

Famiglia MELSEC-FX

Controllori programmabili

Manuale del Principiante

**FX3G, FX3GC, FX3GE,
FX3S, FX3U, FX3UC,
FX5U, FX5UC**



Note sul presente manuale

I testi, le illustrazioni, i diagrammi e gli esempi nel presente manuale servono esclusivamente per illustrare le operazioni di installazione, programmazione, esercizio e utilizzo dei controllori programmabili della serie MELSEC FX3G, FX3GC, FX3GE, FX3S, FX3U, FX3UC, FX5U e FX5UC.

In caso di domande riguardo l'installazione ed il comando degli apparecchi descritti nel presente manuale, si prega di contattare l'ufficio di vendita responsabile ovvero il vostro rappresentante di distribuzione (vedi copertina sul retro).
Informazioni aggiornate e risposte alle domande poste con frequenza sono reperibili sul sito Internet (<https://it3a.MitsubishiElectric.com/fa/it/>).

MITSUBISHI ELECTRIC EUROPE B.V si riserva il diritto di apportare in qualsiasi momento e senza preavviso modifiche al presente manuale o alle specifiche tecniche dei suoi prodotti.

**Manuale del Principiante per i controllori programmabili della famiglia MELSEC-FX serie
FX3G, FX3GC, FX3GE, FX3S, FX3U, FX3UC, FX5U e FX5UC,
Codice articolo: 166948**

Versione			Modifiche/Aggiunte/Correzioni
A	03/2006	pdp-dk	Prima edizione
B	12/2006	pdp-dk	Nuovo capitolo 7 "Elaborazione di valori analogici"
C	01/2007	pdp-dk	Modifiche: par. 2.3 e par. 2.4 Correzioni: par. 7.2
D	07/2009	pdp-dk	Aggiunte informazioni sui controllori della serie FX3G e della serie FX3UC Nuovi moduli adattatori FX3U-4AD-PNK-ADP e FX3U-4AD-PTW-ADP
E	08/2013	pdp-dk	Aggiunte informazioni sui controllori della serie FX3GC, FX3GE e FX3S Nuovo modulo adattatore FX3U-3A-ADP Nuovo modulo funzione speciale FX3U-4LC Aggiunte informazioni sul software di programmazione GX Works2 FX
F	03/2014	pdp-dk	Serie FX3GC: Aggiunte informazioni sulle unità base con tensione di alimentazione di 24 V DC e sulle unità base con uscite a transistor Serie FX3S: Aggiunte informazioni sulle unità base con tensione di alimentazione di 24 V DC e sulle unità base con ingressi analogici integrati
G	03/2016	pdp-dk	Aggiunte informazioni sui controllori della serie FX5U e FX5UC
H	01/2018	pdp-dk	Descrizione per i controller delle serie FX1S, FX1N, FX2N e FX2NC rimosse dal manuale. Nuovi moduli funzionali intelligenti FX5-4LC e FX5-8AD Nuovi moduli adattatori FX5-4AD-PT-ADP e FX5-4AD-TC-ADP

Indicazioni di sicurezza

Gruppo di destinatari

Questo manuale si rivolge esclusivamente a personale elettrico specializzato, con rispettiva formazione professionale riconosciuta, istruito riguardo gli standard di sicurezza applicati nella tecnica d'automazione. Progettazione, installazione, messa in funzione, manutenzione e collaudo degli apparecchi dovranno essere eseguiti esclusivamente da parte di personale elettrico specializzato e istruito riguardo gli standard di sicurezza applicati nella tecnica d'automazione. Qualsiasi tipo di intervento riguardo l'hardware o il software dei nostri prodotti al di là di quanto descritto nel presente manuale, dovrà essere eseguito soltanto da parte del nostro personale specializzato e istruito in merito.

Impiego conforme agli usi previsti

I controllori programmabili della serie FX3G, FX3GC, FX3GE, FX3S, FX3U, FX3UC, FX5U e FX5UC sono previsti soltanto per i campi di applicazione descritti nel presente manuale di istruzioni per l'uso. È fondamentale osservare il rispetto di tutti i dati caratteristici riportati nel manuale. I prodotti sono stati sviluppati, prodotti, collaudati e documentati sotto osservanza delle rispettive norme di sicurezza. Qualsiasi intervento non qualificato riguardante hardware o software ovvero la mancata osservanza delle segnalazioni riportate nel presente manuale o indicate presso il prodotto può provocare gravi danni a persone o ingenti danni di natura materiale. È consentito pertanto esclusivamente l'impiego di apparecchi ausiliari o di estensione consigliati da MITSUBISHI ELECTRIC in combinazione con i controllori programmabili della serie FX3G, FX3GC, FX3GE, FX3S, FX3U, FX3UC, FX5U e FX5UC.

Un qualsiasi altro impiego o utilizzo al di là di quanto descritto viene considerato come non conforme agli usi previsti.

Norme importanti in fatto di sicurezza

Durante le operazioni di progettazione, installazione, messa in funzione, manutenzione e collaudo dei dispositivi è fondamentale osservare le norme di sicurezza e antinfortunistiche in vigore per lo specifico caso di impiego. In particolare è essenziale osservare le seguenti norme (senza pretesa di completezza):

- Norme VDE (Associazione Tedesca degli Ingegneri)
 - VDE 0100
Norme sulla costruzione di impianti di corrente ad alta tensione con una tensione nominale fino a 1000 V
 - VDE 0105
Esercizio di impianti di corrente ad alta tensione
 - VDE 0113
Impianti elettrici con impiego di mezzi elettronici
 - VDE 0160
Equipaggiamento di impianti di corrente ad alta tensione e mezzi elettrici
 - VDE 0550/0551
Disposizioni per trasformatori
 - VDE 0700
Sicurezza di dispositivi elettrici per uso domestico e simili applicazioni
 - VDE 0860
Norme di sicurezza per dispositivi elettronici alimentati dalla rete e rispettivi accessi per uso domestico e simili applicazioni.
- Norme antincendio

- Norme antinfortunistiche
 - VBG Nr.4
Impianti e mezzi elettrici

Indicazioni di pericolo

Le singole indicazioni hanno il seguente significato:



PERICOLO:

Significa che la mancata applicazione e osservanza di determinate misure di sicurezza può costituire un pericolo per la vita e la salute dell'operatore.



ATTENZIONE:

Costituisce un avviso dinnanzi a possibili danneggiamenti dell'apparecchio o di altri beni materiali in caso di mancata applicazione e osservanza delle rispettive misure di sicurezza.

Indicazioni di pericolo e misure di sicurezza generali

Le seguenti indicazioni di pericolo vanno intese come regole generali per controllori a programma memorizzato in combinazione con altri dispositivi e apparecchi. Esse dovranno essere osservate perentoriamente in fase di progettazione, installazione ed esercizio di un impianto di comando.



PERICOLO

- ***È d'obbligo osservare le norme di sicurezza e antinfortunistiche applicabili per lo specifico caso di impiego. I lavori di montaggio, cablaggio e apertura dei gruppi di componenti, di componenti e apparecchi dovranno essere eseguiti senza alcuna tensione.***
- ***Gruppi di componenti, componenti e apparecchi dovranno essere installati all'interno di un involucro protetto contro scariche elettriche, provvisto peraltro di una copertura in base alla destinazione e di rispettivi dispositivi di sicurezza.***
- ***In presenza di apparecchi con un collegamento alla rete stazionario è necessario provvedere all'installazione di un sezionatore di rete o di un fusibile all'interno dell'impianto installato nell'edificio.***
- ***Controllare i cavi e le linee sotto tensione cui sono collegati i dispositivi in intervalli regolari alla presenza di guasti nell'isolamento o punto di rottura. In presenza di un difetto nel cablaggio sarà necessario disattivare immediatamente la tensione dai dispositivi e sostituire il cavo ovvero il collegamento guasto.***
- ***Controllare prima della messa in funzione se il valore di tensione dalla rete consentita corrisponda al valore di tensione dalla rete presente sul luogo.***
- ***In modo da evitare la presenza di condizioni indefinite a seguito di una caduta della linea o del conduttore sul lato segnale, sarà necessario implementare e osservare rispettive misure di sicurezza.***
- ***Provvedere alle misure preventive necessarie in modo da poter riprendere regolarmente, dopo una perdita o una caduta di tensione, un programma precedentemente interrotto. In questo caso è assolutamente necessario evitare qualsiasi condizione di funzionamento ritenuta pericolosa.***
- ***Dispositivi di protezione per correnti di guasto ai sensi di DIN VDE 0641 Parte 1-3 non sono sufficienti in qualità di unica protezione da contatti indiretti in combinazione con sistemi di controllo a programma memorizzato. In tal caso sarà infatti necessario provvedere a ulteriori o addizionali misure di protezione.***
- ***I dispositivi di ARRESTO DI EMERGENZA ai sensi di EN 60204/IEC 204 VDE 0113 devono rimanere attivi in qualsiasi condizione di funzionamento del PLC. Un rilascio del dispositivo di ARRESTO DI EMERGENZA non dovrà provocare un rilancio non controllato o non definito.***
- ***In modo da evitare la presenza di condizioni indefinite a seguito di una caduta della linea o del conduttore sul lato segnale, sarà necessario implementare e osservare sul lato hardware e software rispettive misure di sicurezza.***
- ***Fare in particolare attenzione, durante l'impiego dei moduli, alla rigorosa osservanza dei dati caratteristici per grandezze elettriche e fisiche.***

Contenuto

1	Introduzione	
1.1	Il presente manuale	1-1
1.2	Ulteriori informazioni	1-1
2	Controllori programmabili	
2.1	Cos'è un PLC?	2-1
2.2	Elaborazione di programmi nel PLC	2-2
2.3	La famiglia MELSEC FX	2-4
2.4	Scelta del controllore	2-5
2.5	Architettura dei controllori	2-6
2.5.1	Circuiti di ingresso e uscita	2-6
2.5.2	Descrizione delle unità base MELSEC FX3G	2-6
2.5.3	Descrizione delle unità base MELSEC FX3GC	2-7
2.5.4	Descrizione delle unità base MELSEC FX3GE	2-7
2.5.5	Descrizione delle unità base MELSEC FX3S	2-8
2.5.6	Descrizione delle unità base MELSEC FX3U	2-9
2.5.7	Descrizione delle unità base MELSEC FX3UC	2-9
2.5.8	Descrizione delle unità base MELSEC FX5U	2-10
2.5.9	Descrizione delle unità base MELSEC FX5UC	2-10
2.5.10	Glossario degli elementi funzionali	2-11
3	Principi di programmazione	
3.1	Struttura di una istruzione di comando	3-1
3.2	Bit, byte e parole	3-2
3.3	Sistemi numerici	3-2

3.4	Set di comandi base	3-5
3.4.1	Inizio di link (collegamenti)	3-6
3.4.2	Output o attribuzione del risultato di un collegamento.	3-6
3.4.3	Considerazione dei trasduttori	3-8
3.4.4	Link AND	3-9
3.4.5	Link OR.	3-11
3.4.6	Istruzioni per l'unione di collegamenti	3-12
3.4.7	Esecuzione di link con comando sul fronte	3-14
3.4.8	Posiziona e ripristina	3-15
3.4.9	Salvataggio, lettura ed eliminazione del risultato di un collegamento . . .	3-17
3.4.10	Generazione di un impulso.	3-18
3.4.11	Funzione da interruttore principale (istruzione MC e MCR)	3-19
3.4.12	Inversione del risultato del collegamento.	3-20
3.5	Prima la sicurezza!	3-21
3.6	Attuazione di un compito di comando	3-23
3.6.1	Sistema d'allarme.	3-23
3.6.2	Serranda avvolgibile.	3-28

4 Operandi in dettaglio

4.1	Ingressi e uscite	4-1
4.2	Flag	4-3
4.2.1	Flag speciali	4-4
4.3	Timer	4-5
4.4	Contatori (Counter)	4-8
4.5	Registri.	4-11
4.5.1	Registri di dati	4-12
4.5.2	Registri speciali	4-13
4.5.3	Registri di file	4-14
4.6	Suggerimenti per la programmazione T e C	4-15
4.6.1	Impostazione indiretta del set point di timer e contatori.	4-15
4.6.2	Ritardo di disabilitazione	4-18
4.6.3	Ritardo all'abilitazione e disabilitazione	4-19
4.6.4	Clock.	4-20

5	Programmazione per esperti	
5.1	Generalità sulle istruzioni applicative	5-1
5.1.1	Inserimento di istruzioni applicative	5-10
5.2	Istruzioni per il trasferimento di dati	5-11
5.2.1	Trasferimento da singoli dati con un'istruzione MOV	5-11
5.2.2	Trasferimento di operandi a bit in gruppi	5-13
5.2.3	Trasferimento di dati contigui con un'istruzione BMOV	5-14
5.2.4	Trasferimento di dati uguali in più operandi di destinazione (FMOV).	5-15
5.2.5	Scambio di dati con moduli speciali	5-16
5.3	Istruzioni di confronto	5-19
5.3.1	L'istruzione CMP	5-19
5.3.2	Confronti all'interno di collegamenti logici	5-21
5.4	Istruzioni aritmetiche	5-24
5.4.1	Addizione	5-25
5.4.2	Sottrazione	5-26
5.4.3	Moltiplicazione	5-27
5.4.4	Divisione	5-28
5.4.5	Combinazione di istruzioni aritmetiche	5-29
6	Possibilità di espansione	
6.1	Generalità	6-1
6.2	In sintesi.	6-1
6.2.1	Moduli di espansione per ulteriori ingressi e uscite digitali	6-1
6.2.2	Moduli ingressi/uscite analogici	6-1
6.2.3	Moduli di comunicazione	6-2
6.2.4	Moduli di posizionamento	6-2
6.2.5	Unità di gestione MMI.	6-2
7	Elaborazione di valori analogici	
7.1	Moduli analogici	7-1
7.1.1	Criteri di scelta per moduli analogici	7-3
7.1.2	Adattatori, moduli d'adattamento e moduli speciali	7-4
7.2	Rassegna dei moduli analogici	7-5
	Indice	

1 Introduzione

1.1 Il presente manuale

Il manuale si propone di facilitarvi i primi passi nell'utilizzo dei controllori programmabili della famiglia MELSEC FX. Esso si rivolge in particolare agli utenti che non hanno ancora acquisito alcuna esperienza nella programmazione di controllori programmabili (PLC).

Questo manuale può però rendere più facile "passare" ai prodotti della famiglia MELSEC FX anche ai programmatori che finora hanno operato con controllori di altre marche.

Per indicare i diversi prodotti di una serie, in questo manuale si fa uso del simbolo "□" come jolly. Così, ad esempio, l'indicazione "FX3S-10□-□□" abbraccia tutti i controllori che iniziano per "FX3S-10", vale a dire FX3S-10MR-DS, FX3S-10MR-ES, FX3S-10MT-DSS e FX3S-10 MT-ESS.

1.2 Ulteriori informazioni

Per ulteriori informazioni e descrizioni dettagliate relative ai singoli prodotti vogliate fare riferimento ai manuali d'uso o installazione dei singoli moduli.

Il Catalogo Tecnico MELSEC FX, codice A36744, vi offre una sintesi dei controllori MELSEC della famiglia FX. Esso fornisce inoltre informazioni sulle possibilità di espansione e sugli optional di fornitura.

I diversi manuali introduttivi o le documentazioni di training facilitano i primi passi con il software di programmazione.

Potete trovare la documentazione dettagliata di tutte le istruzioni di programmazione per la serie FX3 nel Manuale di programmazione per la famiglia MELSEC FX, art. n. 132738.

Il Manuale di programmazione per la serie MELSEC iQ-F contiene le descrizioni dettagliate di tutte le istruzioni di programmazione per FX5U e FX5UC.

Le possibilità di comunicazione dei controllori MELSEC FX sono illustrate in dettaglio nel manuale di comunicazione.

I manuali e i cataloghi sono reperibili gratuitamente sulla homepage Mitsubishi Electric (<https://it3a.MitsubishiElectric.com/fa/it/>).

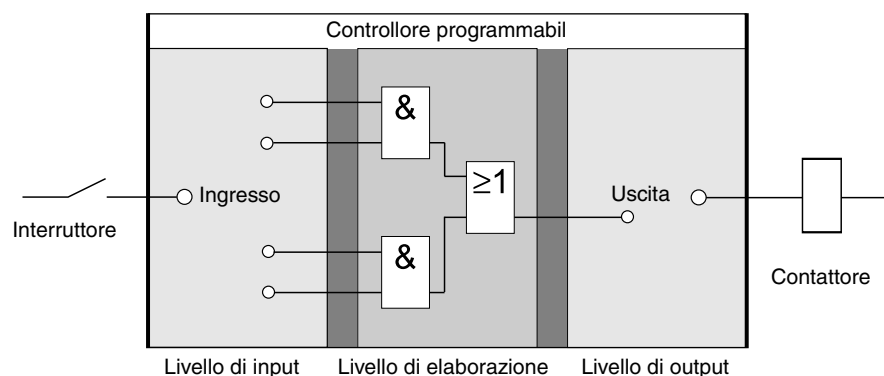
2 Controllori programmabili

2.1 Cos'è un PLC?

A differenza di un controller il cui funzionamento è determinato solo dal cablaggio, nel caso di un controllore programmabile (PLC) il funzionamento è definito da un programma. Anche un PLC ha bisogno di un cablaggio per il collegamento con il mondo esterno, ma è sempre possibile modificare il contenuto della memoria del programma e adattare il programma stesso a diversi compiti di controllo.

Con i controllori programmabili si inseriscono e si elaborano dei dati, avendo poi un nuovo output dei risultati di tale elaborazione. Questo processo si articola in:

- un livello d'impostazione,
- un livello di elaborazione
- e
- un livello di uscita.



Livello d'impostazione

Il livello d'impostazione serve a trasferire al livello di elaborazione segnali di comando, provenienti da interruttori, pulsanti o sensori.

I segnali di questi componenti si generano nel processo di controllo e sono portati agli ingressi come stato logico. Il livello d'impostazione trasferisce i segnali così trattati al livello di elaborazione.

Livello di elaborazione

Nel livello di elaborazione, i segnali rilevati e trattati dal livello d'impostazione vengono elaborati e associati in modo logico attraverso un programma in memoria. La memoria di programma del livello di elaborazione è liberamente programmabile. È sempre possibile variare il ciclo di elaborazione, modificando o sostituendo il programma memorizzato.

Livello di uscita

I risultati ottenuti nel programma dall'elaborazione dei segnali d'ingresso influenzano nel livello d'uscita gli elementi di contatto associati alle uscite, quali ad esempio relé, spie di segnalazione, elettrovalvole e così via.

2.2 Elaborazione di programmi nel PLC

Un PLC opera secondo un dato programma, che di norma viene generato esternamente al controllore, nel quale viene poi trasferito, salvandolo nella memoria di programma. Per la programmazione è importante sapere come il programma viene elaborato dal PLC.

Il programma consiste di una serie di singole istruzioni, che definiscono la funzione del comando. Il PLC elabora le istruzioni di comando una dopo l'altra (in sequenza) nell'ordine programmato.

L'intera esecuzione del programma si ripete costantemente, dando così luogo a una esecuzione ciclica del programma. Il tempo richiesto per l'esecuzione di un programma è definito tempo di ciclo del programma.

Procedura di immagine del processo

Nell'elaborare il programma nel PLC non si ha accesso diretto a ingressi ed uscite, ma alla loro immagine di processo:

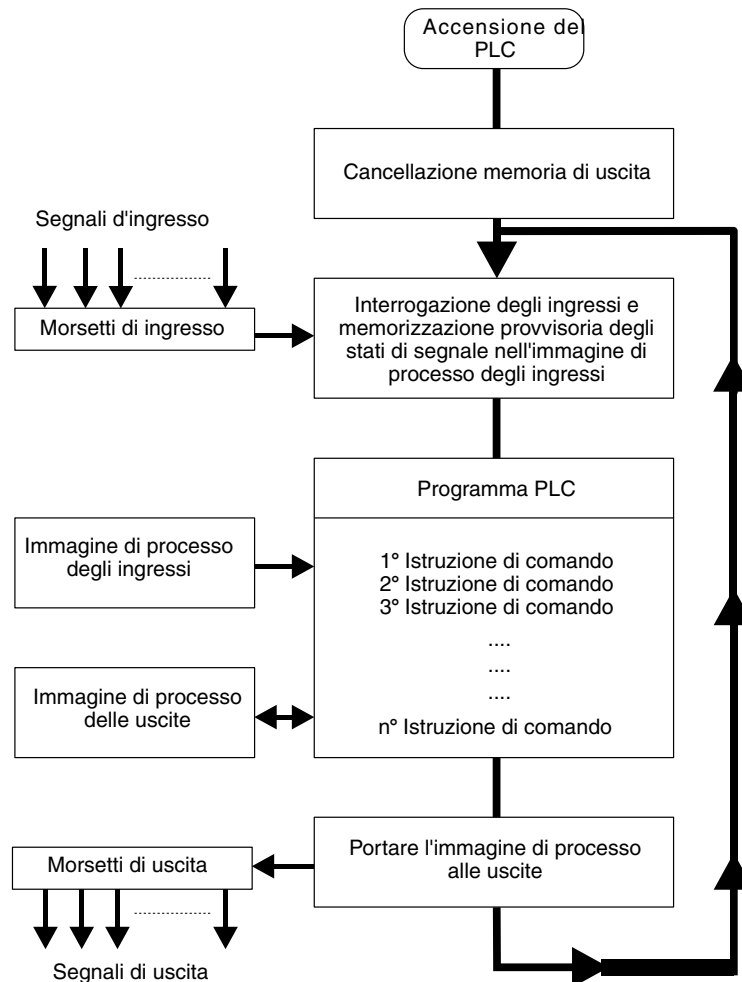


Immagine di processo degli ingressi

All'avvio di un ciclo di programma vengono interrogati e temporaneamente salvati gli stati dei segnali: s'impone così una cosiddetta immagine di processo degli ingressi.

Esecuzione del programma

Durante la successiva esecuzione del programma, il PLC accede agli stati d'ingresso salvati nell'immagine di processo. Eventuali modifiche di segnale agli ingressi sono quindi riconosciute solo nel ciclo di programma successivo.

Il programma viene elaborato dall'alto in basso, nella sequenza di input. I risultati intermedi sono ancora utilizzabili nello stesso ciclo di programma.

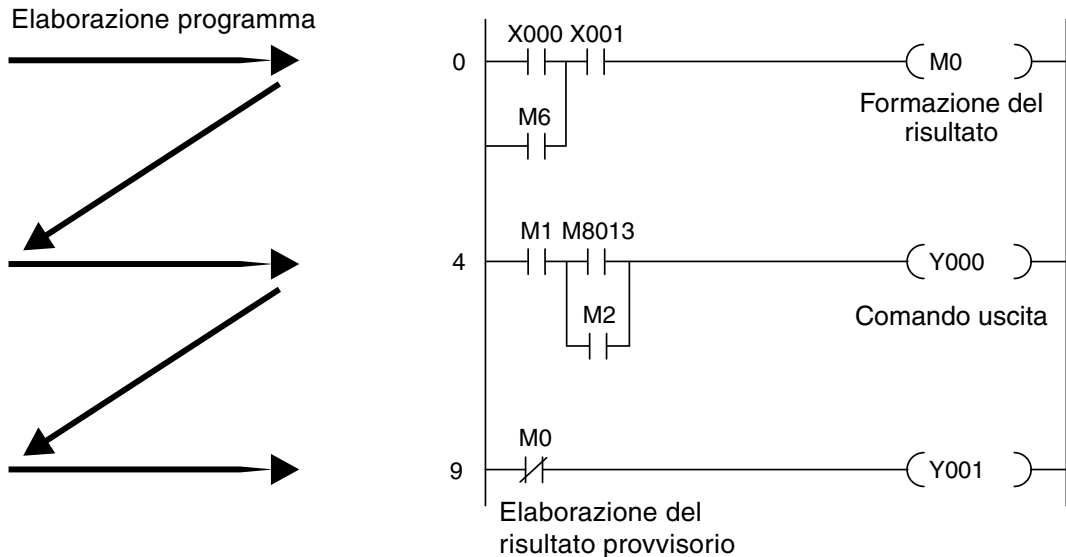


Immagine di processo delle uscite

I risultati delle connessioni (linkage) che riguardano le uscite sono temporaneamente collocati in una memoria uscite intermedia (immagine di processo delle uscite). Solo alla conclusione dell'esecuzione del programma i risultati intermedi sono trasferiti alle uscite. L'immagine di processo delle uscite resta conservata nella memoria uscite intermedia fino alla successiva sovrascrittura. Una volta assegnati i valori alle uscite, il ciclo di programma viene ripetuto.

Diversità di elaborazione dei segnali nel PLC rispetto al controller a programma cablato

Nel caso di un controllore con programmazione cablata, il programma è predeterminato dal tipo degli elementi funzionali e dalla loro connessione (cablaggio). Tutte le fasi di controllo sono eseguite contemporaneamente (in parallelo). Ogni modifica degli stati dei segnali in ingresso provoca una modifica immediata degli stati dei segnali in uscita.

Nel caso di un PLC, una modifica degli stati dei segnali d'ingresso durante l'esecuzione del programma può venire considerata solo al ciclo di programma successivo. Questo inconveniente è ampiamente compensato poi dai rapidi tempi di ciclo del programma. Il tempo di ciclo del programma dipende dal numero e dal tipo delle istruzioni di comando.

2.3 La famiglia MELSEC FX

I piccolissimi controllori compatti delle serie MELSEC FX offrono soluzioni convenienti per compiti di comando e posizionamento, da piccoli a medi, nell'industria, nel commercio e nella tecnica degli impianti domestici, con un numero di ingressi/uscite integrato che va da 10 a 256.

Tutti i controller della serie FX possono essere espansi per seguire i cambiamenti nell'applicazione e le crescenti esigenze dell'utente.

È anche data la possibilità di collegarsi a reti. In tal modo, i controllori della famiglia FX possono comunicare con altri controllori programmabili ed anche con sistemi di regolazione e HMI. A questo proposito, i sistemi PLC sono, da un lato, integrabili in reti MITSUBISHI ELECTRIC come stazioni locali e inseribili, dall'altro, in reti aperte (quali, per esempio, PROFIBUS/DP) come unità slave.

La famiglia MELSEC FX offre inoltre la possibilità di strutturare una rete a caduta multipla (multi-drop) e una rete paritetica (peer-to-peer).

Tutti i controller descritti in questo manuale gestiscono diversi moduli di espansione, che li rendono la scelta giusta per applicazioni e attività complesse con funzioni speciali come la gestione di segnali analogici di ingresso o uscita e la connettività di rete.

Tutti i tipi di controllori sono parte integrante della grande famiglia MELSEC FX e sono compatibili tra loro.

Dat	FX3G	FX3GC	FX3GE	FX3S	FX3U	FX3UC	FX5U	FX5UC
Numero max di indirizzi I/O integrati	60	32	40	30	128	96	80	96
Espandibilità (numero max I/O)	256	256	256	— ^①	384	384	512	512
Memoria di programma (passi)	32000	32000	32000	4000	64000	64000	64000	64000
Tempo di ciclo per istruzione logica (μs)	0,21/0,42	0,21/0,42	0,21/0,42	0,21	0,065	0,065	0,034	0,034
Ingressi analogici integrati	—	—	2	2 ^②	—	—	2	—
Uscite analogiche integrate	—	—	1	—	—	—	1	—
Porta di comunicazione integrata	RS422 USB	RS422 USB	RS422 USB Ethernet	RS422 USB	RS422	RS485	RS485 Ethernet	RS485 Ethernet
Moduli speciali collegabili max	8 a destra 4 a sinistra	8 a destra 4 a sinistra	8 a destra 2 a sinistra	2 a sinistra	8 a destra 10 a sinistra	8 a destra 6 a sinistra	16 a destra 6 a sinistra	16 a destra 6 a sinistra

① Alle unità base della serie FX3S non possono essere collegate unità di espansione con I/O digitali. Tuttavia un adattatore di espansione con 4 ingressi digitali o 2 uscite digitali può essere installato direttamente nell'unità base FX3S.

② Solo per FX3S-30M□/E□-2AD.

2.4 Scelta del controllore

Le unità base della famiglia MELSEC FX sono disponibili in diverse versioni in relazione alla tensione di alimentazione e alla tipologia delle uscite. Potete scegliere tra unità con tensione di alimentazione di 100–240 V AC o 24 V DC oppure 12–24 V DC e tra le varianti di uscita a relè e transistor.

Serie	I/O	Tipo	Numero ingressi	Numero uscite	Alimentazione	Tipo uscite
FX3G	14	FX3G-14M□/□□□	8	6	A scelta 24 V DC o 100–240 V AC	A scelta, transistor o relè
	24	FX3G-24M□/□□□	14	10		
	40	FX3G-40M□/□□□	24	16		
	60	FX3G-60M□/□□□	36	24		
FX3GC	32	FX3GC-32MT/D□□	16	16	24 V DC	Transistor
FX3GE	24	FX3GE-24□/□□□	14	10	24 V DC o 100–240 V AC	A scelta, transistor o relè
	40	FX3GE-40□/□□□	16	14		
FX3S	10	FX3S-10M□/ES□	6	4	24 V DC o 100–240 V AC	A scelta, transistor o relè
	14	FX3S-14M□/ES□	8	6		
	20	FX3S-20M□/ES□	12	8		
	30	FX3S-30M□/ES□	16	14		
FX3U	16	FX3U-16M□/□□	8	8	A scelta 24 V DC o 100 – 240 V AC	A scelta, transistor o relè
	32	FX3U-32M□/□□	16	16		
	48	FX3U-48M□/□□	24	24		
	64	FX3U-64M□/□□	32	32		
	80	FX3U-80M□/□□	40	40		
	128	FX3U-128M□/□□	64	64	Solo 100–240 V AC	A scelta, transistor o relè
FX3UC	16	FX3UC-16M□/□□□	8	8	24 V DC	Transistor
	32	FX3UC-32M□/□□□	16	16		
	64	FX3UC-64M□/□□□	32	32		
	128	FX3UC-96M□/□□□	48	48		
FX5U	32	FX5U-32M□/□□□	16	16	A scelta 24 V DC o 100–240 V AC	A scelta, transistor o relè
	64	FX5U-64M□/□□□	32	32		
	80	FX5U-80M□/□□□	40	40		
FX5UC	32	FX5UC-32MT/D□□	16	16	24 V AC	Transistor
	64	FX5UC-64MT/D□□	32	32		
	80	FX5UC-96MT/D□□	48	48		

Per una giusta scelta del controllore occorre tenere conto dei seguenti criteri:

- Quanti segnali, cioè quanti contatti esterni da interruttori, pulsanti e sensori, si devono rilevare?
- Quali e quante funzioni si devono gestire?
- Di quale tensione d'alimentazione si dispone?
- Quali carichi sono gestiti alle uscite? Uscite a relè, quando occorre gestire carichi elevati; uscite a transistor, per procedure di gestione rapide, senza scatti.

2.5 Architettura dei controllori

Tutte le unità sono in linea di principio strutturate allo stesso modo. I principali elementi funzionali e gruppi sono illustrati in una tabella al paragrafo 2.5.7.

2.5.1 Circuiti di ingresso e uscita

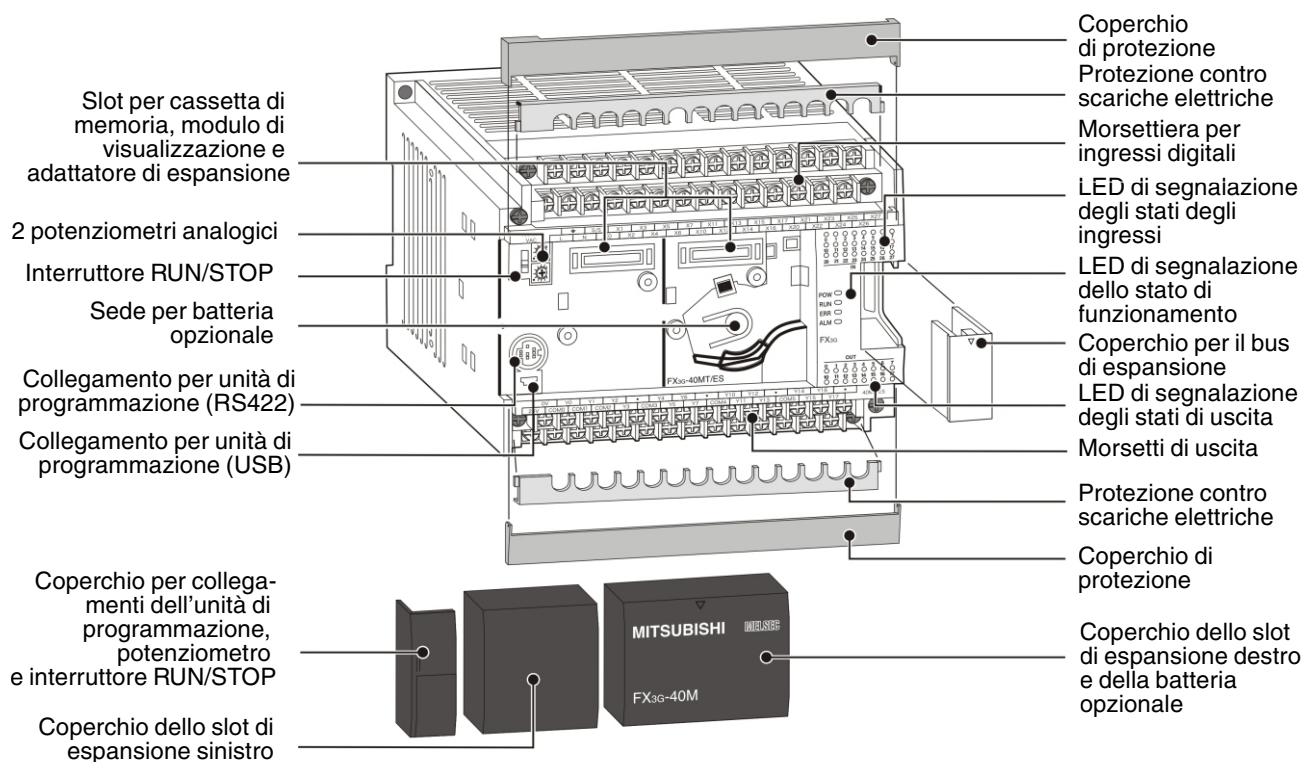
I **circuiti di ingresso** sono realizzati come ingressi senza contatto. L'isolamento dai circuiti di commutazione nel PLC ha luogo attraverso una cosiddetta separazione galvanica tramite optoisolatore.

I **circuiti di uscita** sono realizzati come uscite o a relé o a transistor. L'isolamento dai circuiti di commutazione nel PLC avviene con moduli a transistor, anche qui per separazione galvanica tramite optoisolatore.

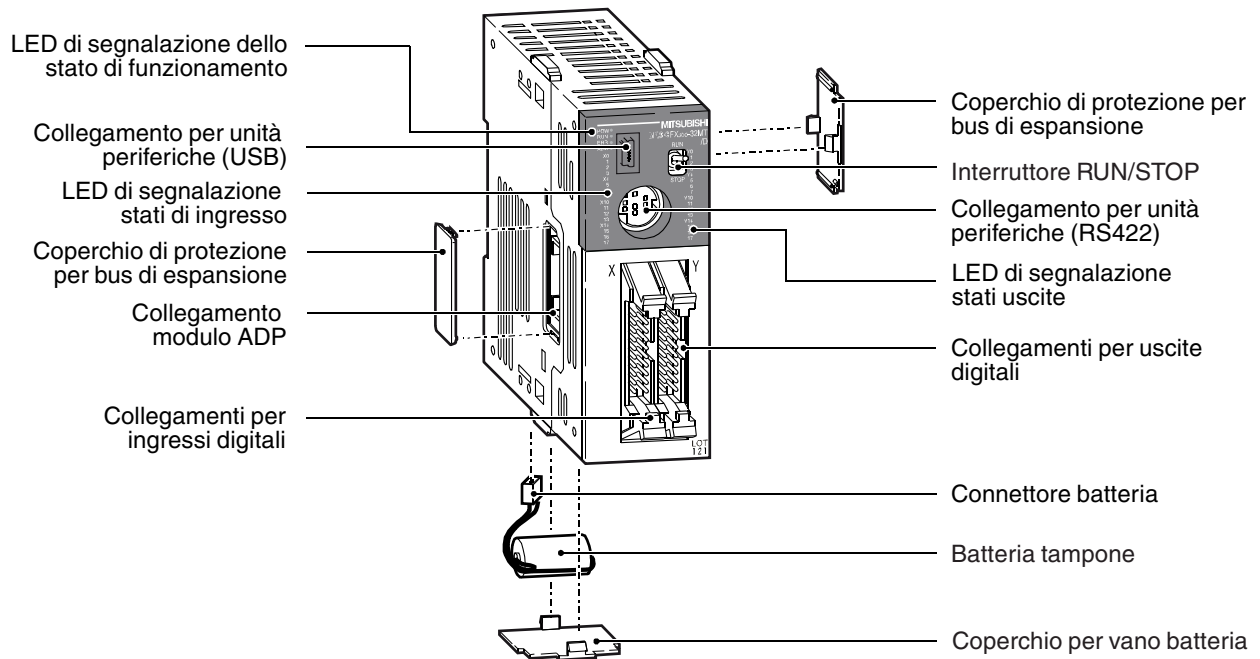
Tutti gli ingressi digitali necessitano, come tensione di commutazione, di una determinata tensione d'ingresso (ad esempio, 24 V DC). Questa può essere ottenuta tramite l'alimentatore incorporato del PLC. Se la tensione di commutazione in ingresso è inferiore al valore nominale indicato (< 24 V), l'ingresso non viene elaborato.

La corrente d'uscita massima è 2 A con tensione alternata 250 V al carico ohmico, nei moduli a relé, e 0,5 A con tensione continua 24 V al carico ohmico, per i moduli a transistor.

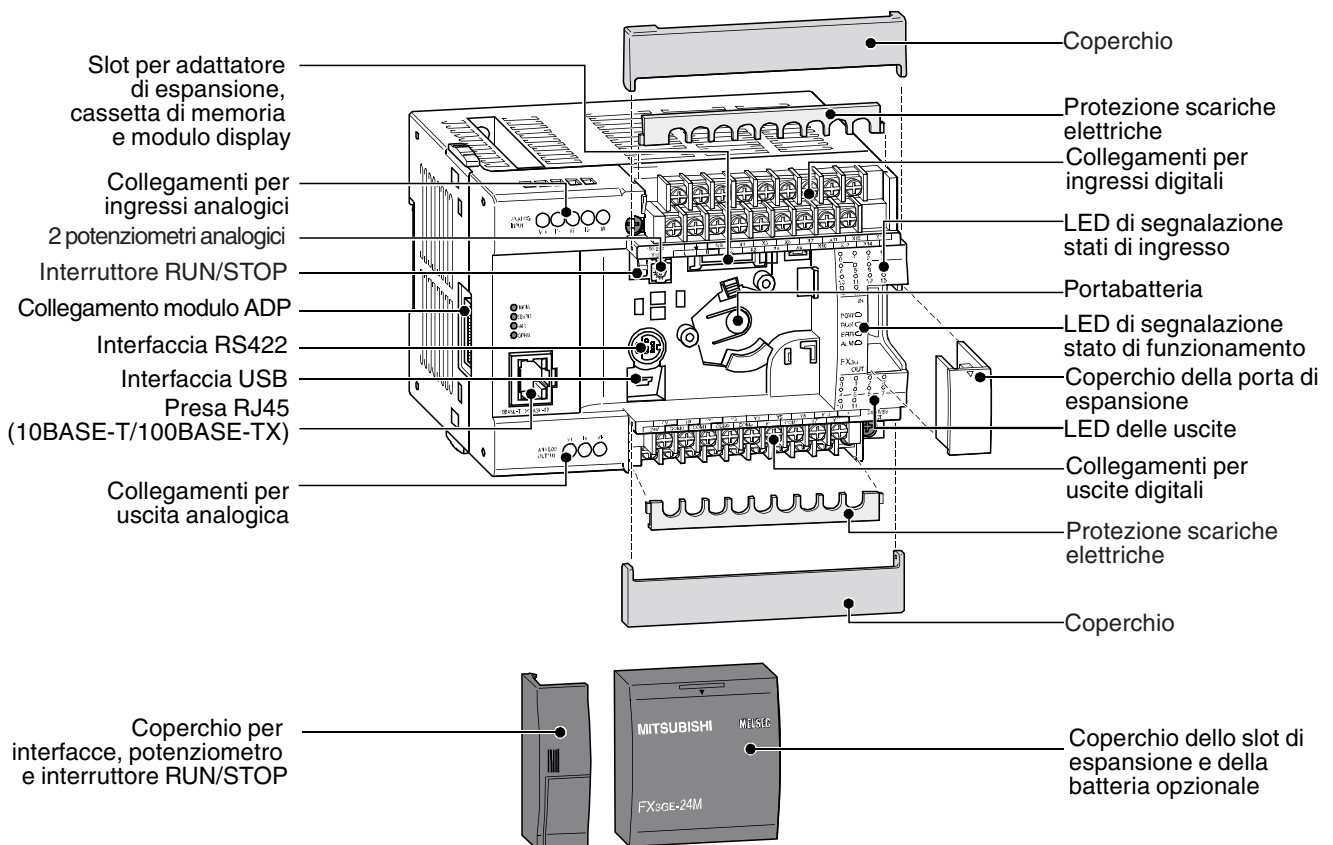
2.5.2 Descrizione delle unità base MELSEC FX3G



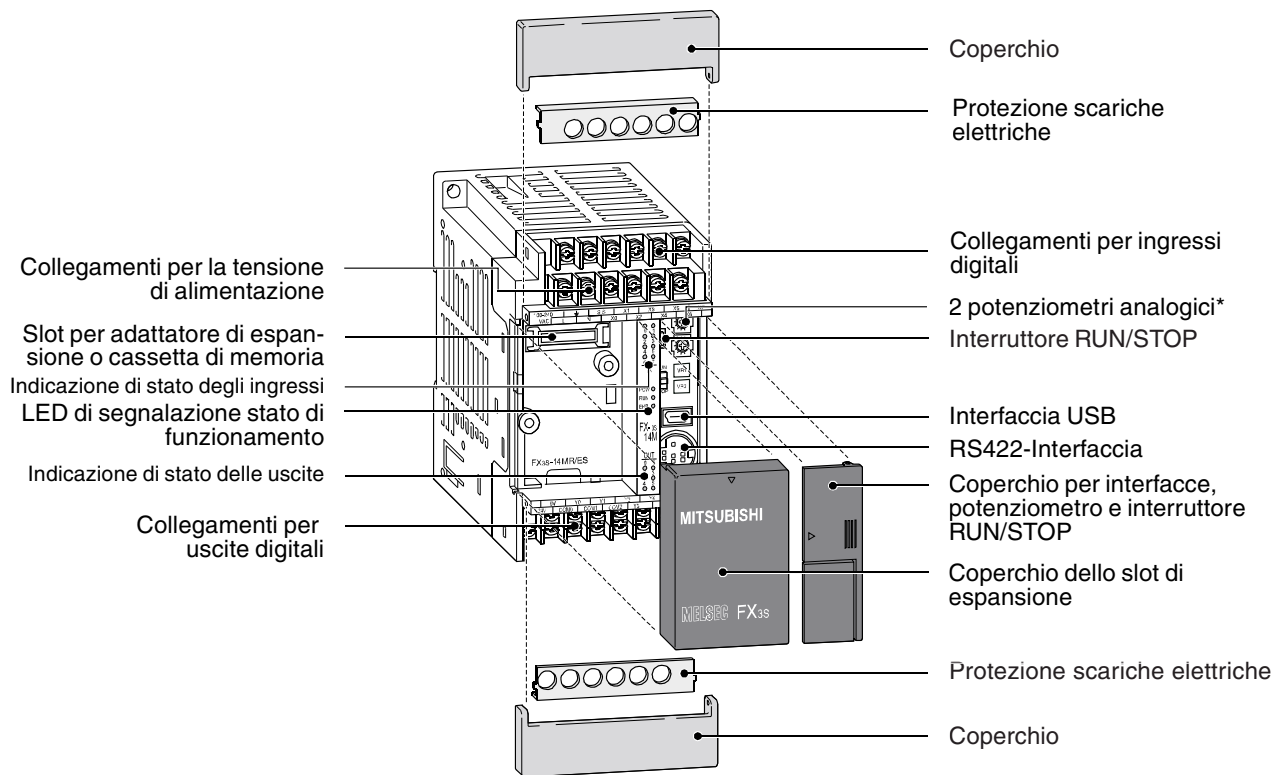
2.5.3 Descrizione delle unità base MELSEC FX3GC



2.5.4 Descrizione delle unità base MELSEC FX3GE

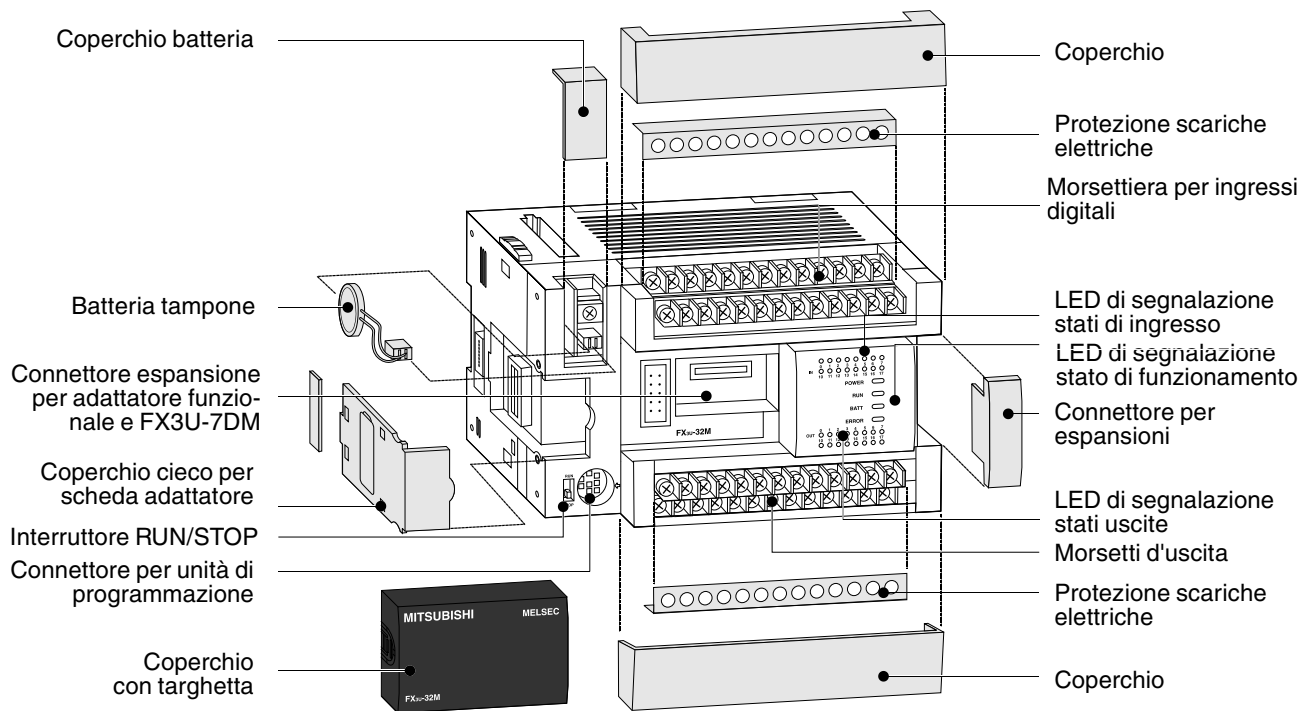


2.5.5 Descrizione delle unità base MELSEC FX3S

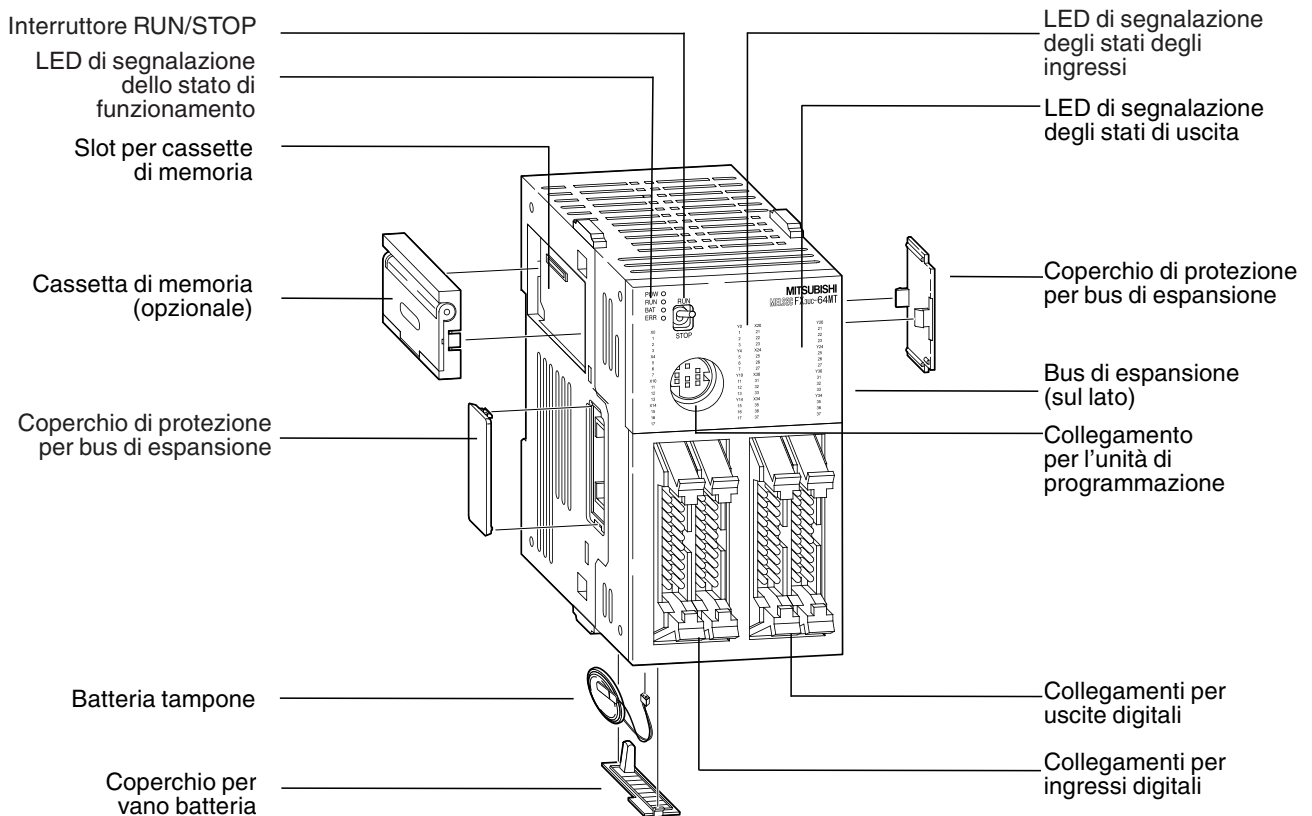


* Le unità base FX3S-30M□/E□-2AD non sono dotate di potenziometri analogici. Nella stessa posizione in queste unità base vi sono i collegamenti per gli ingressi analogici integrati.

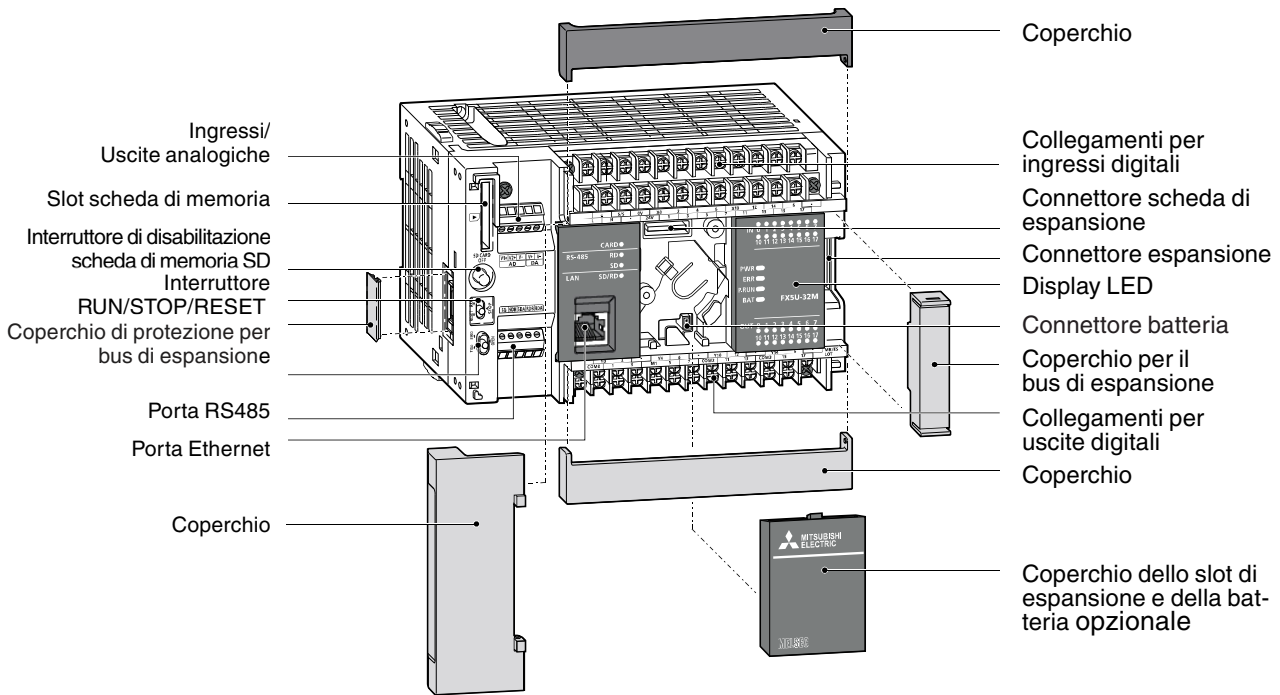
2.5.6 Descrizione delle unità base MELSEC FX3U



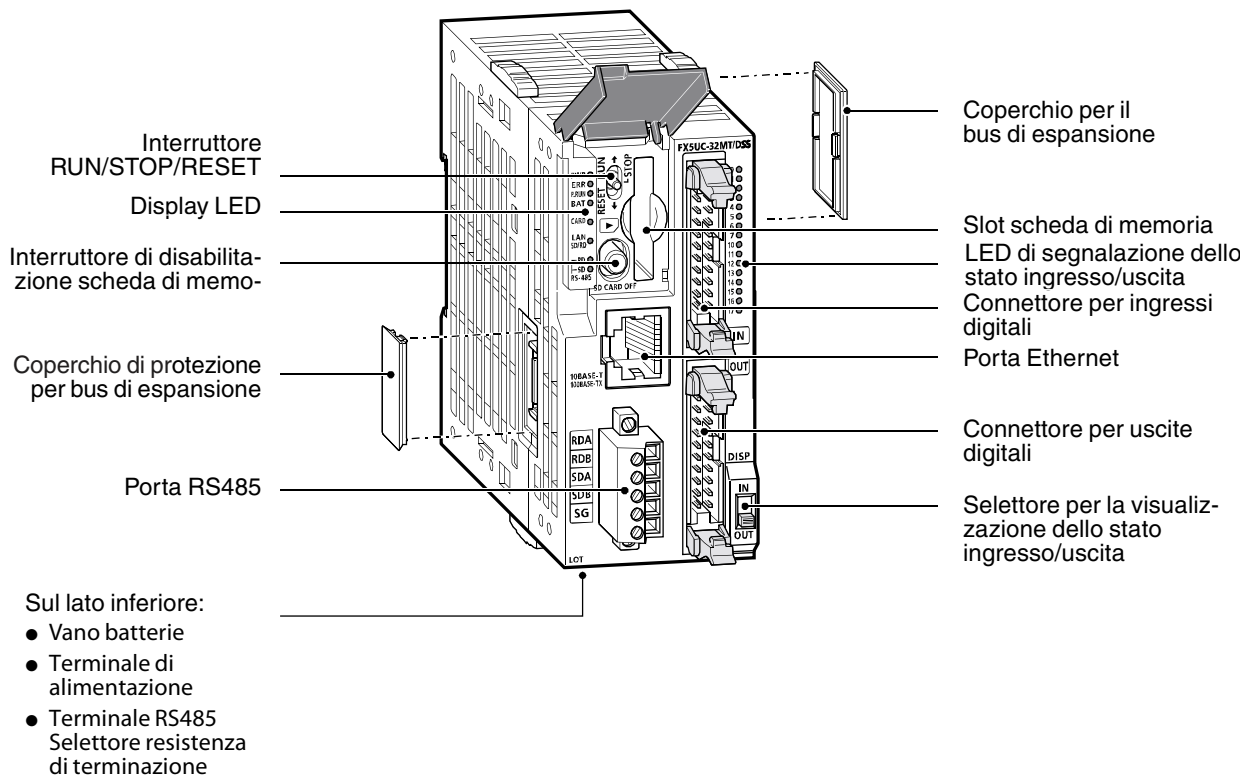
2.5.7 Descrizione delle unità base MELSEC FX3UC



2.5.8 Descrizione delle unità base MELSEC FX5U



2.5.9 Descrizione delle unità base MELSEC FX5UC



2.5.10 Glossario degli elementi funzionali

La seguente tabella riporta il significato e le modalità funzionali dei singoli componenti e gruppi del PLC.

Funzione	Descrizione
Connettore per schede adattatori	In quest'interfaccia si possono inserire adattatori di espansione opzionali. Sono disponibili adattatori in diverse versioni per tutte le serie FX (eccetto FX3GC e FX5UC), che offrono all'unità base la possibilità di ulteriori espansioni o interfacce di comunicazione. Gli adattatori possono essere direttamente inseriti nel vano previsto.
Connettore per unità di programmazione	A questo connettore è possibile collegare l'unità di programmazione manuale FX-20P-E o un personal computer esterno oppure un notebook con software di programmazione (es. GX Works2 FX)
EEPROM	Memorie di scrittura/lettura, in cui con il software di programmazione è possibile scrivere oppure da cui è possibile leggere il programma di lavoro. Queste memorie sono memorie fisse: esse conservano le vostre informazioni anche in caso di mancanza di tensione e non hanno perciò bisogno di batterie tampone.
Slot per cassette memoria	In questo slot è possibile inserire cassette di memoria disponibili in opzione. Inserendo queste cassette, viene esclusa la memoria interna del controllore e viene elaborato solo il programma impostato nella rispettiva cassetta di memoria.
Bus d'espansione	A questo bus d'espansione è possibile collegare, oltre a unità d'espansione I/O supplementari, anche moduli speciali per l'ulteriore potenziamento del sistema del PLC. Una tabella riassuntiva di tali moduli è riportata al capitolo 6 del presente manuale.
Potenzimetri analogici	Con il potenziometro analogico è possibile impostare valori di set point. La rispettiva impostazione può essere interrogata tramite il programma ed utilizzata per timer, uscita impulsi o simili (v. par. 4.6.1)
Alimentatore di servizio	L'alimentatore di servizio (non per FX3GC, FX3UC e FX5UC) fornisce tensione continua regolata a 24 V per alimentare i segnali d'ingresso e i sensori. La capacità di carico di questo alimentatore dipende dal tipo di controllore (Per es. FX3G, FX3GE e FX3S: 400 mA; FX3U: 400 risp. 600 mA; FX5U: 400 a 770 mA)
Ingressi digitali	Sugli ingressi digitali vengono rilevati i segnali di comando degli interruttori, pulsanti e sensori ad essi collegati. Si possono rilevare gli stati ON (è presente tensione) o OFF (non c'è tensione).
Uscite digitali	Alle uscite digitali si possono collegare, in funzione dell'applicazione e tipo d'uscita, azionatori e attuatori, come ad esempio connettori.
LED stati ingressi	Tramite i led per gli stati d'ingresso viene segnalato a quale ingresso è presente un segnale, cioè è presente una tensione definita. Se il led corrispondente s'illumina, allora c'è presenza di tensione e quindi un segnale di comando sull'ingresso e l'ingresso è abilitato.
LED stati uscite	Gli stati delle uscite, vale a dire la condizione per cui un'uscita è abilitata o disabilitata, sono segnalati da led. Le uscite del controllore possono in questo caso gestire tensioni diverse, a seconda del tipo e della versione.
LED di segnalazione stato di funzionamento	I led "RUN", "POWER", e "ERROR" segnalano lo stato attuale di funzionamento del PLC ed indicano se c'è tensione (POWER), se il PLC sta elaborando il programma in memoria (RUN) o se è presente un guasto (ERROR).
Batteria	La batteria assicura la bufferizzazione della memoria RAM interna del PLC MELSEC in caso di mancanza di tensione (solo con FX3GC, FX3U e FX3UC). Serve a bufferizzare l'area latch per timer, contatori e flag. Inoltre fornisce tensione all'orologio integrato quando viene tolta tensione al PLC. Per le unità base FX5U e FX5UC, la batteria è opzionale, un condensatore memorizza i dati dell'orologio integrato in caso di mancanza di alimentazione.
Interruttore RUN/STOP	I PLC MELSEC possiedono due modalità di azionamento: "RUN" e "STOP". Con l'interruttore RUN/STOP si può passare da un modo funzionale all'altro. In modalità "RUN", il controllore elabora il programma impostato. In modalità "STOP" non si ha l'elaborazione di alcun programma e si può procedere a programmare il controllore.

3 Principi di programmazione

Un programma è costituito da una serie di singole istruzioni di comando, che determinano il funzionamento del controllore e vengono elaborate dal PLC nella sequenza programmata. All'atto della programmazione si deve quindi scomporre il processo di controllo vero e proprio in singole istruzioni. Una istruzione di comando è l'unità più piccola di un programma applicativo del PLC.

3.1 Struttura di una istruzione di comando

Una istruzione di comando è costituita da una istruzione (ordine) e da uno o anche, in caso di istruzioni applicative, più operandi. Alcune istruzioni di comando fanno anche a meno di operandi. Queste istruzioni guidano l'elaborazione del programma nel PLC.

All'atto della programmazione, ogni istruzione di comando viene provvista di un codice di livello, definendo così in modo inequivocabile la sua posizione nel programma: una stessa istruzione, infatti, può essere utilizzata più volte nel programma con lo stesso operando.

Rappresentazione di una istruzione in diagramma a scale (sinistra) e elenco istruzioni (destra).



L'ordine descrive quanto si deve fare, cioè la funzione che il controllore deve svolgere. L'operando indica con cosa si deve fare qualcosa. La sua definizione si compone della sigla dell'operando e dell'indirizzo dell'operando.



Esempi di definizioni di operandi:

Sigla operando	Tipo	Descrizione
X	Ingresso	Morsetto d'ingresso del PLC (es.: interruttore)
Y	Uscita	Morsetto d'uscita del PLC (es.: contattore o spia)
M	Flag	Memoria transitoria nel PLC, che può assumere due stati ("ON" o "OFF")
T	Timer	"Relè temporizzatore" per realizzare funzioni legate al tempo
C	Counter	Contatore
D	Registro dati	Memoria dati nel PLC, in cui possono essere caricati, ad esempio, valori di misura o risultati di calcoli

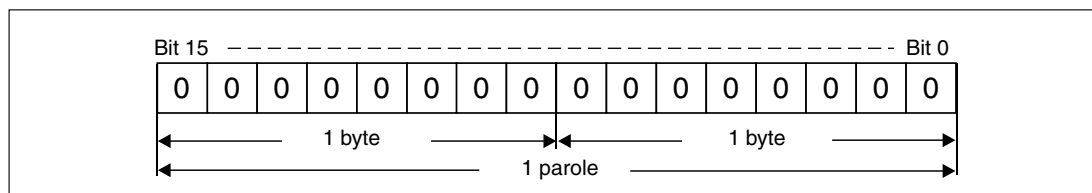
Gli operandi sono ampiamente descritti al capitolo 4.

Poiché, per esempio, sono presenti diversi ingressi, indicando l'indirizzo dell'operando si definisce un singolo ingresso.

3.2 Bit, byte e parole

La più piccola unità d'informazione di un PLC (e nella tecnologia digitale in genere) è il "bit". Un bit può assumere solo due stati: "0" (escluso o non vero) e "1" (abilitato o vero.). Nel PLC, i bit vi vengono incontro, ad esempio, sotto forma di ingressi, uscite e flag, i cosiddetti **operandi a bit**.

8 bit danno un byte, due byte formano una parola. In un PLC MELSEC della famiglia FX, per esempio, i registri di dati appartengono agli **operandi a parole**.



Per la loro dimensione pari a 16 bit, in ogni registro si possono memorizzare valori nei limiti da -32768 a 32767 (cfr. par. 3.3). Se ciò non fosse sufficiente, è possibile riassumere due parole in una doppia parola di 32 bit, nella quale si possono allora raccogliere valori da -2 147 483 648 a 2 147 483 647. Di questa possibilità si fa uso, ad esempio, nel caso di contatori.

3.3 Sistemi numerici

In un PLC MELSEC della famiglia FX si utilizzano diversi sistemi numerici. Essi servono per impostare o visualizzare valori e per fornire l'indirizzo di un operando.

Numeri decimali

Ogni giorno abbiamo a che fare con numeri decimali. La loro base è "10", il che significa che, se si continua a contare dopo essere arrivati a 9, si ha ogni volta un riporto alla decade successiva (9 10, 19 20, 29 30 ecc.).

- Base: 10
- Numeri: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

Con numeri decimali vengono indicati, in un PLC MELSEC della famiglia FX, costanti e set point di timer e contatori. Anche gli indirizzi degli operandi – ad esclusione degli ingressi e uscite – sono indicati in formato decimale.

Numeri binari (Sistema numerico duale)

Come tutti i computer, un PLC elabora solo informazioni IN/OUT o 0/1, salvate in singoli bit (informazioni binarie). Se si impostano o visualizzano numeri in altri formati, il software di programmazione trasforma automaticamente i diversi sistemi numerici.

- Base: 2
- Numeri: 0 und 1

Quando si salvano numeri binari in una parola, i singoli bit ottengono determinate valenze:

2^{15}	2^{14}	2^{13}	2^{12}	2^{11}	2^{10}	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Rappresentazione a base 2	Valore decimale	Rappresentazione a base 2	Valore decimale
2^0	1	2^8	256
2^1	2	2^9	512
2^2	4	2^{10}	1024
2^3	8	2^{11}	2048
2^4	16	2^{12}	4096
2^5	32	2^{13}	8192
2^6	64	2^{14}	16384
2^7	128	2^{15}	32768*

* Con valori binari, il bit 15 viene utilizzato per indicare il segno (bit 15 = 0: valore positivo, bit 15 = 1: valore negativo)

Per passare da un numero binario a un numero decimale, si trasformano i bit, che sono "1", in un valore decimale che corrisponde alla loro valenza, addizionando poi i singoli valori.

Esempio ▽

00000010 00011001 (binario)

00000010 00011001 (binario) = $1 \times 2^9 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^0$

00000010 00011001 (binario) = $512 + 16 + 8 + 1$

00000010 00011001 (binario) = 537 (decimale)

△

Sistemi esadecimale

È possibile generare facilmente numeri esadecimali da numeri binari; per questo motivo, si fa spesso uso di numeri esadecimali nella tecnologia digitale e nei controllori programmabili. Nei controllori MELSEC della famiglia FX, i numeri esadecimali sono utilizzati per indicare le costanti. Nel manuale di programmazione e nei manuali relativi ai singoli moduli, i numeri esadecimali sono sempre indicati con l'aggiunta di una "H", per evitare di confonderli con numeri decimali (es.: 12345H)

- Base: 16
- Cifre: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F (Le lettere A, B, C, D, E e F corrispondono ai valori decimali 10, 11, 12, 13, 14 e 15)

Nel sistema esadecimale, dopo ogni conteggio fino a FH si ha sempre, continuando a contare, un riporto alla posizione successiva (FH 10H, 1FH 20H, 2FH 30H). Ogni posizione ha una valenza a base 16.

1A7FH

$16^0 = 1$
 $16^1 = 16$
 $16^2 = 256$
 $16^3 = 4096$

(In questo esempio: $15 \times 1 = 15$)

(In questo esempio: $7 \times 16 = 112$)

(In questo esempio: $10 \times 256 = 2560$)

(In questo esempio: $1 \times 4096 = 4096$)

6783 (decimale)

L'esempio che segue vuole dimostrare la semplicità del passaggio sopra ricordato da numeri binari a numeri esadecimali, e viceversa:

1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	binario
15				5				11				9				decimale*
F				5				B				9				esadecimali

* Nel passare a valori decimali si trasformano sempre 4 bit. Il numero decimale che si ottiene non corrisponde al valore del numero binario completo a 16 bit!

Sistema numerico ottale

Sulle unità base della famiglia FX, ad esempio, non sono presenti gli ingressi X8 e X9, e neppure le uscite Y8 e Y9. Il fatto è che in un PLC MELSEC gli ingressi e le uscite sono numerati in sistema numerico ottale. In questo caso, essendo utilizzato come base l'"8", i numeri 8 e 9 non esistono. Dopo un calcolo fino a 8, per continuare a contare si ha sempre un riporto alla posizione successiva (da 0 a 7, da 10 a 17 da 70 a 77, da 100 a 107 ecc.).

- Base: 8
- Cifre: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

In sintesi

Nella tabella che segue si confrontano ancora una volta i quattro sistemi numerici descritti in precedenza:

Numero decimale	Numero ottale	Numero esadecimale	Numero binario
0	0	0	0000 0000 0000 0000
1	1	1	0000 0000 0000 0001
2	2	2	0000 0000 0000 0010
3	3	3	0000 0000 0000 0011
4	4	4	0000 0000 0000 0100
5	5	5	0000 0000 0000 0101
6	6	6	0000 0000 0000 0110
7	7	7	0000 0000 0000 0111
8	10	8	0000 0000 0000 1000
9	11	9	0000 0000 0000 1001
10	12	A	0000 0000 0000 1010
11	13	B	0000 0000 0000 1011
12	14	C	0000 0000 0000 1100
13	15	D	0000 0000 0000 1101
14	16	E	0000 0000 0000 1110
15	17	F	0000 0000 0000 1111
16	20	10	0000 0000 0001 0000
:	:	:	:
99	143	63	0000 0000 0110 0011
:	:	:	:

3.4 Set di comandi base

Le istruzioni di un PLC MELSEC della famiglia FX sono distinguibili in un set di comandi base e nelle cosiddette istruzioni applicative.

Le funzioni delle istruzioni del set di comandi base sono paragonabili a quelle che si generano con il cablaggio nei tradizionali circuiti elettrici. Mentre il set di comandi base è gestito da tutti i controllori MELSEC della famiglia FX, nel caso delle istruzioni applicative si devono osservare delle limitazioni (v. cap. 5).

Il set di comandi base nel complesso

Istruzione	Significato	Descrizione	Riferimento
LD	Carica	Inizio di un link con interrogazione su stato di segnale "1"	par. 3.4.1
LDI	Carica inversam.	Inizio di un link con interrogazione su stato di segnale "0"	
OUT	Istrui. d'uscita	Assegnazione del risultato di un link	par. 3.4.2
AND	E	Link E con interrogazione su stato di segnale "1"	par. 3.4.4
ANI	E-NO	Link E con interrogazione su stato di segnale "0"	
OR	O	Link O con interrogazione su stato di segnale "1"	par. 3.4.5
ORI	O-NO	Link O con interrogazione su stato di segnale "0"	
ANB	E-blocco	Collegamento in serie di link paralleli	par. 3.4.6
ORB	O-blocco	Collegamento in parallelo di link collegati in serie	
LDP	Link con fronte di comando	Istruzione Carica con fronte in salita dell'operando	par. 3.4.7
LDF		Istruzione Carica con fronte in discesa dell'operando	
ANDP		Link E con fronte in salita dell'operando	
ANDF		Link E con fronte in discesa dell'operando	
ORP		Link O con fronte in salita dell'operando	
ORF		Link O con fronte in discesa dell'operando	
SET	Imposta operando	Attribuzione di uno stato di segnale, che si conserva una volta non più soddisfatta la condizione d'ingresso	par. 3.4.8
RST	Ripristina operando		
MPS	Salva, leggi e cancella risultati transitori di link	Salvataggio del risultato di un link	par. 3.4.9
MRD		Lettura del risultato salvato di un link	
MPP		Lettura e eliminazione del risultato salvato di un link	
PLS	Genera impulsi	Impostazione di un operando* per la durata di un ciclo di programma con fronte in salita della condizione d'ingresso	par. 3.4.10
PLF		Impostazione di un operando* per la durata di un ciclo di programma con fronte in discesa della condizione d'ingresso	
MC	Controllo master	Attivazione elaborazione di parti di programma	par. 3.4.11
MCR	Reset controllo master		
INV	Inverti	Inversione risultato del link	par. 3.4.12

3.4.1 Inizio di link (collegamenti)

Istruzione	Significato	Simbolo	GX Works2 FX
LD	Istruzione Carica Inizio di un link con interrogazione sustato di segnale "1"		
LDI	Istruzione Carica, Inizio di un link con interrogazione sustato di segnale "0"		

Un percorso di corrente inizia sempre con un'istruzione LD o un'istruzione LDI. Come operandi si possono indicare ingressi, flag, timer, ma anche contatori.

Nel seguente paragrafo troverete esempi di applicazione di tali istruzioni in relazione all'istruzione OUT.

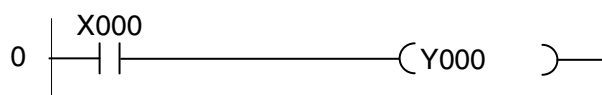
3.4.2 Output o attribuzione del risultato di un collegamento

Istruzione	Significato	Simbolo	GX Works2 FX
OUT	Istruzione di uscita Assegnazione del risultato di un link		

Con un'istruzione di uscita (OUT) si può terminare un percorso di corrente. Come risultato di un collegamento si possono anche programmare diverse istruzioni OUT. Il risultato del collegamento, che è stato attribuito a un operando con una istruzione OUT, può essere utilizzato nei successivi passi di programma come stato di segnale d'ingresso.

Esempio (istruzione LD e OUT)

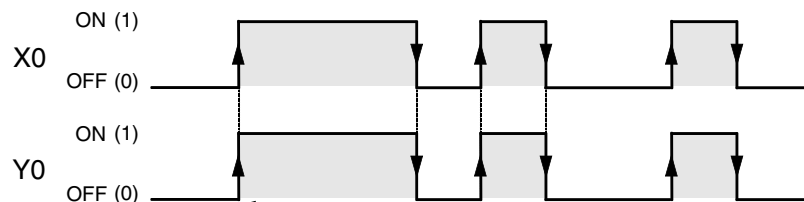
Ladder



Lista istruzioni

```
0 LD X000
1 OUT Y000
```

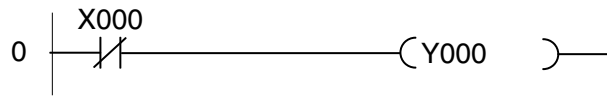
Con queste due istruzioni risulta il seguente andamento di segnale:



La condizione dell'istruzione LD (interrogazione su stato di segnale "1") è soddisfatta, il risultato del link è perciò anch'esso "1" e l'uscita si abilita.

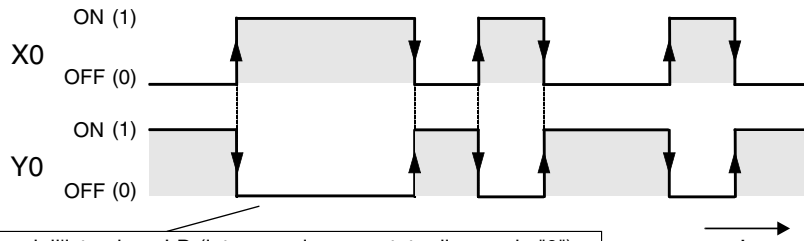
Esempio (istruzione LDI e OUT)

Ladder



Lista istruzioni

0 LDI X000
1 OUT Y000

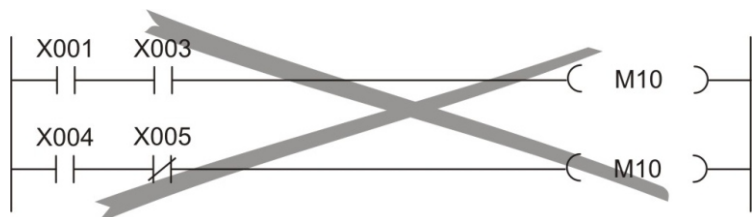


La condizione dell'istruzione LD (interrogazione su stato di segnale "0") non è più soddisfatta: l'uscita viene disabilitata.

Doppia occupazione di flag o uscite

A un operando si dovrebbe attribuire un risultato di collegamento in un solo punto del programma.

Elaborando il programma dall' "alto in basso", la prima attribuzione per M10 viene soprascritta dalla seconda attribuzione.





Modificando questa parte di programma, tutti i link di ingresso vengono considerati.



3.4.3 Considerazione dei trasduttori

Prima di descrivere altre istruzioni, occorre addentrarci brevemente nel significato dei segnali dei trasduttori.

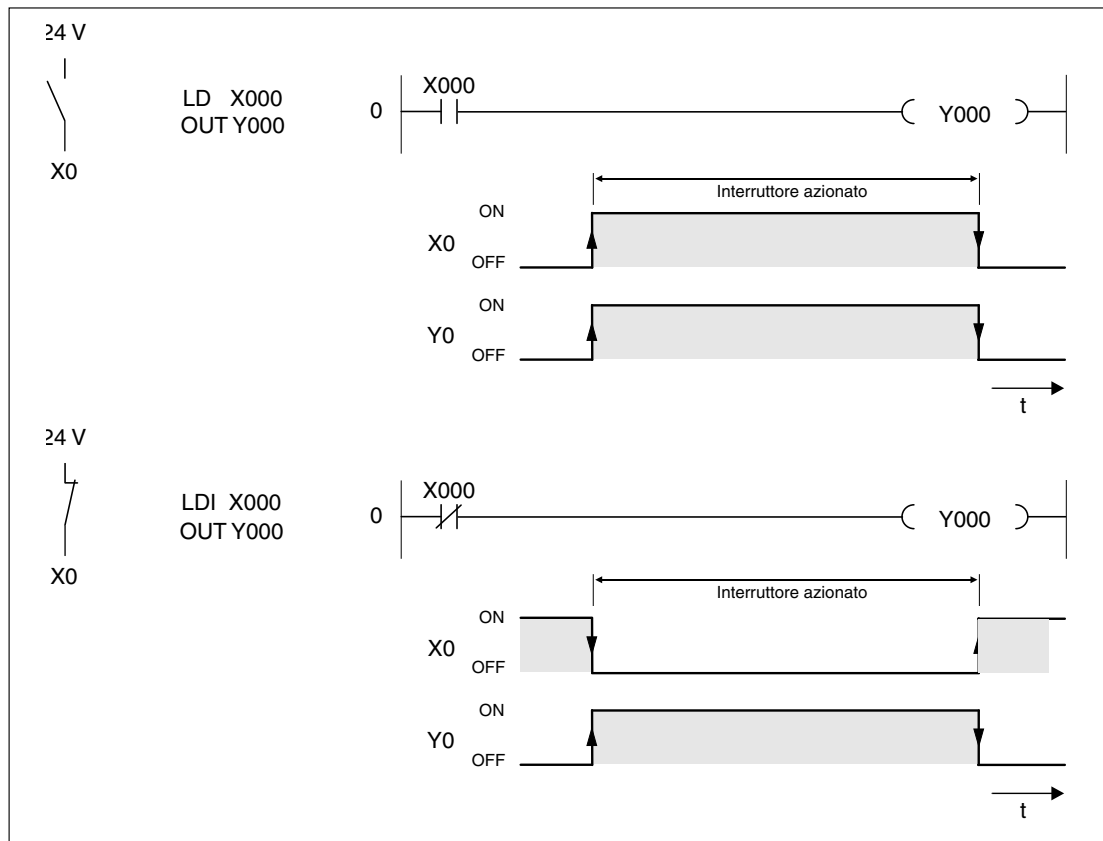
Nel programmare un PLC, per ottenere la funzione voluta si deve tenere conto delle modalità d'azione di interruttori, pulsanti e sensori. Una istruzione di comando controlla solo lo stato di segnale dell'ingresso indicato, indipendentemente dal tipo e modo di comando di tale ingresso.

	Contatti di chiusura	Aziomando un contatto chiuso, si abilita l'ingresso (stato di segnale "1")
	Contatti di apertura	Aziomando un contatto di apertura, si disabilita l'ingresso (stato di segnale "0")





Già all'atto della programmazione si deve quindi sapere, se il trasduttore collegato all'ingresso del PLC è un contatto di apertura o di chiusura. Un ingresso, cui sia collegato un contatto di chiusura, deve essere gestito diversamente da un ingresso cui è collegato un contatto di apertura. L'esempio seguente vuole illustrare questa situazione.

Per lo più si fa uso di trasduttori con contatti di chiusura. In alcuni casi, come ad esempio per disabilitare azionamenti, trovano però uso per motivi di sicurezza contatti di apertura (v. par. 3.5).

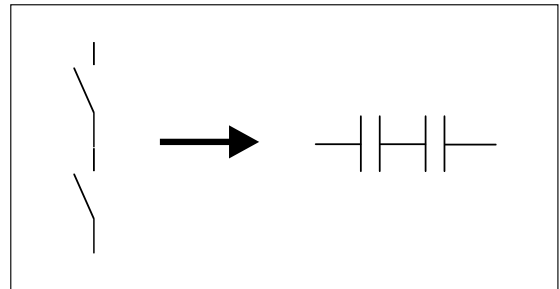
L'immagine che segue presenta due sequenze di programma, in cui si ottiene lo stesso risultato anche con sensori diversi: azionando l'interruttore, si abilita l'uscita.



3.4.4 Link AND

Istruzione	Significato	Simbolo	GX Works2 FX
AND	E (Link E con interrogazione sustato di segnale "1")		
ANI	E-NO (Link E con interrogazione sustato di segnale "0")		

Un link E corrisponde ad un collegamento in serie di più interruttori, comunque almeno due. Solo quando tutti i contatti sono chiusi, passa corrente. Se uno o più contatti sono aperti, la funzione E non è soddisfatta e non si ha passaggio di corrente.

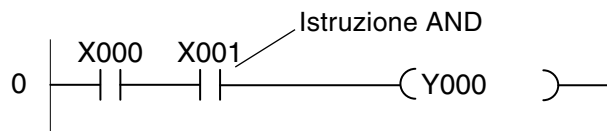


Nel software di programmazione si fa per il resto uso, per le istruzioni AND, degli stessi pannelli di comando e tasti funzione come per l'istruzione LD o LDI. Nella programmazione per schema dei contatti (diagramma a scale), il software attribuisce automaticamente le istruzioni in conformità con la posizione d'inserimento.

Se eseguite la programmazione per elenco d'istruzioni, vogliate considerare che l'istruzione AND e l'istruzione ANI non devono essere programmate all'inizio di un percorso di corrente. L'inizio di un collegamento è programmato con una istruzione LD o LDI (par. 3.4.1).

Esempio di un'istruzione AND

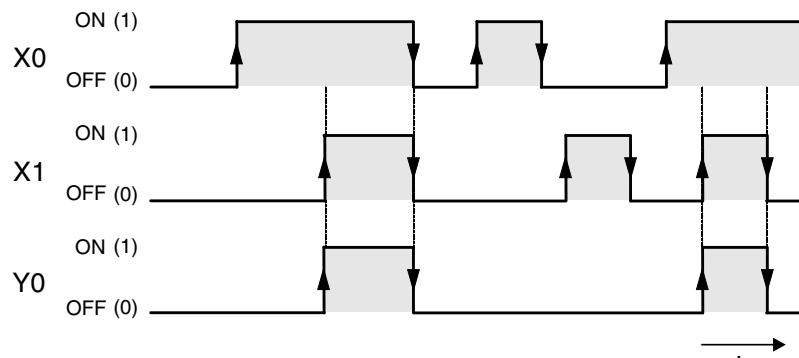
Ladder

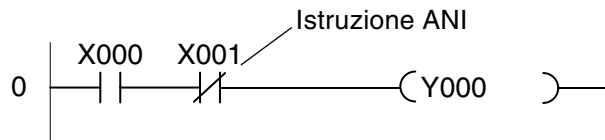


Lista istruzioni

0	LD	X000
1	AND	X001
2	OUT	Y000

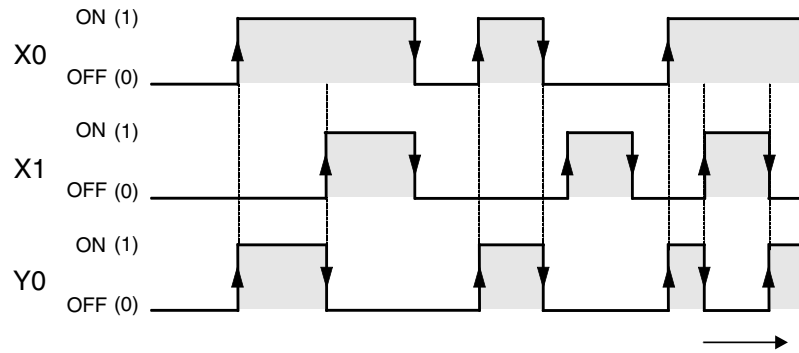
L'uscita Y0 si abilita, solo se X0 e X1 sono abilitati:



Esempio di un'istruzione ANILadderLista istruzioni

0	LD	X000
1	ANI	X001
2	OUT	Y000

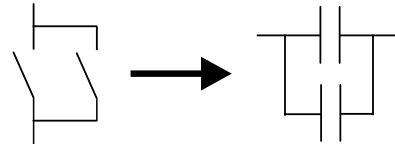
L'uscita Y0 si abilita, solo se X0 è abilitato e X1 è disabilitato:



3.4.5 Link OR

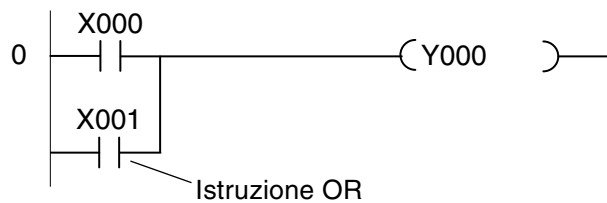
Istruzione	Significato	Simbolo	GX Works2 FX
OR	O (Link O con interrogazione su stato di segnale "1")		
ORI	NO (Link O, con interrogazione su stato di segnale "0")		

Un link O corrisponde ad un collegamento in parallelo di più interruttori nella tecnica di collegamento. Appena un contatto è chiuso, passa corrente. Solo quando nessuno dei contatti è chiuso, non si ha passaggio di corrente.



Esempio di un'istruzione OR

Ladder

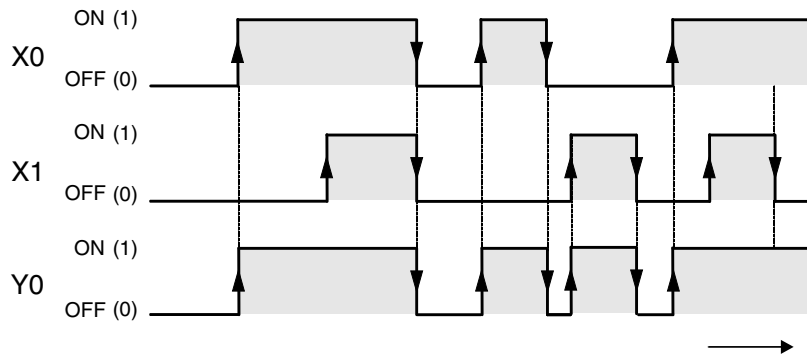


Lista istruzioni

```

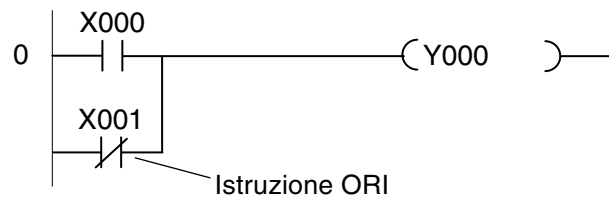
0 LD X000
1 OR X001
2 OUT Y000
    
```

In questo esempio, l'uscita Y0 si abilita, se sono abilitati X0 o X1:



Esempio di un'istruzione ORI

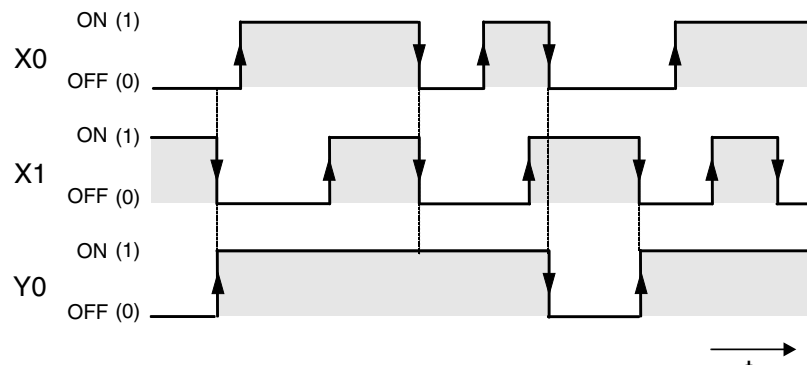
Ladder



Lista istruzioni

0	LD	X000
1	ORI	X001
2	OUT	Y000

L'uscita Y0 viene abilitata, se X0 è abilitato o X1 è disabilitato:



3.4.6 Istruzioni per l'unione di collegamenti

Istruzione	Significato	Simbolo	GX Works2 FX
ANB	E-blocco (Collegamento in serie di link paralleli)	—	
ORB	O-blocco (Collegamento in parallelo di link collegati in serie)		

L'istruzione ANB e l'istruzione ORB sono istruzioni per il PLC, le quali però nella programmazione con diagramma a scale compaiono solo come linee di unione. Queste istruzioni si presentano solo rappresentando o realizzando il programma come elenco d'istruzioni e devono essere inserite anche con la loro abbreviazione ANB o ORB.

Entrambe le istruzioni fanno a meno di operandi e sono utilizzabili nel programma quante volte si vuole. Il numero delle istruzioni LD e LDI, e quindi anche il numero delle istruzioni ORB o ANB, che precedono una istruzione d'uscita, è comunque limitato a 8.

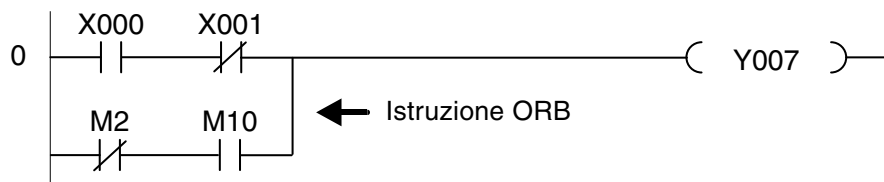
Esempio di un'istruzione ANBLadderLista istruzioni

```

0 LD   X000
1 ORI  M2   ← 1° collegamento in parallelo (link OR)
2 LDI  X001
3 OR   M10  ← 2° collegamento in parallelo (link OR)
4 ANB
5 OUT  Y007

```

In questo esempio, l'uscita Y07 viene abilitata, se l'ingresso X00 è "1" **o** il flag M2 è "0" **e** l'ingresso X01 è "0" **o** il flag M10 è "1".

Esempio di un'istruzione ORBLadderLista istruzioni

```

0 LD   X000
1 ANI  X001 ← 1° collegamento in serie (link AND)
2 LDI  M2
3 AND  M10  ← 2° collegamento in serie (link AND)
4 ORB
5 OUT  Y007

```

L'uscita Y07 viene abilitata, se l'ingresso X00 è "1" **e** l'ingresso X01 è "0", **o** se il flag M2 è "0" **e** il flag M10 è "1".

3.4.7 Esecuzione di link con comando sul fronte

Istruzione	Significato	Simbolo	GX Works2 FX
LDP	Istruzione Carica con fronte in salita dell'operando.		
LDF	Istruzione Carica con fronte in discesa dell'operando		
ANDP	Link AND con fronte in salita dell'operando.		
ANDF	Link AND con fronte in discesa dell'operando		
ORP	Link OR con fronte in salita dell'operando.		
ORF	Link OR con fronte in discesa dell'operando		

Nel programma PLC occorre spesso rilevare e analizzare il fronte di salita o il fronte di discesa di operandi. Con un fronte di salita, lo stato del segnale passa da "0" a "1"; passa da "1" a "0" con un fronte di discesa.

I collegamenti che reagiscono ad un fronte forniscono un segnale "1" solo nel ciclo di programma in cui l'operando interrogato modifica il suo stato di segnale.

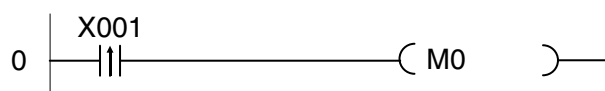
Senza l'analisi di un fronte, un interruttore azionato dai pacchi che gli passano dinanzi su un nastro trasportatore, e con cui si deve contare il numero di pacchi, fornirà ad esempio un risultato sbagliato; infatti, lo stato del contatore salirà allora ad ogni ciclo di programma del valore "1", fintanto che l'interruttore è azionato. Se però si rileva il fronte di salita dell'ingresso, il valore numerico aumenterà solo una volta ad ogni pacco.

NOTA

D'altronde, la maggior parte delle istruzioni applicative possono anch'esse essere realizzate con fronte di comando (v. cap. 5).

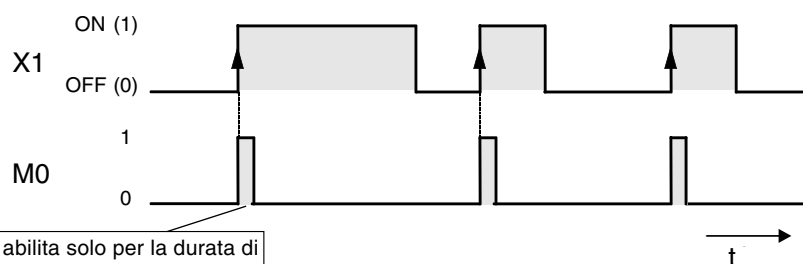
Analisi di un fronte di salita

Ladder



Lista istruzioni

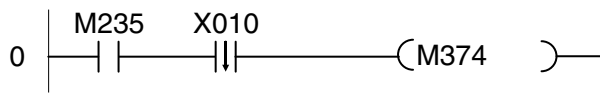
```
0 LDP X001
1 OUT M0
```



Il flag M0 si abilita solo per la durata di un ciclo di programma.

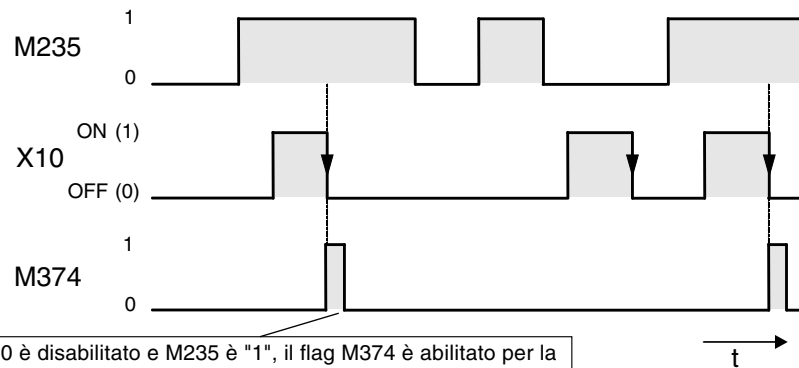
Analisi di un fronte di discesa

Ladder



Lista istruzioni

0	LD	M235
1	ANDF	X010
2	OUT	M374



Quando X10 è disabilitato e M235 è "1", il flag M374 è abilitato per la durata di un ciclo di programma.

Fino al momento dell'analisi del fronte, la funzione dell'istruzione LDP e LDF, dell'istruzione ANDP e ANDF come anche dell'istruzione ORP e ORF, è identica a quella dell'istruzione LD, AND o OR, il che significa che le istruzioni comandate dai fronti possono essere utilizzate nel programma esattamente come le istruzioni "normali".

3.4.8 Posiziona e ripristina

Istruzione	Significato	Simbolo	GX Works2 FX
SET	Impostazione di un operando ^① , (Assegnazione stato di segnale "1")		
RST	Ripristino di un operando ^② , (Assegnazione stato di segnale "0")		

① Con un'istruzione SET si possono impostare uscite (Y), flag (M) e flag di passo (S).

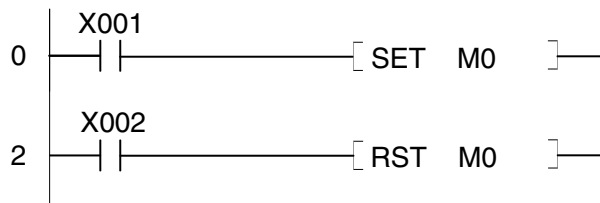
② Con un'istruzione RST si possono riposizionare uscite (Y), flag (M), flag di passo (S), timer (T), contatori (C) e registri (D, V, Z).

Lo stato di segnale di un'istruzione OUT rimane "1", solo finché anche il risultato del collegamento che precede l'istruzione OUT è "1". Se, ad esempio, ad un ingresso si associa un pulsante e ad un'uscita una spia, con la combinazione di un'istruzione LD e di un'istruzione OUT la luce sarà accesa, solo finché si aziona il pulsante.

Con un'istruzione SET, dopo un breve impulso di accensione si abilita (= si imposta) un'uscita o un flag. L'operando rimarrà allora abilitato, finché non lo si disabiliti nuovamente (=si riposizioni) con un'istruzione RST. In tal modo è, ad esempio, possibile realizzare, con l'ausilio di pulsanti, auto-ritenute oppure l'inserimento e il disinserimento di azionamenti. (Un'uscita viene anche disabilitata quando si arresta il PLC o si toglie tensione. Alcuni flag conservano anche in questi casi il loro ultimo stato di segnale, rimanendo perciò posizionati, per esempio).

Per inserire un'istruzione SET o RST nel diagramma a scale, cliccare sulla barra degli strumenti del GX Works2 sul simbolo sopra raffigurato oppure premere il tasto **F8**. Digitare quindi l'istruzione e l'operatore, es.: SET Y1.

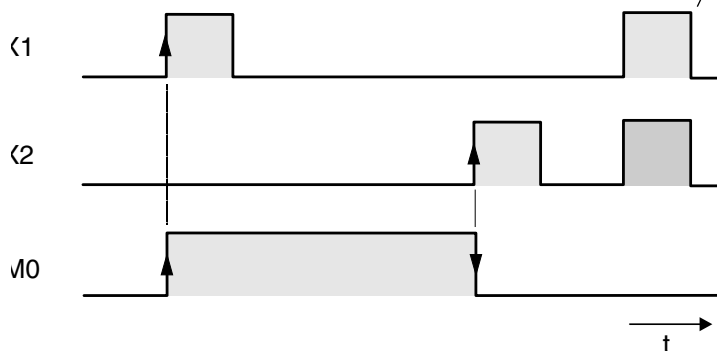
Ladder



Lista istruzioni

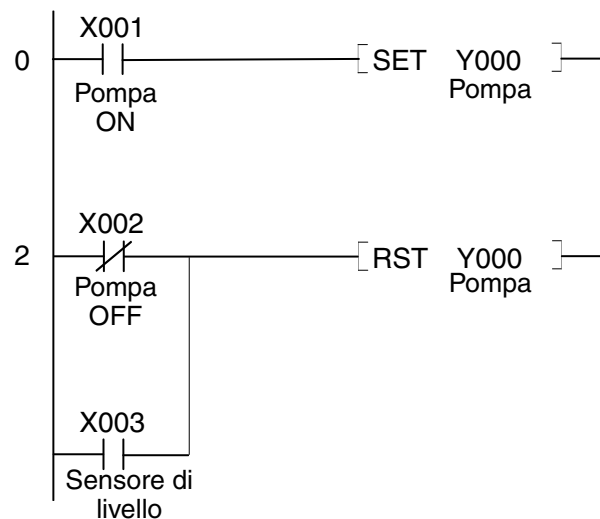
0	LD	X001
1	SET	M0
2	LD	X002
3	RST	M0

Quando l'istruzione Posiziona e l'istruzione Ripristina di un operando sono "1" nello stesso ciclo, ha priorità l'ultima operazione della sequenza. In quest'esempio è l'istruzione RST: M0 non viene impostato.



Come esempio di applicazione è raffigurato il comando di una pompa di riempimento di un serbatoio. La pompa è azionabile manualmente con i pulsanti "ON" e "OFF". Per motivi di sicurezza, per l'esclusione si utilizza un pulsante con contatto in apertura. Quando il serbatoio è riempito, un interruttore di livello disabilita la pompa.

Ladder



Lista istruzioni

0	LD	X001
1	SET	Y000
2	LDI	X002
3	OR	X003
4	RST	Y000

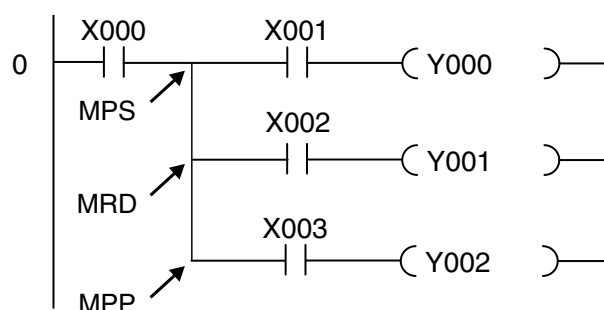
3.4.9 Salvataggio, lettura ed eliminazione del risultato di un collegamento

Istruzione	Significato	Simbolo	GX Works2 FX
MPS	Salvataggio del risultato di un link	—	—
MRD	Lettura del risultato di un link salvato	—	—
MPP	Lettura ed eliminazione del risultato di un link salvato	—	—

Con le istruzioni MPS, MRD e MPP è possibile salvare, richiamare ed eliminare risultati (transitori) di collegamenti. Con queste istruzioni si possono strutturare livelli di collegamento, configurando così il programma con una visione d'insieme.

Generando il programma nel diagramma a scale, queste istruzioni vengono inserite automaticamente dal software di programmazione. Le istruzioni MPS, MRD e MPP sono visualizzate oppure devono essere digitate solo nella rappresentazione o programmazione per elenco di istruzioni.

Ladder



Lista istruzioni

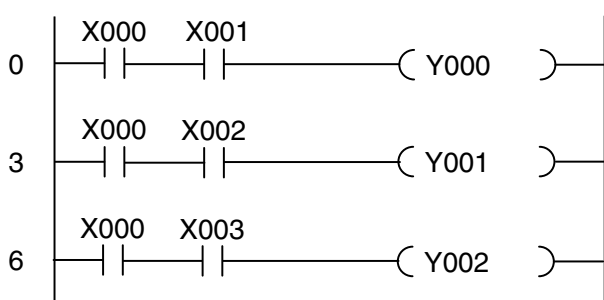
```

0 LD X000
1 MPS
2 AND X001
3 OUT Y000
4 MRD
5 AND X002
6 OUT Y001
7 MPP
8 AND X003
9 OUT Y002

```

Per meglio comprendere la sequenza di programma sopra illustrata, lo stesso esempio viene presentato ancora una volta con un altro tipo di programmazione.

Ladder



Lista istruzioni

```

0 LD X000
1 AND X001
2 OUT Y000
3 LD X000
4 AND X002
5 OUT Y001
6 LD X000
7 AND X003
8 OUT Y002

```

Gli operandi (nell'esempio, X0) dovrebbero essere ripetutamente programmati. Si avrebbe, quindi, un tempo maggiore di programmazione, specialmente nel caso di programmi più lunghi e ampi percorsi di corrente.

Per l'ultima istruzione d'uscita occorre utilizzare MPP anziché MRD, al fine di cancellare la memoria dei collegamenti. Si possono anche utilizzare più istruzioni MPS, creando quindi fino a 11 livelli di collegamento. Troverete altri esempi relativi alle istruzioni MPS, MPP e MRS nel manuale di programmazione per la famiglia FX.

3.4.10 Generazione di un impulso

Istruzione	Significato	Simbolo	GX Works2 FX
PLS	Impostazione di un operando* per la durata di un ciclo di programma con fronte in salita della condizione d'ingresso		
PLF	Impostazione di un operando* per la durata di un ciclo di programma con fronte in discesa della condizione d'ingresso		

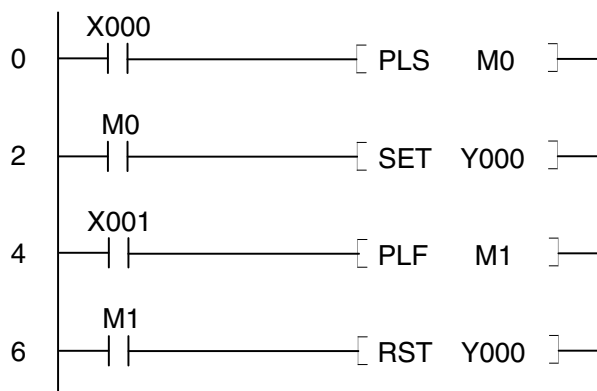
* Con un'istruzione PLS o PLF è possibile comandare uscite (Y) e flag (M).

Se si utilizza un'istruzione PLS al posto di un'istruzione OUT, l'operando indicato ha lo stato di segnale "1" solo nel ciclo di programma, in cui lo stato dei segnali dei collegamenti che precedono l'istruzione PLS passa da "0" a "1" (fronte di salita).

Un'istruzione PLF reagisce in caso di fronte di discesa e fornisce, per un ciclo di programma, lo stato di segnale "1" quando lo stato di segnale dei collegamenti che precedono questa istruzione passa da "1" a "0".

Per inserire un'istruzione PLS o PLF nel diagramma a scale, si clicchi nella barra degli strumenti del GX Works2 sul simbolo sopra raffigurato oppure si prema il tasto **F8**. Si digiti quindi l'istruzione e l'operando, ad esempio: PLS Y2.

Ladder

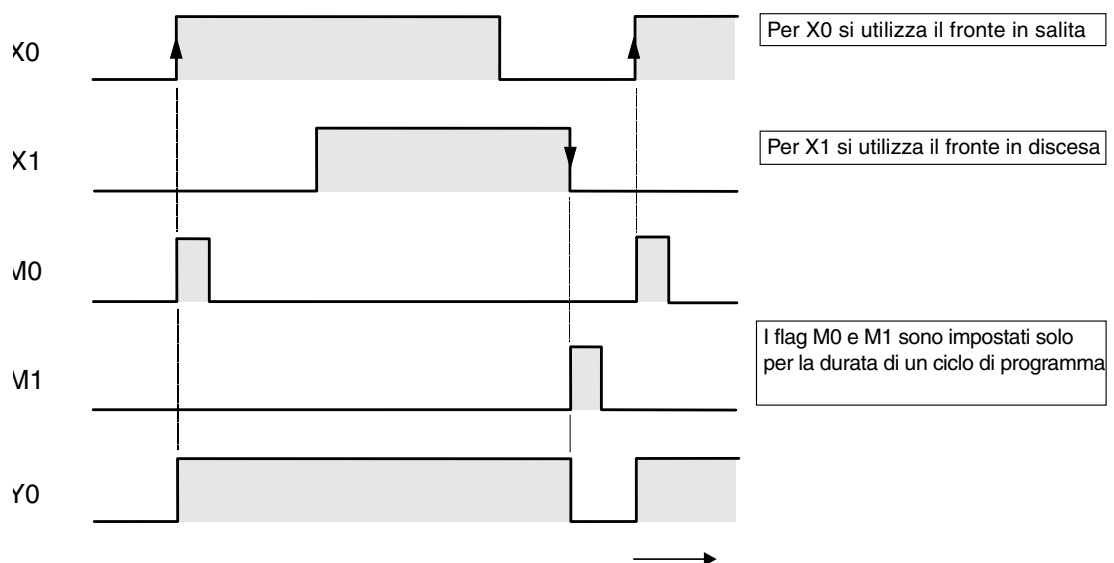


Lista istruzioni

```

0 LD X000
1 PLS M0
2 LD M0
3 SET Y000
4 LD X001
5 PLF M1
6 LD M1
7 RST Y000

```



3.4.11 Funzione da interruttore principale (istruzione MC e MCR)

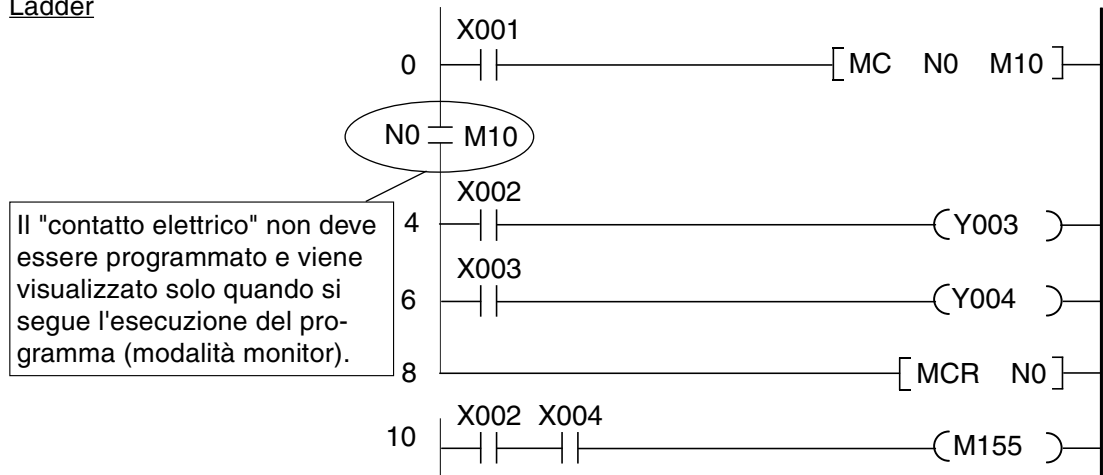
Istruzione	Significato	Simbolo	GX Works2 FX
MC	Controllo Master, impostazione di una condizione di controllo ^①	MC n □	
MCR	Reset Controllo Master, ripristino di una condizione di controllo ^②	MCR n	

① Come operandi di un'istruzione MC si possono utilizzare uscite (Y) e flag (M), n: da N0 a N7

② n: da N0 a N7

Impostando (MC) o reimpostando (MCR) una condizione di controllo, è possibile attivare o disattivare singole aree di programma. Una funzione di controllo master può essere paragonata, nella programmazione per diagramma a scale, ad un interruttore nella sbarra collettrice sinistra, il quale deve essere chiuso perché si possa elaborare la parte successiva del programma.

Ladder



Lista istruzioni

```

0 LD X001
1 MC N0 M10
4 LD X002
5 OUT Y003
6 LD X003
7 OUT Y004
8 MCR N0
10 LD X002
11 AND X004
12 OUT M155

```

Nell'esempio sopra raffigurato, i percorsi di corrente tra l'istruzione MC e l'istruzione MCR vengono elaborati, solo se l'ingresso X001 è abilitato.

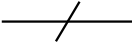

Quale area di programma debba essere attivata, lo si stabilisce indicando un indirizzo di salto del programma da N0 a N7 (il cosiddetto indirizzo nesting). L'indicazione dell'operando Y o M definisce un contatto di inserzione. Questo contatto attiva l'area di programma, non appena viene soddisfatta la condizione d'ingresso per la istruzione MC.

Se la condizione d'ingresso di un'istruzione MC non è soddisfatta, gli stati degli operandi tra MC e MCR cambiano, come segue:

- i timer e contatori retentivi, come anche gli operandi comandati da istruzioni SET e RST, conservano il loro stato
- i timer non retentivi e gli operandi fatti intervenire con un'istruzione OUT, vengono reimposti.

(Una descrizione dei timer e contatori sopra menzionati si trova al capitolo seguente)

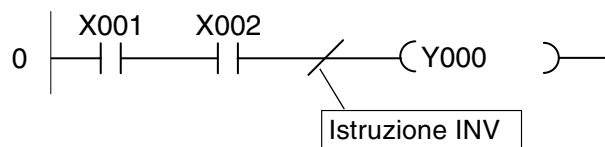
3.4.12 Inversione del risultato del collegamento

Istruzione	Significato	Simbolo	GX Works2 FX
INV	Inversione del risultato di un link		

Un'istruzione INV viene indicata senza operando ed inverte il risultato del collegamento, che era valido prima di eseguire l'istruzione INV:

- Se il risultato del collegamento è "1", dopo l'inversione diventa "0".
- Se il risultato del collegamento è "0", dopo l'inversione diventa "1".

Ladder



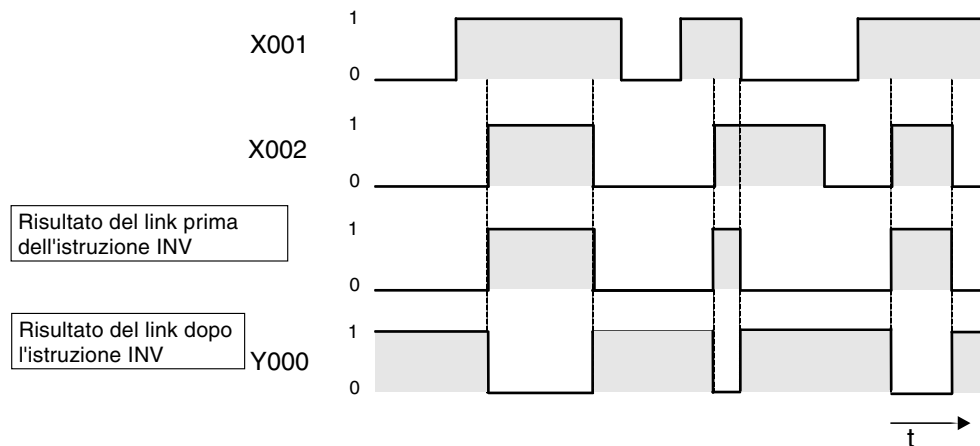
Lista istruzioni

```

0 LD X001
1 AND X002
2 INV
3 OUT Y000

```

Per l'esempio sopra raffigurato si ha il seguente andamento di segnale:



Si può utilizzare l'istruzione INV, quando si deve invertire il risultato di un link complesso. L'istruzione può essere programmata nella stessa posizione di un'istruzione AND o ANI.

Non si può programmare un'istruzione INV all'inizio di un collegamento, come un'istruzione LD, LDI, LDP o LDF.

3.5 Prima la sicurezza!

Un PLC ha molti vantaggi rispetto a un comando a cablaggio fisso; in materia di sicurezza, però, non si deve fare completamente affidamento su di esso.

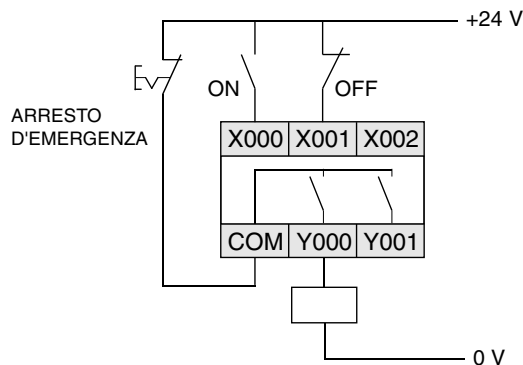
Dispositivi di arresto d'emergenza

Eventuali inconvenienti nel controllore di un impianto non devono mettere a rischio né le persone né le macchine. I dispositivi d'arresto d'emergenza devono quindi essere efficienti, anche quando il PLC non funziona più in modo corretto; devono quindi, ad esempio, togliere tensione alle uscite del PLC.

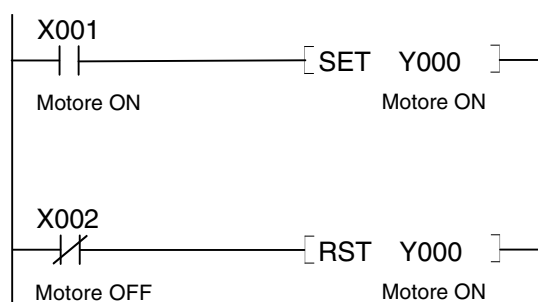
Non si deve in alcun caso elaborare nel PLC un pulsante d'arresto d'emergenza solo come ingresso, facendo intervenire l'esclusione tramite il programma.

Sicurezza anche in caso di rottura di fili

La sicurezza del funzionamento deve essere garantita, anche quando la trasmissione dei segnali dagli interruttori al PLC s'interrompe. Per questo motivo, i comandi di inserzione sono portati al PLC tramite interruttori o pulsanti con contatti in chiusura e con contatti in apertura per i comandi di esclusione.



In questo esempio, il relè per azionamento può essere disabilitato a complemento tramite un interruttore d'arresto d'emergenza.



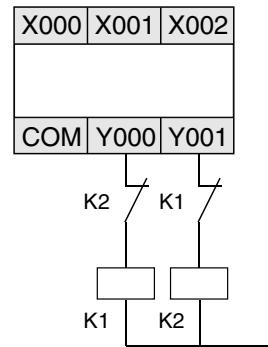
Nel programma, il contatto di chiusura del tasto ON viene interrogato con una istruzione LD; il contatto di apertura del tasto OFF con un'istruzione LDI. L'uscita, e quindi l'azionamento, viene disabilitata, se l'ingresso X002 ha lo stato di segnale "0". È questo il caso quando si aziona il tasto OFF o quando il collegamento tra il tasto e l'ingresso X002 è interrotto.

Così, anche in caso di rottura di un filo viene escluso l'azionamento o impedita l'inserzione. Inoltre, l'esclusione ha la priorità, in quanto nel programma viene elaborata dopo l'accensione.

Contatti di asservimento

Qualora in un circuito non debbano attivarsi contemporaneamente due uscite, come per esempio nella commutazione del senso di rotazione di azionamenti, questa interdizione deve intervenire anche tramite contatti dei relè comandati. Nel programma si ha solo un asservimento interno; in caso di guasto del PLC, entrambe le uscite potrebbero abilitarsi contemporaneamente.

Esempio di asservimento con contatti di relè:
i relè K1 e K2 non possono inserirsi insieme.



Esclusioni forzate

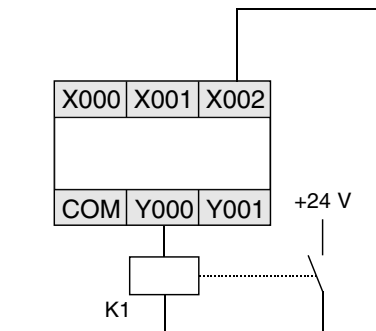
Se si devono comandare dei movimenti con un PLC e possano aversi situazioni di pericolo nel superare un punto limite, occorre prevedere interruttori di finecorsa supplementari, che in questo caso interrompano subito il movimento, indipendentemente dal PLC. Al par. 3.6.2 troverete un esempio di esclusione forzata.

Ritorni di segnale

Di norma, le uscite del PLC non sono monitorate. Si abilita un'uscita e nel programma si assume che esternamente al PLC si abbia la risposta voluta. Nella maggior parte dei casi, ciò è sufficiente. In caso di applicazioni sensibili, però, in cui guasti nel circuito di uscita, quali rotture di fili o relè saldati, possono avere gravi conseguenze per la sicurezza o il funzionamento, anche i segnali emessi dal PLC dovrebbero essere monitorati.

In questo esempio, un contatto di chiusura del relè K1 abilita l'ingresso X002, se l'uscita Y000 è abilitata. Così, nel programma è possibile verificare, se quest'uscita, e il relè collegato, lavorano correttamente.

Non viene rilevato se il carico collegato si comporta come voluto (es., se un motore gira effettivamente). A tal fine sono necessari altri controlli, come ad esempio un controllo della tensione di carico o controllo di rotazione.



3.6 Attuazione di un compito di comando

Un controllore programmabile vi offre possibilità quasi illimitate di lincaggio di ingressi e uscite. Con il gran numero di istruzioni offerte dai controllori MELSEC della famiglia FX, si tratta di scegliere le istruzioni idonee alla soluzione di un compito di comando e di realizzare con esse il programma.

Servendoci di due semplici compiti di comando, vogliamo indicare la strada, dalla formulazione del problema fino al programma finito.

3.6.1 Sistema d'allarme

Il problema che si pone deve già essere chiaro prima di programmare il sistema d'allarme. Si inizia, per così dire, "da dietro" e si descrive ciò che il PLC deve fare:

Formulazione del compito

Si vuole realizzare un sistema d'allarme, che disponga di più loop di segnalazione e presenti funzioni di inserzione ed esclusione ritardate.

- Con un interruttore a chiave viene inserito un sistema intelligente con un tempo di ritardo di 20 s. Rimane così il tempo di uscire di casa. In questo tempo si ha l'indicazione se i circuiti di segnalazione sono chiusi.
- L'interruzione di un circuito di segnalazione deve far scattare un allarme (principio della corrente di riposo; in tal modo si ha un allarme anche in caso di sabotaggio). Si vuole oltre a ciò indicare, da quale circuito di segnalazione è scaturito l'allarme.
- Si vuole che dopo un tempo d'attesa di 10 s si inseriscano una sirena e una luce d'allarme. (L'allarme scatta solo dopo un tempo d'attesa, per poter disinnescare il sistema, una volta avuto accesso in casa. Per questo motivo, con una luce distinta viene anche segnalato se il sistema è innescato.)
- L'allarme sonoro deve risuonare per una durata di 30 s. La segnalazione luminosa, invece, deve rimanere inserita fino al disinnescamento del sistema.
- L'allarme deve poter essere spento con l'interruttore a chiave.

Definizione dei segnali di ingresso e uscita

Come passo successivo si deve stabilire quali segnali d'ingresso e uscita debbano essere elaborati. Dalla descrizione funzionale risulta che per gestire il sistema d'allarme sono necessari un interruttore a chiave e 4 luci di segnalazione. Sono inoltre impegnati almeno tre ingressi per i circuiti di segnalazione e due uscite per la sirena e il lampeggiante. In totale, si utilizzano 4 ingressi e 6 uscite. Poi si assegnano i segnali agli ingressi ed uscite del PLC:

Funzione	Simbolo	Indirizzo	Note	
Ingressi	Sistema "intelligente"	S1	X1	Contatto di chiusura (interruttore a chiave)
	Circuito di segnalazione 1	S11, S12	X2	Contatti di apertura (Scatta un allarme, quando l'ingresso ha lo stato di segnale "0")
	Circuito di segnalazione 2	S21, S22	X3	
	Circuito di segnalazione 3	S31, S32	X4	
Uscite	Segnalazione "allarme intelligente"	H0	Y0	La funzione delle uscite è soddisfatta, se l'uscita corrispondente è abilitata. Se ad esempio si abilita Y1, risuona un segnale acustico.
	Allarme sonoro (sirena)	E1	Y1	
	Allarme visivo (luce rotante)	H1	Y2	
	Indicaz. circuito segnalaz. 1	H2	Y3	
	Indicaz. circuito segnalaz. 2	H3	Y4	
	Indicaz. circuito segnalaz. 3	H4	Y5	

Programmazione

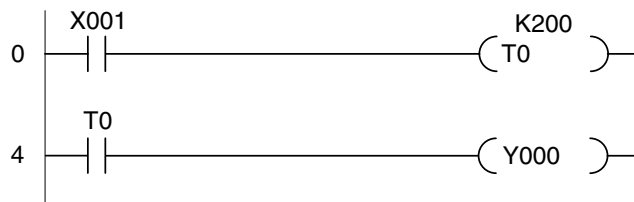
Ora si può procedere alla programmazione. Se e quali flag siano necessari, lo si vede per lo più solo all'atto della programmazione. Di certo è che in questo sistema d'allarme tre dispositivi a tempo assumono importanti funzioni. Per un comando a cablaggio fisso si fa uso di relè temporizzatori; in un PLC, invece, i tempi sono realizzati elettronicamente (v. par. 4.3). Questi "timer" possono essere definiti già prima della programmazione:

Funzione	Indirizzo	Note	
Timer	Ritardo impostazione intelligente	T0	Tempo: 20 secondi
	Ritardo scatto allarme	T1	Tempo: 10 secondi
	Tempo inserimento sirena	T2	Tempo: 30 secondi

Poi si risolvono le singole mansioni parziali del compito di comando:

- Inserire il sistema d'allarme in modo intelligente con tempo di ritardo

Ladder



Lista istruzioni

```

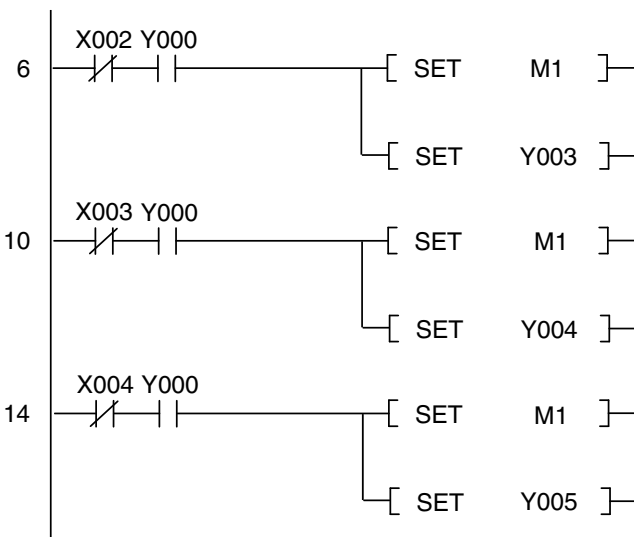
0 LD X001
1 OUT T0 K200
4 LD T0
5 OUT Y000

```

Una volta inserito l'interruttore a chiave, parte il ritardo d'accensione realizzato con il timer T0. Trascorsi 20 s ($K200 = 200 \times 0,1 \text{ s} = 20 \text{ s}$), con la spia di controllo collegata all'uscita Y000 si segnala che il sistema d'allarme è inserito.

- Controllare i circuiti di segnalazione e riconoscere l'allarme

Ladder



Lista istruzioni

```

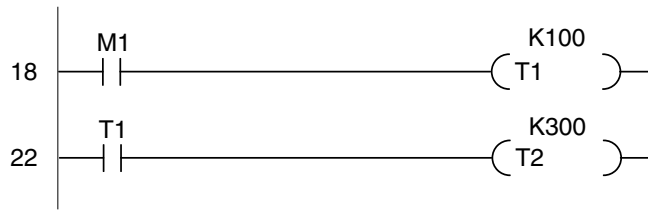
6 LDI X002
7 AND Y000
8 SET M1
9 SET Y003
10 LDI X003
11 AND Y000
12 SET M1
13 SET Y004
14 LDI X004
15 AND Y000
16 SET M1
17 SET Y005

```

L'uscita Y000 è interrogata anche nel programma, per stabilire se il sistema d'allarme è inserito. Si potrebbe utilizzare anche un flag, che interviene e si esclude parallelamente all' Y000. Solo con un sistema d'allarme "intelligente" all'interruzione di un circuito di segnalazione interviene il flag M1, il quale segnala che è scattato un allarme. Con le uscite Y003 ÷ Y005 viene inoltre segnalato, quale circuito di segnalazione è stato interrotto. Il flag M1 e la relativa uscita restano abilitati, anche quando il circuito di segnalazione viene nuovamente chiuso.

● Ritardare l'inserimento dell'allarme

Ladder



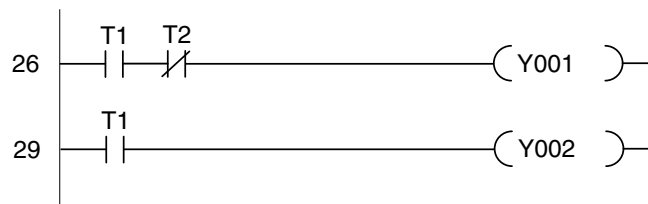
Lista istruzioni

18	LD	M1	
19	OUT	T1	K100
22	LD	T1	
23	OUT	T2	K300

Se scatta un allarme (in questo caso, M1 è "1"), parte il tempo di ritardo di 10 s. Trascorso questo tempo, T1 fa partire il timer T2, che è regolato a 30 s e che determina il tempo d'inserimento della sirena.

● Segnalare l'allarme (inserire la sirena e la luce rotante)

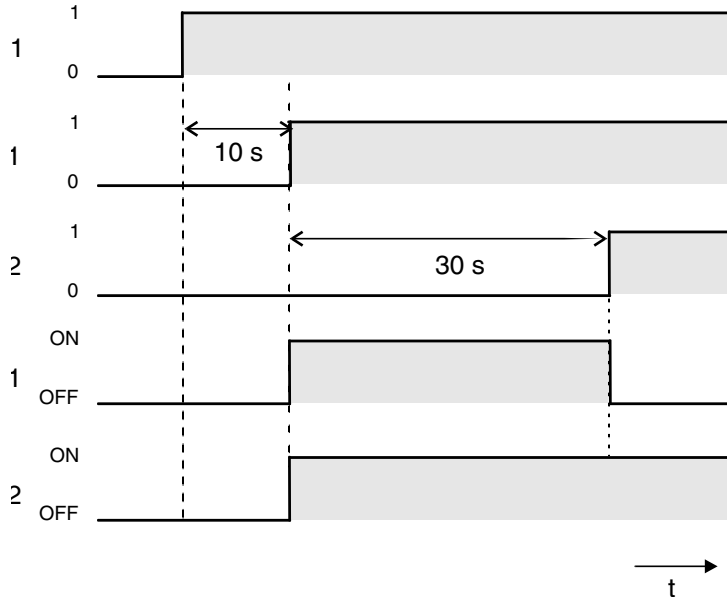
Ladder



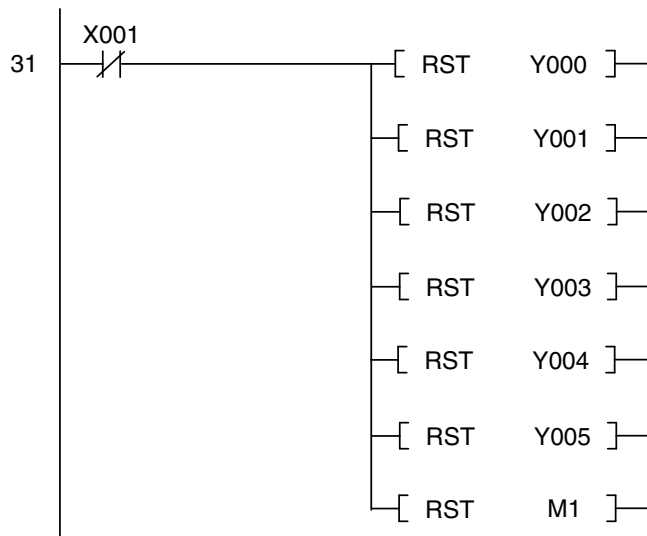
Lista istruzioni

26	LD	T1	
27	ANI	T2	
28	OUT	Y001	
29	LD	T1	
30	OUT	Y002	

Dopo il ritardo d'accensione di 10 s (T1) e mentre il timer T2 è ancora in funzione, si inserisce la sirena. Trascorsi 30 s (T2), la sirena tace. Anche l'avvisatore luminoso rotante si inserisce dopo 10 s. L'illustrazione che segue presenta l'andamento del segnale per questa parte di programma:



- Riposizionare tutte le uscite e il flag

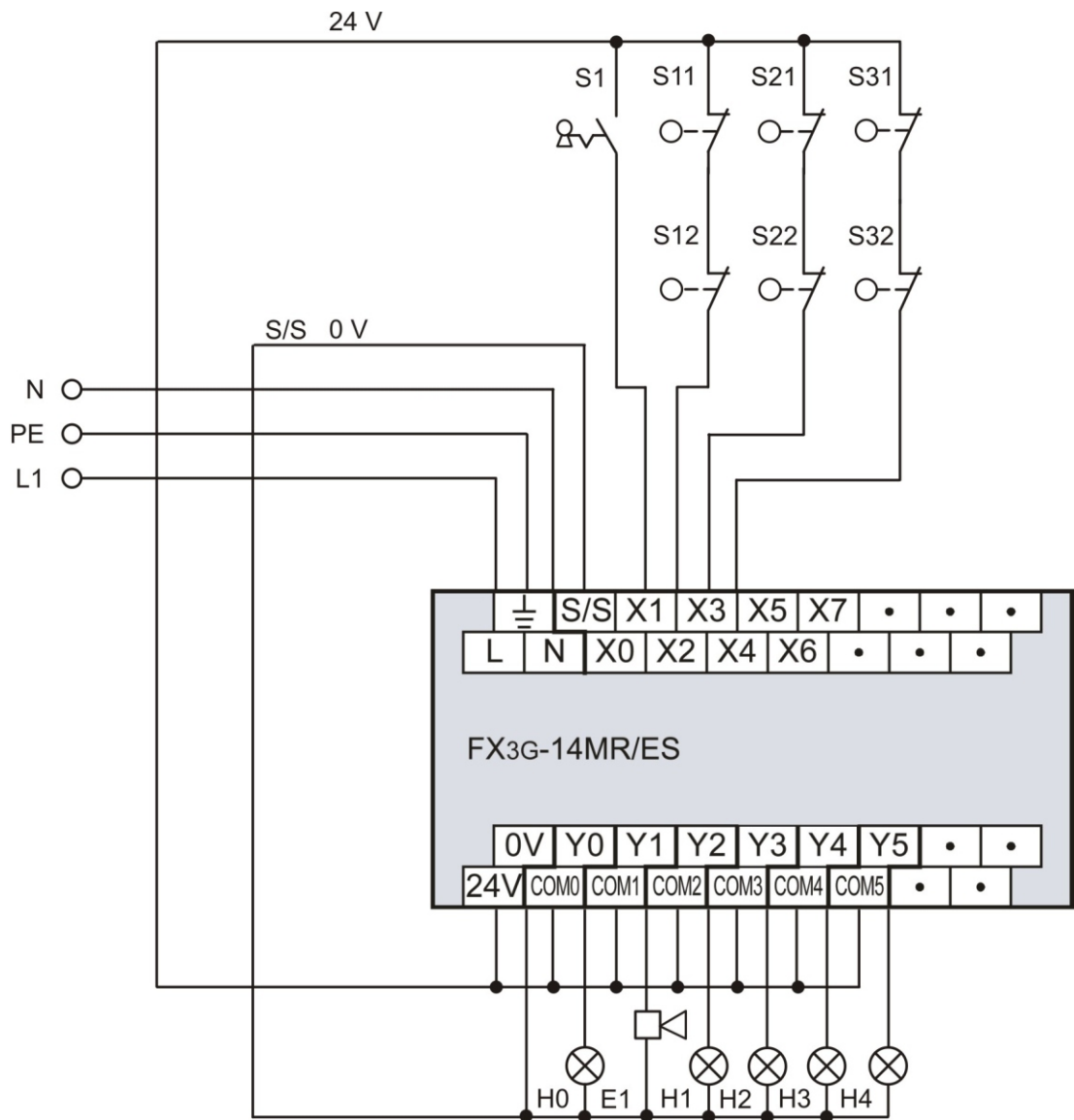
LadderLista istruzioni

31	LDI	X001
32	RST	Y000
33	RST	Y001
34	RST	Y002
35	RST	Y003
36	RST	Y004
37	RST	Y005
38	RST	M1

Quando si disabilita il sistema d'allarme con l'interruttore a chiave, si riposizionano anche tutte le uscite utilizzate e il flag M1. Se è scattato un allarme, prima di questo momento viene segnalato quale circuito di segnalazione è stato interrotto.

Collegamento del PLC

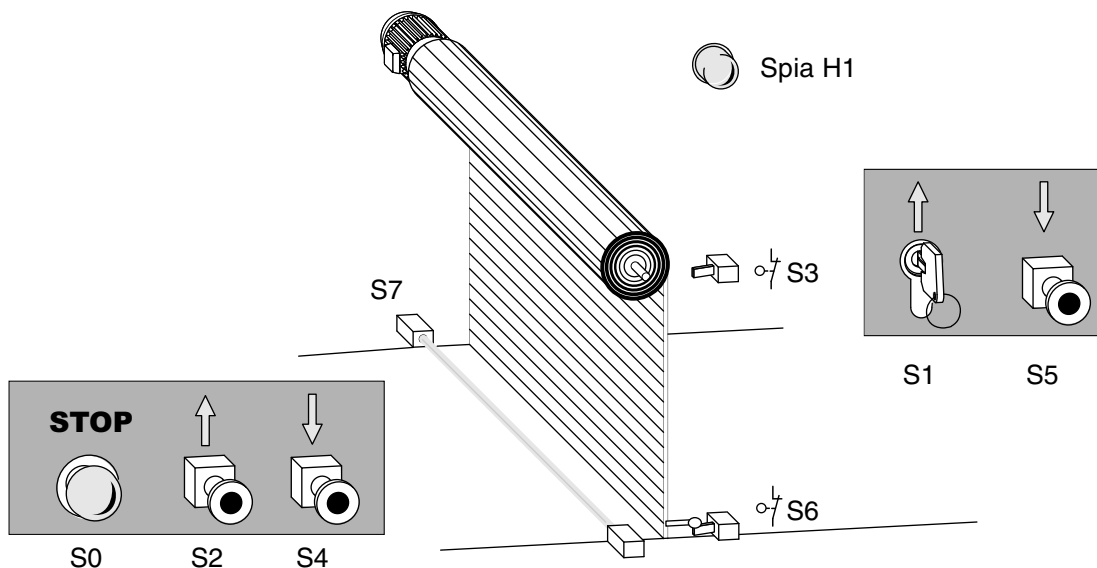
Lo schizzo seguente dimostra con quanta poca fatica è possibile realizzare il sistema d'allarme, ad esempio con un FX3G-14MR.



3.6.2 Serranda avvolgibile

Descrizione funzionale

Si vuole gestire una serranda avvolgibile di accesso ad un capannone di deposito, in modo che sia possibile comandarla agevolmente dall'esterno o dall'interno. Si vogliono qui considerare però anche gli aspetti di sicurezza.



● Comando

- Si vuole poter aprire la serranda dall'esterno con il pulsante a chiave S1 e chiuderla con il pulsante S5. Nel capannone, la serranda deve potersi aprire azionando il pulsante S2 e chiudersi azionando il pulsante S4.
- Un comando a tempo supplementare deve chiudere la serranda automaticamente, qualora sia rimasta aperta per oltre 20 s.
- Gli stati "serranda in movimento" e "serranda in posizione indefinita" devono essere segnalati da una luce lampeggiante.

● Dispositivi di sicurezza

- Si vuole poter arrestare in ogni istante con un interruttore di stop (S0) un movimento della serranda, tenendola nella posizione che ha al momento. Questo interruttore di stop non ha funzione di arresto d'emergenza! Per questo motivo, l'interruttore viene elaborato solo nel PLC e non aziona alcuna tensione esterna.
- Se una barriera luminosa (S7) rileva un ostacolo in fase di chiusura della serranda, quest'ultima deve venire aperta automaticamente.
- Per arrestare il motore nelle due posizioni finali della porta, sono previsti i due finecorsa S3 ("serranda aperta") e S6 ("serranda chiusa").

Assegnazione dei segnali di ingresso e uscita

Dalla descrizione funzionale risulta già il numero degli ingressi e uscite necessari. Il comando del motore di azionamento ha luogo con due uscite. Si assegnano i segnali agli ingressi e alle uscite del PLC:

Funzione	Simbolo	Indirizzo	Note	
Ingressi	Interruttore STOP	S0	X0	Contatto di apertura (Azionando l'interruttore, X0 = "0"; la serranda si ferma)
	Interruttore a chiave Serranda SU (esterno)	S1	X1	Contatti di chiusura
	Pulsante Serranda SU (interno)	S2	X2	
	Finecorsa alto (serranda aperta)	S3	X3	Contatto di apertura (X2 ="0", se la serranda è alta e S3 è azionato)
	Pulsante Serranda GIU (interno)	S4	X4	Contatti di chiusura
	Pulsante Serranda GIU (esterno)	S5	X5	
	Finecorsa basso (serranda GIU)	S6	X6	Contatto di apertura (X6 ="0", se la serranda è giù e S6 è azionato)
	Barriera luminosa	S7	X7	X7 diventa "1", se viene rilevato un ostacolo
Uscite	Spia di segnalazione	H1	Y0	—
	Relè motore (rotazione sinistra)	K1	Y1	Rotazione sinistra = serranda apre
	Relè motore (rotazione destra)	K2	Y2	Rotazione destra = serranda chiude
Timer	Ritardo per chiusura automatica	—	T0	Tempo: 20 secondi

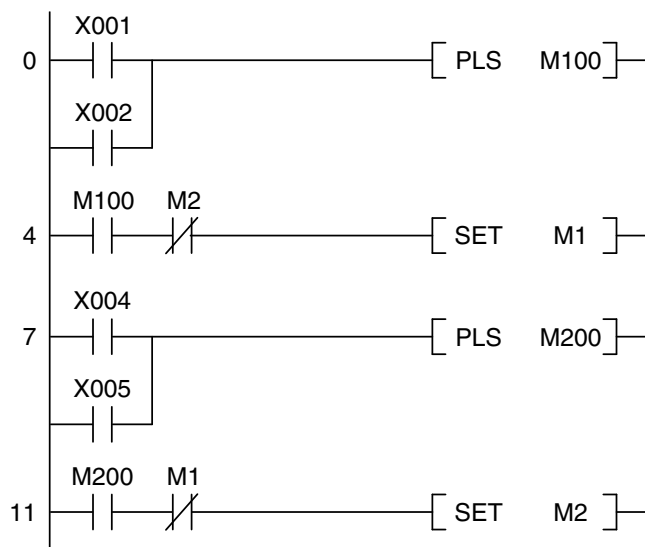
Programma

● Azionamento della serranda avvolgibile tramite i pulsanti

I segnali d'ingresso per l'azionamento della serranda devono essere attuati nel programma con due comandi per il motore d'azionamento: "aprire la serranda" e "chiudere la serranda". Trattandosi di segnali di pulsanti, che sono disponibili agli ingressi solo per breve tempo, occorre che essi siano memorizzati. A tal fine si impostano e riposizionano due flag, che nel programma fanno in un primo momento le veci delle uscite:

- M1: aprire la serranda
- M2: chiudere la serranda

Ladder



Lista istruzioni

```

0 LD X001
1 OR X002
2 PLS M100
4 LD M100
5 ANI M2
6 SET M1
7 LD X004
8 OR X005
9 PLS M200
11 LD M200
12 ANI M1
13 SET M2

```

Si elaborano dapprima i segnali per l'apertura della serranda: azionando il pulsante a chiave S1 o il pulsante S2, si genera un impulso e si porta M100 allo stato di segnale "1" per solo un ciclo di programma. In tal modo non è possibile bloccare la serranda tenendo premuto o bloccando un pulsante.

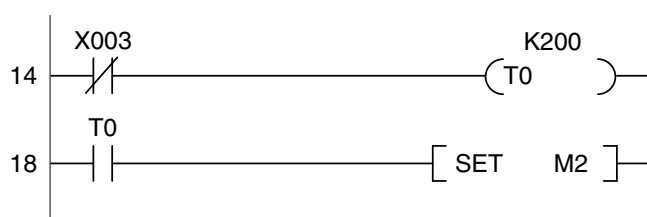
L'azionamento può essere inserito, solo se non gira in senso contrario. Per questo motivo, M1 interviene solo se non è impostato M2.

NOTA

L'asservimento dei sensi di rotazione deve essere ancora integrato esternamente al PLC con un interblocco tramite i contatti dei relè (v. schema elettrico).

In modo analogo si procede a analizzare i pulsanti S4 e S5 di chiusura della serranda. Qui, l'interrogazione di M1 relativa allo stato del segnale "0" impedisce che M1 e M2 siano contemporaneamente impostati.

- Chiudere automaticamente la serranda dopo 20 secondi

LadderLista istruzioni

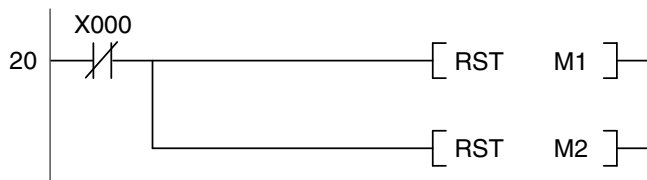
```

14 LDI    X003
15 OUT    T0      K200
18 LD     T0
19 SET    M2

```

Se la serranda è aperta, si aziona S3 e si disabilita l'ingresso X3. (S3 ha un contatto in apertura, per motivi di sicurezza). Ora ha inizio il tempo di ritardo di 20 s realizzato con T0 (K200 = 200 x 0,1 s = 20 s). Trascorso questo tempo, interviene il flag M2 e la serranda quindi si chiude.

- Fermare la serranda con l'interruttore di stop

LadderLista istruzioni

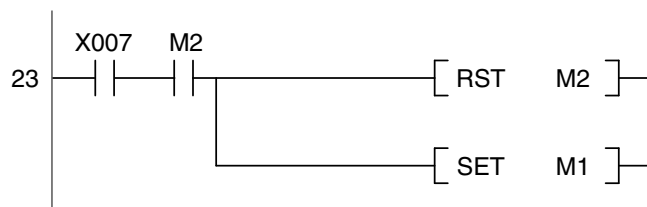
```

20 LDI    X000
21 RST    M1
22 RST    M2

```

Azionando l'interruttore di stop S0, si riposizionano i due flag M1 e M2, fermando quindi la serranda.

- Rilevare un ostacolo con la barriera di luminosa

LadderLista istruzioni

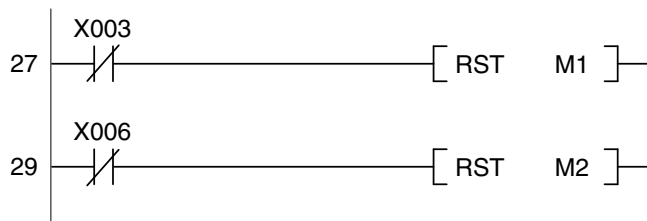
```

23 LD     X007
24 AND    M2
25 RST    M2
26 SET    M1

```

Se la barriera luminosa rileva un ostacolo in fase di chiusura, si riposiziona M2 e si pone così fine alla procedura di chiusura. Interviene quindi M1, e si riapre così la serranda.

- Escludere il motore con finecorsa

LadderLista istruzioni

```

27 LDI  X003
28 RST  M1
29 LDI  X006
30 RST  M2

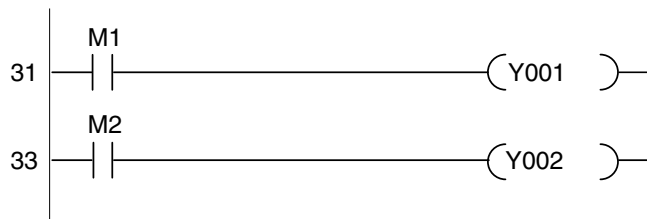
```

Con la serranda aperta viene impegnato il finecorsa S3 e si disabilita l'ingresso X3. Così viene riposizionato M1 e fermato l'azionamento. Quando la serranda raggiunge la posizione bassa, si impegna S6 e si disabilita X6, riposizionando in tal modo M2 e arrestando l'azionamento. Per motivi di sicurezza, i finecorsa hanno contatti in apertura. In tal modo, l'azionamento viene escluso anche in caso di interruzione del collegamento tra interruttore e ingresso, ovvero se ne impedisce l'inserzione.

NOTA

I finecorsa devono bloccare l'azionamento anche indipendentemente dal PLC ed essere considerati anche nel cablaggio (v. schema elettrico).

- Azionare il motore

LadderLista istruzioni

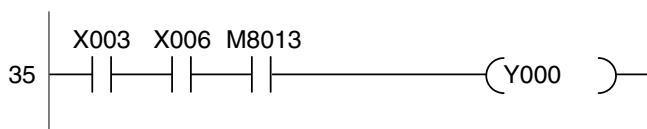
```

31 LD   M1
32 OUT  Y001
33 LD   M2
34 OUT  Y002

```

Al termine del programma, gli stati di segnale dei due flag M1 e M2 sono trasferiti alle uscite Y001 o Y002.

- Segnalazione luminosa: "serranda in movimento" e "serranda in posizione indefinita"

LadderLista istruzioni

```

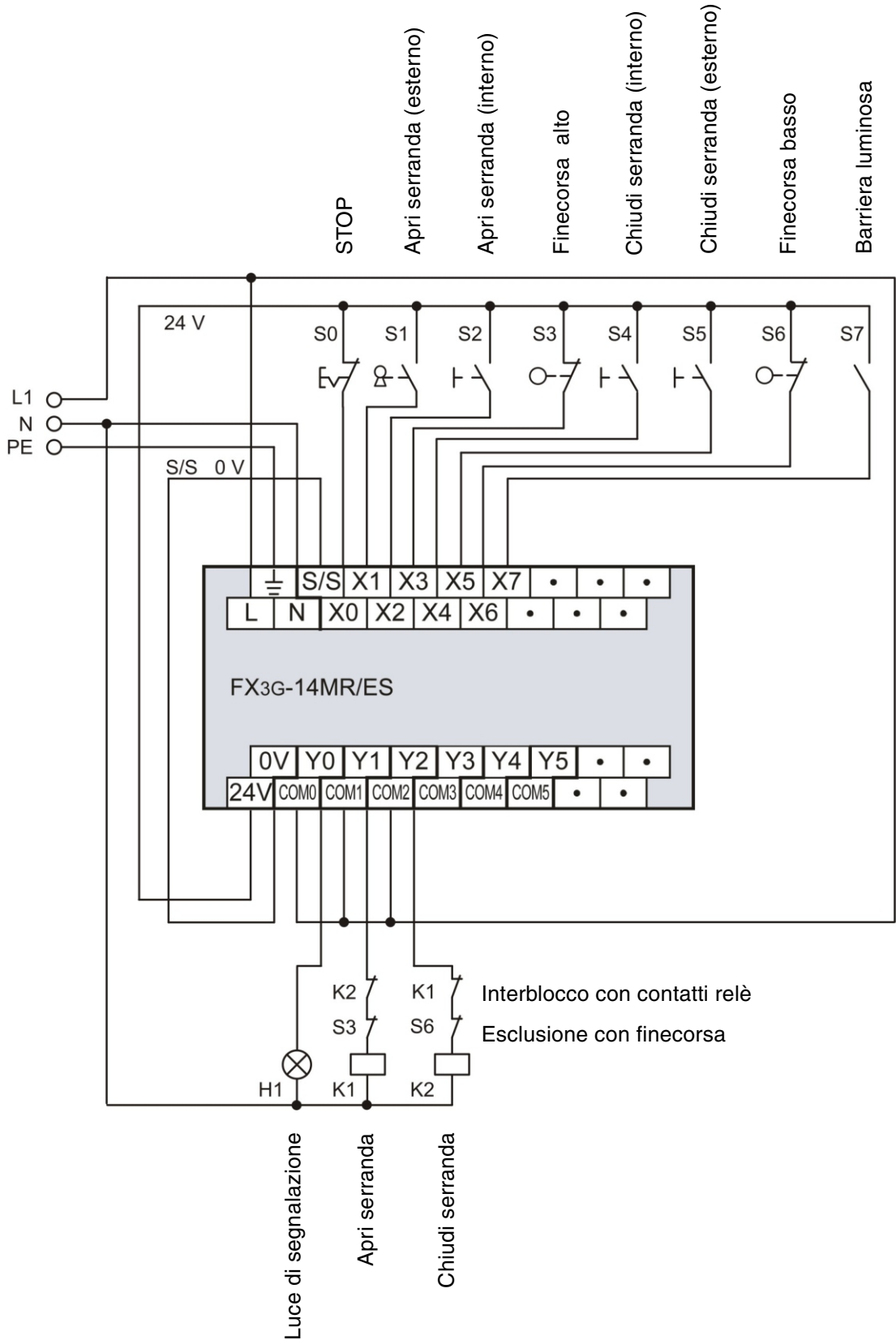
35 LD   X003
36 AND  X006
37 AND  M8013
38 OUT  Y000

```

Se non si aziona nessuno dei due finecorsa, la serranda è allora o aperta o chiusa, oppure è stata fermata in una posizione intermedia. In questi casi lampeggia una segnalazione. Come clock di lampeggiamento si utilizza il flag speciale M8013, che viene impostato e reimpostato automaticamente con clock 1 s (v. par. 4.2).

Collegamento del PLC

Per il comando di una serranda avvolgibile descritto sopra si può, ad esempio, utilizzare un controllore FX3G-14MR.



4 Operandi in dettaglio

Gli operandi di un PLC sono utilizzati in istruzioni di comando, vale a dire che tramite il programma del PLC è possibile interrogare o intervenire sui loro stati di segnale o i loro valori. Un operando consiste in:

- un simbolo e
- un indirizzo.

Rappresentazione di una istruzione (In questo esempio Ingresso 0):



4.1 Ingressi e uscite

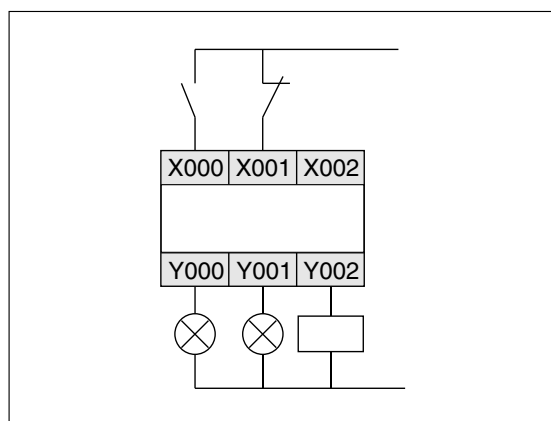
Gli ingressi e le uscite collegano un PLC al processo da gestire. Quando un ingresso viene interrogato dal programma del PLC, si esegue il controllo della tensione a un morsetto d'ingresso del controllore. Trattandosi di ingressi digitali, questi possono assumere solo due stati di segnale: ON e OFF. Quando la tensione al morsetto d'ingresso raggiunge 24 V, l'ingresso è abilitato (stato di segnale "1"). Con una tensione inferiore, l'ingresso risulta disabilitato (stato di segnale "0").

Nel caso di un PLC MELSEC, come simbolo degli operandi per gli ingressi si utilizza una "X". Uno stesso ingresso può essere interrogato nel programma quante volte si vuole.

NOTA

Con il programma del PLC non è possibile modificare lo stato degli ingressi. Non si può, per esempio, indicare un ingresso come operando di una istruzione d'uscita (OUT).

Utilizzando un'uscita come operando di una istruzione di output, al morsetto d'uscita del controllore viene fornito il risultato del link (lo stato di segnale dell'operando). Nel caso di uscite a relè, il rispettivo relè si eccita (tutti i relè hanno contatti normalmente aperti); nel caso di controllori con uscite a transistor, il transistor interpellato si connette, abilitando così l'utenza associata.



Esempio di collegamento di interruttori agli ingressi e di luci o contattori alle uscite di un PLC MELSEC.

La sigla degli operandi per le uscite è "Y". È possibile utilizzare le uscite non solo in istruzioni di output, ma anche in istruzioni di collegamento. In nessun caso è però possibile programmare più volte una stessa uscita come operando di una istruzione di output (v. anche par. 3.4.2).

La seguente tabella offre un prospetto degli ingressi e uscite dei controllori MELSEC della famiglia FX.

Operando		Ingressi	Uscite
Simbolo operando		X	Y
Tipo di operando		Operando a bit	
Valori che un operando può assumere		0 o 1	
Indicazione dell'indirizzodel- l'operando		Ottale	
Numero di operandi ed indirizzi (in funzione del tipo dell'unità base)	FX3G ^①	8 (X00–X07) 14 (X00–X07, X10–X15) 24 (X00–X07, X10–X17, X20–X27) 36 (X00–X07, X10–X17, X20–X27, X30–X37, X40–X43)	6 (Y00–Y05) 10 (Y00–Y07, Y10–Y11) 16 (Y00–Y07, Y10–Y17) 24 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27)
	FX3GC ^①	16 (X00–X07, X10–X17)	16 (Y00–Y07, Y10–Y17)
	FX3GE ^①	14 (X00–X07, X10–X15) 24 (X00–X07, X10–X17, X20–X27)	10 (Y00–Y07, Y10–Y11) 16 (Y00–Y07, Y10–Y17)
	FX3S	6 (X00–X05) 8 (X00–X07) 12 (X00–X07, X10, X11, X12, X13) 16 (X00–X07, X10–X17)	4 (Y00–Y03) 6 (Y00–Y05) 8 (Y00–Y07) 14 (Y00–Y07, Y10–Y15)
	FX3U ^②	8 (X00–X07) 16 (X00–X07, X10–X17) 24 (X00–X07, X10–X17, X20–X27) 32 (X00–X07, X10–X17, X20–X27, X30–X37) 40 (X00–X07, X10–X17, X20–X27, X30–X37, X40–X47) 64 (X00–X07, X10–X17, X20–X27, X30–X37, X40–X47, X50–X57, X60–X67, X70–X77)	8 (Y00–Y07) 16 (Y00–Y07, Y10–Y17) 24 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27) 32 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27, Y30–Y37) 40 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27, Y30–Y37, Y40–Y47) 64 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27, Y30–Y37, Y40–Y47, Y50–Y57, Y60–Y67, Y70–Y77)
	FX3UC ^②	8 (X00–X07) 16 (X00–X07, X10–X17) 32 (X00–X07, X10–X17, X20–X27, X30–X37) 48 (X00–X07, X10–X17, X20–X27, X30–X37, X40–X47, X50–X57)	8 (Y00–Y07) 16 (Y00–Y07, Y10–Y17) 32 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27, Y30–Y37) 48 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27, Y30–Y37, Y40–Y47, Y50–Y57)
	FX5U ^③	16 (X00–X07, X10–X17) 32 (X00–X07, X10–X17, X20–X27, X30–X37) 40 (X00–X07, X10–X17, X20–X27, X30–X37, X40–X47)	16 (Y00–Y07, Y10–Y17) 32 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27, Y30–Y37) 40 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27, Y30–Y37, Y40–Y47)
	FX5UC ^③	16 (X00–X07, X10–X17) 32 (X00–X07, X10–X17, X20–X27, X30–X37) 48 (X00–X07, X10–X17, X20–X27, X30–X37, X40–X47, X50–X57)	16 (Y00–Y07, Y10–Y17) 32 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27, Y30–Y37) 48 (Y00–Y07, Y10–Y17, Y20–Y27, Y30–Y37, Y40–Y47, Y50–Y57)

① Utilizzando unità di espansione, il numero degli ingressi può essere aumentato fino a max. 128 (X177) e il numero delle uscite fino a max. 128 (Y177). Il totale degli ingressi e uscite non può tuttavia superare 128.

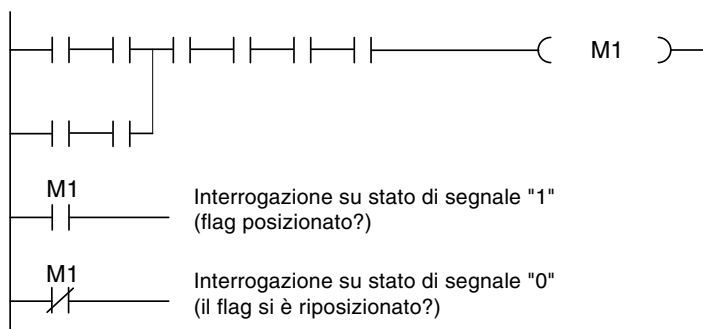
② Utilizzando unità di espansione, il numero degli ingressi può essere aumentato fino a max. 248 (X367) e il numero delle uscite fino a max. 248 (Y367). Il totale degli ingressi e uscite non può tuttavia superare 128.

③ Con i moduli di espansione, si può aumentare il numero di ingressi e di uscite. Il numero totale di punti di ingresso / uscita non deve superare i 256.

4.2 Flag

Spesso in un programma di PLC occorre salvare risultati binari provvisori (stato di segnale "0" o "1"). A tal fine sono disponibili in un PLC dei "flag" o indicatori (simbolo dell'operando: "M").

Nei flag si registra il risultato (provvisorio) del collegamento, ad esempio con una istruzione OUT, potendolo poi interrogare con istruzioni di collegamento. I flag contribuiscono a configurare il programma con una visione globale, risparmiando passi di programma. È possibile raccogliere su un flag i risultati dei collegamenti che sono richiesti più volte nel programma, utilizzandoli poi quante volte si vuole.



I controllori della famiglia FX possiedono, oltre a flag "normali", anche cosiddetti flag latch. I flag normali, non bufferizzati, sono riportati allo stato di segnale "0" togliendo tensione al PLC e conservano tale stato anche dopo aver acceso il PLC. I flag di aggancio (latch), invece, conservano le loro informazioni anche nel caso manchi la corrente.

Operando	Flag		
	Flag non bufferizzati	Flag di aggancio (latch)	
Simbolo operando	M		
Tipo di operando	Operando a bit		
Valori che un operando può assumere	0 o 1		
Indicazione dell'indirizzodell'operando	Decimale		
Numero di operandi ed indirizzi	FX3G FX3GC FX3GE	384 (M0–M383) 6144 (M1536–M7679) ^①	1152 (M384–M1535)
	FX3S	384 (M0–M383) 1024 (M512–M1535)	128 (M384–M511)
	FX3U FX3UC	500 (M0–M499) ^②	524 (M500–M1023) ^③ 6656 (M1024–M7679)
	FX5U FX5UC	max. 32768 (M0–M32767) ^④	max. 32768 (M0–M32767) ^④

① Se la batteria opzionale è installata, a questi flag nei parametri del PLC è possibile attribuire la funzione di flag latch. Essi vengono allora bufferizzati dalla batteria.

② A questi flag è possibile attribuire, nei parametri del PLC, anche la funzione di flag latch.

③ A questi flag è possibile attribuire, nei parametri del PLC, anche la funzione di flag non bufferizzati.

④ Può essere cambiato con i parametri compresi nell'intervallo di capacità della memoria CPU.

4.2.1 Flag speciali

Accanto ai flag che l'utente può abilitare e disabilitare a piacere, esistono anche *Flag speciali*. Questi flag occupano l'area a partire dall'indirizzo M8000 e indicano determinati stati di segnale o influenzano l'elaborazione del programma. La tabella sottostante presenta solo una piccola selezione dei flag speciali.

Flag speciale	Descrizione	Elaborazione nel programma
M8000	Con il PLC in modalità "MARCIA", lo stato del segnale di questo flag è sempre "1"	Interrogazione dello stato di segnale
M8001	Con il PLC in modalità "MARCIA", lo stato del segnale di questo flag è sempre "0"	
M8002	Impulso di inizializzazione (Una volta abilitata la modalità funzionale "MARCIA", questo flag è "1" per la durata di un ciclo di programma)	
M8004	Errore PLC	
M8005	Bassa tensione della batteria	
M8013	Clock: 1 secondo	
M8031	Si cancellano tutti gli operandi (tranne il registro dati D) non riportati nell'area bufferizzata della batteria	Interrogazione dello stato di segnale.
M8034	Si bloccano le uscite; le uscite non vengono abilitate, ma l'elaborazione del programma continua	Assegnazione di uno stato di segnale

Le unità base della serie FX5U e FX5UC offrono non solo i relè speciali (FX-compatibili) da M8000, ma anche relè speciali (SM) nella gamma da SM0 a SM9999. Questi relè sono compatibili con i relè speciali dei controllori del MELSEC System Q e serie L, hanno alcune funzionalità come i relè che iniziano con M8000, ma sono anche ottimizzati per le nuove caratteristiche della serie iQ-F.

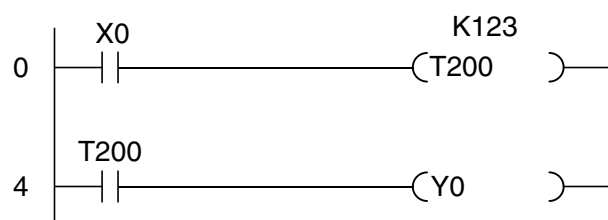
4.3 Timer

Nel controllo di processi o cicli si deve spesso ritardare l'abilitazione o disabilitazione di determinate fasi. Mentre con la tecnologia a relè si fa uso in tal caso di relè a tempo, in un PLC sono disponibili Elementi di tempo interni, (*Timer* in inglese).

In linea di principio, i timer calcolano una cadenza interna del PLC (es. impulsi con clock 0,1 s). Quando il conteggio raggiunge un valore impostato tramite il programma, viene abilitata l'uscita del timer.

Tutti i timer operano con funzione di ritardo all'abilitazione e con il comando sono attivati con segnale "1". Allo start al reset i timer sono programmati come uscite. L'uscita di un timer può essere interrogata quante volte si vuole all'interno del programma.

Ladder

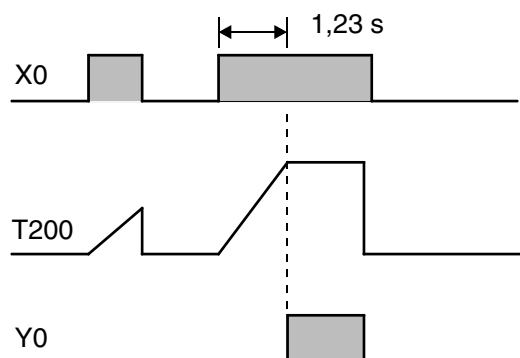


Lista istruzioni

```

0 LD X0
1 OUT T200 K123
4 LD T200
5 OUT Y0
  
```

Il timer T200 si avvia, quando viene abilitato l'ingresso X0. Il set point è $123 \times 10 \text{ ms} = 1,23 \text{ s}$. Trascorsi 1,23 s, il T200 abilita l'uscita Y0. Per l'esempio sopra illustrato risulta il seguente andamento di segnale:



Finché X0 è abilitato, il timer calcola gli impulsi interni a 10 ms. Raggiunto il set point, si abilita l'uscita di T200.

Se si disabilita l'ingresso X0 o si toglie tensione al PLC, timer si riposiziona e anche la sua uscita viene disabilitata.

È anche possibile procedere a definire il set point di tempo in modo indiretto, tramite il valore numerico decimale memorizzato in un registro dati. Questa possibilità è descritta al par. 4.6.1.

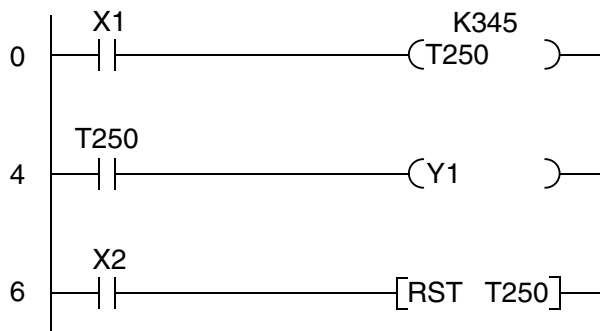
Elementi di tempo retentivi

Oltre ai normali temporizzatori descritti sopra, tutti i controller inclusi in questo manuale dispongono anche di temporizzatori ritentivi che mantengono il loro valore attuale del contatore del tempo anche se il dispositivo che li controlla è spento.

I valori di tempo effettivi sono raccolti in una memoria, il cui contenuto si conserva anche in caso di mancanza di tensione.

Esempio di programmazione di un timer retentivo:

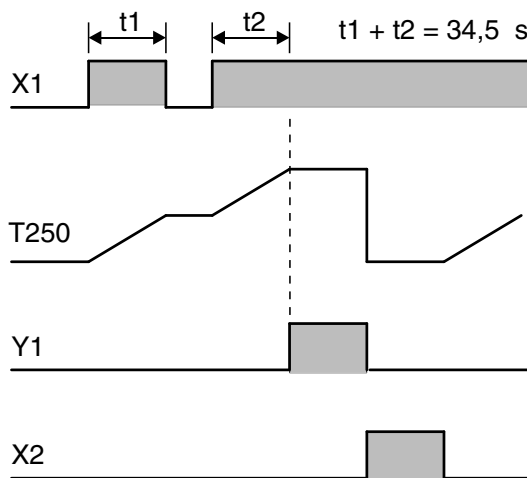
Ladder



Lista istruzioni

0	LD	X0	
1	OUT	T250	K345
4	LD	T250	
5	OUT	Y1	
6	LD	X2	
7	RST	T250	

Il timer T250 si avvia, quando viene abilitato l'ingresso X0. Il set point è impostato a $345 \times 0,1 \text{ s} = 34,5 \text{ s}$. Una volta raggiunto il set point, il T250 abilita l'uscita Y1. Con l'ingresso X2 si riposiziona il timer e se ne disabilita l'uscita.



Quando X1 è abilitato, il timer conta gli impulsi interni a 100 ms. Anche se X1 viene disabilitato il valore reale fin qui raggiunto si conserva. Se il valore reale corrisponde al set point, l'uscita del timer viene abilitata.

Disabilitando l'ingresso X1 o togliendo tensione al PLC, il valore di tempo reale non si cancella; perché ciò accada è necessaria un'istruzione speciale nel programma. Con l'ingresso X2 si riposiziona il timer T250 e se ne disabilita l'uscita.

Tabella dei timer nelle unità base della famiglia FX MELSEC

Operando		Timer		
		Timer normali	Timer retentivi	
Simbolo operando		T		
Tipo di operando (per comando e interrogazione)		Operando a bit		
Valori che un operando (uscita timer) può assumere		0 o 1		
Indicazione dell'indirizzodell'operando		Decimale		
Impostazione set point di tempo		Come costante decimale intera. L'impostazione ha luogo o direttamente nell'istruzione o indirettamente in un registro dati		
Numero di operandi ed indirizzi	FX3G FX3GC FX3GE	100 ms (limiti da 0,1 a 3276,7 s)	200 (T0–T199)	6 (T250–T255)
		10 ms (limiti da 0,01 da 327,67 s)	46 (T200–T245)	—
		1 ms (limiti da 0,001 a 32,767 s)	64 (T256–T319)	4 (T246–T249)
	FX3S	100 ms (limiti da 0,1 a 3276,7 s)	32 (T0–T31)	6 (T131–T137)
		100 ms/10 ms (limiti da 0,1 a 3276,7 s/ 0,01 a 327,67 s)	31 (T32–T62)	—
		1 ms (limiti da 0,001 a 32,767 s)	65 (T63–T127)	4 (T128–T131)
	FX3U FX3UC	100 ms (limiti da 0,1 a 3276,7 s)	200 (T0–T199)	6 (T250–T255)
		10 ms (limiti da 0,01 da 327,67 s)	46 (T200–T245)	—
		1 ms (limiti da 0,001 a 32,767 s)	256 (T256–T511)	4 (T246–T249)
	FX5U FX5UC	100 ms / 10 ms / 1 ms	max. 1024 (T0–T1023) ^①	max. 1024 (T0–T1023) ^①

① Può essere cambiato da parametri compresi nell'intervallo di capacità della memoria CPU.

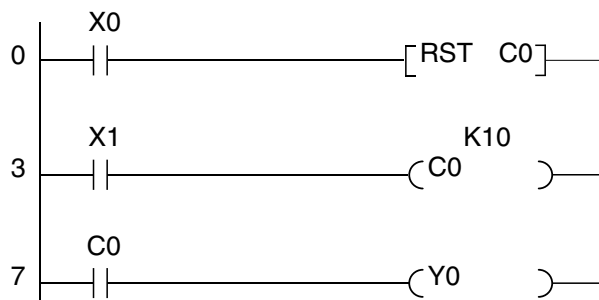
4.4 Contatori (Counter)

Per la programmazione di processi di calcolo, nei controllori della famiglia FX si dispone di Contatori interni (Counter in inglese).

I contatori eseguono il calcolo di segnali, che sono portati al loro ingresso per ogni programma. Se il calcolo raggiunge un valore di set point già impostato tramite il programma, viene abilitata l'uscita del contatore. Questa può essere interrogata quante volte si vuole all'interno del programma.

Esempio di programmazione di un contatore:

Ladder

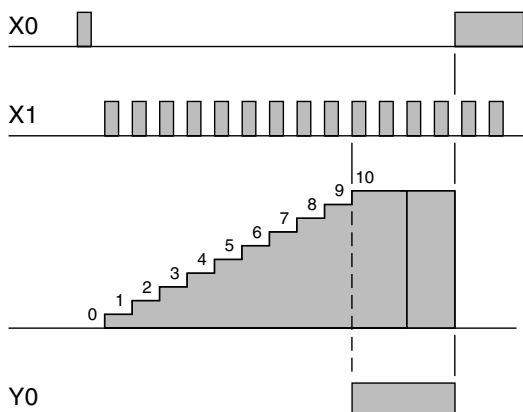


Lista istruzioni

0	LD	X0	
1	RST	C0	
3	LD	X1	
4	OUT	C0	K10
7	LD	C0	
8	OUT	Y0	

Ogni volta che viene abilitato l'ingresso X1, il contatore C0 fa salire il conteggio del valore numerico 1. L'uscita Y0 si attiva quando X1 è stato acceso e spento dieci volte (il setpoint del contatore è K10).

L'illustrazione seguente presenta l'andamento dei segnali per questo esempio di programma.



Con l'ingresso X0 si riposiziona il contatore con l'ausilio di una istruzione RST. Il valore reale del contatore viene portato a 0 e l'uscita del contatore si disabilita.

Una volta raggiunto il set point di calcolo, il contatore non viene più influenzato dagli impulsi che seguono sull'ingresso X1.

Per i contatori si distingue tra contatori a 16 bit e contatori a 32 bit. Il nome viene attribuito con riferimento allo spazio di memoria richiesto per il valore di calcolo. La tabella sottostante presenta le caratteristiche principali di questi contatori.

Caratteristica	Contatore a 16 bit	Contatore a 32 bit
Tipo di conteggio	Crescente	Crescente e decrescente. (La direzione del calcolo si definisce, abilitando o disabilitando un flag speciale)
Limite per il set point	da 1 a 32767	da - 2 147 483 649 a 2 147 483 647
Impostazione del set point	Come costante decimale (K) direttamente nell'istruzione o indirettamente in un registro dati.	Come costante decimale (K), direttamente nell'istruzione o indirettamente in una coppia di registri di dati.
Comportamento al superamento	Conta fino a max 32767, poi il valore effettivo non cambia più.	Contatore ad anello: dopo aver contato fino a 2 147 483 647, il valore successivo sarà - 2 147 483 648. (Con conteggio decrescente si avrà un salto da - 2 147 483 648 a 2 147 483 647).
Uscita contatore	Raggiunto il set point, l'uscita resta abilitata.	Con conteggio crescente, l'uscita resta abilitata una volta raggiunto il set point. Con conteggio decrescente, l'uscita si riposiziona se al di sotto del set point.
Riposizionamento	Con un'istruzione RST si cancella il valore reale del contatore e si disabilita l'uscita	

Oltre ai normali contatori, i controllori MELSEC della famiglia FX offrono anche cosiddetti contatori ad alta velocità (High Speed Counter). Si tratta di contatori a 32 bit, che elaborano veloci segnali esterni di conteggio rilevati sugli ingressi X0÷X7. Con questi contatori, per esempio, si possono risolvere facilmente, in abbinamento con speciali istruzioni, compiti di posizionamento.

I contatori ad alta velocità operano secondo il principio di interruzione. Il programma del PLC viene così interrotto, reagendo immediatamente al segnale sul contatore. Troverete una descrizione dettagliata dei contatori ad alta velocità nel manuale di programmazione relativo ai controllori MELSEC della famiglia FX.

Tabella contatori

Operando			Counter	
			Contatori normali	Contatori retentivi ^①
Simbolo operando			C	
Tipo di operando (per comando e interrogazione)			Operando a bit	
Valori, che possono assumere la contro-output			0 o 1	
Indicazione dell'indirizzodell'operando			Decimale	
Impostazione del set point del contatore			Come costante decimale, intera. L'impostazione si esegue o direttamente nell'istruzione o indirettamente in un registro dati (Per contatori a 32 bit, in due registri dati).	
Numero di operandi ed indirizzi	FX3G	Contatori a 16 bit	16 (C0–C15)	184 (C16–C199)
	FX3GC	Contatore a 32 bit	20 (C200–C219)	15 (C220–C234)
	FX3GE	Contatore a 32 bit ad alta velocità	—	21 (C235–C255)
	FX3S	Contatori a 16 bit	16 (C0–C15)	16 (C16–C31)
		Contatore a 32 bit	35 (C200–C234)	—
		Contatore a 32 bit ad alta velocità	—	21 (C235–C255)
	FX3U FX3UC	Contatori a 16 bit	100 (C0–C99) ^②	100 (C100–C199) ^②
		Contatore a 32 bit	20 (C200–C219) ^②	15 (C220–C234) ^②
		Contatore a 32 bit ad alta velocità	21 (C235–C255) ^②	
	FX5U FX5UC	Contatore a 16 bit	max. 1024 (C0–C1023) ^③	
Contatore a 32 bit		max. 1024 (C0–C1023) ^③		

① Nei contatori retentivi, il valore di conteggio effettivo si conserva anche togliendo tensione.

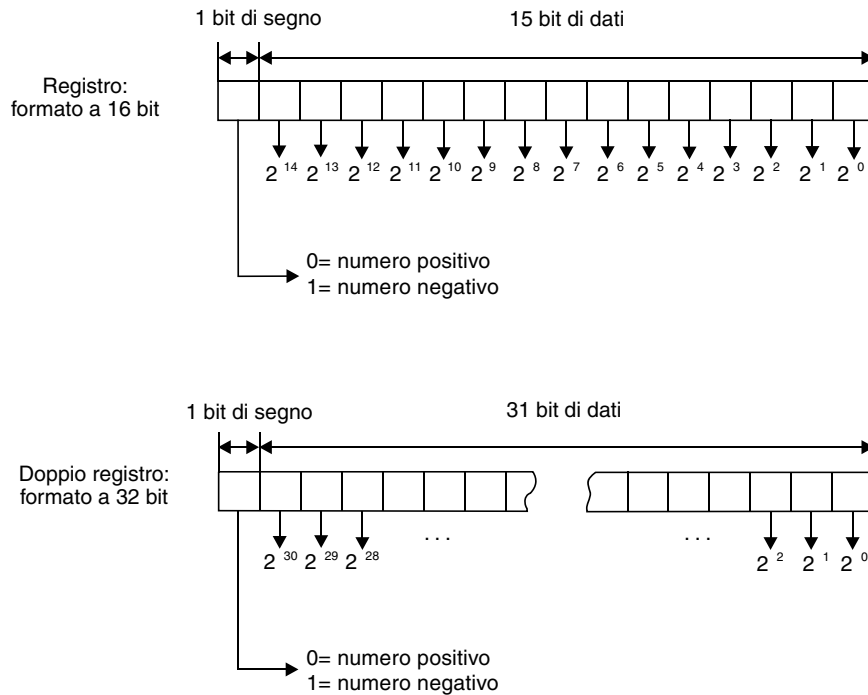
② Nei parametri del PLC è possibile stabilire se i valori reali di questi contatori devono conservarsi quando si toglie tensione.

③ Può essere cambiato con i parametri compresi nell'intervallo di capacità della memoria CPU.

4.5 Registri

In un PLC, i flag fungono da memoria di risultati binari provvisori. Lo stato di un flag offre però solo un'informazione di IN/OUT o 0/1 e non è quindi adatto a memorizzare valori di misura o risultati di calcoli. A tal fine, i controllori della famiglia FX sono dotati di registri.

Un registro è costituito da 16 bit o da una parola (v. par. 3.2). Collegando due registri a 16 bit, si può ottenere un "doppio registro" a 32 bit.



In un registro è possibile memorizzare valori che vanno da 0000H a FFFFH (da -32768 a 32767), mentre un doppio registro può contenere valori che vanno da 00000000H a FFFFFFFFH (da -2 147 483 648 a 2 147 483 647).

I controllori della famiglia FX offrono un gran numero di istruzioni per operare con i registri, con le quali è possibile, ad esempio, scrivere valori in un registro, leggere valori da registri, copiare, confrontare o elaborare in calcoli aritmetici i contenuti di registri (v. capitolo 5).

4.5.1 Registri di dati

Nel programma del PLC, i registri di dati possono essere utilizzati come memoria. Un valore che viene inserito in un registro dati dal programma del PLC rimane invariato nel registro, finché nel programma non gli si sovrascrive un altro valore.

Nelle istruzioni per dati a 32 bit viene indicato solo l'indirizzo di un registro a 16 bit; il registro successivo viene impegnato automaticamente dalla parte con i valori più alti dei dati a 32 bit. Se per memorizzare un valore a 32 bit viene indicato, per esempio, il registro D0, questo registro D0 conterrà i bit di questo valore da 0 a 15 e il registro D1 i bit da 16 a 31.

Comportamento allo spegnimento o arresto del PLC

Oltre ai registri non bufferizzati, il cui contenuto viene cancellato ad un arresto del PLC o togliendo tensione al PLC, i controllori sono dotati anche di registri, il cui contenuto in questi casi si conserva (registri latch).

NOTA

Se è abilitato il flag speciale M8033, in caso di arresto del PLC anche i contenuti dei registri dati non bufferizzati non si cancellano.

Registri dati nel complesso

Operando	Registri di dati		
	Registri non bufferizzati	Registro latch	
Simbolo operando	D		
Tipo di operando	Operando a parole (Si possono unire due registri in un doppio registro)		
Valori che un operando può assumere	Registri a 16 bit: da 0000H a FFFFH (da -32769 a 32769) Registri a 32 bit: da 00000000H a FFFFFFFFH (da -2 147 483 648 a 2 147 483 647)		
Indicazione dell'indirizzo dell'operando	Decimale		
Numero di operandi ed indirizzi	FX3G FX3GC FX3GE	128 (D0–D127) 6900 (D1100–D7999) ^①	972 (D128–D1099)
	FX3S	128 (D0–D127) 2744 (D256–D2999)	128 (D128–D255)
	FX3U FX3UC	200 (D0–D199) ^②	312 (D200–D511) ^③ 7488 (D512–D7999)
	FX5U FX5UC	max. 8000 (D0–D7999) ^④	max. 8000 (D0–D7999) ^④

① Se la batteria opzionale è installata, a questi flag nei parametri del PLC è possibile attribuire la funzione di flag latch. Essi vengono allora bufferizzati dalla batteria.

② A questi registri è possibile assegnare, nei parametri del PLC, anche la funzione di registri latch.

③ A questi registri è possibile assegnare, nei parametri del PLC, anche la funzione di registri non bufferizzati.

④ Può essere cambiato con i parametri compresi nell'intervallo di capacità della memoria CPU.

4.5.2 Registri speciali

Come i flag speciali (par. 4.2.1) a partire dall'indirizzo M8000, anche i registri rientrano nei registri speciali a partire dall'indirizzo D8000. Spesso esiste persino una relazione diretta tra flag speciale e registro speciale. Così, per esempio, il flag speciale M8005 indica che la tensione della batteria del PLC è troppo bassa e il registro speciale D8005 contiene il valore di tensione rilevato. Una piccola selezione dei registri speciali è riportata nella tabella sottostante.

Registro speciale	Descrizione	Elaborazione nel programma
D8004	Indirizzo flag d'errore (indica quale flag d'errore è impostato)	Interrogazione del contenuto
D8005	Tensione batteria (il valore "36" corrisponde, per esempio, a 3,6 V)	
D8010	Tempo di ciclo attuale del programma	
D8013–D8019	Ora e data dell'orologio integrato	Interrogazione del contenuto Modifica del contenuto
D8030	Valore di lettura del potenziometro VR1 (da 0 a 255)	Interrogazione del contenuto (solo in FX3G, FX3GE e FX3S)
D8031	Valore di lettura del potenziometro VR2 (da 0 a 255)	

Le unità base della serie FX5U e FX5UC offrono non solo i registri speciali (FX-compatibili) da D8000, ma anche i registri speciali (SD) nella gamma da SD0 a SD1999. Questi registri sono compatibili con i registri dei controllori del MELSEC SystemQ e serie L, hanno alcune funzionalità dei registri che iniziano con D8000, ma sono anche ottimizzati per le nuove caratteristiche della serie iQ-F.

Registri modificabili dall'esterno

Nei controllori della serie FX3G, FX3GE e FX3S sono integrati due potenziometri, con cui è possibile modificare il contenuto dei registri speciali D8030 e D8031 nei limiti da 0 a 255 (v. par. 4.6.1). Con l'ausilio di questi potenziometri si possono, ad esempio, modificare i valori di set point per timer e contatori, senza dover collegare un'unità di programmazione.

4.5.3 Registri di file

Il contenuto dei registri di file non va perduto anche togliendo tensione. Per questa ragione è possibile memorizzare in registri di file valori, che all'accensione del PLC saranno trasferiti in registri di dati e che sono necessari al programma, per esempio, per effettuare calcoli, confronti o come valori di set point per i timer.

I registri di file non si distinguono per architettura dai registri di dati. Vengono persino formati dai registri dati D1000÷D7999 in blocchi da 500 indirizzi ciascuno.

Operando		Registri di file
Simbolo operando		D (R solo per FX5U e FX5UC)
Tipo di operando		Operando a parole (Si possono unire due registri in un doppio registro)
Valori che un operando può assumere		Registri a 16 bit: da 0000H a FFFFH (da -32769 a 32769) Registri a 32 bit: da 00000000H a FFFFFFFFH (da -2 147 483 648 a 2 147 483 647)
Indicazione dell'indirizzodell'operando		Decimale
Numero di operandi ed indirizzi	FX3G FX3GC FX3GE	7000 (D1000–D7999) Nei parametri del PLC si possono definire al massimo 14 blocchi da 500 registri di file ciascuno.
	FX3S	2000 (D1000–D2999) Nei parametri del PLC si possono definire al massimo 4 blocchi da 500 file registri ciascuno.
	FX3U FX3UC	7000 (D1000–D7999) Nei parametri del PLC si possono definire al massimo 14 blocchi da 500 file registri ciascuno.
	FX5U FX5UC	max. 32768 (R0–R32767) ^①

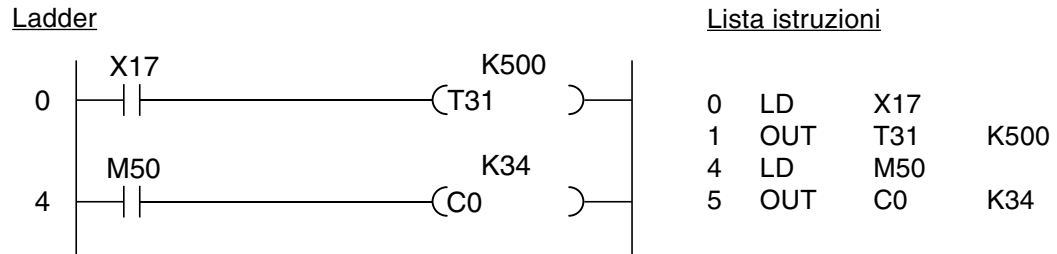
^① Può essere cambiato con i parametri compresi nell'intervallo di capacità della memoria CPU.

Nel manuale di programmazione per i controllori MELSEC della famiglia FX sono ampiamente descritti i registri di file.

4.6 Suggerimenti per la programmazione T e C

4.6.1 Impostazione indiretta del set point di timer e contatori

All'interno di una istruzione di uscita è possibile fornire direttamente a timer e contatori un set point di tempo e calcolo:

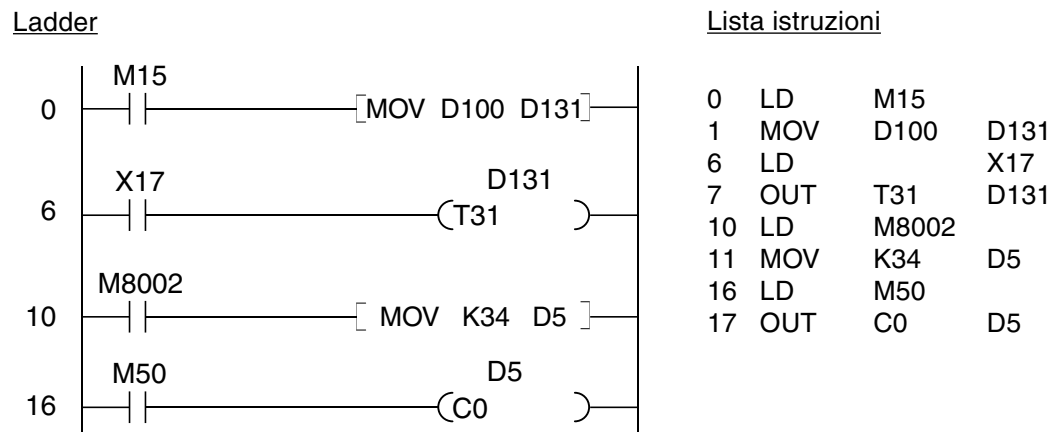


Nell'esempio sopra raffigurato, T31 è un timer da 100 ms. Con la costante "500" si imposta il tempo di ritardo a $500 \times 0,1 \text{ s} = 50 \text{ s}$. Il set point per il contatore C0 è automaticamente impostato a "34".

Il vantaggio di questo tipo d'impostazione del set point consiste nel fatto che non ci si deve più preoccupare del set point. Anche dopo una mancanza di tensione o subito all'accensione sono validi i set point impostati dal programma. L'inconveniente è però il fatto che per variare un set point occorre modificare il programma. Soprattutto i set point dei timer sono spesso modificati subito alla messa in funzione, per adattarli al controller e al test del programma.

I valori di set point di timer e contatori possono anche essere inseriti in registri di dati, da dove possono essere letti dal programma. In tal modo è possibile modificare rapidamente i valori impostati con un'unità di programmazione collegata. In questo caso è anche possibile impostare valori di set point tramite interruttori su un quadro o un'unità di comando.

L'illustrazione che segue presenta alcuni esempi di impostazione indiretta di valori di set point:



- Quando il flag M15 è "1", il contenuto del registro dati D100 viene copiato nel registro dati D131. Questo registro contiene il set point per T131. Il contenuto del D100 può essere modificato, ad esempio con un'unità di comando.
- Il flag speciale M8002 è abilitato per un ciclo di programma solo dopo l'avvio del PLC. In tal modo, una volta acceso il PLC la costante "34" viene portata nel registro dati D5, che funge da memoria di set point per il contatore C0.

I valori di set point non devono essere necessariamente inseriti nei registri dati nel programma del PLC. È anche possibile definirli prima dell'avvio del programma con l'ausilio di un'unità di programmazione.

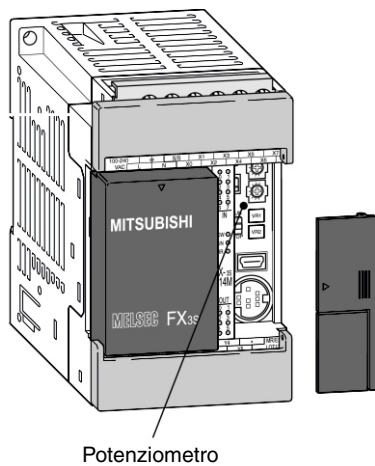
**ATTENZIONE**

Per salvare i valori di set point di timer e contatori, servitevi di registri dati latch, se tali valori di set point non vengono inseriti nei registri tramite il programma del PLC. Tenete presente che anche i contenuti di questi registri vanno perduti, quando la batteria del buffer è esaurita.

Se si utilizzano i registri normali, i valori impostati si cancellano togliendo tensione o portando l'interruttore di MARCIA/ARRESTO nella posizione di ARRESTO (STOP). Una volta data tensione o al successivo avvio del PLC potrebbero aversi delle situazioni di pericolo con questi set point impostati ora a "0".

Impostazione di set point con i potenziometri integrati

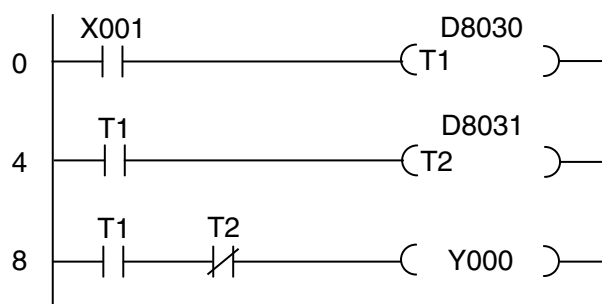
Nei controllori della serie FX3G, FX3GE e FX3S è possibile modificare rapidamente e facilmente le impostazioni di set point, quali ad esempio i tempi, con i due potenziometri analogici del controllore.



La figura a sinistra mostra una unità base della serie FX3S. Nella serie FX3G e FX3GE la disposizione dei potenziometri è simile.

Il valore del potenziometro superiore VR1 può essere letto dal registro speciale D8030. In D8031 viene collocato il valore di VR2, il potenziometro inferiore. Per utilizzare un potenziometro come sorgente di set point per un temporizzatore, nel programma viene indicato il registro anziché una costante.

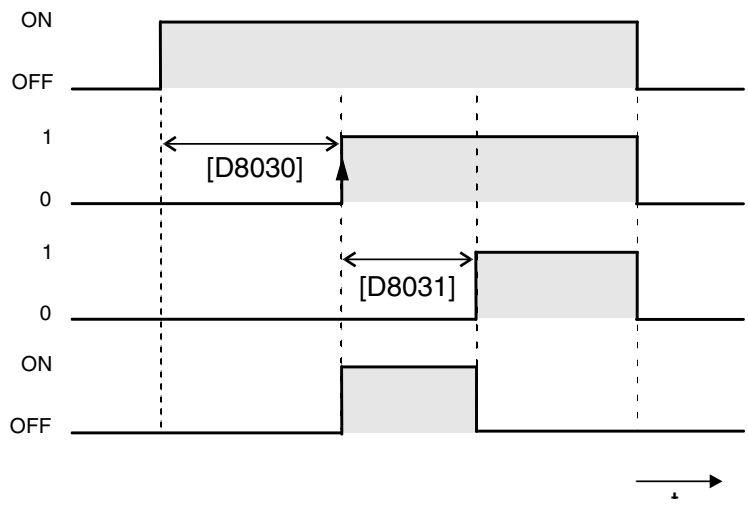
Il valore nel registro è modificabile da 0 a 255 a seconda della posizione del potenziometro.

LadderLista istruzioni

0	LD	X001	
1	OUT	T1	D8030
4	LD	T1	
5	OUT	T2	D8031
8	LD	T1	
8	ANI	T2	
10	OUT	Y000	

Nell'esempio di programma sopra indicato, una volta trascorso il tempo di T1, Y0 si abilita per un tempo definito da T2 (uscita impulsi ritardata).

Andamento del segnale

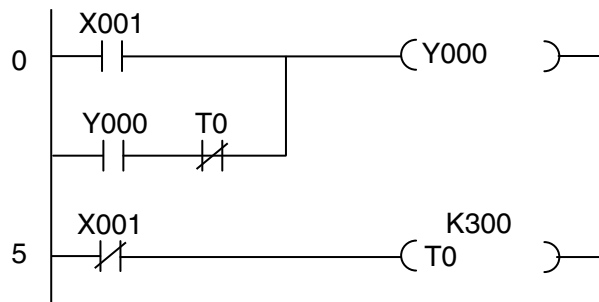


4.6.2 Ritardo di disabilitazione

Tutti i timer di un PLC MELSEC operano come ritardo all'abilitazione. Una volta trascorso il tempo impostato, l'uscita dei timer si abilita. Spesso però sono necessari ritardi di disabilitazione. (Un esempio di applicazione è il comando di una ventola, che resta accesa ancora per qualche minuto dopo aver spento la luce in bagno.)

Variante di programma 1 (Auto-ritenuta)

Ladder

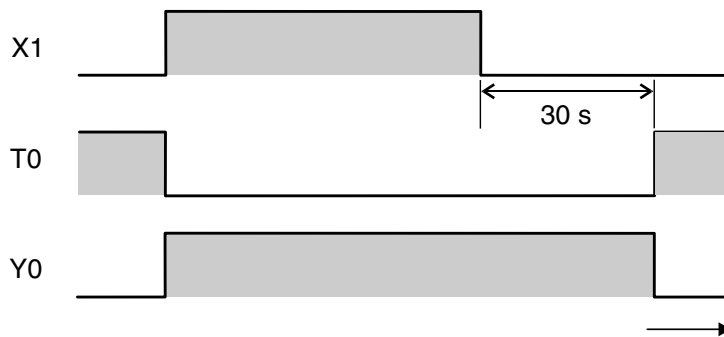


Lista istruzioni

0	LD		X001
1	LD		Y000
2	ANI	T0	
3	ORB		
4	OUT	Y000	
5	LDI	X001	
6	OUT	T0	K300

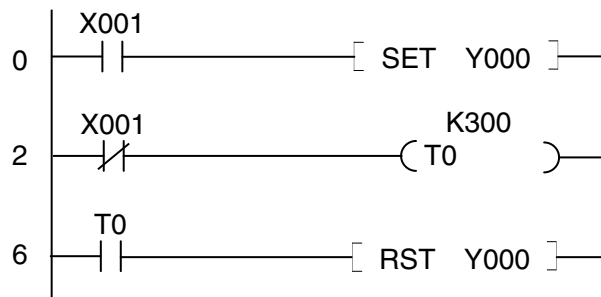
Fintanto che l'ingresso X1 (es.: interruttore della luce) è abilitato, anche l'uscita Y0 (ventola) è attiva. Ma anche dopo aver escluso X1, Y0 resta attiva per auto-ritenuta, perché il tempo del timer T0 non è ancora trascorso. Quest'ultimo parte con l'esclusione di X1. Una volta trascorso il tempo impostato (nell'esempio. $300 \times 0,1 \text{ s} = 30 \text{ s}$), T0 interrompe l'auto-ritenuta di Y0 e quest'uscita si disabilita.

Andamento del segnale



Variante di programma 2 (Set/Reset)

Ladder



Lista istruzioni

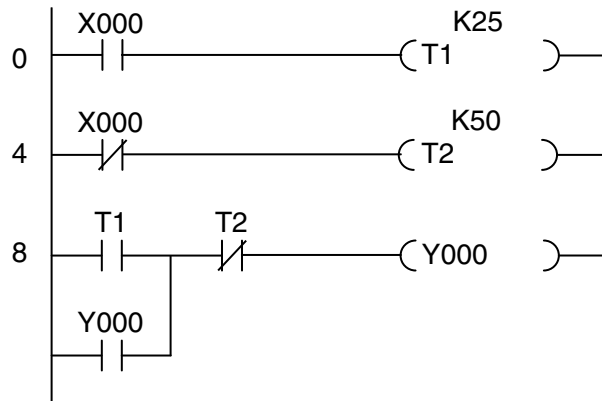
0	LD	X001	
1	SET	Y000	
2	LDI	X001	
3	OUT	T0	K300
6	LD	T0	
7	RST	Y000	

Abilitando X1, si imposta (abilita) l'uscita Y0. Disabilitando X1, si avvia T0. Trascorso il tempo impostato, T0 ripristina l'uscita Y0. L'andamento del segnale è identico a quello della variante di programma 1.

4.6.3 Ritardo all'abilitazione e disabilitazione

In pratica può accadere che si debba abilitare con ritardo e disabilitare anche con ritardo un'uscita. Anche questo compito è di facile soluzione con i link logici di base.

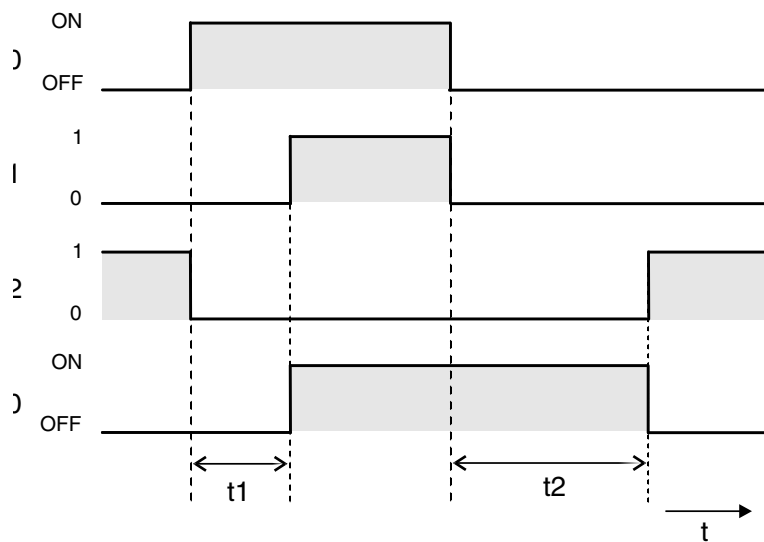
Ladder



Lista istruzioni

0	LD	X000	
1	OUT	T1	K25
4	LDI	X000	
5	OUT	T2	K50
8	LD	T1	
9	OR	Y000	
10	ANI	T2	
11	OUT	Y000	

Andamento del segnale



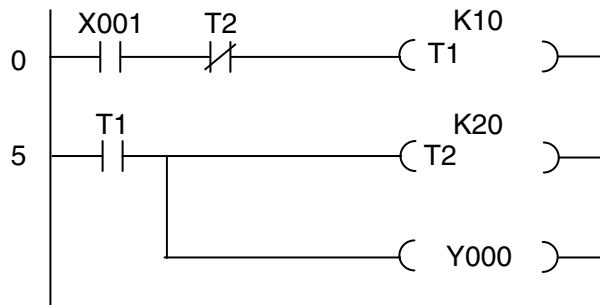
Autoritenendo con Y000 per il tempo T1, l'uscita resta abilitata durante il ritardo di disabilitazione.

4.6.4 Clock

Nel controllore sono disponibili flag speciali, con i quali è possibile risolvere molto facilmente compiti di programmazione, per cui si richiede una cadenza fissa (es., per comandare una spia di segnalazione di un guasto). M8013 viene, per esempio, abilitato e disabilitato nel tempo di 1 secondo. Una descrizione dettagliata di tutti i flag speciali è riportata nel manuale di programmazione della famiglia FX.

Se però si richiedono altri tempi di clock o tempi diversi di abilitazione e disabilitazione, è possibile realizzare un clock con due timer.

Ladder



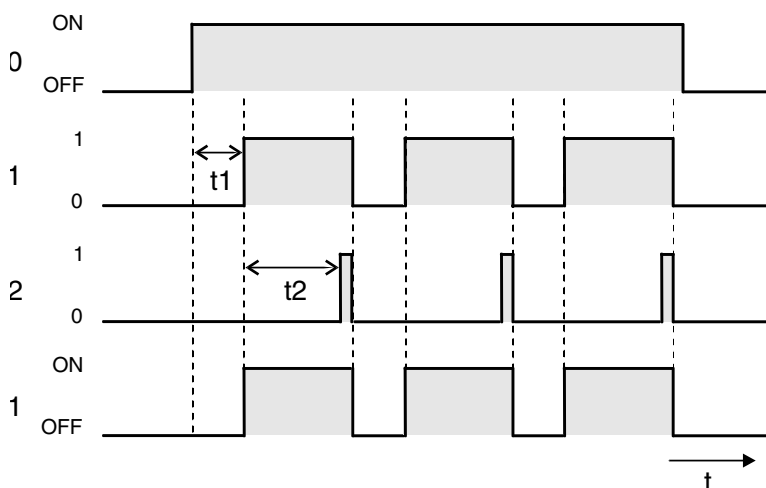
Lista istruzioni

0	LD	X001	
1	ANI	T2	
2	OUT	T1	K10
5	LD	T1	
6	OUT	T2	K20
9	OUT	Y000	

X1 fa partire il clock. Si può anche tralasciare questo ingresso. Il clock è allora sempre attivo. Nel seguito del programma, l'uscita di T1 viene elaborata, ad esempio, per spie di segnalazione. Il tempo di abilitazione è dato da T2, il tempo di disabilitazione da T1.

L'uscita del timer T2 viene attivata solo per un ciclo di programma. Nell'illustrazione sottostante, che presenta l'andamento del segnale del programma d'esempio, questo tempo è raffigurato con lunghezza eccessiva. T2 disabilita T1 e così subito dopo si disabilita anche T2. Per essere precisi, il tempo di abilitazione si prolunga quindi del tempo necessario per l'esecuzione del programma. Dato che il tempo di ciclo è pari solo ad alcuni millisecondi, di norma esso è trascurabile.

Andamento del segnale



5 Programmazione per esperti

Con le istruzioni logiche di base descritte al capitolo 3, un controllore programmabile può imitare le funzioni di comandi a relè. Con ciò però le possibilità di un PLC sono lungi dall'essere esaurite. Essendo il cuore di ogni PLC un microprocessore, anche calcoli, confronti di numeri, trasformazioni di sistemi numerici o l'elaborazione di valori analogici non rappresentano alcun problema.

Per svolgere queste funzioni, che vanno oltre i collegamenti logici, sono necessarie istruzioni particolari, le cosiddette istruzioni applicative.

5.1 Generalità sulle istruzioni applicative

Le istruzioni applicative sono chiaramente identificate da una sigla, che è tratta dalla descrizione della loro funzione. Per esempio, la definizione per l'istruzione, con cui è possibile confrontare due numeri a 16 o 32 bit, è "CMP" (dall'inglese *to compare*, paragonare. Tutte le sigle per le istruzioni applicative derivano dall'inglese.)

Nella programmazione si indica la sigla, seguita dal o dagli operandi. La tabella che segue presenta un prospetto di tutte le istruzioni applicative, per illustrare le possibilità dei controllori MELSEC della famiglia FX. Non spaventatevi, non dovete annotare tutte le sigle. All'atto della programmazione potete servirvi della funzione Help del software di programmazione.

Tutte le istruzioni sono dettagliatamente descritte e corredate di esempi nella guida alla programmazione per la famiglia FX o la serie iQ-F. In questo capitolo approfondiremo solo le istruzioni più frequentemente utilizzate (nella tabella, queste sono su sfondo grigio).

Molte istruzioni per l'elaborazione dei dati a 16-bit possono essere utilizzate anche per i dati a 32 bit, quando viene aggiunto un "D" (ad esempio aggiungendo: ADD → DADD).

Classificazione	Istruzione	Significato	Controllore			
			FX3G FX3GC FX3GE	FX3S	FX3U FX3UC	FX5U FX5UC
Istruzioni esecuzione programma	CJ	Salto all'interno di un programma				
	CALL	Richiamo di un sottoprogramma				
	SRET	Fine di un sottoprogramma				
	IRET	Interruzione – Chiusura programma				
	EI	Interruzione – Attivazione programma	●	●	●	●
	DI	Interruzione – Disattivazione programma				
	FEND	Fine di un'area di programma				
	WDT	Watchdog – Rinfresca timer				
	FOR	Inizio ripetizione di un programma				
	NEXT	Fine ripetizione di un programma				
	BREAK	Uscita forzata dal programma di ripetizione				
	XCALL	Chiama (Esegue una subroutine)				
	STOP	Interrompe l'esecuzione della sequenza				●
	GOEND	Salta a istruzione END				
	IMASK	Maschera programma di interrupt				
	SIMASK	Disabilita / abilita il puntatore di interrupt specificato				

Classificazione	Istruzione	Significato	Controllore			
			FX3G FX3GC FX3GE	FX3S	FX3U FX3UC	FX5U FX5UC
Istruzioni di confronto e trasferimento dati	CMP	Confronto dati numerici	●	●	●	●
	ZCP	Confronto aree dati numerici	●	●	●	●
	MOV	Trasferimento dati	●	●	●	●
	MOVB	Trasferimento di dati 1-bit				●
	BLKMOV	Trasferimento di dati n-bit				●
	SMOV	Sposta e trasferisce	●	●	●	●
	CML	Copia e inversione	●	●	●	●
	CMLB	Inversione e trasferimento di dati a 1 bit				●
	BMOV	Trasferimento in blocco	●	●	●	●
	FMOV	Trasferimento dati uguali	●	●	●	●
	XCH	Scambio di dati			●	●
Istruzioni aritmetiche e logiche	ADD	Addizione di dati numerici	●	●	●	●
	+	Addizione di dati numerici				●
	SUB	Sottrazione di dati numerici	●	●	●	●
	-	Sottrazione di dati numerici				●
	MUL	Moltiplicazione di dati numerici	●	●	●	●
	*	Moltiplicazione di dati numerici				
	DIV	Divisione di dati numerici	●	●	●	●
	/	Divisione di dati numerici				●
	INC	Incremento	●	●	●	●
	DEC	Decremento	●	●	●	●
	WAND	Link logico E	●	●	●	●
	WOR	Link logico O	●	●	●	●
	WXOR	Link logico O esclusivo	●	●	●	●
	WXNR	Operazione XNOR su dati a 16 bit / 32 bit				●
DXNR					●	
Istruzioni di spostamento	NEG	Negazione di dati			●	●
	ROR	Rotazione a destra	●	●	●	●
	ROL	Rotazione a sinistra	●	●	●	●
	RCR	Rotazione di bit a destra			●	●
	RCL	Rotazione di bit a sinistra			●	●
	SFTR	Spostamento a bit di dati binari, verso destra	●	●	●	●
	SFTL	Spostamento a bit di dati binari, verso sinistra	●	●	●	●
	WSFR	Spostamento dati a parole, verso destra	●	●	●	●
	WSFL	Spostamento dati a parole, verso sinistra	●	●	●	●
	SFT	Spostamento dispositivi da 1 bit				●
	BSFR	Spostamento dati n bit verso destra / sinistra di 1 bit				●
	BSFL					●
	DSFR	Spostamento dati n-parola a destra / sinistra da 1 parola				●
	DSFL					●
	SFWR	Scrivi in una memoria FIFO	●	●	●	●
SFRD	Leggi da una memoria FIFO	●	●	●	●	

Classificazione	Istruzione	Significato	Controllore			
			FX3G FX3GC FX3GE	FX3S	FX3U FX3UC	FX5U FX5UC
Operazioni con dati	ZRST	Ripristino aree operandi	●	●	●	●
	DECO	Decodifica dati	●	●	●	●
	ENCO	Codifica dati	●	●	●	●
	SUM	Rileva bit impostati	●	●	●	●
	BON	Verifica un bit	●	●	●	●
	BSET	Impostazione di un bit in un dispositivo di parola				●
	BRST	Ripristino di un bit in un dispositivo di parola				●
	TEST	Esegue un bit test				●
	MEAN	Rileva valori medi	●	●	●	●
	MAX	Ricerca del valore massimo				●
	MIN	Ricerca del valore minimo				●
	ANS	Inizia un intervallo di tempo	●		●	●
	ANR	Ripristina bit di segnalazione	●		●	●
	SQR	Rileva la radice quadrata			●	●
	FLT	Trasforma il formato numerico	●	●	●	
	INT2FLT					●
UINT2FLT					●	
Istruzioni alta velocità	REF	Rinfresca ingressi e uscite	●	●	●	●
	REFF	Imposta il filtro d'ingresso			●	
	MTR	Legge una matrice (MTR)	●	●	●	●
	DHSCS	Imposta con contatore alta velocità	●	●	●	●
	DHSCR	Ripristina con contatore alta velocità	●	●	●	●
	DHSZ	Confronta aree	●	●	●	●
	HIOEN	Start / stop dei dati a 16-bit / 32-bit funzione I/O alta velocità				●
	SPD	Riconosce velocità	●	●	●	●
	PLSY	Uscita impulsi (frequenza)	●	●	●	●
	PWM	Uscita impulsi con modulazione ampiezza impulsi	●	●	●	●
	PLSR	Uscita impulsi (numero)	●	●	●	
Istruzioni legate all'applicazione	IST	Inizializzazione stato passi	●	●	●	●
	SER	Istruzione Cerca	●	●	●	●
	ABSD	Contatore assoluto – Confronta	●	●	●	●
	INCD	Contatore incrementale – Confronta	●	●	●	●
	TTMR	Teaching-Timer			●	●
	STMR	Timer speciale			●	●
	UDCNTF	Contatore bidirezionale segnato a 32 bit				●
	ALT	Funzione flip flop	●	●	●	●
	RAMP	Funzione rampa	●	●	●	
	RAMPF					●
	ROTC	Posizionamento tavola circolare			●	●
	SORT	Istruzione Ordina			●	
	SORTTBL					●

Classificazione	Istruzione	Significato	Controllore			
			FX3G FX3GC FX3GE	FX3S	FX3U FX3UC	FX5U FX5UC
Istruzioni di input/output	TKY	Tastiera decimale			●	
	HKY	Tastiera esadecimale			●	
	DSW	Interruttore digitale	●	●	●	●
	SEGD	Visualizzazione a 7 segmenti			●	●
	SEGL	Visualizzazione a 7 segment con latch	●	●	●	●
	ARWS	Visualizzazione a 7 segmenti con tasti supplementari			●	
	ASC	Conversione ASCII			●	
	PR	Output dati sulle uscite			●	
	FROM	Lettura di dati da un modulo speciale	●		●	●
	TO	Scrittura di dati in un modulo speciale	●		●	●
Istruzioni per comunicazione seriale	RS	Comunicazione seriale	●	●	●	
	RS2	Comunicazione seriale (2)				●
	PRUN	Spostamento di ingressi o flag	●	●	●	●
	ASCI	Conversione in un simbolo ASCII	●	●	●	●
	HEX	Conversione in un valore esadecimale	●	●	●	
	HEXA					●
	CCD	Controllo somma e parità	●	●	●	●
Istruzioni per la scheda di espansione FX□□-8AV-BD	VRRD	Lettura di set point da FX□□-8AV-BD	●	●	●	
	VRSC	Lettura posizioni interruttori da FX□□-8AV-BD	●	●	●	
Istruzione controllo PID	PID	Programmazione di un circuito di regolazione	●	●	●	●
Proteggere/ripristinare registri indici	ZPUSH	Protegge il contenuto dei registri indici			●	
	ZPOP	Ripristina il contenuto dei registri indici			●	
Operazioni con numeri a virgola mobile	LDE□	Confronta i dati all'interno di operazioni				●
	DECMP	Confronto di numeri a virgola mobile	●	●	●	●
	DEZCP	Confronto di numeri a virgola mobile (aree)			●	●
	DEMOV	Trasferimento di numeri a virgola mobile	●	●	●	●
	DESTR	Trasforma numero a virgola mobile in stringa			●	●
	DEVAL	Trasforma stringa in numeri a virgola mobile			●	●
	DEBCD	Conversione formato a virgola mobile in formato numerico scientifico			●	●
	DEBIN	Conversione formato numerico scientifico in formato a virgola mobile			●	●
	DEADD	Addizione di numeri a virgola mobile	●	●	●	●
	E+					●
	DESUB	Sottrazione di numeri a virgola mobile	●	●	●	●
	E-					●
	DEMUL	Moltiplicazione di numeri a virgola mobile	●	●	●	●
	E*					●
	DEDIV	Divisione di numeri a virgola mobile	●	●	●	●
	E/					●

Classificazione	Istruzione	Significato	Controllore			
			FX3G FX3GC FX3GE	FX3S	FX3U FX3UC	FX5U FX5UC
Operazioni con numeri a virgola mobile	DEXP	Numero a virgola mobile come esponente a base e			●	●
	DLOGE	Calcolo logaritmo naturale			●	●
	DLOG10	Calcolo del logaritmo decimale			●	●
	POW	Calcola l' elevazione a potenza di un numero in virgola mobile				●
	DESQR	Radici quadrate di numeri a virgola mobile	●	●	●	●
	DENEG	Inversione segno di numeri a virgola mobile			●	●
	INT	Conversione da formato a virgola mobile in formato-decimale	●	●	●	
	EMAX	Ricerca del valore massimo				●
	EMIN	Ricerca del valore minimo				●
Istruzioni aritmetiche per numeri a virgola mobile	SIN	Calcolo del seno			●	●
	COS	Calcolo del coseno			●	●
	TAN	Calcolo della tangente			●	●
	ASIN	Calcolo dell'arcoseno			●	●
	ACOS	Calcolo dell'arcocoseno			●	●
	ATAN	Calcolo dell'arcotangente			●	●
	RAD	Conversione da gradi in radianti			●	●
	DEG	Conversione da radianti in gradi			●	●
Istruzioni di elaborazione dati	WSUM	Forma la somma dei contenuti di operandi a parola			●	●
	WTOB	Dividere in byte dati in operandi a parola			●	●
	BTOW	Formare operandi a parola da singoli byte			●	●
	UNI	Raggruppare in operandi a parola gruppi di 4 bit			●	●
	NUNI	Collegamento del numero specificato di bit				●
	DIS	Dividere operandi a parola in gruppi di 4 bit			●	●
	NDIS	Separazione del numero specificato di bit				●
	SWAP	Scambiare byte di valore inferiore e superiore			●	●
	SORT2	Ordina dati in tabella			●	
	SORTTBL2					●
Istruzioni di posizionamento	DSZR	Corsa punto di riferimento (con proximity)	●	●	●	●
	DVIT	Posizionamento con interruzione	●		●	●
	TBL	Posizionamento da tabella dati	●		●	●
	DRVITBL	Posizionamento da operazione tabella multipla				●
	DRVMUL	Posizionamento simultaneo drive assi multipli				●
	DABS	Legge la posizione effettiva assoluta	●		●	●
	ZRN	Corsa punto di riferimento	●		●	
	PLSV	Uscita di impulsi a frequenza variabile	●	●	●	●
	DRVI	Posiziona su un valore incrementale	●	●	●	●
	DRVA	Posiziona su un valore assoluto	●	●	●	●


Classificazione	Istruzione	Significato	Controllore				
			FX3G FX3GC FX3GE	FX3S	FX3U FX3UC	FX5U FX5UC	
Operazioni con l'orologio integrato del PLC	TCMP	Confronto dati orologio	●	●	●	●	
	TZCP	Confronto dati orologio con un'area	●	●	●	●	
	TADD	Addizione dati orologio	●	●	●	●	
	TSUB	Sottrazione dati orologio	●	●	●	●	
	HTOS	Trasforma la visualizzazione in formato "Ora, minuti, secondi" in secondi			●	●	
	STOH	Trasforma la visualizzazione in secondi nel formato "Ora, minuti, secondi"			●	●	
	LDDT <input type="checkbox"/> ANDDT <input type="checkbox"/> ORDT <input type="checkbox"/>	Confronto tra dati di data				●	
	LDTM <input type="checkbox"/> ANDTM <input type="checkbox"/> ORDT <input type="checkbox"/>	Confronto tra dati di tempo				●	
	TRD	Legge ora e data	●	●	●	●	
	TWR	Trasferisce ora e data nel PLC	●	●	●	●	
	HOUR	Contatore ore di funzionamento	●	●	●		
	HOURM					●	
	Trasformazione codice di Gray	GRY	Trasforma il codice di Gray in numero decimale	●	●	●	●
GBIN		Trasforma numero decimale in codice di Gray					
Scambio dati con moduli analogici	RD3A	Legge valori analogici d'ingresso	●	●	●		
	WR3A	Scriva valore analogico d'uscita					
Istruzioni diverse	COMRD	Legge commento operandi			●		
	RND	Genera numero random			●	●	
	DUTY	Emette impulso di lunghezza definita			●	●	
	CRC	Verifica dati (verifica CRC)			●	●	
	HCMOV	Trasferisce valore reale di un contatore alta veloc.			●	●	
	ADRSET	Memorizzazione indirizzo indiretto				●	
Istruzioni per dati, memorizzati in operandi consecutivi (blocchi dati)	BK+	Addiziona dati in un blocco dati					
	BK-	Sottrae dati in un blocco dati					
	BKCMP= BKCMP> BKCMP< BKCMP<> BKCMP<= BKCMP>=	Confronta dati in blocchi dati			●	●	
	BKAND		Operazione AND su blocco dati				
	BKOR		Operazione OR su blocco dati				
	BKXOR		Operazione XOR su blocco dati				●
	BKXNR		Operazione XNOR su blocco dati				
	BKRST		Ridimensionare in lotti di dispositivi bit				

Classificazione	Istruzione	Significato	Controllore			
			FX3G FX3GC FX3GE	FX3S	FX3U FX3UC	FX5U FX5UC
Istruzioni di elaborazione per stringhe di caratteri	STR	Trasforma dati binari in stringhe caratteri				
	VAL	Trasforma stringhe caratteri in dati binari				
	\$+	Aggiunge stringhe caratteri				
	LEN	Rileva lunghezza di stringhe caratteri				
	RIGHT	Estrae dati stringhe caratteri da destra			●	●
	LEFT	Estrae dati stringhe caratteri da sinistra				
	MIDR	Seleziona stringa caratteri				
	MIDW	Sostituisce stringa caratteri				
	INSTR	Cerca stringa caratteri				
	STRINS	Inserimento di stringa caratteri				
	STRDEL	Cancellazione di stringa caratteri				●
	LD\$<input type="checkbox"/> AND\$<input type="checkbox"/> OR\$<input type="checkbox"/>	Confronto tra stringhe di caratteri all'interno di operazioni				●
	SMOV	Trasferisce stringa caratteri			●	●
Istruzioni matematiche per dati BCD	B+	Addizione di dati BCD a 4 cifre				
	B-	Sottrazione di dati BCD a 4 cifre				
	DB+	Addizione di dati BCD a 8 cifre				
	DB-	Sottrazione di dati BCD a 8 cifre				
	B*	Moltiplicazione di dati BCD a 4 cifre				●
	B/	Divisione di dati BCD a 4 cifre				
	DB*	Moltiplicazione di dati BCD a 8 cifre				
	DB/	Divisione di dati BCD a 8 cifre				
Istruzioni di elaborazione per elenchi dati	FDEL	Elimina dati da elenco dati				
	FINS	Inserisce dati in elenco dati				
	POP	Legge gli ultimi dati inseriti in un elenco dati			●	●
	SFR	Sposta a destra parola dati a 16 bit				
	SFL	Sposta a sinistra parola dati a 16 bit				
Istruzioni di confronto	LD=	Confronta I dati all'interno dei link	●	●	●	●
	LD>					
	LD<					
	LD<>					
	LD<=					
	LD>=					
	AND=					
	AND>					
	AND<					
	AND>=					
	OR=					
	OR>					
	OR<					
	OR<>					
	OR<=					
OR>=						

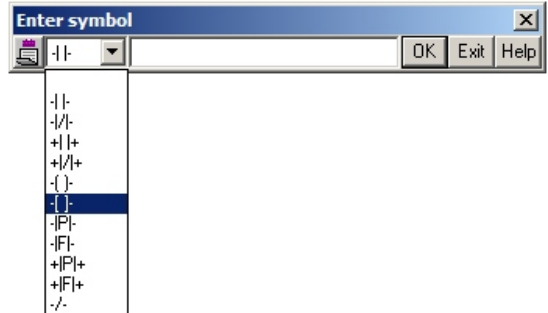
Classificazione	Istruzione	Significato	Controllore			
			FX3G FX3GC FX3GE	FX3S	FX3U FX3UC	FX5U FX5UC
Istruzioni di controllo dati	LIMIT	Limita l'area di output di valori				
	BAND	Determina offset d'ingresso				
	ZONE	Determina offset d'uscita				
	SCL	Cambia scala dei valori				
	DABIN	Converte numero da codice ASCII in valore binario			●	●
	BINDA	Converte valore binario in codice ASCII				
	SCL2	Cambia scala valori (La tabella dei valori è strutturata diversamente che con l'istruzione SCL)				
Istruzioni per la comunicazione con convertitori di frequenza	IVCK	Controlla stato convertitore di frequenza				
	IVDR	Comanda il convertitore di frequenza				
	IVRD	Legge i parametri del conv. di frequenza	●	●	●	●
	IVWR	Scriva i parametri nel conv. di frequenza				
	IVBWR	Scriva i parametri a blocco nel convertitore difrequenza			●	●
	IVMC	Scriva comando/frequenza nominale nell'inverter e legge stato/frequenza attuale (velocità) dall'inverter	●	●	●	●
Comunicazione MODBUS	ADPRW	Scambio di dati del master MODBUS con stazioni slave (lettura e scrittura)	●	●	●	●
Istruzioni funzione di supporto di protocollo predefiniti	S.CPRTC	Esegue il protocollo specificato dal tool di comunicazione Predefinisce Protocol				
	S.CPRTCL					●
	SP.ECPRTCL					
Scambio dati con moduli speciali	RBFM	Legge da memoria buffer di moduli speciali				
	WBFM	Scriva in memoria buffer di moduli speciali			●	●
Istruzione per contatore alta velocità	HSCT	Confronta valore reale di un contatore ad altavelocità con dati in elenco dati			●	
Istruzioni conversione dati	BCD	Conversione BCD	●	●	●	●
	BIN	Conversione binaria	●	●	●	●
	FLT2INT FLT2DINT	Numero reale a → 16 bit / 32-bit dati binari con segno				
	FLT2UNIT FLT2UDINT	Numero reale a → 16 bit / 32-bit dati binari senza segno				
	INT2UNIT INT2UDINT	Dati binari a 16 bit con segno → Dati binari 16/32 bit senza segno				
	INT2DINT	Dati binari a 16 bit con segno → Dati binari a 32 bit con segno				
	UINT2INT UINT2DINT	Dati binari a 16 bit senza segno → Dati binari 16/32 bit con segno				●
	UINT2UDINT	Dati binari a 16 bit senza segno → Dati binari 16/32 bit senza segno				
	DINT2INT	Dati binari a 32 bit con segno → Dati binari a 16 bit con segno				
	DINT2UINT DINT2UDINT	Dati binari a 32 bit con segno → Dati binari 16/32 bit senza segno				
	UDINT2INT UDINT2DINT	Dati binari a 32 bit senza segno → Dati binari 16/32 bit con segno				
	UDINT2UINT	Dati binari a 32 bit senza segno → Dati binari a 16 bit senza segno				

Classificazione	Istruzione	Significato	Controllore			
			FX3G FX3GC FX3GE	FX3S	FX3U FX3UC	FX5U FX5UC
Istruzione per dati da registri file estesi	LOADR	Legge dati da registri file estesi	●		●	
	SAVER	Scrive dati in registri dati estesi			●	
	INITR	Inizializza registri estesi e registri file estesi			●	
	LOGR	Salva dati di operandi in registri estesi o registri file estesi			●	
	RWER	Trasferisce dati da registri estesi in registri file estesi	●		●	
	INITER	Inizializza registri file estesi			●	
Istruzioni per una scheda di memoria CF in un modulo adattatore FX3U-CF-ADP	FLCRT	Crea e controlla il file				
	FLDEL	Crea e controlla il Cancella il file/formatta la scheda di memoria CF				
	FLWR	Scrive dati nella scheda di memoria CF			●	
	FLRD	Legge dati dalla scheda di memoria CF				
	FLCMD	Istruzione per FX3U-CF-ADP				
	FLSTRD	Legge lo stato dell'FX3U-CF-ADP				
Istruzioni per la porta Ethernet integrata	SP.SOCOPEN	Apertura di una connessione				
	SP.SOCCLOSE	Chiusura di una connessione				
	SP.SOCRCV	Lettura dei dati ricevuti dalla presa comunicazione				
	S.SOCRDATA					●
	SP.SOCSND	Invio di dati attraverso la presa comunicazione e				
	SP.SOCCINF	Lettura delle informazioni di connessione della presa comunicazione				

5.1.1 Inserimento di istruzioni applicative

Per impostare istruzioni applicative con il software di programmazione GX Works2 FX, portare il cursore sulla posizione del percorso di corrente, in cui si vuole inserire l'istruzione, e digitare la sigla dell'istruzione e gli operandi. Il software di programmazione riconosce automaticamente che viene inserita un'istruzione e apre la finestra di input (v. sotto). Oppure posizionate il cursore e cliccate poi sulla barra degli strumenti sull'icona .

Potete selezionare l'istruzione anche nella finestra di input. Cliccate sul simbolo "▼" per aprire un elenco di opzioni.



Nel campo d'immissione si digitano poi la sigla dell'istruzione e gli operandi. Le voci sono separate da uno spazio.

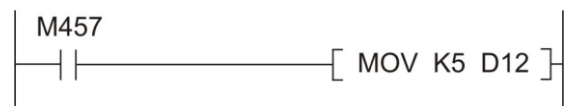
A tutte le cifre si deve anteporre una lettera, che indica o il tipo di operando o – in caso di costanti – il formato numerico. La lettera "K" identifica costanti decimali, mentre la lettera "H" identifica costanti esadecimali.



In questo esempio, nel registro dati D12 viene digitato il valore "5" con un'istruzione MOV.

Con il pulsante **Help** potete aprire una finestra di dialogo e cercare un'istruzione con la funzione desiderata. Qui avete anche informazioni sul modo di operare dell'istruzione e sul tipo e numero degli operandi.

Con un clic su OK, l'istruzione applicativa viene recepita nel programma.



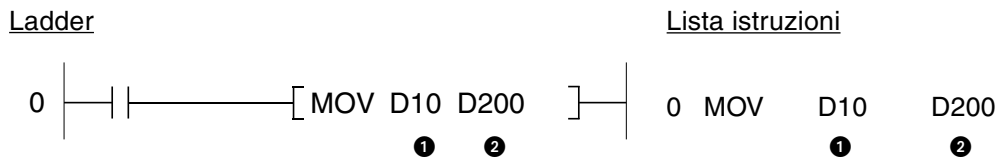
Se state programmando come elenco istruzioni, vogliate inserire in una riga la sigla dell'istruzione, seguita dagli operandi. Anche qui le singole voci sono separate da uno spazio.

5.2 Istruzioni per il trasferimento di dati

Nel PLC, i registri di dati fungono da memoria per valori di misura e uscita, risultati transitori o valori tabellari. Ad esempio, le istruzioni aritmetiche leggono i valori dei loro operandi direttamente dai registri di dati, riportando in tali registri – se lo si vuole – anche il risultato; per supportare queste istruzioni c'è però bisogno di istruzioni di trasferimento, con le quali si possono copiare dati da un registro in un altro oppure inserire costanti in registri di dati.

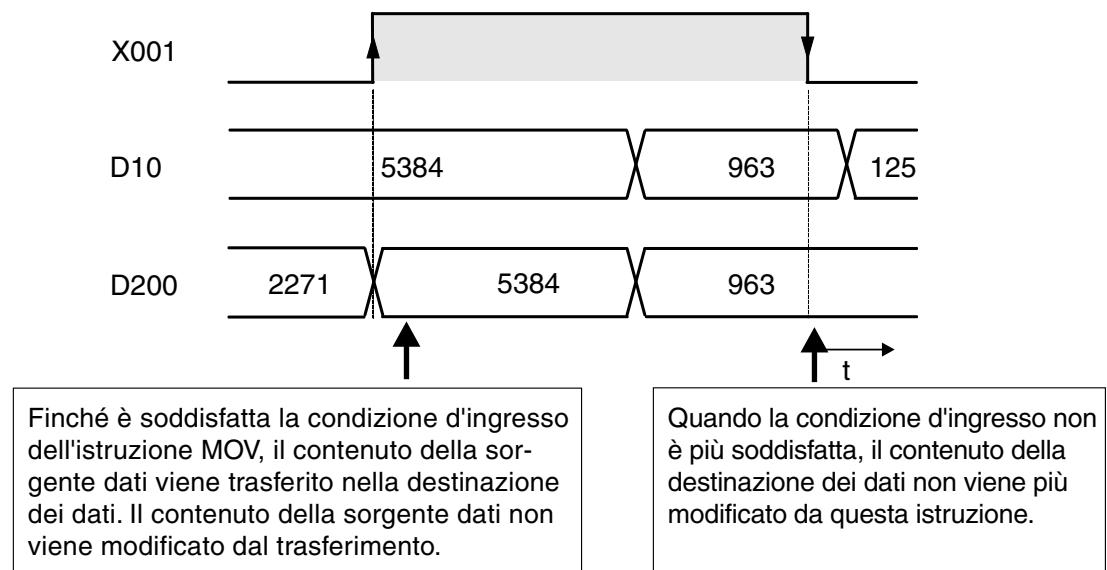
5.2.1 Trasferimento da singoli dati con un'istruzione MOV

Con un'istruzione MOV (dall'inglese *to move* = muovere) si "muovono" dei dati e si copiano da una sorgente di dati in una destinazione.



- ① Sorgente dati (Qui si può anche indicare una costante)
- ② Destinazione dati

In questo esempio, il contenuto del registro dati D10 viene trasferito nel registro dati D200, se è abilitato l'ingresso X1. L'illustrazione che segue presenta l'andamento di segnale per questo esempio.

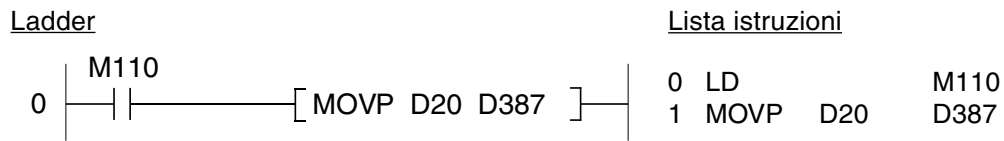


Esecuzione dell'istruzione con fronte di comando

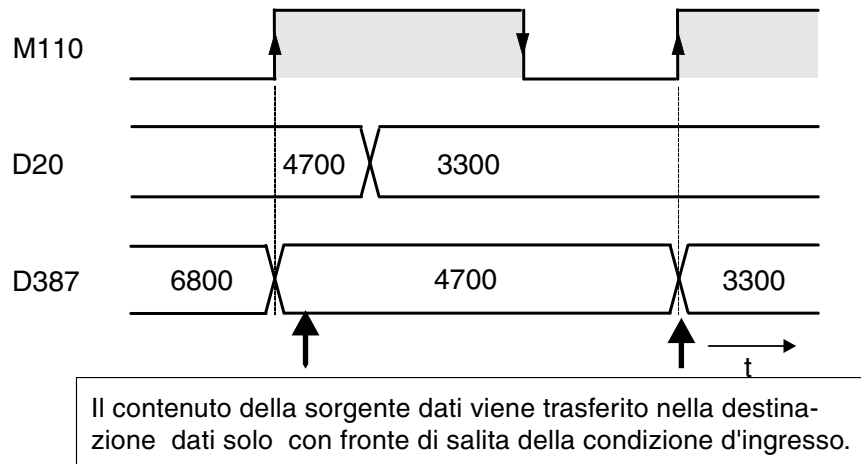
Per determinate applicazioni è più conveniente definire la destinazione dei dati solo in un ciclo del programma: per esempio, se si opera un trasferimento nella stessa destinazione in un altro punto del programma oppure se il trasferimento deve verificarsi solo a un momento definito.

Un'istruzione MOV viene eseguita solo **una volta** con fronte di salita della condizione d'ingresso, se alla sigla MOV segue una "P". (La lettera "P" fa riferimento al termine inglese *Pulse* e indica che l'istruzione è comandata da un cambiamento di segnale o da un impulso.)

Nell'esempio che segue, il contenuto di D20 viene riportato nel registro dati D387, solo quando lo stato del segnale di M110 passa da "0" a "1".

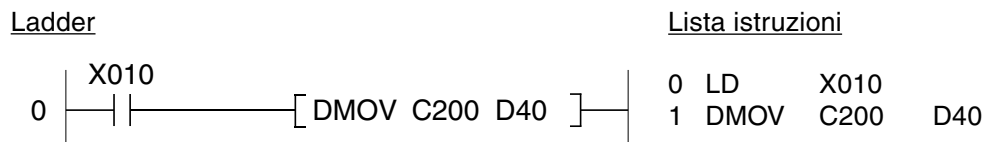


Anche se M110 rimane impostato, non si ha ulteriore trasferimento nel registro D387. Ciò è chiarito dall'andamento di segnale per questo esempio:



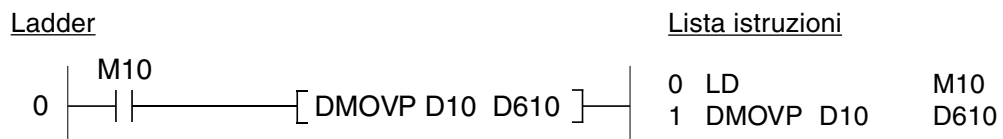
Trasferimento di dati a 32 bit

Se si vogliono trasferire dati a 32 bit con un'istruzione MOV, all'istruzione viene anteposta una "D".



Quando è abilitato l'ingresso X010, lo stato del conteggio del contatore a 32 bit C200 viene trasferito nei registri dati D40 e D41. D40 contiene i bit di valore inferiore.

È anche possibile la combinazione tra elaborazione di parole doppie ed esecuzione con fronte di comando, come dimostra il seguente esempio.



Impostando il flag M10, il contenuto dei registri D10 e D11 viene trasferito nei registri D610 e D611.

5.2.2 Trasferimento di operandi a bit in gruppi

Nel paragrafo precedente si è illustrato come con un'istruzione MOV è possibile trasferire costanti o i contenuti di registri dati in altri registri dati. Si possono però memorizzare valori numerici anche in operandi a bit consecutivi, come i flag. Per far intervenire con un'istruzione applicativa più operandi a bit consecutivi, si indica l'indirizzo del primo operando a bit unitamente al fattore "K", che identifica il numero degli operandi.

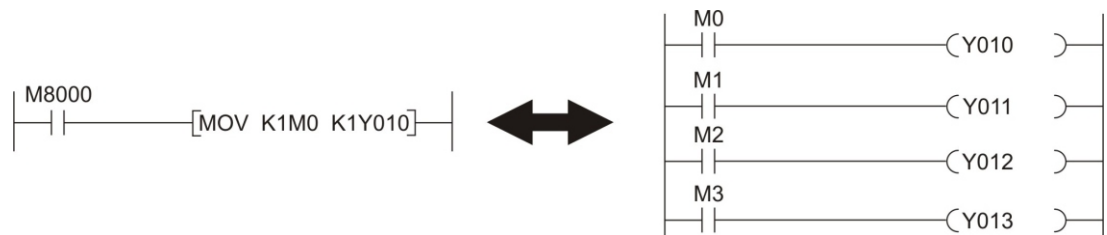
Questo fattore "K" indica il numero delle unità per ogni 4 operandi: K1 = 4 operandi, K2 = 8 operandi, K3 = 12 operandi, ecc.

Con l'indicazione "K2M0" vengono, per esempio, definiti gli otto flag da M0 a M7. Sono possibili fattori da K1 (4 operandi) fino a K8 (32 operandi).

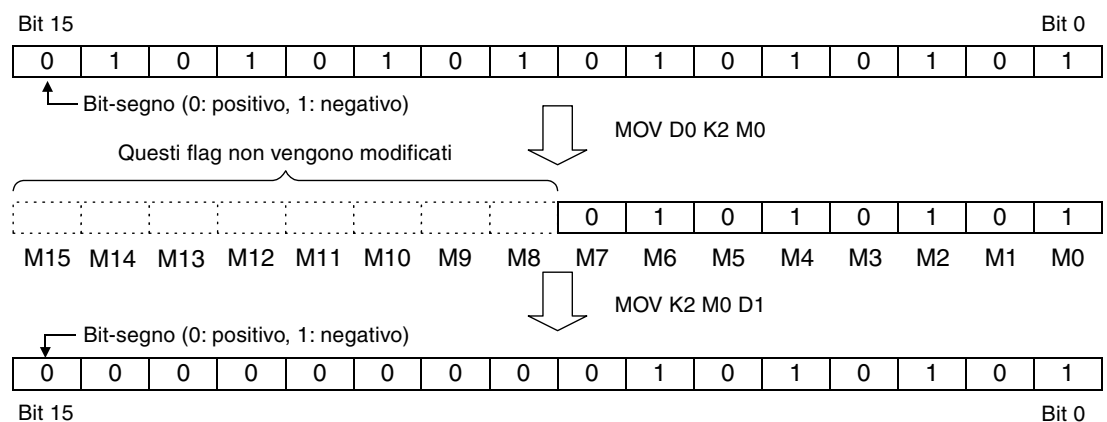
Esempi di definizione di operandi a bit:

- K1X0: 4 ingressi, start con X0 (da X0 a X3)
- K2X4: 8 ingressi, start con X4 (da X4 a X13, sistema di calcolo ottale!)
- K4M16: 16 flag, start a M16 (da M16 a M31)
- K3Y0: 12 uscite, start con Y0 (da Y0 a Y13, sistema di calcolo ottale!)
- K8M0: 32 flag, start con M0 (da M0 a M31)

La possibilità di far intervenire più operandi a bit con solo un'istruzione riduce anche il tempo di programmazione. Le due sequenze di programma che seguono hanno la stessa funzione: trasferire gli stati di segnale dei flag M0 ÷ M3 alle uscite Y10 ÷ Y13.



Se la destinazione dei dati è più piccola della sorgente dati, i bit in soprannumero non vengono trasferiti (v. illustrazione seguente, esempio in alto). Se la destinazione dei dati è più grande della sorgente dati, le posizioni mancanti sono occupate da uno "0". Interpretando il bit 15 come segno, il valore che ne risulta è sempre positivo (come nell'esempio in basso dell'illustrazione sottostante.)



5.2.3 Trasferimento di dati contigui con un'istruzione BMOV

Con l'istruzione MOV precedentemente illustrata al paragrafo 5.2.1 è possibile trasferire in una destinazione dati un valore da 16 o 32 bit al massimo. Per trasferire diversi dati contigui, si potrebbero programmare diverse istruzioni MOV una dopo l'altra. Per risparmiarvi questa fatica, è a vostra disposizione l'istruzione BMOV. La sigla sta per "Block Move": Gli operandi sono trasferiti con contiguità, come blocco

Ladder

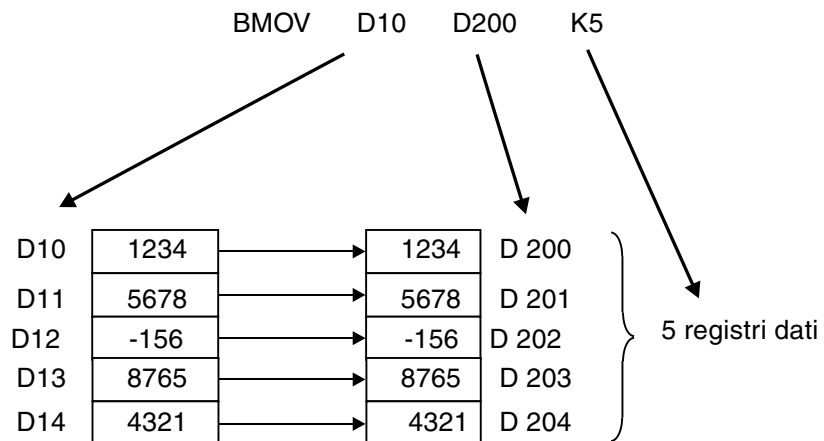


Lista istruzioni

0 BMOV D10 D200 K5
① ② ③

- ① Sorgente dati (operando a 16 bit; viene indicato il 1° operando dell'area sorgente)
- ② Destinazione dati (operando a 16 bit; viene indicato il 1° operando dell'area di destinazione)
- ③ Numero degli elementi da trasferire (max. 512)

Con gli operandi sopra indicati risulta la seguente funzione:

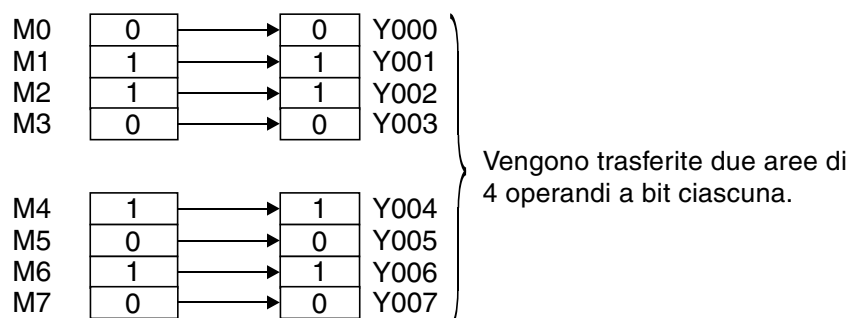


Anche un'istruzione BMOV può essere eseguita con fronte di comando; in questo caso viene programmata come istruzione BMOVVP (v. par. 5.2.1).

Se si vogliono trasferire gruppi di operandi a bit con un'istruzione BMOV, i fattori "K" di sorgente dati e destinazione dati devono essere identici.

Esempio

BMOV K1M0 K1Y0 K2

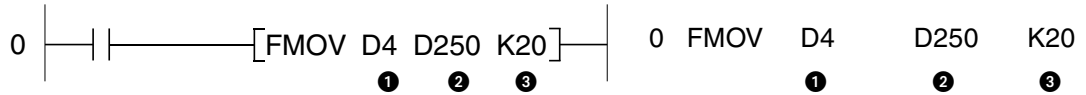


5.2.4 Trasferimento di dati uguali in più operandi di destinazione (FMOV)

Con un'istruzione FMOV viene riportato in più operandi consecutivi a parola o doppia parola il contenuto di un operando a parola o doppia parola oppure una costante. Si possono così eliminare, per esempio, tabelle di dati oppure portare registri di dati a un valore iniziale definito.

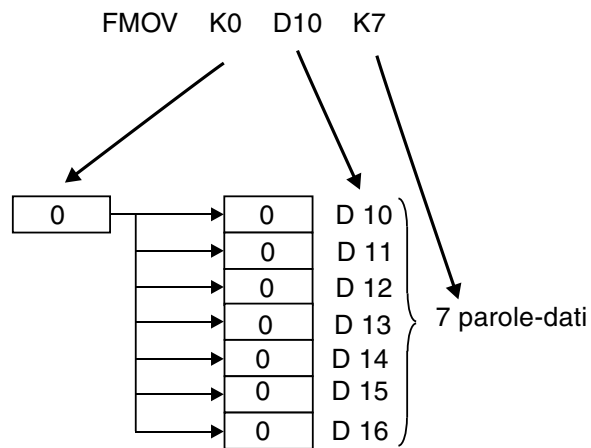
Ladder

Lista istruzioni



- ❶ Dati che si vogliono trasferire negli operandi di destinazione; si possono indicare anche delle costanti
- ❷ Destinazione dati (viene indicato il 1° operando dell'area di destinazione)
- ❸ Numero degli elementi da scrivere dell'area di destinazione (max. 512)

Nell'esempio che segue, in 7 elementi viene riportato il valore "0":



Se si inserisce un'istruzione FMOV come istruzione FMOV_P, il trasferimento dei dati ha luogo con fronte di comando (v. descrizione dell'istruzione MOV al par. 5.2.1).

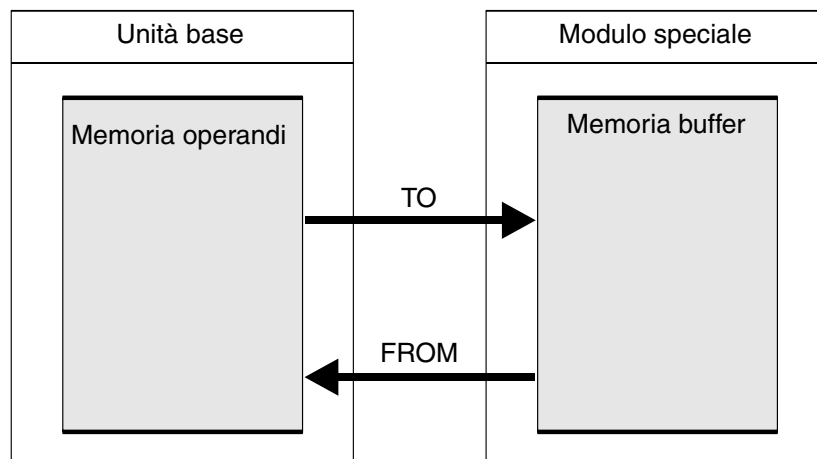
Dovendo trasferire dati a 32 bit, all'istruzione si deve anteporre una "D" (DFMOV o DFMOV_P).

5.2.5 Scambio di dati con moduli speciali

Ad eccezione della serie FX3S, possibile aumentare il numero degli ingressi e uscite digitali di tutte le unità base della famiglia FX MELSEC, collegando unità di espansione. Oltre a ciò si può ampliare ancora l'entità delle funzioni del controllore con l'installazione di cosiddetti moduli speciali. I moduli speciali rilevano, ad esempio, valori analogici, quali correnti o tensioni, regolano temperature o svolgono la comunicazione con unità esterne.

Mentre per le espansioni digitali non sono richieste istruzioni particolari (gli ingressi e uscite supplementari vengono trattati esattamente come gli ingressi e uscite dell'unità base), per lo scambio di dati tra l'unità base e un modulo speciale vengono utilizzate due istruzioni applicative: l'istruzione FROM e l'istruzione TO.

Nel modulo speciale è ricavata un'area di memoria, in cui vengono temporaneamente salvati – bufferizzati, per esempio, valori analogici di misura o dati ricevuti. Data questa funzione, quest'area di memoria è definita "area buffer". All'area buffer di un modulo speciale può accedere anche l'unità base e leggere, per esempio, valori di misura o dati ricevuti, ma anche riportarvi dei dati, che poi il modulo speciale elaborerà ulteriormente (impostazioni per il funzionamento del modulo speciale, dati di trasmissione, ecc.)



Una memoria buffer può essere costituita da singole celle di memoria (fino a 32767). Ciascuno di questi indirizzi di memoria buffer può contenere 16 bit di informazioni. La funzione di un indirizzo di memoria buffer dipende dal tipo di modulo speciale e può essere ricavata dal manuale d'uso dei singoli moduli speciale.

Indirizzo memoria buffer 0
Indirizzo memoria buffer 1
Indirizzo memoria buffer 2
:
:
Indirizzo memoria buffer n-1
Indirizzo memoria buffer n

Per una corretta funzione, l'istruzione FROM o TO ha bisogno di determinati dati:

- Da quale modulo speciale si vogliono leggere i dati o in quale modulo speciale si vogliono trasferire dati?
- Qual è il primo indirizzo di memoria buffer, da cui si vogliono leggere dati o in cui si vogliono riportare dati?
- Da quanti indirizzi di memoria buffer si vogliono leggere dati o in quanti indirizzi si vogliono riportare dati?
- Dove si vogliono raccogliere nell'unità base i dati provenienti dalla memoria buffer o dove sono memorizzati i dati, che si vogliono trasferire al modulo speciale?

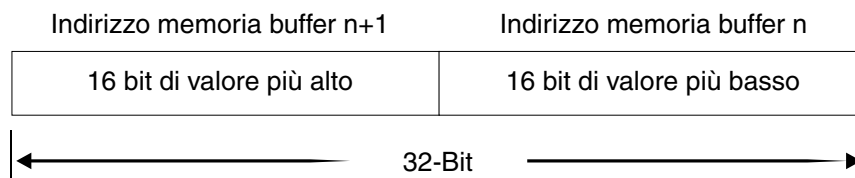
Indirizzo modulo speciale

In caso di più moduli speciali, per trasferire i dati nel modulo esatto o per leggerli dal modulo giusto, è necessario individuare il modulo corretto. A tal fine, a ogni modulo speciale è dato automaticamente un numero che va da 0 a 7. (1H a 10H per FX5U/FX5UC). I numeri sono assegnati in modo progressivo e la numerazione ha inizio con il modulo speciale che viene collegato per primo al PLC.



Indirizzo di partenza nella memoria buffer

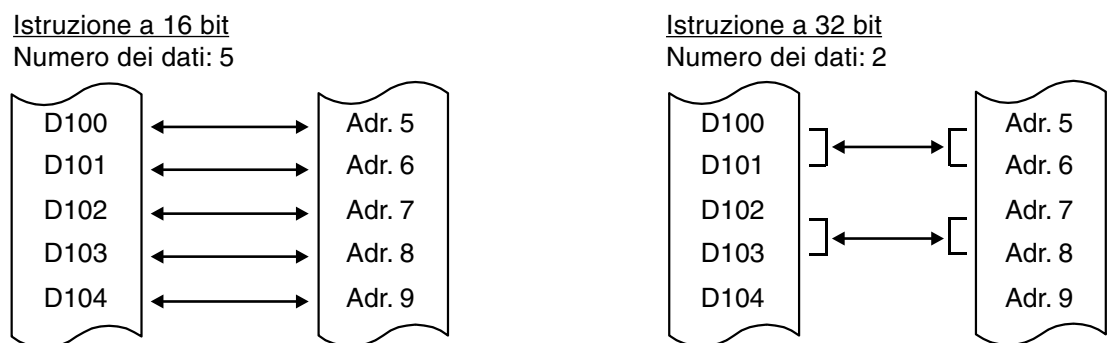
Ciascuno degli indirizzi di memoria buffer (fino a 32767) può avere un indirizzo decimale, che va da 0 a 32766 (FX5U/FX5UC:0 a 65535). I dati a 32 bit vengono stoccati nella memoria buffer in modo che la cella di memoria con l'indirizzo più basso contenga i 16 bit di valore inferiore e l'indirizzo di memoria buffer successivo i 16 bit di valore più alto.



Come indirizzo di partenza per i dati a 32 bit si deve perciò sempre indicare l'indirizzo che contiene i 16 bit di valore più basso.

Numero dei dati da trasferire

Il numero dei dati si riferisce alle unità dati da trasferire. Quando un'istruzione FROM o TO viene eseguita come istruzione a 16 bit, questo dato corrisponde al numero delle parole che viene trasferito. Con un'istruzione a 32 bit nella forma DFROM o DTO si indica il numero delle doppie parole da trasferire.



Il valore che si può indicare per la quantità dei dati dipende da quale PLC viene utilizzato e da come viene eseguita l'istruzione FROM, se a 16 o a 32 bit:

PLC utilizzato	Limiti consentiti per il "numero di dati da trasferire"	
	Istruzione a 16 bit (FROM,TO)	Istruzione a 32 bit (DFROM,DTO)
FX3G, FX3GC, FX3GE, FX3U, FX3UC	da 1 a 32767	da 1 a 16383
FX5U, FX5UC	da 1 a 65535	da 1 a 32767

Destinazione o sorgente dati nell'unità base

Nella maggior parte dei casi, i dati sono letti da registri e trasferiti a un modulo speciale oppure trasferiti dalla memoria buffer di quest'ultimo nell'area registro dati dell'unità base. Come destinazione o sorgente dati possono però anche fungere uscite e flag, oppure valori reali di timer e contatori.

Esecuzione delle istruzioni con fronte di comando

Quando alla sigla dell'istruzione viene aggiunta una "P", il trasferimento dei dati ha luogo con fronte di comando (v. descrizione dell'istruzione MOV al par. 5.2.1).

L'istruzione FROM in dettaglio

Con un'istruzione FROM si trasferiscono dati dalla memoria buffer di un modulo speciale nell'unità base. In questo caso, il contenuto della memoria buffer non cambia; vengono copiati i dati.

Ladder



Lista istruzioni

0 FROM K0 K10 D0 K1
 ① ② ③ ④

- ① Indirizzo modulo speciale (da 0 a 7)
- ② Indirizzo di partenza nella memoria buffer (FX3G, FX3GC, FX3GE, FX3U e FX3UC: 0 a 32,766, FX5U e FX5UC: 0 a 65,535). È possibile utilizzare una costante o un registro di dati che contiene il valore.
- ③ Destinazione dati nell'unità base
- ④ Numero dei dati da trasferire

Nell'esempio illustrato sopra, dal modulo convertitore analogico/digitale FX3U-4AD con l'indirizzo 0 si trasferisce il valore reale del canale 1 dall'indirizzo di memoria buffer 10 nel registro dati D0.

Nell'esempio che segue per un'istruzione a 32 bit, vengono letti dati dal modulo speciale con l'indirizzo 2. A partire dall'indirizzo di memoria buffer 8 vengono lette 4 doppie parole, che vengono salvate nell'unità base nei registri dati da D8 a D15.



Nell'ultimo esempio è stata programmata un'istruzione FROMP. In tal modo, i contenuti dei quattro indirizzi di memoria buffer da 0 a 3 vengono riportati nei registri dati da D10 a D13 solo quando lo stato di segnale della condizione d'ingresso passa da "0" a "1".

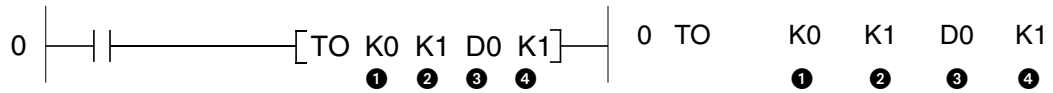


L'istruzione TO in dettaglio

Con un'istruzione TO vengono trasferiti dati dall'unità base nella memoria buffer di un modulo speciale. In questo processo di copiatura, il contenuto della sorgente dati non viene modificato.

Ladder

Lista istruzioni



- ❶ Indirizzo modulo speciale (da 0 a 7)
- ❷ Indirizzo di partenza nella memoria buffer (FX3G, FX3GC, FX3GE, FX3U e FX3UC: da 0 a 32766, FX5U e FX5UC: 0 a 65,535). È possibile utilizzare una costante o un registro di dati che contiene il valore.
- ❸ Sorgente dati nell'unità base
- ❹ Numero dei dati da trasferire

Nell'esempio sopra illustrato, il contenuto del registro dati D0 viene trasferito nell'indirizzo di memoria buffer 1 del modulo speciale con indirizzo 0.

5.3 Istruzioni di confronto

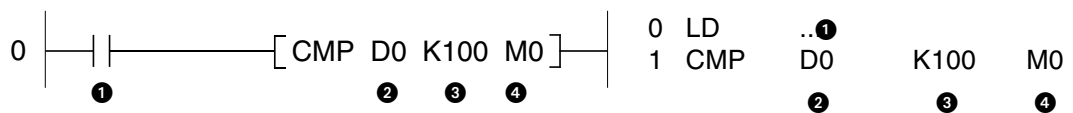
Per verificare nel programma lo stato di operandi a bit, quali ingressi o flag, sono sufficienti le istruzioni logiche di base, in quanto questi operandi possono assumere solo i due stati "0" e "1". Spesso, però, occorre verificare nel programma il contenuto di un operando a parola e avviare, a seconda dell'esito, un dato intervento, quale ad esempio l'inserimento di un ventilatore di raffreddamento al superamento di una data temperatura. I controllori della famiglia FX MELSEC offrono diverse possibilità per il confronto di dati.

5.3.1 L'istruzione CMP

Con l'istruzione CMP vengono confrontati due valori numerici. Questi valori possono essere delle costanti oppure i contenuti di registri di dati. È però anche possibile indicare valori effettivi di timer o contatori. A seconda del risultato del confronto (maggiore, minore o uguale) si abilita uno di tre operandi a bit.

Ladder

Lista istruzioni

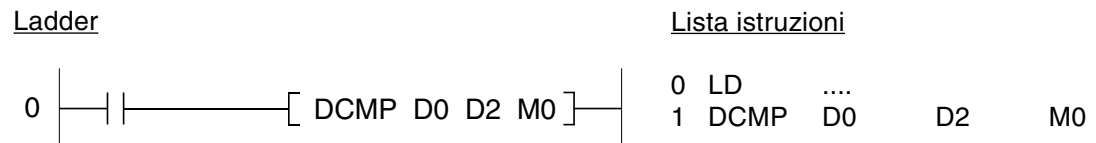


- ❶ Condizione di ingresso
- ❷ Primo valore di confronto
- ❸ Secondo valore di confronto
- ❹ Primo di tre flag o uscite consecutive, che vengono abilitati in funzione del risultato del confronto (stato del segnale "1")
 - 1° operando: ON, se valore di confronto 1 > valore di confronto 2
 - 2° operando: ON, se valore di confronto 1 = valore di confronto 2
 - 3° operando: ON, se valore di confronto 1 < valore di confronto 2

In questo esempio, l'istruzione CMP comanda i flag M0, M1 e M2. M0 è "1", quando il valore presente in D0 è maggiore di 100, M1 è "1", quando il valore presente in D0 è uguale a "100"; M2 si abilita, quando in D0 è memorizzato un valore minore di "100".

Anche una volta disabilitata la condizione d'ingresso, lo stato dei tre operandi a bit si conserva, in quanto viene memorizzato il loro ultimo stato.

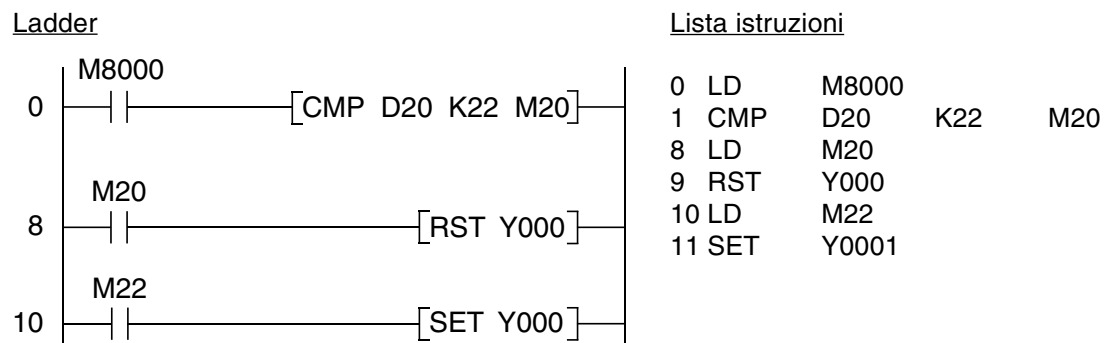
Per confrontare dati a 32 bit, si richiama l'istruzione CMP come istruzione DCMP, antepo-
nendole una "D":



Nell'esempio sopra raffigurato, si confronta il contenuto di D0 e D1 con il contenuto di D2 e D3. Il controllo dei tre operandi a bit è conforme all'istruzione CMP.

Esempio di applicazione

Con un'istruzione CMP si può realizzare velocemente una semplice regolazione a due posizioni.

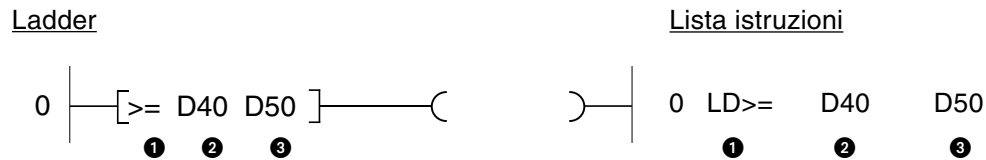


In quest'esempio, l'istruzione CMP viene elaborata in modo ciclico. Quando il PLC elabora il programma, M8000 è sempre "1", Il registro D20 contiene il valore effettivo della temperatura ambiente. La costante K22 imposta il set point a 22°C. I flag M20 e M22 indicano il superamento o il non raggiungimento del set point. Se l'ambiente è troppo caldo, viene esclusa l'uscita Y0. Con temperatura troppo bassa, invece, tramite M22 si riabilita l'uscita Y0. Con quest'uscita è possibile, per esempio, comandare una pompa, che provvede a fornire acqua calda.

5.3.2 Confronti all'interno di collegamenti logici

Nel caso dell'istruzione CMP sopra descritta, il risultato del confronto viene indicato attraverso tre operandi a bit. Spesso, però, si vorrebbe sottoporre a un confronto solo un'istruzione di uscita o un collegamento, non impegnando per questo tre operandi. A tal fine sono disponibili le istruzioni "carica confronto" ed anche i confronti lincati AND e OR.

Confronto all'inizio di un collegamento

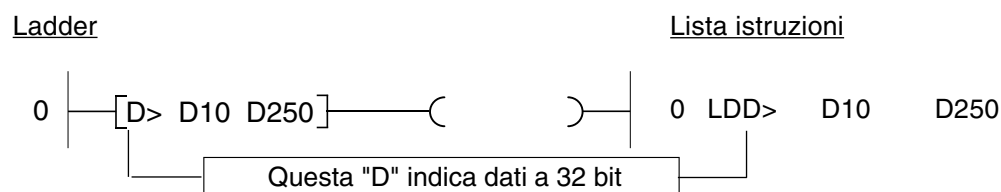


- ❶ Condizione di confronto
- ❷ Primo valore di confronto
- ❸ Secondo valore di confronto

Se la condizione d'ingresso è soddisfatta, lo stato di segnale dopo l'istruzione di confronto è uguale a "1". Lo stato di segnale "0" indica che il confronto non è soddisfatto. Sono possibili i seguenti confronti:

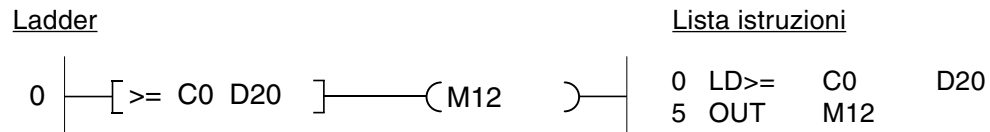
- Confronto su "uguale": = (valore confronto 1 = valore confronto 2)
L'output dell'istruzione presenta solo lo stato di segnale "1", se i valori dei due operandi sono di grandezza uguale.
- Confronto su "maggiore": > (valore di confronto 1 > valore di confronto 2)
L'output dell'istruzione presenta solo lo stato di segnale "1", se il 1° valore di confronto è minore del 2° valore di confronto.
- Confronto su "minore": < (valore di confronto 1 < valore di confronto 2)
L'output dell'istruzione presenta solo lo stato di segnale "1", se il 1° valore di confronto è minore del 2° valore di confronto.
- Confronto su "diverso": <> (valore di confronto 1 diverso dal val. di confr. 2)
L'output dell'istruzione presenta solo lo stato di segnale "1", se il 1° e il 2° valore di confronto sono dissimili.
- Confronto su "minore-uguale": <= (valore di confronto 1 <= valore di confronto 2)
L'output dell'istruzione presenta lo stato di segnale "1" se il 1° valore di confronto è minore o uguale al 2° valore di confronto.
- Confronto su "maggiore-uguale": >= (valore di confronto 1 ≥ valore di confronto 2)
L'output dell'istruzione presenta lo stato di segnale "1", se il 1° valore di confronto è maggiore o uguale al 2° valore di confronto.

Se si vogliono confrontare dati a 32 bit, all'istruzione deve essere aggiunta una "D" (per "doppia parola"):

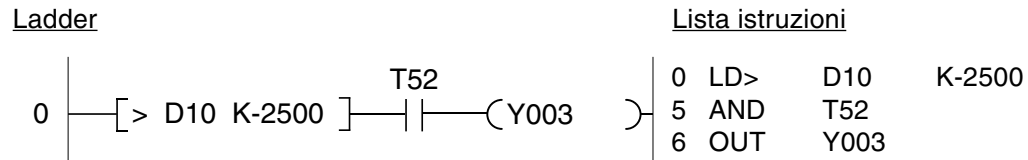


In questo esempio si controlla se il contenuto dei registri dati D10 e D11 è più grande del contenuto dei registri D250 e D251.

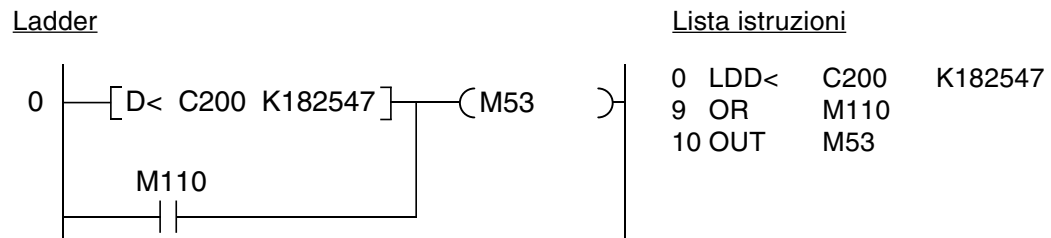
Altri esempi:



Il flag M12 ha lo stato di segnale "1", se lo stato dei contatori di C0 corrisponde o è maggiore del contenuto di D20.

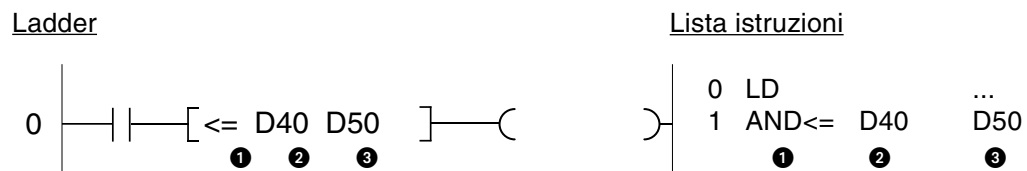


Se il contenuto di D10 è maggiore di -2500 e il timer T52 è scaduto, si abilita l'uscita Y003.



Se lo stato del conteggio del contatore C200 a 32 bit è inferiore a 182547 oppure il flag M110 ha lo stato di segnale "1", M53 diventa "1".

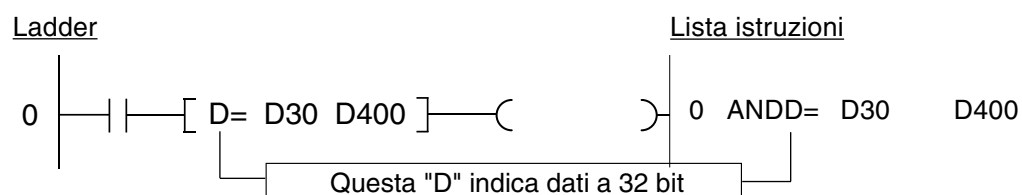
Confronto come link AND



- ① Condizione di confronto
- ② Primo valore di confronto
- ③ Secondo valore di confronto

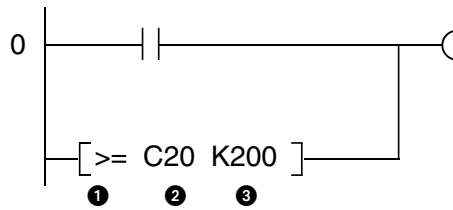
Un confronto con link AND può essere utilizzato nel programma come una normale istruzione AND (v. cap. 3).

Le possibilità di confronto corrispondono a quelle dei confronti sopra descritti all'inizio di un collegamento. Anche con un collegamento AND si possono confrontare valori a 32 bit:

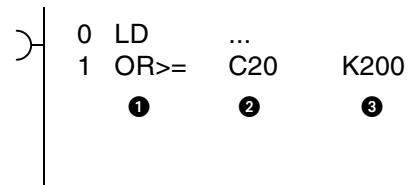


Confronto come link OR

Ladder



Lista istruzioni

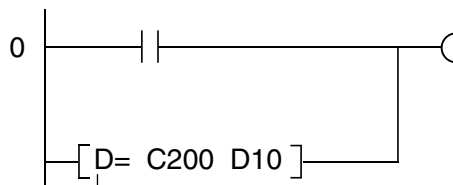


- ❶ Condizione di confronto
- ❷ Primo valore di confronto
- ❸ Secondo valore di confronto

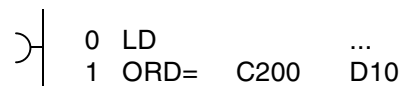
Nel programma è possibile utilizzare un confronto con link OR come un'istruzione OR (v. cap. 3).

Per i confronti valgono di nuovo le condizioni descritte in precedenza. Per il confronto di dati a 32 bit si aggiunge, come per le altre istruzioni di confronto, una "D":

Ladder



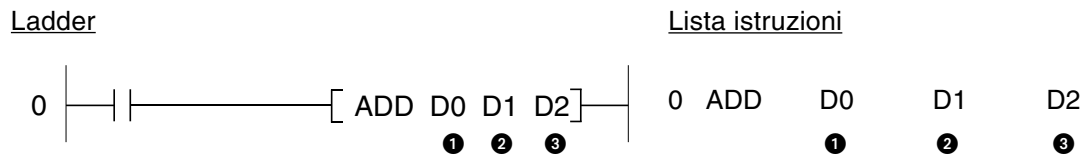
Lista istruzioni



Questa "D" indica dati a 32 bit

5.4.1 Addizione

Con un'istruzione ADD vengono sommati due valori a 16 o a 32 bit, caricando il risultato in un altro operando.



- ① Primo operando sorgente o costante
- ② Secondo operando sorgente o costante
- ③ Operando, in cui viene riportato il risultato dell'addizione

Nell'esempio sopra raffigurato, vengono sommati i contenuti dei registri dati D0 e D1 e memorizzato il risultato in D2.

Esempi

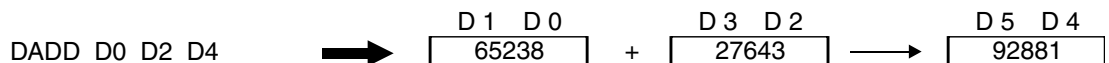
Al contenuto del registro dati D100 viene sommato il valore "1000":



Nell'addizione vengono considerati i segni dei valori:



È possibile anche addizionare valori a 32 bit. In questo caso, all'istruzione viene anteposta una "D" (ADD -> DADD)

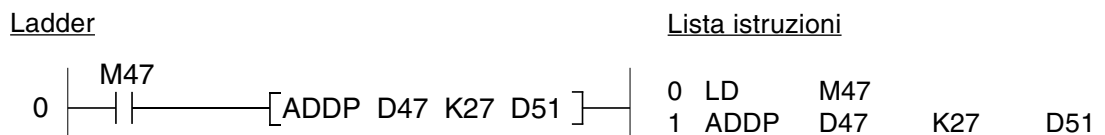


Il risultato può anche essere riportato di nuovo in uno degli operandi sorgente. Vogliate però tenere presente che il risultato cambia ad ogni ciclo di programma, se l'istruzione ADD viene eseguita ciclicamente.



Anche un'istruzione ADD può essere eseguita con fronte di comando – vale a dire solo una volta, quando lo stato del segnale della condizione d'ingresso passa da "0" a "1". Aggiungete semplicemente allo scopo una "P" all'istruzione (ADD -> ADDP, DADD -> DADDP).

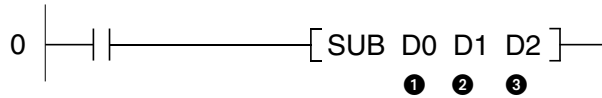
Nell'esempio che segue, al valore di D47 viene sommata la costante "27" solo una volta nel ciclo di programma in cui lo stato di segnale del flag M47 passa da "0" a "1".



5.4.2 Sottrazione

Per sottrarre due valori numerici (contenuti di operandi a 16 o 32 bit oppure costanti), si utilizza l'istruzione SUB. Il risultato della sottrazione viene caricato in un terzo operando.

Ladder



Lista istruzioni

0 SUB D0 D1 D2
 ① ② ③

- ① Minuendo (si detrae da questo valore)
- ② Sottraendo (si detrae questo valore)
- ③ Differenza (risultato della sottrazione)

Con l'istruzione sopra descritta, il contenuto di D1 viene sottratto dal contenuto di D0 e il risultato viene caricato in D2.

Esempi

Dal contenuto del registro dati D100 si sottrae il valore "100" e si salva il risultato in D101:

SUB D100 K100 D101 ➔

D 100
247

 - 100 ➔

D 101
147

I valori vengono sottratti, tenendo conto del segno:

SUB D10 D11 D12 ➔

D 10
5

 -

D 11
-8

 ➔

D 12
13

Volendo sottrarre valori a 32 bit, si antepone all'istruzione una "D" (SUB -> DSUB)

DSUB D0 D2 D4 ➔

D 1	D 0
65238	

 -

D 3	D 2
27643	

 ➔

D 5	D 4
37595	

Si può anche riportare di nuovo il risultato in uno degli operandi sorgente. Se l'istruzione SUB viene eseguita ciclicamente, il contenuto di questo operando varia ad ogni modo ad ogni ciclo di programma.

SUB D0 K25 D0 ➔

D 0
197

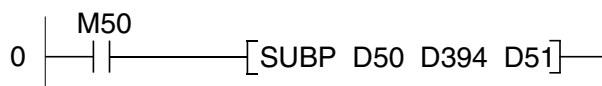
 - 25 ➔

D 0
172

Un'istruzione SUB è eseguibile anche con fronte di comando. In questo caso, all'istruzione si aggiunge una "P" (SUB -> SUBP, DSUB -> DSUBP).

Nell'esempio che segue, il contenuto di D394 viene sottratto solo una volta dal contenuto di D50 nel ciclo di programma, in cui lo stato del segnale del flag M50 passa da "0" a "1".

Ladder

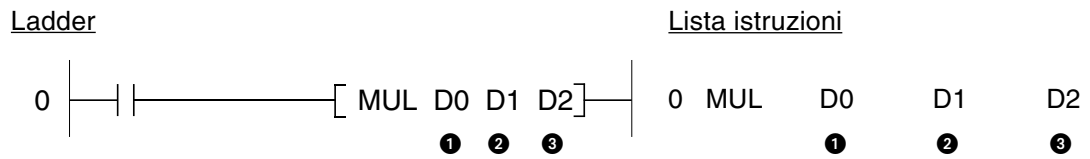


Lista istruzioni

0 LD M50
 1 SUBP D50 D394 D51

5.4.3 Moltiplicazione

Con un'istruzione MUL, il controllore FX moltiplica due valori a 16 o 32 bit e carica il risultato in un terzo operando.



- ① Moltiplicando
- ② Moltiplicatore
- ③ Prodotto (moltiplicando x moltiplicatore = prodotto)

NOTA

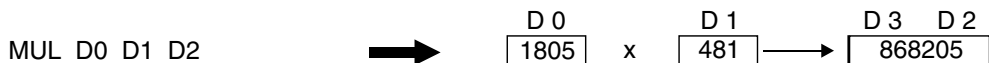
Con la moltiplicazione di due valori a 16 bit il risultato può superare l'area rappresentabile con 16 bit. Per questa ragione, il prodotto viene sempre memorizzato in due operandi consecutivi a 16 bit (= 32 bit).

Se si moltiplicano due valori a 32 bit, il risultato viene caricato in quattro operandi consecutivi a 16 bit (= 64 bit).

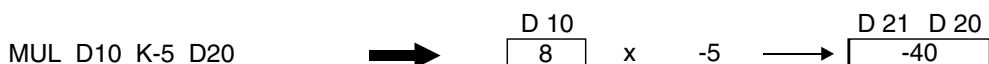
Vogliate tenere conto nella programmazione della grandezza delle aree di questi operandi, evitando una doppia occupazione con intersezioni di aree. Nell'istruzione viene sempre indicato l'operando che contiene i dati di valore minore.

Esempi

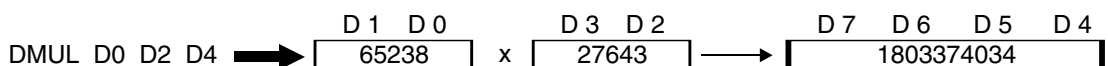
Moltiplicazione dei contenuti di D0 e D1 e memorizzazione del risultato in D3 e D2:



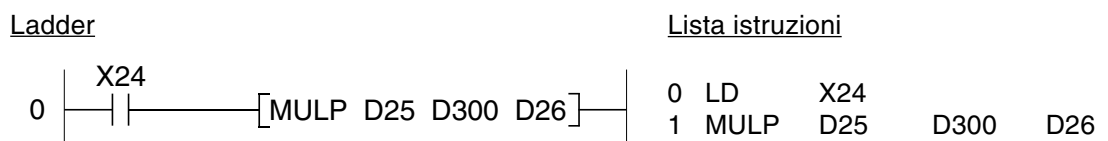
La moltiplicazione si esegue, tenendo conto dei segni. In quest'esempio si moltiplica il contenuto di D10 per la costante "-5":



Per la moltiplicazione di valori a 32 bit si antepone una "D" all'istruzione (MUL -> DMUL).



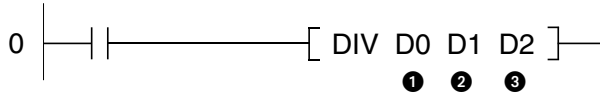
Aggiungendo una "P" all'istruzione MUL (MUL -> MULP, DMUL -> DMULP), la stessa viene eseguita con fronte di comando. La sottostante moltiplicazione ha luogo solo con l'abilitazione dell'ingresso X24:



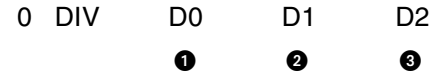
5.4.4 Divisione

Per dividere due numeri (contenuti di operandi a 16 o 32 bit o costanti), nei controllori della famiglia FX MELSEC è a vostra disposizione l'istruzione DIV. Non potendo elaborare con quest'istruzione alcun numero con la virgola, anche il risultato della divisione è sempre un intero. Il resto non divisibile viene salvato a parte.

Ladder



Lista istruzioni



- ① Dividendo
- ② Divisore
- ③ Quoziente (risultato della divisione: dividendo ÷ divisore = quoziente)

NOTE

Il divisore non deve assumere il valore "0". La divisione per "0" non è possibile e porta a un errore.

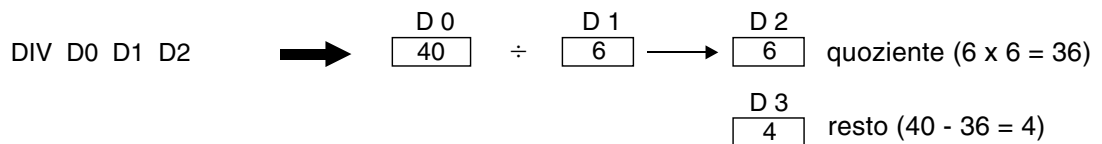
Quando si dividono due valori a 16 bit, il quoziente viene caricato in un operando a 16 bit e il resto non divisibile nell'operando successivo. Per il risultato di una divisione si occupano perciò sempre due operandi a 16 bit (= 32 bit).

Con la divisione di due valori a 32 bit, il quoziente viene riportato in due operandi a 16 bit e il resto non divisibile nei due operandi a 16 bit seguenti. Con questo tipo di divisione, per il risultato sono sempre necessari quattro operandi consecutivi a 16 bit (= 64 Bit).

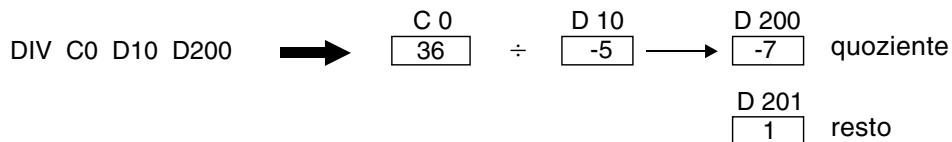
Vogliate tenere conto nella programmazione della grandezza richiesta per le aree di questi operandi, evitando una doppia occupazione con intersezioni di aree. Nell'istruzione viene sempre indicato l'operando, che contiene i dati di valore minore.

Esempi

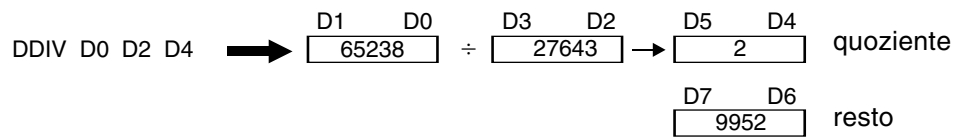
Il contenuto di D0 viene diviso per il contenuto di D1 e il risultato viene memorizzato in D2 e D3:



Nella divisione si tiene conto dei segni. In quest'esempio si divide lo stato del conteggio di C0 per il contenuto di D10:

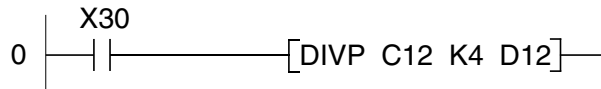


Divisione di valori a 32 bit:



Aggiungendo la lettera "P" ad un'istruzione DIV (DIV -> DIVP, DDIVPL -> DMULP), questa viene eseguita con fronte di comando. Nell'esempio di programma che segue, lo stato del conteggio di C12 viene diviso per "4" solo nel ciclo di programma, in cui è abilitato anche l'ingresso X30:

Ladder



Lista istruzioni

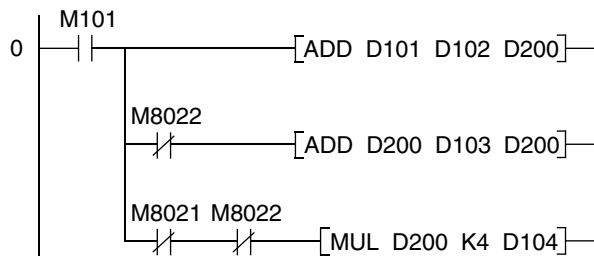
0 LD X30
1 DIVP C12 K4 D12

5.4.5 Combinazione di istruzioni aritmetiche

In pratica solo di rado si riesce a venirne fuori con un solo calcolo. Per risolvere compiti complessi è possibile combinare istruzioni aritmetiche. A seconda del tipo di calcolo si devono prevedere operandi di memorizzazione di risultati provvisori.

L'addizione dei contenuti dei registri dati D101, D102 ed anche D103 e la conseguente moltiplicazione per il fattore "4" potrebbe, per esempio, essere realizzata in questo modo:

Ladder



Lista istruzioni

0 LD M101
1 ADD D101 D102 D200
8 MPS
9 ANI M8022
10 ADD D200 D103 D200
17 MPP
18 ANI M8021
19 ANI M8022
20 MUL D200 K4 D104

- Prima si sommano i contenuti di D101 e D102, salvando provvisoriamente il risultato in D200.
- Solo se la somma dei contenuti di D101 e D102 non supera l'area consentita, viene poi addizionato il contenuto di D103.
- Se la somma dei contenuti di D101 ÷ D103 sta nell'area consentita, viene moltiplicata per il fattore "4". Il risultato del calcolo viene riportato in D104 e D105.

6 Possibilità di espansione

6.1 Generalità

Accanto alle unità base sono disponibili unità di espansione e moduli speciali per un ulteriore ampliamento del sistema PLC.

Questi moduli sono classificati in base alle tre seguenti categorie:

- Moduli, che impegnano ingressi/uscite digitali (installabili sul controllore, lato destro). Ne fanno parte le espansioni digitali compatte e modulari ed anche i moduli speciali.
- Moduli, che non impegnano ingressi/uscite digitali (installabili sul controllore, lato sinistro).
- Adattatori d'interfaccia e comunicazione, che non impegnano ingressi/uscite digitali (integrabili direttamente nel controllore).

6.2 In sintesi

6.2.1 Moduli di espansione per ulteriori ingressi e uscite digitali

Ad eccezione della serie FX3S, sono disponibili una varietà di moduli di espansione modulari e compatti per aggiungere I / O a un'unità di base MELSEC. È inoltre possibile ampliare con ingressi e uscite digitali le unità base della serie FX3G, FX3GE e FX3S tramite adattatori di espansione, utilizzati direttamente nel controllore. Questi adattatori sono particolarmente convenienti quando si abbia necessità di solo pochi I/O supplementari e non sia sufficiente lo spazio per un modulo installabile a lato.

Le unità di espansione modulari includono solo ingressi/uscite digitali e non dispongono di una alimentazione elettrica propria; le unità di espansione compatte contengono un maggior numero di ingressi/uscite e un alimentatore integrato, per rifornire il bus di sistema e gli ingressi digitali.

Il gran numero di possibili combinazioni delle unità base e di espansione garantisce che si trovi la migliore soluzione in termini economici ad ogni tipo di problema.

6.2.2 Moduli ingressi/uscite analogici

I moduli ingressi/uscite analogici sono in grado di trasformare segnali analogici d'ingresso in valori digitali o valori digitali in segnali analogici di uscita.

A questo fine è disponibile una serie di moduli per segnali di corrente/tensione come anche per il rilevamento della temperatura, con possibilità di collegare direttamente sonde a resistenza Pt100 o termocoppie.

Le unità base della serie FX3GE e FX5U integrano due segnali analogici e un'uscita segnale analogico (FX3GE: 0–10 V o 4–20 mA, FX5U: 0–10 V), senza moduli aggiuntivi.

Le unità base FX3S-30M□/E□-2AD dispongono di due ingressi analogici integrati (0–10 V).

Al capitolo 7 vengono spiegati gli aspetti base dell'elaborazione di valori analogici.

6.2.3 Moduli di comunicazione

Mitsubishi Electric offre una serie di moduli d'interfaccia e adattatori con interfacce seriali (RS232, RS422 e RS485) per collegare unità periferiche o abbinare controllori.

Sono disponibili numerosi moduli di comunicazione speciali per l'integrazione dei controller MELSEC FX3 e FX5 in reti diverse.

Sono disponibili moduli di rete per Ethernet/Profibus/DP, AS-I, DeviceNet, CANopen, CC-Link ed anche moduli per realizzare reti Mitsubishi Electric proprie.

Le unità base della serie FX3GE, FX5U e FX5UC sono già dotate di un'interfaccia Ethernet.

6.2.4 Moduli di posizionamento

Oltre ai veloci contatori interni delle unità MELSEC FX sono a disposizione dell'utente ulteriori moduli di calcolo ad alta velocità, quali contatori hardware esterni, con la possibilità di collegare trasduttori incrementali di velocità o moduli di posizionamento per servo-azionamenti o azionamenti a passo.

Per svolgere compiti di posizionamento di precisione in abbinamento con la famiglia MELSEC FX, sono disponibili moduli di posizionamento per l'output di catene di impulsi. Con l'ausilio di questi moduli è possibile gestire sia azionamenti a passo sia servo-azionamenti.

6.2.5 Unità di gestione MMI

Con le unità di gestione Mitsubishi Electric si consentono all'utente facilità e flessibilità di dialogo uomo-macchina con la serie MELSEC FX. Le unità di gestione portano trasparenza nei cicli funzionali di un impianto.

Tutte le unità consentono di monitorare e modificare tutti i dati specifici del PLC, quali i valori nominali/reali di timer, contatori, registri dati e istruzioni di comando passo-passo.

Le unità di gestione MMI sono disponibili, a scelta, con rappresentazione come testo e/o grafica. Tasti funzione liberamente programmabili o schermi sensibili al tatto (touchscreen) migliorano il comfort dell'operatore. La programmazione e la configurazione sono di facile e agevole realizzazione tramite un PC Windows®.

La comunicazione delle unità di gestione con il PLC FX avviene attraverso l'interfaccia di programmazione del controllore, per mezzo del relativo cavo. Non c'è bisogno di alcun modulo supplementare di collegamento al PLC.

7 Elaborazione di valori analogici

7.1 Moduli analogici

Nell'automazione di un processo occorre spesso misurare e controllare o regolare grandezze analogiche, quali ad esempio temperature, pressioni o livelli. Ad eccezione del FX3GE*, del FX5U*, e delle unità FX3S-30M□/E□-2AD*, una unità base della famiglia MELSEC FX senza moduli supplementari è in grado di elaborare solo segnali d'ingresso o di uscita digitali (informazioni ON/OFF). Per rilevare ed emettere segnali analogici sono quindi richiesti moduli analogici particolari.

Fondamentalmente è possibile distinguere tra:

- moduli analogici d'ingresso, e
- moduli analogici d'uscita.

Moduli analogici d'ingresso possono rilevare correnti, tensioni o temperature. Moduli analogici d'uscita servono per l'output di correnti o tensioni. Oltre a questi, ci sono anche moduli combinati, che possono rilevare ed emettere segnali analogici.

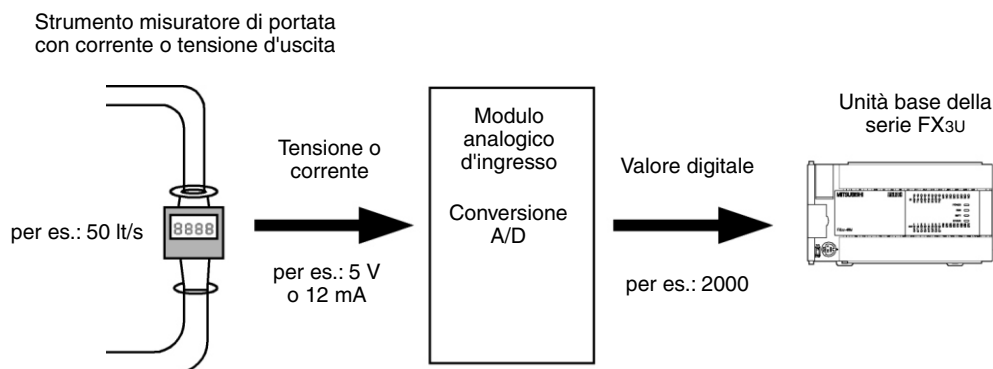
* Le unità base della serie FX3GE e FX5U integrano due segnali analogici e un'uscita analogica (FX3GE: 0–10 V o 4–20 mA, FX5U: 0–10 V), senza moduli aggiuntivi. Le unità base FX3S-30M□/E□-2AD dispongono di due ingressi analogici integrati (0–10 V).

Moduli analogici d'ingresso

Moduli analogici d'ingresso trasformano un valore di misura analogico (per es.: 10 V) in un valore digitale (per es.: 4000), che può essere ulteriormente elaborato dal PLC. Questo processo è definito conversione analogica/digitale o anche, in breve, conversione A/D.

Mentre con moduli analogici della famiglia FX MELSEC le temperature sono rilevabili direttamente, altri segnali fisici, quali per esempio pressioni o portate, devono prima essere convertiti in valori di corrente o di tensione, per poter poi essere elaborati dal PLC. Di questa conversione s'incaricano dei trasduttori, che rendono disponibili alle loro uscite segnali unificati (per esempio da 0 a 10 V o da 4 a 20 mA.). Misurare una corrente ha il vantaggio che il valore di misura non subisce influenze dalla lunghezza della linea o da resistenze di contatto.

L'illustrazione che segue presenta, come esempio di rilevamento di valori analogici, una misura di portata con un PLC della serie FX3U MELSEC.



Moduli analogici d'ingresso per la misura di temperature

Per rilevare la temperatura si utilizzano o termometri a resistenza Pt100 oppure termocoppie.

- Termometro a resistenza Pt100

Con questo tipo di rilevamento della temperatura si misura la resistenza di un elemento della scheda, la quale cresce al salire della temperatura. A 0°C l'elemento della scheda ha una resistenza di 100 Ω (da qui anche la denominazione di Pt100.) I sensori della resistenza vengono collegati con il procedimento a tre conduttori. In tal modo, la resistenza delle linee di collegamento non influenza il risultato di misura.

Il campo di misura di termometri a resistenza Pt100 va da -200 °C a 600 °C, ma dipende anche dal modulo di rilevamento temperatura utilizzato.

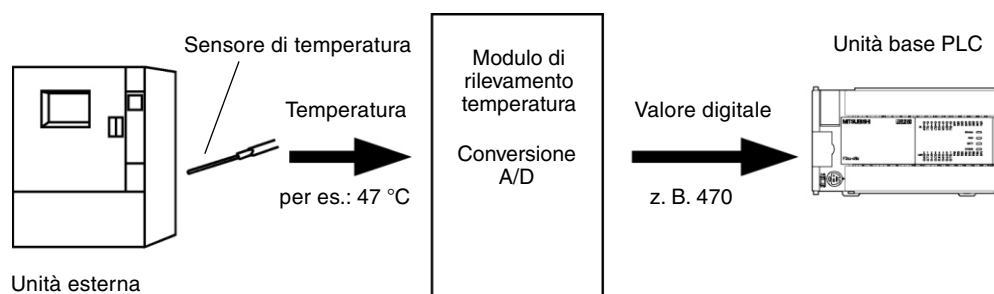
- Termocoppie

Con questo metodo di misura della temperatura si sfrutta il fatto che, unendo per via della temperatura metalli diversi, si genera una tensione. Questo principio di misura della temperatura si basa quindi su una misura di tensione.

Ci sono diversi tipi di termocoppie. Esse si distinguono per la tensione termica e per i limiti di temperatura rilevabili. La combinazione dei materiali è unificata e si indica con una denominazione omologata. Termocoppie d'uso frequente sono del tipo J e K. Le termocoppie del tipo K consistono di una combinazione di materiali al NiCr-Ni. Per la produzione di termocoppie del tipo J si combina ferro (Fe) con una lega di rame/nickel (CuNi). Le termocoppie si distinguono inoltre nella struttura per il campo di temperatura misurabile.

Con le termocoppie si possono misurare temperature da -200 °C a 1200 °C.

Esempio di una misura di temperatura:

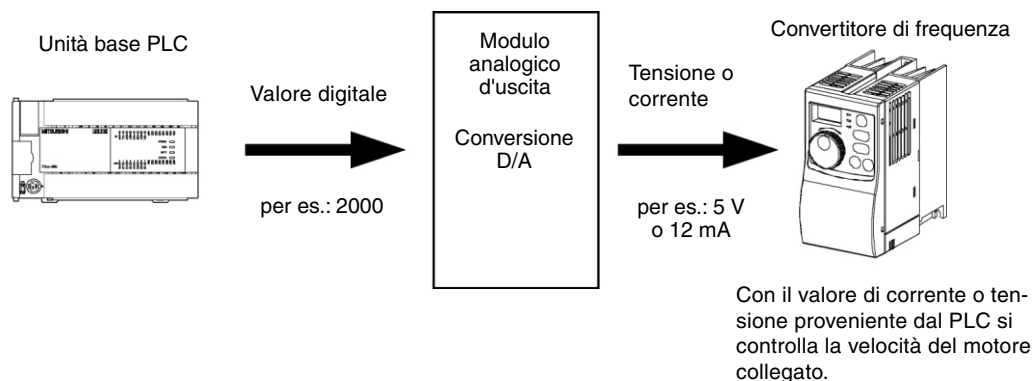


Moduli analogici d'uscita

I moduli analogici d'uscita convertono un valore digitale, proveniente dall'unità base del PLC, in un segnale analogico di corrente o tensione, con cui è poi possibile governare unità esterne (conversione digitale/analogica o conversione D/A).

I segnali analogici d'uscita dei moduli analogici della famiglia FX MELSEC sono conformi allo standard industriale da 0 a 10 V o da 4 a 20 mA.

L'illustrazione alla pagina seguente presenta, quale esempio applicativo, il set point d'impostazione di un convertitore di frequenza. Il valore di corrente o tensione proveniente dal PLC influenza la velocità (numero di giri) del motore collegato al convertitore di frequenza.



7.1.1 Criteri di scelta per moduli analogici

La famiglia FX MELSEC offre una grande varietà di moduli analogici. Per risolvere un determinato compito d'automazione occorre quindi operare una scelta. I criteri principali per questa decisione sono:

- **Compatibilità con l'unità base del PLC**

Il modulo analogico deve poter essere combinato con l'unità base del PLC in uso. Per esempio, i moduli analogici della serie FX5 non possono essere collegati ad un'unità base della serie FX3U.

- **Risoluzione**

La "risoluzione" indica quale minimo valore fisico può essere rilevato ovvero portato in uscita da un modulo analogico.

Nei moduli analogici d'ingresso, per risoluzione s'intende la variazione della tensione, della corrente o della temperatura in ingresso, che produce un aumento o una diminuzione di "1" del valore digitale in uscita.

Nei moduli analogici d'uscita, la risoluzione definisce la variazione del valore di tensione o di corrente all'uscita del modulo all'aumentare o diminuire di "1" del valore digitale in ingresso.

La risoluzione è data dalla struttura interna dei moduli analogici e dipende da quanti bit sono necessari per memorizzare il valore digitale. Ad esempio, se con un convertitore A/D a 12 bit si rileva una tensione di 10 V, la tensione sarà suddivisa in 4096 passi ($2^{12} = 4096$, vedi par. 3.3.). Si ha così una risoluzione di $10 \text{ V}/4096 = 2,5 \text{ mV}$.

- **Numero di ingressi od uscite analogiche**

Gli ingressi o le uscite di un modulo analogico sono anche definiti come canali. Secondo il numero dei canali richiesti è possibile scegliere, ad esempio, moduli analogici d'ingresso a 2, 4 o 8 canali. Tenete presente che il numero di moduli speciali collegabili ad un'unità base del PLC è limitato (vedi anche par. 7.1.2). Qualora si debbano installare altri moduli speciali ancora, è quindi più conveniente utilizzare un modulo analogico a quattro canali anziché due moduli analogici a due canali ciascuno.

7.1.2 Adattatori, moduli d'adattamento e moduli speciali

I moduli analogici della famiglia FX MELSEC sono disponibili in diverse tipologie.

Adattatori analogici

Gli adattatori analogici sono piccole schede, che sono montate direttamente nelle unità base della serie FX3G, FX3GE o FX3S. In tal modo non aumenta lo spazio richiesto dal controllore nell'armadio elettrico.

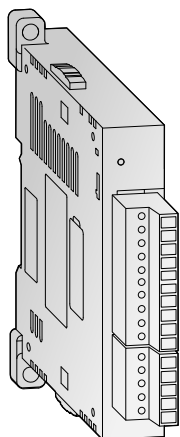


I valori digitali dei due canali di ingresso vengono registrati dall'adattatore di ingresso analogico direttamente in registri speciali. Grazie a questo l'ulteriore elaborazione dei valori di misura è particolarmente semplice.

Anche il valore di uscita per l'adattatore di uscita analogico viene scritto dal programma in un registro speciale ed infine convertito ed emesso dall'adattatore.

Moduli d'adattamento

I moduli adattatori possono essere collegati solo sul lato sinistro di una unità base della serie MELSEC FX3G, FX3GC, FX3GE, FX3S, FX3U, FX3UC, FX5U oppure FX5UC.



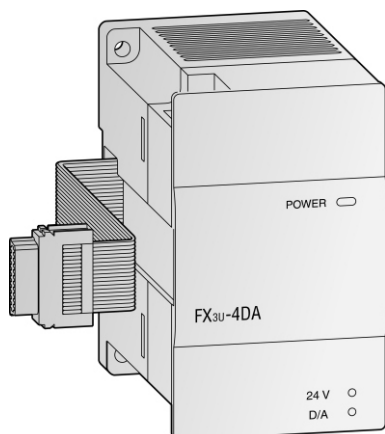
Sulle unità base FX3G con 14 o 24 ingressi/uscite e su un FX3GE o un FX3S è possibile l'installazione di un modulo ADP analogico.

Alle unità di base FX3G con 40 o 60 I/O o ad una unità base FX3GC possono essere collegati fino a due moduli ADP analogici e ad una unità FX3U FX3UC, FX5U oppure FX5UC possono esserne collegati fino a quattro.

I moduli d'adattamento non occupano alcun ingresso ed uscita nell'unità base. La comunicazione tra unità base e modulo d'adattamento si svolge tramite flag e registri speciali. In tal modo, nel programma non risultano necessarie istruzioni per la comunicazione con moduli speciali (vedi sotto).

Moduli speciali

Ad eccezione della serie FX3S, sul lato destro di una unità di base della famiglia MELSEC FX possono essere collegati fino a otto (16 a FX5U/FX5UC) moduli funzione speciali.



Tra i moduli speciali annoveriamo, oltre ai moduli analogici, anche moduli di comunicazione e posizionamento, per esempio. Ogni modulo speciale occupa otto ingressi ed otto uscite nell'unità base. La comunicazione tra modulo speciale ed unità base del PLC si svolge tramite la memoria tampone del modulo speciale e si esegue con istruzioni FROM e TO (vedi par. 5.2.5).

7.2 Rassegna dei moduli analogici

Tipo di modulo	Definizione	Canali analogici	Campo	Risoluzione	FX3G FX3GE	FX3GC	FX3S	FX3U FX3UC	FX5U FX5UC
Moduli analogici d'ingresso	Adattatore	FX3G-2AD-BD	2	Tensione: 0 V fino a 10 V DC	2,5 mV (12 bit)	●	○	●	○
				Corrente: 4 mA fino a 20 mA DC	8 μA (11 bit)				
	Modulo d'adattamento	FX3U-4AD-ADP	4	Tensione: 0 V fino a 10 V DC	2,5 mV (12 bit)	●	●	●	●
				Corrente: 4 mA fino a 20 mA DC	10 μA (11 bit)				○
		FX5U-4AD-ADP	4	Tensione: -10 V fino a 10 V DC	312,5 μV (14 bit)	○	○	○	○
				Corrente: -20 mA fino a 20 mA DC	1,25 μA (14 bit)				●
	Modulo speciale	FX2N-2AD	2	Tensione: 0 V fino a 5 V DC 0 V fino a 10 V DC	2,5 mV (12 bit)	●	●	○	●
				Corrente: 4 mA fino a 20 mA DC	4 μA (12 bit)				○
		FX2N-8AD*	8	Tensione: -10 V fino a 10 V DC	0,63 mV (con segno, 15 bit)	●	●	○	●
				Corrente: 4 mA fino a 20 mA DC -20 mA fino a 20 mA DC	2,50 μA (con segno, 14 bit)				○
		FX3U-4AD	4	Tensione: -10 V fino a 10 V DC	0,32 mV (con segno, 16 bit)	●	●	○	●
				Corrente: 4 mA fino a 20 mA DC -20 mA fino a 20 mA DC	1,25 μA (con segno, 15 bit)				●
FX5-8AD*		8	Tensione: -10 V fino a 10 V DC	312,5 μV	○	○	○	○	
			Corrente: -20 mA fino a 20 mA DC	625 nA				●	
Moduli analogici d'uscita	Adattatore	FX3G-1DA-BD	1	Tensione: 0 V fino a 10 V DC	2,5 mV (12 bit)	●	○	●	○
				Corrente: 4 mA fino a 20 mA DC	8 μA (11 bit)				
	Modulo d'adattamento	FX3U-4DA-ADP	4	Tensione: 0 V fino a 10 V DC	2,5 mV (12 bit)	●	●	●	●
				Corrente: 4 mA fino a 20 mA DC	4 μA (12 bit)				○
		FX5U-4DA-ADP	4	Tensione: -10 V fino a 10 V DC	312,5 μV (14 bit)	○	○	○	○
				Corrente: 0 mA fino a 20 mA DC	1 μA (14 bit)				●
	Modulo speciale	FX2N-2DA	2	Tensione: 0 V fino a 5 V DC 0 V fino a 10 V DC	2,5 mV (12 bit)	●	●	○	●
				Corrente: 4 mA fino a 20 mA DC	4 μA (12 bit)				○
		FX3U-4DA	4	Tensione: -10 V fino a 10 V DC	0,32 mV (con segno, 16 bit)	●	●	○	●
				Corrente: 0 mA fino a 20 mA DC 4 mA fino a 20 mA DC	0,63 μA (15 bit)				●

* I moduli speciali FX2N-8AD e FX5-8AD possono acquisire temperature, oltre a correnti e tensioni.

Tipo di modulo		Definizione	Canali analogici	Campo	Risoluzione	FX3G FX3GE	FX3GC	FX3S	FX3U FX3UC	FX5U FX5UC
Moduli analogici d'ingresso e d'uscita combinati	Modulo d'adattamento	FX3U-3A-ADP	2 ingressi	Tensione: 0 V fino a 10 V DC	2,5 mV (10 V/4000)	●	●	●	●	○
				Corrente: 4 mA fino a 20 mA DC	5 μA (16 mA/3200)					
		1 uscita	Tensione: 0 V fino a 10 V DC	2,5 mV (10 V/4000)	●	●	●	●	○	
			Corrente: 4 mA fino a 20 mA DC	4 μA (16 mA/4000)						
Modulo speciale	FX2N-5A	4 ingressi	Tensione: -100 mV fino a 100 mV DC -10 V fino a 10 V DC	50 μV (con segno, 12 bit) 0,312 mV (con segno, 16 bit)	●	●	○	●	○	
			Corrente: 4 mA fino a 20 mA DC -20 mA fino a 20 mA DC	10 μA/1,25 μA (con segno, 15 bit)						
		1 uscita	Tensione: -10 V fino a 10 V DC	5 mV (con segno, 12 bit)	●	●	○	●	○	
			Corrente: 0 mA fino a 20 mA DC	20 μA (10 bit)						
Moduli di rilevamento temperatura	Modulo d'adattamento	FX3U-4AD-PT-ADP	4	Termometro a resistenza Pt100 -50 °C fino a 250 °C	0,1 °C	●	●	●	●	○
		FX3U-4AD-TC-ADP	4	Termometro a resistenza Pt100 -100 °C fino a 600 °C	0,2 °C fino a 0,3 °C	●	●	●	●	○
		FX3U-4AD-PNK-ADP	4	Termometro a resistenza Pt1000 -50 °C fino a 250 °C	0,1 °C	●	●	●	●	○
				Termometro a resistenza Ni1000 -40 °C fino a 110 °C	0,1 °C	●	●	●	●	○
		FX3U-4AD-TC-ADP	4	Termocoppia tipo K: -100 °C fino a 1000 °C	0,4 °C	●	●	●	●	○
				Termocoppia tipo J: -100 °C fino a 600 °C	0,3 °C					
	FX5-4AD-PT-ADP	4	Termometro a resistenza Pt100 -200 °C fino a 850 °C	0,1 °C	○	○	○	○	●	
			Termometro a resistenza Ni100 -60 °C fino a 250 °C							
	FX5-4AD-TC-ADP	4	Ad esempio con una termocoppia tipo K: -200 °C fino a 1200 °C	0,1 °C	○	○	○	○	●	
	Modulo speciale	FX2N-8AD*	8	Termocoppia tipo K: -100 °C fino a 1200 °C	0,1 °C	●	●	○	●	○
				Termocoppia tipo J: -100 °C fino a 600 °C						
				Termocoppia tipo T: -100 °C fino a 350 °C						
FX5-8AD*		8	Termometro a resistenza Pt100 -200 °C fino a 850 °C	0,1 °C	○	○	○	○	●	
			Termometro a resistenza Ni100 -60 °C fino a 250 °C							
			Ad esempio con una termocoppia tipo K: -200 °C fino a 1200 °C							

* I moduli speciali FX2N-8AD e FX5-8AD sono in grado di misurare tensione, corrente e temperature.

Tipo di modulo	Definizione	Canali analogici	Campo	Risoluzione	FX3G FX3GE	FX3GC	FX3S	FX3U FX3UC	FX5U FX5UC	
Moduli di controllo temperatura (moduli funzione speciale)	FX2N-2LC	2	Ad esempio con una termocoppia tipo K: -100 °C fino a 1300 °C	0,1 °C fino a 1 °C (in funzione del sensore di temperatura utilizzato)	●	●	○	●	○	
			Termometro a resistenza Pt100: -200 °C fino a 600 °C							
	FX3U-4LC	4	Ad esempio con una termocoppia tipo K: -100 °C fino a 1300 °C	0,6 °C fino a 3 °C (in funzione del sensore di temperatura utilizzato)	●	●	○	●		
			Termometro a resistenza Pt100: -200 °C fino a 600 °C							
	FX5-4LC	4	Ad esempio con una termocoppia tipo K: -200 °C fino a 1300 °C	0,6 °C fino a 9 °C (in funzione del sensore di temperatura utilizzato)				●		
			Termometro a resistenza Pt100 -200 °C fino a 600 °C		○	○	○		○	
			Termometro a resistenza Pt1000 -200 °C fino a 650 °C							
				Termometro a resistenza JPt100 -200 °C fino a 500 °C						

● : Il modulo può essere associato con un'unità base o un'unità di espansione di questa serie.

○ : Il modulo non può essere utilizzato.

Indice

A

ANB-Istruzione	3-12
AND-Istruzione	3-9
ANDP/ANDF-Istruzione	3-14
ANI-Istruzione	3-9
Adattatore	7-4
Alimentatore di servizio	2-11
Analisi del fronte	3-14
Arresto di emergenza	3-21

B

BMOV-Istruzione	5-14
Batteria	2-11

C

Contatori	
Funzione	4-8
Impostazione indiretta set point	4-15
Contatti d'interblocco	3-21

E

EEPROM	2-11
Elementi di tempo	
v.Timer	
Esclusioni forzate	3-22
Esempi di programma	
Impostazione setpoint timer e contatori	4-15
Ritardo disinserzione	4-18
Ritardo inserzione	4-5
Serranda avvolgibile	3-28
Sistema d'allarme	3-23
Zemporizzatori	4-20

F

FMOV-Istruzione	5-15
FROM-Istruzione	5-18
Flag speciali	4-4
Fronte	
di discesa	3-14
di salita	3-14

I

INV-Istruzione	3-20
Interruttore RUN/STOP	2-11
Istruzione di comando	3-1
Istruzioni	
ADD	5-25
ANB	3-12
AND	3-9
ANDP	3-14
ANI	3-9
BMOV	5-14
CMP	5-19
DIV	5-28
FMOV	5-15
FROM	5-18
INV	3-20
LD	3-6
LDF	3-14
LDI	3-6
LDP	3-14
MC	3-19
MCR	3-19
MOV	5-11
MPP	3-17
MPS	3-17
MRD	3-17
MUL	5-27
OR	3-11
ORB	3-12
ORF	3-14
ORI	3-11
ORP	3-14
OUT	3-6
PLS	3-18
RST	3-15
SET	3-15
SUB	5-26
TO	5-19

L

LD-Istruzione	3-6
LDI-Istruzione	3-6
LDP/LDF-Istruzione	3-14

M

MOV-Istruzione	5-11
MPP-Istruzione	3-17
MPS-Istruzione	3-17
MRD-Istruzione	3-17
MUL-Istruzione	5-27
Memoria buffer	5-16
Moduli analogici d'ingresso	
Descrizione	7-5
Funzione	7-1
Moduli analogici d'uscita	
Descrizione	7-5
Funzione	7-2
Moduli di rilevamento temperatura	
Funzione	7-2
Moduli speciali	
Scambio dati con unità base	5-16

N

Numeri binari	3-2
-------------------------	-----

O

OR-Istruzione	3-11
ORB-Istruzione	3-12
ORI-Istruzione	3-11
ORP/ORF-Istruzione	3-14
OUT-Istruzione	3-6
Operandi	
Contatori (generalità)	4-10
Flag (generalità)	4-3
Indirizzo	3-1
Ingressi/uscite (generalità)	4-2
Registri dati (generalità)	4-12
Registri file (generalità)	4-14
Registri speciali	4-13
Simbolo	3-1
Timer (generalità)	4-7
Optoisolatori	2-6

P

PLF-Istruzione	3-18
PLS-Istruzione	3-18
Procedura di immagine di processo	2-2

R

RST-Istruzione	3-15
Retroazioni di segnale	3-22
Risoluzione (Moduli analogici)	7-3
Ritardo disinserzione	4-18

S

SET-Istruzione	3-15
SUB-Istruzione	5-26
Sicurezza rottura fili	3-21
Sistema numerico	
duale	3-2
esadecimale	3-3
ottale	3-4

T

TO-Istruzione	5-19
Termocoppie	7-2
Termometro a resistenza	7-2
Termometro a resistenza Pt100	7-2
Timer retentivi	4-6

SEDE CENTRALE		DISTRIBUTORI EUROPEI		DISTRIBUTORI EUROPEI		DISTRIBUTORI - EURASIA	
Mitsubishi Electric Europe B.V. Mitsubishi-Electric-Platz 1 D-40882 Ratingen Telefono: +49 (0)2102 / 486-0 Fax: +49 (0)2102 / 486-1120	EUROPA	GEVA Wiener Straße 89 A-2500 Baden Telefono: +43 (0)2252 / 85 55 20 Fax: +43 (0)2252 / 488 60	AUSTRIA	Fonseca S.A. R. João Francisco do Casal 87/89 PT-3801-997 Aveiro, Esqueira Telefono: +351 (0)234 / 303 900 Fax: +351 (0)234 / 303 910	PORTOGALLO	T00 Kazpromavtomatika UL. ZHAMBYLA 28, KAZ-100017 Karaganda Telefono: +7 7212 / 50 10 00 Fax: +7 7212 / 50 11 50	KAZAKHSTAN
Mitsubishi Electric Europe B.V. 25, Boulevard des Bouvets F-92741 Nanterre Cedex Telefono: +33 (0)1 / 55 68 55 68 Fax: +33 (0)1 / 55 68 57 57	FRANCIA	000 TECHNIKON Prospect Nezavisimosti 177-9 BY-220125 Minsk Telefono: +375 (0)17 / 393 1177 Fax: +375 (0)17 / 393 0081	BIELORUSSIA	AutoCont C. S. S.R.O. Kafkova 1853/3 CZ-702 00 Ostrava 2 Telefono: +420 595 691 150 Fax: +420 595 691 199	REP. CECA	DISTRIBUTORI - MEDIO ORIENTE	
Mitsubishi Electric Europe B.V. Westgate Business Park, Ballymount IRL-Dublin 24 Telefono: +353 (0)1 4198800 Fax: +353 (0)1 4198890	IRLANDA	INEA RBT d.o.o. Stegne 11 SI-1000 Ljubljana Telefono: +386 (0)1 / 513 8116 Fax: +386 (0)1 / 513 8170	BOSNIA-ERZEGOVINA	SIRIUS TRADING & SERVICES SRL Aleea Lacul Morii Nr. 3 RO-060841 Bucuresti, Sector 6 Telefono: +40 (0)21 / 430 40 06 Fax: +40 (0)21 / 430 40 02	ROMANIA	EIM Energy 3 Roxy Square ET-11341 Heliopolis, Cairo Telefono: +202 2452559 Fax: +202 245266116	EGITTO
Mitsubishi Electric Europe B.V. Viale Colleoni 7 Palazzo Sirio I-20864 Agrate Brianza (MB) Telefono: +39 039 / 60 53 1 Fax: +39 039 / 60 53 312	ITALIA	AKHNATON 4, Andrei Ljapchev Blvd., PO Box 21 BG-1756 Sofia Telefono: +359 (0)2 / 817 6000 Fax: +359 (0)2 / 97 44 06 1	BULGARIA	INEA SR d.o.o. Ul. Karadjordjeva 12/217 SER-11300 Smederevo Telefono: +386 (026) 461 54 01	SERBIA	GIRIT CELADON Ltd. 12 Haomanut Street IL-42505 Netanya Telefono: +972 (0)9 / 863 39 80 Fax: +972 (0)9 / 885 24 30	ISRAELE
Mitsubishi Electric Europe B.V. Nijverheidsweg 23C NL-3641RP Mijdrecht Telefono: +31 (0) 297 250 350	OLANDA	INEA CR Losinjska 4 a HR-10000 Zagreb Telefono: +385 (0)1 / 36 940 -01/-02/-03 Fax: +385 (0)1 / 36 940 -03	CROAZIA	SIMAP SK (Západné Slovensko) Dolné Pažite 603/97 SK-911 06 Trenčín Telefono: +421 (0)32 743 04 72 Fax: +421 (0)32 743 75 20	SLOVACCHIA	ILAN & GAVISH Ltd. 24 Shenkar St., Kiryat Ariet IL-49001 Petah-Tikva Telefono: +972 (0)3 / 922 18 24 Fax: +972 (0)3 / 924 0761	ISRAELE
Mitsubishi Electric Europe B.V. ul. Krakowska 48 PL-32-083 Balice Telefono: +48 (0) 12 347 65 00 Fax: +48 (0) 12 630 47 01	POLONIA	HANS FØLSGAARD A/S Theilgaardsgade 1 DK-4600 Køge Telefono: +45 4320 8600 Fax: +45 4396 8855	DANIMARCA	INEA RBT d.o.o. Stegne 11 SI-1000 Ljubljana Telefono: +386 (0)1 / 513 8116 Fax: +386 (0)1 / 513 8170	SLOVENIA	SHERF Motion Techn. Ltd. Rehov Hamerkava 19 IL-58851 Holon Telefono: +972 (0)3 / 559 54 62 Fax: +972 (0)3 / 556 01 82	ISRAELE
Mitsubishi Electric Europe B.V. Pekařská 621/7 CZ-155 00 Praha 5 Telefono: +420 255 719 200 Fax: +420 251 551 471	REP. CECA	Electrobit OÜ Pärnu mnt. 160i EST-11317, Tallinn Telefono: +372 6518 140	ESTONIA	OMNI RAY AG Im Schörli 5 CH-8600 Dübendorf Telefono: +41 (0)44 / 802 28 80 Fax: +41 (0)44 / 802 28 28	SVIZZERA	CEG LIBAN Cebaco Center/Block A Autostrade DORA Lebanon-Beirut Telefono: +961 (0)1 / 240 445 Fax: +961 (0)1 / 240 193	LIBANO
Mitsubishi Electric (Russia) LLC 2 bld. 1, Letnikovskaya st. RU-115114 Moscow Telefono: +7 495 / 721 2070 Fax: +7 495 / 721 2071	RUSSIA	UTU Automation Oy Peltoitie 371 FIN-28400 Ulvila Telefono: +358 (0)207 / 463 500 Fax: +358 207 / 463 501	FINLANDIA	CSC - AUTOMATION Ltd. 4 B, Yevhena Sverstyuka Str. UA-02002 Kiev Telefono: +380 (0)44 / 494 33 44 Fax: +380 (0)44 / 494-33-66	UCRAINA	DISTRIBUTORI - AFRICA	
Mitsubishi Electric Europe B.V. Carretera de Rubi 76-80 Apdo. 420 E-08190 Sant Cugat del Vallés (Barcelona) Telefono: +34 (0) 93 / 5653131 Fax: +34 (0) 93 / 5891579	SPAGNA	UTECO A.B.E.E. 5, Mavrogenous Str. GR-18542 Piraeus Telefono: +30 (0)211 / 1206-900 Fax: +30 (0)211 / 1206-999	GRECIA	MELTRADE Kft. Fertő utca 14. HU-1107 Budapest Telefono: +36 (0)1 / 431-9726 Fax: +36 (0)1 / 431-9727	UNGHERIA	ADROIT TECHNOLOGIES 20 Waterford Office Park 189 Witkoppen Road ZA-Fourways Telefono: +27 (0)11 / 658 8100 Fax: +27 (0)11 / 658 8101	AFRICA DEL SUD
Mitsubishi Electric Europe B.V. (Scandinavia) Hedvig Möllers gata 6 SE-223 55 Lund Telefono: +46 (0) 8 625 10 00	SVEZIA	OAK Integrator Products SIA Ritausmas iela 23 LV-1058 Riga Telefono: +371 67842280	LETTONIA				
Mitsubishi Electric Turkey Elektrik Ürünleri A.Ş. Fabrika Otomasyonu Merkezi Şerifali Mahallesi Nutuk Sokak No.5 TR-34775 Ümraniye-İSTANBUL Telefono: +90 (216) 969 25 00 Fax: +90 (216) / 526 39 95	TURCHIA	ALFATRADE Ltd. 99, Paola Hill Malta-Paola PLA 1702 Telefono: +356 (0)21 / 697 816 Fax: +356 (0)21 / 697 817	MALTA				
Mitsubishi Electric Europe B.V. Travellers Lane UK-Hatfield, Herts. AL10 8XB Telefono: +44 (0)1707 / 28 87 80 Fax: +44 (0)1707 / 27 86 95	UK	INTEHSIS SRL bld. Traian 23/1 MD-2060 Kishinev Telefono: +373 (0)22 / 66 4242 Fax: +373 (0)22 / 66 4280	MOLDAVIA				
Mitsubishi Electric Europe B.V. Dubai Silicon Oasis United Arab Emirates - Dubai Telefono: +971 4 3724716 Fax: +971 4 3724721	UAE						
Mitsubishi Electric Corporation Tokyo Building 2-7-3 Marunouchi, Chiyoda-ku Tokyo 100-8310 Telefono: +81 (3) 3218-2111 Fax: +81 (3) 3218-2185	GIAPPONE						
Mitsubishi Electric Automation, Inc. 500 Corporate Woods Parkway Vernon Hills, IL 60061 Telefono: +1 (847) 478-2100 Fax: +1 (847) 478-0328	USA						