

L'unità di posizionamento Servo.3M ServoDrive con azionamento realizza in un unico dispositivo un sistema completo per il controllo assi decentralizzato, integrando motoriduttore con albero di uscita cavo, trasduttore di misura, azionamento, controllo, visualizzatore e interfaccia seriale verso bus di campo. Indicata una quota, il ServoDrive provvede a raggiungerla autonomamente, con un comportamento determinato da una serie di parametri impostabili (velocità di veloce, velocità di lento, durata delle rampe di accelerazione/decelerazione...).

Il controllo dell'unità di posizionamento ServoDrive è affidato ad una unità di supervisione (PLC, PC industriali...) e avviene interamente **via bus di campo industriale Ethernet**.

Una volta configurato, i movimenti del ServoDrive si possono controllare in due modalità: **manuale** ed **automatica**.

*Manuale.* In modalità manuale, è possibile impostare velocità e verso di rotazione direttamente, con opportuni comandi sul bus.

*Automatica.* In modalità automatica, il sistema provvede a raggiungere autonomamente la quota target impostata con opportuno comando su bus. Quando, in modalità automatica, si verificano problemi (ad esempio di avanzamento o di eccessiva temperatura del motore) il sistema si blocca indicando la causa del malfunzionamento.

#### **Versione con trasduttore POTENZIOMETRICO.**

Il trasduttore che misura la rotazione dell'albero cavo di uscita è costituito da un potenziometro rotativo di precisione, opportunamente accoppiato all'albero di uscita tramite una cascata di ingranaggi. La "quota attuale" del servomotore letta dal PLC attraverso il bus di campo è rilevata dalla lettura del potenziometro e l'intera corsa è di 14bit ovvero 16384 punti di misura. La quota è crescente con l'albero cavo che ruota in senso orario visto dal lato albero cavo: questa proprietà è fissa e non si può cambiare. La quota visualizzata sul display è invece parametrizzabile a piacimento (v. paragrafo "Procedura di taratura del display").

Per conoscere il numero di giri sviluppati dall'albero cavo del servomotore, si moltiplica il rapporto di riduzione del potenziometro, indicato sull'etichetta del servomotore come R1/X, per il numero di giri del potenziometro, sempre indicato sull'etichetta come 10G, 5G, 3G. Esempio: sull'etichetta del servomotore è indicato R1/10 5G, significa che la corsa totale è 10 moltiplicato per 5 ovvero 50 giri.

## Comunicazione Ethercat

Il ServoDrive implementa il protocollo Ethercat per unità IO-Device, interfaccia Ethernet.

### Comunicazione aciclica

I 23 parametri di configurazione del ServoDrive sono mappati come parametri aciclici e sono tutti accessibili in lettura e scrittura, con gli opportuni comandi.

PARAMETRI	INDEX	WORD	RANGE	DEFAULT	DESCRIZIONE
<b>Recupero giochi</b>	1	1	0-255	0	Aumentando di una unità il recupero giochi, si aggiunge il valore 256 alla quota target per effettuare il recupero giochi.
<b>Costante proporzionale</b>	2	1	0-255	1	E' la costante proporzionale del controllo PID per i posizionamenti in modalità automatica. Valori consigliati: <6. Con valori eccessivi si può verificare un'oscillazione intorno alla posizione da raggiungere durante un posizionamento.
<b>Costante integrale</b>	3	1	0-255	0	E' la costante integrale del controllo PID. Valori consigliati: < 3
<b>Costante differenziale</b>	4	1	0-255	0	E' la costante differenziale del controllo PID. Valori consigliati: < 30
<b>Tempo intervento integrale</b>	5	1	0-255	10	Indica ogni quanti cicli di aggiornamento del controllo viene aggiornato il contributo integrale. Valori consigliati < 20. Aumentando questo valore si ottiene l'effetto di rendere meno importante il contributo della costante integrale nel calcolo del PID.
<b>Velocità di Veloce</b>	6	1	0-100	80	E' la velocità che viene mantenuta dal sistema quando è <i>lontano</i> dalla quota target in funzionamento automatico espressa in percentuale della velocità massima.
<b>Velocità di Lento</b>	7	1	0-100	20	E' la velocità massima mantenuta dal sistema quando è <i>vicino</i> alla quota target in funzionamento automatico espressa in percentuale della velocità massima.
<b>Tempo di Blocco</b>	8	1	0-255	10	Riservato. Lasciare al valore di default (10)
<b>Tempo di Rampa</b>	9	1	0-255	1	E' un valore che determina la durata delle rampe di cambio velocità del sistema. Valori consigliati: 0 < Tempo di Rampa < 8
<b>Taratura</b>	10	1	0	0	Riservato. Lasciare al valore di default (zero)
<b>Tempo di intervento PID</b>	11	1	0-255	1	Indica ogni quanti cicli di controllo viene aggiornato il controllo PID. Valori consigliati < 40. Aumentando questo valore si ottiene l'effetto di ricalcolare meno frequentemente il PID, riducendo la dinamica di controllo del sistema. NB: per quando riguarda la scelta dei parametri del PID (kp, ki, kd, tii, tPID), consultare il capitolo 'Regolazione del sistema di controllo PID'.

PARAMETRI	INDEX	WORD	RANGE	DEFAULT	DESCRIZIONE
<b>Quota di Lento</b>	12	1	0-255	1	Indica quanto distante dalla quota target passare da velocità di veloce a velocità di lento nel caso di funzionamento automatico; aumentando di una unità questo valore, si passa alla velocità di lento 256 unità più lontano rispetto alla quota target.
<b>Misura punto A</b>	13	1	0-16384	2000	Questo parametro indica la posizione del trasduttore potenziometrico (intesa come lettura sulla scala 0..16384) nel primo punto di calibrazione;
<b>Misura punto B</b>	14	1	0-16384	14000	Questo parametro indica la posizione del trasduttore potenziometrico (intesa come lettura sulla scala 0..16384) nel secondo punto di calibrazione
<b>Visualizzazione punto A</b>	15	2	0-4294967296	2000	Questo parametro indica la quota da visualizzare sul display in corrispondenza del primo punto di calibrazione;
<b>Visualizzazione punto B</b>	16	2	0-4294967296	14000	Questo parametro indica la quota da visualizzare sul display in corrispondenza del secondo punto di calibrazione;
<b>Posizione "decimal point"</b>	17	1	0-4	1	Indica il numero di cifre decimali della quota
<b>Quota minima</b>	18	1	0-16384	1000	Quota minima di funzionamento: per quote al di sotto di questo valore, il movimento del servomotore viene fermato e sono consentiti soltanto movimenti nella direzione di incremento della quota attuale, sia un funzionamento manuale che automatico, implementando un controllo di fine corsa software
<b>Quota massima</b>	19	1	0-16384	15000	Quota massima di funzionamento: per quote al di sopra di questo valore, il movimento del servomotore viene fermato e sono consentiti soltanto movimenti nella direzione di decremento della quota attuale, sia un funzionamento manuale che automatico, implementando un controllo di fine corsa software
<b>Finestra di Posizionamento</b>	20	1	0-16384	20	E' la distanza dalla quota target in cui viene alzato il bit di target raggiunto. Valori consigliati: 1 < Finestra di Posizionamento < 50
<b>Finestra di inseguimento</b>	21	1	0-16384	10	Spostamento minimo che il servo deve compiere durante il posizionamento (tra una lettura della posizione e la successiva). In caso di spostamento inferiore viene ritentato il posizionamento per il numero di volte indicato in "tentativi di posizionamento". Nel caso questa condizione continui a non essere verificata viene settato a 1 il nono bit della status word (Errore di posizionamento). Valori consigliati: 5 < Finestra di inseguimento < 25

PARAMETRI	INDEX	WORD	RANGE	DEFAULT	DESCRIZIONE
<b>Tentativi di Posizionamento</b>	22	1	0-65536	5	Numero massimo di tentativi che il servomotore effettua prima di considerare fallito il posizionamento in quota. Valori consigliati: 1 < Tentativi di Posizionamento < 10
<b>Massimo numero di errori accettati</b>	23	1	100	100	Riservato. Mantenere al valore di default

**Comunicazione ciclica (Process Data)**

In modalità operativa il ServoDrive scambia **5 word (10 byte) di ingressi e 4 word (8 byte) di uscite**, da interpretare come segue:

**COMUNICAZIONE Slave → Master** Ingressi (5 word, 10 byte):

Word index	Size (bit)	DESCRIZIONE
0	16	Quota attuale
1	16	Quota target
2	16	Velocità attuale
3	16	Status word
4	16	Riservato

- **Quota Attuale** [Min 0 → Max 16384]; è la quota attuale del sistema.  
NB: le quote sono da intendersi come lettura della posizione del potenziometro. È possibile effettuare una calibrazione sulla corsa del potenziometro, in modo da leggere sul display la quota espressa nell'unità di misura desiderata. Nel caso in cui il bit 12 della status word fosse settato ad 1 la quota letta è la posizione del servomotore prima dello spegnimento.
- **Quota Target** [Min 0 → Max 16384]; è la quota target che il ServoDrive ha accettato.
- **Velocità Attuale** [Min 0 → Max 100]; è la velocità attuale dell'albero cavo d'uscita.
- **Status Word**

BIT	DESCRIZIONE
0	Jogging in corso.
1	Posizionamento in corso.
2	Target raggiunto.
3	Quota attuale sotto quota minima. Viene disabilitato il posizionamento automatico. Sarà necessario effettuare un riposizionamento manuale con le funzioni di Jog.
4	Quota attuale sopra quota massima. Viene disabilitato il posizionamento automatico. Sarà necessario effettuare un riposizionamento manuale con le funzioni di Jog.
5	Quota target sotto quota minima. Viene disabilitato il posizionamento automatico.
6	Quota target sopra quota massima. Viene disabilitato il posizionamento automatico.
7	Nuovo target accettato. L'unità ServoDrive è pronta per il posizionamento.
8	Blocco termico dell'unità ServoDrive
9	Errore nel posizionamento. Si verifica quando il servomotore non riesce ad effettuare il posizionamento e si ferma lontano dal target. Tipicamente questo problema è dovuto ad una errata impostazione dei parametri (velocità di lento, quota di lento).
10	Direzione Motore (1: incremento, 0: decremento)
11	Errore di comunicazione interno. L'unità servodrive provvederà ad un reset automatico ogni dieci secondi per tentare di ristabilire la connessione. Nel caso il problema persista sarà necessario resettare manualmente l'unità.
12	Stato connessione 24V potenza (1 spento, 0 acceso).
13	Unità ServoDrive pronta per l'utilizzo.

Nel caso in cui venga scollegata l'alimentazione 24V power il servomotore si arresterà e il display si spegnerà. In uscita avremo:

- Quota attuale: posizione del servomotore prima dello spegnimento. NB: ulteriori spostamenti a servomotore spento NON saranno rilevati fino alla successiva accensione dello stesso.
- Quota target: ultima quota target accettata dall'unità.
- Velocità attuale: ultima velocità impostata.
- Status word: ultimo stato prima dello spegnimento e bit 12 settato a 1.

**COMUNICAZIONE Master → Slave** Uscite (4 word, 8 byte):

Word index	Size (bit)	DESCRIZIONE
0	16	Quota target
1	16	Velocità attuale
2	16	Control word
3	16	Riservato

- **Quota Target** [Min 0 → Max 16384]; è la quota da raggiungere attraverso l'azione di posizionamento. Quando si invia al sistema una quota target da raggiungere, il sistema verifica che la quota da raggiungere sia compresa fra la quota minima e la quota massima consentite. Se la verifica dà esito positivo il ServoDrive alza il bit di **Nuovo target accettato** nella status word.
- **Velocità Target** [Min 0→Max 100]; è la velocità con cui il ServoDrive raggiungerà la quota target oppure con cui si muoverà in modalità manuale (jogging).
- **Control Word**; per una spiegazione approfondita si rimanda al capitolo successivo

BIT	DESCRIZIONE
0	Jog avanti
1	Jog indietro
2	Inizia nuovo posizionamento.
3	Riservato
4	Stop veloce

## Principali comandi

Vengono ora presentate delle sequenze di scambio dati, per le principali funzionalità del ServoDrive.

### **1 Modalità manuale (Jog):**

- Per effettuare il jogging, dal valore della Ctrl pari a 0 si può alzare il bit 0 o il bit 1 per selezionare la direzione di jogging.
- La velocità di target regola la velocità di spostamento.
- Il bit 0 della status word diventa 1.

### **2 Singolo posizionamento:**

- Aggiornare le uscite relative alla Quota Target e alla Velocità Target
- Alzare solo il bit 2 della Control Word
- Se la quota target e la velocità sono entro i limiti il ServoDrive alzerà il bit 7 e il bit 1 della status word
- Quando il ServoDrive si trova a una distanza minore di "**Finestra di Posizionamento**" dal target alza il bit 2 della Status Word.
- Quando il ServoDrive si trova a una distanza minore di "**Finestra di Inseguimento**" dal target abbassa il bit 1 della Status Word e arresta il posizionamento
- Per dare un nuovo set point bisogna portare a 0 la Control Word e rialzare il bit 2.

### **3 Fermata in rampa**

Per effettuare una fermata in rampa è necessario azzerare tutti i bit della Control Word (l'entità della rampa è definita dal parametro 9: *Tempo di rampa*)

### **4 Fermata veloce**

Per effettuare una fermata veloce è necessario alzare il bit 4 della Control Word. Il servomotore si arresterà senza eseguire la rampa di discesa.

NB: per effettuare un nuovo posizionamento il bit 4 dovrà essere riportato al valore 0.

**NB:** in caso di assenza o interruzione della comunicazione tra il master di rete e l'unità ServoDrive, i posizionamenti saranno disabilitati. Se il ServoDrive, al momento dell'interruzione della comunicazione, stava eseguendo un posizionamento (manuale o automatico) effettuerà una fermata in rampa.

## Procedura di taratura del display

La quota rilevata dal trasduttore di posizione varia tra 0 e 16384 punti ed è crescente con l'albero cavo che ruota in senso orario visto dal lato albero cavo, questa proprietà è fissa e non si può cambiare.

Il display invece può essere tarato per assumere tutti i valori compresi tra -9999 e 99999, con verso di rotazione impostabile in base alla necessità dell'asse.

Con taratura di default il display visualizza direttamente la quota rilevata dal trasduttore di posizione (0-16384) con punto decimale nella prima cifra.

La taratura del display consiste nell'assegnare opportuni valori ai parametri "Misura Punto A", "Misura Punto B", "Visualizzazione Punto A" e "Visualizzazione Punto B" (vedi tabella parametri pag. 1). Cambiando anche uno solo di questi parametri il valore di posizione visualizzato sul display risulterà diverso dal valore misurato dal trasduttore di posizione.

La quota visualizzata sarà ottenuta con la seguente formula:

$$Display = VisA + (PosAttuale - misA) * \frac{VisB - VisA}{MisB - MisA}$$

In cui:

*Display* è la quota visualizzata sul display.

*VisA* è il parametro "Visualizzazione punto A".

*VisB* è il parametro "Visualizzazione punto B".

*MisA* è il parametro "Misura punto A".

*MisB* è il parametro "Misura punto B".

La procedura di taratura deve essere effettuata con il servomotore montato in opera sulla macchina e necessita di due punti di taratura, che chiameremo "Punto A" e "Punto B", posizionati verso l'inizio corsa e verso il fine corsa dell'asse controllato. Non è tassativo che i due punti siano esattamente l'inizio corsa e il fine corsa, devono soltanto essere due punti all'interno della corsa utile dell'asse, lontani tra loro il più possibile.

Operativamente procedere nel seguente modo:

1) applicazione del servomotore sulla macchina

- portare manualmente l'asse della macchina nella posizione di circa metà corsa;
  - montare il servomotore sulla macchina e bloccare l'albero cavo all'asse della macchina nella sua posizione finale definitiva (flangia di bloccaggio serrata, chiavetta inserita, ecc).
- NB: la posizione di default dell'albero cavo del servomotore così com'è consegnato al cliente è con la quota circa a metà corsa (quota sul display circa 8000 punti)

2) taratura Punto A

- muovere il servomotore (quindi l'asse della macchina) nella prima posizione di taratura "Punto A";
- leggere la quota attuale del trasduttore di posizione (0-16384) ed assegnare questo valore al parametro "Misura Punto A". In questa fase ignorare il valore letto sul display del servomotore.
- rilevare (mediante calibro, metro, ecc) l'effettiva quota della posizione attuale della macchina ed assegnare questo valore al parametro "Visualizzazione Punto A".

3) taratura Punto B

- muovere il servomotore (quindi l'asse della macchina) nella seconda posizione di taratura "Punto B";
- leggere la quota attuale del trasduttore di posizione (0-16384) ed assegnare questo valore al parametro "Misura Punto B". In questa fase ignorare il valore letto sul display del servomotore.
- rilevare (mediante calibro, metro, ecc) l'effettiva quota della posizione attuale della macchina ed assegnare questo valore al parametro "Visualizzazione Punto B".

4) impostazione del punto decimale

- assegnare al parametro "Posizione decimal point" il valore desiderato (0=nessun punto decimale, 1=punto decimale nella prima cifra, ecc)

5) verifica taratura

- spostare l'asse della macchina in una posizione intermedia e verificare che la quota visualizzata sul display sia quella corretta.



## Procedura di scelta dei parametri di posizionamento

I parametri coinvolti nell'azione di posizionamento sono *la costante proporzionale PID, la costante integrale PID, la costante differenziale PID, la velocità di veloce, la velocità di lento, il rallentamento, il tempo di blocco, il tempo di rampa*.

L'efficacia dell'azione di posizionamento dipende molto dalla corretta scelta di questi parametri. E' quindi necessario effettuare posizionamenti di test, modificando i suddetti parametri fino a trovare un set opportuno di valori.

- 1) si consiglia per prima cosa di verificare qual è la velocità minima che consente al sistema di muoversi, con il carico massimo applicato; assegnare questo valore al parametro velocità di lento;
- 2) impostare come segue i parametri del ServoDrive:
  - costante proporzionale = 1;
  - costante integrale = 0;
  - costante differenziale = 0;
  - velocità di veloce = un valore fra la velocità di lento e 100;
  - rallentamento = 1;
  - tempo di rampa = 1;
  - tempo di blocco = 10;
- 3) eventualmente aumentare la costante proporzionale (<6);
- 4) eventualmente mettere a 1 la costante integrale;
- 5) eventualmente valorizzare la costante differenziale (fra 10 e 40);
  - se si verificano delle oscillazioni intorno al punto di posizionamento, si consiglia di: ridurre la costante proporzionale;

## Led indicazione di stato

LED P1-Net	Descrizione	Commento
Off	Offline	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nessuna alimentazione</li> <li>ServoDrive in inizializzazione</li> </ul>
Verde	Online	<ul style="list-style-type: none"> <li>Connessione stabilita</li> <li>PLC in RUN mode</li> </ul>
Verde lampeggiante 1x	Pre-operational	<ul style="list-style-type: none"> <li>ServoDrive in stato Pre-operativo</li> </ul>
Verde lampeggiante 2x	Safe-operational	<ul style="list-style-type: none"> <li>ServoDrive in stato di STOP</li> </ul>
Verde lampeggiante 3x	Boot	<ul style="list-style-type: none"> <li>ServoDrive in fase di accensione</li> </ul>

LED P2-Net	Descrizione	Commento
Off	Offline	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nessuna alimentazione</li> <li>ServoDrive in inizializzazione</li> </ul>
Rosso	Fatal error	<ul style="list-style-type: none"> <li>Errore interno</li> </ul>

LED P1-Mod	Descrizione	Commento
Off	--	<ul style="list-style-type: none"> <li>Non attivo per la comunicazione Ethercat</li> </ul>

LED Error (P2-Mod)	Descrizione	Commento
Off	Offline	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nessuna alimentazione</li> <li>Nessun errore</li> </ul>
Rosso	Fatal error	<ul style="list-style-type: none"> <li>Errore interno</li> </ul>
Rosso lampeggiante veloce	Configuration error	<ul style="list-style-type: none"> <li>File di configurazione errato</li> </ul>
Rosso lampeggiante 1x	Unsolicited state	<ul style="list-style-type: none"> <li>ServoDrive in uno stato indesiderato</li> </ul>
Rosso lampeggiante 2x	Timeout	<ul style="list-style-type: none"> <li>ServoDrive in condizioni di timeout causa attivazione Watchdog</li> </ul>
Rosso lampeggiante 3x	Boot error	<ul style="list-style-type: none"> <li>Errore in accensione del ServoDrive</li> </ul>

LED P1-Link	Descrizione	Commento
Off	Offline	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nessuna alimentazione</li> <li>Nessuna connessione</li> </ul>
Verde	Link	<ul style="list-style-type: none"> <li>Connessione stabilita ma comunicazione assente – PORTA 0</li> </ul>
Verde lampeggiante	Activity	<ul style="list-style-type: none"> <li>Connessione stabilita e comunicazione presente – PORTA 0</li> </ul>

LED P1-10Mb	Descrizione	Commento
Off	--	<ul style="list-style-type: none"><li>• Non attivo per la comunicazione Ethercat</li></ul>

LED P2-Link	Descrizione	Commento
Off	Offline	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nessuna alimentazione</li><li>• Nessuna connessione</li></ul>
Verde	Link	<ul style="list-style-type: none"><li>• Connessione stabilita ma comunicazione assente – PORTA 1</li></ul>
Verde lampeggiante	Activity	<ul style="list-style-type: none"><li>• Connessione stabilita e comunicazione presente – PORTA 1</li></ul>

LED P2-10Mb	Descrizione	Commento
Off	--	<ul style="list-style-type: none"><li>• Non attivo per la comunicazione Ethercat</li></ul>

PORTA A (Ethercat INPUT): connettore di sinistra visto fronte connettori

PORTA B (Ethercat OUTPUT): connettore di destra visto fronte connettori