POLITECNICO DI TORINO

I FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica

Tesi di Laurea

Progettazione di una linea automatica di trasporto scatole

Relatori:

Prof. Federico Colombo

Prof. Vladimir Viktorov

Candidato:

Andrea Touré

INDICE

Ringraziamenti 4
Sommario 5
1.Concetti preliminari 6
1.1.Alimentazione PLC 6
1.2.Descrizione PLC Siemens 7
1.3.Rete Profibus 8
1.4.Gateway DataLogic CBX500 9
1.5.Pese 11
1.6.Riassunto rete Profibus 12
1.7.Rete Profinet 13
1.8.Periferiche ET200S 14
1.9.Z-Card 15
1.10.Riassunto Rete Profinet 18
2.Analisi dell'impianto 19
3.Ciclo di lavorazione 25
3.1.Zone L2/L3/L4 26
3.2.Zona L1 29
3.3.Zona L5 32
3.4.Zona Dorsale Principale 50
3.5.Zona Baie 52
3.6.Zona Pallettizzatori - Ingresso 62
3.7.Zona Pallettizzatori – Loop 1 64
3.8.Zona Pallettizzatori – Loop 2 72
4.Progettazione elettrica 76
4.1.Alimentazione Generale 78
4.2.Emergenza 81
4.3.Scatole di Potenza 88
4.4.Drive Elevatore/Discensore 89
5.Software PLC 95
5.1.Linguaggio KOP – Operazioni Logiche Combinatorie 95
5.2.Linguaggio KOP – Altri Operatori 99
6.Analisi Programma PLC Impianto 105

6.1.Gestione Allarmi 105
6.2.Gestione Modalità Manuale/Semiautomatica/Automatica 108
6.3.Trasferimento rullo-rullo 117
6.4.Comunicazione PLC/PC 121
6.5.Gestione motori/attuatori 124
6.6.Gestione elevatore/discensore 127
7.Pannello HMI 139
7.1.Home Page 140
7.2.Allarmi 141
7.3.Sinottico 142
7.4.Dati 143
7.5.Setup 145
8.Problemi riscontrati 146
Conclusioni 147
Bibliografia 150

RINGRAZIAMENTI

Vorrei ringraziare prima di tutto i miei genitori per il supporto continuo durante il periodo di studio e di lavoro. La continuazione degli studi durante il lavoro è stata infatti possibile grazie ai loro continui incitamenti e stimoli.

Vorrei poi ringraziare tutti i miei amici che, come i miei genitori, mi hanno sostenuto moralmente sia durante gli studi che durante il lavoro.

Ringrazio anche i miei colleghi ed ex-colleghi. Grazie a loro ho acquisito nozioni in campo lavorativo che hanno completato le mie conoscenze didattiche.

Vorrei infine ringraziare i miei relatori per la pazienza dimostrata durante lo svolgimento della tesi.

SOMMARIO

Il tema dell'elaborato è la progettazione e la messa in opera di una linea automatica di trasporto scatole. Le scatole chiuse contenenti i prodotti finiti del cliente vengono immesse nell'impianto e vengono poi smistate in baie divise in base ai corrieri di spedizione.

Nella prima parte dell'elaborato vengono introdotti i concetti preliminari: viene spiegato cos'è un PLC e vengono descritti i componenti principali dell'impianto, enfatizzando la distinzione tra rete Profibus e rete Profinet.

Nei capitoli 2 e 3 ci soffermiamo sull'analisi dell'impianto e sul ciclo di lavorazione, cioè sui percorsi fisici delle scatole, dalla loro immissione nella linea fino allo smistamento finale.

Nel capitolo 4 vengono spiegati i concetti principali alla base della progettazione elettrica dell'impianto. Viene in particolare sottolineata la gestione dell'arresto di emergenza in accordo con le norme UNI di sicurezza.

Nei capitoli 5 e 6 viene poi analizzato il software PLC dell'impianto, dopo aver introdotto brevemente le principali operazioni logiche combinatorie del linguaggio KOP.

Nel capitolo 7 vengono elencate le principali schermate del pannello HMI, utilizzato dagli operatori per interagire con l'impianto.

Nel capitolo 8 vengono infine elencati alcuni problemi riscontrati in fase di messa in servizio dell'impianto, e vengono analizzate le soluzioni proposte e gli interventi programmati per risolverli.

1. Concetti preliminari

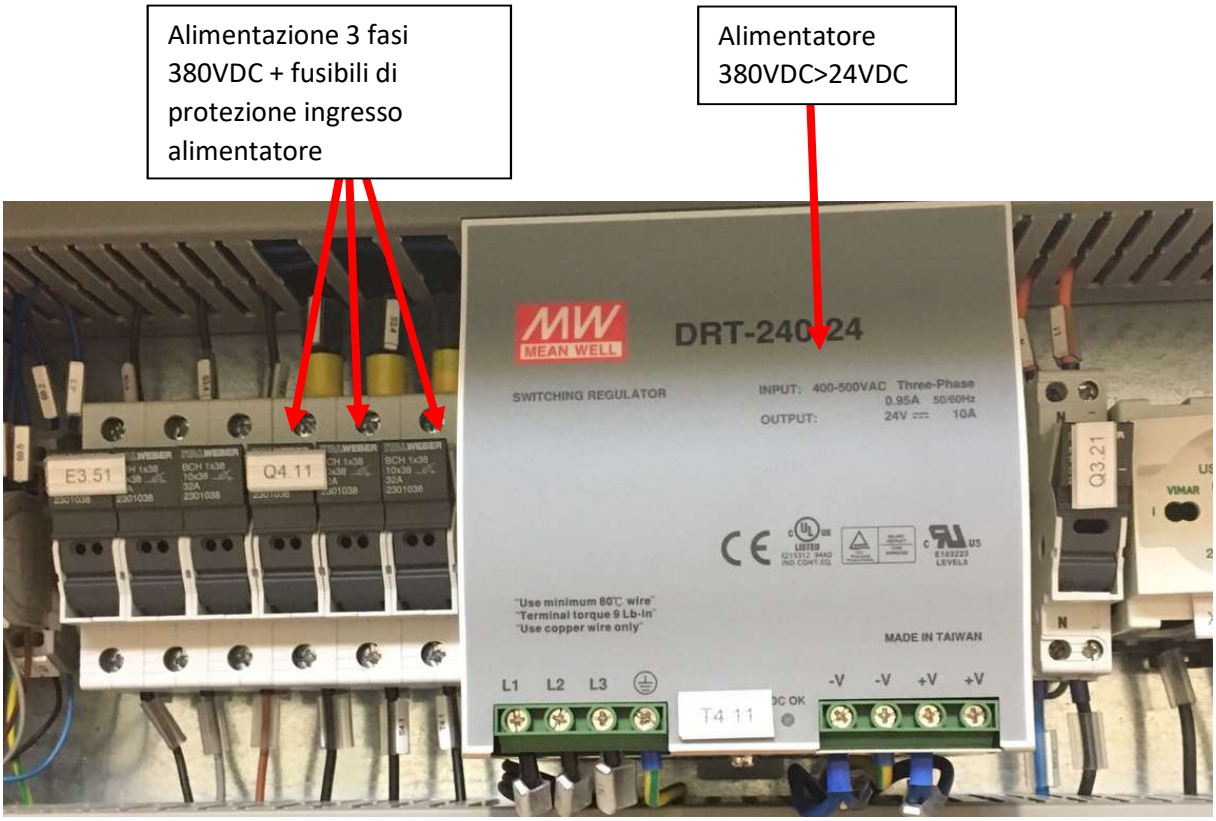
Il PLC è uno strumento dedito al controllo di una macchina o di un processo industriale. I PLC sono composti da componenti elettronici e hanno una memoria programmabile tramite un linguaggio di programmazione adeguato. Il PLC può essere impiegato in vari settori dell'industria: dalla logistica (settore cui si dedicherà questo elaborato) alla gestione di processo.

Il PLC si distingue dai semplici PC per le seguenti caratteristiche:

- Può essere collegato direttamente a sensori (fotocellule, finecorsa…) e azionamenti (elettrovalvole, relè, teleruttori…) tramite, rispettivamente, i suoi input (ingressi) e i suoi output (uscite)
- E' progettato per funzionare in ambienti industriali, quindi in condizioni eventualmente critiche per quanto riguarda temperature, vibrazioni, interruzioni improvvise di tensione…
- E' possibile programmare il PLC con linguaggi che non richiedono conoscenze informatiche, come il linguaggio KOP (rete ladder)

1.1 Alimentazione PLC

Ci concentreremo ora sulla descrizione dei PLC moderni, in particolare sui PLC utilizzati per questo lavoro. Un PLC necessita prima di tutto di un alimentatore per poter funzionare. Tipicamente, vengono utilizzati alimentatori da 380-400 VAC a 24 VDC, che è la tensione di alimentazione del PLC. Questi alimentatori sono alimentati dalle 3 fasi del 380 VDC, e si usa proteggere le fasi in ingresso con dei fusibili.



E’ buona norma l’utilizzo di fusibili elettronici di protezione da corto circuito 24 VDC anche tra l’alimentatore e il PLC. Nel nostro caso abbiamo usato il seguente fusibile elettronico:

Dal fusibile elettronico partono i fili +24VDC e – che vanno ad alimentare il PLC. In questo impianto abbiamo usato più PLC e varie periferiche. Comunque nel quadro principale è presente il PLC Siemens che funge da “master” rispetto a tutti gli altri PLC e le altre periferiche dell’impianto. Si tratta di una CPU317 2PN/DP. Descriveremo ora le caratteristiche dei PLC Siemens di cui fa parte la nostra CPU.

1.2 Descrizione PLC Siemens

Al momento della realizzazione dell’impianto, i migliori prodotti sul mercato per quanto riguarda i PLC erano i PLC della Siemens, serie SIMATIC S7-300. Questi PLC sono programmati tramite l’interfaccia software STEP7, che sfrutta il linguaggio di programmazione KOP/LADDER e AWL, su cui ci concentreremo in seguito. STEP 7 è uscito a metà anni 90 (prima vi era S5) e da allora, con la serie di PLC S/-300, rappresenta la piattaforma di automazione più utilizzata al mondo. In seguito alla realizzazione di questo impianto (fine 2015) è uscita la serie di PLC 1500 che sfrutta una nuova interfaccia di programmazione Siemens, il TIA PORTAL. Non ci dilungheremo sul TIA PORTAL in questo elaborato; basti dire che si tratta di un’interfaccia molto più pesante a livello grafico che richiede tempi di compilazione maggiori rispetto a STEP7. Siemens garantisce comunque che i prodotti S7-300 saranno disponibili fino al 2023, motivo per cui molte aziende anche grandi (tra cui alcuni colossi dell’automotive) richiedono ancora PLC della serie S7-300.

Per questo impianto si è quindi scelta una CPU 317 2PN/DP:

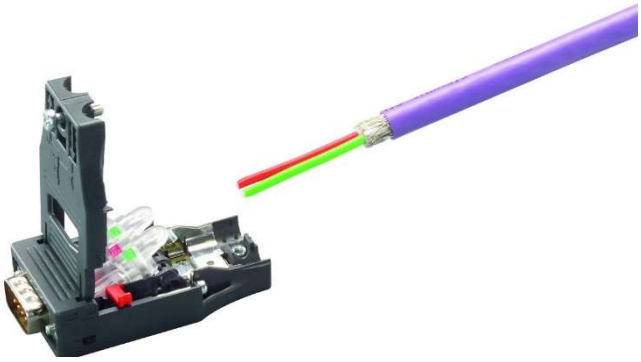
PLC

› 6ES7317-2EK14-0AB0
SIMATIC S7-300 CPU 317-2 PN/DP, Central processing unit with 1 MB work memory, 1st interface MPI/DP 12 Mbit/s, 2nd interface Ethernet PROFINET, with 2-port switch, Micro Memory Card required

Si tratta di un PLC con 2 porte profinet e una porta profibus. Facciamo una breve digressione su queste due modalità di comunicazione.

1.3 Rete Profibus

Acronimo di “Process Field Bus”, è un bus di campo usato nell’automazione industriale.

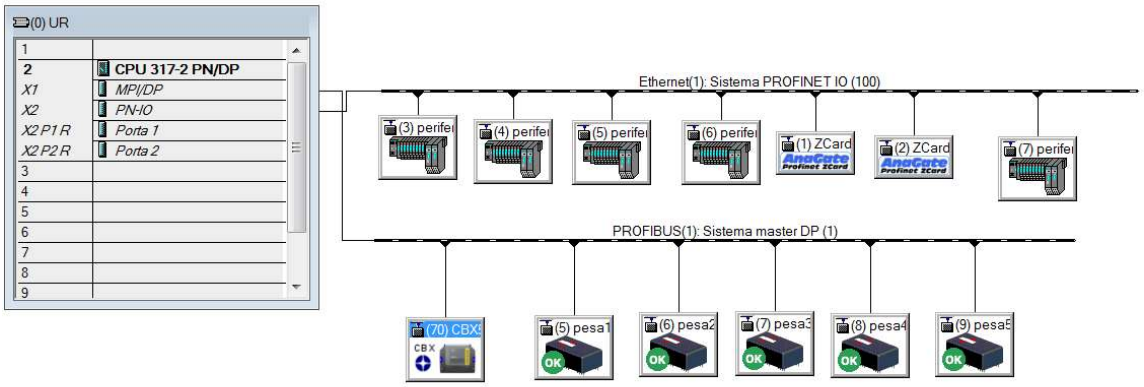


Un cavo profibus con relativo connettore. La comunicazione tra questi due fili rispetta la norma RS-485 (trasmissione seriale).

Questo bus di comunicazione fu ideato verso fine anni ’80 da un consorzio di aziende (tra cui Siemens) il cui scopo era di creare un metodo di comunicazione comune da utilizzare nel

campo dell'automazione. Una rete profibus prevede un solo nodo master (di solito il PLC) e più nodi slave. Ogni connettore possiede una resistenza di terminazione da impostare su "OFF" se il nodo è un entra-esci, oppure su "ON" se il nodo termina un ramo della rete. La rete profibus sta cedendo il passo al profinet, che consente di collegare i dispositivi in una rete che sfrutta il protocollo ethernet, e rende i dispositivi raggiungibili in rete, permettendo anche una connessione da remoto. Per questo motivo abbiamo collegato in profibus i dispositivi più semplici, che non richiedono ai tecnici di collegarsi da remoto.

Nel nostro impianto, i dispositivi collegati in profibus sono le pese e il gateway per gli scanner (lettori laser per codici a barre).



Descriviamo brevemente questi dispositivi.

1.4 Gateway DataLogic CBX500

Si tratta di un gateway che "raggruppa" tutti i lettori laser di codici a barre presenti sull'impianto e ne consente la comunicazione con il master (PLC). La comunicazione con il PLC avviene tramite un telegramma di 32 byte in ingresso, 16 byte in uscita, impostato sulla configurazione hardware del PLC:

Sl...	DP ID ...	Order Number / Designation	I Address	Q Address	Commen
1	16AE	[IOM8] 32ByteIn,16ByteOut	256...287		
2	47	–> [IOM8] 32ByteIn,16ByteOut		256...271	
3					

Al gateway sono quindi collegate in serie tutte le centraline degli scanner (CBX100) su una rete detta "IDNet". Poiché queste centraline sono collegate in serie, se si brucia una centralina, tutte le centraline collegate in successione saranno inutilizzabili.

Centralina CBX100, con coperchio chiuso e aperto. Notare i fili dell'alimentazione 24VDC e della rete IDNET, e il cavo seriale che dalla centralina va alla testina dello scanner.

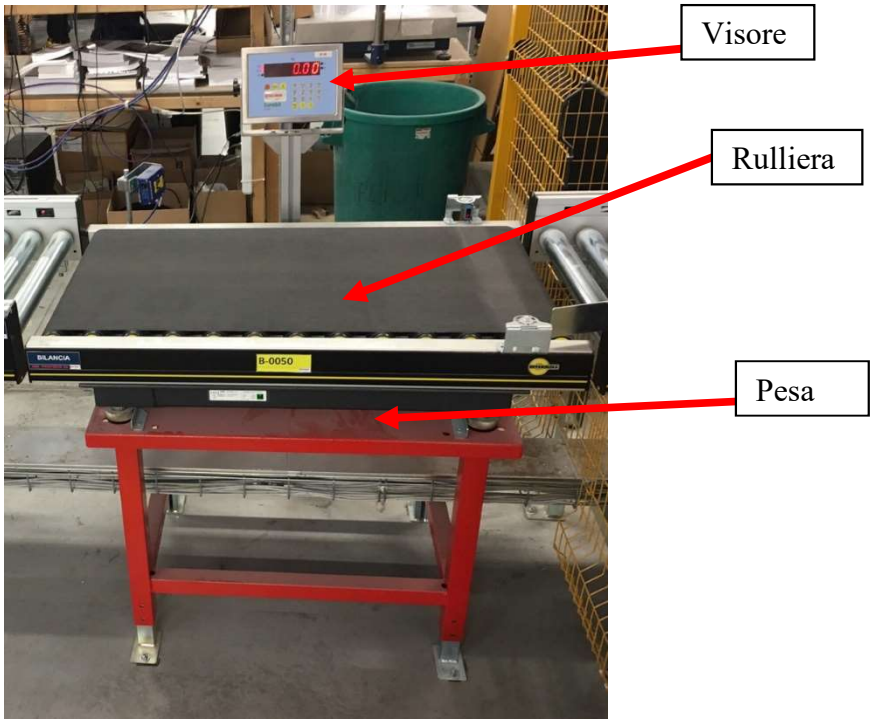
Le centraline CBX100 sono a loro volta collegate alle testine vere e proprie dei lettori che emettono il fascio laser che andrà a leggere il codice a barre dei colli:

Testina emettitrice dello scanner

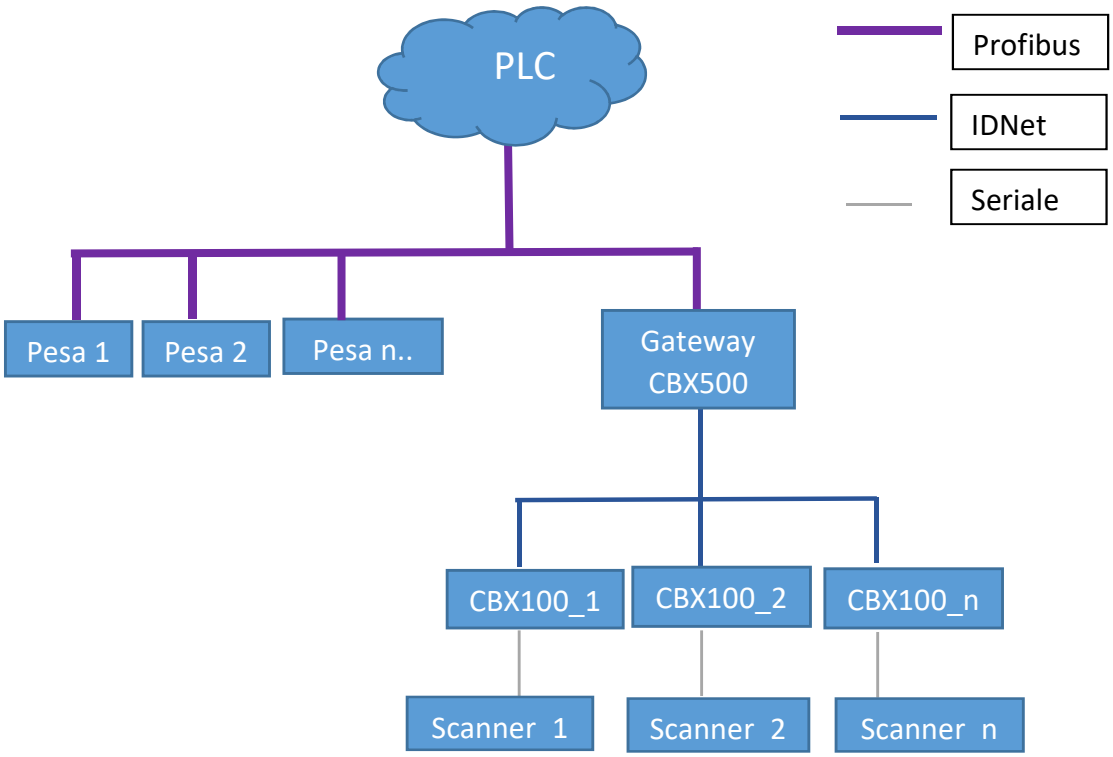
Gli scanner sono sati impostati per leggere codici a barre di formato EAN128, uno dei più diffusi tra i corrieri. Affinché la lettura vada a buon fine, è necessario che il codice a barre sia a una distanza adeguata dal lettore.

1.5 Pese

Abbiamo usato pese e visori della Eurobil. Il visore della pese è collegato in Profibus al PLC e comunica con esso tramite un telegramma impostato nella configurazione Hardware del PLC. Poiché le pese sono collocate sotto le rulliere, il peso è stato azzerato considerando la tara data dal peso della rulliera stessa.



1.6 Riassunto rete Profibus



1.7 Rete Profinet

Profinet è uno standard di comunicazione usato nell'automazione industriale. Come Profibus, è stato sviluppato nel 2001 da un consorzio di aziende, tra cui Siemens. Profinet si basa su ethernet e ne sfrutta i protocolli (TCP/IP, HTTP, FTP). Ogni dispositivo in una rete Profinet ha 3 indirizzi:

- **MAC Address**: si tratta di un indirizzo fisso unico assegnato dal produttore a ogni interfaccia di rete. Un dispositivo può quindi avere più MAC address, se possiede più schede di rete (ad esempio alcuni PLC con più schede di rete hanno un MAC address per ogni scheda di rete)
- **Indirizzo IP**: l'indirizzo IP di un dispositivo può essere assegnato a un dispositivo della rete Profinet dal master della rete, oppure usando determinati software. A un dispositivo possono essere assegnati più indirizzi IP se possiede più schede di rete, uno per ogni scheda di rete.
- **Nome Profinet**: è un nome logico assegnato a ogni dispositivo della rete profinet.

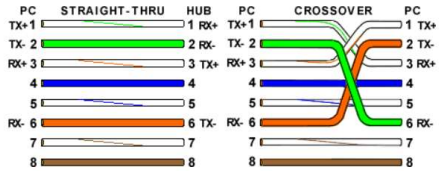
Il cavo profinet è un cavo a 4 fili, schermato, a differenza del cavo ethernet che ha 8 fili.

Descrizione cavo ethernet:

Ethernet Cable Tips:

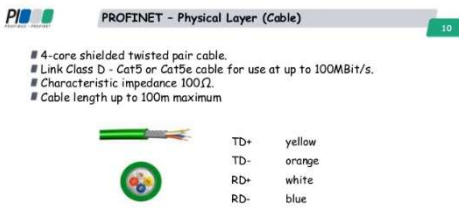
- *A straight-thru cable has identical ends.*
- *A crossover cable has different ends.*
- *A straight-thru is used as a patch cord in Ethernet connections.*
- *A crossover is used to connect two Ethernet devices without a hub or for connecting two hubs.*
- *A crossover has one end with the Orange set of wires switched with the Green set.*
- *Odd numbered pins are always striped, even numbered pins are always solid colored.*
- *Looking at the RJ-45 with the clip facing away from you, Brown is always on the right, and pin 1 is on the left.*
- *No more than 1/2" of the Ethernet cable should be untwisted otherwise it will be susceptible to crosstalk.*
- *Do not deform, do not bend, do not stretch, do not staple, do not run parallel with power cables, and do not run Ethernet cables near noise inducing components.*

Basic Theory:



By looking at a T-568A UTP Ethernet straight-thru cable and an Ethernet crossover cable with a T-568B end, we see that the TX (transmitter) pins are connected to the corresponding RX (receiver) pins, plus to plus and minus to minus. You can also see that both the blue and brown wire pairs on pins 4, 5, 7, and 8 are not used in either standard. What you may not realize is that, these same pins 4, 5, 7, and 8 are not used or required in 100BASE-TX as well. So why bother using these wires, well for one thing its simply easier to make a connection with all the wires grouped together. Otherwise you'll be spending time trying to fit those tiny little wires into each of the corresponding holes in the RJ-45 connector.

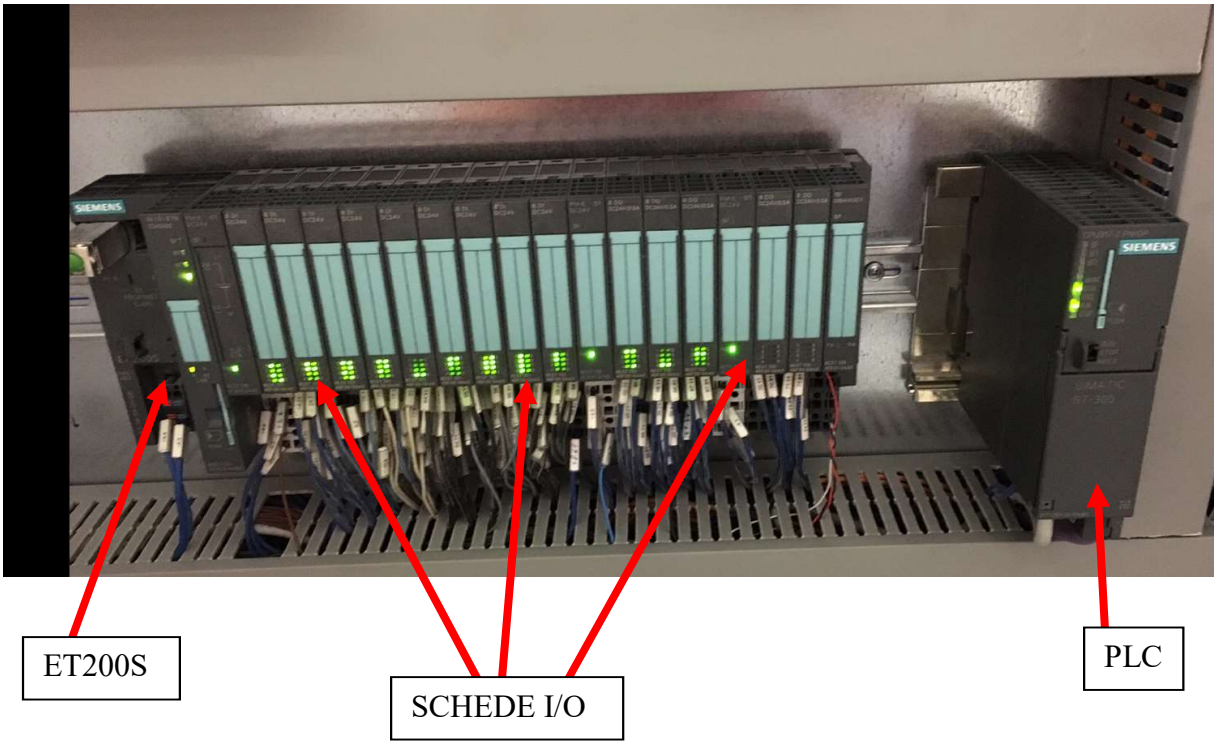
Descrizione cavo profinet con relativo pinout:



In questo impianto abbiamo collegato in profinet le periferiche di gestione degli ingressi/uscite, e i gateway delle card di gestione delle movimentazioni dei nastri e delle rulliere (Z-card). Descriviamo quindi ognuno di questi componenti.

1.8 Periferiche ET200S

Si tratta di periferiche su cui sono montate le schede di ingressi/uscite. La periferica è collegata alla rete profinet, e su di essa sono montate le schede I/O (input/output).

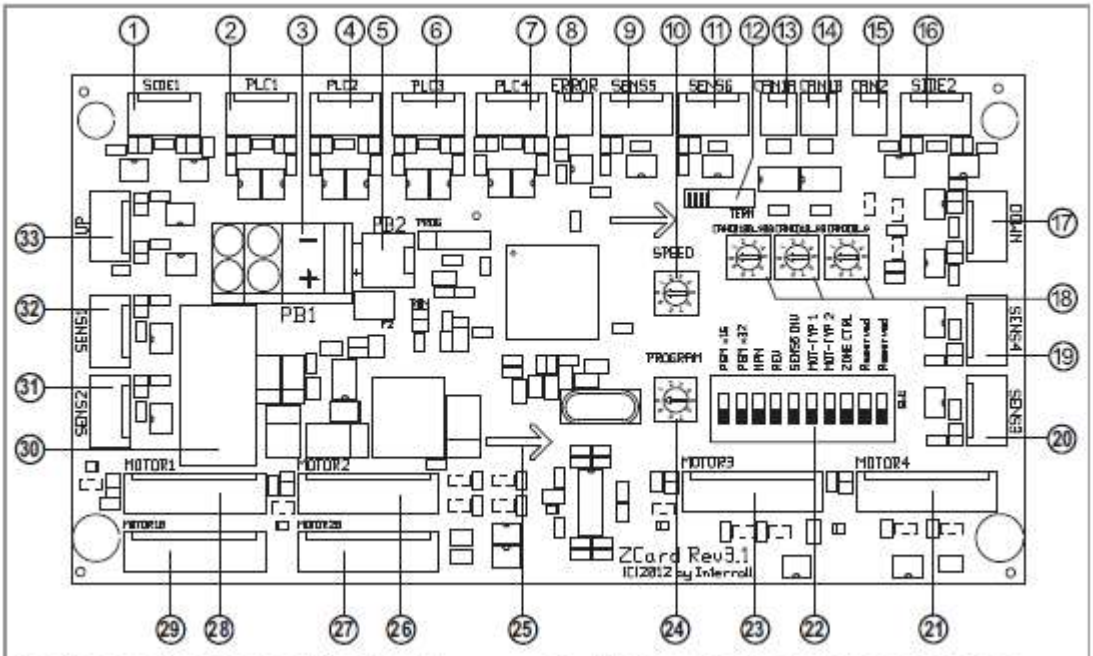


Nella foto la periferica è montata di fianco al PLC, ma è anche possibile remotarla in un quadretto indipendente. La periferica, essendo un dispositivo profinet, ha un suo indirizzo IP. L'insieme di schede I/O montate sulla periferica DEVE COINCIDERE a livello di codice prodotto Siemens e di successione con quanto compare sulla configurazione hardware, oppure il PLC andrà in bus fault:

0	periferica1	6ES7 151-3AA23-0AB0			8169*
X7	PN-IO				8168*
X7 P1	Port 1				8163*
X7 P2	Port 2				8162*
1	PM-E DC24V	6ES7 138-4CA01-0AA0			8161*
2	8DI DC24V ST	6ES7 131-4BF00-0AA0	0		
3	8DI DC24V ST	6ES7 131-4BF00-0AA0	1		
4	8DI DC24V ST	6ES7 131-4BF00-0AA0	2		
5	8DI DC24V ST	6ES7 131-4BF00-0AA0	3		
6	8DI DC24V ST	6ES7 131-4BF00-0AA0	4		
7	8DI DC24V ST	6ES7 131-4BF00-0AA0	5		
8	8DI DC24V ST	6ES7 131-4BF00-0AA0	6		
9	8DI DC24V ST	6ES7 131-4BF00-0AA0	7		
10	8DI DC24V ST	6ES7 131-4BF00-0AA0	8		
11	PM-E DC24V	6ES7 138-4CA01-0AA0			8160*
12	8DO DC24V/0,5A	6ES7 132-4BF00-0AA0		0	
13	8DO DC24V/0,5A	6ES7 132-4BF00-0AA0		1	
14	8DO DC24V/0,5A	6ES7 132-4BF00-0AA0		2	
15	PM-E DC24V	6ES7 138-4CA01-0AA0			8159*
16	8DO DC24V/0,5A	6ES7 132-4BF00-0AA0		3	
17	8DO DC24V/0,5A	6ES7 132-4BF00-0AA0		4	
18	1 SI ASCII (32 Byte)	6ES7 138-4DF01-0AB0	296...327	296...327	
19					
20					

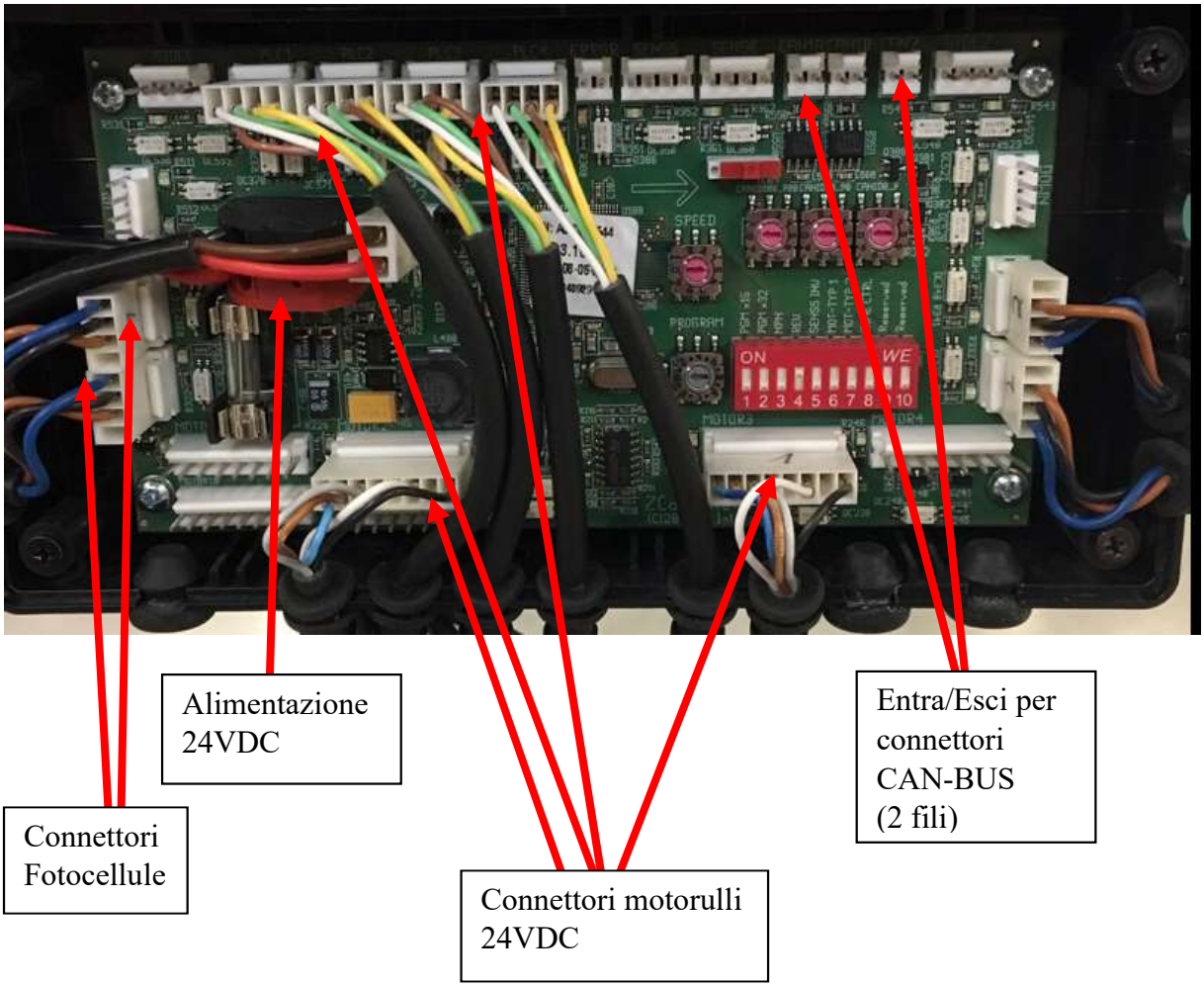
1.9 Z-Card (Interroll)

Le Z-Card sono dispositivi CAN-bus usati per gestire la movimentazione dei nastri e delle rulliere, e le relative fotocellule.



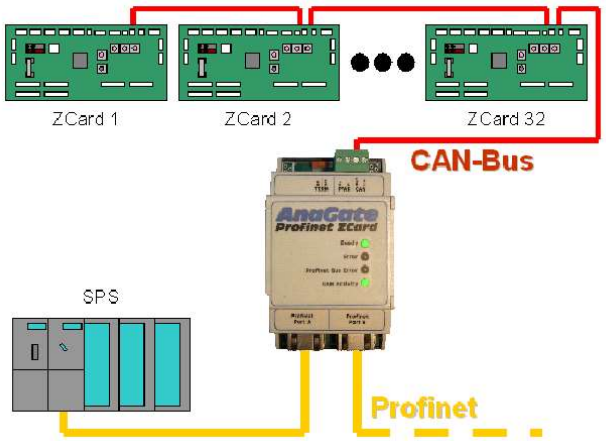
① Connection merge/diverter 1 (SIDE1)
② PLC1 connection
③ Main power supply connection
④ PLC2 connection
⑤ Controller power supply connection
⑥ PLC3 connection
⑦ PLC4 connection
⑧ Error output connection
⑨ Sensor 5 connector
⑩ Speed rotary switch
⑪ Sensor 6 connector
⑫ Switch for CAN bus termination resistance
⑬ CAN bus connection
⑭ CAN bus connection
⑮ Connecting CAN bus branch
⑯ Connection merge/diverter 2 (SIDE2)
⑰ Downstream module connection (DOWN)
⑱ ID rotary switch
⑲ Sensor 4 connector
⑳ Sensor 3 connector
㉑ Motor 4 connection
㉒ Dip switches 1-10 (*see page 22*)
㉓ Motor 3 connection
㉔ Program rotary switch
㉕ Marking of direction of travel
㉖ Motor 2 connection
㉗ Second motor 2 connection
㉘ Motor 1 connection
㉙ Second motor 1 connection
㉚ Fuse
㉛ Sensor 2 connector
㉜ Sensor 1 connector
㉝ Upstream module connection (UP)

Schema funzionale Z-Card



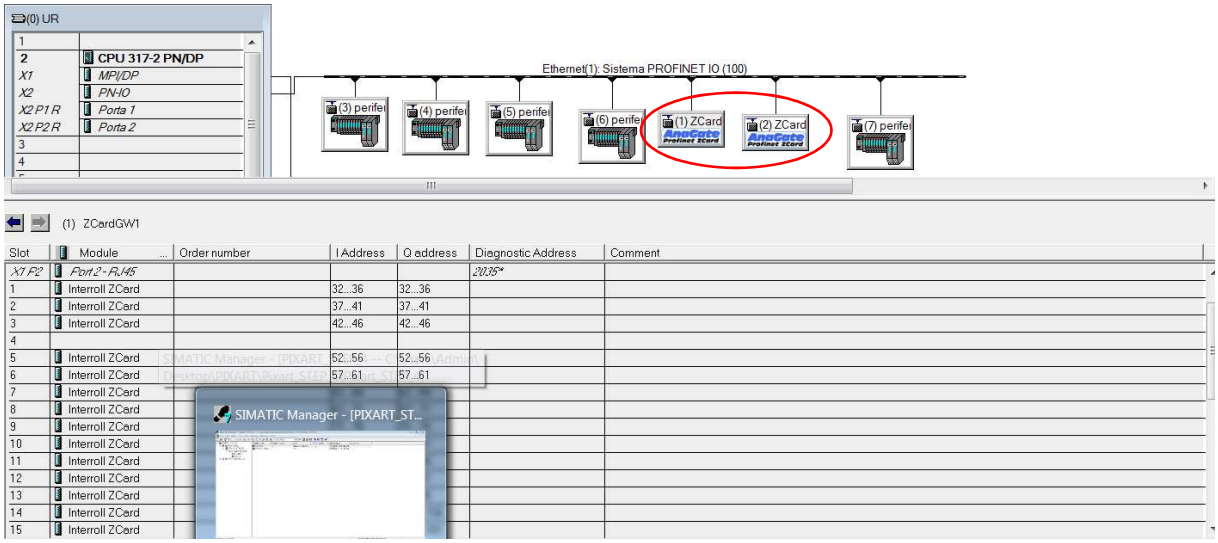
Fotografia Z-Card + legenda

Le Z-Card comunicano tra di loro in CAN-BUS. Questo significa che le card riconoscono il loro id numerico tramite la rete CAN-BUS. Tuttavia, esse devono interfacciarsi con la rete Profinet per poter comunicare con il PLC. E' quindi necessario installare un Gateway, detto Anagate, che funga da interfaccia tra la rete CAN delle Z-Card e la rete Profinet. L'anagate è collegato in CAN-BUS alla prima Card, che è a sua volta collegata in serie alle altre. L'Anagate è poi collegato alla rete Profinet:



Questo significa che se si guasta una Z-Card, TUTTE le card collegate in serie dopo la card danneggiata non saranno viste dal PLC.

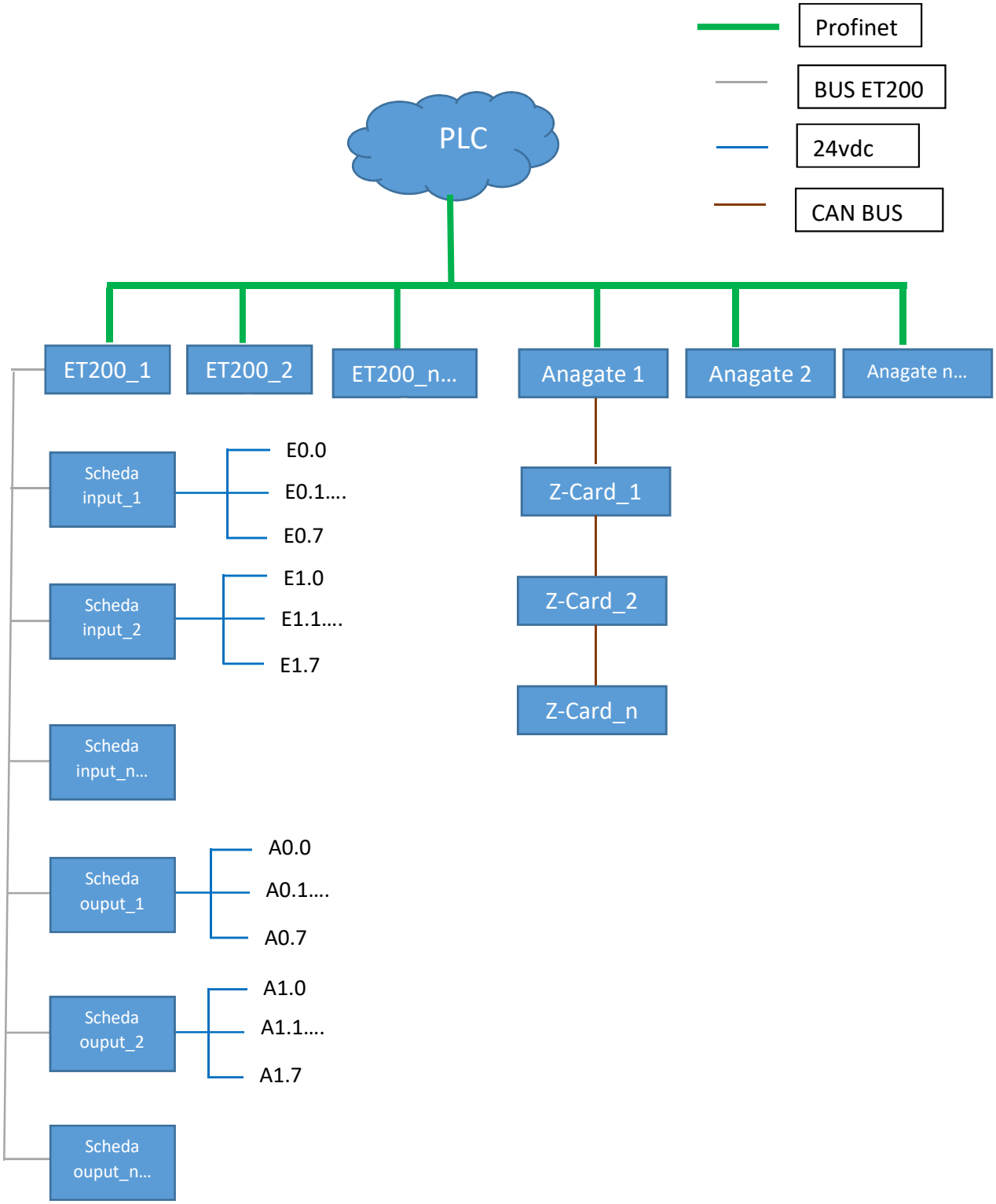
Nella configurazione Hardware del PLC, comparirà unicamente il GSD dell'Anagate, poiché è l'unico oggetto che si interfaccia con la rete Profinet:



Sotto ogni Anagate è poi definito il numero di card assegnate, e le aree di Input/Output per comandare e verificare i motorulli e le fotocellule assegnati a ogni Card.

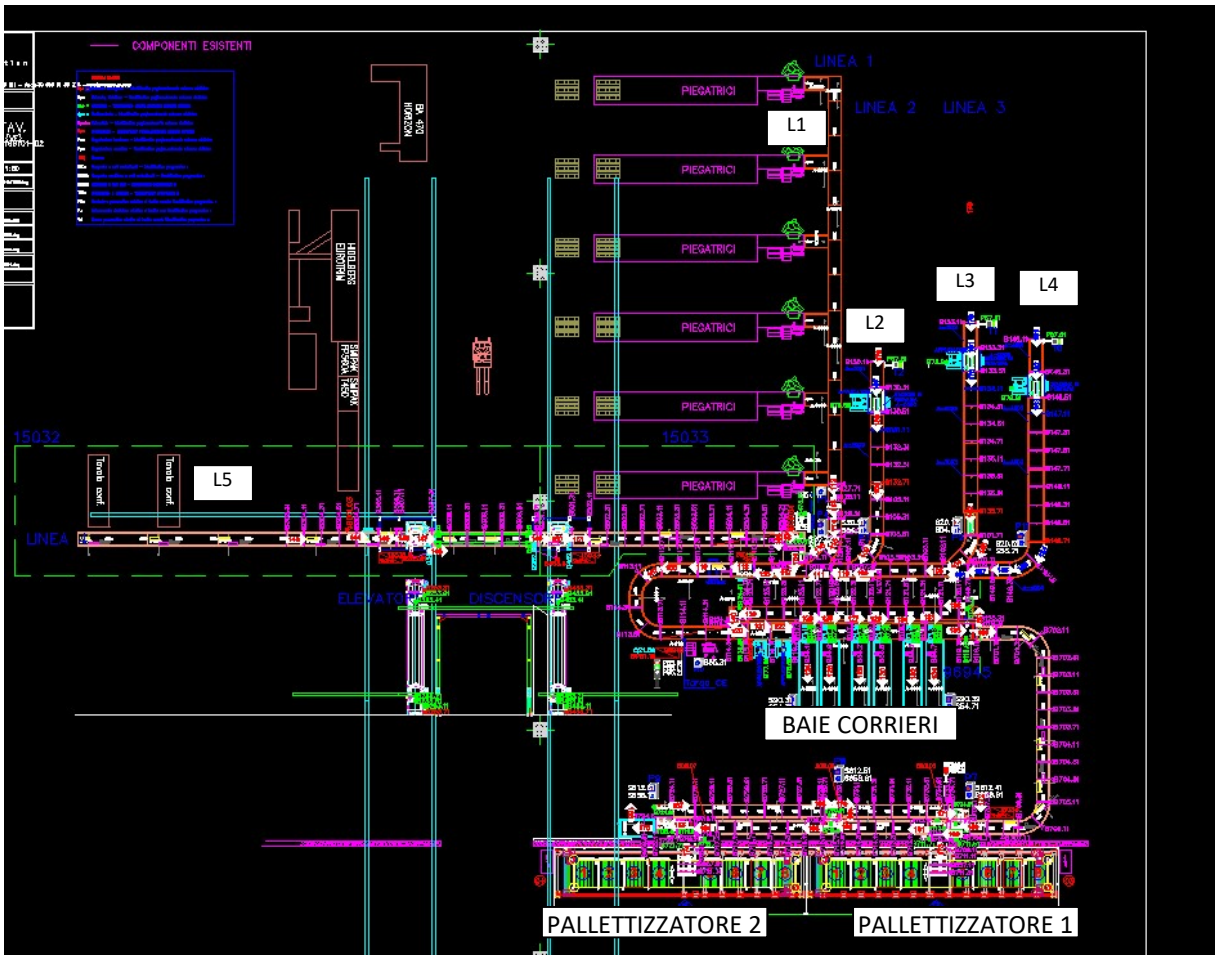
Specifichiamo che alle Z-Card possono unicamente essere collegati i motorulli alimentati in 24VDC. Questi motorulli servono per il trasporto in piano delle scatole. I motori che richiedono sforzi maggiori (ad esempio gli elevatori o i nastri) sono motori alimentati dal 380 VAC e sono comandati tramite teleruttori o tramite drive.

1.10 Riassunto rete Profinet



2. Analisi dell'impianto

Finita questa parte introduttiva sull'architettura del PLC, possiamo passare all'analisi dell'impianto.



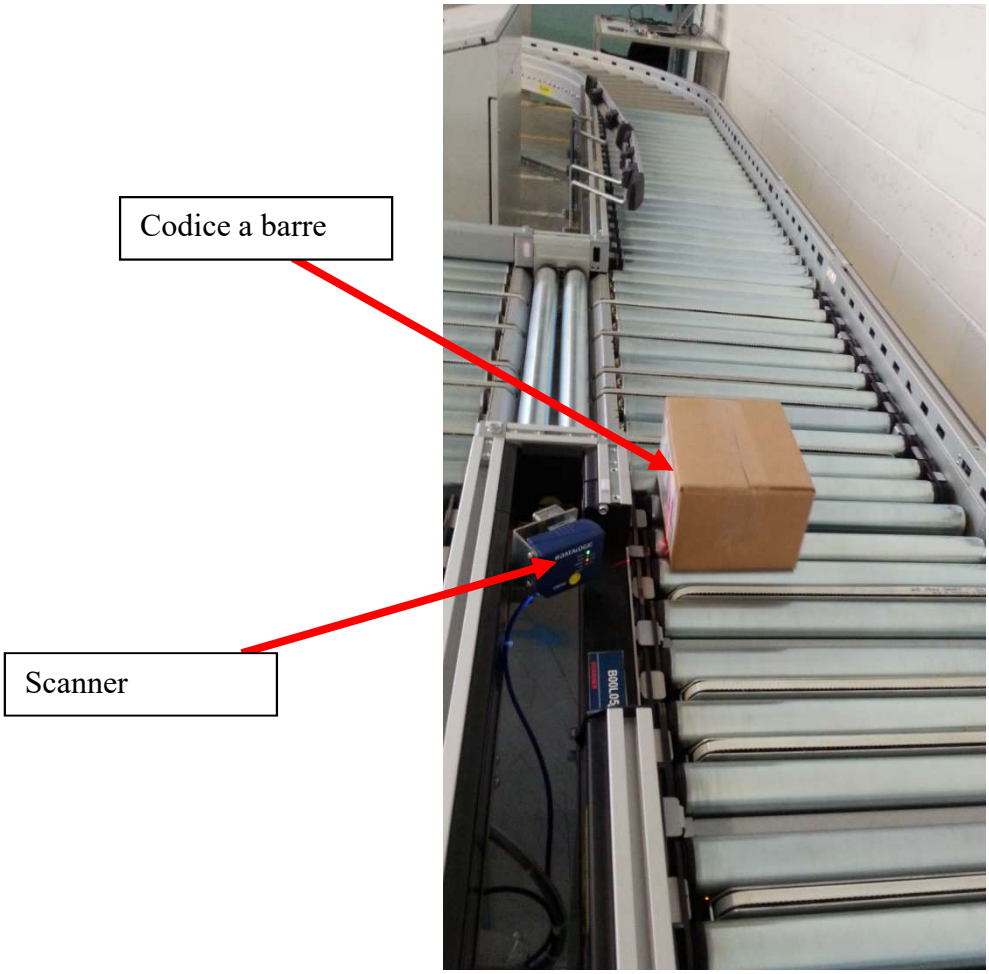
L'impianto realizzato ha lo scopo di trasportare colli di varie dimensioni contenenti i prodotti precedentemente impacchettati dal cliente. I colli vengono realizzati all'inizio di 5 linee iniziali (punto di partenza). Dopo essere stati chiusi, vengono pesati, etichettati e immessi sulle rulliere. Ogni tratto di rulliera è mosso da un rullo motorizzato a 24 VDC, ed è delimitato da una fotocellula che, se intercettata dal collo, ci indica che il tratto è impegnato.

I colli giungono quindi nell'area di smistamento, detta "sorter", in cui possono essere deviati in 6 baie di smistamento (rulliere folli in discesa). Ogni baia è destinata a un corriere diverso (DHL, TNT…).

Alcuni colli non devono essere smistati nelle baie, ma devono essere pallettizzati per poi essere avvolti nel cellophane e spediti in lotti. Questi colli procedono quindi verso l'area finale dell'impianto, in cui vengono smistati su due baie diverse, ognuna delle quali alimenta un robot pallettizzatore.

I colli vengono etichettati dopo essere stati chiusi, all'inizio della linea. Le etichette contengono codici a barre che vengono letti da vari scanner presenti lungo la linea. Dopo essere stati letti, i colli si fermano e rimangono in attesa di una risposta da arte del WMS del cliente (sistema informatico di gestione), che comunica al PLC la destinazione del collo.

Con questo “dialogo” tra PLC e sistema informatico è quindi possibile decidere in quale baia devono essere deviati i colli, e quali colli devono essere pallettizzati.



Prima di analizzare nello specifico ogni singola funzione di trasferimento da un tratto all’altro, esaminiamo le diverse tipologie di gestione dei tratti gestite dalle Z-Card, che, ricordiamo, gestiscono il movimento dei motorulli e le fotocellule.

Su ogni Z-Card è possibile impostare tramite switch:

- Modalità di lavoro
- Velocità dei motorulli
- Indirizzo CAN

Nel nostro impianto, abbiamo gestito le Z-Card secondo 3 diverse modalità di lavoro:

- Z-Card gestite come semplici I/O (NO CAN-BUS)
- Z-Card gestite come Relay Module (CAN-BUS)
- Z-Card gestite come ZPA (“Zero Pressure Accumulation”)

Analizziamo brevemente ogni modalità di lavoro. Ricordiamo che, indipendentemente dalla modalità selezionata, ogni Card può gestire al massimo 4 motorulli e 4 fotocellule.

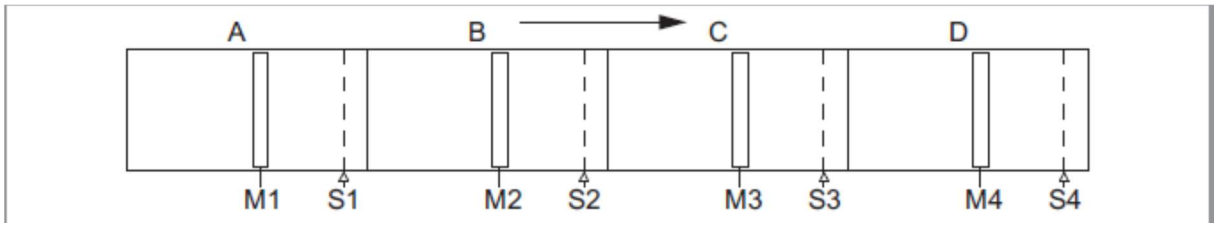
Z-Card I/O NO CAN-BUS

Queste Z-Card NON sono collegate in CAN-BUS, e non sono quindi gestite da nessun anagate. Fungono solamente da “tramite” tra una scheda output e un motorullo. Infatti non essendo gestite dall’Anagate, non compaiono nella configurazione HW del PLC, quindi non è possibile accedere al telegramma virtuale di gestione (5 Byte Input, 5 Byte Output).

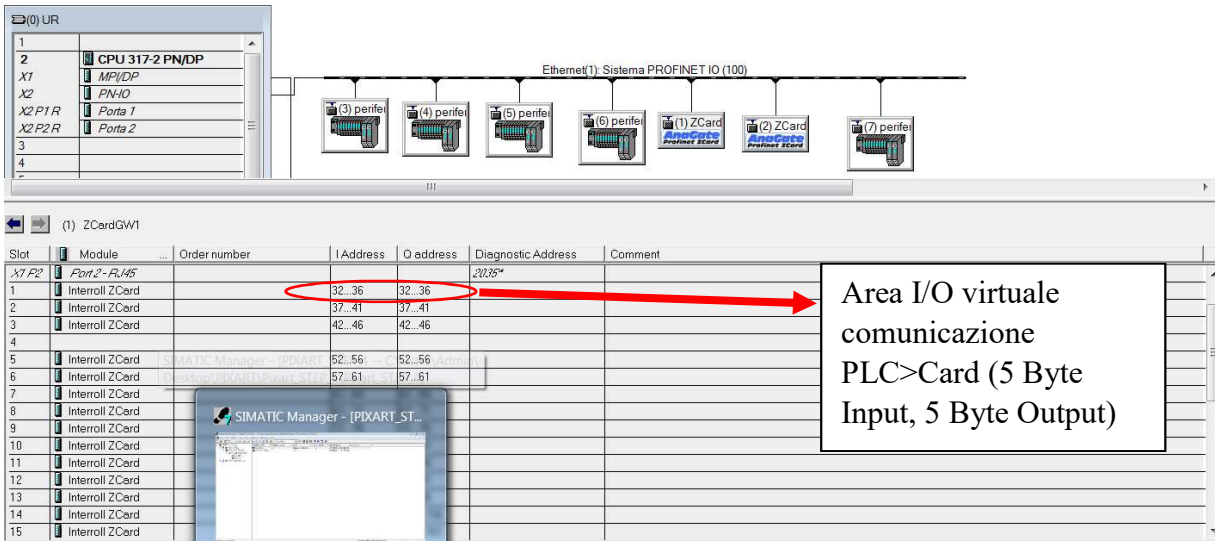
Queste Card sono state aggiunte in opera, quindi per non stravolgere gli schemi elettrici e la configurazione HW si è deciso di non integrarle nella rete CAN.

Z-Card RELAY MODULE

Questa modalità di lavoro consente alla card di gestire fino a 4 zone come normali tratti con comando di marcia/arresto.



Queste Card sono collegate in CAN-BUS, ed è quindi possibile gestirle tramite l’area I/O virtuale definita nella configurazione HW del PLC (5 Byte Input, 5 Byte Output):



La definizione delle aree di INPUT di interscambio è a seguente:

PLC INPUT																																			
BYTE 1								BYTE 2								BYTE 3								BYTE 4								BYTE 5			
Sensori								Anomalia motori				Stato motori				Stato PLC I/O								Stato connessioni				Dipendente funzione						Z-card alive	
-	-	S6	S5	S4	S3	S2	S1	M4	M3	M2	M1	M4	M3	M2	M1	O4	O3	O2	O1	In4	In3	In2	In1	SIDE 2	SIDE 1	DOWN	UP								Alive
7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0

Per l'area di ingressi sono previsti 5 byte:

- byte 1 → stato sensori (collo presente = 1);
- byte 2 basso → stato motori (motore in marcia = 1);
- byte 2 alto → anomalia motori (motore in anomalia = 1);
- byte 3 basso → stato ingressi da PLC. Riportano a PLC lo stato dei sensori (non usato);
- byte 3 alto → stato uscite a PLC. Ricevono da PLC i comandi motore (non usato);
- byte 4 alto → stato ulteriori connessioni;
- byte 5 bit 0 → connessione Z-card ok (segnale a 1).

La definizione delle aree di OUTPUT di interscambio è a seguente:

PLC OUTPUT																																			
BYTE 1								BYTE 2								BYTE 3								BYTE 4								BYTE 5			
Ingressi PLC								Override velocità motori								Override velocità motori								Comando connessioni				Inversione motori				Non utilizzato			
-	-	-	-	In4	In3	In2	In1	VM2				VM1				VM4				VM3				SIDE 2	SIDE 1	DOWN	UP	M4	M3	M2	M1				
7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0

Per l'area di uscite sono previsti 5 byte:

- byte 1 → comando PLC. Assumono significati diversi in base alla modalità di lavoro;
- byte 2 basso → diminuzione velocità M1 rispetto al valore impostato sugli switch scheda;
- byte 2 alto → diminuzione velocità M2 rispetto al valore impostato sugli switch scheda;
- byte 3 basso → diminuzione velocità M3 rispetto al valore impostato sugli switch scheda;
- byte 3 alto → diminuzione velocità M3 rispetto al valore impostato sugli switch scheda;
- byte 4 basso → inversione direzione motori (va comandato con il comando di marcia);
- byte 4 alto → comando ulteriori connessioni;
- byte 5 → non utilizzato.

Per quanto riguarda i RELAY MODULE, vengono utilizzate le seguenti aree I/O:

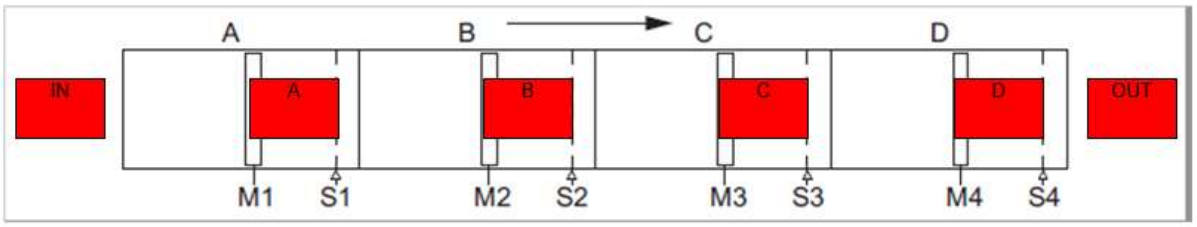
INPUT PLC	OUTPUT PLC	NOTE
Stato S1 (NC)		
Stato S2 (NC)		
Stato S3 (NC)		
Stato S4 (NC)		
Stato S5 (NC)		Eventuali sensori di zona aggiuntivi
Stato S6 (NC)		Eventuali sensori di zona aggiuntivi
Stato M1		Verifica motore in marcia
Stato M2		Verifica motore in marcia
Stato M3		Verifica motore in marcia
Stato M4		Verifica motore in marcia
Anomalia M1		Generazione allarme
Anomalia M2		Generazione allarme
Anomalia M3		Generazione allarme
Anomalia M4		Generazione allarme
Z-card alive		Generazione allarme
	Comando In1	Marcia M1
	Comando In2	Marcia M2
	Comando In3	Marcia M3
	Comando In4	Marcia M4
	Override M1	Solo dove necessario
	Override M2	Solo dove necessario
	Override M3	Solo dove necessario
	Override M4	Solo dove necessario
	Inversione M1	Solo dove necessario
	Inversione M2	Solo dove necessario
	Inversione M3	Solo dove necessario
	Inversione M4	Solo dove necessario

A seconda delle necessità, non tutti i sensori o i comandi possono essere collegati e utilizzati.

La logica è completamente a carico PLC.

Z-Card ZPA

Con questa modalità di lavoro, la Card gestisce in modo automatico fino a 4 tratti. Questo vuol dire che la logica dei motorulli NON è gestita dal PLC, ma dalla Card.



INGRESSO PLC	USCITA PLC	NOTE
Stato S1 (NC)		
Stato S2 (NC)		Non necessario
Stato S3 (NC)		Non necessario
Stato S4 (NC)		
Stato S5 (NC)		Eventuali sensori di zona aggiuntivi
Stato S6 (NC)		Eventuali sensori di zona aggiuntivi
Stato M1		Verifica motore in marcia
Stato M2		Verifica motore in marcia
Stato M3		Verifica motore in marcia
Stato M4		Verifica motore in marcia
Anomalia M1		Generazione allarme
Anomalia M2		Generazione allarme
Anomalia M3		Generazione allarme
Anomalia M4		Generazione allarme
Z-card alive		Generazione allarme
	Comando In1	Inibizione M1
	Comando In2	Inibizione M2
	Comando In3	Inibizione M3
	Comando In4	Inibizione M4
	Comando UP	Start. Necessario per avviare M1 quando è presente un collo a monte
	Comando DOWN	Scarico. Necessario per far uscire un collo dalla zona D con M4 quando le condizioni a valle lo consentono

In pratica:

- con un collo in posizione IN, PLC valuta lo stato di S1;
- in caso di S1 libera, PLC invia il collo attivando l'uscita UP;
- PLC monitora il trasferimento fino a S1 e poi disattiva l'uscita UP;
- i trasferimenti da A a D sono autonomi perché gestiti dal modulo;
- con un collo in posizione D (stato di S4), PLC valuta lo stato di S4;
- nel caso che le condizioni lo consentano, PLC invia il collo attivando l'uscita DOWN fino alla liberazione di S4;
- una volta liberata la zona, il modulo provvede autonomamente a portare un altro collo in D.

Le uscite di inibizione zona servono per evitare che le stesse si attivino in modo inopportuno; vanno quindi attivate quando il sistema non è in automatico.

Qualora esistano più di 4 zone consecutive di accumulo è possibile mettere direttamente in comunicazione le Z-card mediante un cavo che collega direttamente l'ingresso DOWN della scheda a monte con l'ingresso UP della scheda a valle.

La gestione ZPA è stata utilizzata nelle zone senza punti decisionali, in cui non vi è un dialogo tra PLC e WMS, per agevolare la scritture del software: con questa modalità infatti è necessario gestire tramite SW SOLO l'ingresso e l'uscita dalla zona ZPA.

3. Ciclo di lavorazione

In questa sezione analizzeremo in modo dettagliato il ciclo di lavorazione, cioè il percorso dei colli, partendo dalla zona di imballo fino alle varie zone finali. Prima di lanciarci nelle descrizioni, facciamo qualche premessa:

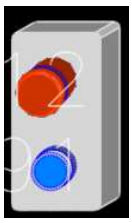
- Per tratto di rulliera analizzato, indicheremo la denominazione, il tipo di motore (quasi tutti motorulli 24 VDC), la modalità di lavoro della Z-Card che lo gestisce, e la velocità impostata (in m/s)
- Per indicare il colloquio tra PLC e WMS/sistema informatico, chiameremo LIVELLO 1 tutto ciò che riguarda la movimentazione (quindi tutto ciò che è gestito dal PLC), e chiameremo LIVELLO 2 tutto ciò che riguarda i sistemi informatici di gestione (dal WMS all'interfaccia tra PLC e WMS sviluppata in VisualBasic)

Ricordiamo infine al lettore di fare riferimento al layout completo per una rappresentazione più chiara delle zone illustrate, e concludiamo con una breve legenda di aiuto alla lettura:

FOTOCELLULA

ETICHETTATRICE

FINECORSA / SENSORE



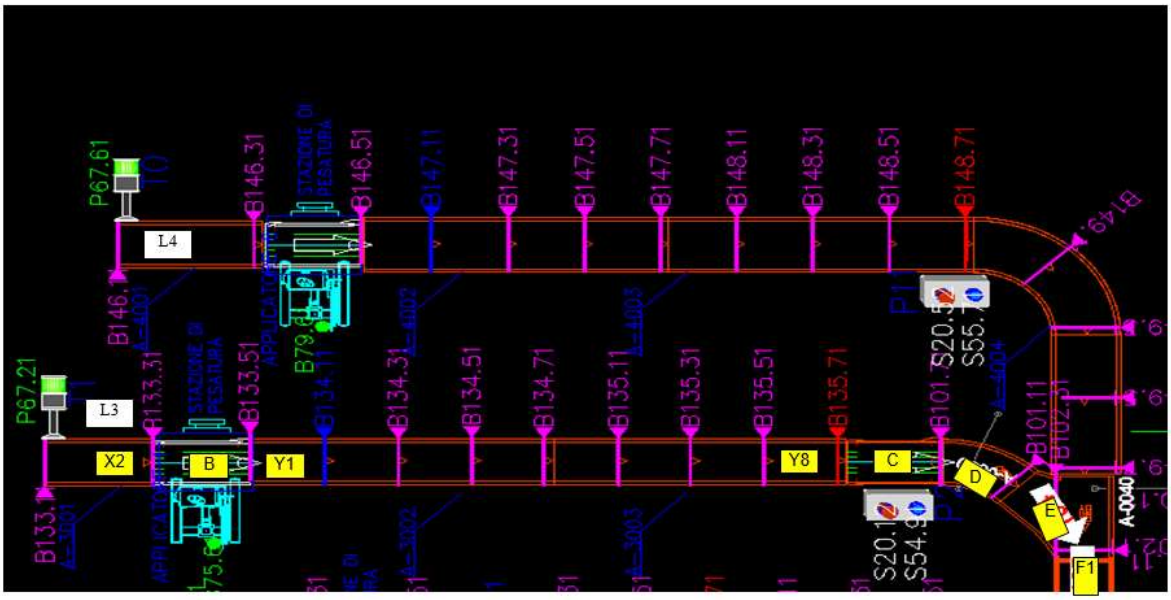
FUNGO EMERGENZA + RESET ALLARMI DI ZONA

PESA

QUADRO ELETTRICO

SCANNER

3.1 ZONE L2/L3/L4



DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
3001	Motore 24Vdc	1	Relay module	2	0,5 m/"	Tratto a 2 posizioni

L'operatore lavora il collo sul tavolo a monte della linea e lo registra su gestionale che, a sua volta, comunica a LIV2 l'inserimento del collo in linea.

L'operatore spinge il collo sul tratto 3001 che si attiva su impegno della fotocellula posta in ingresso al tratto.

Il sistema trasferisce il collo in posizione X2 e spegne la luce verde.

Trasferimento X2 → B:

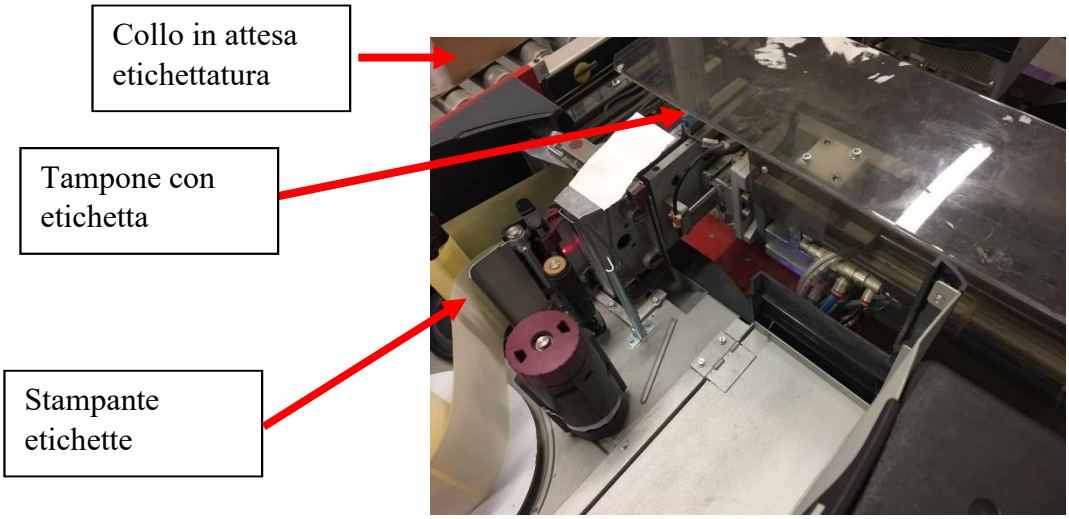
- posizione B libera;
- pistone etichettatore fuori ingombro;
- trasferire collo in posizione B.

La posizione B (S2) è la stazione dedicata alla etichettatura del barcode e questo scopo viene stabilito un colloquio con LIV2:

PLC → PC	PC → PLC
Pre-presenza per anticipo invio dati. Da fornire appena il collo viene trasferito da X2	
Presenza collo	
Peso collo	
	Etichettatura + Ripartenza collo

LIV1 fa da tramite per i segnali di processo degli applicatori verso LIV2.

Vediamo un'immagine della stazione di pesatura / etichettatura:



DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
3002	Motore 24Vdc	1	ZPA	4	0,5 m/"	Accumulo a 4 posizioni

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
3003	Motore 24Vdc	1	ZPA	4	0,5 m/"	Accumulo a 4 posizioni

I due tratti possono essere visti come un unico tratto di accumulo.

Trasferimento B → Y1:

- posizione Y1 libera;
- collo processato da LIV2;
- pistone etichettatore fuori ingombro;
- attivare "Start" tratto 3002.1;
- trasferire collo in posizione Y1.
- disattivare "Start" tratto 3002.1.

I trasferimenti da Y1 a Y8 sono autonomi.

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
710	Motore 400Vac	0	Rulliera	1	Dati targa motore	Tratto a 1 posizione

Trasferimento Y8 → C:

- posizione C libera;
- attivare segnale di "Scarico" tratto 3003.8 fino alla liberazione della fotocellula del tratto stesso;
- trasferire collo in posizione C.

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
30	Motore 24Vdc	1	Relay module	1	0,5 m/"	Tratto a 1 posizione

Trasferimento C → D:

- posizione D libera;
- trasferire collo in posizione D.

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
40	Motore 24Vdc	Si	Merge 45°	1	0,5 m/"	Inserimento a 45°

Questo tratto gestisce con il motore M1 la parte di rulliera dritta, mentre con M2 la parte di inserimento a 45°.

Questo tratto è di trasferimento in quanto il collo, per evitare che rimanga a cavallo dell'inserimento, va trasferito in posizione F1.

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
50	Motore 24Vdc	1	ZPA	4	0,5 m/"	Tratto a 4 posizioni di accumulo

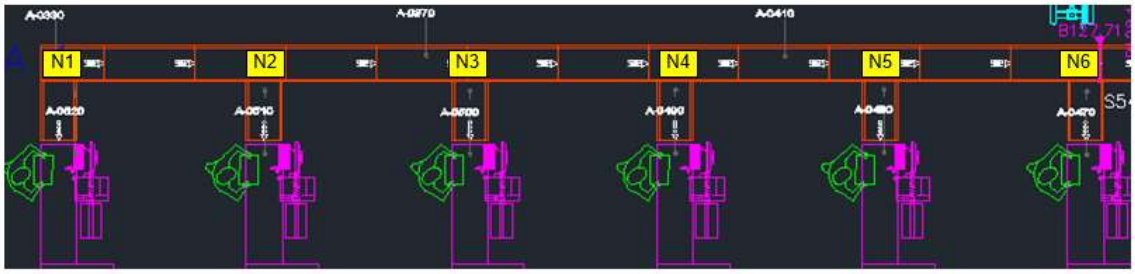
Trasferimento D → F1:

- posizione E libera;
- posizione F1 libera;
- trasferire collo in posizione E (collo completamente inserito su collettore) .
- attivare "Start" tratto 50.1;
- trasferire collo in F1;
- disattivare "Start" tratto 50.1.

Il flusso della linea L2 è identico a quello delle linee L3/L4.

IMMAGINE: punto di merge 45° Linee L3/L4

3.2 ZONA L1



La linea L1 viene alimentata da 6 postazioni manuali da cui gli operatori, lasciando l'opportuna luce fra un collo e l'altro, caricano i colli.

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
330	Motore 24Vdc	1	Relay module	4	0,5 m/"	Tratto di trasferimento

Gli operatori inseriscono i colli sul tratto nelle posizioni indicate da N1 a N2.

Il tratto va considerato come direttamente connesso a quello a valle.

Il tratto quindi è normalmente in marcia eccetto quando:

- tratto a valle non in marcia.

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
370	Motore 24Vdc	1	Relay module	4	0,5 m/"	Tratto di trasferimento

Gli operatori inseriscono i colli sul tratto nelle posizioni indicate da N3 a N4.

Il tratto va considerato come direttamente connesso a quello a valle.

Il tratto quindi è normalmente in marcia eccetto quando:

- tratto a valle non in marcia.

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
410	Motore 24Vdc	1	Relay module	4	0,5 m/"	Tratto di trasferimento

Gli operatori inseriscono i colli sul tratto nelle posizioni indicate da N5 a N6.

Il tratto è normalmente in marcia eccetto quanto:

- Tratto a valle non disponibile alla ricezione e fotocellula di fine tratto impegnata.

I colli procedono verso la posizione N6.

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
450	Motore 24Vdc	1	Relay module	3	0,5 m/"	Tratto a 3 posizioni

Trasferimento N6 → O:

- posizione O libera;
- trasferire collo in O.

Trasferimento O → P:

- posizione P libera;
- no prenotazione ingresso manuale in corso;
- trasferire collo in P.

La posizione P è la stazione di ingresso manuale colli.

Procedura di inserimento colli:

1. operatore preme relativo pulsante su pulsantiera locale → spia verde lampeggiante;
2. PLC attende la liberazione della posizione, arresta il flusso da O e mantiene attiva la marcia del tratto 450.2 → spia verde fissa;
3. operatore carica un collo;
4. PLC lo porta a fine tratto 450.2 e, se le condizioni lo consentono, lo trasferisce in posizione Q → spia verde lampeggiante;
5. a posizione libera (luce verde fissa), l'operatore può caricare un altro collo;
6. terminate le operazioni di carico, operatore ripreme il pulsante su pulsantiera locale → spia verde spenta;
7. PLC riattiva il flusso da O.

Trasferimento P → Q:

- posizione Q libera;
- trasferire collo in Q.

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
460	Motore 24Vdc	Si	Relay module	1	0,5 m/"	Tratto a 1 posizione

Trasferimento Q → R:

- posizione Q libera;
- trasferire collo in posizione R.

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
110	Motore 24Vdc	Si	Merge 45°	1	0,5 m/"	Inserimento a 45°

Questo tratto gestisce con il motore M1 la parte di rulliera dritta, mentre con M2 la parte di inserimento a 45°.

Questo tratto è di trasferimento in quanto il collo, per evitare che rimanga a cavallo dell'inserimento, va trasferito in posizione T1.

Trasferimento M → S:

- posizione S libera;
- no trasferimento R → T1;
- trasferire collo in S.

3.3 ZONA L5

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
B0010	Motore 24Vdc	Si	Relay module	2	0,5 m/"	Inserimento e trasferimento

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
B0020	Motore 24Vdc	Si	Relay module	2	0,5 m/"	Inserimento e trasferimento

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
B0030	Motore 24Vdc	Si	Relay module	2	0,5 m/"	Trasferimento

I colli vengono inseriti dai 2 tavoli di lavoro e procedono verso la posizione C.

I 3 tratti possono essere visti come un tratto unico senza risparmio energetico e in marcia se la posizione C è libera o se il tratto a valle è disponibile.

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
B0040	Motore 24Vdc	1	ZPA	4	0,5 m/"	Tratto a 4 posizioni di accumulo

Questo tratto gestisce l'accumulo in modo autonomo.

Trasferimento C → D1:

- posizione D1 libera;
- attivare "Start" tratto B0040.1;
- trasferire collo in D1;
- disattivare "Start" tratto B0040.1.

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
B0050	Motore 24Vdc	Si	Relay module	1	0,5 m/"	Tratto a 1 posizione

Trasferimento D4 → E:

- posizione E libera;
- attivare segnale di "Scarico" tratto B0040.4 fino alla liberazione della fotocellula del tratto stesso;
- identificazione barcode segnacollo (abilitazione + lettura barcode a carico PLC).
- trasferire collo in E.

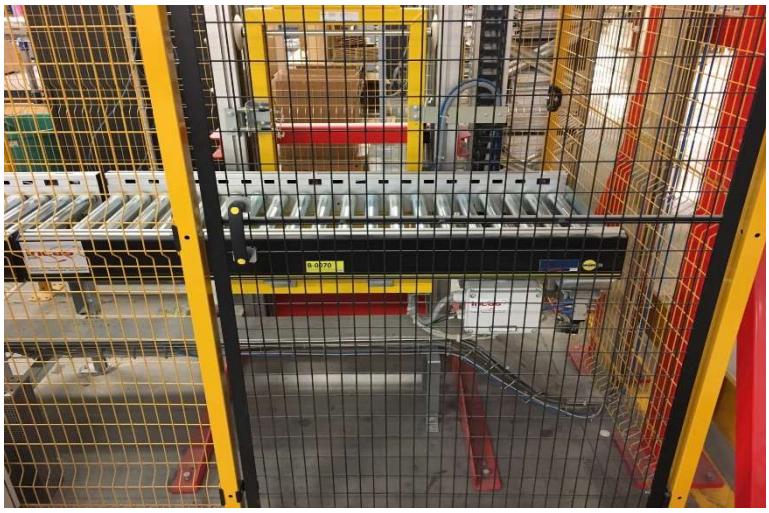
La posizione E (tratto B0050) è la stazione dedicata alla pesatura del collo.

Il rilievo del peso e del barcode sono a carico LIV1.

PLC → PC	PC → PLC
Barcode collo	
Peso collo	
Presenza collo	
	Ripartenza collo

Immagine della stazione di pesatura in posizione E (tratto B0050)

Dopo essere stato pesato sulla rulliera B0050, il collo procede nell'area recintata (tratto doppio B0070) in cui è presente un elevatore, il cui scopo è quello di portare fino a 2 colli a 4 metri di altezza, ove è presente una serie di rulliere sopraelevate il cui scopo è quello di scavalcare la corsia principale del capannone in cui transitano i muletti.

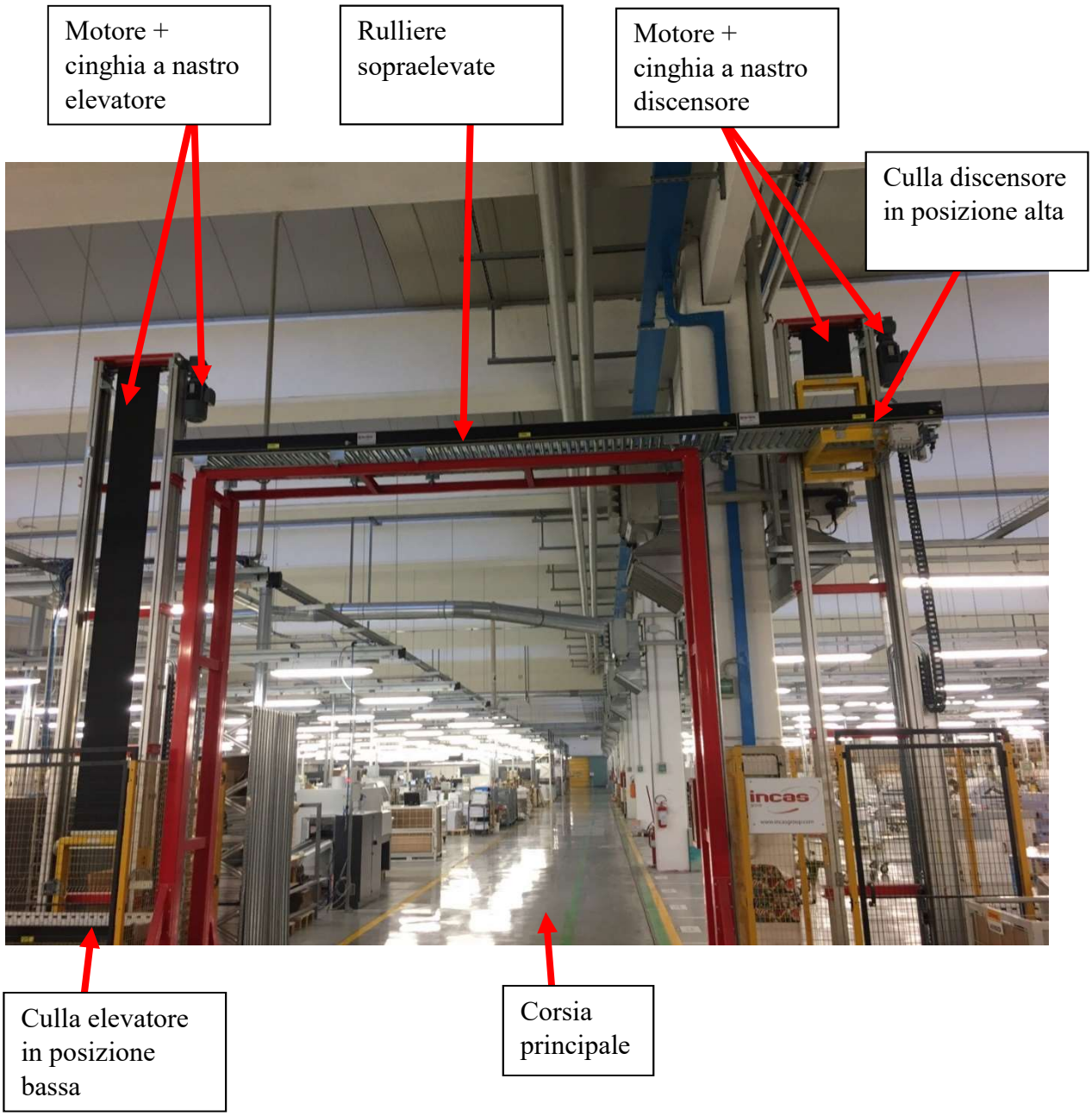


Tratto doppio B0070 (culla elevatore) in posizione bassa

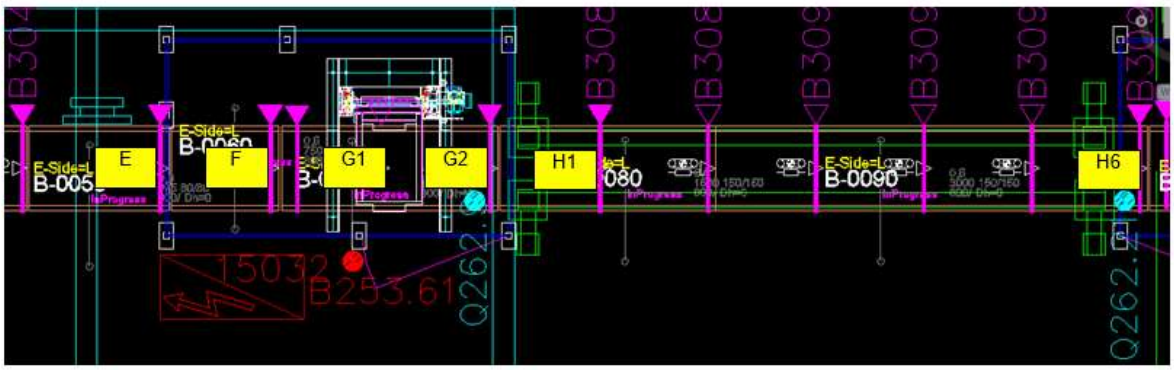
Collo in transito dalla stazione di pesatura verso la culla dell'elevatore in posizione bassa

Alla fine della rulliera sopraelevata è presente un discensore anch'esso a doppia culla, il cui scopo è di riportare fino a 2 colli al piano terra.

Vediamo nella prossima pagina un'immagine laterale dell'elevatore con la rulliera sopraelevata, sovrastante la corsia principale.



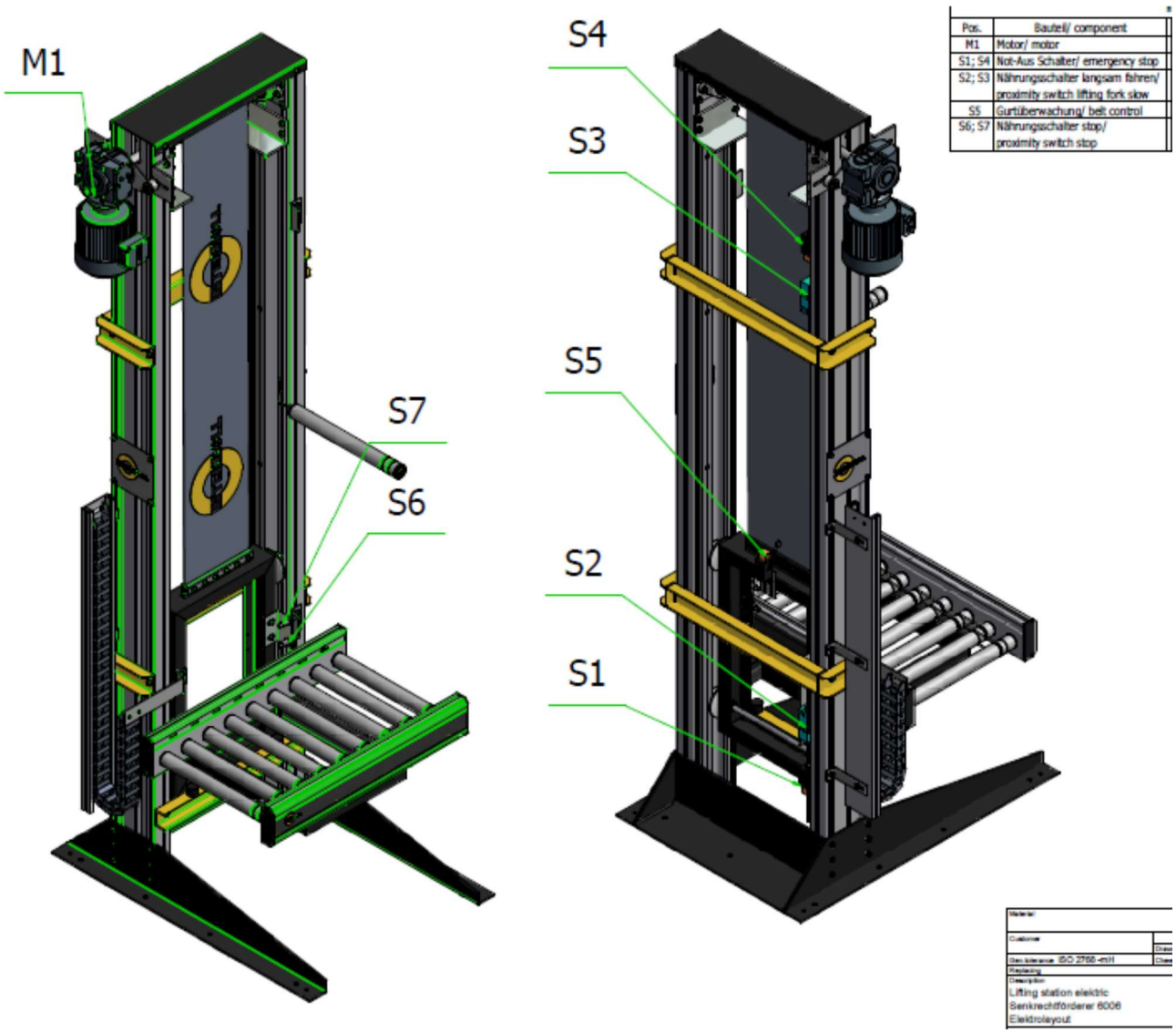
Vediamo l'analisi del ciclo di lavoro:



DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
B0060	Motore 24Vdc	Si	Relay module	1	0,5 m/"	Tratto a 1 posizione

Trasferimento E → F:

- posizione F libera;
- trasferire collo in F.



L'elevatore è il dispositivo delegato al trasporto dei colli da quota 820 mm a quota 4500 mm.

Sostanzialmente di tratta di una struttura che guida un carrello con rulliera di trasporto mediante un nastro avvolto (salita) o svolto (discesa) da un motore.

Il movimento verticale è comandato da un motore SEW gestito con inverter SEW. La posizione viene assicurata mediante sensori di rallentamento e posizione.

A bordo elevatore è presente una rulliera (B0070) per prelevare o depositare gli elementi dagli altri trasporti.

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
B0070	Motore 24Vdc	Si	Relay module	2	0.5 m/"	Tratto a 2 posizioni
S0070	EVT monostabile		Fermo pneumatico			Pareggiamento e anti-caduta collo

Sensoristica elevatore:

Def.su layout	Sensore	Tipo sensore	Finalità
B253.21	Posizionamento 1	Sensore induttivo attivato in modo permanente da riscontro	Segnale che stabilisce la posizione insieme al sensore posizionamento 2. La posizione è corretta quanto entrambi sono impegnati. L'alto o il basso è discriminato dalla contemporanea presenza del relativo sensore di rallentamento. Lo stato di alto o basso deve bloccare il movimento di salita o discesa anche in manuale
B253.81	Posizionamento 2	Sensore induttivo attivato in modo permanente da riscontro	Segnale che stabilisce la posizione insieme al sensore posizionamento 1. La posizione è corretta quanto entrambi sono impegnati. L'alto o il basso è discriminato dalla contemporanea presenza del relativo sensore di rallentamento. Lo stato di alto o basso deve bloccare il

			movimento di salita o discesa anche in manuale
B253.91	Rallentamento alto	Sensore induttivo attivato in modo permanente da riscontro	Segnale che stabilisce di rallentamento in alto dell'elevatore. L'attivazione deve provocare il rallentamento in salita anche in manuale
B253.11	Rallentamento basso	Sensore induttivo attivato in modo permanente da riscontro	Segnale che stabilisce di rallentamento in basso dell'elevatore. L'attivazione deve provocare il rallentamento in discesa anche in manuale
B253.41	Allentamento nastro di trasmissione	Micro a rotella attivato in modo permanente da nastro	Segnale che stabilisce l'allentamento del nastro di trasmissione del movimento. L'attivazione deve bloccare il movimento di discesa anche in manuale
B307.11	Fuori ingombro posteriore	Fotocellula a catarifrangente	Definisce che è presente un oggetto in ingombro alla traslazione verticale. L'attivazione deve bloccare la traslazione verticale anche in manuale.
B307.31	Presenza collo	Fotocellula a catarifrangente	Definisce la presenza del collo a bordo.
B253.31	Extracorsa alto	Micro a rotella attivato in modo permanente da riscontro	Definisce la posizione di corsa massima in alto. Il movimento di salita è impedito perché tale sensore va bloccare elettro-meccanicamente il comando di salita.
B253.71	Extracorsa basso	Micro a rotella attivato in modo	Definisce la posizione di corsa massima in basso.

		permanente da riscontro	Il movimento di salita è impedito perché tale sensore va bloccare elettro-meccanicamente il comando di discesa.

Funzioni elevatore:

- posizionamento ai piani;
- prelievo elemento da B0060;
- deposito elemento su B0080.

Posizionamento ai piani:

- definizione piano da raggiungere;
- traslazione in verticale ad alta velocità;
- rallentamento;
- posizionamento al piano stabilito.

Prelievo elemento da B0060:

- posizione G1 e G2 libere oppure G1 libera e elevatore in basso;
- no trasferimento G1 → G2 in corso;
- posizionare elevatore in posizione basso;
- alzare fermo S0070;
- trasferire collo in G1.

Trasferimento G1 → G2:

- posizione G2 libera;
- alzare fermo S0070;
- trasferire collo in G2.

Qualora non arrivino elementi dai tratti a monte e sia presente solo un collo, allo scadere di un timeout impostabile su HMI, eseguire comunque il deposito su B0080.

Deposito elemento su B0080:

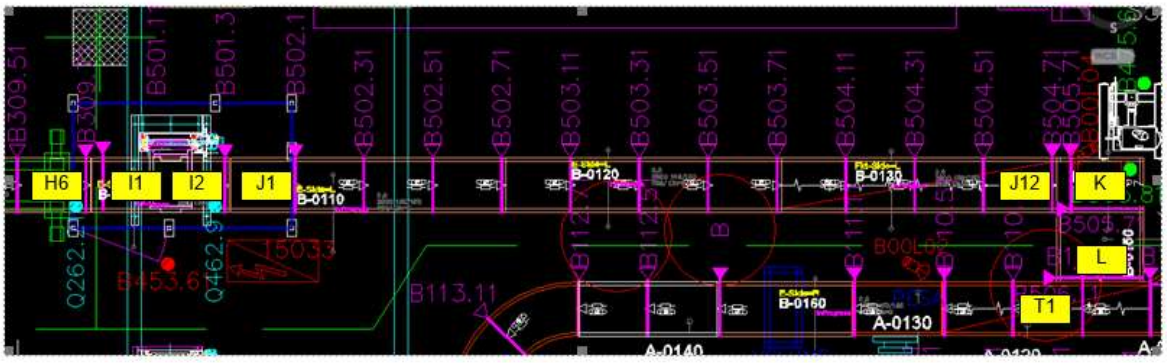
- posizione H1 libera;
- G1 e G2 occupate oppure G2 occupata e timeout attesa collo scaduto;
- posizionare elevatore in posizione alto;
- abbassare fermo S0070;
- attivare “Start” tratto B0070.1;
- trasferire collo in H1;
- disattivare “Start” tratto B0070.1;
- alzare fermo S0070.

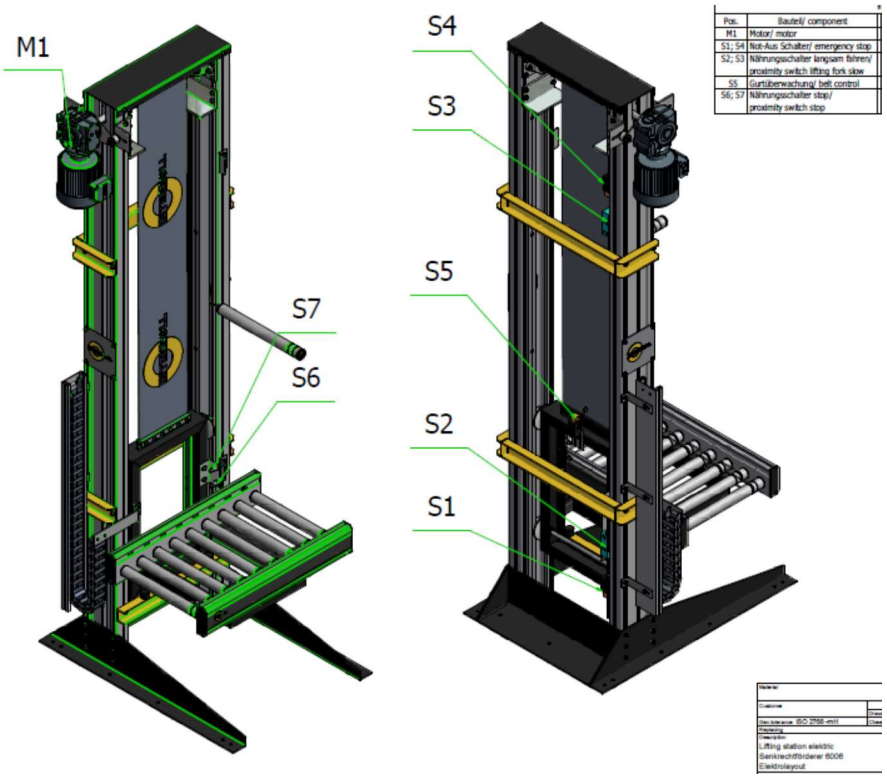
DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA’	FUNZIONE
B0080	Motore 24Vdc	1	ZPA	2	0,5 m/”	Tratto a 2 posizioni di accumulo

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA’	FUNZIONE
B0090	Motore 24Vdc	1	ZPA	4	0,5 m/”	Tratto a 4 posizioni di accumulo

Questi tratti gestiscono l’accumulo in modo autonomo.

Analizziamo ora il ciclo di lavorazione del discensore.





Il discensore è il dispositivo delegato al trasporto dei colli da quota 4500 mm a quota 820 mm.

Sostanzialmente di tratta di una struttura che guida un carrello con rulliera di trasporto mediante un nastro avvolto (salita) o svolto (discesa) da un motore.

Il movimento verticale è comandato da un motore SEW gestito con inverter SEW. La posizione viene assicurata mediante sensori di rallentamento e posizione.

A bordo discensore è presente una rulliera (B0100) per prelevare o depositare gli elementi dagli altri trasporti.

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
B0100	Motore 24Vdc	Si	Relay module	2	0.5 m/"	Tratto a 2 posizioni
S0100	EVT monostabile		Fermo pneumatico			Pareggiamento e anti-caduta collo

Sensoristica discensore:

Def.su layout	Sensore	Tipo sensore	Finalità
B453.21	Posizionamento 1	Sensore induttivo attivato in modo permanente da riscontro	Segnale che stabilisce la posizione insieme al sensore posizionamento 2. La posizione è corretta quanto entrambi sono impegnati. L'alto o il basso è discriminato dalla contemporanea presenza del relativo sensore di rallentamento. Lo stato di alto o basso deve bloccare il movimento di salita o discesa anche in manuale
B453.81	Posizionamento 2	Sensore induttivo attivato in modo permanente da riscontro	Segnale che stabilisce la posizione insieme al sensore posizionamento 1.

			La posizione è corretta quanto entrambi sono impegnati. L'alto o il basso è discriminato dalla contemporanea presenza del relativo sensore di rallentamento. Lo stato di alto o basso deve bloccare il movimento di salita o discesa anche in manuale
B453.91	Rallentamento alto	Sensore induttivo attivato in modo permanente da riscontro	Segnale che stabilisce di rallentamento in alto dell'elevatore. L'attivazione deve provocare il rallentamento in salita anche in manuale
B453.11	Rallentamento basso	Sensore induttivo attivato in modo permanente da riscontro	Segnale che stabilisce di rallentamento in basso dell'elevatore. L'attivazione deve provocare il rallentamento in discesa anche in manuale
B453.41	Allentamento nastro di trasmissione	Micro a rotella attivato in modo permanente da nastro	Segnale che stabilisce l'allentamento del nastro di trasmissione del movimento. L'attivazione deve bloccare il movimento di discesa anche in manuale
B501.11	Fuori ingombro posteriore	Fotocellula a catarifrangente	Definisce che è presente un oggetto in ingombro alla traslazione verticale. L'attivazione deve bloccare la traslazione verticale anche in manuale.
B501.31	Presenza collo	Fotocellula a catarifrangente	Definisce la presenza del collo a bordo.

B453.31	Extracorsa alto	Micro a rotella attivato in modo permanente da riscontro	Definisce la posizione di corsa massima in alto. Il movimento di salita è impedito perché tale sensore va bloccare elettro-meccanicamente il comando di salita.
B453.71	Extracorsa basso	Micro a rotella attivato in modo permanente da riscontro	Definisce la posizione di corsa massima in basso. Il movimento di salita è impedito perché tale sensore va bloccare elettro-meccanicamente il comando di discesa.

Funzioni discensore:

- posizionamento ai piani;
- prelievo elemento da B0090;
- deposito elemento su B0110.

Posizionamento ai piani:

- definizione piano da raggiungere;
- traslazione in verticale ad alta velocità;
- rallentamento;
- posizionamento al piano stabilito.

Prelievo elemento da B0090:

- posizione I1 e I2 libere oppure I1 libera e elevatore in alto;
- no trasferimento I1 → I2 in corso;
- posizionare discensore in posizione alto;
- alzare fermo S0100;
- attivare segnale di "Scarico" tratto B0090.6 fino alla liberazione della fotocellula del tratto stesso;
- trasferire collo in I1.

Trasferimento I1 → I2:

- posizione I2 libera;
- alzare fermo S0100;
- trasferire collo in I2.

Qualora non arrivino elementi dai tratti a monte e sia presente solo un collo, allo scadere di un timeout impostabile su HMI, eseguire comunque il deposito su B0110.

Deposito elemento su B0080:

- posizione J1 libera;
- I1 e I2 occupate oppure I2 occupata e timeout attesa collo scaduto;
- posizionare discensore in posizione basso;
- abbassare fermo S0100;
- attivare “Start” tratto B0110.1;
- trasferire collo in J1;
- disattivare “Start” tratto B0110.1;
- alzare fermo S0100.

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA’	FUNZIONE
B0110	Motore 24Vdc	1	ZPA	4	0,5 m/”	Tratto a 4 posizioni di accumulo

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA’	FUNZIONE
B0120	Motore 24Vdc	1	ZPA	4	0,5 m/”	Tratto a 4 posizioni di accumulo

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA’	FUNZIONE
B0130	Motore 24Vdc	1	ZPA	4	0,5 m/”	Tratto a 4 posizioni di accumulo

A valle dell’elevatore, è presente una serie di rulliere di accumulo (ZPA). Dopo questi tratti di accumulo, vi è una stazione di etichettatura, in cui vengono applicate le etichette di spedizione ai colli provenienti dalla zona L5.

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA’	FUNZIONE
B0140	Motore 24Vdc	1	Relay module transfer	4	0,5 m/”	Trasferitore a 90°

Trasferimento J12 → K:

- posizione K libera;
- etichettatore fuori ingombro;
- identificazione barcode di servizio (abilitazione + lettura barcode a carico PLC);
- portare il trasferitore in posizione “Basso” o segnalarne con un allarme la non corretta posizione;
- trasferire collo in K.

La posizione K (S8) è la stazione dedicata alla etichettatura di spedizione e questo scopo viene stabilito un colloquio con LIV2.

LIV1 qualora riconosca la stazione disabilitata, trasferisce il collo direttamente sul tratto a valle.

PLC → PC	**PC → PLC**
Barcode collo	
Pre-presenza per anticipo invio dati. Da fornire appena il barcode è stato letto.	
Presenza collo	
	Stazione disabilitata
	Ripartenza collo

LIV1 fa da tramite per i segnali di processo degli applicatori verso LIV2.

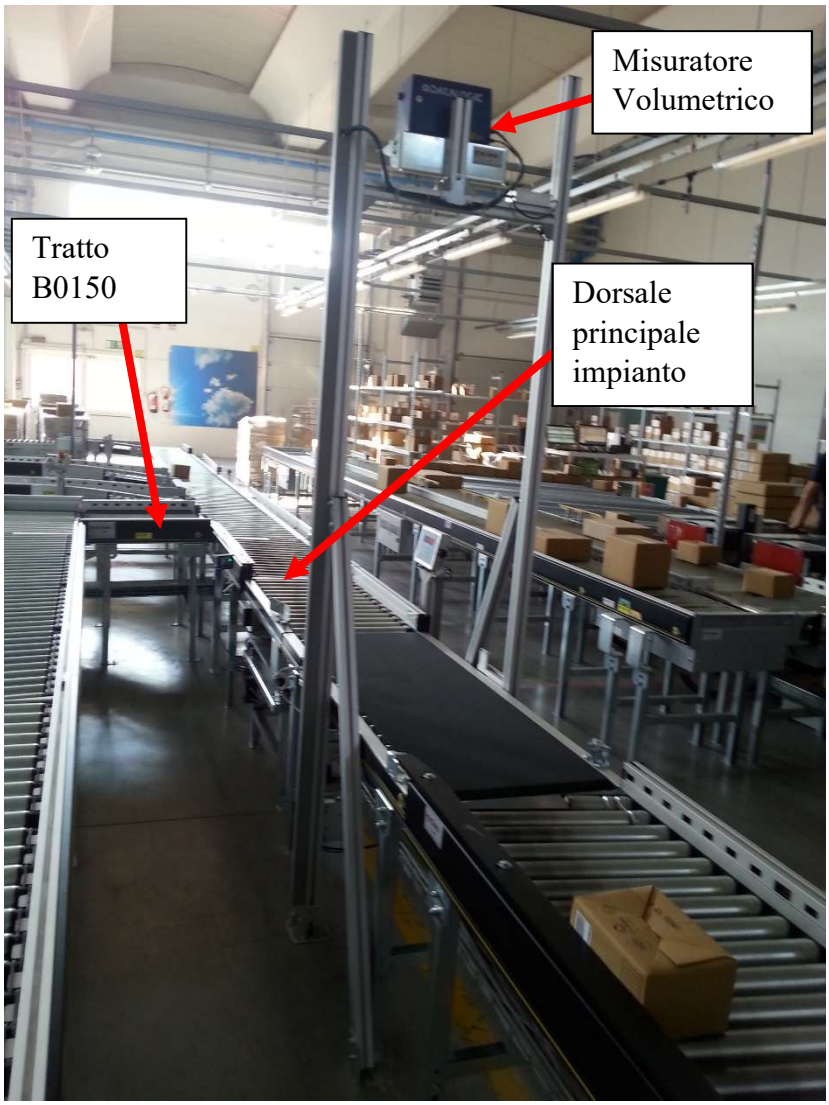
Stazione di etichettatura a valle del discensore (tratto B0140)

Dopo essere stati etichettati, i colli vengono trasferiti in posizione L (tratto B0150) e in seguito vengono immessi nella dorsale principale dell'impianto, in cui è presente un misuratore volumetrico.

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
B0150	Motore 24Vdc	1	Relay module	1	0,5 m/"	Tratto a 1 posizioni

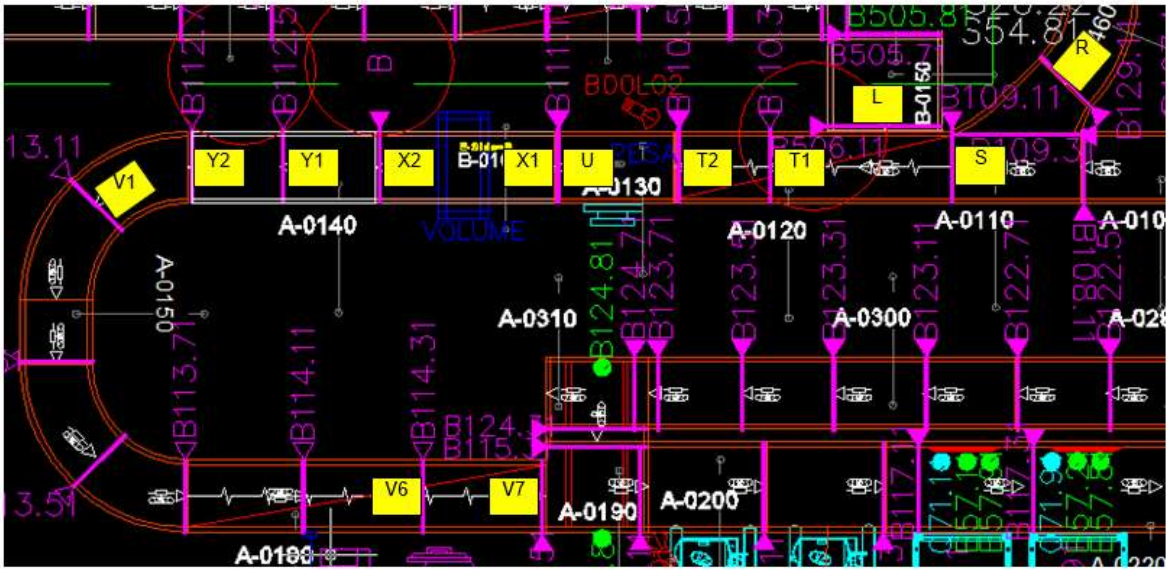
Trasferimento K → L:

- posizione L libera;
- etichettatore fuori ingombro;
- portare il trasferitore in posizione "Alto";
- trasferire collo in L;
- portare il trasferitore in posizione "Basso".



3.4 ZONA DORSALE PRINCIPALE – MISURATORE VOLUMETRICO

In questa zona confluiscono i colli provenienti dalle zone L1,L2,L3,L4 e L5. Viene eseguita una pesatura aggiuntiva di controllo, dopodiché transitano attraverso un misuratore volumetrico datalogic, per poi proseguire verso le baie.



DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
120	Motore 24Vdc	1	Relay module	3	0,5 m/"	Tratto a 2 posizioni

Trasferimento S → T1:

- posizione T1 libera;
- no trasferimento L → T1;
- trasferire collo in T1.

Trasferimento R → T1:

- posizione T1 libera;
- posizione S libera;
- no trasferimento M →S;
- no trasferimento L → T1;
- trasferire collo in posizione S (collo completamente inserito su collettore) .
- trasferire collo in T1.

Trasferimento L → T1:

- posizione T1 libera;
- no trasferimento R → T1;
- no trasferimento S → T1;
- trasferire collo in T1.

Trasferimento T1 → T2:

- posizione T2 libera;
- trasferire collo in T2.

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
130	Motore 24Vdc	Si	Relay module	1	0,5 m/"	Tratto a 1 posizione

Trasferimento T2 → U:

- posizione U libera;
- identificazione barcode (abilitazione + lettura barcode a carico PLC).
- trasferire collo in U.

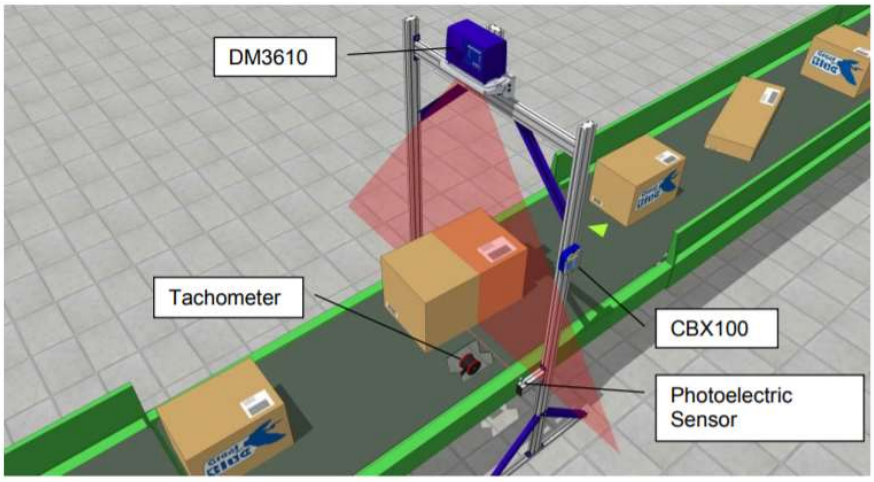
La posizione U è la stazione dedicata alla pesatura del collo.

Il rilievo del peso e del barcode sono a carico LIV1.

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
160	Motore 24Vdc	Si	Relay module	2	0,5 m/"	Tratto a 1 posizione

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
140	Motore 24Vdc	Si	Relay module	2	0,5 m/"	Tratto a 2 posizioni

Durante il passaggio dalla posizione U alla posizione Y1 avviene l'acquisizione dei dati dal misuratore volumetrico:



Il misuratore volumetrico è in grado di misurare la larghezza e l'altezza del collo grazie al fascio laser analogico. E' inoltre in grado di misurare la lunghezza del collo se collegato a un misuratore di velocità che gli fornisce la velocità del nastro.

Trasferimento U → Y1:

- posizione X libera;
- posizione Y1 libera o in evacuazione (anticipo ingresso);
- acquisizione volume collo nel trasferimento fra i punti X1 e X2;
- trasferire collo in Y1.

La posizione Y1 (S4) è la stazione dedicata al passaggio dati raccolti a LIV2.

PLC → PC	**PC → PLC**
Barcode collo	
Peso collo	
Lunghezza collo	
Larghezza collo	
Altezza collo	
Presenza collo	
	Ripartenza collo

DENOMINAZIONE	**ATTUATORE**	**Zcard**	**TIPOLOGIA**	**N.ZONE**	**VELOCITA'**	**FUNZIONE**
150	Motore 24Vdc	Si	ZPA	4	0,5 m/"	Tratto curvilineo accumulo 4 posizioni

DENOMINAZIONE	**ATTUATORE**	**Zcard**	**TIPOLOGIA**	**N.ZONE**	**VELOCITA'**	**FUNZIONE**
180	Motore 24Vdc	Si	ZPA	3	0,5 m/"	Tratto accumulo 3 posizioni

Questi 3 tratti gestiscono l'accumulo in modo autonomo essendo le relative Z-card direttamente collegate fra loro.

Trasferimento U → V1:

- posizione V1 libera;
- attivare "Start" tratto 140.1;
- trasferire collo in V1;
- disattivare "Start" tratto 140.1.

I trasferimenti da V1 a V7 sono autonomi.

Su alcuni tratti i rulli vengono inclinati per portare i colli contro la sponda destra rispetto al senso di marcia.

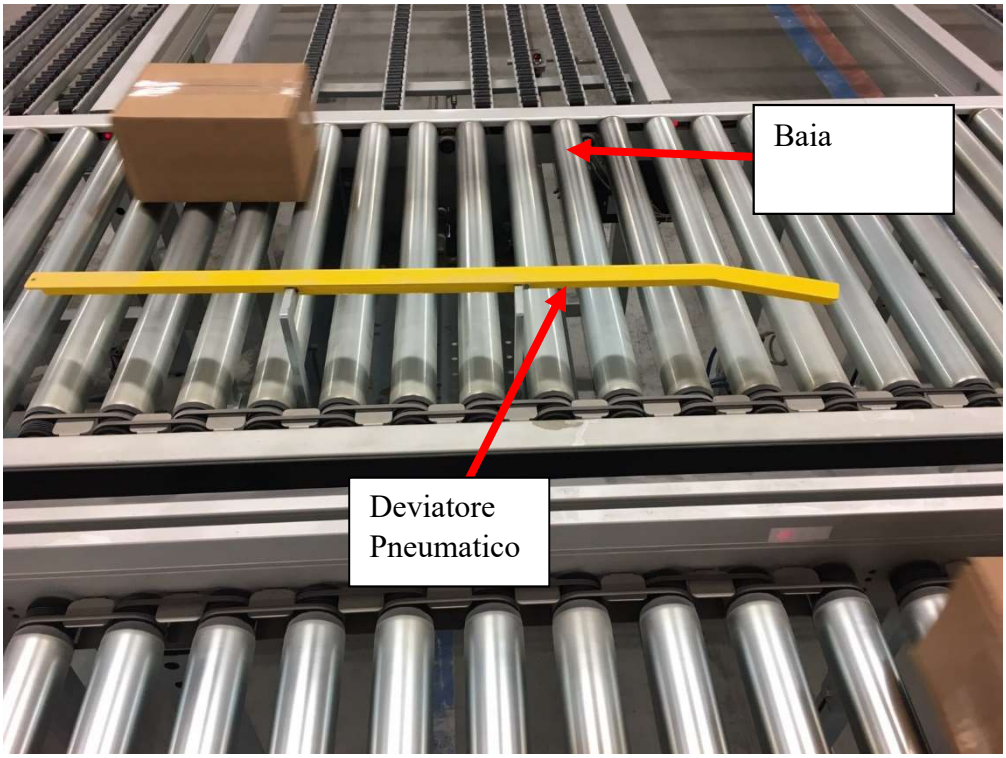
In corrispondenza della posizione V7 viene permesso il reinserimento dei colli scartati tramite la seguente procedura:

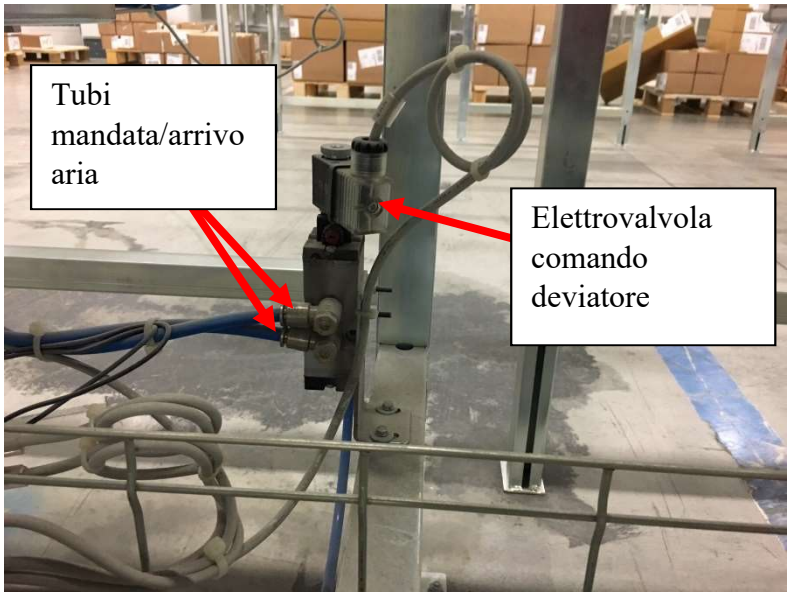
- operatore preme il pulsante di richiesta ingresso su pulsantiera locale (spia verde lampeggiante);
- il sistema evacua l'eventuale collo dalla posizione V7 e poi inibisce le posizione V6 (spia verde accesa);
- operatore carica un collo impegnando la fotocellula di tratto (spia verde lampeggiante);
- il sistema provvede all'evacuazione del collo;
- la procedura si ripete fino a quando l'operatore annulla la richiesta premendo per 3 secondi il pulsante di richiesta ingresso (spia verde spenta);
- il sistema toglie l'inibizione alla posizione V6.

Colli in transito sui tratti di accumulo curvilinei

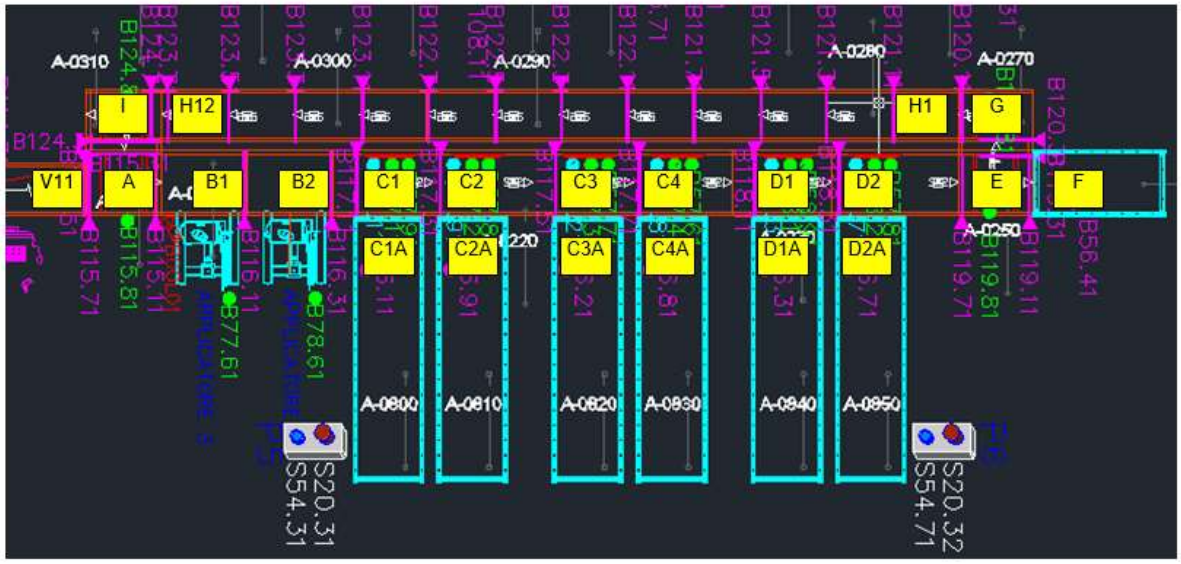
3.5 ZONA BAIE

In questa zona i colli vengono etichettati con le etichette di spedizione, e procedono sul sorter per essere smistati nelle varie baie. A ogni baia corrisponde un corriere (TNT, DHL….). I colli che non devono essere smistati nelle baie procedono dritti verso la zona dei pallettizzatori. In caso di mancata lettura, i colli ricircolano e ripassano dalla posizione di lettura barcode a inizio sorter. Le deviazioni nelle baie avvengono tramite deviatori pneumatici, comandati da un'elettrovalvola gestita da PLC. Per il corretto funzionamento dei deviatori è necessaria aria secca fornita dal cliente a una pressione > 6 bar.





Analizziamo ora il ciclo di lavorazione di questa zona.



DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
190	Motore 24Vdc	1	Relay module transfer	4	0,5 m/"	Trasferitore a 90°

Trasferimento V11 → A:

- posizione A libera;
- no trasferimento I → A in corso;
- sorter non saturo;
- portare il trasferitore in posizione "Basso" o segnalarne con un allarme la non corretta posizione;
- attivare segnale di "Scarico" tratto 180.3 fino alla liberazione della fotocellula del tratto stesso;
- trasferire collo in A;
- incrementare numero colli sul loop.

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
200	Motore 24Vdc	1	Relay module	2	0,5 m/"	Tratto a 2 posizioni

Trasferimento A → B1:

- posizione B1 libera;
- etichettatore fuori ingombro;
- identificazione barcode di servizio (abilitazione + lettura barcode a carico PLC);
- portare il trasferitore in posizione "Basso" o segnalarne con un allarme la non corretta posizione;

- trasferire collo in B1.

La posizione B1 (S5) è la stazione dedicata alla etichettatura di spedizione e questo scopo viene stabilito un colloquio con LIV2.

I 2 applicatori funzionano contemporaneamente: il collo viene etichettato dal secondo applicatore se è libero; se il secondo applicatore sta applicando, o se è presente un collo già etichettato davanti al secondo applicatore, il collo viene etichettato dal primo applicatore. E' comunque possibile disabilitare sia il primo che il secondo applicatore e lavorare quindi con un solo applicatore.

PLC → PC	**PC → PLC**
Barcode collo	
Pre-presenza per anticipo invio dati. Da fornire appena il barcode è stato letto.	
Stato saturazione loop	
Presenza collo	
	Stazione disabilitata
	Destinazione (baie di smistamento, ricircolo)
	Ripartenza collo

Da questo punto bisogna eseguire il tracking di destinazione lungo tutto il sorter fino alla posizione E e del barcode fino alla posizione B2.

Trasferimento B1 → B2:

- posizione B2 libera;
- etichettatori fuori ingombro;
- trasferire collo in B2.

La posizione B2 (S6) è la stazione dedicata alla etichettatura di spedizione e questo scopo viene stabilito un colloquio con LIV2.

Questa stazione potrebbe essere disabilitata se l'etichettatore a monte è abilitato.

LIV1 qualora riconosca la stazione disabilitata, trasferisce il collo direttamente sul tratto a valle.

PLC → PC	PC → PLC
Barcode collo	
Pre-presenza per anticipo invio dati. Da fornire appena il barcode è stato letto.	
Presenza collo	
	Stazione disabilitata
	Destinazione (baie di smistamento, ricircolo)
	Ripartenza collo

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
220	Motore 24Vdc	1	Relay module + n.4 deviatore 90° pneumatico (EVT monostabile) con sensori di posizione	4	0,5 m/"	Tratto a 4 posizioni + deviazione 90°

Trasferimento B2 → C1:

- posizione C1 libera;
- etichettatore fuori ingombro;
- portare deviatore C1 indietro o segnalarne la non corretta posizione con un allarme;
- trasferire collo in C1 (libero fotocellula ingresso tratto con conteggio di posizionamento).

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	VELOCITA'	FUNZIONE
800		No	Rulliera folle in gravità	0	Accumulo a contatto

Trasferimento C1 → C1A:

- posizione C1A libera;
- destinazione = uscita 1;
- attivare deviatore a finecorsa;
- riportare deviatore a riposo;
- decrementare numero colli sul loop.

Trasferimento C1 → C2:

- posizione C2 libera;
- destinazione <> uscita 1 o uscita 1 satura;
- portare deviatore C1 e C2 indietro o segnalarne la non corretta posizione con un allarme;
- trasferire collo in C2 (libero fotocellula ingresso tratto con conteggio di posizionamento).

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	VELOCITA'	FUNZIONE
810		No	Rulliera folle in gravità	0	Accumulo a contatto

Trasferimento C2 → C2A:

- posizione C2A libera;
- destinazione = uscita 2;
- attivare deviatore a finecorsa;
- riportare deviatore a riposo;
- decrementare numero colli sul loop.

Trasferimento C2 → C3:

- posizione C3 libera;
- destinazione <> uscita 2 o uscita 2 satura;
- portare deviatore C2 e C3 indietro o segnalarne la non corretta posizione con un allarme;
- trasferire collo in C3 (libero fotocellula ingresso tratto con conteggio di posizionamento).

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	VELOCITA'	FUNZIONE
820		No	Rulliera folle in gravità	0	Accumulo a contatto

Trasferimento C3 → C3A:

- posizione C3A libera;
- destinazione = uscita 3;
- attivare deviatore a finecorsa;
- riportare deviatore a riposo;
- decrementare numero colli sul loop.

Trasferimento C3 → C4:

- posizione C4 libera;
- destinazione <> uscita 3 o uscita 3 satura;
- portare deviatore C3 e C4 indietro o segnalarne la non corretta posizione con un allarme;
- trasferire collo in C4 (libero fotocellula ingresso tratto con conteggio di posizionamento).

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	VELOCITA'	FUNZIONE
830		No	Rulliera folle in gravità	0	Accumulo a contatto

Trasferimento C4 → C4A:

- posizione C4A libera;
- destinazione = uscita 4;
- attivare deviatore a finecorsa;
- riportare deviatore a riposo;
- decrementare numero colli sul loop.

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
230	Motore 24Vdc	1	Relay module + n.2 deviatore 90° pneumatico (EVT monostabile) con sensori di posizione	2	0,5 m/"	Tratto a 2 posizioni + deviazione 90°

Trasferimento C4 → D1:

- posizione D1 libera;
- destinazione <> uscita 4 o uscita 4 satura;
- portare deviatore C4 e D1 indietro o segnalarne la non corretta posizione con un allarme;
- trasferire collo in D1 (libero fotocellula ingresso tratto con conteggio di posizionamento).

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	VELOCITA'	FUNZIONE
840		No	Rulliera folle in gravità	0	Accumulo a contatto

Trasferimento D1 → D1A:

- posizione D1A libera;
- destinazione = uscita 5;
- attivare deviatore a finecorsa;
- riportare deviatore a riposo;
- decrementare numero colli sul loop.

Trasferimento D1 → D2:

- posizione D2 libera;
- destinazione <> uscita 5 o uscita 5 satura;
- portare deviatore D1 e D2 indietro o segnalarne la non corretta posizione con un allarme;
- trasferire collo in D2 (libero fotocellula ingresso tratto con conteggio di posizionamento).
-

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	VELOCITA'	FUNZIONE
850		No	Rulliera folle in gravità	0	Accumulo a contatto

Trasferimento D2 → D2A:

- posizione D2A libera;
- destinazione = uscita 6;
- attivare deviatore a finecorsa;
- riportare deviatore a riposo;
- decrementare numero colli sul loop.

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
250	Motore 24Vdc	1	Relay module transfer	4	0,5 m/"	Trasferitore a 90°

Trasferimento D2 → E:

- posizione E libera;
- destinazione <> uscita 6 o uscita 6 satura;
- portare il trasferitore in posizione "Basso" o segnalarne con un allarme la non corretta posizione;
- trasferire collo in E.

In posizione E è presente un trasferitore Interroll a 90° per permettere ai colli di ricircolare in caso di mancata lettura.

Il trasferitore è costituito da una culla con dei cinghioli e ha 2 motori: un motore che muove una camma eccentrica che serve a sollevare la culla (Motore 1), e un motore che fa muovere i cinghioli (Motore 2).

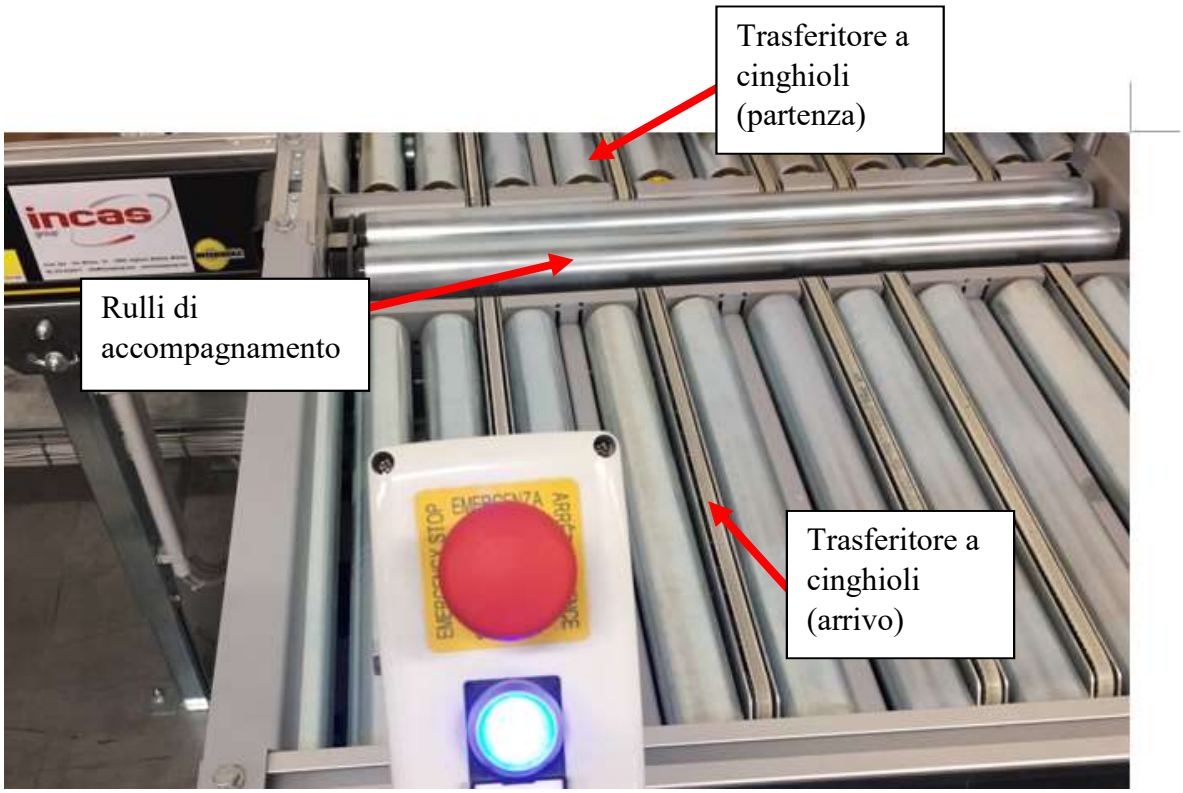
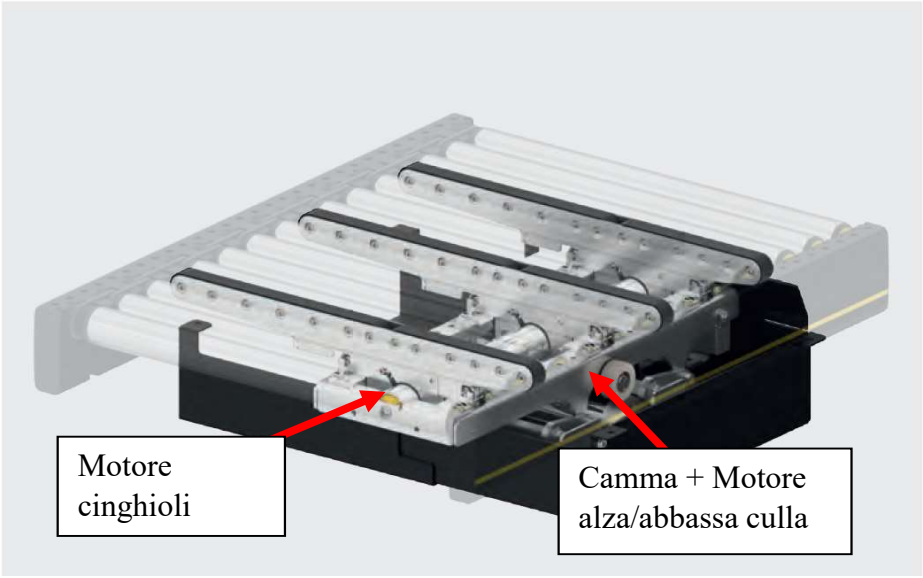


Foto trasferitore 90°



Schema funzionale trasferitore 90°

Visto il funzionamento del trasferitore, torniamo al ciclo di lavorazione.

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
270	Motore 24Vdc	1	Relay module transfer	4	0,5 m/"	Trasferitore a 90°

Trasferimento E → G:

- posizione G libera;
- destinazione <> uscita 7 o uscita 7 satura;
- portare i trasferitori E/G in posizione "Alto";
- trasferire collo in G mediante l'uso di entrambi i cinghioli (libero fotocellula deviazione con conteggio di posizionamento);
- portare i trasferitori E/G in posizione "Basso".

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
280	Motore 24Vdc	Si	ZPA	4	0,5 m/"	Tratto accumulo 4 posizioni

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
290	Motore 24Vdc	Si	ZPA	4	0,5 m/"	Tratto curvilineo accumulo 4 posizioni

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
300	Motore 24Vdc	Si	ZPA	4	0,5 m/"	Tratto accumulo 4 posizioni

Questi 3 tratti gestiscono l'accumulo in modo autonomo essendo le relative Z-card direttamente collegate fra loro.

Trasferimento G → H1:

- posizione H1 libera;
- attivare "Start" tratto 280.1;
- trasferire collo in H1;
- disattivare "Start" tratto 280.1.

I trasferimenti da H1 a H12 sono autonomi.

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
310	Motore 24Vdc	1	Relay module transfer	4	0,5 m/"	Trasferitore a 90°

Trasferimento H12 → I:

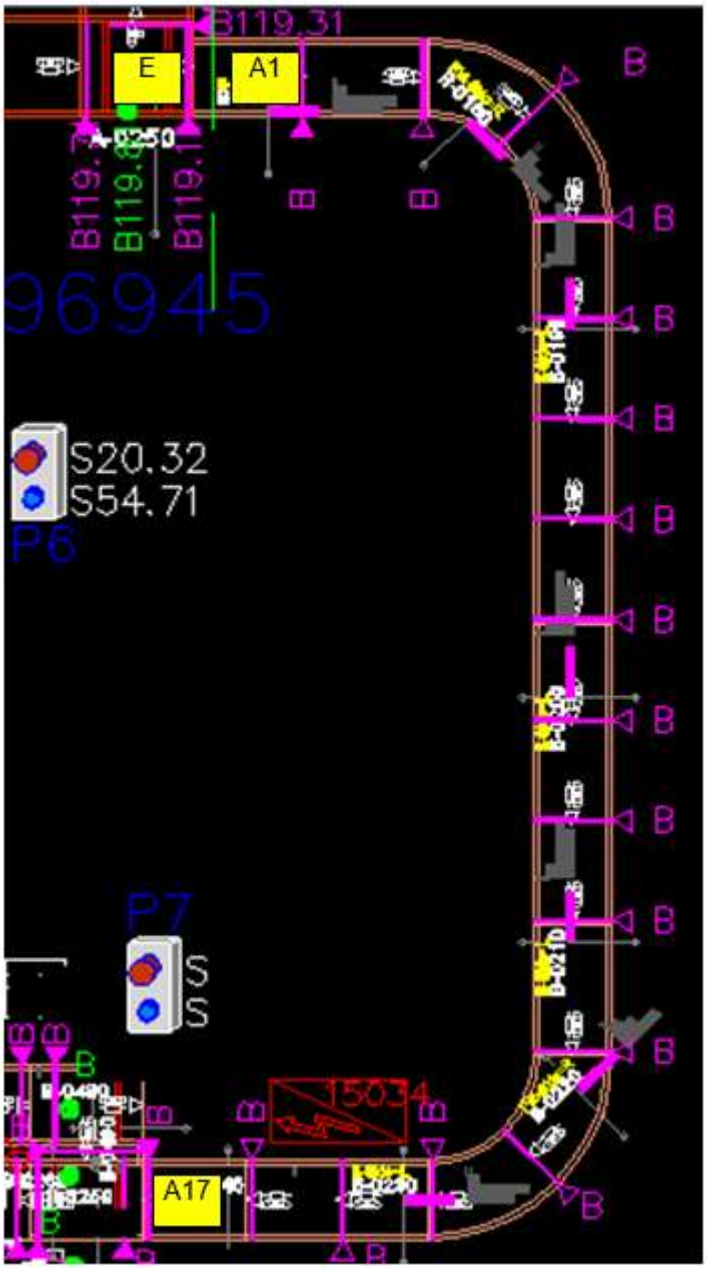
- posizione I libera;
- portare il trasferitore in posizione "Basso" o segnalarne con un allarme la non corretta posizione;
- attivare segnale di "Scarico" tratto 300.4 fino alla liberazione della fotocellula del tratto stesso;
- trasferire collo in I.

Trasferimento I → A:

- posizione A libera;
- no trasferimento V11 → A in corso;
- portare i trasferitori A/I in posizione "Alto";
- trasferire collo in A mediante l'uso di entrambi i cinghioli (libero fotocellula deviazione con conteggio di posizionamento);
- portare i trasferitori A/I in posizione "Basso".

Abbiamo analizzato il ciclo di lavorazione in caso di ricircolo. Esaminiamo ora il ciclo di lavorazione per i colli destinati alla zona dei robot pallettizzatori.

3.6 ZONA PALLETTIZZATORI - INGRESSO



DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
B0170	Motore 24Vdc	Si	ZPA	2	0,5 m/"	Tratto accumulo 2 posizioni

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA’	FUNZIONE
B0180	Motore 24Vdc	Si	ZPA	2	0,5 m/”	Tratto accumulo 2 posizioni

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA’	FUNZIONE
B0190	Motore 24Vdc	Si	ZPA	4	0,5 m/”	Tratto accumulo 4 posizioni

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA’	FUNZIONE
B0200	Motore 24Vdc	Si	ZPA	3	0,5 m/”	Tratto accumulo 4 posizioni

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA’	FUNZIONE
B0210	Motore 24Vdc	Si	ZPA	1	0,5 m/”	Tratto accumulo 1 posizioni

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA’	FUNZIONE
B0220	Motore 24Vdc	Si	ZPA	2	0,5 m/”	Tratto accumulo 2 posizioni

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA’	FUNZIONE
B0230	Motore 24Vdc	Si	ZPA	2	0,5 m/”	Tratto accumulo 2 posizioni

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA’	FUNZIONE
B0240	Motore 24Vdc	Si	ZPA	1	0,5 m/”	Tratto accumulo 1 posizioni

Questi tratti gestiscono l'accumulo in modo autonomo essendo le relative Z-card direttamente collegate fra loro.

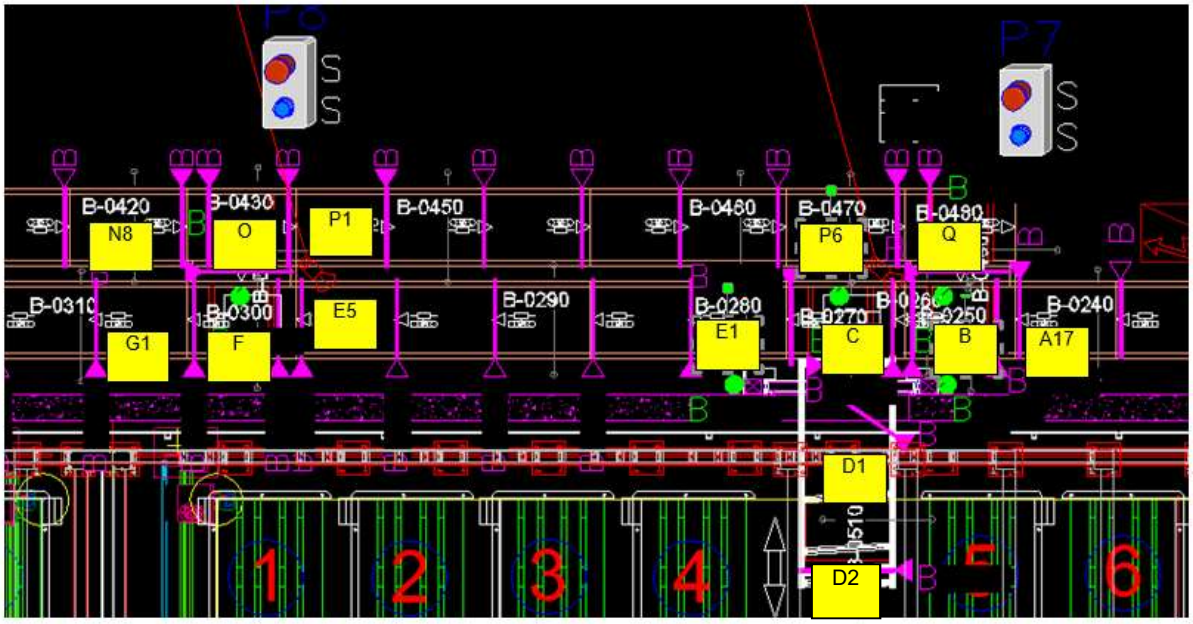
Trasferimento E → A1:

- posizione A1 libera;
- destinazione = robot;
- attivare "Start" tratto B0170.1;
- trasferire collo in A1;
- disattivare "Start" tratto B0170.1.

I trasferimenti da A1 a A17 sono autonomi.

Dalla posizione A17 i colli entrano nella zona vera e propria di asservimento ai robot pallettizzatori. Questa zona è formata da 2 loop di ricircolo, ognuno dei quali asserve un robot. In caso di robot. Il ricircolo è effettuato tramite trasferitori a 90° come quello visto precedentemente.

3.7 ZONA PALLETTIZZATORI – LOOP 1



DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
B0250	Motore 24Vdc	1	Relay module transfer	4	0,5 m/"	Trasferitore a 90°

Trasferimento A17 → B:

- posizione B libera;
- no trasferimento Q → B in corso;
- loop non saturo;

- portare il trasferitore in posizione “Basso” o segnalarne con un allarme la non corretta posizione;
- attivare segnale di “Scarico” tratto B240.1 fino alla liberazione della fotocellula del tratto stesso;
- trasferire collo in B;
- incrementare numero colli nel loop robot 1.

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA’	FUNZIONE
B0270	Motore 24Vdc	1	Relay module transfer	4	0,5 m/”	Trasferitore a 90°

Trasferimento B → C:

- posizione C libera;
- portare i trasferitori in posizione “Basso” o segnalarne con un allarme la non corretta posizione;
- identificazione barcode di servizio (abilitazione + lettura barcode a carico PLC);
- trasferire collo in C.

La posizione C è la stazione dedicata definizione della destinazione del collo e questo scopo viene stabilito un colloquio con LIV2.

PLC → PC	PC → PLC
Barcode collo	
Pre-presenza per anticipo invio dati. Da fornire appena il barcode è stato letto.	
Presenza collo	
	Destinazione (robot 1, ricircolo)
	Formato collo
	Ripartenza collo

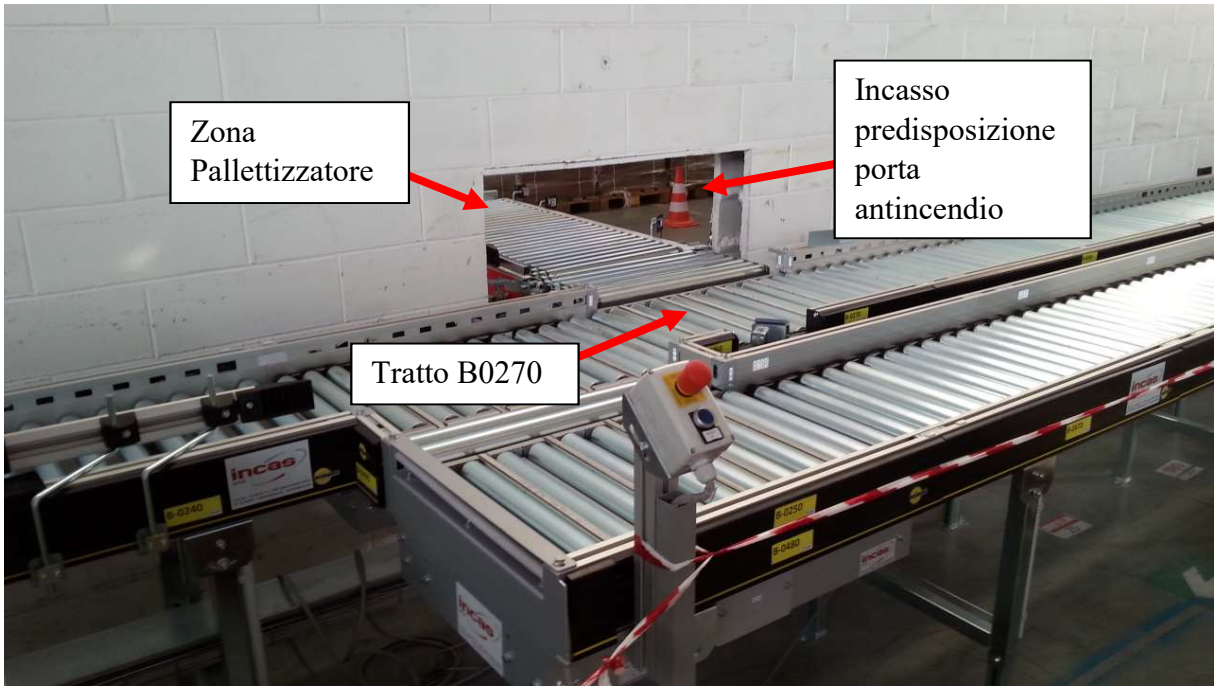
Per la pallettizzazione si deve:

- inviare colli singoli di pianta 320 x 220 (formato 1);
- inviare colli singoli di pianta 440 x 320 (formato 2);
- inviare 2 colli di pianta 220 x 160 (formato 3).

Questo per fare in modo che il pallettizzatore possa mappare i pallet con formati multipli fra loro.

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
B0510	Motore 24Vdc	1	Relay module	2	0,5 m/"	Tratto a 1 posizione

Fra il tratto B0270 e B0510 verrà installata dal cliente una porta tagliafuoco attivata dal sistema anti-incendio. Questa porta sarà monitorata da LIV1 attraverso il sensore di porta aperta:



Trasferimento C → D1:

- posizione D1 libera oppure formato collo piccolo in D1;
- destinazione = robot 1;
- no allarme anti-incendio;
- porta tagliafuoco aperta;
- portare il trasferitore in posizione "Alto";
- trasferire collo in D1;
- portare il trasferitore in posizione "Basso";
- decrementare numero colli nel loop robot 1.

La posizione D2 rappresenta il punto di prelievo per il robot 1:

Vista frontale punto prelievo Robot Pallettizzatore 1

Vista laterale punto prelievo Robot Pallettizzatore 1

Braccio Robot pallettizzatore con ventose per presa colli

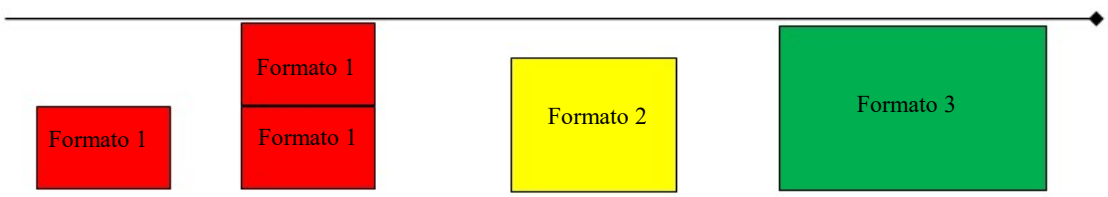
A tal proposito nessuna comunicazione viene instaurata fra PLC e robot, ma è il LIV2 a coordinare le missioni.

La posizione D2 comunque serve per passare i dati a LIV2.

In posizione D2 viene notificato a LIV2 la presenza di un collo con:

1. barcode;
2. altezza collo (definita con le relative fotocellule presenti in D2);
3. corretto posizionamento colli

Sul punto di presa del pallettizzatore si possono presentare i seguenti casi (vista dall'alto):



LIV1 non ha interazioni con il robot cartesiano, per cui è LIV2 a procedere ai relativi controlli e a stabilire la comunicazione con il robot cartesiano al fine di portare il collo su un bancale definito.

LIV1 svuota la stazione allorché le relative fotocellule di stazione, opportunamente filtrate, si sono liberate

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
B0280	Motore 24Vdc	Si	ZPA	2	0,5 m/"	Tratto accumulo 2 posizioni

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
B0290	Motore 24Vdc	Si	ZPA	3	0,5 m/"	Tratto accumulo 3 posizioni

Questi tratti gestiscono l'accumulo in modo autonomo essendo le relative Z-card direttamente collegate fra loro.

Trasferimento C → E1:

- posizione E1 libera;
- portare il trasferitore in posizione "Basso" o segnalarne con un allarme la non corretta posizione;
- attivare "Start" tratto B0280.1;
- trasferire collo in E1;
- disattivare "Start" tratto B0280.1.

I trasferimenti da E1 a E5 sono autonomi.

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
B0300	Motore 24Vdc	1	Relay module transfer	4	0,5 m/"	Trasferitore a 90°

Trasferimento E5 → F:

- posizione F libera;
- portare il trasferitore in posizione "Basso" o segnalarne con un allarme la non corretta posizione;
- attivare segnale di "Scarico" tratto B290.3 fino alla liberazione della fotocellula del tratto stesso;
- identificazione barcode di servizio (abilitazione + lettura barcode a carico PLC);
- trasferire collo in F.

La posizione F è la stazione dedicata definizione della destinazione del collo e questo scopo viene stabilito un colloquio con LIV2.

PLC → PC	PC → PLC
Barcode collo	
Pre-presenza per anticipo invio dati. Da fornire appena il barcode è stato letto.	
Presenza collo	
	Destinazione (robot 2, ricircolo)
	Ripartenza collo

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
B0430	Motore 24Vdc	1	Relay module transfer	4	0,5 m/"	Trasferitore a 90°

Trasferimento F → O:

- posizione O libera;
- destinazione = ricircolo;
- no trasferimento N8 → O in corso;
- portare i trasferitori in posizione "Alto;
- trasferire collo in O;
- portare i trasferitori in posizione "Basso".

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
B0450	Motore 24Vdc	Si	ZPA	3	0,5 m/"	Tratto accumulo 3 posizioni

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
B0460	Motore 24Vdc	Si	ZPA	2	0,5 m/"	Tratto accumulo 2 posizioni

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
B0470	Motore 24Vdc	Si	ZPA	2	0,5 m/"	Tratto accumulo 2 posizioni

Questi tratti gestiscono l'accumulo in modo autonomo essendo le relative Z-card direttamente collegate fra loro.

Trasferimento O → P1:

- posizione P1 libera;
- portare il trasferitore in posizione “Basso” o segnalarne con un allarme la non corretta posizione;
- attivare “Start” tratto B0450.1;
- trasferire collo in P1;
- disattivare “Start” tratto B0450.1.

I trasferimenti da P1 a P6 sono autonomi.

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA’	FUNZIONE
B0480	Motore 24Vdc	1	Relay module transfer	4	0,5 m/”	Trasferitore a 90°

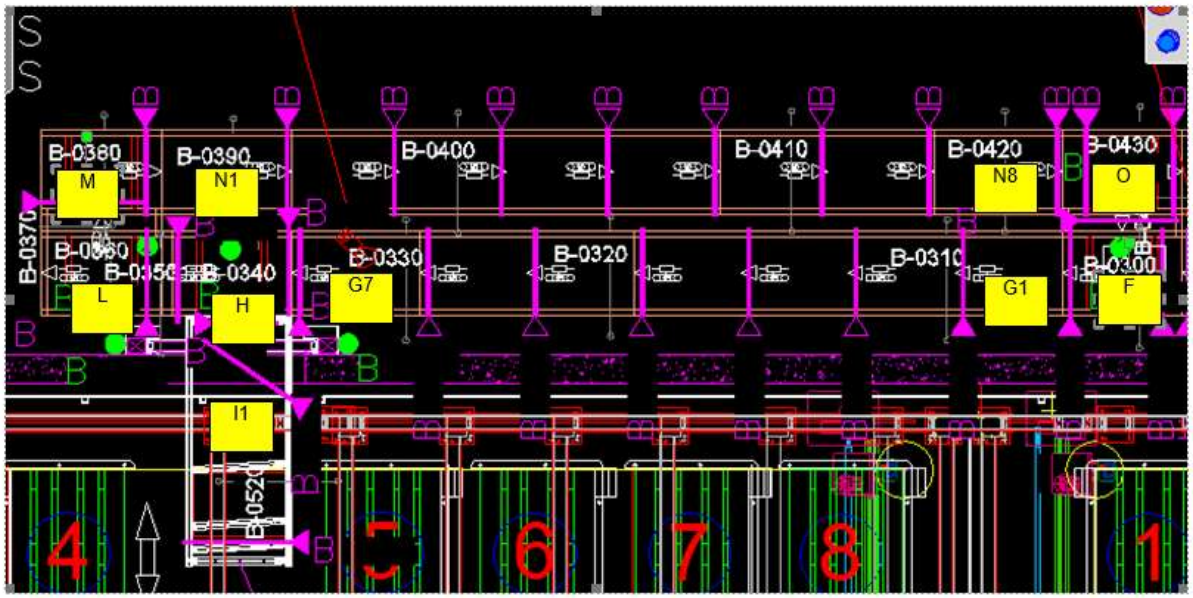
Trasferimento P6 → Q:

- posizione Q libera;
- portare il trasferitore in posizione “Basso” o segnalarne con un allarme la non corretta posizione;
- attivare segnale di “Scarico” tratto B470.1 fino alla liberazione della fotocellula del tratto stesso;
- trasferire collo in Q.

Trasferimento Q → B:

- posizione B libera;
- no trasferimento A17 → B in corso;
- portare i trasferitori in posizione “Alto;
- trasferire collo in B;
- portare i trasferitori in posizione “Basso”.

3.8 ZONA PALLETTIZZATORI – LOOP 2



DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
B0310	Motore 24Vdc	Si	ZPA	4	0,5 m/"	Tratto accumulo 4 posizioni

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
B0320	Motore 24Vdc	Si	ZPA	2	0,5 m/"	Tratto accumulo 2 posizioni

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
B0330	Motore 24Vdc	Si	ZPA	1	0,5 m/"	Tratto accumulo 1 posizioni

Questi tratti gestiscono l'accumulo in modo autonomo essendo le relative Z-card direttamente collegate fra loro.

Trasferimento F → G1:

- posizione G1 libera;
- destinazione = robot 2;
- loop 2 non saturo;

- portare il trasferitore in posizione “Basso” o segnalarne con un allarme la non corretta posizione;
- attivare “Start” tratto B0310.1;
- trasferire collo in P1;
- disattivare “Start” tratto B0310.1;
- decrementare numero colli loop 1;
- incrementare numero colli loop 2.

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA’	FUNZIONE
B0340	Motore 24Vdc	1	Relay module transfer	4	0,5 m/”	Trasferitore a 90°

Trasferimento G7 → H:

- posizione H libera;
- portare il trasferitore in posizione “Basso” o segnalarne con un allarme la non corretta posizione;
- attivare segnale di “Scarico” tratto B330.1 fino alla liberazione della fotocellula del tratto stesso;
- identificazione barcode di servizio (abilitazione + lettura barcode a carico PLC);
- trasferire collo in H.

La posizione H è la stazione dedicata definizione della destinazione del collo e questo scopo viene stabilito un colloquio con LIV2.

PLC → PC	PC → PLC
Barcode collo	
Pre-presenza per anticipo invio dati. Da fornire appena il barcode è stato letto.	
Presenza collo	
	Destinazione (robot 2, ricircolo)
	Formato collo
	Ripartenza collo

Il trasferimento verso il Robot Pallettizzatore 2 segue esattamente lo stesso ciclo di lavorazione del Robot Pallettizzatore 1, per cui non lo descriveremo qui, ma richiamiamo al capitolo precedente per una descrizione dettagliata.

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
B0360	Motore 24Vdc	1	Relay module transfer	4	0,5 m/"	Trasferitore a 90°

Trasferimento H → L:

- posizione L libera;
- destinazione = ricircolo;
- portare i trasferitori in posizione "Basso" o segnalarne con un allarme la non corretta posizione;
- trasferire collo in L.

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
B0380	Motore 24Vdc	1	Relay module transfer	4	0,5 m/"	Trasferitore a 90°

Trasferimento L → M:

- posizione M libera;
- portare i trasferitori in posizione "Alto;
- trasferire collo in M;
- portare i trasferitori in posizione "Basso".

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
B0390	Motore 24Vdc	Si	ZPA	1	0,5 m/"	Tratto accumulo 1 posizioni

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
B0400	Motore 24Vdc	Si	ZPA	4	0,5 m/"	Tratto accumulo 4 posizioni

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
B0410	Motore 24Vdc	Si	ZPA	2	0,5 m/"	Tratto accumulo 2 posizioni

DENOMINAZIONE	ATTUATORE	Zcard	TIPOLOGIA	N.ZONE	VELOCITA'	FUNZIONE
B0420	Motore 24Vdc	Si	ZPA	1	0,5 m/"	Tratto accumulo 1 posizioni

Questi tratti gestiscono l'accumulo in modo autonomo essendo le relative Z-card direttamente collegate fra loro.

Trasferimento M → N1:

- posizione N1 libera;
- portare il trasferitore in posizione "Basso" o segnalarne con un allarme la non corretta posizione;
- attivare "Start" tratto B0390.1;
- trasferire collo in N1;
- disattivare "Start" tratto B0390.1.

I trasferimenti da N1 a N8 sono autonomi.

Trasferimento N8 → O:

- posizione O libera;
- no trasferimento F → O in corso;
- portare il trasferitore in posizione "Basso" o segnalarne con un allarme la non corretta posizione;
- attivare segnale di "Scarico" tratto B420.1 fino alla liberazione della fotocellula del tratto stesso;
- trasferire collo in O;
- decrementare numero colli loop 2;
- incrementare numero colli loop 1.

4. Progettazione elettrica

Finita l'analisi del ciclo di lavorazione, possiamo passare allo studio della progettazione elettrica dell'impianto.

Nell'impianto sono presenti 4 quadri elettrici, ognuno dei quali è identificato da un codice di commessa:

- **Quadro 96945:** quadro principale, gestisce le linee L1, L2, L3, L4, la dorsale principale e il sorter;
- **Quadro 15032:** quadro ausiliario, gestisce la prima parte della linea L5 e l'elevatore;
- **Quadro 15033:** quadro ausiliario, gestisce la seconda parte della linea L5 e il discensore;
- **Quadro 15034:** quadro ausiliario, gestisce la zona dei pallettizzatori.

Quadro principale 96945

Quadro
15032

Quadro
15033

Non ci dilungheremo su tutti i particolari della progettazione elettrica, ma ci concentreremo su alcuni punti di fondamentale importanza:

- Alimentazione generale
- Emergenza
- Periferiche di potenza
- Drive elevatore/discensore

4.1 ALIMENTAZIONE GENERALE

Ogni quadro si interfaccia con il 380VAC aziendale tramite un sezionatore ad azionamento manuale:

Sezionatore generale

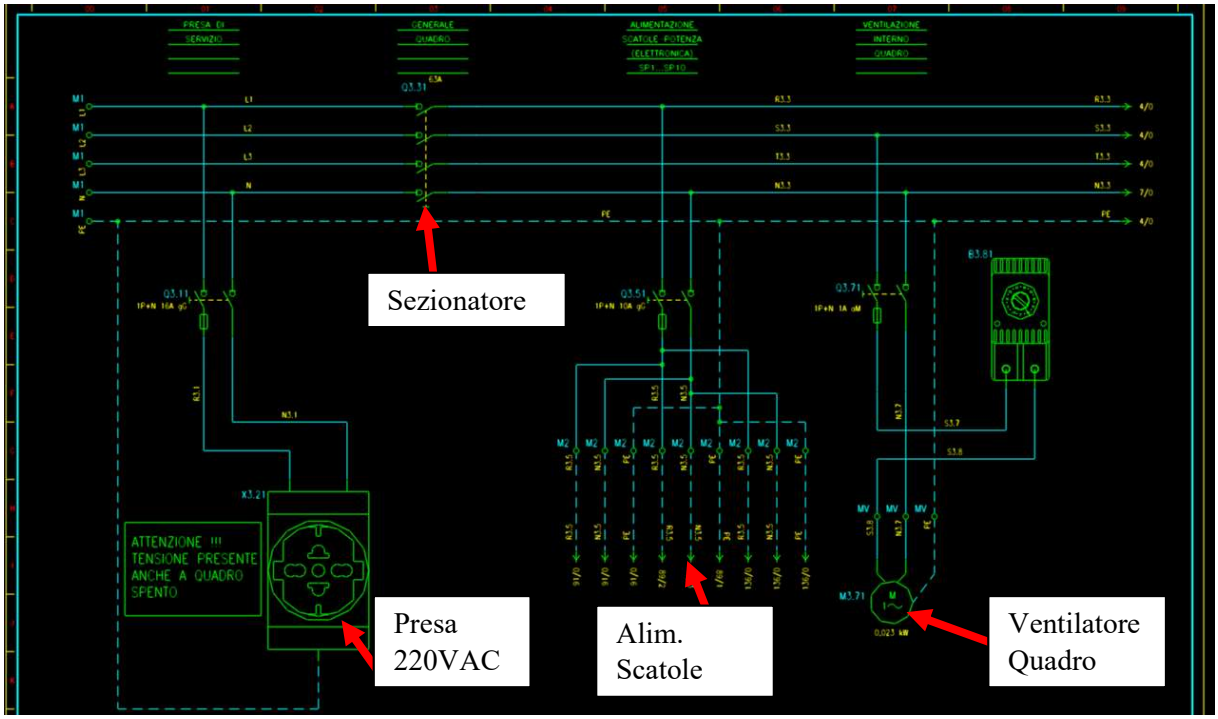
Prendiamo in considerazione il quadro principale 96945, poiché da esso partono le derivazioni del 380 VAC che andranno ad alimentare i quadri ausiliari.

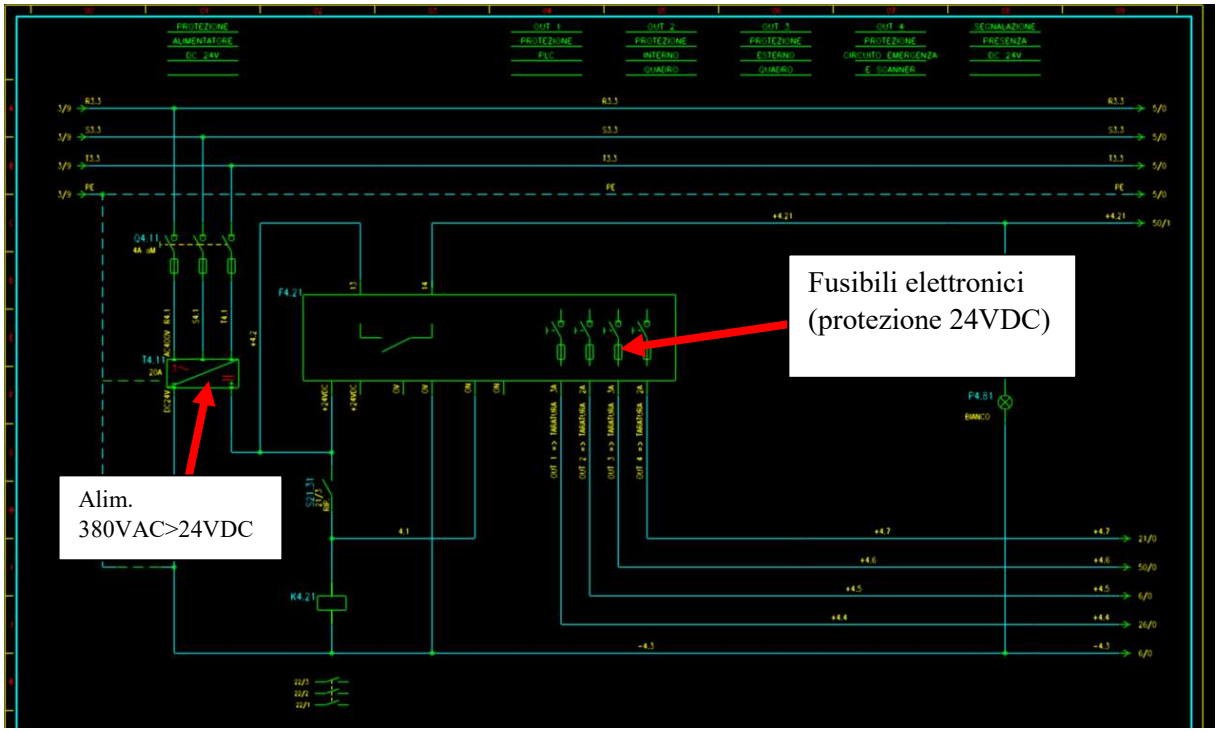
A valle del sezionatore generale, prima di passare dal rele' di emergenza, abbiamo:

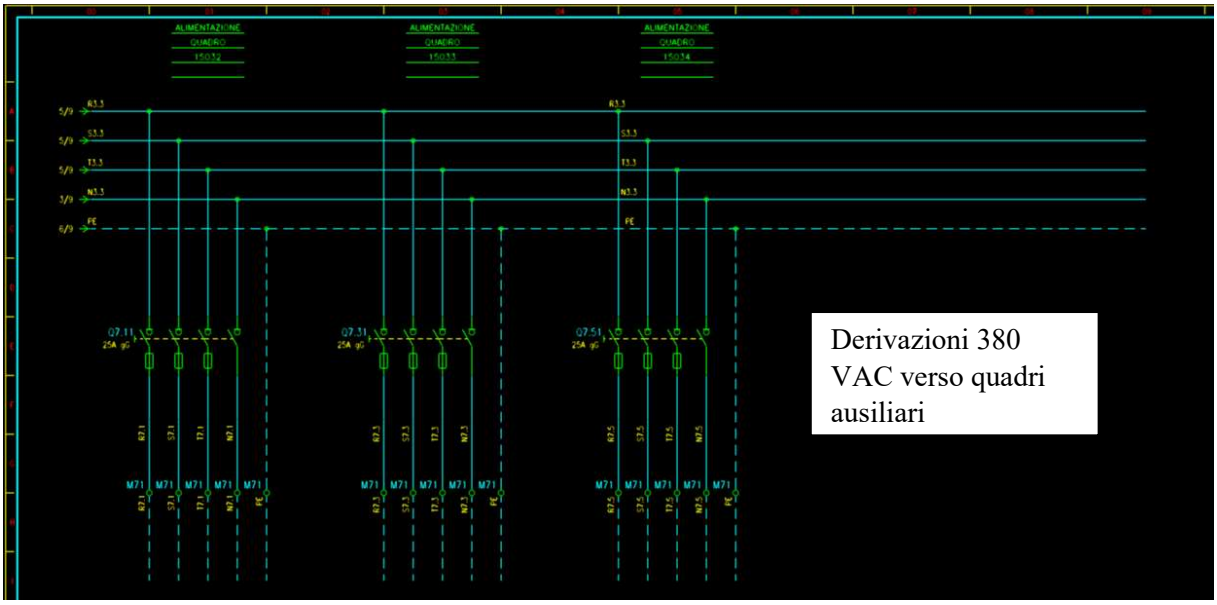
- una fase del 380 VAC e il neutro che portano il 220 VAC agli alimentatori delle scatole di potenza;
- il ventilatore del quadro alimentato anch'esso da fase-neutro 220 VAC;
- un alimentatore 380 VAC>24VDC (T4.11);
- le derivazioni del 380 VAC verso i quadri ausiliari 15032, 15033 e 15034;

Attenzione: è stata voluta dal cliente una presa 220 VAC collegata A MONTE del sezionatore generale (usata per collegarvi PC, stampanti ecc…). Questa presa è alimentata anche se il sezionatore è su OFF.

Vediamo in dettaglio gli schemi elettrici del quadro 96945; si consiglia di consultare gli schemi elettrici in allegato per una visualizzazione più dettagliata.







Per quanto riguarda gli schemi dei quadri ausiliari, hanno anch'essi le prese 220 VAC a valle del loro sezionatore. Ovviamente se si spegne il quadro principale 96945 si spegneranno TUTTI i quadri ausiliari, e le loro prese 220 VAC non saranno alimentate.

Per il resto, i quadri ausiliari hanno la stessa progettazione del quadro principale (alimentatori scatole di potenza, ventilatori, alim. 24 VDC…).

4.2 EMERGENZA

La linea è stata progettata in base alle seguenti norme di sicurezza vigenti:

ARGOMENTO	NORMA ARMONIZZATA
Direttiva Macchine Recepimento della Direttiva in Italia	2006/42/CE D.Lgs 17/2010
Sicurezza del macchinario - Principi generali di progettazione - Valutazione del rischio e riduzione del rischio	UNI EN ISO 12100-1/2
Sicurezza del macchinario – Distanze di sicurezza per impedire il raggiungimento di zone pericolose con gli arti superiori e inferiori	UNI EN ISO 13857:2008
Sicurezza del macchinario – Spazi minimi per evitare lo schiacciamento di parti del corpo	UNI EN 349:2008
Sicurezza del macchinario - Arresto di emergenza - Principi di progettazione	UNI EN ISO 13850:2008
Sicurezza del macchinario - Parti dei sistemi di comando legate alla sicurezza	UNI EN ISO 13849-1:2008
Pneumatica - Regole generali e requisiti sicurezza per i sistemi e i loro componenti	EN ISO 4414:2012
Sicurezza del macchinario. Equipaggiamento elettrico delle macchine.	CEI EN 60204-1:2006-06
Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua	CEI EN 60364-1
Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per la bassa tensione	CEI EN-61439-1:2012 (CEI 17-113)
Acustica - Rumore emesso dalle macchine e dalle apparecchiature	UNI EN ISO 11202 :2010
Apparecchiature e sistemi di movimentazione continua - Requisiti di sicurezza e compatibilità elettromagnetica per le apparecchiature di movimentazione meccanica di carichi unitari	UNI EN 619:2011

Ci interessa in particolare la norma UNI EN ISO 13850:2008 per quanto riguarda l'arresto di emergenza.

Questa norma stabilisce che ogni fungo di emergenza deve produrre l'arresto della linea: nessun motore deve essere in coppia, e l'elettrovalvola generale deve scaricare tutta l'aria compressa. Questo significa che tutte le rulliere saranno folli (perché i motorulli non saranno più in coppia), i deviatori pneumatici non avranno più aria nei pistoni (si potranno spostare a mano senza resistenza) e i motori degli elevatori non saranno più in coppia. Per evitare che le culle

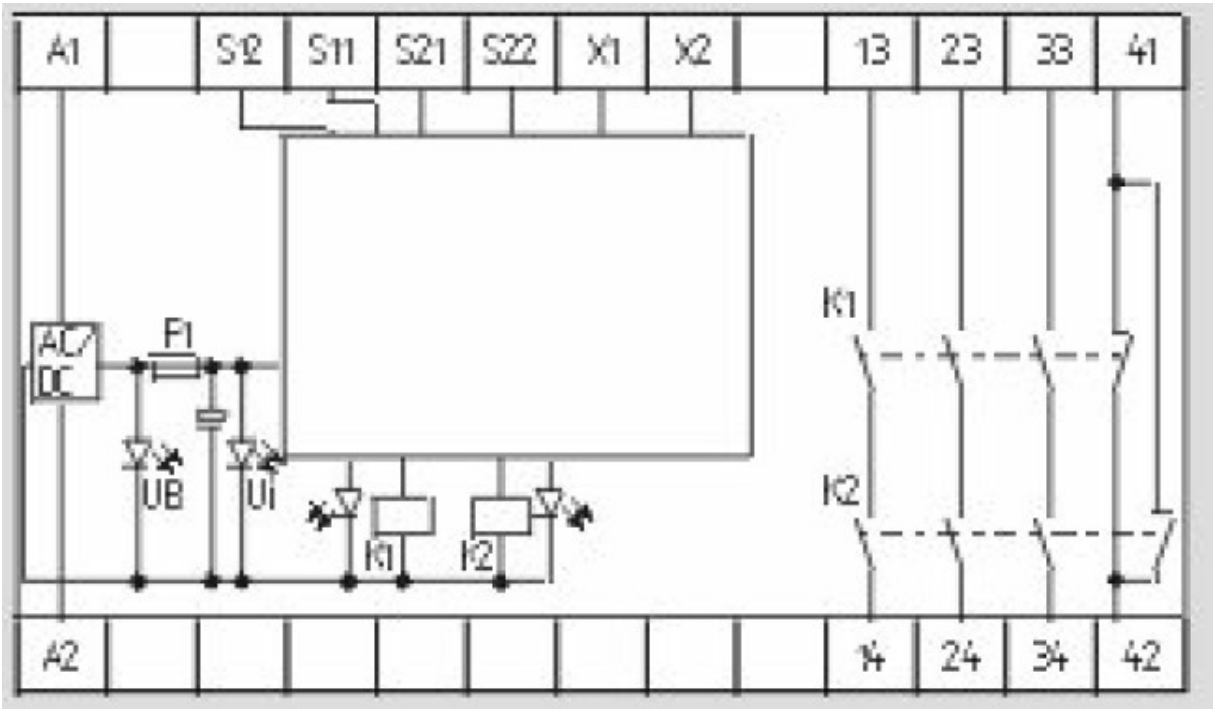
dell’elevatore /discensore cadano, vi è un freno meccanico a ganascia che si chiude quando viene premuta l’emergenza o quando viene a mancare l’alimentazione.

La normativa prevede inoltre che l’arresto della linea sia prodotto da un apparecchio “sicuro” certificato. Questi apparecchi sicuri possono essere costituiti da rele’ di emergenza certificati, oppure da PLC “safety” caratterizzati da una ridondanza interna.

In questo impianto si è optato per un rele’ di emergenza; in particolare abbiamo scelto uno schmersal SRB301 LC:

Rele’ di emergenza Schmersal SRB 301LC

Vediamo lo schema funzionale del rele':



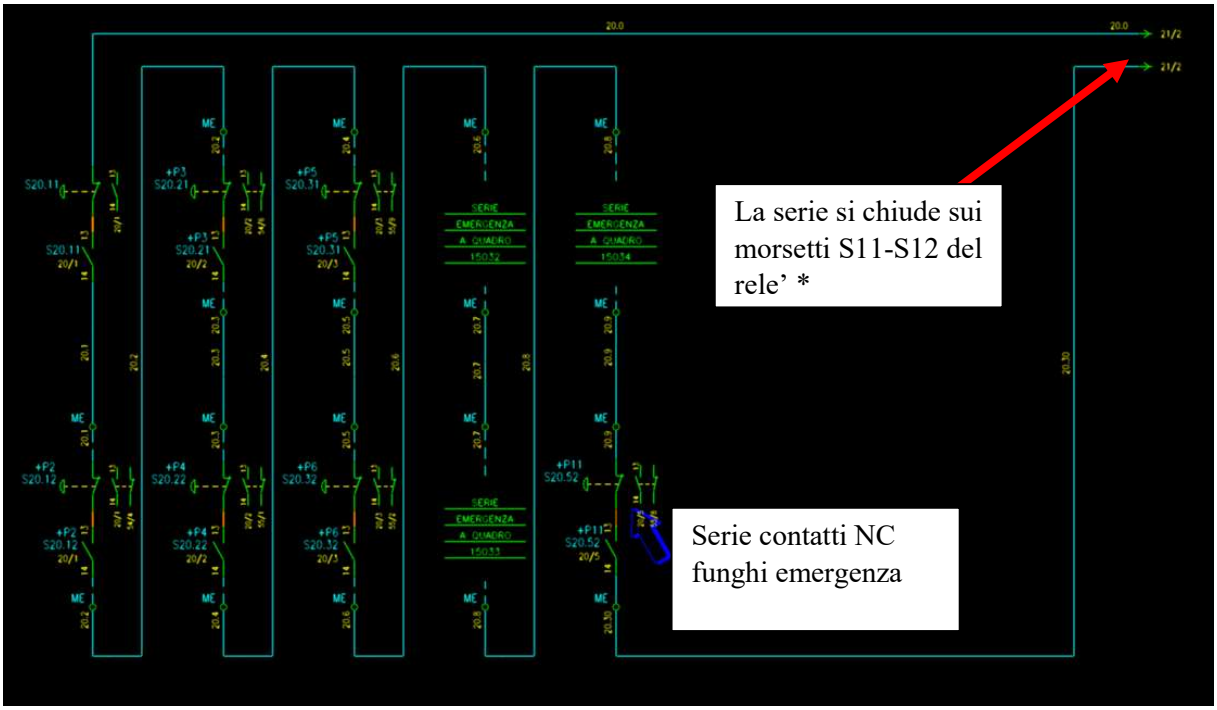
Schema funzionale del rele' di emergenza Schmersal SRB 301LC

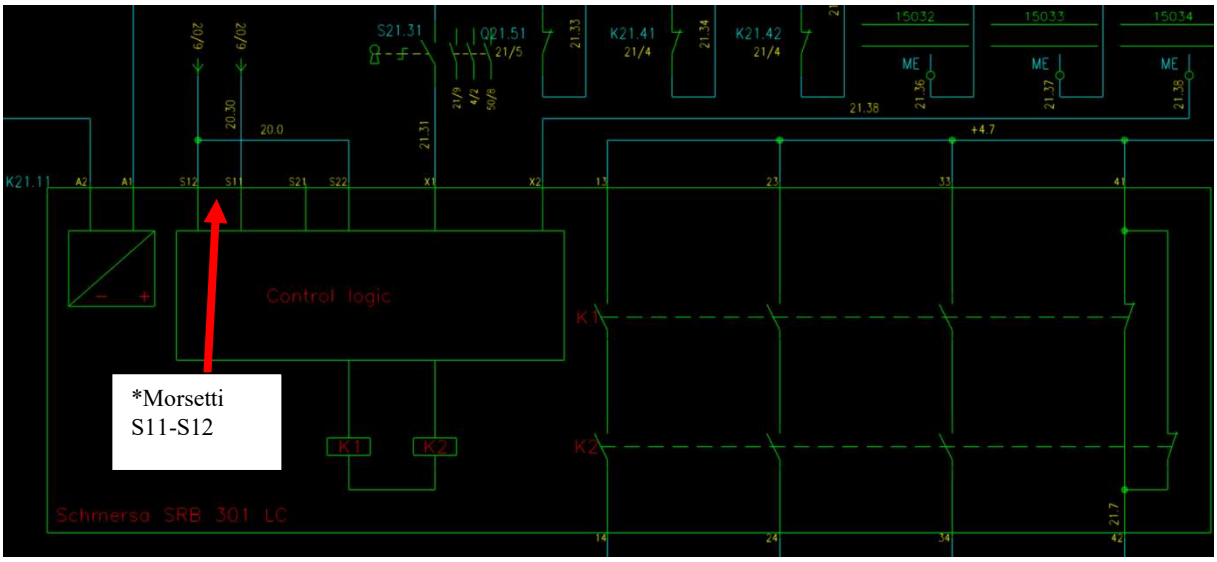
Su morsetti del rele' avremo quindi:

- Alimentazione sui morsetti A1-A2(24 VDC su A1, 0VDC su A2)
- Fusibile di protezione interno F1
- Primo canale di sicurezza: S11-S12
- Secondo canale di sicurezza: S2-S22
- Canale di ripristino (fronte di salita): X1-X2
- Contatti NO: 13-14, 23-24, 33-34
- Contatto NC: 41-42

Nel nostro caso, useremo un solo canale di sicurezza (S11-S12). Per un utilizzo monocanale il manuale prescrive di utilizzare il canale S11-S12, e di ponticellare S22 con S12.

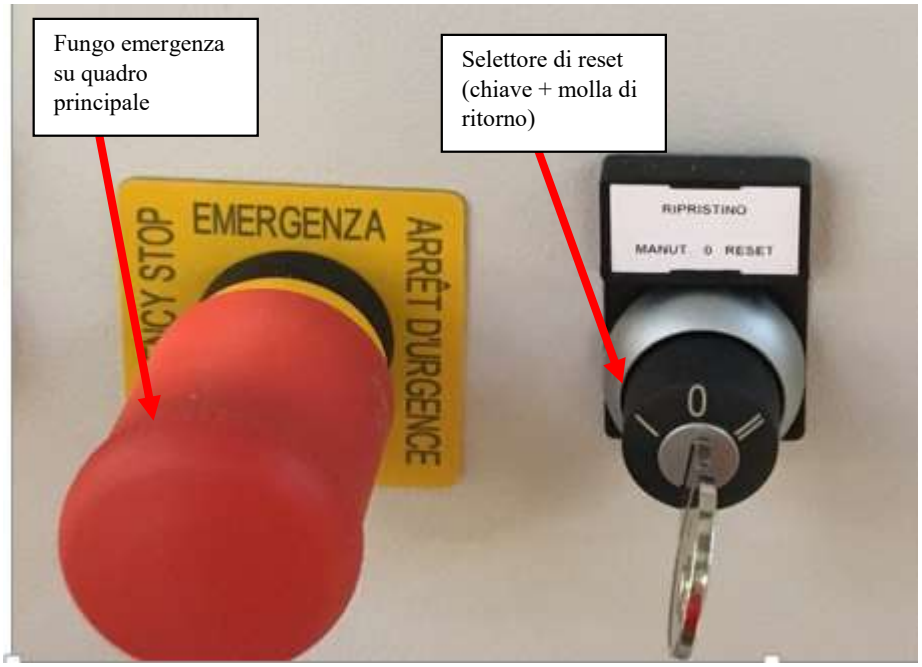
A riposo (rele' non riarmato) i contatti NO 13-14, 23-24 e 33-34 non sono chiusi. Per riarmare il relè dobbiamo avere continuità sul canale S11-S12, su cui abbiamo messo la serie dei contatti NC dei funghi di emergenza di tutto l'impianto:





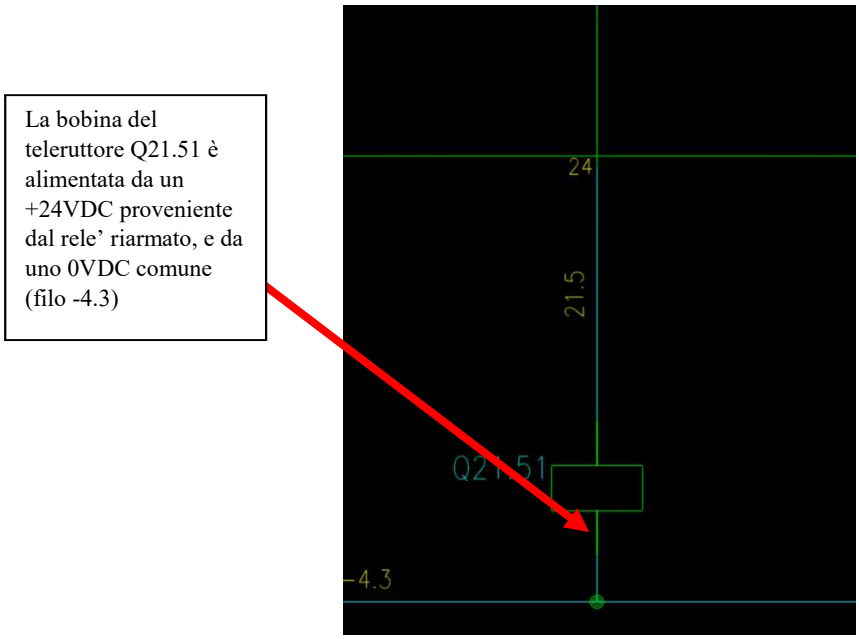
Quindi quando NESSUN fungo è premuto abbiamo continuità sui due canali di sicurezza (poiché il secondo canale è ponticellato). Per riarmare il rele' dobbiamo avere inoltre un fronte di salita sul canale X1-X2. Su questo canale abbiamo messo un selettore a chiave con una molla di ritorno per garantire il fronte di salita. Quindi, in definitiva, per riarmare il rele' di emergenza dobbiamo avere le seguenti condizioni:

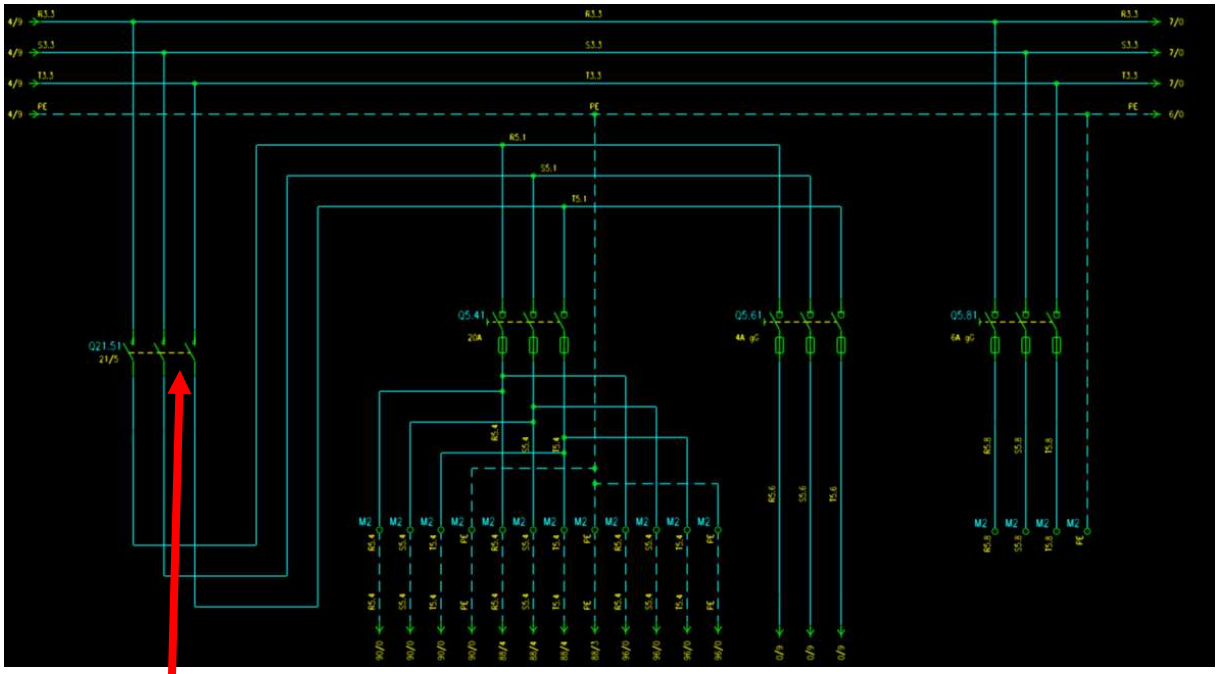
- Sezionatore su ON (rele' alimentato)
- NESSUN fungo di emergenza premuto
- Dare un giro di chiave al selettore a molla di reset



Una volta riarmato il rele', si chiuderanno i contatti NO . In ingresso ai contatti (quindi sui morsetti 13, 23, 33) è stato portato un +24 VDC. Quando i contatti si chiudono, avremo +24 VDC in uscita sui morsetti 14, 24, 34. Di questi ci interessano particolarmente i morsetti 24 e 34.

Il morsetto 24 alimenta il teleruttore Q21.51, che, se non alimentato, taglia l'alimentazione 380 VAC alle scatole di potenza. Questo significa che se NON è riarmato il rele' di emergenza, le scatole di potenza che alimentano i motorulli NON saranno alimentate, quindi i rulli saranno folli. Quando il rele' è riarmato, il teleruttore Q21.51 si chiuderà e verranno alimentate le scatole di potenza (rulli in coppia). Vediamo gli schemi elettrici:

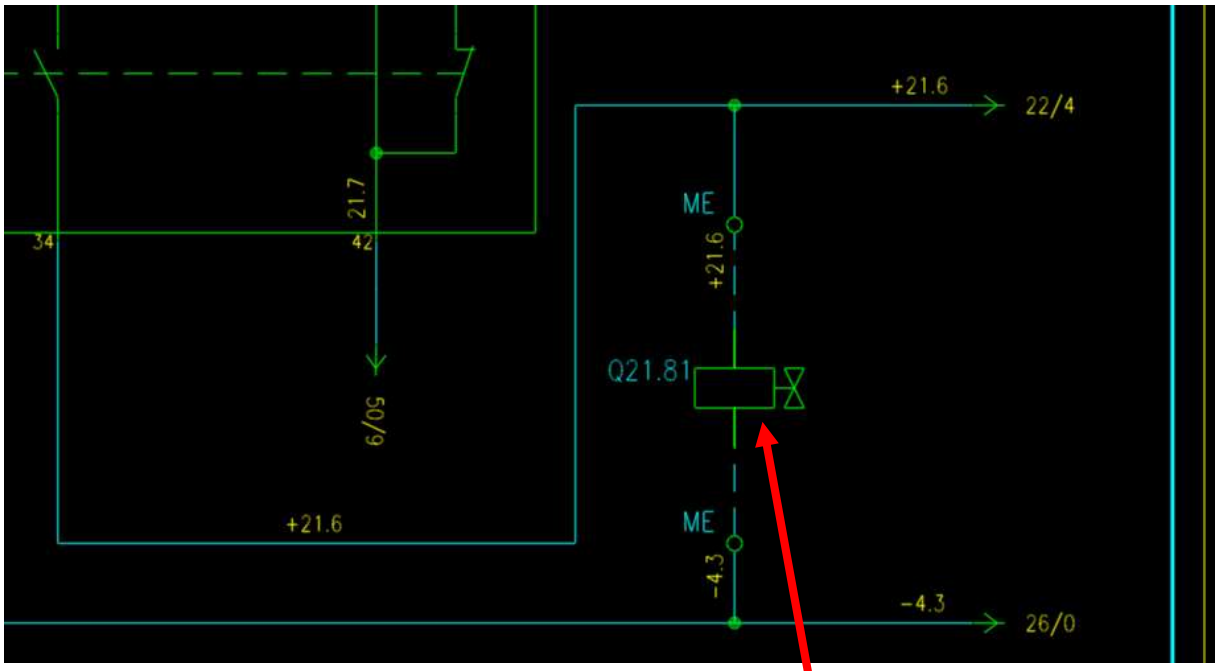




Se la sua bobina non è eccitata, il teleruttore Q21.51 taglia il 380 VAC (scatole di potenza non alimentate)

Il morsetto 34 invece alimenta l'elettrovalvola pneumatica generale dell'impianto. Questo significa che se il rele' di emergenza NON è riarmato, l'elettrovalvola non sarà eccitata, quindi non avremo aria compressa nei deviatori e nei pistoni delle etichettatrici. Quando il rele' è riarmato, verrà eccitata la bobina dell'elettrovalvola Q21.81 che si aprirà, quindi avremo aria compressa nell'impianto. Vediamo gli schemi:

Elettrovalvola Q21.81



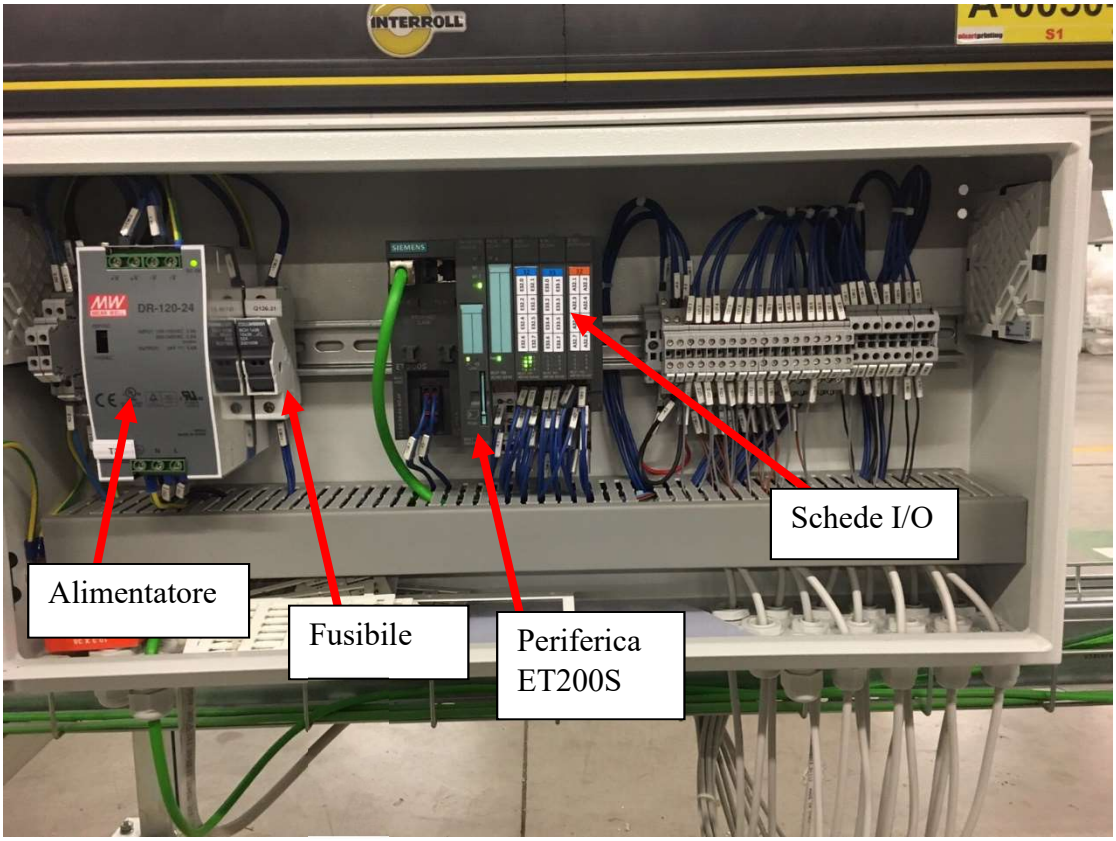
La bobina dell'elettrovalvola Q21.81 è alimentata da un +24VDC proveniente dal rele' riarmato, e da uno 0VDC comune (filo -4.3)

Abbiamo visto quindi come, con questo tipo di progettazione elettrica, possiamo soddisfare i requisiti di sicurezza imposti dalla norma UNI EN ISO 13850:2008 in caso di arresto di emergenza. Infatti quando viene premuto un qualunque fungo di emergenza, viene disarmato il rele', i motorulli non sono più alimentati e viene scaricata l'aria compressa dell'impianto.

4.3 SCATOLE DI POTENZA

Per alleggerire i quadri elettrici e i cablaggi, abbiamo deciso di usare un numero adeguato di periferiche ET200S. Come illustrato nella parte iniziale di questo elaborato, le periferiche ET200S raggruppano varie schede I/O e comunicano direttamente con il PLC in profinet. Risulta ovvio che i segnali input/output gestiti dalle ET200S riguardano i dispositivi delle zone vicine al punto in cui è installata la periferica.

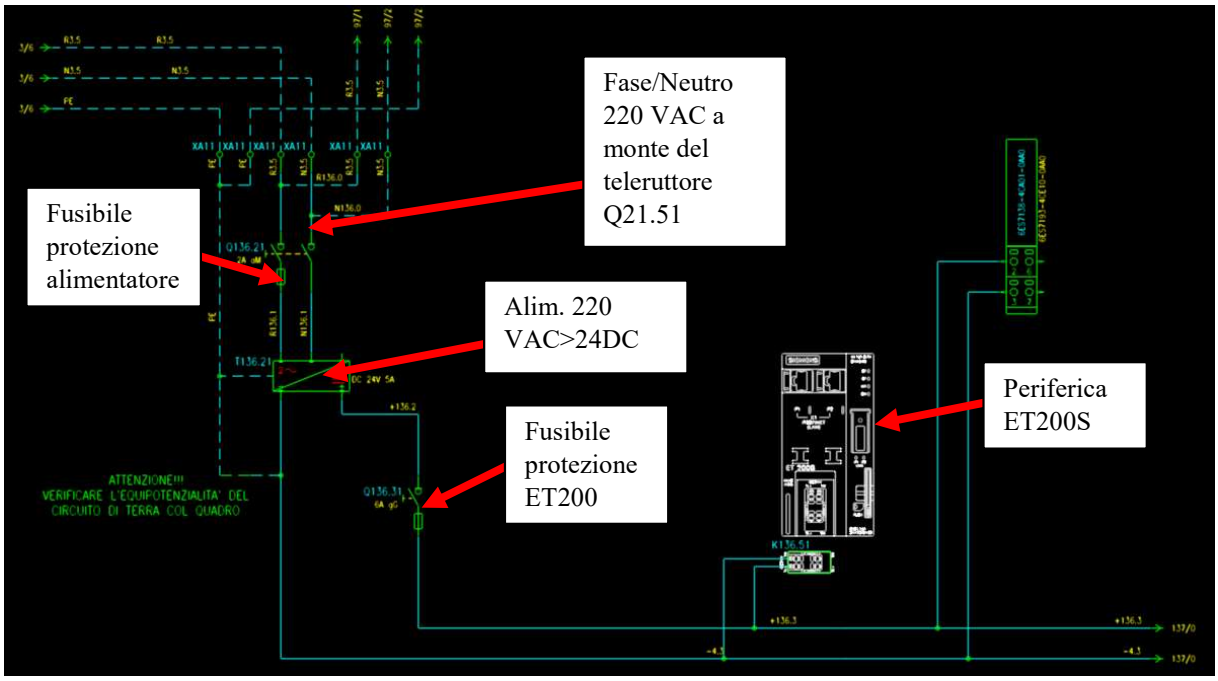
Ogni periferica ET200S è installata in una scatola di potenza, che contiene, oltra alla periferica, un alimentatore 220VAC>24VDC e un fusibile di protezione monofase tra alimentatore e periferica:



Scatola di potenza con i vari componenti

Nell'impianto abbiamo in tutto 10 scatole di potenza. Ricordiamo che l'alimentazione di tutte le scatole è gestita a monte dal teleruttore Q21.51, come visto nel capitolo precedente.

Vediamo gli schemi elettrici di una scatola di potenza a valle del teleruttore:



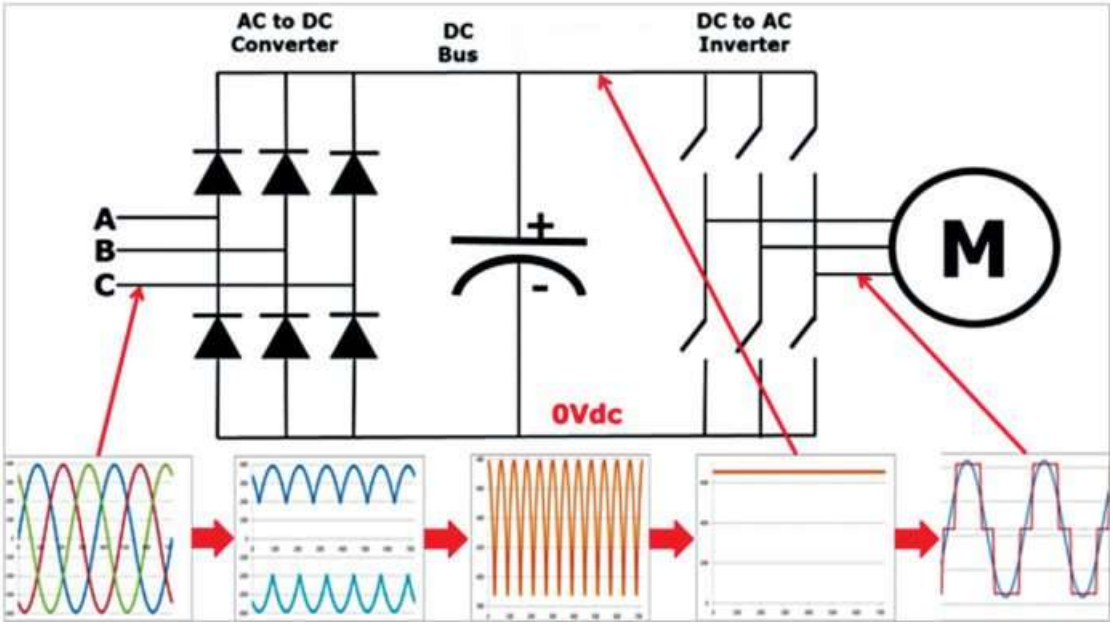
4.4 DRIVE ELEVATORE/DISCENSORE

Per muovere l'elevatore e il discensore, abbiamo usato un motore trifase asincrono a induzione. Abbiamo usato lo stesso tipo di motore sia per l'elevatore che per il discensore, con i seguenti dati di targa:

Dati di targa dei motori usati per l'elevatore e il discensore

Se non usassimo un drive e comandassimo il motore tramite un teleruttore, il motore girerebbe alla velocità di targa (1400 rpm). Tuttavia, ci servono 2 velocità sia per l'elevatore che per il discensore: una velocità ridotta, usata nelle fasi di partenza e di arrivo, e una velocità "di linea" usata nelle fasi intermedie del movimento. Questo per avere una variazione di velocità meno brusca sia alla partenza che all'arrivo, evitando così bruschi contraccolpi sulla culla che possono causare lo spostamento dei colli.

E' quindi necessario usare un drive per comandare questi motori. Un drive è un dispositivo in grado di modulare la frequenza di uscita della corrente, consentendo al motore di ruotare a velocità variabili. Vediamo in modo schematico e semplificato come funziona un drive:



Rappresentazione schematica di un drive

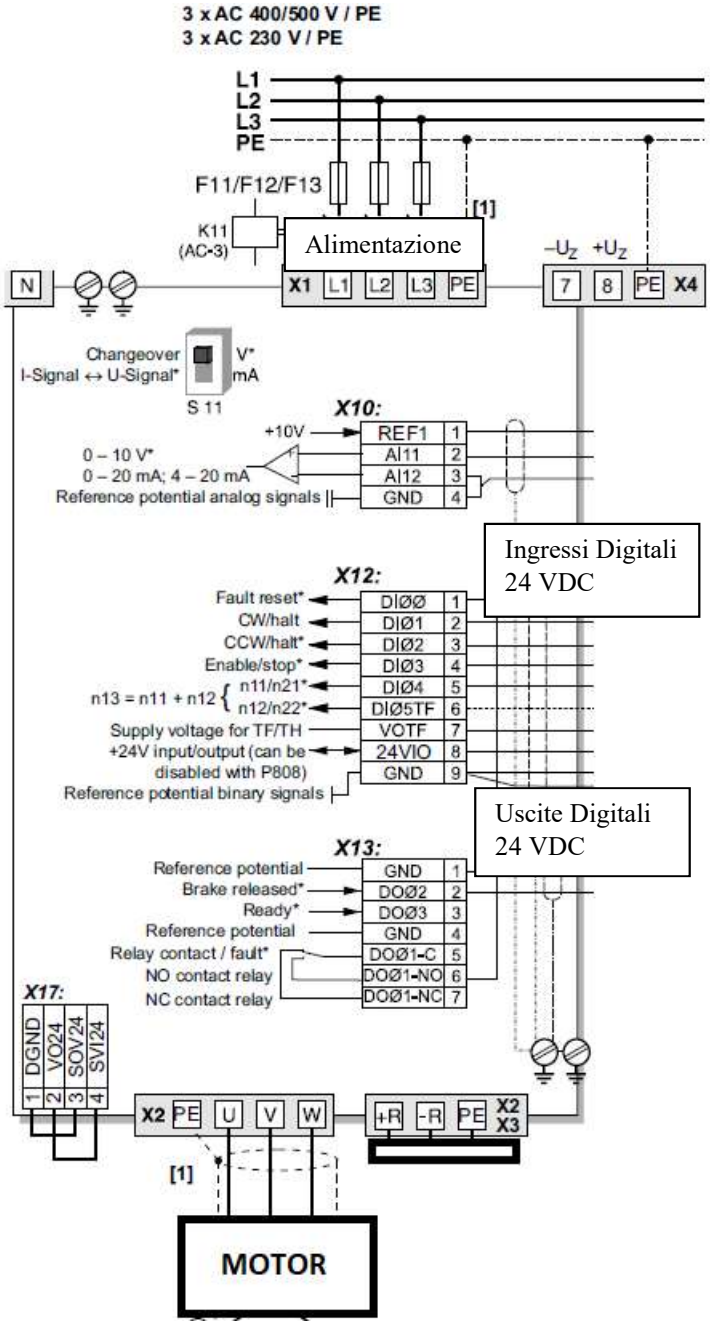
Dalla rappresentazione schematica, risulta evidente come un drive sia composto da 3 zone:

- Un ponte a diodi (prima zona) che funge da raddrizzatore della corrente alternata in ingresso;
- Un DC BUS (seconda zona), in cui tramite un condensatore viene smussata l'ondulazione residua della corrente continua raddrizzata;
- Un inverter (terza zona), in cui la corrente continua viene rimodulata in corrente alternata alla frequenza desiderata.

Tramite un drive è quindi possibile far ruotare un motore a una velocità diversa rispetto alla velocità di targa.

Nel nostro caso abbiamo usato per i motori di elevatore e discensore dei SEW Eurodrive Movitrac B.

Vediamo una foto e lo schema funzionale di questi drive:

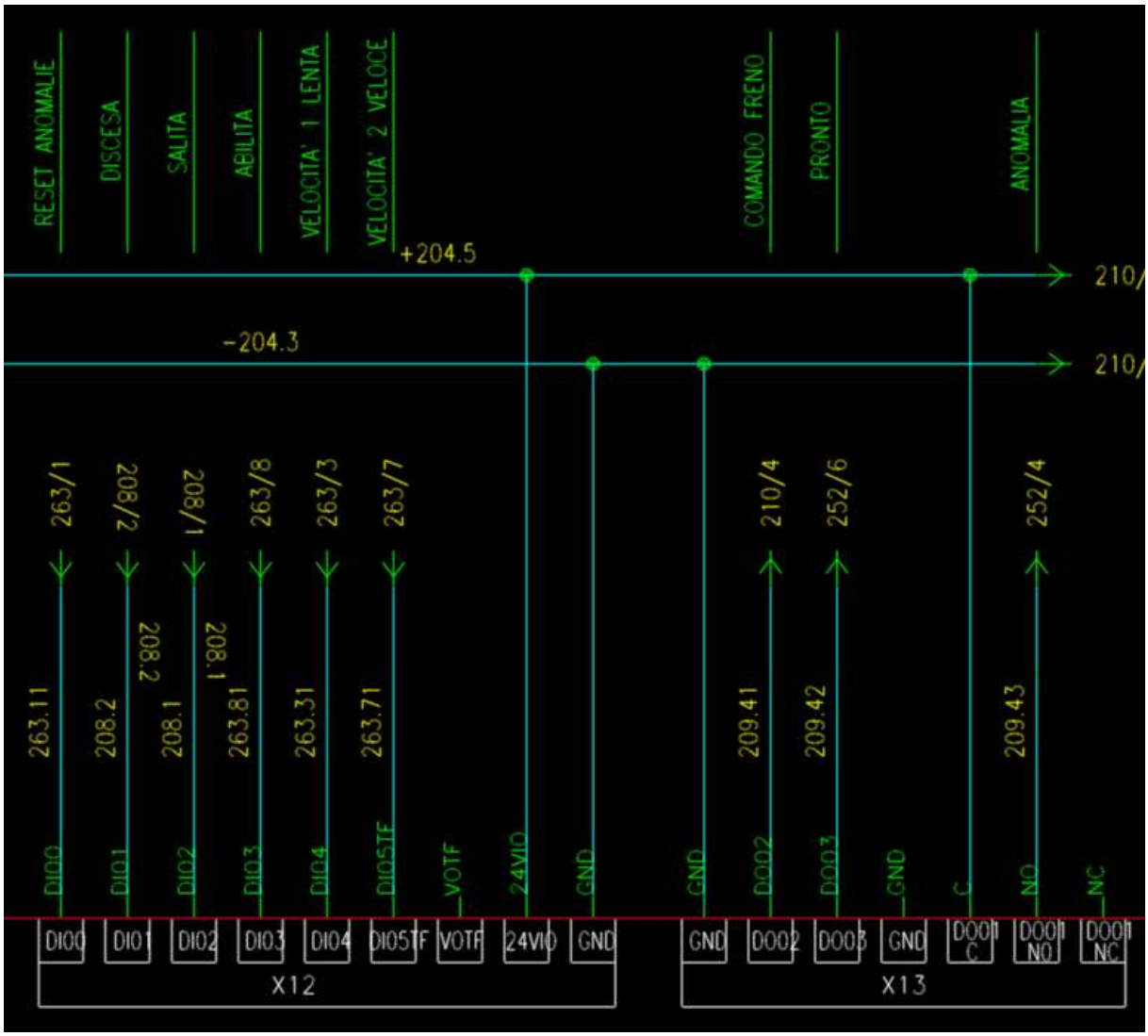


Schema funzionale SEW Eurodrive Movitrac B

SEW Eurodrive Movitrac B con annesso tastierino digitale

Abbiamo usato solo alcuni ingressi digitali e alcune uscite digitali del drive per le nostre esigenze. Urge precisare che a ogni ingresso digitale del drive corrisponde un'uscita 24 VDC comandata dal PLC, mentre le uscite digitali del drive possono andare su un ingresso del PLC.

Vediamo quali segnali sono stati usati negli schemi elettrici:



- *Ingresso 0:* Reset anomalie, viene comandata da PLC quando viene premuto il pulsante di reset.
- *Ingresso 1:* Discesa, questo ingresso viene comandato da PLC per far ruotare il motore nel verso corrispondente alla discesa della culla. Per far muovere l'elevatore è necessario alzare anche il segnale di velocità lenta o veloce.
- *Ingresso 2:* Salita, questo ingresso viene comandato da PLC per far ruotare il motore nel verso corrispondente alla salita della culla. Per far muovere l'elevatore è necessario alzare anche il segnale di velocità lenta o veloce.
- *Ingresso 3:* Abilita, questo ingresso viene comandato da PLC per abilitare il drive. Si è deciso di abilitare i drive quando il rele' di emergenza è riarmato.
- *Ingresso 4:* Velocità lenta, questo ingresso viene comandato da PLC assieme all'ingresso 1 (discesa) o 2 (salita) per far muovere l'elevatore/discensore alla prima velocità impostata sul drive (lenta). Questa velocità è impostabile tramite il tastierino digitale.

- *Ingresso 5:* Velocità veloce, questo ingresso viene comandato da PLC assieme all'ingresso 1 (discesa) o 2 (salita) per far muovere l'elevatore/discensore alla seconda velocità impostata sul drive (veloce). Questa velocità è impostabile tramite il tastierino digitale.

- *Uscita 1 NO:* Anomalia drive, questo segnale va a 1 quando il drive è in allarme. Una volta risolta la condizione che ha determinato 'allarme, questo segnale viene abbassato quando il viene alzato l'ingresso digitale 0 (reset anomalie)

- *Uscita 2:* Comando freno, questa uscita, eccitando la bobina del freno, serve a sbloccarne le ganasce. Questa uscita non è gestita da PLC, ma dalla logica interna del drive: quando viene comandata una velocità e viene alzato il bit di salita o di discesa, il drive provvede a alzare l'uscita digitale 2 per sbloccare il freno. Quando viene abbassato uno dei bit precedenti, il drive abbassa l'uscita digitale 2, bloccando in questo modo la culla. Risulta evidente come la gestione NC del freno sia utile a soddisfare le norme di sicurezza: infatti, nel caso in cui mancasse all'improvviso corrente quando la culla si trova in posizione alta, il freno si chiuderebbe immediatamente, bloccando la culla e impedendone la caduta.

- *Uscita 3:* Drive pronto, questo segnale portato a un ingresso digitale del PLC che il drive non ha nessun allarme ed è pronto a ricevere un comando da parte del PLC.

Abbiamo quindi visto come, tramite il drive, siamo in grado di comandare elevatore e discensore a velocità variabili in base alle nostre esigenze.

Queste velocità vengono gestite dalla logica del programma PLC, che andremo ad analizzare nel prossimo capitolo.

5. Software PLC

5.1 LINGUAGGIO KOP – OPERAZIONI LOGICHE COMBINATORIE

In questo capitolo analizzeremo il programma PLC dell'impianto. Il codice è stato sviluppato usando quasi esclusivamente il linguaggio di programmazione KOP (linguaggio a contatti). Questo linguaggio, particolarmente intuitivo, non richiede all'utente particolari conoscenze informatiche. Vediamo ora una breve spiegazione delle principali operazioni logiche utilizzate da questo linguaggio di programmazione.

KOP opera con una serie di operazioni logiche combinatorie a bit. Queste operazioni operano con due cifre: 0 e 1. Queste due cifre costituiscono la base del sistema numerico binario. Nell'ambito dei contatti e delle bobine utilizzati nel linguaggio KOP, 0 sta a significare disattivato o diseccitato, mentre 1 sta per attivato o eccitato.

Le operazioni logiche combinatorie a bit interpretano gli stati di segnale di 1 e 0, e li combinano secondo la logica booleana per eseguire una varietà di funzioni. Queste combinazioni producono un risultato di 1 o 0 che è chiamato "risultato logico combinatorio" (RLC).

Nel nostro programma, abbiamo usato perlopiù le seguenti operazioni logiche combinatorie:

- ---| |--- Contatto normalmente aperto
- ---| / |--- Contatto normalmente chiuso
- ---( ) Bobina di uscita
- ---|NOT|--- Inverti il risultato della combinazione
- ---(S) Imposta bobina
- ---(R) Resetta bobina

Queste operazioni possono essere eseguite sui seguenti attori:

- Ingressi PLC (es: E0.0, E0.1…)
- Uscite PLC (es: A0.0, A0.1…)
- Aree di memoria interna PLC ("Merker Bit", M0.0, M0.1…)
- Blocchi dati (aree di memoria interna strutturate ad hoc dal programmatore)

Vediamo ora una descrizione delle operazioni logiche combinatorie precedentemente elencate, con l'aiuto di alcuni esempi.

Premessa: il codice KOP va letto da sinistra verso destra; il lettore deve immaginare la corrente che circola dalla linea verticale di sinistra verso destra.

Contatto normalmente aperto

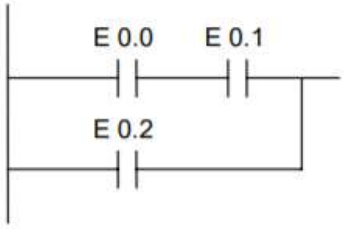
Questo operatore è chiuso se il valore del bit interrogato è "1". Se il contatto è chiuso, la corrente passa attraverso il contatto, e il bit di risultato logico combinatorio (RLC) è "1".

In caso contrario, se il valore del bit interrogato è "0", il contatto è aperto. Se il contatto è aperto, la corrente non passa, e il bit di risultato logico combinatorio dell'operazione (RLC) è "0".

Nei collegamenti in serie, il contatto normalmente aperto equivale all'operatore logico booleano AND.

Nei collegamenti in parallelo, il contatto normalmente aperto equivale all'operatore logico booleano OR.

Vediamo un esempio:



La corrente circola se:

lo stato di segnale agli ingressi E 0.0 *e* E 0.1 è "1" *o* lo stato di segnale all'ingresso E 0.2 è "1".

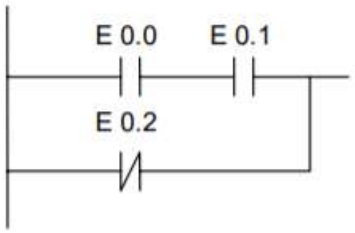
(*e* = operazione AND; *o* = operazione OR)

Contatto normalmente chiuso

Questo operatore è chiuso se il valore del bit interrogato è "0". Se il contatto è chiuso, la corrente passa attraverso il contatto, e il bit di risultato logico combinatorio (RLC) è "1".

In caso contrario, se il valore del bit interrogato è "1", il contatto è aperto. Se il contatto è aperto, la corrente non passa, e il bit di risultato logico combinatorio dell'operazione (RLC) è "0".

Vediamo un esempio:



La corrente circola se:

lo stato agli ingressi E 0.0 *e* E 0.1 è "1" *o* lo stato all'ingresso E 0.2 è "0".

(e = operazione AND; o = operazione OR)

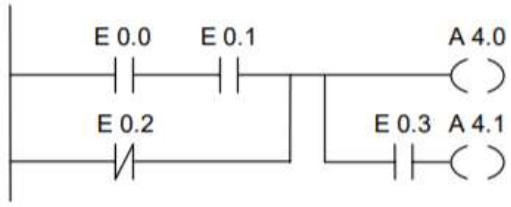
Bobina di uscita

Questo operatore opera come una bobina in uno schema di circuito. Se la corrente può circolare attraverso il circuito per raggiungere la bobina (RLC = 1), il bit dell'operando viene impostato a "1".

Se invece la corrente non può circolare attraverso il circuito per raggiungere la bobina (RLC = 0), il bit dell'operando viene impostato a "0".

Una bobina di uscita può essere posizionata solo all'estremità destra di un percorso di corrente di uno schema a contatti. Sono possibili al massimo 16 uscite multiple.

Vediamo un esempio:



L'uscita A 4.0 è "1" se:

(lo stato all'ingresso E 0.0 *e* E 0.1 è "1") *o* lo stato all'ingresso E 0.2 è "0".

L'uscita A 4.1 è "1" se:

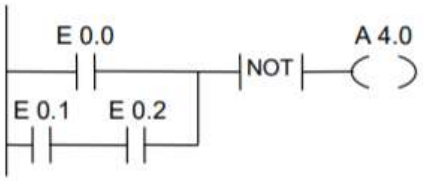
(lo stato all'ingresso E 0.0 *e* E 0.1 è "1" *o* lo stato all'ingresso E 0.2 è "0") *e* lo stato all'ingresso E 0.3 è "1".

(e = operazione AND; o = operazione OR)

Operatore NOT

Questo operatore inverte il valore del risultato logico combinatorio della combinazione antecedente.

Vediamo un esempio:



L'uscita A 4.0 è "0" se:

lo stato all'ingresso E 0.0 è "1" *o* lo stato di E 0.1. *e* E 0.2 è "1".

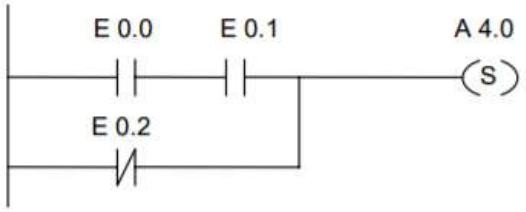
(e = operazione AND; o = operazione OR)

Imposta Bobina

Questa operazione viene eseguita solo se il RLC dell'operazione precedente è "1" (flusso di segnale alla bobina). Se RLC è "1", l'operando specificato dell'elemento viene impostato ad "1".

RLC = 0 non ha alcun effetto; lo stato di segnale dell'operando specificato rimane inalterato.

Vediamo un esempio:



L'uscita A 4.0 viene settata a "1" solo se:

(lo stato all'ingresso E 0.0 e all'ingresso E 0.1 è "1" tramite "AND") o lo stato all'ingresso E 0.2 è "1" tramite "OR".

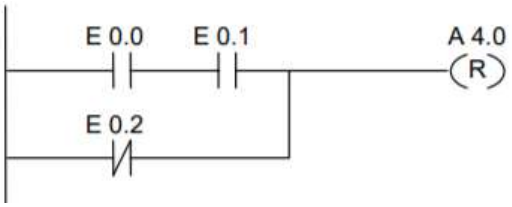
Se RLC è "0", lo stato di segnale dell'uscita A 4.0 rimane uguale.

Resetta Bobina

Questa operazione viene eseguita solo se il RLC dell'operazione precedente è "1" (flusso di segnale alla bobina). Se RLC è "1", l'operando specificato dell'elemento viene impostato a "0".

RLC = 0 non ha alcun effetto; lo stato di segnale dell'operando specificato rimane inalterato.

Vediamo un esempio:



L'uscita A 4.0 viene resettata se:

(lo stato all'ingresso E 0.0 *e* all'ingresso E 0.1 è "1") *o* lo stato all'ingresso E 0.2 è "1".
(e = operazione AND; o = operazione OR)

5.2 LINGUAGGIO KOP – ALTRI OPERATORI

Nel programma abbiamo usato altri operatori oltre alle operazioni logiche combinatorie viste ne paragrafi precedenti.

Le operazioni logiche combinatorie già viste agiscono su bit; tuttavia, il PLC è in grado di elaborare insiemi di bit: byte (8 bit), word (16 bit), doubleword (32 bit).

Ciò consente al PLC di elaborare cifre numeriche. Infatti, un numero può essere visto sia come rappresentazione decimale che come rappresentazione binaria di un insieme di bit.

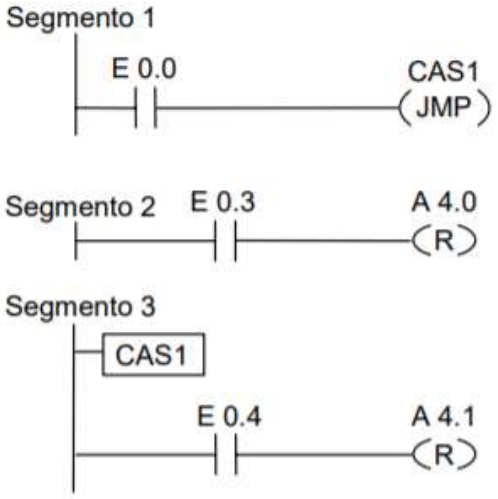
Vediamo quindi nello specifico alcuni degli operatori più importanti utilizzati nel programma.

Operazione di salto condizionato se RLC=1: (JMP)

Questo operatore funziona come un salto condizionato se il RCL della combinazione antecedente è "1".

Per ogni operatore (JMP) deve essere presente anche una destinazione ("label" o etichetta di salto). Le operazioni tra (JMP) e l'etichetta di salto non vengono eseguite.

Vediamo un esempio:



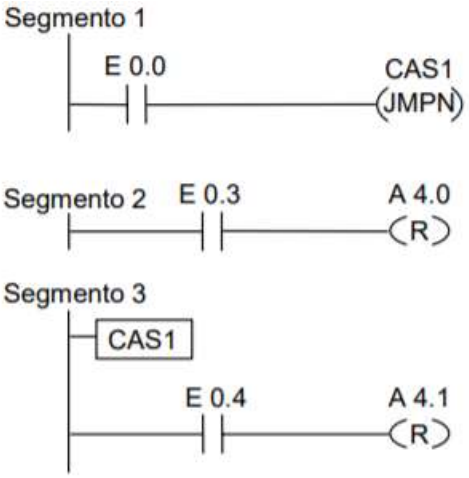
Se E 0.0 = 0, viene eseguito il salto all'etichetta CAS1. A causa del salto, l'operazione per resettare l'uscita A 4.0 non viene eseguita, anche se E 0.3 = 1.

Operazione di salto condizionato se RLC=0: (JMPN)

Questo operatore funziona come un salto condizionato se il RCL della combinazione antecedente è "0".

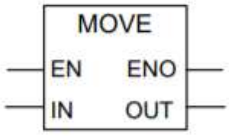
Per ogni operatore (JMPN) deve essere presente anche una destinazione ("label" o etichetta di salto). Le operazioni tra (JMPN) e l'etichetta di salto non vengono eseguite.

Vediamo un esempio:



Se E 0.0 = 0, viene eseguito il salto all'etichetta CAS1. A causa del salto, l'operazione per resettare l'uscita A 4.0 non viene eseguita, anche se E 0.3 = 1.

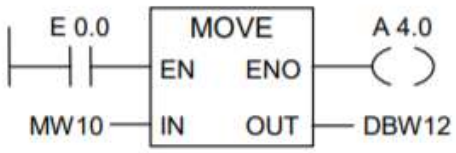
Operazione MOVE (assegna valore)



Parametro	Tipo di dati	Area di memoria	Descrizione
EN	BOOL	E, A, M, L, D	Ingresso di abilitazione
ENO	BOOL	E, A, M, L, D	Uscita di abilitazione
IN	Tutti i tipi di dati semplici con una lunghezza di 8, 16 o 32 bit	E, A, M, L, D oppure costante	Valore sorgente
OUT	Tutti i tipi dati semplici con una lunghezza di 8, 16 o 32 bit	E, A, M, L, D	Operando di destinazione

MOVE (Assegna valore) viene attivato dall'ingresso di abilitazione EN. Il valore indicato dall'ingresso IN viene copiato all'operando indicato dall'uscita OUT. ENO ha lo stesso stato di segnale di EN. L'operazione MOVE può copiare solo oggetti di dati della lunghezza BYTE, WORD o DWORD.

Vediamo un esempio:



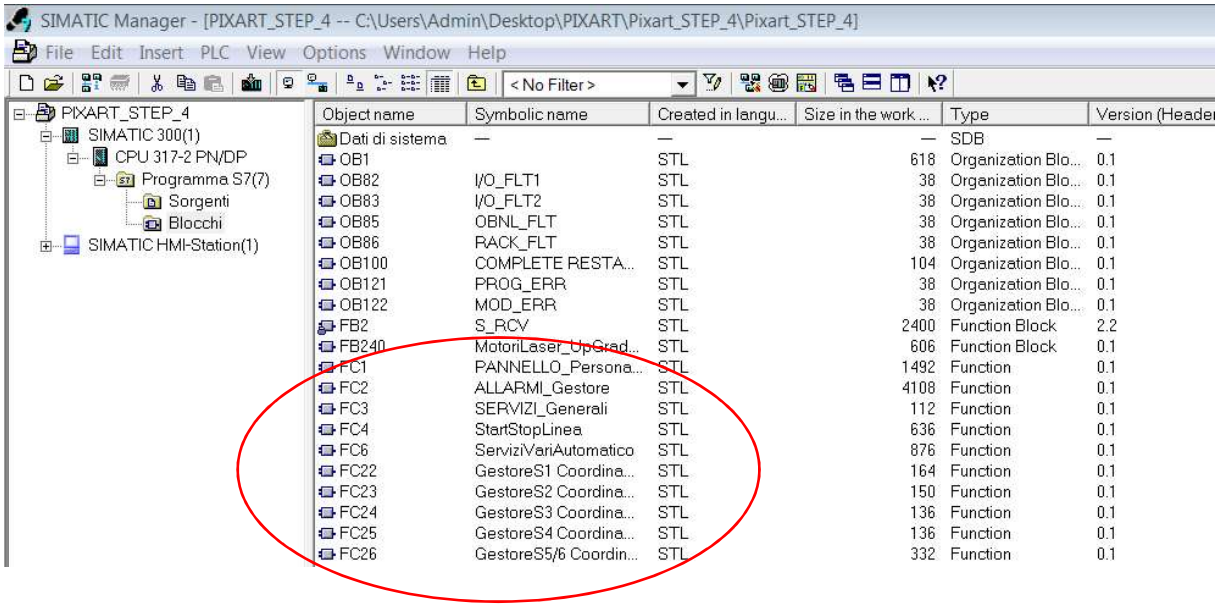
L'operazione viene eseguita se E 0.0 = 1; il contenuto di MW10 viene quindi copiato alla parola di dati 12 dell'attuale blocco di dati aperto.

A 4.0 è "1" se l'operazione viene eseguita.

Operazione CALL FC (richiama funzione)

Questa operazione è usata per richiamare una funzione. Le funzioni (FC) sono insiemi di codice che costituiscono il programma.

Nel programma globale, ogni funzione è caratterizzata da un nome e da un numero:



Le funzioni vengono create dal programmatore e vengono richiamate all'interno di altre funzioni tramite l'operazione CALL FC. Le funzioni più importanti vengono richiamate nel blocco OB1, che viene ciclato dal PLC senza bisogno di essere richiamato. Ogni funzione richiamata nell'OB1 può poi a sua volta richiamare altre funzioni.

Vediamo come funziona l'operazione CALL FC:

Parametro	Tipo di dati	Area di memoria	Descrizione
EN	BOOL	E, A, M, L, D	Ingresso di abilitazione
ENO	BOOL	E, A, M, L, D	Uscita di abilitazione
FC no.	BLOCK_FC	-	Numero della FC; il campo dipende dalla CPU

Il richiamo viene eseguito solo se il risultato logico combinatorio di EN=1.

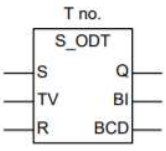
Se l'operazione CALL FC viene eseguita, essa realizza le seguenti funzioni:

- salva l'indirizzo di cui c'è bisogno per ritornare al blocco richiamante;
- crea un nuovo campo di dati locali per la funzione richiamata;
- al termine, l'elaborazione del programma continua nella funzione richiamata.

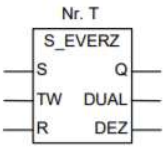
Attenzione: le funzioni vengono elaborate dal PLC in base all'ordine con cui sono richiamate. Se la stessa uscita viene assegnata in più funzioni, varrà solo l'assegnazione eseguita dall'ultima funzione richiamata dal PLC.

Temporizzatore S_EVERZ (ritardo all'inserzione)

Inglese



Tedesco



Parametro Inglese	Parametro Tedesco	Tipo di dati	Area di memoria	Descrizione
T no.	Nr. T	TIMER	T	Numero di identificazione del temporizzatore. Il campo dipende dalla CPU
S	S	BOOL	E, A, M, L, D	Ingresso di avviamento
TV	TW	S5TIME	E, A, M, L, D	Valore di tempo di default
R	R	BOOL	E, A, M, L, D	Ingresso di resettaggio
BI	DUAL	WORD	E, A, M, L, D	Valore di tempo attuale, formato binario
BCD	DEZ	WORD	E, A, M, L, D	Valore di tempo attuale, formato BCD
Q	Q	BOOL	E, A, M, L, D	Stato del temporizzatore

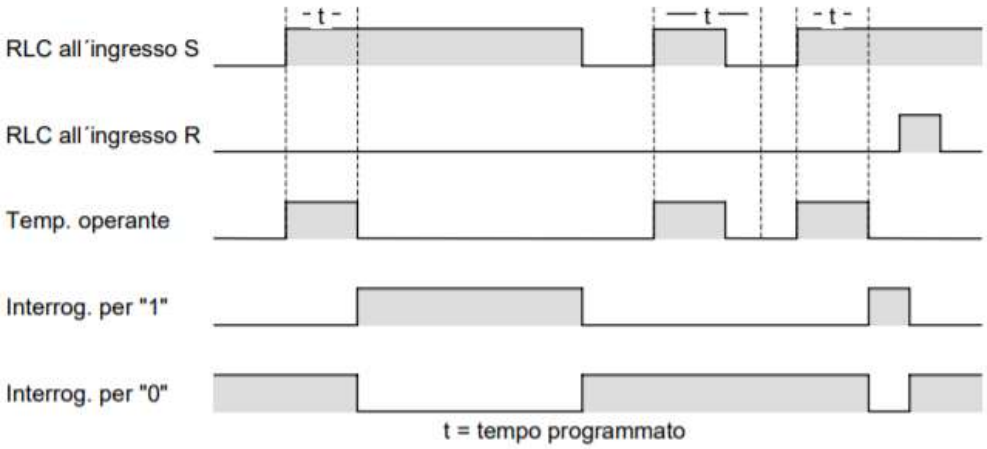
S_EVERZ avvia un temporizzatore specificato se all'ingresso di avviamento S si trova un fronte di salita, cioè se il valore di RLC dell'ingresso passa da "0" a "1". Il temporizzatore continua ad operare per tutta la durata del valore di tempo indicato all'ingresso TV/TW, fino a quando lo stato di segnale all'ingresso S rimane positivo.

Lo stato di segnale dell'uscita Q è "1" se il tempo è trascorso senza errori e lo stato di segnale dell'ingresso S è "1". Se lo stato di segnale all'ingresso S cambia da "1" a "0" mentre il temporizzatore è attivo, il temporizzatore viene arrestato. In questo caso, lo stato di segnale all'uscita Q è "0".

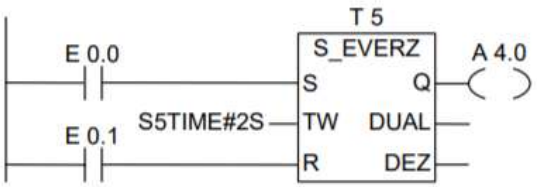
Mentre il temporizzatore è attivo, esso viene resettato se vi è un cambiamento da "0" a "1" all'ingresso di reset R. Anche il valore di tempo attuale e la base di tempo vengono impostati a zero. Lo stato di segnale all'uscita Q è quindi "0". Inoltre, il temporizzatore viene resettato anche quando lo stato di segnale all'ingresso di reset R è "1", mentre il temporizzatore non è attivo, ed RLC è "1" all'ingresso S.

Diagramma degli impulsi

Caratteristiche del temporizzatore come ritardo all'inserzione:



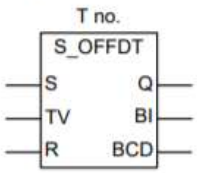
Vediamo un esempio:



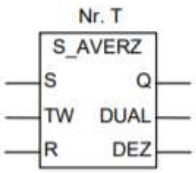
Se lo stato di segnale dell'ingresso E 0.0 cambia da "0" a "1" (ovvero se c'è un fronte di salita nel RLC), il temporizzatore T5 viene avviato. Se il tempo specificato di due secondi (2 sec) è trascorso e lo stato di segnale all'ingresso E 0.0 è sempre "1", l'uscita A 4.0 è "1". Se lo stato di segnale di E 0.0 cambia da "1" a "0", il temporizzatore viene arrestato e l'uscita A 4.0 è "0". (Se lo stato di segnale dell'ingresso E 0.1 cambia da "0" a "1", il temporizzatore viene resettato, a prescindere dal fatto se il temporizzatore sia o no attivo).

Temporizzatore S_AVERZ (ritardo alla disinserzione)

Inglese



Tedesco



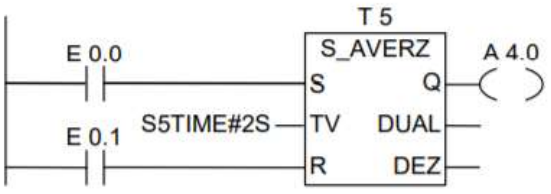
Parametro Inglese	Parametro Tedesco	Tipo di dati	Area di memoria	Descrizione
T no.	Nr. T	TIMER	T	Numero di identificazione del temporizzatore. Il campo dipende dalla CPU
S	S	BOOL	E, A, M, L, D	Ingresso di avviamento
TV	TW	S5TIME	E, A, M, L, D	Valore di tempo di default
R	R	BOOL	E, A, M, L, D	Ingresso di resettaggio
BI	DUAL	WORD	E, A, M, L, D	Valore di tempo attuale, formato binario
BCD	DEZ	WORD	E, A, M, L, D	Valore di tempo attuale, formato BCD
Q	Q	BOOL	E, A, M, L, D	Stato del temporizzatore

S_AVERZ avvia un temporizzatore specificato se all'ingresso di avviamento S si trova un fronte di discesa, cioè se il valore di RLC dell'ingresso passa da "1" a "0". Il valore dell'uscita Q è "1" se lo stato di segnale all'ingresso S è "1", oppure se il temporizzatore è operante.

Il temporizzatore viene arrestato quando lo stato di segnale all'ingresso S cambia da "0" a "1" mentre il temporizzatore è attivo. Il temporizzatore non viene riavviato finché lo stato di segnale all'ingresso S non cambia nuovamente da "1" a "0".

Mentre il temporizzatore è attivo, un cambiamento da "0" a "1" all'ingresso di reset R del temporizzatore resetta il temporizzatore.

Vediamo un esempio:



Se lo stato di segnale dell'ingresso E 0.0 cambia da "1" a "0", il temporizzatore viene avviato.

A 4.0 è "1" se lo stato di segnale di E 0.0 è "1", oppure se il temporizzatore è operante.
(Se lo stato di segnale dell'ingresso E 0.1 cambia da "0" a "1", mentre il tempo è attivo, il temporizzatore viene resettato).

6. Analisi Programma PLC Impianto

Viste queste nozioni basilari del linguaggio KOP, possiamo passare all'analisi del software vero e proprio dell'impianto.

Il software gestisce tutto l'impianto, dagli allarmi alle logiche di movimentazione, ed è quindi molto ampio. E' quindi impossibile pensare di vederlo nella sua interezza; per questo motivo ci concentreremo su alcuni punti fondamentali del programma.

In particolare ci focalizzeremo sui seguenti aspetti del programma:

- Gestione allarmi
- Gestione modalità manuale / semiautomatica / automatica
- Sequenze logiche trasferimento rullo-rullo
- Comunicazione PLC/PC (LIV.1/LIV.2)
- Gestione motori/attuatori
- Gestione elevatore/discensore

6.1 Gestione Allarmi

Gli allarmi sono gestiti dalla funzione FC2 ("Allarmi_Gestore"), che si appoggia al blocco dati DB2 ("DB_GestioneAllarmi").

Il DB2 è strutturato come un insieme di tanti Bit ognuno dei quali, se assume valore "1", ci indica la presenza dell'allarme che descrive:

28.0	Allarmi.Segnalazione_201	BOOL	FALSE	FALSE	AL201. Generale grave. Intervento protezioni 24VDC interno quadro
28.1	Allarmi.Segnalazione_202	BOOL	FALSE	FALSE	AL202. Generale grave. Allarme pressostato controllo alimentazione pneumatica
28.2	Allarmi.Segnalazione_203	BOOL	FALSE	FALSE	AL203. Generale grave. Emergenza premuta su pulsantiera P2
28.3	Allarmi.Segnalazione_204	BOOL	FALSE	FALSE	AL204. Generale grave. Emergenza premuta su pulsantiera P3
28.4	Allarmi.Segnalazione_205	BOOL	FALSE	FALSE	AL205. Generale grave. Emergenza premuta su pulsantiera P4
28.5	Allarmi.Segnalazione_206	BOOL	FALSE	FALSE	AL206. Generale grave. Emergenza premuta su pulsantiera P5
28.6	Allarmi.Segnalazione_207	BOOL	FALSE	FALSE	AL207. Generale grave. Emergenza premuta su pulsantiera P6
28.7	Allarmi.Segnalazione_208	BOOL	FALSE	FALSE	AL208. Generale grave. Emergenza premuta su quadro zona pallettizzatori
29.0	Allarmi.Segnalazione_209	BOOL	FALSE	FALSE	AL209. Generale grave. Relè di emergenza, circuiti sicurezza disattivati
29.1	Allarmi.Segnalazione_210	BOOL	FALSE	FALSE	AL210. Generale grave. Emergenza premuta su quadro elevatore 1
29.2	Allarmi.Segnalazione_211	BOOL	FALSE	FALSE	AL211. Generale grave. Emergenza premuta su quadro elevatore 2
29.3	Allarmi.Segnalazione_212	BOOL	FALSE	FALSE	AL212. Generale grave. Emergenza premuta su pulsantiera P7
29.4	Allarmi.Segnalazione_213	BOOL	FALSE	FALSE	AL213. Generale grave. Emergenza premuta su pulsantiera P8
29.5	Allarmi.Segnalazione_214	BOOL	FALSE	FALSE	AL214. Generale grave. Emergenza premuta su pulsantiera P9
29.6	Allarmi.Segnalazione_215	BOOL	FALSE	FALSE	AL215. Generale grave.Emergenza premuta su pulsantiera P11
29.7	Allarmi.Segnalazione_216	BOOL	FALSE	FALSE	AL216. Generale grave. Riserva per allarme grave

Indirizzi Bit

Descrizioni allarmi

Notiamo come nella prima colonna di sinistra comppaiano gli indirizzi di ogni singolo bit del DB, mentre nell'ultima colonna di destra abbiamo le descrizioni di ogni allarme.

Ad esempio, l'allarme 201 che ci indica l'intervento dei fusibili elettronici, ha indirizzo 28.0 e sarà quindi indicato nel programma dalla seguente notazione: DB2.DBX28.0

Dal DB gli allarmi vengono poi trasmessi al pannello HMI ("Human Machine Interface"). Questo dispositivo verrà descritto in modo dettagliato nel capitolo successivo; anticipiamo solo che si tratta di un touch panel tramite il quale gli operatori possono appunto visualizzare gli allarmi e svolgere altre operazioni.

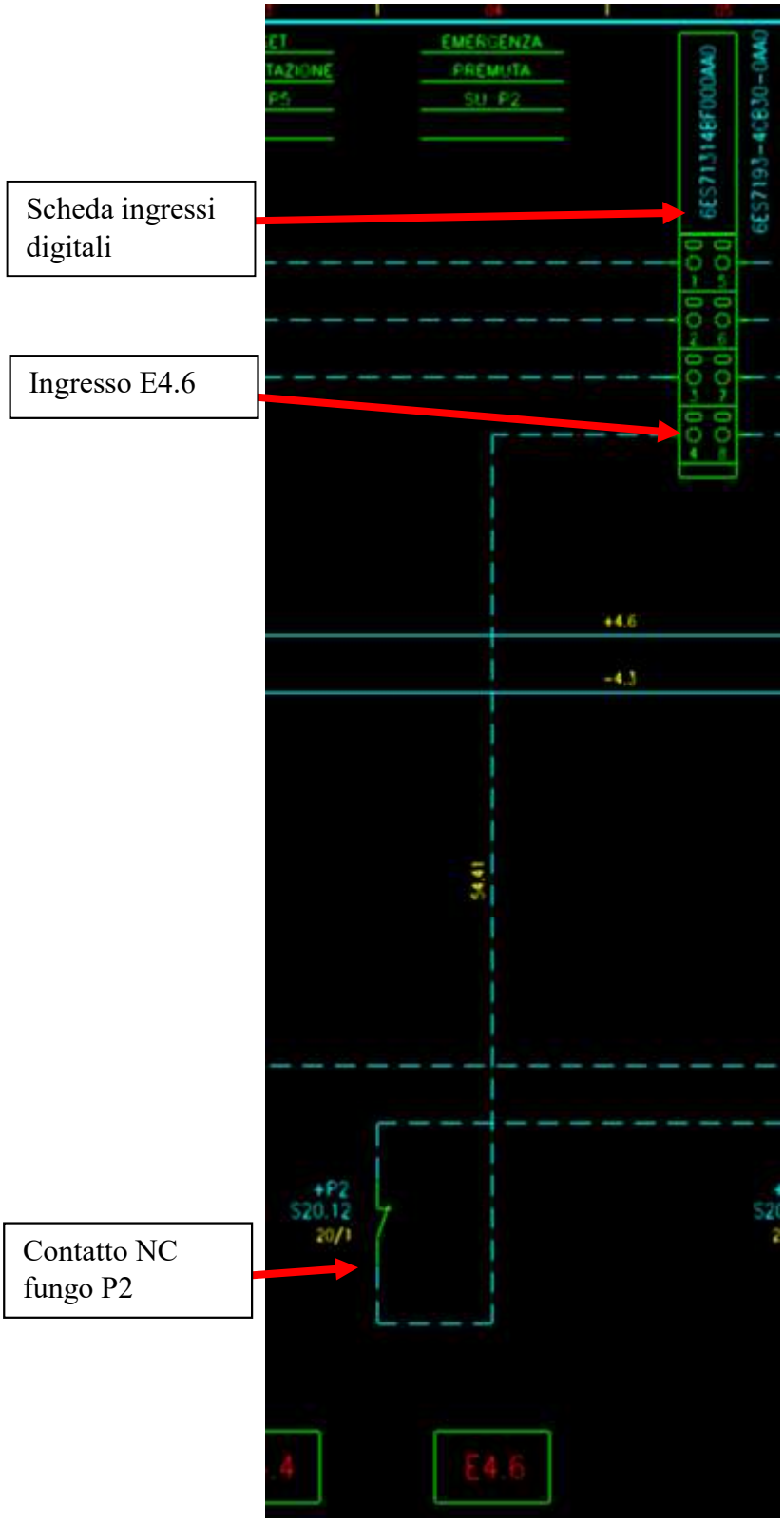
Pannello HMI: visualizzazione allarme in corso

Abbiamo detto in precedenza che gli allarmi vengono gestiti dalla FC2. In questa FC, vengono gestiti i segnali di vari ingressi digitali in modo da generare gli allarmi.

Vediamo ad esempio come sono gestiti gli allarmi dei funghi di emergenza. Prendiamo come esempio il fungo di emergenza P2:

```
⊟ Network 3: [AL203] PRESSIONE PULSANTE DI EMERGENZA SU PULSANTIERA P2

                                    DB2.DBX28.
    E4.6                                2
──────┤/├──────────────────────────────────────( )────┤

Symbol information:
 E4.6              Emergenza_P2                                    -- Pulsante di emergenza su pulsantiera P2.
 DB2.DBX28.2       "DB_GestioneAllarmi".Allarmi.Segnalazione_203   -- AL203. Generale grave. Emergenza premuta su pulsantiera P2
```

Consultando gli schemi elettrici, notiamo come in effetti l'ingresso E4.6 corrisponda al contatto normalmente chiuso del fungo di emergenza P2:


Scheda ingressi digitali
Ingresso E4.6
Contatto NC fungo P2
EMERGENZA
PREMUTA
+4.6
-4.3
54.41
+P2
S20.12
E4.6

Si capisce che, quando il fungo P2 NON è premuto, la corrente circola nel contatto NC del fungo e quindi il valore dell'ingresso E4.6 è "1". Quando viene premuto il fungo, si apre il contatto NC e non circola più corrente, quindi l'ingresso E4.6 assume valore "0". Si è scelto di usare un contatto normalmente perché in caso di guasto del dispositivo l'allarme viene subito segnalato.

Lo stesso ragionamento viene applicato a tutti i pulsanti di emergenza dell'impianto.

Abbiamo visto come sono gestiti via software gli allarmi dei pulsanti di emergenza. Questi sono gli allarmi più importanti, perché indicano all'operatore quale fungo è stato premuto. Infatti finché non vengono riarmati tutti i funghi, il rele' non può essere riarmato, e l'impianto non può essere messo in funzione.

Vediamo quindi nel prossimo capitolo come viene gestito dal programma l'avvio dell'impianto e come sono gestite le 3 modalità di lavoro manuale, semiautomatica e automatica.

6.2 Gestione modalità manuale / semiautomatica / automatica

Le modalità manuale e automatica sono selezionabili tramite un selettore a chiave posto sul quadro principale, mentre la modalità semiautomatica è selezionabile da pannello HMI:

Selettore modalità manuale/automatica

Pulsante avvio impianto

Pulsante arresto impianto

Descriveremo ora queste 3 modalità di lavoro:

- *Modalità manuale:* in questa modalità, l'operatore può attivare ogni singolo dispositivo dell'impianto tramite pannello HMI (motorulli, deviatori, elevatori, scanner…). Questa modalità è riservata a personale esperto ed è usata soprattutto per scopi di manutenzione. Quando viene selezionata questa modalità tramite il selettore a chiave, il ciclo automatico viene arrestato. E' quindi consigliabile selezionare questa modalità a ciclo fermo.
- *Modalità automatica:* questa modalità è la modalità usata durante il ciclo di lavorazione dell'impianto. In questa modalità, i colli si muovono secondo le sequenze logiche contenute nel programma PLC. Inoltre, in questa modalità vi è comunicazione tra PLC ("livello 1") e sistema informatico di gestione ("livello 2 ") per cui le destinazioni dei colli sono gestite dal livello 2. Una volta selezionata questa modalità tramite il selettore a chiave, bisogna avviare l'impianto premendo il pulsante verde di marcia impianto. L'avvio del ciclo non è possibile se ci sono allarmi in corso, per cui prima di avviare l'impianto l'operatore deve risolvere tutti gli allarmi presenti sul pannello HMI. Il ciclo può essere arrestato premendo il pulsante rosso di arresto impianto In tal caso, viene eseguito un arresto "morbido" del ciclo, cioè il ciclo attende che finiscano tutti i trasferimenti in corso prima di arrestarsi. L'arresto morbido si differenzia dall'arresto "brusco" generato dalla pressione di un fungo di emergenza: infatti quando viene premuto un fungo, come abbiamo spiegato nei capitoli precedenti, tutti i dispositivi in movimento si arrestano immediatamente.
- *Modalità semiautomatica:* questa modalità, simile alla modalità automatica, si differenzia da quest'ultima unicamente per l'assenza di comunicazione con il livello 2. Questo significa che la destinazione dei colli, invece di essere assegnata dal sistema informatico, viene stabilita dall'operatore sul pannello HMI. Inoltre i colli non possono essere etichettati perché le etichettatrici ricevono le etichette da stampare direttamente dal livello 2. Questa modalità è utilizzata principalmente dai tecnici in fase di messa in servizio dell'impianto, per verificare che le sequenze logiche dei trasferimenti funzionino senza interferenze da parte del sistema informatico. Per selezionare questa modalità, l'operatore deve arrestare il ciclo e, con il selezionatore a chiave su "automatico", andare nella pagina apposita del pannello HMI (protetta da password)e selezionare la modalità semiautomatica.

Ora che abbiamo descritto le 3 modalità di lavoro dell'impianto, vediamo come sono gestite dal software PLC.

La funzione che gestisce le modalità di lavoro e l'avvio/arresto dell'impianto è la FC4 ("StartStopLinea").

Questa funzione si appoggia al DB100 (vedi pagina successiva):

+0.0	QUADRO	STRUCT	
+0.0	ModoManuale	BOOL	FALSE
+0.1	ModoSemiautomatico	BOOL	FALSE
+0.2	ModoAutomatico	BOOL	FALSE
+0.3	Riserva_03	BOOL	FALSE
+0.4	Riserva_04	BOOL	FALSE
+0.5	Riserva_05	BOOL	FALSE
+0.6	Riserva_06	BOOL	FALSE
+0.7	Riserva_07	BOOL	FALSE
+1.0	RichiestaAvvioCiclo	BOOL	FALSE
+1.1	CicloSemiautoAttivo	BOOL	FALSE
+1.2	CicloAutomaticoAttivo	BOOL	FALSE
+1.3	CicloAttivo	BOOL	FALSE
+1.4	RichiestaArrestoMorbido	BOOL	FALSE
+1.5	CicloFermo	BOOL	FALSE
+1.6	Riserva_16	BOOL	FALSE
+1.7	Riserva_17	BOOL	FALSE
+2.0	AuxFDSPulsanteMarcia	BOOL	FALSE
+2.1	FDSPulsanteMarcia	BOOL	FALSE
+2.2	AuxFDSModoManuale	BOOL	FALSE
+2.3	FDSModoManuale	BOOL	FALSE
+2.4	AuxFDSCicloAvviato	BOOL	FALSE
+2.5	FDSCicloAvviato	BOOL	FALSE
+2.6	Riserva_26	BOOL	FALSE
+2.7	Riserva_27	BOOL	FALSE
+3.0	Riserva_30	BYTE	B#16#0

Vediamo come questi Bit sono gestiti dalla FC4.

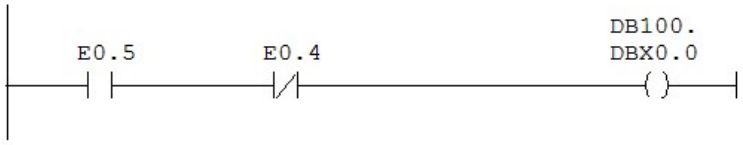
Prima di tutto, all'inizio della funzione vengono gestite le modalità di lavoro.

Alla pagina seguente, possiamo osservare i primi 3 segmenti della FC4 in cui vengono gestite le modalità di lavoro.

Possiamo notare come gli ingressi che gestiscono le modalità automatica e manuale siano a tutti gli effetti degli ingressi digitali fisici, mentre la modalità semiautomatica è gestita dal merker M600.0 (memoria interna).

Il valore di questo merker è assegnato a "1" dalla pressione di un pulsante presente sul pannello HMI.

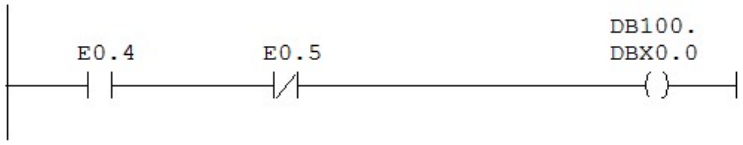
⊟ **Network 1 :** Riconosce selezione modo funzionamento manuale



Symbol information:

E0.5	Manuale
E0.4	Automatico
DB100.DBX0.0	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.ModoManuale

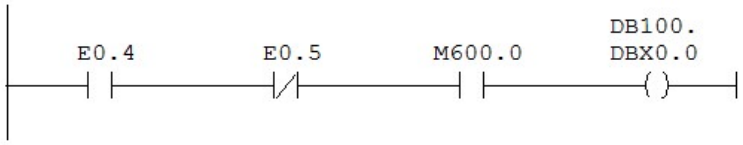
⊟ **Network 2 :** Riconosce selezione modo funzionamento automatico



Symbol information:

E0.4	Automatico
E0.5	Manuale
DB100.DBX0.0	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.ModoManuale

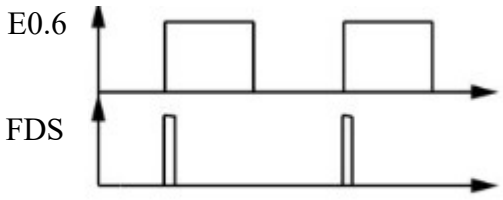
⊟ **Network 3 :** Riconosce selezione modo funzionamento semiautomatico



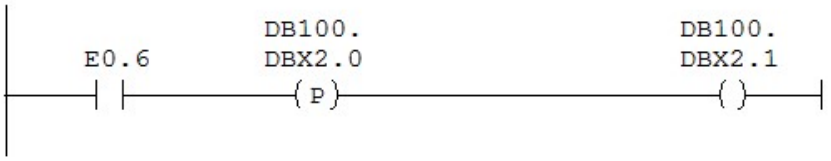
Symbol information:

E0.4	Automatico
E0.5	Manuale
M600.0	Semiautomatico (HMI)
DB100.DBX0.0	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.ModoManuale

Dopo aver definito i Bit delle modalità di lavorazione, procediamo a gestire l'avvio della linea. Prima di tutto, generiamo un fronte di salita per la pressione del pulsante di avvio impianto. Il fronte di salita assume valore "1" solo per un tempo ciclo, quando viene premuto il pulsante di avvio impianto (E0.6):



⊟ **Network 4**: Genera FDS pulsante di avvio del ciclo

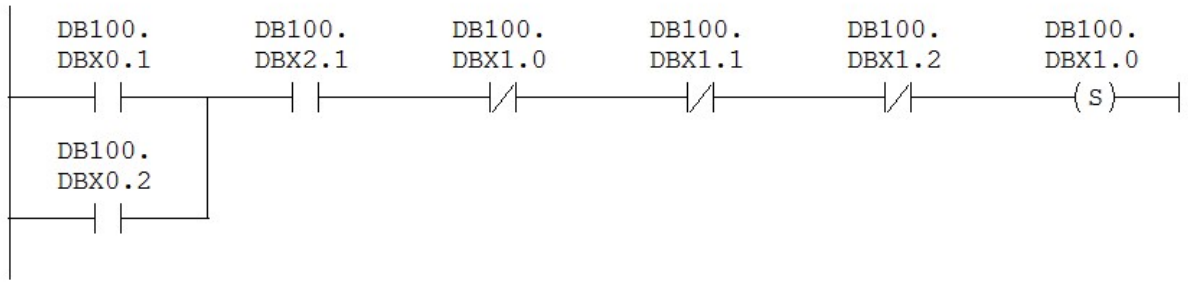


Symbol information:

E0.6	Marcia impianto
DB100.DBX2.0	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.AuxFDSPulsanteMarcia
DB100.DBX2.1	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.FDSPulsanteMarcia

Il fronte di salita viene quindi utilizzato per settare a "1" la richiesta di avvio del ciclo. Si usa il fronte di salita e non il semplice segnale di ingresso per evitare di settare più volte la richiesta di avvio: il fronte di salita infatti, rimanendo a "1" solo per la durata di un tempo ciclo del PLC, ci garantisce che la richiesta di avvio venga settata una sola volta:

⊟ **Network 5**: Avvio, arresto ciclo auto/semiauto



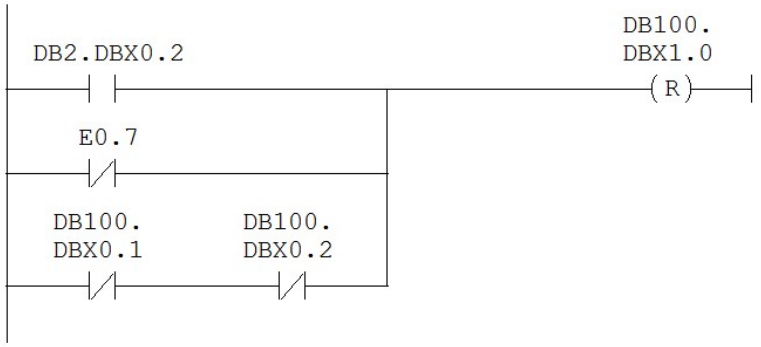
Symbol information:

DB100.DBX0.1	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.ModoSemiautomatico
DB100.DBX0.2	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.ModoAutomatico
DB100.DBX2.1	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.FDSPulsanteMarcia
DB100.DBX1.0	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.RichiestaAvvioCiclo
DB100.DBX1.1	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.CicloSemiautoAttivo
DB100.DBX1.2	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.CicloAutomaticoAttivo

Notiamo come le condizioni richieste per impostare la richiesta di avvio ciclo siano la modalità automatica OPPURE la modalità semiautomatica, in serie con il fronte di salita del pulsante di avvio. Inoltre, non dobbiamo avere né il ciclo già attivo (in auto o in semi), né una richiesta di avvio già settata.

La richiesta di avvio può tuttavia essere resettata subito dopo essere stata settata, se si verificano le seguenti condizioni:

Network 6: SOSPENSIONE avvio



Symbol information:

DB2.DBX0.2	"DB_GestioneAllarmi".AllarmeGrave
E0.7	Arresto impianto
DB100.DBX0.1	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.ModoSemiautomatico
DB100.DBX0.2	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.ModoAutomatico
DB100.DBX1.0	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.RichiestaAvvioCiclo

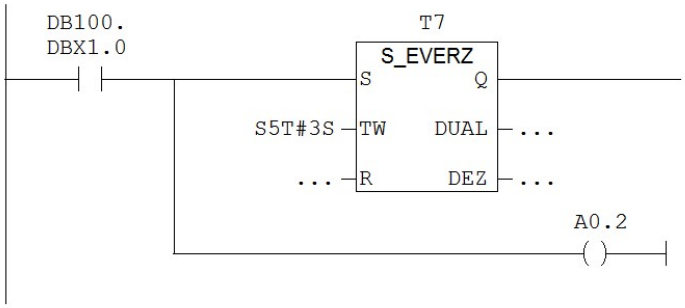
Le condizioni che fanno cadere la richiesta di avvio sono:

- La presenza di un allarme grave (es: fungo emergenza): il bit DB2.DBx0.2 è un cumulativo di tutti gli allarmi gravi dell'impianto;
  OPPURE
- Il pulsante di arresto impianto premuto;
  OPPURE
- Il passaggio improvviso alla modalità manuale (né automatico né semiautomatico).

Notiamo come il pulsante di arresto impianto sia stato cablato con un contato normalmente chiuso (1=pulsante di arresto NON premuto, 0=pulsante di arresto premuto), questo per essere sicuri che, in caso di guasto del pulsante, la richiesta di avvio venga sempre resettata.

La richiesta di avvio dura 3 secondi, durante i quali viene attivata una segnalazione acustica (cicalino) per avvisare gli operatori:

Network 7: ATTESA avviso acustico



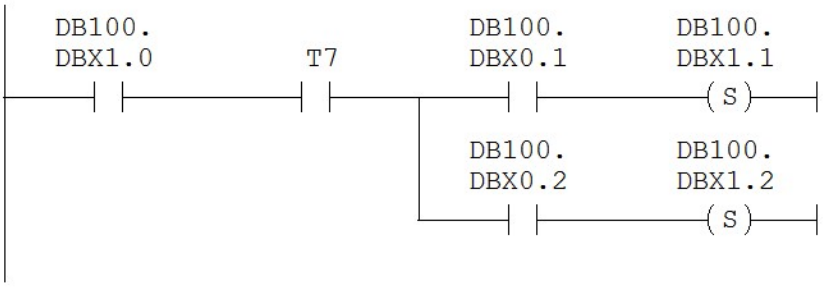
Symbol information:

DB100.DBX1.0	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.RichiestaAvvioCiclo
T7	AttesaAvvioCiclo
A0.2	Seg. Acustica

Al termine dei 3 secondi, viene impostato il bit di ciclo automatico/semiautomatico attivo, e viene resettato il bit di richiesta avvio.

Viene inoltre assegnato il bit DB100.DBX1.3, che ci indica che vi è un generico ciclo attivo (automatico OPPURE semiautomatico):

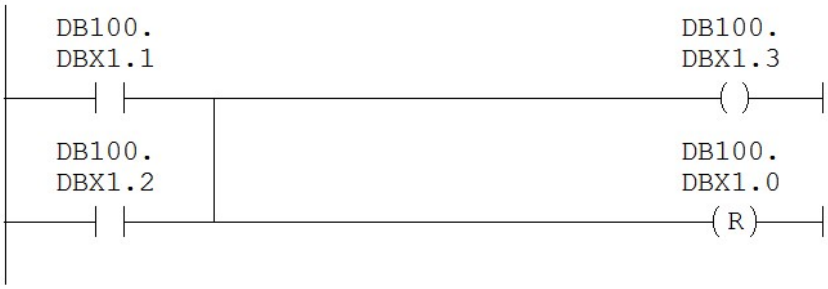
Network 8: CICLO avviato in modalità AUTOMATICA/SEMIAUTOMATICA



Symbol information:

DB100.DBX1.0	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.RichiestaAvvioCiclo
T7	AttesaAvvioCiclo
DB100.DBX0.1	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.ModoSemiautomatico
DB100.DBX1.1	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.CicloSemiautoAttivo
DB100.DBX0.2	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.ModoAutomatico
DB100.DBX1.2	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.CicloAutomaticoAttivo

Network 9: RICONOSCE ciclo attivo + RESET RICHIESTA AVVIO



Symbol information:

DB100.DBX1.1	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.CicloSemiautoAttivo
DB100.DBX1.2	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.CicloAutomaticoAttivo
DB100.DBX1.3	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.CicloAttivo
DB100.DBX1.0	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.RichiestaAvvioCic

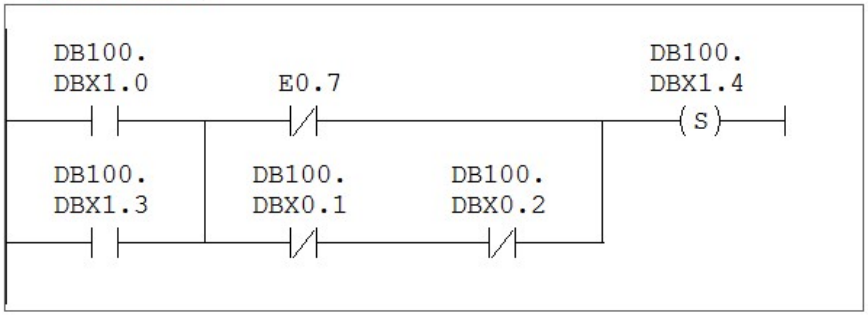
A questo punto il ciclo è avviato.

Abbiamo visto i vari step per l'avvio automatico/semiautomatico; vediamo come arrestare il ciclo.

Ricordiamo, come anticipato precedentemente, che gestiremo un arresto morbido del ciclo, che a differenza dell'arresto brusco (funghi emergenza) consente ai trasferimenti in corso di finire i movimenti.

Per prima cosa impostiamo quindi la richiesta di arresto:

Network 10: RICHIESTA arresto morbido ciclo automatico/semiautomatico



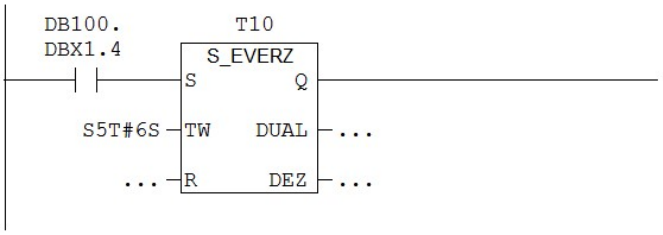
Symbol information:

DB100.DBX1.0	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.RichiestaAvvioCiclo
DB100.DBX1.3	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.CicloAttivo
E0.7	Arresto impianto
DB100.DBX0.1	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.ModoSemiautomatico
DB100.DBX0.2	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.ModoAutomatico
DB100.DBX1.4	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.RichiestaArrestoMorbido

La richiesta di arresto viene settata se abbiamo il ciclo attivo (auto o semi) OPPURE la richiesta di avvio; inoltre dobbiamo premere il pulsante di arresto impianto (NC) OPPURE girare il selettore su manuale (né automatico né semiautomatico).

Una volta settata la richiesta di arresto, dobbiamo tenerla a "1" fino a quando non vengono arrestati tutti i trasferimenti in corso. Vi è però il rischio che vi siano uno o più trasferimenti in corso che per vari motivi non possono essere ultimati (es: colli incastrati). E' quindi necessario impostare un tempo oltre il quale la richiesta di arresto genera l'arresto del ciclo indipendentemente dal fatto che i trasferimenti siano tutti conclusi. Si è scelto di impostare questo timeout a 6 secondi. Vediamo come tutto ciò è stato implementato nel software:

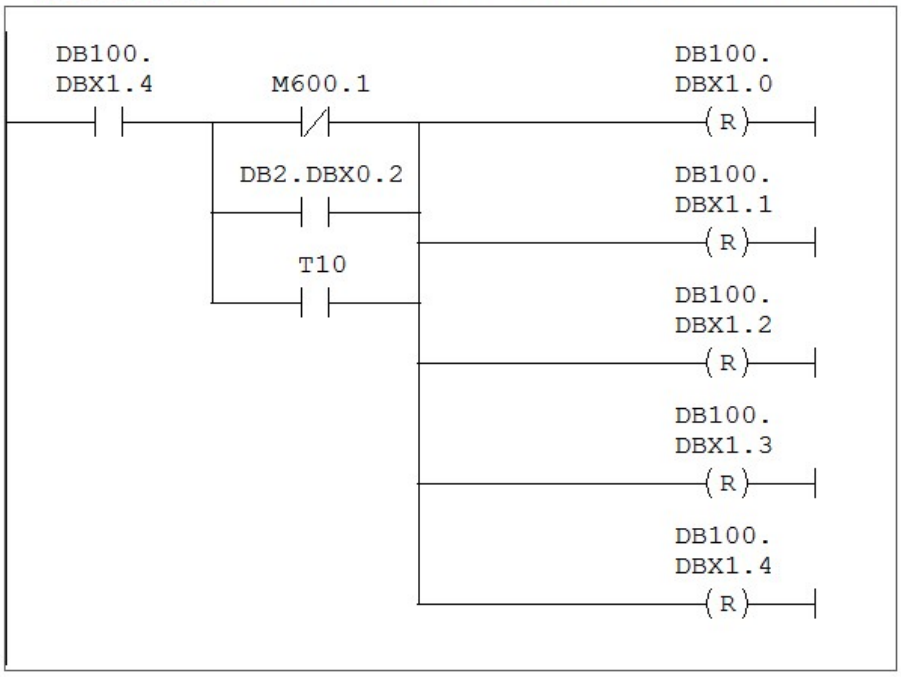
Network 11: TIMEOUT richiesta arresto morbido



Symbol information:

DB100.DBX1.4	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.RichiestaArrestoMorbido
T10	TmtArrestoCiclo

Network 12: ATTENDE/VERIFICA esaurimento trasferimenti



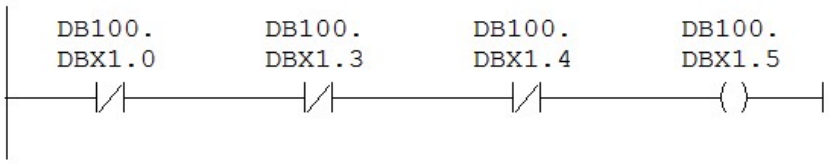
Symbol information:

DB100.DBX1.4	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.RichiestaArrestoMorbido
M600.1	trasferimenti_in_corso
DB2.DBX0.2	"DB_GestioneAllarmi".AllarmeGrave
T10	TmtArrestoCiclo
DB100.DBX1.0	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.RichiestaAvvioCiclo
DB100.DBX1.1	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.CicloSemiautoAttivo
DB100.DBX1.2	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.CicloAutomaticoAttivo
DB100.DBX1.3	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.CicloAttivo

Notiamo quindi che l'arresto viene eseguito resettando i bit di richiesta avvio/cicli attivi/richiesta arresto. Questi bit vengono resettati se abbiamo impostato la richiesta di arresto e non vi sono più trasferimenti in corso (il merker M600.1 rappresenta un cumulativo di tutti i trasferimenti in corso) OPPURE se vi è un allarme grave OPPURE se sono trascorsi i 6 secondi del timeout trasferimenti in corso.

A questo punto non ci resta che assegnare il bit di ciclo fermo per indicare su pannello HMI che non vi è nessun ciclo attivo:

⊟ **Network 13 :** RICONOSCE ciclo fermo (segnalazione per pannello)



Symbol information:

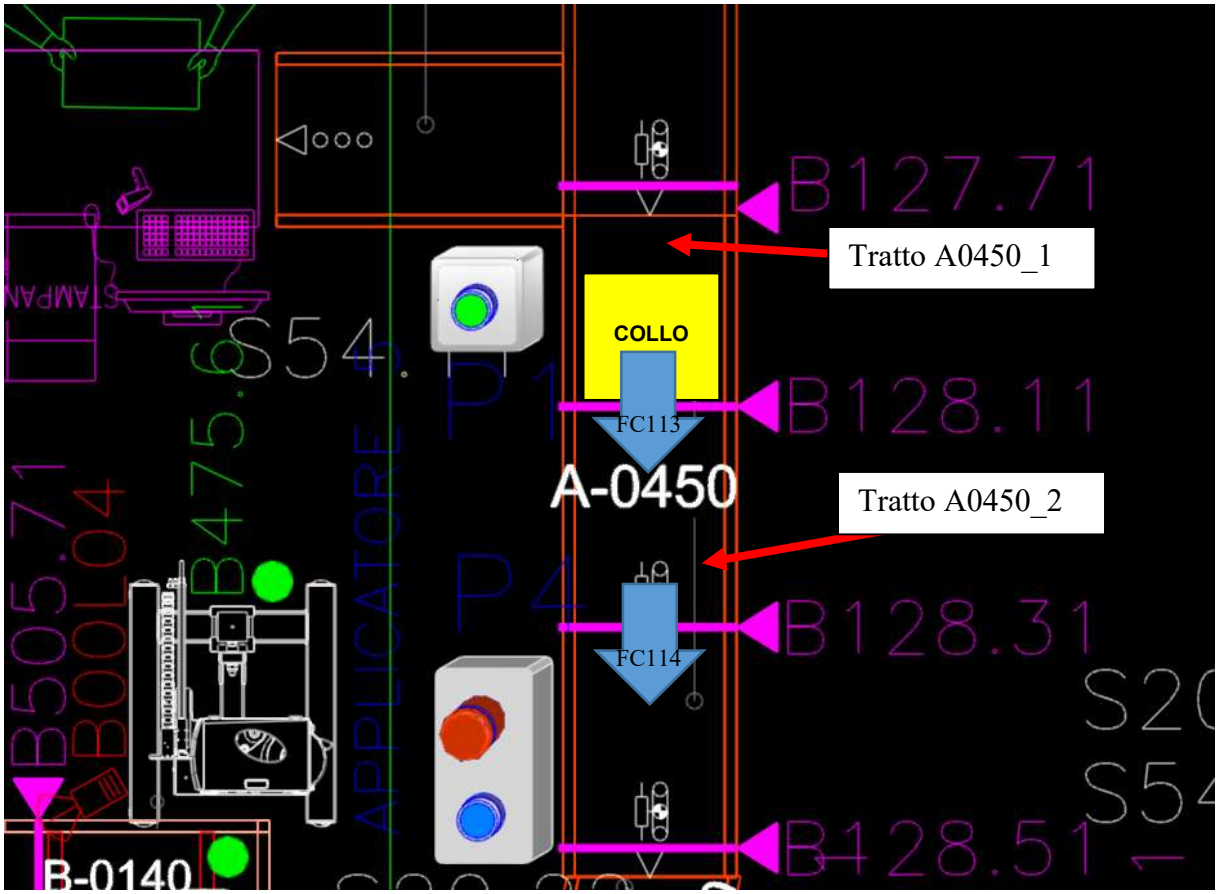
```
DB100.DBX1.0        "PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.RichiestaAvvioCic
                    lo
DB100.DBX1.3        "PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.CicloAttivo
DB100.DBX1.4        "PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.RichiestaArrestoM
                    orbido
DB100.DBX1.5        "PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.CicloFermo
```

Abbiamo visto come vengono gestiti l'avvio e l'arresto dell'impianto. Nel prossimo capitolo vedremo come sono gestiti i trasferimenti.

6.3 Trasferimento rullo-rullo

In questo capitolo esamineremo la parte di programma che descrive le sequenze di trasferimento da una rulliera motorizzata di partenza a una rulliera motorizzata di arrivo.

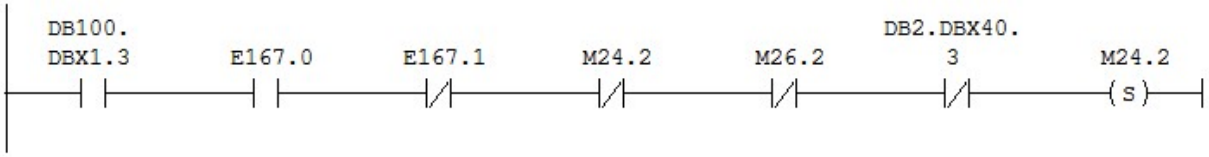
Consideriamo a titolo di esempio il seguente trasferimento nella linea 1, dalla rulliera A0450_1 alla rulliera A0450_2:



Il collo deve essere trasferito dalla fotocellula B128.11 (tratto A0450_1) alla fotocellula B128.31 (tratto A0450_2). Questo trasferimento è gestito dalla funzione FC113, che andremo ad analizzare.

Come prima cosa vengono considerate le condizioni di inizio:

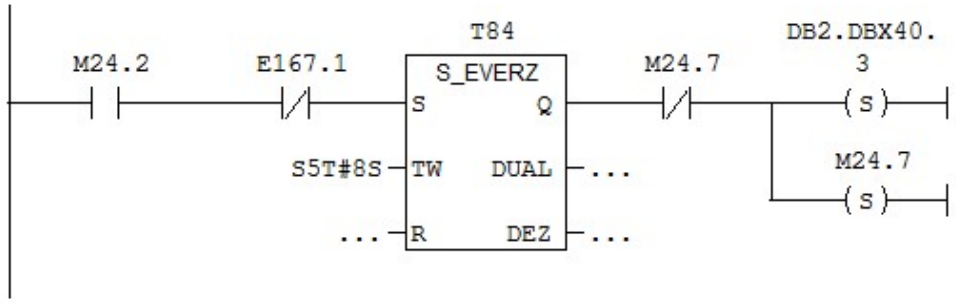
```
FC113 : Trasferimento da A-0450-1 a tratto A-0450-2
⊟ Network 1 : CONDIZIONI AVVIO
```




```
Symbol information:
 DB100.DBX1.3       "PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.CicloAttivo
 E167.0             B128.11
 E167.1             B128.31
 M24.2              FC113.Trasf_in_corso
 M26.2              FC114.Trasf_in_corso
 DB2.DBX40.3        "DB_GestioneAllarmi".Allarmi.Timeout_A450_1_A450_2
```

Notiamo che per far partire la funzione, dobbiamo avere il ciclo avviato (automatico o semiautomatico) e avere la fotocellula B128.11 impegnata. Inoltre, NON dobbiamo avere né la fotocellula di arrivo impegnata né il trasferimento successivo in corso (rulliera di arrivo vuota). Infine NON dobbiamo avere l'allarme di timeout del trasferimento. Vediamo come viene gestito questo allarme:

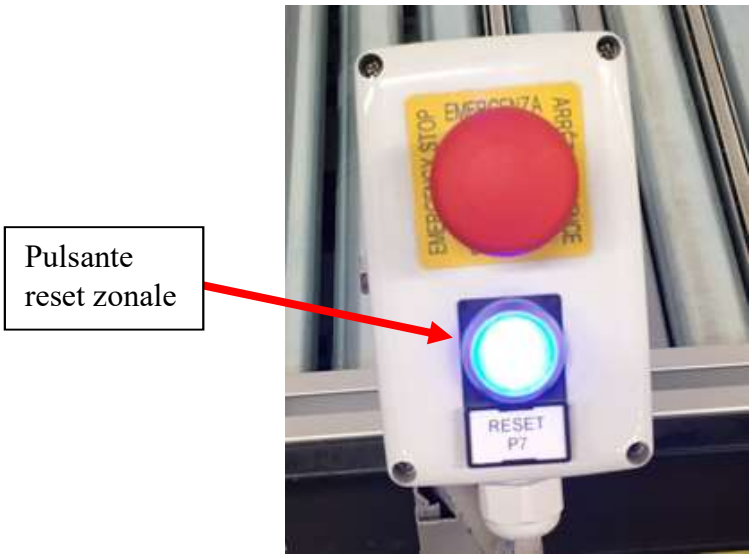
```
⊟ Network 2 : GESTIONE TIMEOUT
```




```
Symbol information:
 M24.2              FC113.Trasf_in_corso
 E167.1             B128.31
 T84                FC113_CTRLTimeout
 M24.7              FC113.PrimoTimeout
 DB2.DBX40.3        "DB_GestioneAllarmi".Allarmi.Timeout_A450_1_A450_2
```

Notiamo che l'allarme di timeout viene settato dopo 8 secondi se non viene impegnata la fotocellula di arrivo.

Gli allarmi di timeout, che compaiono sul pannello HMI, servono a segnalare agli operatori che vi è un potenziale problema sui tratti coinvolti (colli incastrati, ostacoli…). Quando si verifica un allarme di timeout i tratti del trasferimento coinvolto smettono di girare finché non viene resettato l'allarme. Inoltre viene settato un Bit di "primo timeout già intervenuto". Gli allarmi di timeout possono essere resettati da pannello HMI oppure dalle pulsantiere di reset zonali sparse per l'impianto.



Una volta resettato l'allarme, i tratti riprendono a girare per altri 8 secondi, dopodiché finisce la funzione di trasferimento. Se non si verifica nessun allarme di timeout, la funzione finisce normalmente con l'impegno della fotocellula di arrivo (nel nostro caso B128.31).

```
⊟ Network 3 : RESET TIMEOUT DA PANNELLO O PULSANTIERA

                                          DB2.DBX40.
    M24.0                                     3
──────┤ ├──────────────────────────────────────(R)──────┤

Symbol information:
 M24.0              FC113.Reset_Timeout
 DB2.DBX40.3        "DB_GestioneAllarmi".Allarmi.Timeout_A450_1_A450_2

⊟ Network 4 : FINE TRASFERIMENTO

    M24.2        E167.1                      M24.2
──────┤ ├──────┬──────┤ ├──────────────────┬──────(R)──────┤
                 │                          │
                 │   M24.7          T84     │   M24.7
                 └──────┤ ├──────────┤ ├────┼──────(R)──────┤
                                            │
                                            │ DB2.DBX40.
                                            │     3
                                            └──────(R)──────┤

Symbol information:
 M24.2              FC113.Trasf_in_corso
 E167.1             B128.31
 M24.7              FC113.PrimoTimeout
 T84                FC113_CTRLTimeout
 DB2.DBX40.3        "DB_GestioneAllarmi".Allarmi.Timeout_A450_1_A450_2
```

Notiamo come il merker M24.7 ci serve come memoria di primo timeout già intervenuto, per far finire la funzione dopo il secondo timeout, che viene resettato assieme a M24.7 esaurita la funzione. Ovviamente finita la funzione viene resetto anche il merker M24.2 (trasferimento in corso).

Abbiamo detto che sia il tratto di partenza che il tratto di arrivo girano quando vi è il trasferimento in corso, a meno che non vi sia un allarme di timeout.

Le richieste di movimento verranno elaborate nella funzione che gestisce motori e attuatori, che analizzeremo nei capitoli successivi.

La funzione analizzata in questo capitolo si può considerare un esempio esemplificativo, valido per tutti i trasferimenti rullo-rullo dell'impianto in cui NON vi sia un colloquio con il livello 2.

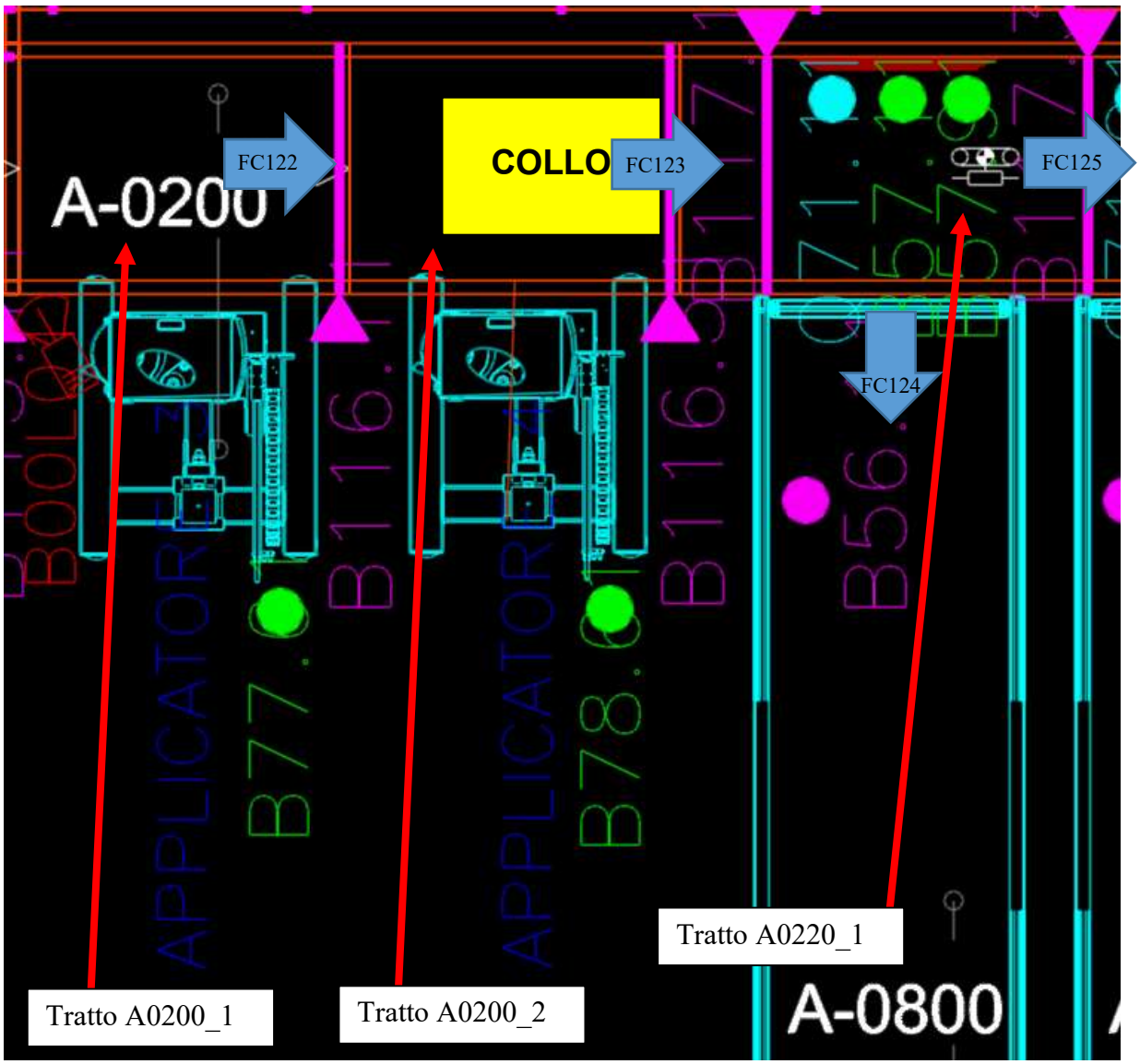
In questo tipo di funzioni infatti non viene comunicato nessun barcode al livello 2: si tratta di movimentazioni semplici gestite unicamente dal PLC.

Vi sono tuttavia altre situazioni in cui vi è un colloquio tra PLC e livello 2, che andremo ad analizzare nel capitolo successivo.

6.4 Comunicazione PLC/PC (LIV.1/LIV.2)

In questo capitolo analizzeremo lo scambio di segnali tra livello 1 (PLC) e livello 2 (PC).

Considereremo a titolo esemplificativo la funzione di ingresso nella zona delle baie di spedizione.



Notiamo che sono presenti due applicatori di etichette: normalmente viene sempre usato l'applicatore 4, l'applicatore 3 è usato solo in caso di guasto dell'applicatore 4.

Lo scanner B00L01 è usato per leggere i barcode dei colli in ingresso. I trasferimenti fino al tratto A0200_2 sono dei normali trasferimenti rullo-rullo, già visti in precedenza. Sul tratto A0200_2 vi è uno scambio di dati tra PLC e livello 2. Questo scambio di dati è gestito nella funzione che gestisce il trasferimento dal tratto A200_2 al tratto A220_1 (FC123), che andremo ad analizzare.

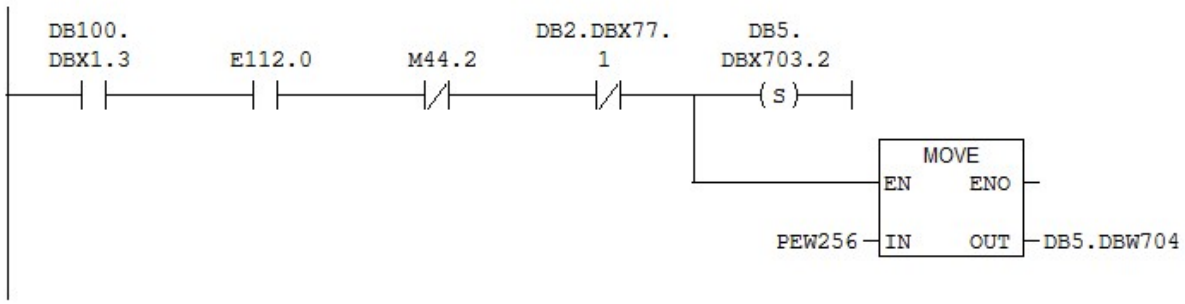
Per comunicare con il PLC, il PC usa l'applicazione S7.NET. Senza entrare nello specifico di questo applicativo, ci basta sapere che tramite S7.NET il PC può leggere i valori di alcune DB del PLC.

Si è quindi stabilito di usare la DB5 (PLC<>PC) come data block di comunicazione con il PC. Il PC monitora costantemente questa DB e ne rileva le variazioni di ogni elemento: viene quindi "risvegliato" da queste variazioni ("trigger"). Dopo aver "triggerato" il PC, il PLC rimane in attesa che il PC "risponda" andando a scrivere nel DB5. Quando il PLC rileva la risposta del PC nel DB5, provvede a mandare il collo alla destinazione assegnata dal sistema informatico.

Fatta questa premessa, analizziamo nello specifico il software PLC:

FC123 : A-0200-2>A-0220-1

⊟ **Network 1 :** COMUNICO STATO LOGICO E BARCODE A PC

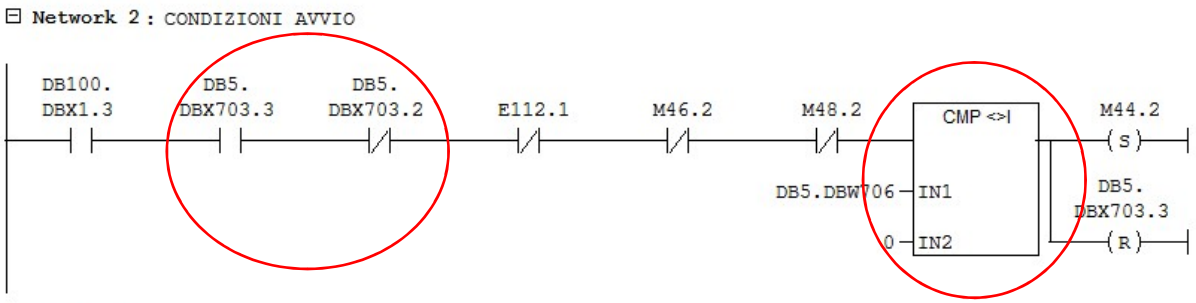


Symbol information:

DB100.DBX1.3	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.CicloAttivo
E112.0	B117.11
M44.2	FC123.Trasf_in_corso
DB2.DBX77.1	"DB_GestioneAllarmi".Allarmi.Timeout_A200_2_A220_1
DB5.DBX703.2	"PLC<>PC".STATO_LOGICO_A_0200_2_A
PEW256	BARCODE_SCANNER_1
DB5.DBW704	"PLC<>PC".BARCODE_B00L01

Come anticipato, vediamo che con il ciclo attivo e l'impegno della fotocellula di partenza viene settato lo "stato logico A" del collo. Questo bit, scritto e DB5, indica al PC la presenza logica di un collo sul tratto. Il PLC rimane in attesa dello "stato logico B" che viene a sua volta scritto nel DB5 dal PC una volta che quest'ultimo ha elaborato i dati del PLC e applicato l'etichetta. Oltre allo stato logico, nel DB5 viene anche scritto il barcode letto dallo scanner B00L01. Il barcode viene in prima istanza elaborato nella word di ingresso PEW256 definita nella configurazione Hardware (ingresso periferico del PLC). Tuttavia il PC non può leggere gli ingressi del PLC, ma solo le DB, per cui è necessario trasferire il barcode nel DB5 tramite la funzione MOVE.

Il PC risponde al PLC azzerando lo stato logico A, settando lo stato logico B e scrivendo una baia di destinazione:



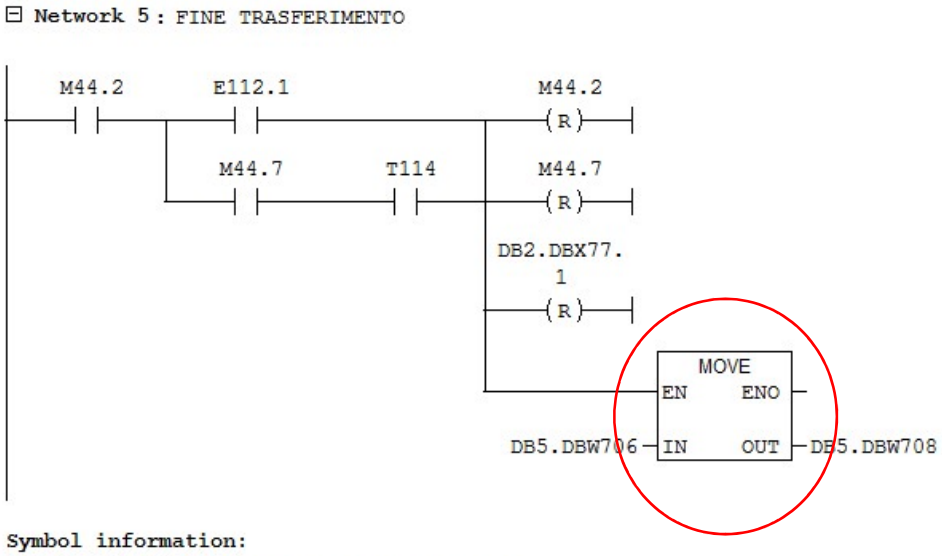
Symbol information:

DB100.DBX1.3	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.CicloAttivo
DB5.DBX703.3	"PLC<>PC".STATO_LOGICO_A_0200_2_B
DB5.DBX703.2	"PLC<>PC".STATO_LOGICO_A_0200_2_A
E112.1	B117.31
M46.2	FC124.Trasf_in_corso
M48.2	FC125.Trasf_in_corso
DB5.DBW706	"PLC<>PC".DESTINAZIONE_A200_2
M44.2	FC123.Trasf_in_corso

La risposta del PC è elaborata nel segmento delle condizioni di avvio in cui, oltre alle condizioni di una normale funzione rullo-rullo, vi è anche la presenza dello stato logico B e di una destinazione diversa da 0.

I segmenti di gestione e reset timeout sono uguali a quelli di una normale funzione rullo-rullo, per cui non li analizzeremo.

Consideriamo invece il segmento di fine funzione:



Symbol information:

M44.2	FC123.Trasf_in_corso
E112.1	B117.31
M44.7	FC123.PrimoTimeout
T114	FC123_CTRLTimeout
DB2.DBX77.1	"DB_GestioneAllarmi".Allarmi.Timeout_A200_2_A220_1
DB5.DBW706	"PLC<>PC".DESTINAZIONE_A200_2
DB5.DBW708	"PLC<>PC".DESTINAZIONE_A220_1

Notiamo che a fine funzione viene trasferita la destinazione dal tratto di partenza al tratto di arrivo con una funzione MOVE. Questo tipo di “tracking” verrà eseguito su ogni funzione di trasferimento nel sorter, fino a quando il collo non arriverà davanti alla baia corrispondente alla destinazione. Lì verrà avviata la funzione di deviazione nella baia, che avrà la destinazione tra le condizioni di avvio.

Le funzioni di deviazione sono gestite in modo uguale alle funzioni rullo-rullo. L’unica cosa che cambierà sarà la gestione degli attuatori: non comanderemo più dei motorulli, ma le elettrovalvole dei deviatori pneumatici.

Nel prossimo capitolo esamineremo la funzione che gestisce i motori e gli attuatori pneumatici.

6.5 Gestione motori/attuatori

Vi sono in totale 8 funzioni che gestiscono i motori e gli attuatori dell’impianto, divise per aree (linee 1-5, dorsale principale, sorter e zona pallettizzatori):

FC50	MovimentiZona_L1	LAD
FC51	MovimentiZona_L2	LAD
FC52	MovimentiZona_L3	LAD
FC53	MovimentiZona_L4	LAD
FC54	MovimentiZona_L5	LAD
FC55	MovimentiZona_Dorsale	LAD
FC56	MovimentiZona_Baie	LAD
FC57	MovimentiZona_Pallet	LAD

Queste funzioni sono uguali dal punto di vista della logica di gestione. A titolo esemplificativo, esaminiamo quindi la FC56 (Movimenti Baie), basandoci sui movimenti delle funzione FC123 vista precedentemente.

Le richieste di movimentazione di motori e attuatori sono di due tipi: richiesta di movimentazione manuale e richiesta di movimentazione automatica. La richiesta di movimentazione manuale è generata dal comando manuale del dispositivo tramite pannello HMI:

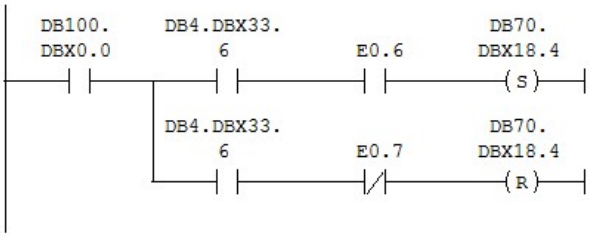
Schermata comandi manuali su pannello HMI

Per comandare i dispostivi tramite la richiesta manuale, l'impianto deve essere in modalità manuale.

La richiesta di movimentazione automatica invece è generata dalle logiche delle funzioni di trasferimento. Questa richiesta è quindi gestita quando l'impianto è in modalità automatica o semiautomatica.

Vediamo come sono gestite queste due richieste per quanto riguarda i tratti di partenza e di arrivo della funzione FC123 (A0200_2 e A0220_1):

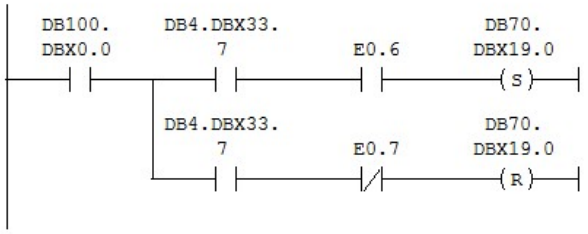
Network 1 : TRATTO A-0200-2 - RICHIESTA MANUALE



Symbol information:

DB100.DBX0.0	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.ModoManuale
DB4.DBX33.6	"DB_SelezioneManuali".MANUTENZ_ZONA_BAIE.Manu_Tratto_A_0200_2
E0.6	Marcia impianto
DB70.DBX18.4	"DB_Gestore_Movimenti".MOTORI.RichManu_A_0200_2
E0.7	Arresto impianto

Network 4 : TRATTO A-0220-1 - RICHIESTA MANUALE



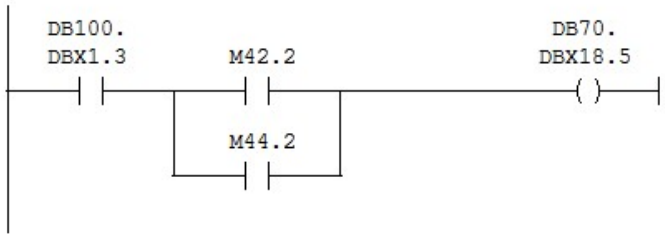
Symbol information:

DB100.DBX0.0	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.ModoManuale
DB4.DBX33.7	"DB_SelezioneManuali".MANUTENZ_ZONA_BAIE.Manu_Tratto_A_0220_1
E0.6	Marcia impianto
DB70.DBX19.0	"DB_Gestore_Movimenti".MOTORI.RichManu_A_0220_1
E0.7	Arresto impianto

Notiamo che le richieste di movimentazione manuale vengono settate quando il selettore è su manuale e l'operatore, dopo aver selezionato il tratto che intende comandare (impostando il bit di selezione nel DB4) preme il pulsante di marcia impianto. Il bit viene resettato quando l'operatore preme il pulsante di arresto impianto (NC). Precisiamo che il bit di selezione dispositivo viene impostato a "0" se viene abbandonata la pagina HMI in cui è contenuto il dispositivo, questo per evitare che l'operatore possa dimenticarsi un tratto in movimento.

Vediamo come sono gestite le richieste di movimentazione automatiche:

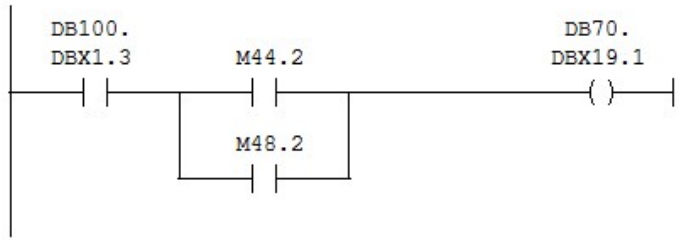
⊟ **Network 2 :** TRATTO A-0200-2 - RICHIESTA AUTOMATICA



Symbol information:

DB100.DBX1.3	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.CicloAttivo
M42.2	FC122.Trasf_in_corso
M44.2	FC123.Trasf_in_corso
DB70.DBX18.5	"DB_Gestore_Movimenti".MOTORI.RichAuto_A_0200_2

⊟ **Network 5 :** TRATTO A-0220-1 - RICHIESTA AUTOMATICA



Symbol information:

DB100.DBX1.3	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.CicloAttivo
M44.2	FC123.Trasf_in_corso
M48.2	FC125.Trasf_in_corso
DB70.DBX19.1	"DB_Gestore_Movimenti".MOTORI.RichAuto_A_0220_1

Le richieste automatiche vengono generate quando il ciclo è attivo e abbiamo il trasferimento entrante/uscente in corso. Il tratto deve infatti girare sia per accogliere il collo in arrivo che per scaricare il collo in partenza.

Elaborate le richieste manuali e automatiche, non rimane che metterle in OR e comandare l'uscita:

⊟ **Network 3 :** TRATTO A-0200-2 - COMANDO MOTORE

Symbol information:

DB70.DBX18.4	"DB_Gestore_Movimenti".MOTORI.RichManu_A_0200_2
DB70.DBX18.5	"DB_Gestore_Movimenti".MOTORI.RichAuto_A_0200_2
A107.1	Comando motore A-0200-2

```
⊟ Network 6 : TRATTO A-0220-1 - COMANDO MOTORE

  DB70.
  DBX19.0                                  A112.0
 ──┤ ├──────────────────────────────────────( )──┤
  DB70.
  DBX19.1
 ──┤ ├──┘

Symbol information:
 DB70.DBX19.0        "DB_Gestore_Movimenti".MOTORI.RichManu_A_0220_1
 DB70.DBX19.1        "DB_Gestore_Movimenti".MOTORI.RichAuto_A_0220_1
 A112.0              Comando motore A-0220-1
```

Questo tipo di gestione nasce dalla necessità di assegnare in un solo punto la bobina di uscita. Infatti, come abbiamo detto in precedenza, se la stessa uscita viene assegnata in punti diversi del programma, varrà solo l'ultima condizione in ordine di richiamo. Non è quindi possibile usare l'uscita per gestire direttamente sia i comandi manuali che le logiche automatiche, indi la necessità di ricorrere a un DB "di appoggio", nel nostro caso il DB70.

6.6 Gestione elevatore/discensore

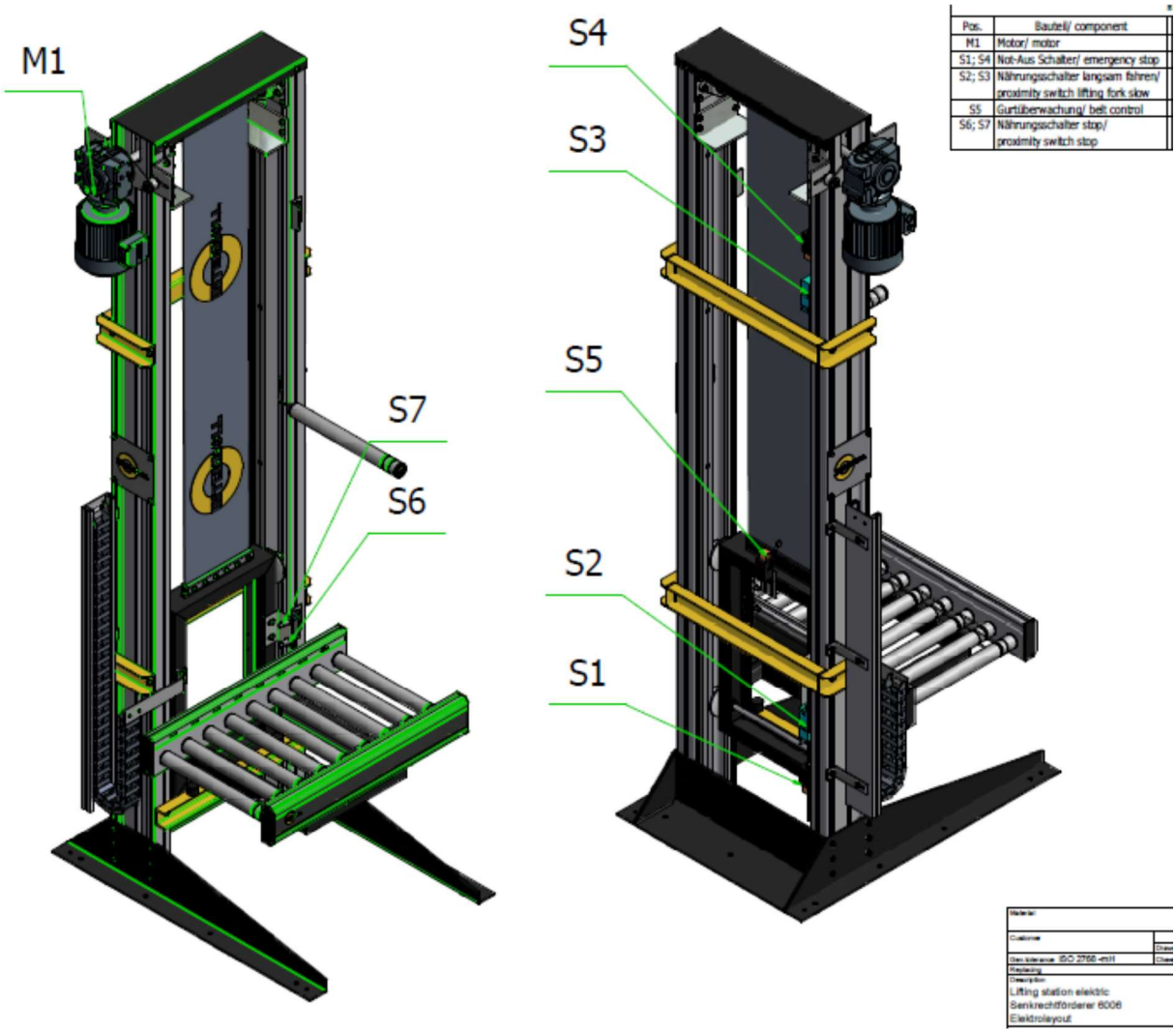
In questo ultimo capitolo dell'analisi software ci focalizzeremo sulla gestione dell'elevatore e del discensore.

Analizzeremo nello specifico la gestione dell'elevatore, fermo restando che la gestione del discensore presenta una logica pressoché identica. Analizzeremo quindi la FC141 che gestisce l'elevatore.

Prima di tutto abiliteremo SEMPRE l'ingresso 3 del drive, che ne gestisce l'abilitazione (vedi pag.88):

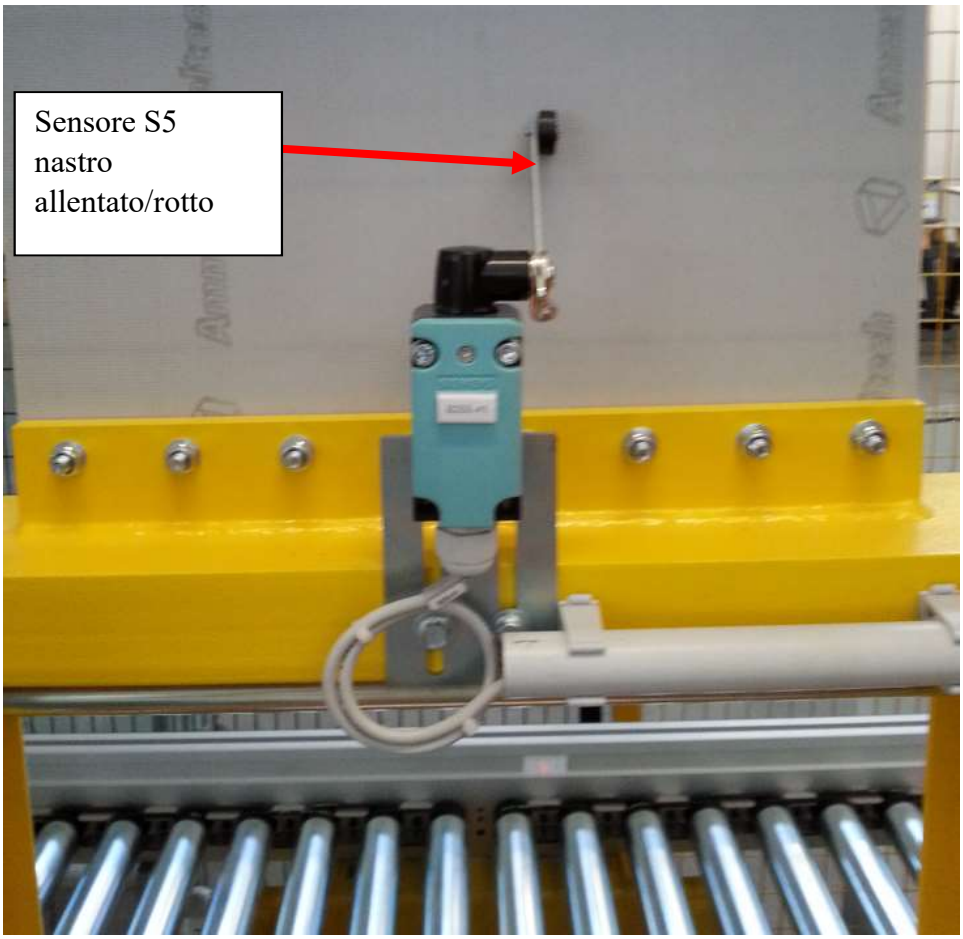
```
FC141 : ELEVATORE
⊟ Network 1 : ABILITA DRIVE ELEVATORE

  M253.2                                   A13.3
 ──┤ ├──────────────────────────────────────( )──┤

Symbol information:
 M253.2              RLC=1
 A13.3               elevatore1_abilita
```

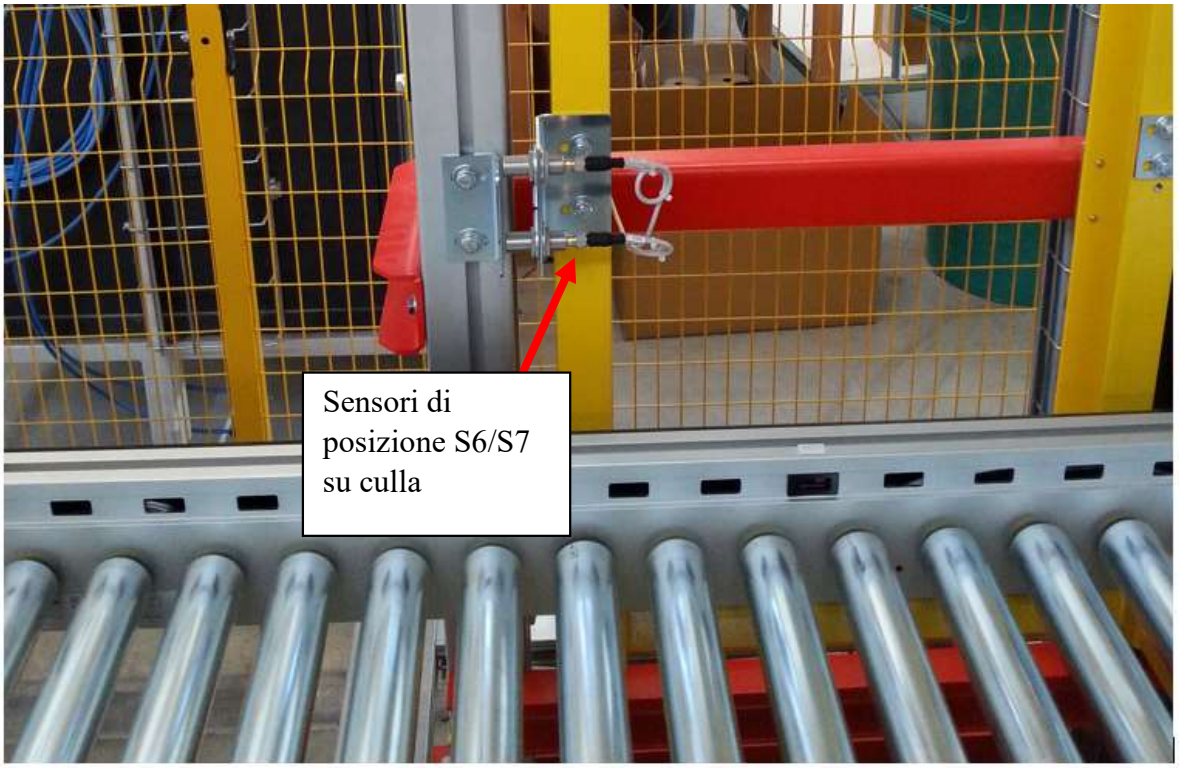
Andiamo quindi a gestire i sensori dell'elevatore. Per motivi di sicurezza l'elevatore presenta infatti molti sensori che descriveremo:



- *Sensori S1/S4:* extracorsa basso/alto, sono dei sensori NC costituiti da una levetta che viene premuta dalla culla quando si trova in posizione eccessivamente bassa o eccessivamente alta.
- *Sensori S2/S3:* sensori NO di rallentamento basso/alto, questi sensori ci indicano quando la culla è quasi arrivata a destinazione ed è quindi necessario passare alla velocità di movimento lenta.
- *Sensore S5:* sensore di nastro NO allentato/rotto, è anch'esso costituito da una levetta premuta dal nastro quando quest'ultimo è in tensione. Se il nastro dovesse allentarsi o rompersi, la levetta del sensore verrebbe rilasciata chiudendo il contatto.
- *Sensori S6/S7:* sensori NO di posizione della culla, questi sensori posizionati sulla culla vanno a impegnare due camme poste sul telaio rispettivamente in posizione alta o bassa. Entrambi i sensori devono essere impegnati assieme al sensore alto o basso per indicarci che la culla è in posizione alta o bassa.

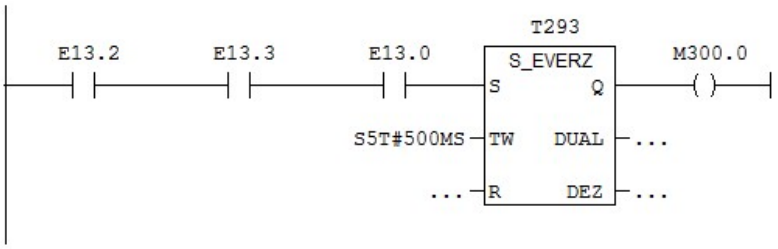
Sensore rallentamento basso
Camma regolabile su telaio per sensori S6/S7
Extracorsa basso


Sensore S5
nastro
allentato/rotto


Sensori di
posizione S6/S7
su culla

Dopo aver descritto i sensori dell'elevatore, andiamo a vedere come sono gestiti nel software PLC. Per prima cosa andiamo a definire quando l'elevatore è in posizione bassa e alta:

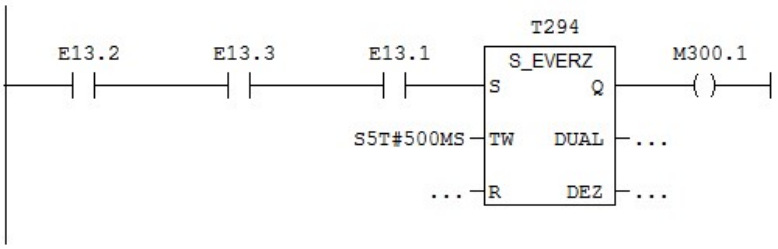
Network 2 : ELEVATORE IN POSIZIONE BASSA



Symbol information:

E13.2	pos1_E1
E13.3	pos2_E1
E13.0	rall_basso_E1
T293	elev1_pos_BASSA
M300.0	elevatore1_basso

Network 3 : ELEVATORE IN POSIZIONE ALTA



Symbol information:

E13.2	pos1_E1
E13.3	pos2_E1
E13.1	rall_alto_E1
T294	elev1_pos_ALTA
M300.1	elevatore1_alto

Vediamo come la posizione bassa/alta è data dalla presenza dei 2 sensori di posizione della culla e dal rispettivo sensore di rallentamento basso/alto, filtrati da un timer di 500ms per fare in modo che si smorzino le vibrazioni della culla.

Andiamo quindi a definire gli allarmi di extracorsa, nastro allentato e di anomalia drive:

Network 4 : ALLARME EXTRACORSA BASSO

Symbol information:

E13.5	extra_basso_E1
DB2.DBX57.5	"DB_GestioneAllarmi".Allarmi.Extracorsa_Basso_Elev

⊟ **Network 5 :** ALLARME EXTRACORSA ALTO

Symbol information:

E13.4	extra_alto_E1
DB2.DBX57.4	"DB_GestioneAllarmi".Allarmi.Extracorsa_Ato_Elev

⊟ **Network 6 :** ALLARME NASTRO ALLENTATO/ROTTO

Symbol information:

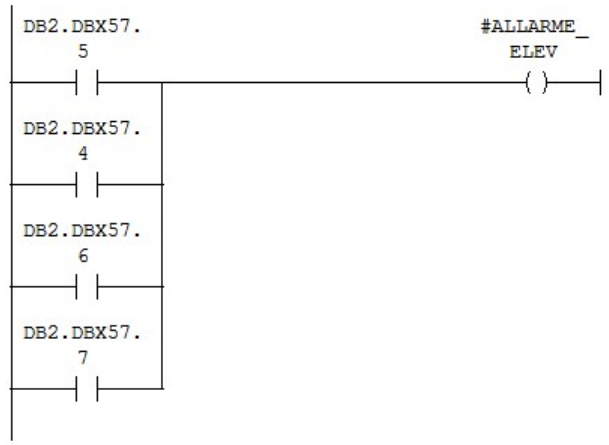
E13.6	tensione_cinghia_E1
DB2.DBX57.6	"DB_GestioneAllarmi".Allarmi.Nastro_rotto_Elev

⊟ **Network 7 :** ALLARME ANOMALIA DRIVE

Symbol information:

E12.6	anomalia_inverter_E1
E12.7	pronto_inverter_E1
DB2.DBX57.7	"DB_GestioneAllarmi".Allarmi.Anomalia_Drive_Elev

⊟ **Network 8 :** CUMULATIVO ALLARMI ELEVATORE



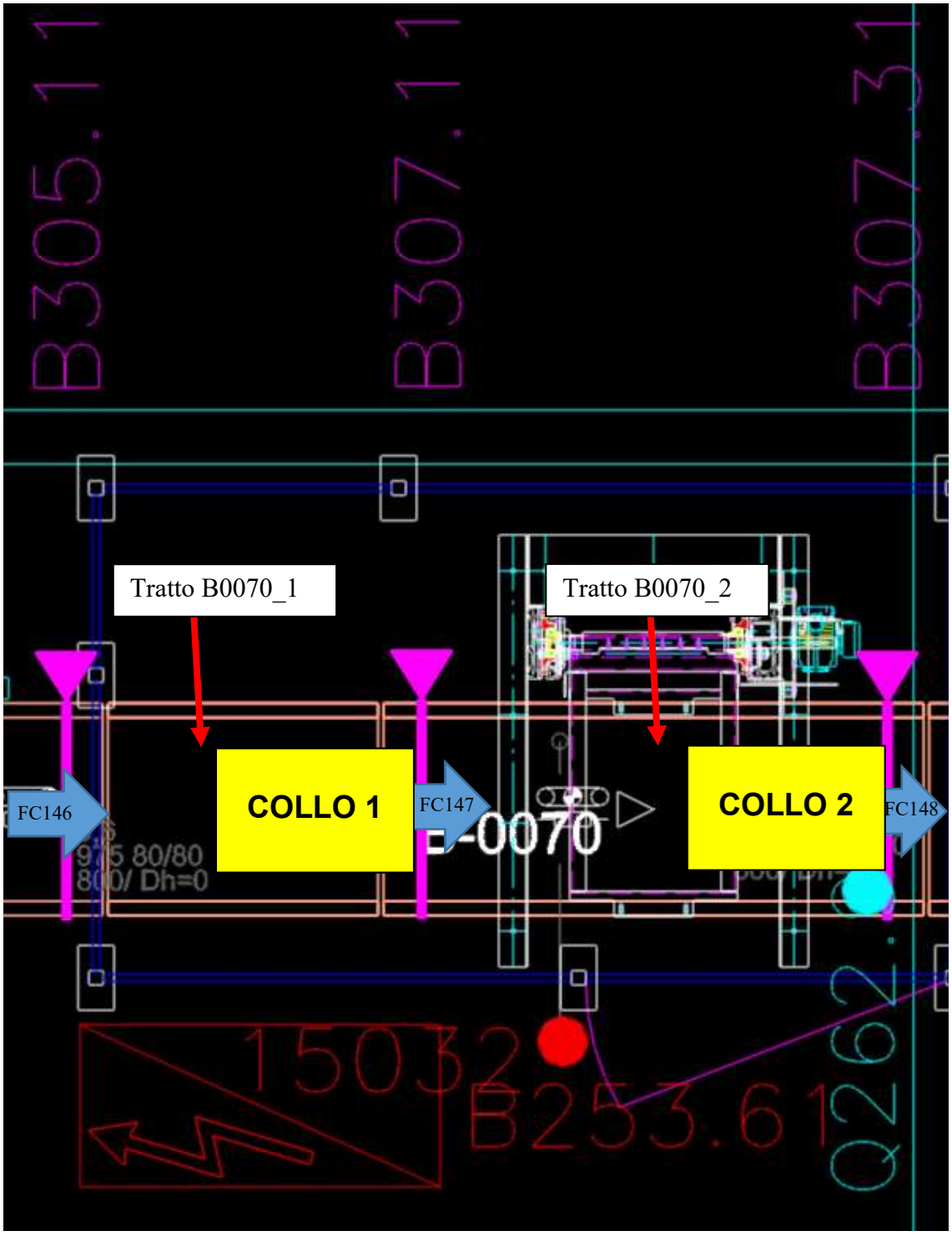
Symbol information:

DB2.DBX57.5	"DB_GestioneAllarmi".Allarmi.Extracorsa_Basso_Elev
DB2.DBX57.4	"DB_GestioneAllarmi".Allarmi.Extracorsa_Ato_Elev
DB2.DBX57.6	"DB_GestioneAllarmi".Allarmi.Nastro_rotto_Elev
DB2.DBX57.7	"DB_GestioneAllarmi".Allarmi.Anomalia_Drive_Elev

Notiamo come l'allarme di anomalia drive sia dato dall'uscita 1 OPPURE dall'uscita 3 del drive (vedi pag. 93). Abbiamo inoltre definito un cumulativo degli allarmi dell'elevatore, appoggiandolo a una variabile interna, che ci servirà nei prossimi segmenti.

Dopo aver definito gli allarmi dell'elevatore, consideriamo la logica di movimentazione dell'elevatore.

Vediamo il layout della culla dall'alto:

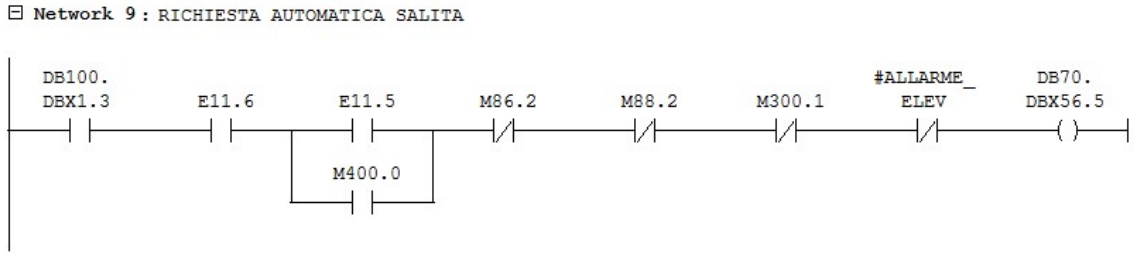


Notiamo come la culla dell'elevatore è costituita dai due tratti di rulliera B0070_1 e B0070_2. Ogni tratto può ospitare un collo, quindi la culla dell'elevatore può trasportare fino a 2 colli. Per motivi di sicurezza, l'area dell'elevatore al piano terra è delimitata da una rete di sicurezza (rappresentata in blu), ed è accessibile tramite una porta.

Porta di accesso all'area di sicurezza dell'elevatore

Le funzioni FC146, FC147 e FC148 sono delle normali funzioni rullo-rullo.

Vediamo dunque la logica software che gestisce la traslazione verticale dell'elevatore.



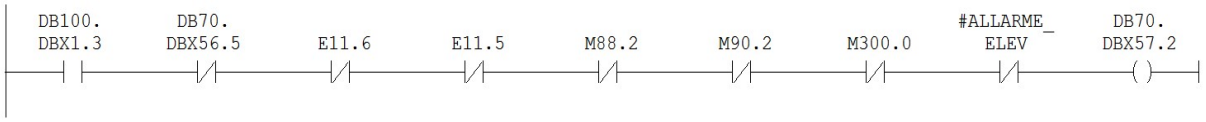
Symbol information:

DB100.DBX1.3	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.CicloAttivo
E11.6	B307_31
E11.5	B307_11
M400.0	collo_2_elev_HMI
M86.2	FC146.Trasf_in_corso
M88.2	FC147.Trasf_in_corso
M300.1	elevatore1_alto
DB70.DBX56.5	"DB_Gestore_Movimenti".RichAuto_salita_el1

Abbiamo la richiesta automatica di salita dell'elevatore quando il ciclo è attivo e abbiamo un collo sul tratto B0070_2 (impegno fotocellula B307.31) e un collo sul tratto B0070_1 (impegno fotocellula B307.11). Questo perché i colli vengono di norma inviati in coppia sulla linea L5. Può succedere tuttavia che un collo venga rimosso o sia danneggiato, e che vi sia quindi un solo collo sulla culla dell'elevatore. In tal caso, l'operatore può forzare da pannello HMI la presenza del collo sul tratto B0070_1 (merker M400.0). Per avere la richiesta automatica di salita non dobbiamo infine avere le funzioni FC146 e FC147 in corso, non avere l'elevatore in posizione alta e non aver nessun allarme sull'elevatore.

Vediamo come viene invece gestita la richiesta automatica di discesa:

Network 10: RICHIESTA AUTOMATICA DISCESA



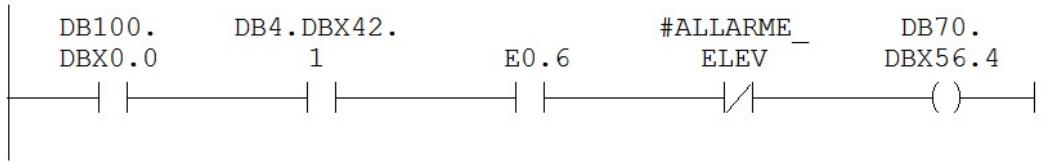
Symbol information:

DB100.DBX1.3	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.CicloAttivo
DB70.DBX56.5	"DB_Gestore_Movimenti".RichAuto_salita_el1
E11.6	B307_31
E11.5	B307_11
M88.2	FC147.Trasf_in_corso
M90.2	FC148.Trasf_in_corso
M300.0	elevatore1_basso
DB70.DBX57.2	"DB_Gestore_Movimenti".RichGen_discesa_el1

Per avere la richiesta di discesa, dobbiamo avere il ciclo attivo, non avere la richiesta di salita e avere la culla libera (fotocellule non impegnate). Non dobbiamo inoltre avere nessun trasferimento rullo-rullo in corso e nessun allarme.

Abbiamo visto com'è gestita la logica di traslazione verticale dell'elevatore. Ovviamente non andiamo a comandare direttamente l'uscita dell'attuatore, ma usiamo il DB70 di appoggio, perché dobbiamo ancora gestire la logica di movimentazione in modalità manuale:

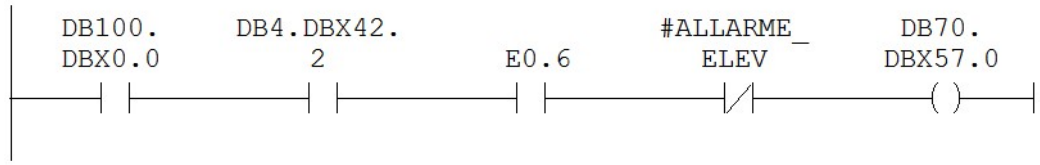
Network 11: RICHIESTA MANUALE SALITA



Symbol information:

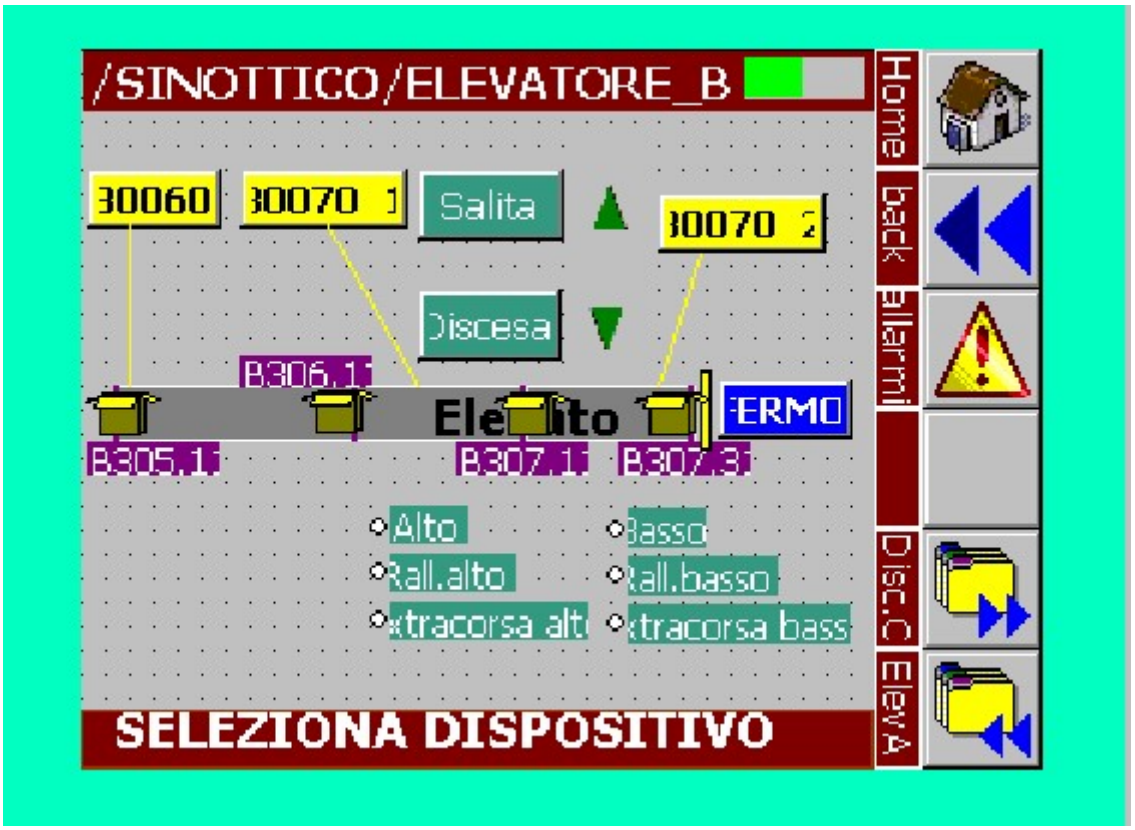
DB100.DBX0.0	"PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.ModoManuale
DB4.DBX42.1	"DB_SelezioneManuali".MANUTENZ_ZONA_ELEV1.Manu_Elevatore_Salita
E0.6	Marcia impianto
DB70.DBX56.4	"DB_Gestore_Movimenti".RichManu_salita_el1

Network 12: RICHIESTA MANUALE DISCESA




```
Symbol information:
 DB100.DBX0.0          "PANNELLO_CONTROLLO_Linea".QUADRO.ModoManuale
 DB4.DBX42.2           "DB_SelezioneManuali".MANUTENZ_ZONA_ELEV1.Manu_Elev
                       atore_Discesa
 E0.6                  Marcia impianto
 DB70.DBX57.0          "DB_Gestore_Movimenti".RichManu_discesa_el1
```

Anche per l'elevatore la selezione dei comandi manuali viene effettuata tramite il DB4 di appoggio. I bit di questo DB vengono selezionati premendo i pulsanti di salita/discesa sul pannello HMI:

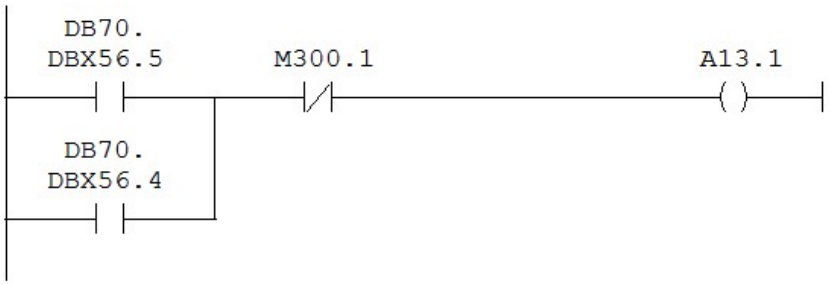


Pagina HMI comandi manuali elevatore

Una volta selezionata la salita/discesa in modalità manuale, il movimento avverrà in assenza di allarmi finché l'operatore tiene premuto il pulsante di marcia impianto, e si ferma quando viene rilasciato il pulsante. Una gestone di questo tipo, diversa dal set/reset usato per i motorulli, è necessaria per ragioni di sicurezza.

Gestite le richieste di movimento automatiche e manuali, non ci rimane che attivare le uscite:

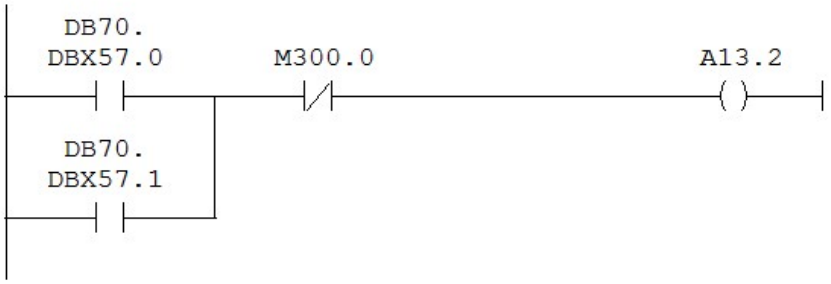
Network 13 : ATTIVAZIONE ATTUATORE SALITA



Symbol information:

DB70.DBX56.5	"DB_Gestore_Movimenti".RichAuto_salita_el1
DB70.DBX56.4	"DB_Gestore_Movimenti".RichManu_salita_el1
M300.1	elevatore1_alto
A13.1	elevatore1_salita

Network 14 : ATTIVAZIONE ATTUATORE DISCESA



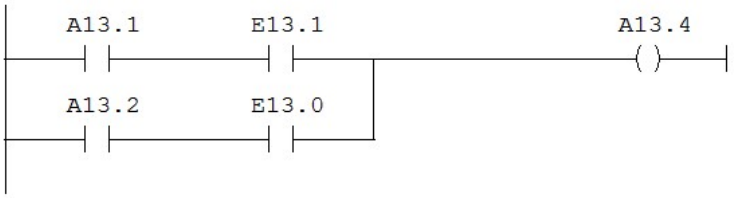
Symbol information:

DB70.DBX57.0	"DB_Gestore_Movimenti".RichManu_discesa_el1
DB70.DBX57.1	"DB_Gestore_Movimenti".RichAuto_discesa_el1
M300.0	elevatore1_basso
A13.2	elevatore1_discesa

Andiamo quindi a comandare le uscite PLC A13.1 e A13.2, che corrispondono rispettivamente agli ingressi 2 (salita) e 1 (discesa) del drive (vedi pag.93).

Per ultima cosa gestiamo gli ingressi 4 e 5 del drive, che regolano rispettivamente la velocità lenta e veloce dell'elevatore:

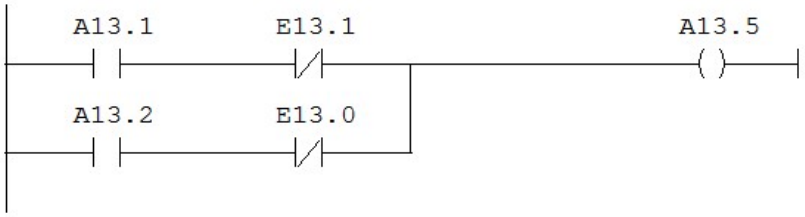
Network 15 : GESTIONE VELOCITA' LENTA



Symbol information:

A13.1	elevatore1_salita
E13.1	rall_alto_E1
A13.2	elevatore1_discesa
E13.0	rall_basso_E1
A13.4	elevatore1_LENTA

Network 16: GESTIONE VELOCITA' VELOCE



Symbol information:

A13.1	elevatore1_salita
E13.1	rall_alto_E1
A13.2	elevatore1_discesa
E13.0	rall_basso_E1
A13.5	elevatore1_VELOCE

Quando l'elevatore è in movimento (salita o discesa) e sono impegnati i rispettivi sensori di rallentamento, viene comandata la velocità lenta (uscita PLC A13.4 che corrisponde all'ingresso 4 del drive).

Quando invece l'elevatore è in movimento e NON sono impegnati i rispettivi sensori di rallentamento, viene comandata la velocità veloce (uscita PLC A13.5 che corrisponde all'ingresso 5 del drive).

Abbiamo visto la gestione software dei movimenti dell'elevatore. Il discensore è gestito in modo simile, motivo per cui non ne approfondiremo la gestione.

7. Pannello HMI

Il pannello HMI ("Human Machine Interface") è un dispositivo utilizzato dagli operatori per interagire con l'impianto. Il pannello è situato sul quadro principale ed è collegato alla rete Profinet. Tuttavia, a differenza dei dispositivi visti in precedenza, il pannello HMI non è uno "slave" del PLC, ma è un dispositivo autonomo in grado di comunicare con il PLC. Questo significa che l'indirizzo IP e il nome Profinet del pannello non vengono assegnati dal PLC, ma dall'interfaccia del pannello stesso.

Nel nostro impianto abbiamo usato un pannello Siemens TP177B da 6 pollici. Il pannello è stato programmato con WinCC Flexible, un'interfaccia software Siemens integrata in Simatic Manager. Tramite Wincc è stata gestita la comunicazione tra Pannello e PLC, definendo l'indirizzo IP e la Subnet Mask del Pannello. Sono state inoltre definite le variabili del pannello ed è stato impostato il collegamento con le variabili del PLC.

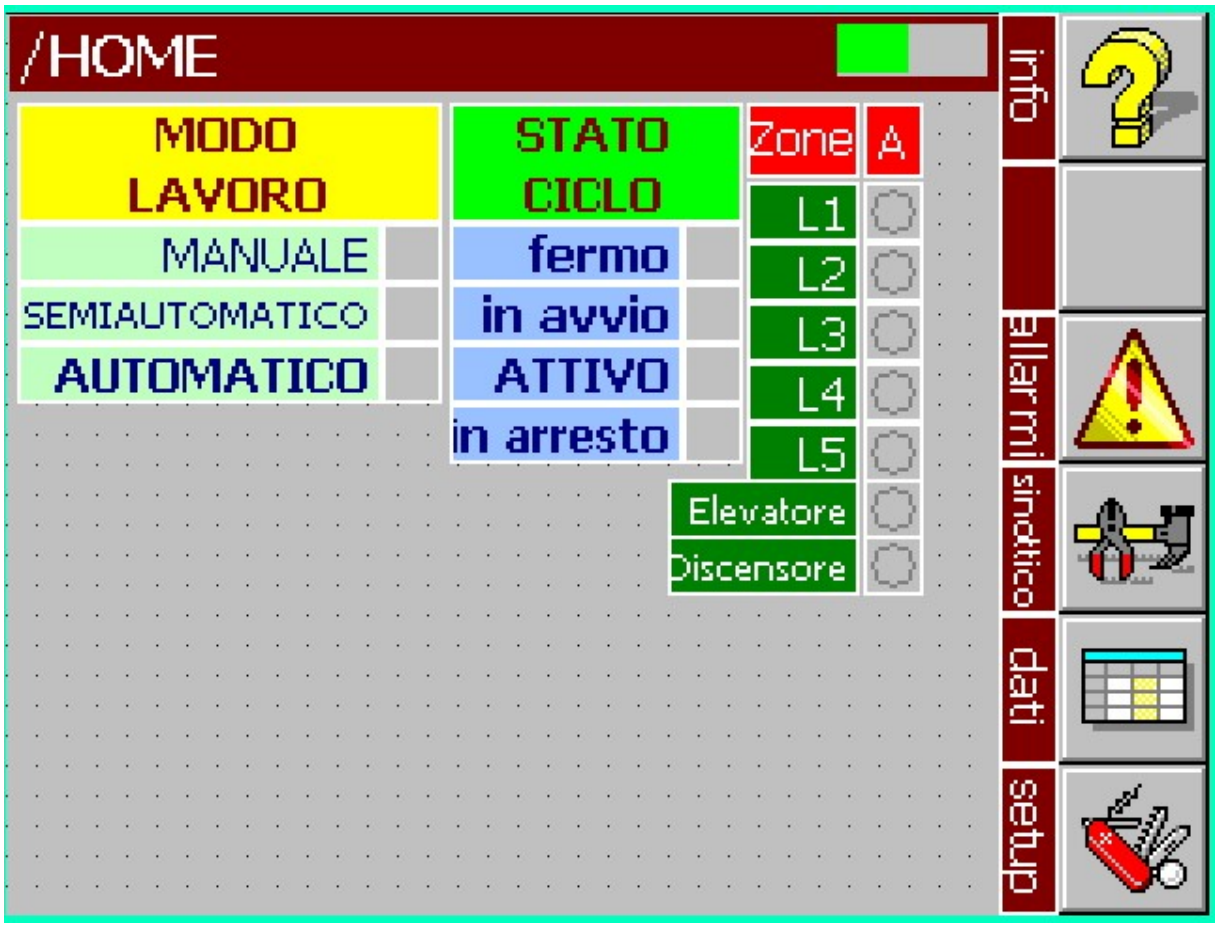
Name	Connection	Data type	Symbol	Address
24Volt OK	Collegamento_1	Bool	24Volt OK	I 0.0
A-0030	Collegamento_1	Bool	A-0030	Q 32.0
A-0040-1	Collegamento_1	Bool	A-0040-1	Q 37.0
A-0050 Ingresso	Collegamento_1	Bool	A-0050 Ingresso	Q 45.4
A-0050 Uscita	Collegamento_1	Bool	A-0050 Uscita	Q 45.5
A0060	Collegamento_1	Bool	A0060	Q 200.1
A-0060	Collegamento_1	Bool	A-0060	Q 47.0
A-0070 Ingresso	Collegamento_1	Bool	A-0070 Ingresso	Q 55.4
A-0080	Collegamento_1	Bool	A-0080	Q 57.0
A-0080 uscita	Collegamento_1	Bool	A-0080 uscita	Q 60.5
A-0090-1	Collegamento_1	Bool	A-0090-1	Q 62.0
A-0100	Collegamento_1	Bool	A-0100	Q 67.0
A-0110-1	Collegamento_1	Bool	A-0110-1	Q 72.0

WinCC: definizione variabili e collegamento con PLC

In questo capitolo analizzeremo le seguenti pagine del pannello:

- Home Page
- Allarmi
- Sinottico
- Dati
- Setup

7.1 Home Page



La Home Page è la pagina che viene caricata automaticamente all'accensione del pannello. In questa pagina è possibile monitorare i seguenti parametri:

- Modalità di lavoro dell'impianto (manuale, semiautomatico, automatico)
- Stato del ciclo di lavorazione (fermo, attivo, in avvio, in arresto)
- Presenza di allarmi divisi per zone

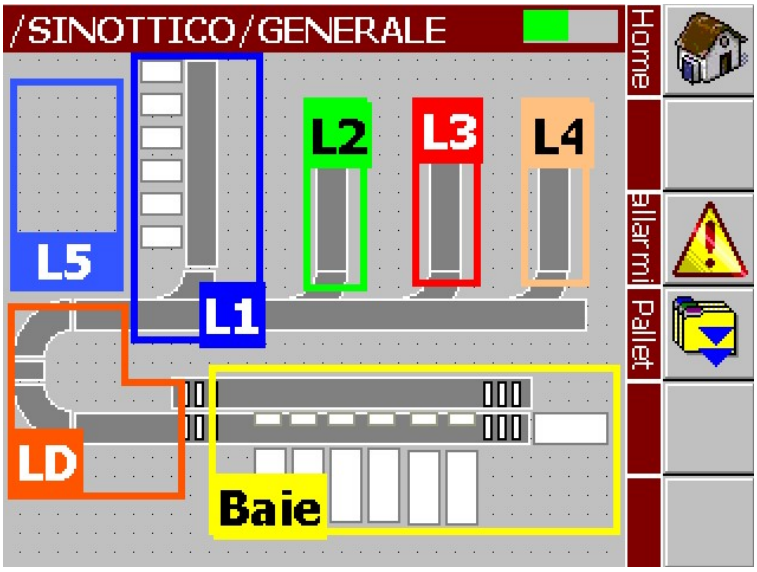
In alto a destra è poi presente una barra che riempendosi a ogni tempo ciclo ci indica che è in corso la comunicazione tra pannello e PLC ("life bit").

I pulsanti sulla destra ci permettono di accedere alle altre pagine del pannello. Nei prossimi paragrafi analizzeremo queste pagine, ad eccezione della pagina "Info" che contiene solo il numero di commessa dell'impianto.

7.2 Allarmi

In questa pagina vengono indicati gli allarmi in corso. E' possibile resettare gli allarmi premendo il pulsante di reset sulla destra. E' inoltre possibile accedere a uno storico degli allarmi premendo il pulsante sulla destra.

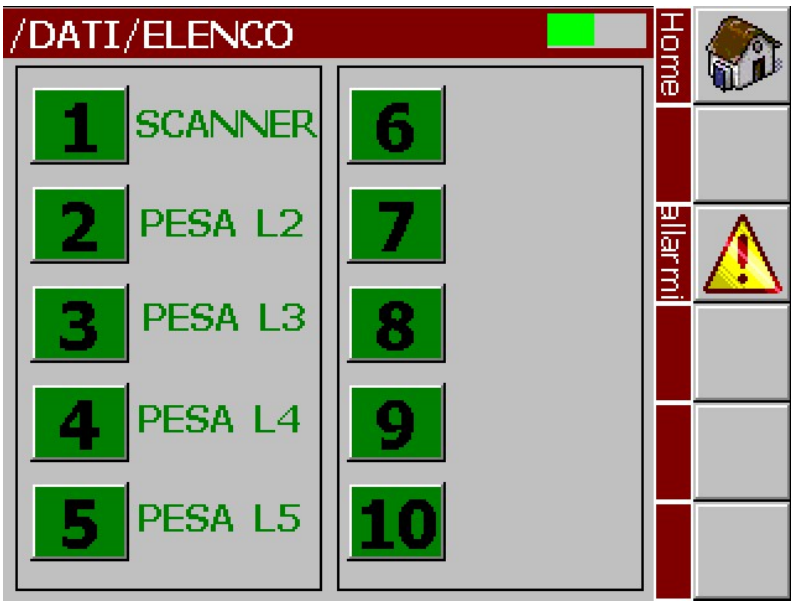
7.3 Sinottico



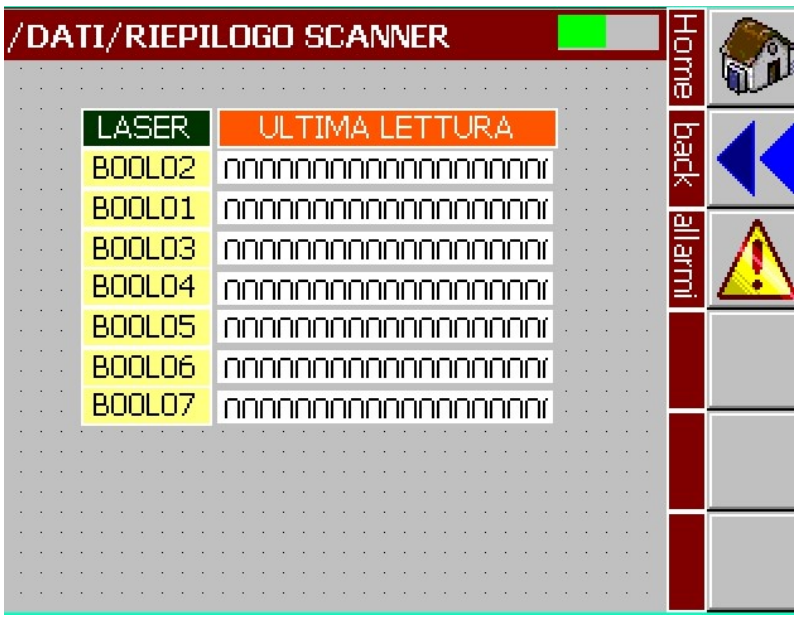
Questa pagina contiene una mappa dell'impianto. Cliccando su una zona, è possibile accedere a una visualizzazione più dettagliata:

Da queste pagine è possibile comandare tutti i dispositivi quando l'impianto è in modalità manuale. E' inoltre possibile monitorare le fotocellule e i sensori sia in modalità manuale che in modalità automatica. E' possibile navigare tra le varie pagine del sinottico tramite i pulsanti situati sulla destra. Per comandare un dispositivo in modalità manuale, basta selezionarlo e premere il pulsante di marcia impianto. Il sinottico è utilizzato in fase di messa in servizio per verificare il corretto funzionamento dei dispositivi. E' inoltre utilizzato dai manutentori in casi particolari (colli incastrati, fotocellule disallineate…). I dispositivi devono essere comandati da personale esperto, assicurandosi che non vi sia nessuno in prossimità degli organi in movimento per evitare infortuni. Per questo motivo le pagine del sinottico sono protette da password.

7.4 Dati



Questo insieme di pagine contiene informazioni sui componenti ausiliari dell'impianto, nel nostro caso scanner e pese. Vediamo la pagina degli scanner:



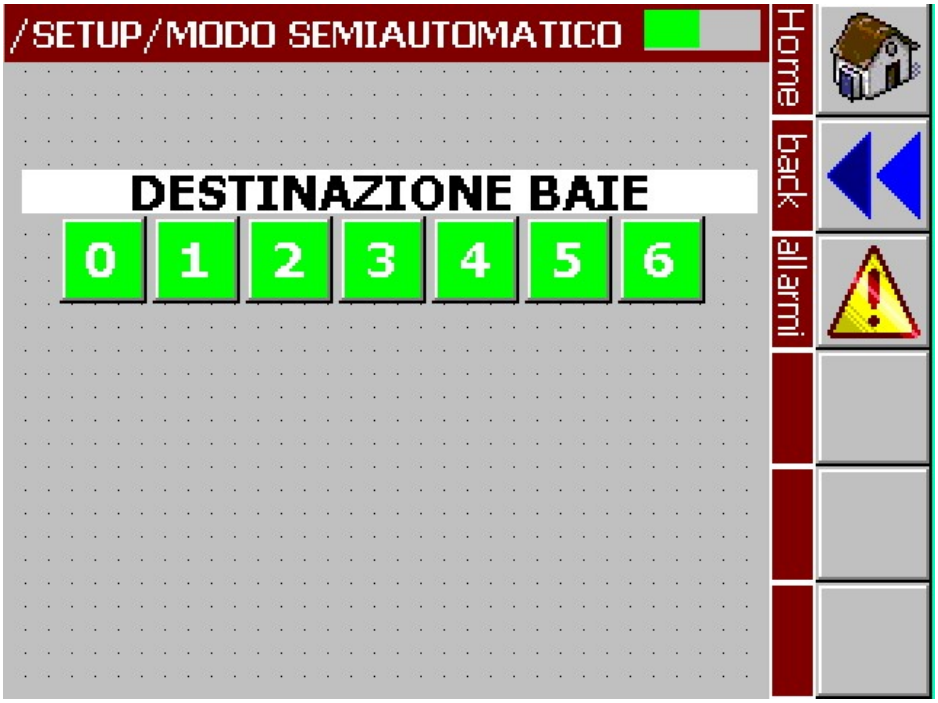
In questa pagina sono presenti le ultime letture effettuate dagli scanner. Questa pagina è utilizzata in fase di messa in servizio per testare la capacità di lettura degli scanner e la corretta comunicazione tra CBX500 e PLC. Gli scanner possono essere comandati tramite le pagine del sinottico viste nel capitolo precedente.

Vediamo adesso le pese:

Nella pagina di gestione delle pese è presente la rappresentazione del peso attuale. E' inoltre possibile monitorare i seguenti segnali:

- Peso stabile: questo segnale vale "1" quando la pesa non rileva fluttuazioni del carico dovute a eventuali vibrazioni.
- Peso a 0: questo segnale deve valere "1" quando non è presente nessun collo sulla pesa. In caso contrario, è necessario calibrare la pesa tramite il visore Eurobil.

7.5 Setup



In questa pagina è possibile impostare le destinazioni in modalità semiautomatica. Non essendoci infatti uno scambio di segnali con il sistema informatico è necessario impostare il percorso dei colli. Poiché nel nostro impianto gli unici punti decisionali sono rappresentati dalle baie, si può impostare in quale baia si desidera deviare il collo. La destinazione “0” fa sì che il collo proceda sempre dritto, verso l’area dei pallettizzatori.

La modalità semiautomatica è utilizzata esclusivamente in fase di messa in servizio, per verificare la correttezza del programma PLC. Questa pagina è protetta da password e si raccomanda l’accesso unicamente agli sviluppatori.

8. Problemi riscontrati

Sono emersi alcuni problemi mentre l'impianto era in funzione, tipici della fase di avviamento del ciclo di lavorazione.

- Un problema tipico della prima fase di funzionamento dell'impianto è dato dai colli leggeri che si "stortano" nei tratti di rulliere più lunghi. Ciò è dovuto al fatto che le rulliere hanno sempre una minima inclinazione che viene amplificata sulle lunghe distanze. I colli più leggeri, avendo meno inerzia e avendo una superficie di contatto minore con i rulli, tendono a deviare dalla traiettoria perfettamente dritta. I colli storti creano due tipi di problemi: tendono a incastrarsi nei bordi laterali delle rulliere e i loro barcode spesso non vengono letti dagli scanner.

Contatto tra colli storti incastrati

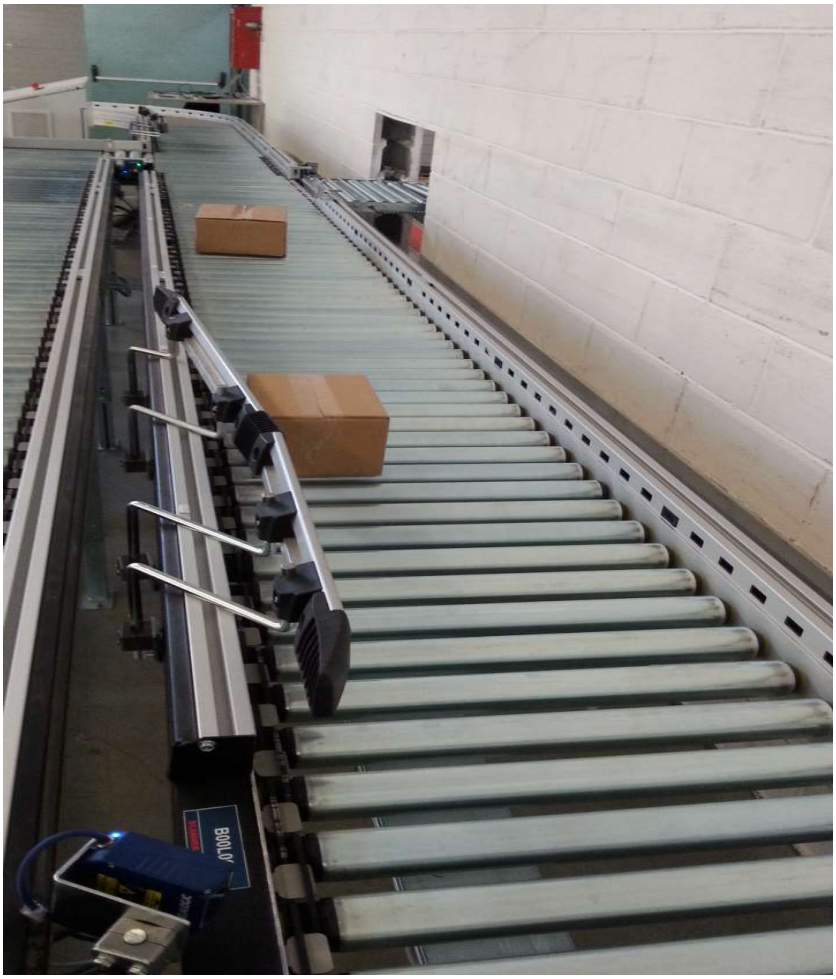
- Un altro problema è dato dai colli di bottiglia sulla dorsale principale che bloccano i colli provenienti dalle linee 1,2,3 e 4. La linea 5 è stata pensata proprio per by-passare un eventuale collo di bottiglia, ma può succedere che il tappo si crei dopo l'immissione della linea 5 nella dorsale.

Questi problemi sono emersi durante i primi giorni di funzionamento dell'impianto e, come vederemo nelle conclusioni, sono stati perlopiù risolti.

CONCLUSIONI

L'impianto è tuttora in funzione con una produttività di circa 250 colli/ora. La produttività è misurata in corrispondenza dell'applicatore all'ingresso dell'area del sorter, perché in quel punto viene applicata l'etichetta di spedizione. Il cliente è soddisfatto della produttività dell'impianto. Sono state inoltre adottate soluzioni per risolvere i problemi elencati nel capitolo precedente.

Una prima soluzione adottata per i colli storti è stata dall'installazione di spondine laterali regolabili:



Spondine laterali regolabili

Queste spondine servono a raddrizzare i colli storti quando questi ultimi giungono sui bordi laterali delle rulliere. Questa soluzione è economica e non presenta tempistiche particolarmente lunghe per la messa in opera.

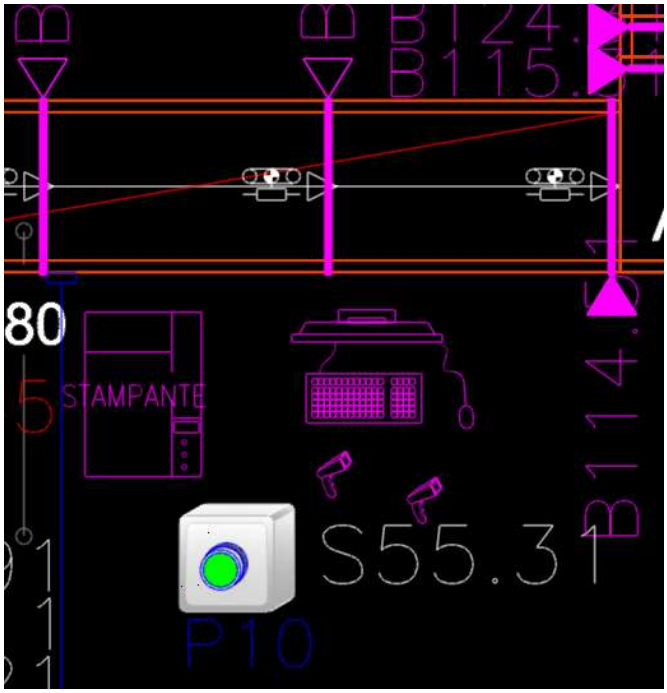
Nei punti più sensibili i corrispondenza degli scanner sono state installate delle rulliere inclinate per "raddrizzare" il percorso dei colli deviandoli verso gli scanner:

Rulliere inclinate in corrispondenza di uno scanner

Le rulliere inclinate rappresentano una soluzione più sicura rispetto alle spondine regolabili: queste ultime infatti tendono a spostarsi in seguito al contatto con i colli più pesanti e devono essere periodicamente regolate. Le rulliere inclinate hanno però costi e tempi di messa in opera decisamente maggiori.

Per quanto riguearda i colli di bottiglia, si è pensato di usare la pulsantiera P10 per fermare il flusso a monte del sorter. Così facendo gli operatori possono etichettare e smistare i colli più urgenti senza attendere che venga gestita la fila dei colli intasati. Finite le operazioni manuali, gli operatori possono far ripartire il flusso dei colli a monte del sorter premendo di nuovo il pulsante P10.

Questa modifica riguarda unicamente il software poiché il pulsante P10 è stato già cablato e collegato a una periferica e verrà probabilmente eseguita in tempi brevi.



Pulsantiera P10 posta all'inizio del sorter

In conclusione, possiamo affermare che l'impianto ha soddisfatto le aspettative del cliente. I problemi riscontrati sono in via di risoluzione e non hanno inciso sulla produttività dell'impianto.

Bibliografia

[1]. https://mall.industry.siemens.com.

[2]. ROFINET Network Qualification. [Online] October 2015.

[3]. GmbH, Interroll Automation. Interroll Z-Card 3.0 User manual Version 1.2. 09/2013.

[4]. Hanß, Analytica GmbH by A. Schmidt and T. AnaGate PROFINET Z-Card: User Manual. 26. Juni 2014.

[5]. GmbH, Interroll Automation. User manual Interroll Lift RM 6006 Version 3.1. 01/2011.

[6]. Srl, Datalogic Automation. DM3610 Reference Manual. 04/2015.

[7]. GmbH, Interroll Automation. RM 8731 -Interroll Transfer 24 V.

[8]. KG, K. A. Schmersal GmbH & Co. SCHMERSAL SRB 301LC - Manuale d'istruzioni.

[9]. https://electronicsforu.com.

[10]. 16810813/EN, SEW EURODRIVE GMBH. MOVITRAC B OPERATING INSTRUCTIONS . 05/2009.

[11]. SIEMENS. SIMATIC Schema a contatti (KOP) per S7-300/400- Manuale di riferimento - Edizione 03/2006 A5E00706952-01.