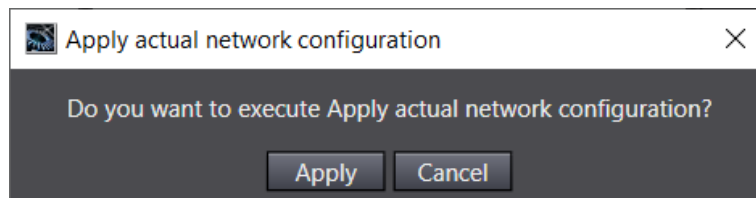
Cliccando con il tasto dx sull'icona del Controllore, selezionare la voce evidenziata nella Figura sottostante:



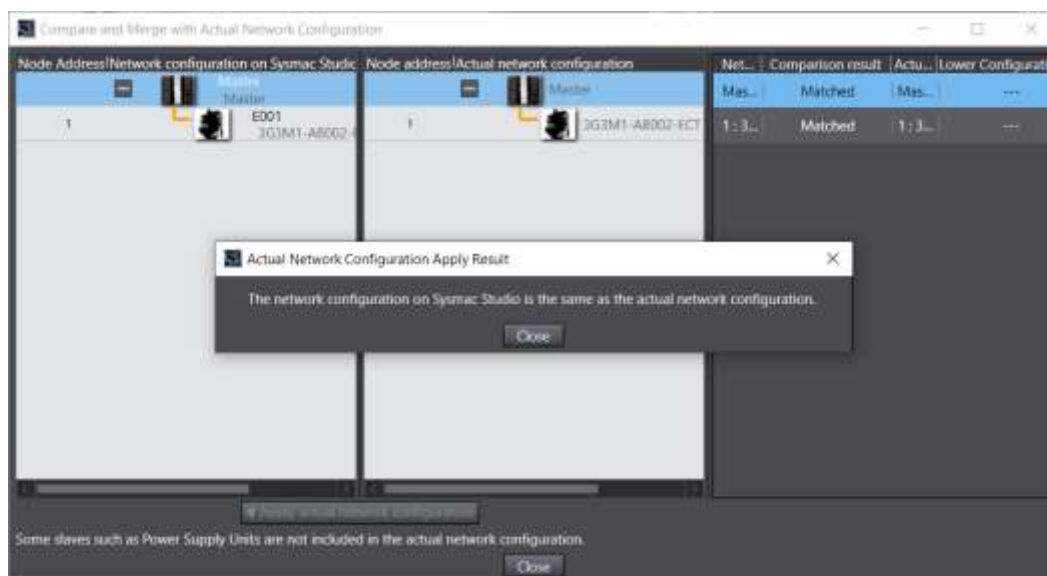
Attraverso la finestra comparsa al centro dello schermo (visibile di seguito), cliccando sulla voce 'Apply actual network configuration', si assegna al Controllore quanto rilevato automaticamente dalla rete:



Una volta selezionata tale voce, cliccare su 'Apply', visibile nella Figura sottostante:

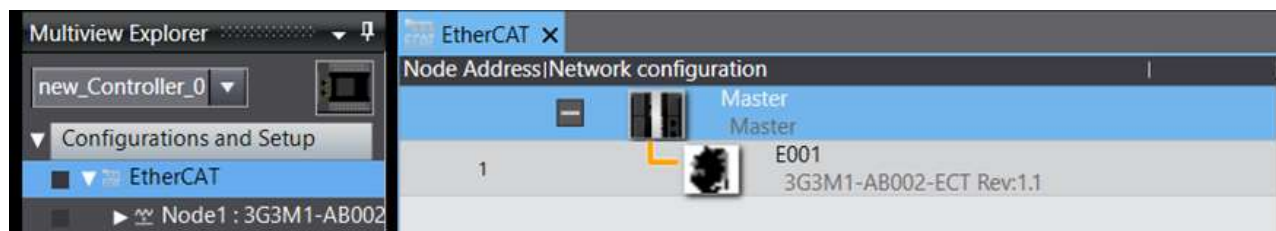


La successiva finestra di pop-up, conferma l'avvenuta copia della configurazione HW di rete, appena rilevata, in quella definita nel progetto di Sysmac Studio.



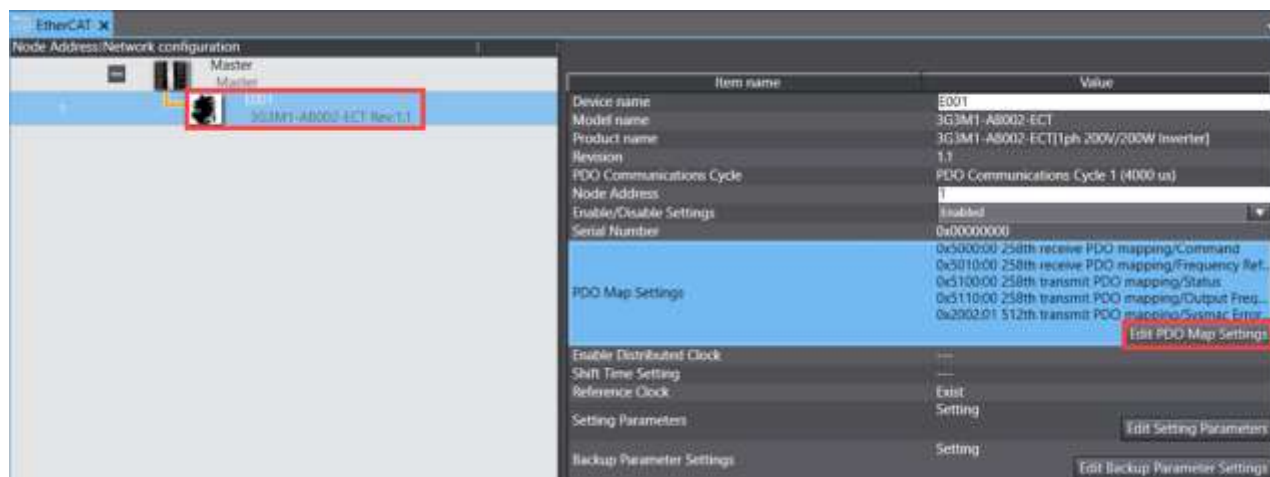
Cliccare su entrambi i pulsanti 'Close' per chiudere entrambe le finestre attive.

A questo punto, diventa visibile il modello esatto di Inverter M1 all'interno del progetto, come da Figura sottostante:

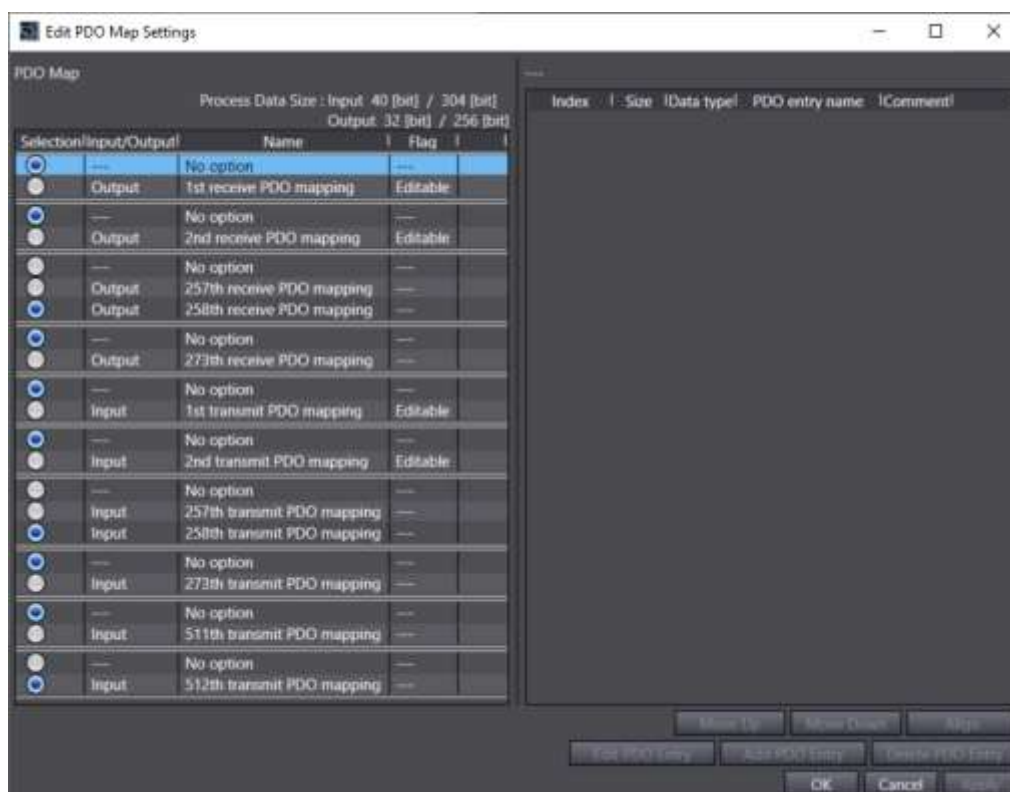


Passare quindi alla modalità 'Offline' di Sysmac Studio.

Successivamente, selezionare l'Inverter M1 e cliccare sulla voce 'Edit PDO Map Settings', visibile nella parte dx della schermata:



La seguente finestra di pop-up diventa visibile a schermo:



Questo menu è specificatamente utilizzato per dichiarare i PDO di scambio, sia di ingresso che di uscita, tra Inverter e Controllore.

Per una configurazione di base, viene consigliato di:

- lasciare abilitate le aree di mappatura già selezionate di default (sia per input che per output);
- aggiungere altri PDO nelle aree definite come 'Editable' (vedi colonna 'Flag').

Selezionare quindi anche le mappature editabili come nella Figura sottostante:

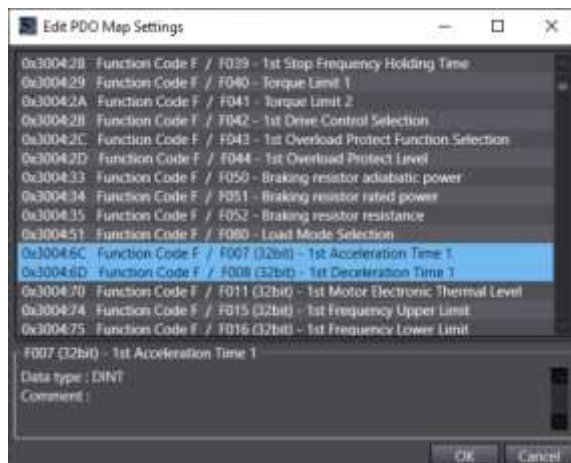
Selection/Input/Output	Name	Flag
<input type="radio"/>	No option	---
<input checked="" type="radio"/>	Output 1st receive PDO mapping	Editable
<input type="radio"/>	No option	---
<input type="radio"/>	Output 2nd receive PDO mapping	Editable
<input type="radio"/>	No option	---
<input type="radio"/>	Output 257th receive PDO mapping	---
<input type="radio"/>	Output 258th receive PDO mapping	---
<input type="radio"/>	No option	---
<input type="radio"/>	Output 273th receive PDO mapping	---
<input checked="" type="radio"/>	No option	---
<input checked="" type="radio"/>	Input 1st transmit PDO mapping	Editable
<input type="radio"/>	No option	---
<input type="radio"/>	Input 2nd transmit PDO mapping	Editable
<input type="radio"/>	No option	---
<input type="radio"/>	Input 257th transmit PDO mapping	---
<input type="radio"/>	Input 258th transmit PDO mapping	---
<input type="radio"/>	No option	---
<input type="radio"/>	Input 273th transmit PDO mapping	---
<input type="radio"/>	No option	---
<input type="radio"/>	Input 511th transmit PDO mapping	---
<input type="radio"/>	No option	---
<input type="radio"/>	Input 512th transmit PDO mapping	---

Figura 15: mappature PDO editabili

Selezionare inizialmente la prima voce editabile riferita alla mappatura di uscita, per poi cliccare in basso a dx sulla voce 'Add PDO Entry'.

Per l'esempio in esame vengono aggiunti i tempi di accelerazione e decelerazione (identificati rispettivamente dai parametri **F007** e **F008** con accesso a 32-bit).

Selezionati i due oggetti, confermare la finestra di pop-up con il pulsante OK.



Successivamente confermare la mappatura appena modificata tramite il pulsante 'Apply'.

Partendo nuovamente dalla Fig. 15, effettuare la stessa procedura anche per la mappatura editabile in ingresso, aggiungendo dei parametri di monitoraggio (come ad es.: corrente, tensione e coppia in uscita, identificati rispettivamente dai parametri **W005**, **W006** e **W007**).

Terminata questa mappatura PDO d'esempio, si otterrà la seguente panoramica:

Item name	Value
Device name	E001
Model name	3G3M1-AB002-ECT
Product name	3G3M1-AB002-ECT[1ph 200V/200W Inverter]
Revision	1.1
PDO Communications Cycle	PDO Communications Cycle 1 (4000 us)
Node Address	1
Enable/Disable Settings	Enabled
Serial Number	0x00000000
PDO Map Settings	0x3004:6C 1st receive PDO mapping/F007 (32bit) - 1st Ac... 0x3004:6D 1st receive PDO mapping/F008 (32bit) - 1st De... 0x5000:00 258th receive PDO mapping/Command 0x5010:00 258th receive PDO mapping/Frequency Refer... 0x3010:06 1st transmit PDO mapping/W005 - Output Cur... 0x3010:07 1st transmit PDO mapping/W006 - Output Vol... 0x3010:08 1st transmit PDO mapping/W007 - Output Tor... 0x5100:00 258th transmit PDO mapping/Status 0x5110:00 258th transmit PDO mapping/Output Frequen... 0x2002:01 512th transmit PDO mapping/Sysmac Error Sta...

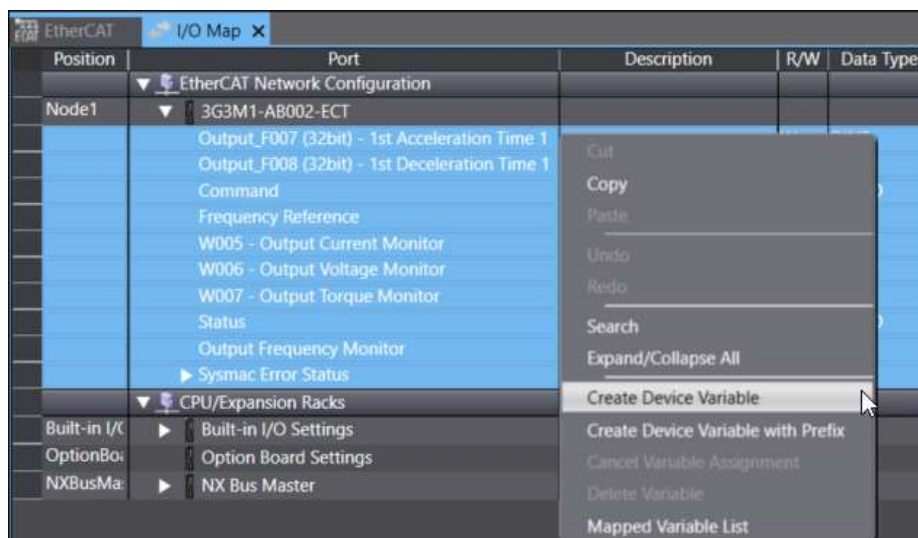
Nota: nelle mappature editabili è possibile dichiarare massimo 20 PDO di ingresso e 20 PDO di uscita. Per maggiori dettagli, consultare la Sezione del manuale ufficiale 'Variable PDO Mapping'.

A questo punto, cliccare sulla voce 'I/O Map', presente nella finestra 'Multiview Explorer' di Sysmac Studio.

Sarà quindi visibile la seguente schermata:

Position	Port	Description	R/W	Data Type	Variable	Variable Comment	Variable Type
	EtherCAT Network Configuration						
Node1	3G3M1-AB002-ECT						
	Output_F007 (32bit) - 1st Acceleration Time 1		W	DINT			
	Output_F008 (32bit) - 1st Deceleration Time 1		W	DINT			
	Command		W	WORD			
	Frequency Reference		W	UINT			
	W005 - Output Current Monitor		R	UINT			
	W006 - Output Voltage Monitor		R	UINT			
	W007 - Output Torque Monitor		R	INT			
	Status		R	WORD			
	Output Frequency Monitor		R	UINT			
	Sysmac Error Status		R	BYTE			
	CPU/Expansion Racks						
Built-in I/O	Built-in I/O Settings						
OptionBox	Option board Settings						
NOBusMa	NOX Bus Master						

Selezionare tutta la mappatura I/O relativa all'Inverter M1, quindi cliccare sulla voce 'Create Device Variable', come riportato sotto:



Una volta effettuato, Sysmac Studio assegnerà a ciascuna mappatura una Variabile, da poter richiamare anche all'interno di un programma del Controllore.

The screenshot shows the 'I/O Map' window with the 'Create Device Variable' option selected. The table below shows the assigned variables for each I/O point.

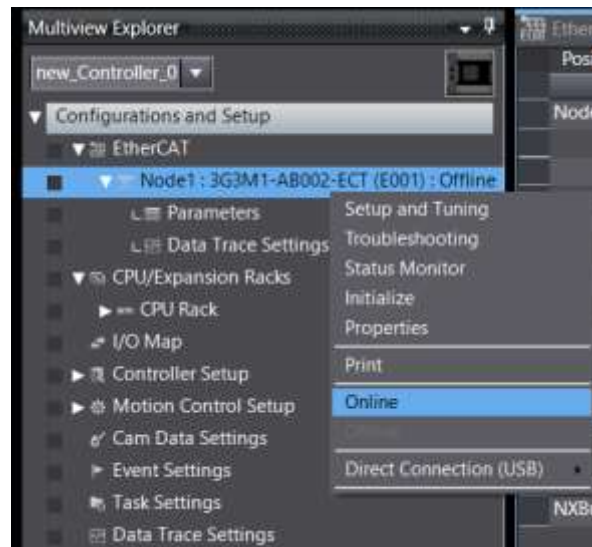
Position	Port	Description	R/W	Data Type	Variable	Variable Comment	Variable Type
EtherCAT Network Configuration							
Node1	3G3M1-AB002-ECT	Output_F007 (32bit) - 1st Acceleration Time 1	W	UINT	E001_Output_F007_32bit_1st_Acceleration_Time_1		Global Variables
		Output_F008 (32bit) - 1st Deceleration Time 1	W	UINT	E001_Output_F008_32bit_1st_Deceleration_Time_1		Global Variables
		Command	W	WORD	E001_Command		Global Variables
		Frequency Reference	W	UINT	E001_Frequency_Reference		Global Variables
		W005 - Output Current Monitor	R	UINT	E001_W005_Output_Current_Monitor		Global Variables
		W006 - Output Voltage Monitor	R	UINT	E001_W006_Output_Voltage_Monitor		Global Variables
		W007 - Output Torque Monitor	R	INT	E001_W007_Output_Torque_Monitor		Global Variables
		Status	R	WORD	E001_Status		Global Variables
		Output Frequency Monitor	R	UINT	E001_Output_Frequency_Monitor		Global Variables
		▶ Sysmac Error Status	R	BYTE	E001_Sysmac_Error_Status		Global Variables

Tornare nuovamente Online con il Controllore e effettuare il download o sincronizzazione del progetto.

Se la procedura è stata correttamente seguita, non si avrà più la segnalazione di allarme del Controllore, avendo quindi il LED 'ERR/ALM' di colore verde.

Procedere quindi con la programmazione dell'Inverter attraverso la rete EtherCAT.

Cliccare con il tasto dx sul codice dell'M1 aggiunto nel progetto, selezionando poi la voce 'Online'.



Per accedere alla lista dei parametri, è necessario cliccare due volte sulla voce 'Parameters' (oppure tasto dx → 'Edit').

Per avere una visione completa dei menu/funzionalità disponibili per gli Inverter M1, si consiglia di visionare la Sezione 3.1.1 della Guida Rapida degli Inverter M1 di Omron (partendo dalla Fig. 24).

Tornando nel menu relativo alla mappatura I/O, si potrà verificare che l'Inverter comunichi senza errori con il Controllore.

In dettaglio, per l'esempio in esame, si andranno a modificare le seguenti variabili (come nella figura sottostante):

- 2 sec. per la rampa di accelerazione;
- 1 sec. per la rampa di decelerazione;
- 50,00 Hz come freq. di riferimento.

Position	Port	Description	R/W	Data Type	Value	Variable
	EtherCAT Network Configuration					
Node1	3G3M1-AB002-ECT					
	Output_F007 (32bit) - 1st Acceleration		W	DINT	200	E001_Output_F007_1st_Acceleration_Time_1
	Output_F008 (32bit) - 1st Deceleration		W	DINT	100	E001_Output_F008_1st_Deceleration_Time_1
	Command		W	WORD	16#0	E001_Command
	Frequency Reference		W	UINT	5000	E001_Frequency_Reference
	W005 - Output Current Monitor		R	UINT	0	E001_W005_Output_Current_Monitor
	W006 - Output Voltage Monitor		R	UINT	0	E001_W006_Output_Voltage_Monitor
	W007 - Output Torque Monitor		R	INT	0	E001_W007_Output_Torque_Monitor
	Status		R	WORD	16#200	E001_Status
	Output Frequency Monitor		R	UINT	0	E001_Output_Frequency_Monitor
	System Error Status		R	BYTE	16#1	E001_System_Error_Status

Mentre la word di comando, identificata per questo esempio dal nome 'E001_Command', è utilizzata per trasmettere i comandi di RUN/avanti, RUN/indietro e Reset errori/allarmi.

-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Bit	Name	Meaning
0	Forward/stop	0: Stop 1: Forward command
1	Reverse/stop	0: Stop 1: Reverse command
7	Fault reset	⬆: Resets an error or trip for the inverter.
-	Reserved	Set 0.

In base ai bit sopra indicati, i tre possibili comandi sono i seguenti:

- RUN/avanti → 16#1;
- RUN/indietro → 16#2;
- Reset errori/allarmi → 16#80.