



Technical Report

Reporting CNR (full name and address): Industrial Technology and Automation Institute - (ITIA)
Vigevano Laboratory
Via Pisani, 1
I-27029 Vigevano (PV), Italy
Tel.: (+39 0381) 692652 Fax: (+39 0381) 693021

Responsible Person: Andrea Cataldo

Project Name:

Document Title: Descrizione della realizzazione fisica e requisiti funzionali del magazzino forme

Document Ref.No.: 2MaCS/TR-06/CS207 **Page:** 1

Date of issue: 28.04.2006 **Status:** Approved **No. of pages:** 27

Client(s): **Revision:** A

Author(s): A. Cataldo (ITIA)

Distribution: ITIA-CNR

Keywords: Impianti Manifatturieri, Architettura dei sistemi di Controllo, Programmable Logic Control

Sommario:

L'impianto manifatturiero di Vigevano è caratterizzato da un'innovativa linea di trasporto molecolare basata sull'integrazione di sei terne le quali costituiscono un percorso continuo lungo il quale i vari semilavorati di scarpe si muovono. Tale linea di trasporto è asservita da un magazzino che invia le forme di supporto ai semilavorati e riceve quelle in rientro dopo che è terminata la lavorazione ed il prodotto è stato rimosso.

Obiettivo di questo report è di descrivere adeguatamente e univocamente la struttura del magazzino, fornire una prima suddivisione del magazzino in aree funzionali o stazioni e chiarire il contesto in cui il magazzino opera.

Scopo di questo report è quello di rendere disponibile una documentazione del magazzino forme dal punto di vista delle funzionalità richieste e dal punto di vista della struttura fisica del dispositivo. Tale documentazione risulta un valido supporto nella progettazione del sistema di controllo.

Sviluppi futuri di tale lavoro riguardano la specifica funzionale, la concezione ed implementazione del sistema di controllo basato sulle tecnologie presenti. Inoltre vi è l'opportunità di sviluppare un simulatore software del magazzino per validare le strategie di controllo prima dell'implementazione sul controllore reale. Un'ulteriore ausilio nella validazione della logica di controllo può derivare dalla realizzazione di un modello in scala del dispositivo da integrare con il dimostratore tecnologico del laboratorio di controlli.

INDEX

1 GENERALITÀ.....	4
1.1. INTRODUZIONE.....	4
1.2. OBIETTIVO	4
1.3. SCOPO	4
1.4. SVILUPPI FUTURI	4
1.5. STRUTTURA DEL DOCUMENTO	4
2. REALIZZAZIONE FISICA	5
2.1. DESCRIZIONE GENERALE	5
2.2. DESCRIZIONE DEL MAGAZZINO	5
2.3. STRUTTURA DEL MAGAZZINO.....	6
2.3.1. <i>La struttura base delle stazioni</i>	7
2.3.2. <i>Scaffale</i>	8
2.3.3. <i>Flexlink</i>	8
2.3.4. <i>Trasloelevatore</i>	8
2.3.5. <i>Interfaccia trasloelevatore</i>	9
2.3.6. <i>Interfaccia con la linea</i>	10
2.3.7. <i>Interfaccia con l'operatore</i>	11
3. FUNZIONAMENTO DEGLI ATTUATORI	13
3.1. FL - CATENA VERTEBRATA.....	13
3.2. TE – TRASLOELEVATORE.....	13
3.3. ITE - STAZIONE DI CARICO/SCARICO DALLO SCAFFALE	14
3.4. IL - STAZIONE DI INTERFACCIA CON LA LINEA MOLECOLARE	15
3.5. IOP - STAZIONE DI CARICO DA OPERATORE	17
3.6. ESEMPI DI CONTROLLO	18
3.6.1. <i>Area ITE</i>	18
3.6.1.1. Pistone.....	18
3.6.1.2. Flusso	18
3.6.2. <i>Area TE</i>	19
3.6.2.1. Motore tavola.....	19
3.6.2.2. Pistone.....	19
3.6.2.3. Servo	19
3.6.3. <i>Area IL</i>	19
3.6.3.1. Flusso	19
3.6.3.2. Spintore	20
3.6.4. <i>Area IOP</i>	20

3.6.4.1. Flusso	20
3.6.4.2. Pulsantiera.....	20
4. SEGNALI INPUT/OUTPUT DEL SISTEMA DI CONTROLLO	21
5. CONCLUSIONI E LAVORI FUTURI.....	24
6. ACRONIMI E DEFINIZIONI.....	25
6.1. TERMINI UTILIZZATI IN CONTROLLI AUTOMATICI	25
6.2. ACRONIMI	26
7. RIFERIMENTI E LINKS	27
7.1. RIFERIMENTI	27
7.2. INTERNET LINKS.....	27

1 GENERALITÀ

1.1. INTRODUZIONE

L'impianto manifatturiero di Vigevano è caratterizzato da un'innovativa linea di trasporto molecolare basata sull'integrazione di sei terne le quali costituiscono un percorso continuo lungo il quale i vari semilavorati di scarpe si muovono. Tale linea di trasporto è asservita da un magazzino che invia le forme di supporto ai semilavorati e riceve quelle in rientro dopo che è terminata la lavorazione ed il prodotto è stato rimosso.

1.2. OBIETTIVO

Obiettivo di questo report è di descrivere adeguatamente e univocamente la struttura del magazzino, fornire una prima suddivisione del magazzino in aree funzionali o stazioni e chiarire il contesto in cui il magazzino opera.

1.3. SCOPO

Scopo di questo report è quello di rendere disponibile una documentazione del magazzino forme dal punto di vista delle funzionalità richieste e dal punto di vista della struttura fisica del dispositivo. Tale documentazione risulta un valido aiuto nella progettazione del sistema di controllo.

1.4. SVILUPPI FUTURI

Sviluppi futuri di tale lavoro riguardano la specifica funzionale, la concezione ed implementazione del sistema di controllo basato sulle tecnologie presenti. Inoltre vi è l'opportunità di sviluppare un simulatore software del magazzino per validare le strategie di controllo prima dell'implementazione sul controllore reale. Un'ulteriore ausilio nella validazione della logica di controllo può derivare dalla realizzazione di un modello in scala del dispositivo da integrare con il dimostratore tecnologico del laboratorio di controlli.

1.5. STRUTTURA DEL DOCUMENTO

In questo documento viene presentata una descrizione della realizzazione fisica del dispositivo con particolare attenzione ai sensori ed agli attuatori utilizzati, al fine di conoscere quali siano i segnali disponibili per il sistema di controllo.

Viene inoltre presentata una descrizione del funzionamento degli attuatori del magazzino forme. Tali specifiche saranno utilizzate come linee guida per la specifica funzionale del sistema di controllo.

2. REALIZZAZIONE FISICA

2.1. DESCRIZIONE GENERALE

L'impianto di Vigevano si occupa della produzione industriale di scarpe su misura, partendo dalla forma del piede, che viene acquisita da uno scanner tridimensionale. Dal modello ottenuto attraverso l'acquisizione digitale delle caratteristiche del piede e dalle richieste del cliente, si arriva alla scelta della forma più adatta, selezionata in un insieme di forme note di cui sono già disponibili gli stampi in poliuretano necessari alla produzione, chiamati d'ora in poi semplicemente forme.

Le forme sono dotate di un particolare afferraggio che permette loro di essere infilate/sfilate nello slot di cui tutti gli elementi preposti al loro movimento sono dotati. Su ogni forma è presente inoltre un chip radio ad autoeccitazione, che contiene un numero unico leggibile da apposite antenne dislocate sull'impianto.

L'ordine di produzione è preso in carico dal sistema gestionale, che si occupa di organizzare il piano di produzione, predisponendo gli approvvigionamenti e comunicando con l'impianto la richiesta di produzione.

L'impianto di produzione si compone di vari elementi:

- Un magazzino automatizzato delle forme, sul quale sono disposte le forme pronte per essere utilizzate per la creazione del modello associato;
- Alcune stazioni di lavorazione, nelle quali sono processati i semilavorati. Queste non dovranno essere confuse con le stazioni del magazzino;
- Un sistema sopraelevato di trasporto a rulli e nastri che permette la distribuzione dei materiali alle stazioni di lavorazione;
- Un sistema di trasporto composto da tavole rotanti, detto linea molecolare, che permette la movimentazione dei semilavorati tra il magazzino e le stazioni di lavoro. I semilavorati viaggiano sulla forma del loro modello.

2.2. DESCRIZIONE DEL MAGAZZINO

Il magazzino è l'elemento che si occupa della conservazione e della fornitura delle forme al processo di produzione ed è il primo degli elementi che sono coinvolti nella lavorazione di una scarpa.

Attraverso il sistema Scada, il magazzino si interfaccia con il sistema gestionale dal quale riceve gli ordini per le singole scarpe. Il compito del magazzino è quello di rendere disponibili le forme richieste sulla linea molecolare e di riporle nuovamente quando queste rientrano dalla lavorazione.

Inoltre il magazzino permette l'inserimento di nuovi elementi nel parco forme, attraverso una postazione di inserimento con operatore.

Le interfacce di scambio con l'ambiente sono quindi due:

- Un'interfaccia con la linea molecolare utilizzata per ricevere e immettere le forme da e verso la produzione;
- Un'interfaccia con l'operatore, utilizzata per l'aggiunta di nuove forme, che è dotata di terminale per immissione delle informazioni sulla forma inserita.

2.3. STRUTTURA DEL MAGAZZINO

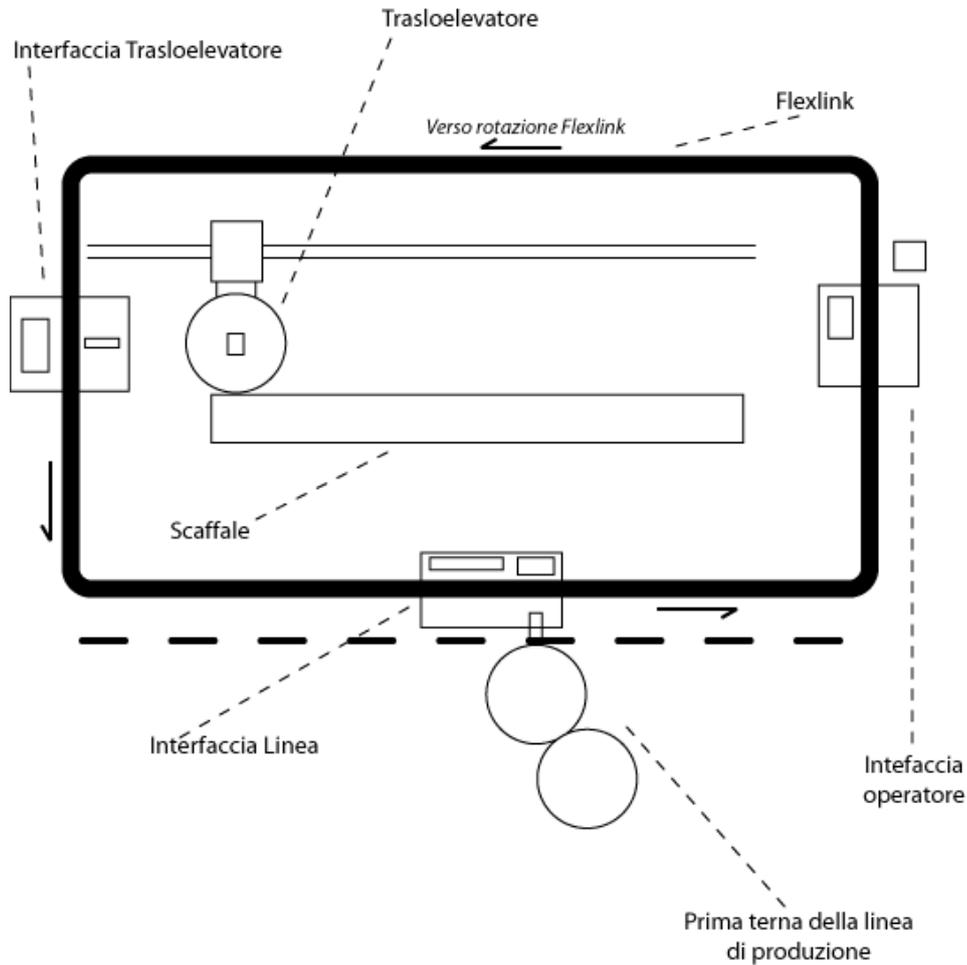


Figura 1: Sinottico del magazzino

Il magazzino è costituito da uno scaffale statico, sul quale sono alloggiati le forme disponibili e da una catena vertebrata, chiamata anche flexlink FL, disposta ad anello chiuso intorno allo scaffale, sulla quale si affacciano tutte le stazioni del magazzino, vedi Figura 1:

- **TE** stazione trasloelevatore che si occupa di estrarre le forme dallo scaffale e di passarle a ITE;
- **ITE** stazione di interfaccia con il trasloelevatore che si occupa di gestire lo scambio delle forme tra TE e FL;
- **IL** stazione di interfaccia con la linea che si occupa di gestire lo scambio delle forme tra FL e la linea di produzione;
- **IOP** stazione di interfaccia con la linea che si occupa di gestire lo scambio delle forme tra FL e un operatore umano.

2.3.1. La struttura base delle stazioni

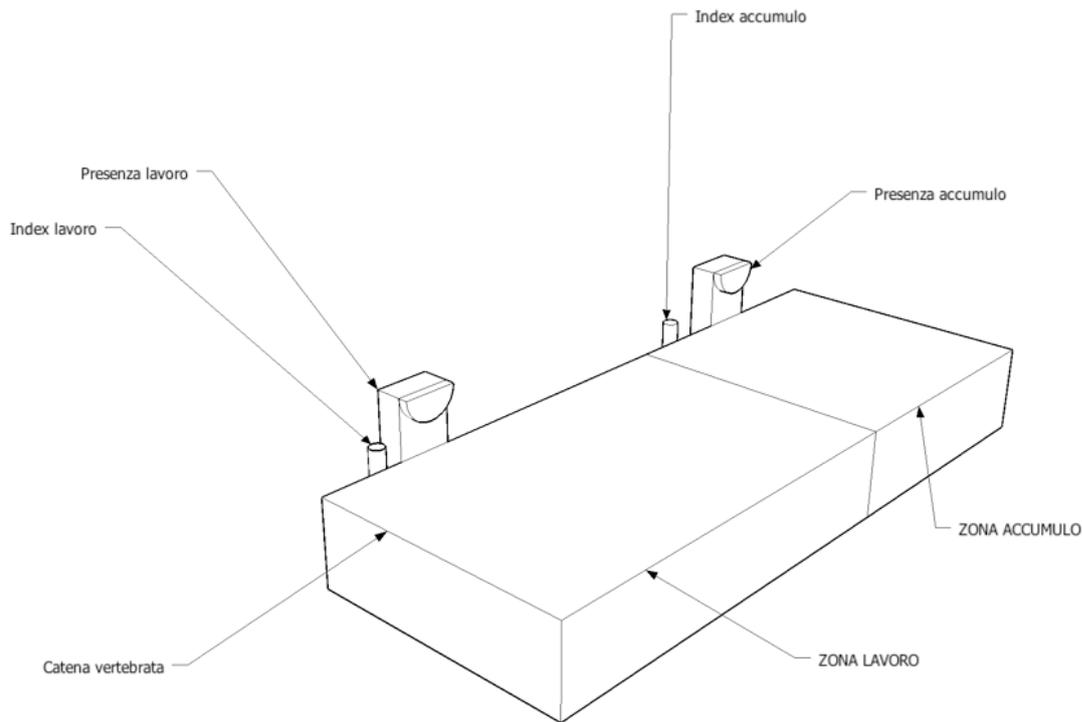


Figura 2: Schema della stazione base del magazzino

Tutte le stazioni ad esclusione di TE, presentano la stessa struttura di base, in quanto sono divisibili in due aree ben distinte, accumulo e lavoro, vedi Figura 2:

- **Accumulo** la prima delle aree raggiungibile seguendo il senso di rotazione di FL, virtualmente si estende fino alla stazione precedente da un lato, mentre è delimitata dall'INDEX ACCUMULO dall'altro. Prima di questo index è presente un sensore di presenza per il pallet, PRESENZA ACCUMULO. La funzione di questa area è quella di gestire la coda di pallet in ingresso alla stazione;
- **Lavoro** la zona successiva ad accumulo, è delimitata da un lato dall'INDEX ACCUMULO e dall'altro dall'INDEX LAVORO. Prima dell'INDEX LAVORO è presente un sensore di presenza, PRESENZA LAVORO. In questa area i pallet vengono utilizzati, ovvero possono essere caricati o scaricati di una forma.

Questa struttura base è necessaria per regolare il flusso dei pallet, in quanto durante la progettazione meccanica si è stabilito che all'interno di una singola stazione non ci possa essere più di un pallet che è interessato da una lavorazione e quindi non ci possa essere più di un pallet nell'area di lavoro.

La sequenza di accesso a lavoro è simile per tutte le stazioni e benché possa variare a seconda dell'implementazione, rispecchia il seguente modello:

1. L'INDEX ACCUMULO viene alzato, bloccando il primo pallet che arriva nella zona di accumulo; quando il pallet arriva in prossimità dell'index, il sensore PRESENZA ACCUMULO ne avverte la presenza.
2. Se l'area di lavoro non è impegnata, l'INDEX ACCUMULO si abbassa e il pallet viene trascinato dal movimento della FL nella zona lavoro. L'INDEX ACCUMULO viene immediatamente rialzato in modo da bloccare un eventuale pallet in coda a quello appena transitato. Per evitare che durante l'alzata l'index sollevi il pallet in transito verso lavoro, facendolo deragliare, è stata prevista una scanalatura asimmetrica sotto il pallet, nella quale lo stelo dell'index può scorrere per prepararsi a bloccare;

3. Il pallet transita per la zona lavoro, dove trova l'INDEX LAVORO già alzato che lo blocca; non appena il pallet è in prossimità dell'index, il sensore PRESENZA LAVORO ne avverte la presenza. Se ci sono le condizioni per la lavorazione, questa avviene. Per dare una maggiore stabilità al pallet durante l'utilizzo, viene azionata una MORSA che lo blocca;
4. Al termine dell'eventuale utilizzo, la MORSA viene aperta e l'INDEX LAVORO viene abbassato, consentendo al pallet di proseguire nella zona accumulo della stazione successiva.

Sia gli index che la morsa sono azionati attraverso un sistema pneumatico con elettrovalvole comandate direttamente dal PLC.

2.3.2. Scaffale

Lo scaffale è utilizzato come deposito per le forme in attesa della loro richiesta da parte dello schedatore di produzione. Esso è composto da 240 slot, sei piani da 40 slot ciascuno, in modo da ospitare un numero di forme sufficiente a saturare gli slot disponibili della linea molecolare.

2.3.3. Flexlink

La flexlink FL è mossa da un MOTORE FL controllato dal PLC attraverso un contattore di potenza, su di essa si muovono, trasportati attraverso il solo attrito, i pallet scanalati.

2.3.4. Trasloelevatore

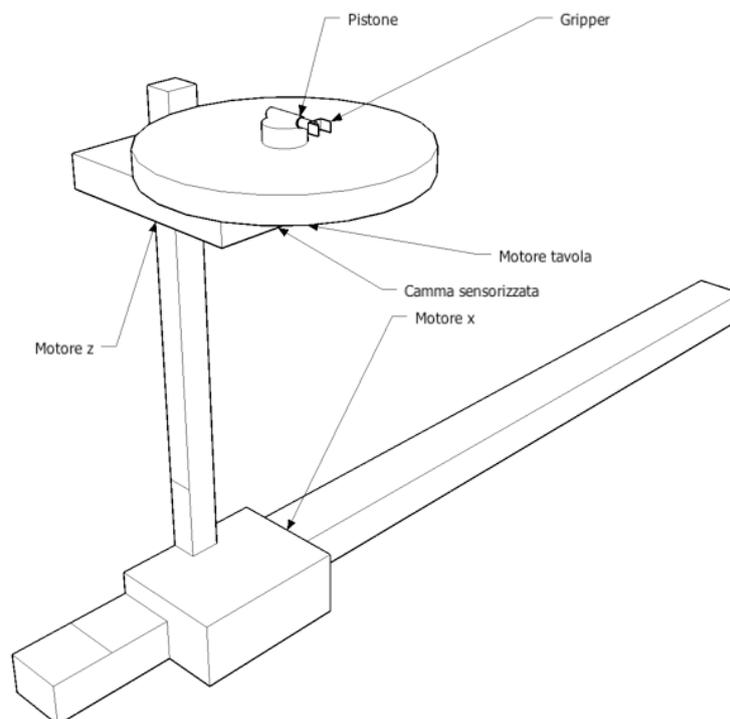


Figura 3: Schema del trasloelevatore

Di fronte allo scaffale è situato un TRASLOELEVATORE (TE), vedi Figura 3, in grado di muoversi lungo due assi (verticale asse Z e orizzontale asse X) del piano parallelo allo scaffale, grazie a due motori, MOTORE X e MOTORE Z comandati da due servomeccanismi pilotati dal PLC, che provvedono a calcolare tutti i profili di accelerazione necessari per un dato spostamento.

Sulla testa del trasloelevatore è montata una tavola rotante fornita di scanalature disposte in senso radiale, dette slot, che viene fatta ruotare tramite un MOTORE TAVOLA posto sotto di essa. Ogni scatto della tavola, ovvero lo spostamento da uno slot all'altro, viene segnalato tramite una CAMMA SENSORIZZATA calettata sull'albero motore.

Quando un pezzo deve essere scaricato dal magazzino forme, la testa si posiziona in corrispondenza della posizione occupata dalla forma sullo scaffale, muovendosi lungo gli assi x e z. Una volta che la posizione viene raggiunta e la tavola è allineata allo slot dello scaffale, la forma viene prelevata attraverso un PISTONE dotato di GRIPPER che aggancia la forma sullo scaffale e la trattiene fino a che non è stata tirata sulla tavola. Quando la forma è giunta sulla tavola, il movimento è bloccato da una vite di riscontro posta sullo slot della tavola, un meccanismo a sfera evita che la forma possa muoversi dalla sua sede durante le rotazioni.

Quando la forma raggiunge la vite di riscontro, posizione segnalata al sistema di controllo da un sensore di posizione intermedio, il GRIPPER viene aperto e il PISTONE viene richiamato nella posizione più retratta possibile, in modo che non disturbi la rotazione della tavola. Se sono richiesti più pezzi, il MOTORE TAVOLA viene azionato per allineare allo scaffale il primo binario libero e la procedura viene ripetuta.

Nella successiva fase di scarico la testa del trasloelevatore viene fatta muovere dal MOTORE X e dal MOTORE Z, facendola allineare con la postazione di interfaccia ITE.

2.3.5. Interfaccia trasloelevatore

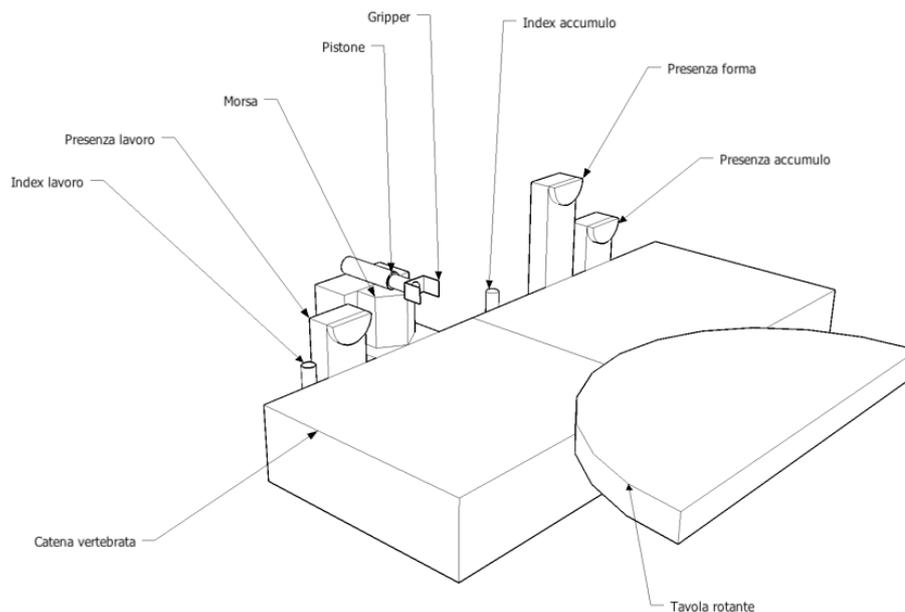


Figura 4: Schema della stazione d'interfaccia con il trasloelevatore

La postazione ITE, direttamente affacciata sulla flexlink FL, si occupa di scambiare le forme con la tavola rotante.

La postazione è dotata della classica struttura per la gestione del flusso, vedi Figura 4, con l'aggiunta di un sensore di PRESENZA FORMA situato in una posizione intermedia fra l'area lavoro e quella accumulo: la lettura avviene al passaggio del pallet da un'area all'altra.

Quando un pallet è bloccato per la lavorazione, il PISTONE con GRIPPER, montato nella postazione ITE manipola la forma; si possono presentare due situazioni:

- Se il pallet trasporta una forma in rientro al magazzino, il PISTONE fuoriesce completamente, spingendo la forma sullo slot della tavola rotante: ovviamente la tavola deve aver ruotato per offrire uno spazio libero verso ITE;
- Se il pallet è vuoto e sulla tavola sono presenti forme da scaricare, essa viene ruotata da MOTORE TAVOLA in modo da portare la forma in corrispondenza dell'interfaccia. Il PISTONE viene estratto fino a finecorsa, che coincide con la posizione di aggancio della forma sulla tavola, il GRIPPER viene azionato e la forma è così agganciata. Il PISTONE viene richiamato fino ad una posizione intermedia, corrispondente allo slot del pallet. Il GRIPPER viene aperto e il PISTONE viene reintrodotto completamente, in modo da non disturbare il movimento dei pallet sulla flexlink.

In entrambi i casi, dopo l'operazione, la MORSA viene sbloccata e l'INDEX LAVORO viene abbassato, permettendo al pallet lavorato di scorrere sulla flexlink FL per raggiungere la stazione successiva.

A differenza della postazione TE, non sono previste viti di riscontro per limitare la corsa del pistone ad una posizione intermedia, bensì viene utilizzato un index pneumatico INDEX INTERMEDIO, che alzandosi blocca il movimento del PISTONE a cui nel frattempo è stata tolta pressione. Se il PISTONE continuasse ad essere alimentato, esso eserciterebbe una forza di taglio sullo stelo dell'index, impedendone il rientro: è stato previsto allora un sensore POSIZIONE INTERMEDIA, che permette di rilevare quando il pistone sta per raggiungere la posizione intermedia, in modo che l'elettrovalvola di comando del pistone possa essere chiusa prima che il riscontro, dopo aver urtato, evitando così che la staffa di ritenuta possa esercitare una spinta elevata contro l'index.

2.3.6. Interfaccia con la linea

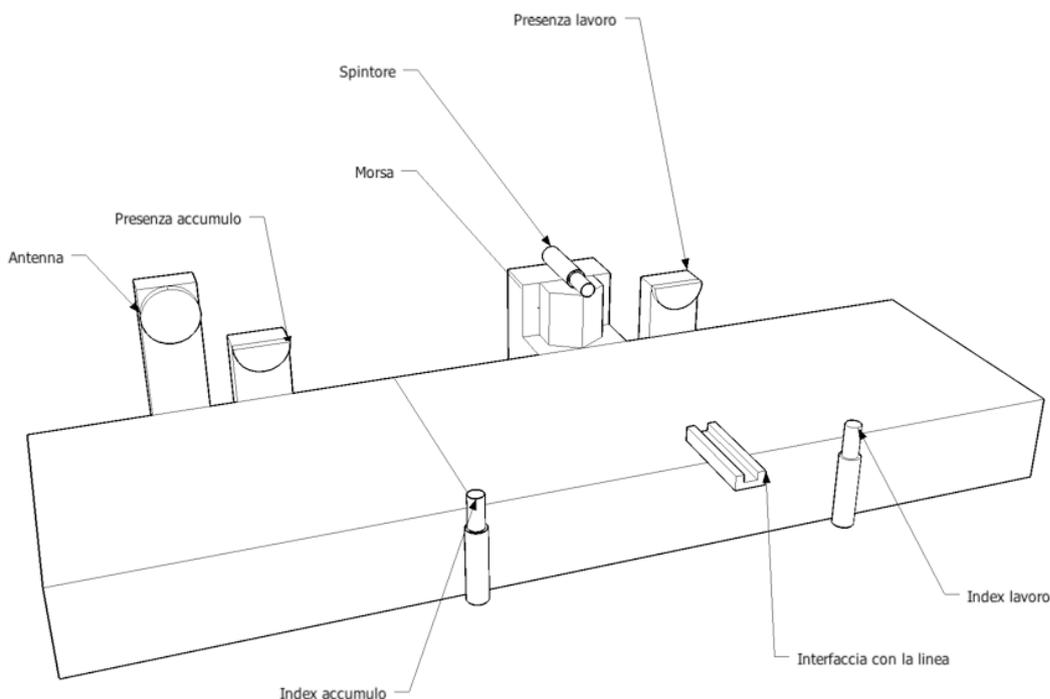


Figura 5: Schema della stazione d'interfaccia con la linea

I pallet carichi con le forme sono trasportati dal movimento di FL in direzione della stazione successiva: l'interfaccia con la linea molecolare IL, che si affaccia sulla flexlink FL, vedi Figura 5. La stazione è strutturata in modo simile alla precedente, con una divisione in due zone,

accumulo e lavoro, e un analogo sistema di sensori di presenza dei pallet e di index pneumatici per regolare gli accessi.

A differenza di ITE, nella zona di accumulo manca il sensore che rileva la presenza della forma, ma è prevista un'ANTENNA che permette non solo di sapere se il pallet trasporta una forma, ma permette anche di riconoscerla grazie alla lettura del codice del chip. Grazie a questa ANTENNA si conosce l'ordine esatto di uscita delle forme dal magazzino.

Esattamente come in ITE, si possono presentare due casi:

- Nel caso sia trasportata una forma, essa viene identificata dall'ANTENNA, e quando il pallet accede alla zona di lavoro, viene fermato dall'INDEX LAVORO e bloccato da una MORSA in modo simile a quanto avveniva nella stazione precedente. Il sistema si coordina con la linea molecolare, in modo che venga offerto ad IL uno slot libero sulla tavola rotante di interfaccia. Quando ciò avviene, viene azionato lo SPINTORE posto in asse con la MORSA, che fuoriuscendo, spinge la forma verso la linea molecolare. Una volta arrivato a finecorsa, lo SPINTORE rientra;
- Nel caso il pallet sia vuoto, esso può venire bloccato (dipendentemente dalla politica di gestione scelta) dalla MORSA ed essere tenuto disponibile per accettare forme in rientro dalla linea molecolare: in questo caso la forma viene spinta da uno spintore montato sulla tavola rotante di interfaccia, simile a quello montato sul IL. Una volta arrivato a finecorsa, lo spintore rientra.

Come di consueto, una volta che il pallet è stato processato, l'INDEX LAVORO viene abbassato e il pallet prosegue nel suo movimento lungo la FL in rotazione, fino a raggiungere la stazione successiva, l'interfaccia con l'operatore, IOP.

2.3.7. Interfaccia con l'operatore

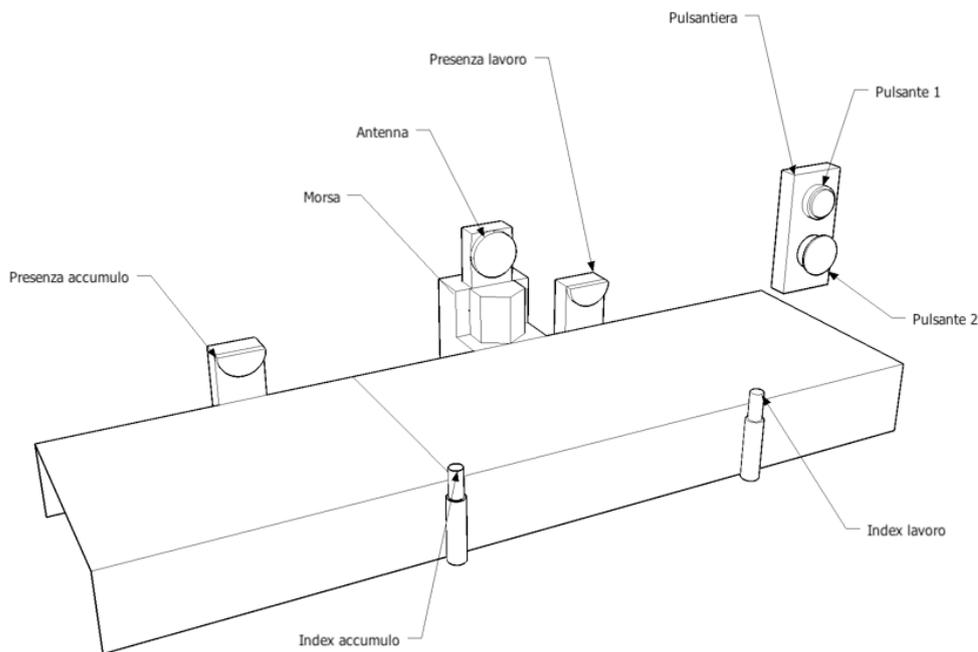


Figura 6: Schema della stazione d'interfaccia con l'operatore

La stazione IOP si affaccia sulla flexlink e come le altre due stazioni precedenti è divisa in due zone, accumulo e lavoro, ed è dotata di un sensore PRESENZA ACCUMULO, di un sensore PRESENZA LAVORO, e di due index pneumatici INDEX LAVORO e INDEX ACCUMULO, al fine di regolare il flusso dei pallet attraverso l'area di accumulo e di lavoro, in modo del tutto analogo a quanto già visto per ITE, vedi Figura 6.

La stazione IOP è dotata di un'ANTENNA uguale a quella montata in IL, che è montata nella zona di lavoro. La stazione ha un duplice ruolo nel magazzino:

- Identificare le forme in rientro provenienti da IL, leggendo il codice memorizzato nel chip;
- Permettere l'inserimento di nuove forme nel magazzino da parte di un operatore umano: l'ANTENNA viene utilizzata per la lettura del chip montato sulla nuova forma, prima che questa venga fatta scorrere verso la stazione ITE, dove sarà stoccata sullo scaffale.

La stazione è dotata di una pulsantiera con due pulsanti, PULSANTE 1 e PULSANTE 2. Nell'implementazione scelta il PULSANTE 1 permette all'operatore di richiedere un pallet vuoto per l'inserimento di una nuova forma, mentre una sua pressione prolungata (oltre 5 secondi), prevede che se c'è un pallet vuoto, richiesto e bloccato in attesa della nuova forma, questo venga liberato.

Il PULSANTE 2 invece serve per comunicare che la nuova forma è stata inserita sul pallet e che le operazioni di inserimento nel database delle forme sono finite, quindi il pallet può essere liberato per essere trasportato dalla FL verso la stazione ITE, che provvederà a stoccare la nuova forma.

Nell'operazione di riconoscimento delle forme in rientro dalla linea, si procede a sequenzializzare il flusso di pallet come già visto nelle altre stazioni.

Quando il pallet passa da accumulo a lavoro, il chip dell'eventuale forma trasportata viene letto dall'ANTENNA: questo permette sia di sapere se il pallet trasporta una forma, sia il codice della forma che sta per tornare sullo scaffale. Se il pallet trasporta una forma o non è stato richiesto un pallet vuoto per l'inserimento di una nuova forma, INDEX LAVORO viene abbassato e il pallet lasciato libero di uscire da IOP verso ITE.

Qualora invece sia stato premuto il PULSANTE 1, e l'ANTENNA legge che il pallet in transito non trasporta forme, INDEX LAVORO non viene abbassato, bloccando il pallet nella zona di lavoro: quando ciò avviene, l'INDEX ACCUMULO viene tenuto alto per tutto il tempo in cui il pallet viene processato e la MORSA della stazione viene chiusa sul pallet in lavoro per dargli maggiore stabilità. Quando l'operatore inserisce la forma sul pallet bloccato, l'ANTENNA capta il segnale contenuto nel chip e lo comunica all'applicazione che gira sul terminale dell'operatore, la quale procede alla registrazione delle informazioni riguardanti la forma: al termine di questa fase, l'operatore preme il PULSANTE 2, che conferma al PLC l'avvenuto inserimento. Solo in questo momento la MORSA viene aperta e l'INDEX LAVORO si abbassa permettendo al pallet di fluire verso ITE, la gestione del flusso dei pallet riprende regolarmente.

3. FUNZIONAMENTO DEGLI ATTUATORI

3.1. FL - CATENA VERTEBRATA

La catena vertebata si muove in senso antiorario e per una scelta di implementazione deve essere in costante movimento (comandata dal segnale MOTORE FLEXLINK).

3.2. TE – TRASLOELEVATORE

Il trasloelevatore è una struttura mobile composta da due motori che permettono il movimento lungo le due dimensioni del piano parallelo allo scaffale e da una tavola rotante provvista di otto slot e di un pistone a tre stadi con gripper pneumatico, vedi Figura 7. I motori sono comandati da due servomeccanismi (uno per asse) che sono preposti anche alla mappatura in coordinate logiche delle postazioni dello scaffale.

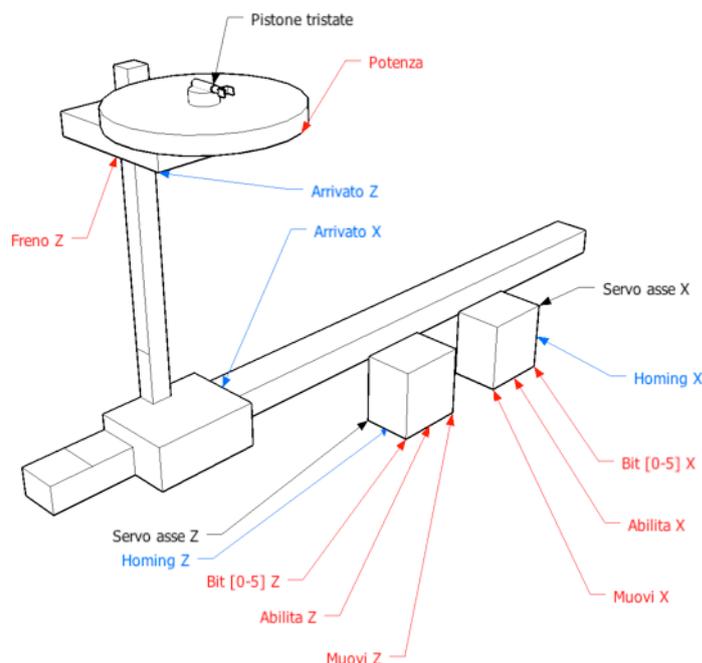


Figura 7: I segnali della postazione TE

I servomeccanismi, dopo essere stati abilitati (segnali **ABILITA X** e **ABILITA Z**), ricevono la posizione logica (6 bit per asse, da **BIT 0 X** a **BIT 5 X** e da **BIT 0 Z** a **BIT 5 Z**). Il movimento deve essere avviato con una conferma (segnali **MUOVI X** e **MUOVI Z**). Quando il gruppo tavola e pistone ha raggiunto la posizione richiesta sull'asse viene segnalato attraverso il fronte di discesa di due segnali **ARRIVATO X** e **ARRIVATO Z** e viene attivato il freno dell'asse Z (**FRENO Z**). Sono previste due posizioni speciali del trasloelevatore:

- **Homing** la posizione viene raggiunta passando come coordinate $X=0$ e $Z=0$. Il trasloelevatore raggiunge questa posizione lentamente e segnala che è arrivato sia attraverso i segnali **HOMING X** e **HOMING Z** che vengono alzati, sia attraverso il consueto fronte di discesa su **ARRIVATO X** e **ARRIVATO Z**;
- **Carico/scarico** in questa posizione, raggiungibile con le coordinate $X=40$ e $Z=40$ il gruppo tavola si allinea con la stazione di carico/scarico dallo scaffale in modo da permettere il passaggio delle forme da e verso la flexlink.

È molto importante seguire la sequenza **ABILITA Z**, abbassare **FRENO Z** e alzare **MUOVI Z**: invertendo i primi due passi, la tavola precipita perché il motore non si oppone alla forza di gravità. Da notare che **FRENO Z** è attivo al valore logico basso per sicurezza: se saltasse

corrente improvvisamente o venisse premuto il fungo di emergenza, il segnale che comanda il freno va a 0, inserendolo e arrestando la caduta del trasloelevatore. Il freno è da considerarsi comunque un meccanismo di stazionamento e di sicurezza e non deve essere usato per arrestare il trasloelevatore durante il movimento.

La rotazione della tavola può avvenire solo in senso antiorario (il movimento è comandato dal segnale **POTENZA**).

Il pistone posto sulla tavola è di tipo tristato e permette di spingere o sfilare le forme dallo scaffale in modo analogo al pistone tristato della stazione ITE. L'unica differenza è che non è previsto il segnale di comando dell'index pneumatico in quanto il blocco della forma nella posizione intermedia avviene attraverso una vite di riscontro.

3.3. ITE - STAZIONE DI CARICO/SCARICO DALLLO SCAFFALE

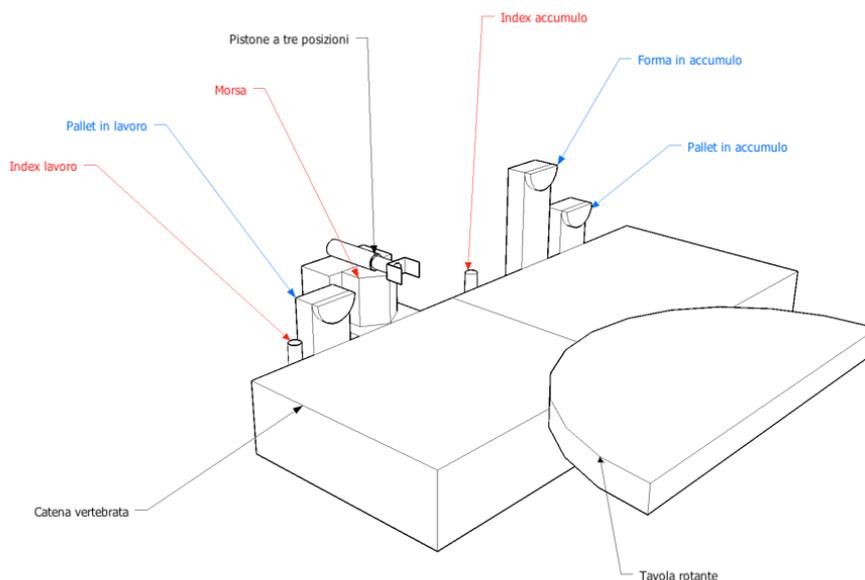


Figura 8: I segnali della postazione ITE

La stazione di carico e scarico dallo scaffale, vedi Figura 8, si compone di due aree ben distinte:

- **Area di lavoro** questa area si occupa di fermare e di bloccare un pallet durante lo scambio con la tavola rotante del trasloelevatore. La presenza di un pallet in transito è segnalata da un sensore (segnale **PALLET IN LAVORO**), un index pneumatico (comandato con il segnale **INDEX LAVORO**) permette di arrestare il pallet in transito. Una morsa (comandabile attraverso **MORSA**) consente di bloccare in modo stabile il pallet, affinché il suo slot sia allineato correttamente con quello della tavola rotante e le successive operazioni possano avvenire senza impedimenti meccanici. Un pistone pneumatico (comandabile attraverso **ELETTROVALVOLA ARIA ANTERIORE** e **ELETTROVALVOLA ARIA POSTERIORE**) è montato in modo da poter muovere la forma sugli slot allineati. Il pistone potrebbe teoricamente essere comandato da un solo segnale che a seconda dello stato logico fa passare il pistone da ritratto a esteso e viceversa, rispecchiando così le due azioni fisiche che può compiere un pistone (estendersi e ritrarsi), nella realtà abbiamo due segnali perché ogni segnale comanda l'apertura e la chiusura (2 stati quindi) di un'elettrovalvola: la prima di queste regola l'afflusso di aria compressa nel cilindro in testa al pistone (che preme sul setto interno affinché il pistone si retragga), mentre la seconda regola l'afflusso di aria compressa nel cilindro in coda al pistone (che preme sul setto affinché il pistone si estenda). Le combinazioni dei due segnali alto-alto e basso-basso tengono il pistone immobile mantenendo rispettivamente le due camere dell'aria in pressione e non in pressione. Il pistone può

assumere tre posizioni che sono "esteso", "retrato" o "intermedio" (segnalate rispettivamente dai segnali **PROXIMITY AVANTI**, **PROXIMITY INDIETRO** e **PROXIMITY INTERMEDIO**). La posizione "intermedia" del pistone è ottenuta bloccandone la corsa in modo meccanico attraverso un index (comandato dal segnale **INDEX**). Il pistone è inoltre dotato di una pinza prensile (comandata da **GRIPPER**) montata sull'estremità mobile, che permette di afferrare le forme per trascinarle, vedi Figura 9. Il passaggio dallo stato di "retrato" a "esteso" consente di spingere una forma sulla tavola rotante, il passaggio da "esteso" (con pinza chiusa) a "intermedio" (con pinza chiusa) permette invece di estrarre una forma dalla tavola e di caricarla sul pallet correntemente bloccato. La posizione "retratta" consente ai pallet di passare davanti al pistone senza che questo interferisca;

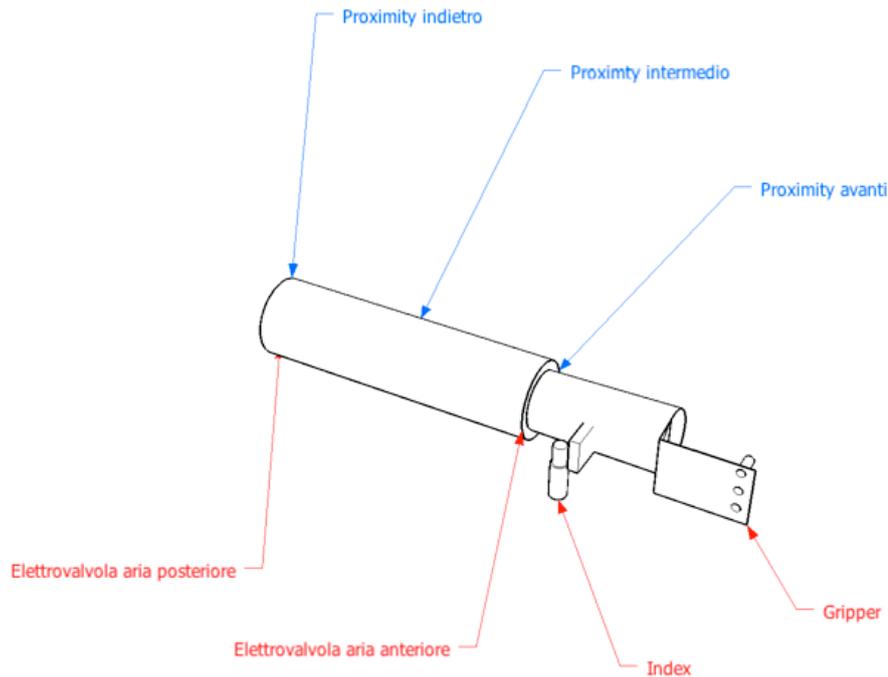


Figura 9: I segnali del pistone a tre stati

- **Area di accumulo** questa zona precede l'area di lavoro e consente di bloccare il flusso di pallet temporaneamente mentre l'area di lavoro è occupata. Solo successivamente al passaggio del pallet verso la zona lavoro è possibile conoscere se trasporta una forma. Questa area è dotata di un index pneumatico (comandato da **INDEX ACCUMULO**) che permette di arrestare il flusso di pallet in arrivo dalla flexlink e di due sensori (leggibili tramite i segnali **PALLET IN ACCUMULO** e **FORMA IN ACCUMULO**).

3.4. IL - STAZIONE DI INTERFACCIA CON LA LINEA MOLECOLARE

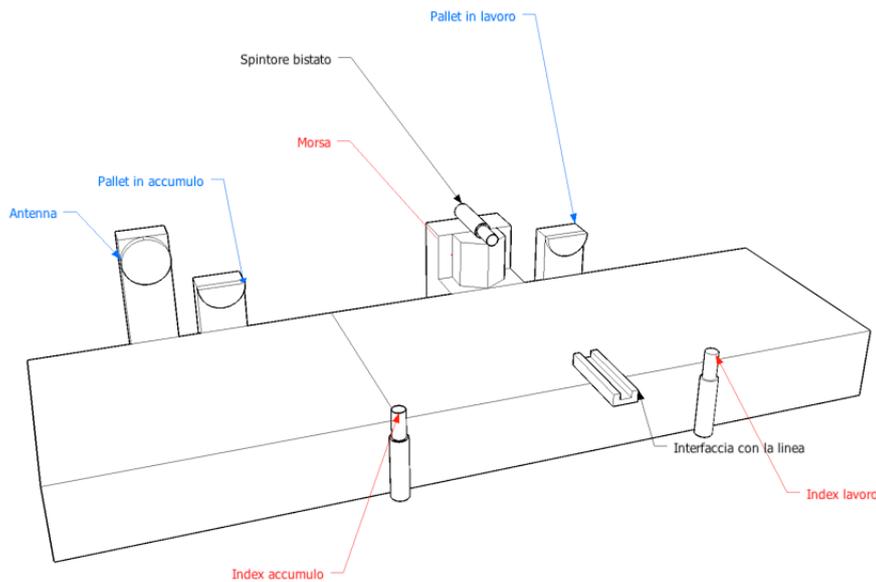


Figura 10: I segnali della postazione IL

La stazione d'interfaccia con la linea molecolare, posta a valle della stazione di carico/scarico scaffale, permette di scambiare le forme con la prima tavola rotante della prima terna della linea molecolare, vedi Figura 10. A differenza della precedente stazione, monta uno spintore che è in grado solo di spingere la forma verso la linea molecolare, questo perché sulla tavola rotante della linea molecolare è montato uno spintore analogo che permette di trasferire la forma in rientro al magazzino dalla tavola al pallet sulla flexlink.

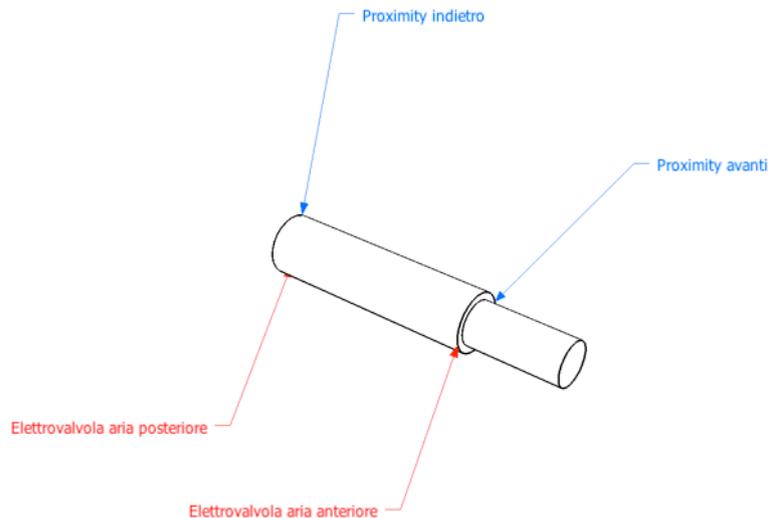


Figura 11 I segnali dello spintore della postazione IL

Come per le altre stazioni è presente una suddivisione tra le aree di accumulazione e di lavoro: nell'area di accumulazione è presente un'antenna che legge l'ID della forma in uscita e un sistema sensore/index (**PALLET IN ACCUMULO** e **INDEX ACCUMULO**) che permette di arrestare il flusso verso la zona di lavoro. Nella zona di lavoro è presente un meccanismo sensore/index/morsa (**PALLET IN LAVORO**, **INDEX LAVORO** e **MORSA**) che permette di bloccare il pallet in transito.

La stazione svolge due compiti:

- Immissione delle forme sulla linea molecolare: se il primo pallet bloccato in accumulo contiene una forma (informazione desumibile dall'antenna) questo viene trasferito in lavoro e la forma viene spinta sul primo slot libero della tavola rotante;
- Recupero delle forme in ritorno dalla linea molecolare: se sulla tavola è presente una forma in rientro questa viene spinta sul primo pallet libero tra quelli in accumulo.

Come è intuibile le due azioni sono in contrasto tra di loro nel caso si abbiano sia forme in uscita che forme in rientro quindi dovrà essere studiata una strategia per evitare il deadlock.

3.5. IOP - STAZIONE DI CARICO DA OPERATORE

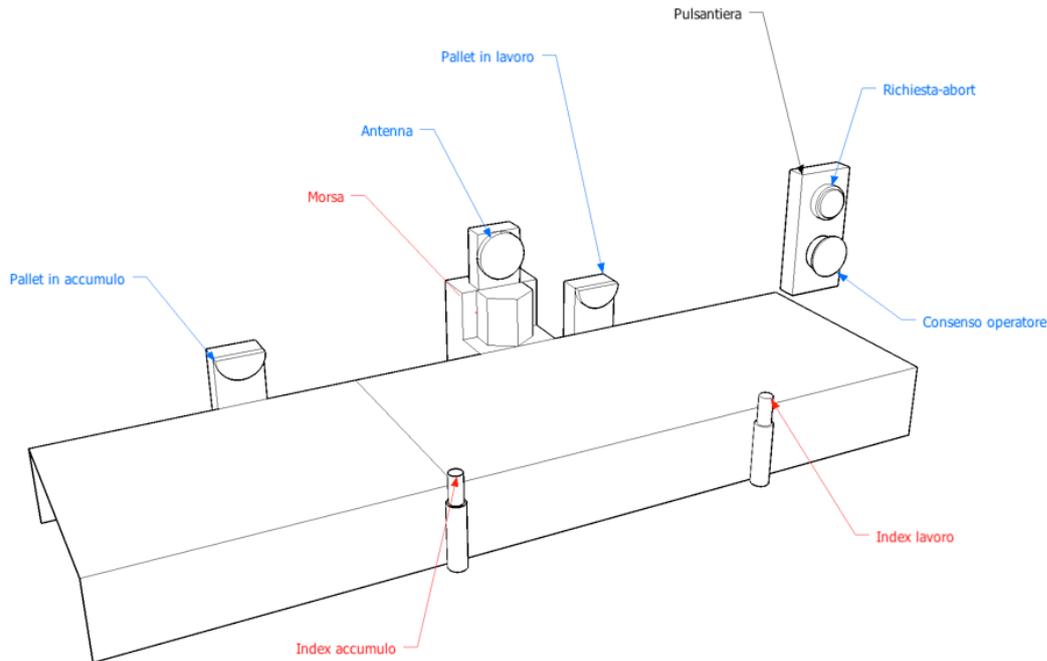


Figura 12: I segnali della stazione IOP

La stazione di carico da operatore è posta a valle della stazione di interfaccia con la linea molecolare e attraverso di essa transitano sia pallet vuoti che pallet con forme in rientro al magazzino.

La stazione, esattamente come le altre, vedi Figura 12, è divisa in due zone: accumulo, in cui vengono mantenuti i pallet che attendono di passare nella zona lavoro e la zona lavoro, in cui i pallet vengono processati. Attraverso un meccanismo analogo a quello delle altre stazioni, i pallet accedono alla zona di lavoro uno alla volta.

Questa stazione è dotata di antenna, posta nell'area di lavoro e consente due operazioni:

- Il riconoscimento delle forme in rientro dalla linea, attraverso l'antenna, in quanto non è assicurato che l'ordine di rientro dalla linea sia lo stesso con il quale le forme sono state immesse. La lettura dell'ID della forma avviene fermando il pallet in transito nella zona lavoro, (alzando l'index attraverso il segnale **INDEX LAVORO**) quando questo è segnalato come presente (**PALLET IN LAVORO**) viene letto il segnale trasmesso dall'antenna. Quindi il pallet viene liberato;
- L'inserimento sullo scaffale di nuove forme: l'operatore della stazione può richiedere un pallet vuoto attraverso il pulsante 1 (segnale **RICHIESTA-ABORT**). Il sistema, attraverso l'antenna, controlla che il pallet in transito sia vuoto, altrimenti lo libera e procede allo stesso controllo sul successivo. Quando viene individuato un pallet vuoto, questo viene bloccato nella stazione di lavoro azionando l'index (**INDEX LAVORO**), quando è verificata la sua presenza (rilevata

tramite il segnale **PALLET IN LAVORO**) la morsa (comandata da **MORSA**) lo ferma ulteriormente. Nello stesso tempo, tramite un altro index pneumatico (controllato dal segnale **CHIUDI ACCUMULO**), viene arrestato il flusso di pallet proveniente dalla flexlink. Con una pressione prolungata del pulsante 1 (segnale **RICHIESTA-ABORT**) viene annullata l'operazione di immissione in linea di una nuova forma e il pallet vuoto viene rilasciato. L'operatore può inserire una nuova forma sul pallet bloccato, questa viene registrata nel database delle forme associando il suo codice ID al modello di scarpa. Contestualmente la forma riceve anche una posizione all'interno dello scaffale in modo che appena raggiunga la stazione successiva venga alloggiata all'interno dello scaffale. Per confermare l'operazione e sbloccare il pallet con la relativa forma appena inserita, l'operatore deve premere il pulsante 2 (segnale **CONSENSO OPERATORE**).

3.6. ESEMPI DI CONTROLLO

Sono riportate alcune sequenze di controllo per l'esemplificazione dell'uso dei segnali. Le sequenze corrette per gli azionamenti saranno approfondite nei prossimi capitoli.

3.6.1. Area ITE

3.6.1.1. Pistone

Per muovere in avanti il pistone è necessario che il segnale **ELETTROVALVOLA ARIA POSTERIORE** sia alto e il segnale **ELETTROVALVOLA ARIA ANTERIORE** sia basso, il segnale **ELETTROVALVOLA ARIA POSTERIORE** verrà abbassato quando il segnale **PROXIMITY AVANTI** passa da basso a alto (ovvero il pistone arriva a finecorsa) oppure allo scadere di un timeout, per muovere indietro il pistone è usata la stessa strategia. Quando il pistone è completamente esteso e si vuole spostare una forma dalla tavola del trasloelevatore al pallet sulla flexlink è necessario alzare l'index intermedio con il segnale **INDEX**, chiudere il gripper abbassando il segnale **GRIPPER** e quindi portare il pistone in posizione intermedia, muovendo il pistone all'indietro agendo come durante un normale spostamento; il segnale **ELETTROVALVOLA ARIA ANTERIORE** verrà abbassato appena il segnale **PROXIMITY INTERMEDIO** passa da basso ad alto oppure dopo un timeout. Per ritrarre completamente il pistone, si aprirà il gripper tenendo basso il segnale **GRIPPER**, sarà quindi abbassato l'index portando basso il segnale **INDEX** e sarà riportato alto il segnale **ELETTROVALVOLA ARIA ANTERIORE** finché il segnale **PROXIMITY INDIETRO** passa da basso ad alto o fino allo scadere di un timeout.

3.6.1.2. Flusso

Questa sezione è divisa in due parti: accumulo e lavoro. Il normale fluire dei pallet, quando non sono necessarie operazioni di carico o scarico, è gestito nel modo seguente: i due index comandati da **INDEX ACCUMULO** e **INDEX LAVORO** sono normalmente alzati (stato logico alto), quando il sensore **PALLET IN ACCUMULO** è alto e il sensore **PALLET IN LAVORO** è basso l'index di accumulo viene abbassato per un certo tempo in modo da far passare il pallet, quindi viene rialzato per bloccare il pallet eventualmente in coda, in questo modo il pallet accede alla zona lavoro, visto che non è necessario processare alcuna forma appena il pallet verrà rilevato dal sensore **PALLET IN LAVORO** l'**INDEX LAVORO** verrà abbassato e sarà possibile far entrare un altro pallet nella zona lavoro. Se il pallet che entra nella zona di lavoro contiene una forma, la cui presenza è segnalata da **FORMA IN ACCUMULO**, questo sarà bloccato dalla morsa in attesa di essere caricato sulla tavola del trasloelevatore; nel caso ci siano delle forme da scaricare dalla tavola, verrà eseguita prima l'operazione di caricamento e quindi verrà scaricata la forma sul pallet che è stato appena svuotato. La stessa politica è seguita quando ci sono solo forme da caricare sulla tavola in arrivo dalla FL; in tal caso il massimo numero di forme caricabili sulla tavola per essere riposte sullo scaffale è 8, mentre 6 è il massimo numero di forme scaricabili dal magazzino e caricabili sulla tavola per essere immesse in linea.

3.6.2. Area TE

3.6.2.1. Motore tavola

Quando viene alzato il segnale **POTENZA** la tavola inizia a ruotare in senso antiorario; la tavola verrà fermata abbassando il segnale **POTENZA** quando il segnale **FINECORSA ROTAZIONE** passa da basso ad alto oppure allo scadere di un timeout, questo impedisce che la tavola continui a girare nel caso ci fosse un guasto al sensore di finecorsa.

Tuttavia è possibile realizzare un programma software che permetta il controllo di tale tavola rotante come quelle della linea molecolare [1], comandando la rotazione della tavola con un fronte di salita del segnale di rotazione ed aspettando il segnale di fine rotazione.

3.6.2.2. Pistone

Per muovere in avanti il pistone è necessario che il segnale **ELETTROVALVOLA ARIA POSTERIORE** sia alto e il segnale **ELETTROVALVOLA ARIA ANTERIORE** sia basso, il segnale **ELETTROVALVOLA ARIA POSTERIORE** verrà abbassato quando il segnale **PROXIMITY AVANTI** passa da basso a alto (ovvero il pistone arriva a finecorsa) oppure allo scadere di un timeout, per muovere indietro il pistone è usata la stessa strategia. Quando il pistone è completamente esteso e si vuole spostare una forma dallo scaffale alla tavola del trasloelevatore è necessario chiudere il gripper abbassando il segnale **GRIPPER** e quindi portare il pistone in posizione intermedia, il pistone si fermerà in quanto la forma che trascina sarà fermata da un blocco meccanico inserito nello slot della tavola, il segnale **ELETTROVALVOLA ARIA ANTERIORE** verrà abbassato appena il segnale **PROXIMITY INTERMEDIO** passa da basso ad alto, oppure dopo un timeout, in modo da evitare una pressione continua contro il blocco meccanico, per ritrarlo completamente verrà aperto il gripper portando alto il segnale **GRIPPER** e riportando alto il segnale **ELETTROVALVOLA ARIA ANTERIORE** finché il segnale **PROXIMITY INDIETRO** passa da basso ad alto o fino allo scadere di un timeout.

3.6.2.3. Servo

Per muovere il trasloelevatore è necessario abilitare la ricezione delle coordinate portando alti prima i segnali **ABILITA X** e **ABILITA Z** e quindi togliendo il freno alzando il segnale **FRENO Z**, successivamente le coordinate sono impostate con i segnali **BIT N X** e **BIT N Z**, il trasloelevatore verrà mosso alzando i segnali **MUOVI X** e **MUOVI Z** e sarà in movimento fino a quando i segnali **ARRIVATO X** e **ARRIVATO Z** passano bassi. Prima di muovere il trasloelevatore è necessario controllare che i pistoni del trasloelevatore e della stazione ITE siano retratti.

3.6.3. Area IL

3.6.3.1. Flusso

Questa sezione è divisa in due parti: accumulo e lavoro. Il normale fluire dei pallet, quando non sono necessarie operazioni di carico o scarico, è gestito nel modo seguente: i due index comandati da **INDEX ACCUMULO** e **INDEX LAVORO** sono normalmente alzati (stato logico alto), quando il sensore **PALLET IN ACCUMULO** è alto e il sensore **PALLET IN LAVORO** è basso l'index di accumulo viene abbassato per un certo tempo in modo da far passare il pallet, quindi viene rialzato per bloccare il pallet eventualmente in coda, il pallet accede quindi alla zona lavoro, visto che non è necessario processare alcuna forma appena il pallet verrà rilevato dal sensore **PALLET IN LAVORO** l'**INDEX LAVORO** verrà abbassato e sarà possibile far entrare un altro pallet nella zona di lavoro. Se il pallet che entra nella zona di lavoro contiene una forma, la cui presenza è segnalata dall'antenna, questo sarà bloccato dalla morsa in attesa che la forma sia caricata sulla prima tavola della linea molecolare; nel caso ci siano delle forme da scaricare dalla tavola, verrà eseguita prima l'operazione di caricamento e quindi verrà scaricata la forma

sul pallet che è stato appena svuotato. La stessa politica è seguita quando ci sono solo forme da caricare sulla tavola, il massimo numero di forme caricabili sulla tavola per essere immesse in linea è 10, mentre 12 è il massimo numero di forme in rientro che possono trovarsi contemporaneamente sulla tavola.

3.6.3.2. Spintore

Per muovere in avanti lo spintore è necessario che il segnale **ELETTROVALVOLA ARIA POSTERIORE** sia alto e il segnale **ELETTROVALVOLA ARIA ANTERIORE** sia basso, il segnale **ELETTROVALVOLA ARIA POSTERIORE** verrà abbassato quando il segnale **PROXIMITY AVANTI** passa da basso a alto (ovvero lo spintore arriva a finecorsa) oppure allo scadere di un timeout, per muovere indietro lo spintore è usata la stessa strategia.

3.6.4. Area IOP

3.6.4.1. Flusso

Questa sezione è divisa in due parti: accumulo e lavoro. Il normale fluire dei pallet, quando non sono necessarie operazioni di inserimento forme sullo scaffale, è gestito nel modo seguente: i due index comandati da **INDEX ACCUMULO** e **INDEX LAVORO** sono normalmente alzati (stato logico alto), quando il sensore **PALLET IN ACCUMULO** è alto e il sensore **PALLET IN LAVORO** è basso l'index di accumulo viene abbassato per un certo tempo in modo da far passare il pallet, quindi viene rialzato per bloccare il pallet eventualmente in coda, il pallet accede quindi alla zona lavoro, visto che non è necessario processare alcuna forma appena il pallet verrà rilevato dal sensore **PALLET IN LAVORO** l'antenna verrà attivata per rilevare o meno la presenza di una forma in rientro e l'**INDEX LAVORO** verrà abbassato e rialzato allo scadere di un timeout in modo da far passare il pallet.

3.6.4.2. Pulsantiera

Se il segnale **RICHIESTA-ABORT** è alto, l'antenna controlla che il pallet in transito non contenga una forma e il segnale **MORSA** viene alzato in modo da bloccare il pallet, quindi l'antenna resta in ascolto e intercetta il codice della forma appena questa viene inserita sul pallet, quando il segnale **CONSENSO OPERATORE** passa alto i segnali **MORSA** e **INDEX LAVORO** vengono abbassati in modo da liberare il pallet e farlo uscire dall'area lavoro, la nuova associazione forma-codice viene inserita nel database ed è riservato uno slot sullo scaffale per la forma. Se il segnale **RICHIESTA-ABORT** viene alzato e tenuto alto per cinque secondi mentre il pallet è bloccato per l'inserimento di una forma, il segnale **MORSA** viene abbassato, liberando il pallet che verrà fatto uscire dall'area lavoro; i database delle forme e dello scaffale non verranno aggiornati.

4. SEGNALI INPUT/OUTPUT DEL SISTEMA DI CONTROLLO

Il magazzino forme è dotato di un PLC sul quale viene eseguito l'algoritmo di controllo dell'intero dispositivo. A completamento della descrizione del magazzino, si riportano di seguito i segnali disponibili al PLC e quindi al sistema di controllo.

I/O	Scheda	Canale	Descrizione	Area	Sottoarea	Nomenclatura estesa	Simbolo S7	Stato logico 0	Stato logico 1
DO	AB12	0	Contattore Rotazione Tavola	TE	Motore	Potenza		Disattivata	Attivata
DO	AB12	1	Elettrovalvola Braccio Spintore Tavola Buffer (Indietro)	TE	Pistone	Elettrovalvola aria anteriore	Elettr a ant	Chiusa	Aperta
DO	AB12	2	Elettrovalvola Braccio Spintore Tavola Buffer (Avanti)	TE	Pistone	Elettrovalvola aria posteriore	Elettr a post	Chiusa	Aperta
DO	AB12	3	Relè Comando Freno Asse Z	TE	Servo	Freno Z	Freno Z	Attivato	Disattivato
DO	AB12	4	Elettrovalvola Apertura / Chiusura Pinza di Presa Tavola Buffer	TE	Pistone	Gripper	Gripper	Chiuso	Aperto
DO	AB12	5	Contattore Rotazione Catena Vertebrata	FL	Flusso	Motore flexlink	Mot FL	Disattivato	Attivato
DO	AB12	6	Elettrovalvola Salita STOP Accumulo Postazione 1 (Manipolatore Catena-Trasloelevatore)	ITE	Flusso	Index accumulo	Index acc	Abbassato	Alzato
DO	AB12	7	Elettrovalvola Salita STOP Index Postazione 1 (Manipolatore Catena-Trasloelevatore)	ITE	Flusso	Index lavoro	Index lav	Abbassato	Alzato
DO	AB13	0	Elettrovalvola Chiusura Index Postazione 1 (Manipolatore Catena-Trasloelevatore)	ITE	Flusso	Morsa	Morsa	Aperta	Chiusa
DO	AB13	1	Elettrovalvola Salita STOP Accumulo Postazione 2 (Manipolatore Linea Molecolare)	IL	Flusso	Index accumulo	Index acc	Abbassato	Alzato
DO	AB13	2	Elettrovalvola Salita STOP Index Postazione 2 (Manipolatore Linea Molecolare)	IL	Flusso	Index lavoro	Index lav	Abbassato	Alzato
DO	AB13	3	Elettrovalvola Chiusura Index Postazione 2 (Manipolatore Linea Molecolare)	IL	Flusso	Morsa	Morsa	Aperta	Chiusa
DO	AB13	4	Elettrovalvola Salita STOP Accumulo Operatore Carico Forme	IOP	Flusso	Index accumulo	Index acc	Abbassato	Alzato

I/O	Scheda	Canale	Descrizione	Area	Sottoarea	Nomenclatura estesa	Simbolo S7	Stato logico 0	Stato logico 1
DO	AB13	5	Elettrovalvola Salita STOP Index Postazione Operatore Carico Forme	IOP	Flusso	Index lavoro	Index lavoro	Abbassato	Alzato
DO	AB13	6	Elettrovalvola Chiusura Index Postazione Operatore Carico Forme	IOP	Flusso	Morsa	Morsa	Aperta	Chiusa
DO	AB13	7	Elettrovalvola Salita STOP Intermedio Manipolatore Magazzino (Trasloelevatore-Catena)	ITE	Pistone	Index	Index	Abbassato	Alzato
DO	AB16	0	Elettrovalvola Braccio Magazzino Trasloelevatore-Catena (Indietro)	ITE	Pistone	Elettrovalvola aria anteriore	Elettr a ant	Chiusa	Aperta
DO	AB16	1	Elettrovalvola Braccio Magazzino Trasloelevatore-Catena (Avanti)	ITE	Pistone	Elettrovalvola aria posteriore	Elettr a post	Chiusa	Aperta
DO	AB16	2	Elettrovalvola Apertura / Chiusura Pinza di Presa Magazzino	ITE	Pistone	Gripper	Gripper	Aperto	Chiuso
DO	AB16	3	Elettrovalvola Braccio Linea Molecolare (Avanti)	IL	Spintore	Elettrovalvola aria posteriore	Elettr a pos	Chiusa	Aperta
DO	AB16	4	Elettrovalvola Braccio Linea Molecolare (Scorta)	IL	Spintore	Elettrovalvola aria anteriore	Elettr a ant	Chiusa	Aperta
DO	AB16	5							
DO	AB16	6							
DO	AB17	0	Spia Scatto Termico Rotazione Tavola	Protezione					
DO	AB17	1	Spia Scatto Termico Rotazione Catena	Protezione					
DO	AB17	2	Spia Consenso Manuale	Protezione					
DO	AB17	3							
DO	AB17	4							
DO	AB17	5							
DO	AB17	6							
DO	AB17	7							
DO	AB20	0	Bit 0 Movimento Asse X	TE	Servo	Bit 0 X	Bit 0 X		

I/O	Scheda	Canale	Descrizione	Area	Sottoarea	Nomenclatura estesa	Simbolo S7	Stato logico 0	Stato logico 1
DO	AB20	1	Bit 1 Movimento Asse X	TE	Servo	Bit 1 X	Bit 1 X		
DO	AB20	2	Bit 2 Movimento Asse X	TE	Servo	Bit 2 X	Bit 2 X		
DO	AB20	3	Bit 3 Movimento Asse X	TE	Servo	Bit 3 X	Bit 3 X		
DO	AB20	4	Bit 4 Movimento Asse X	TE	Servo	Bit 4 X	Bit 4 X		
DO	AB20	5	Bit 5 Movimento Asse X	TE	Servo	Bit 5 X	Bit 5 X		
DO	AB20	6	Start posizionamento asse x	TE	Servo	Muovi X	Muovi X	Fermo	Azionato
DO	AB20	7	Abilitazione Asse X	TE	Servo	Abilita X	Abilita X	Disabilitato	Abilitato
DO	AB21	0	Bit 0 Movimento Asse Z	TE	Servo	Bit 0 Z	Bit 0 Z		
DO	AB21	1	Bit 1 Movimento Asse Z	TE	Servo	Bit 1 Z	Bit 1 Z		
DO	AB21	2	Bit 2 Movimento Asse Z	TE	Servo	Bit 2 Z	Bit 2 Z		
DO	AB21	3	Bit 3 Movimento Asse Z	TE	Servo	Bit 3 Z	Bit 3 Z		
DO	AB21	4	Bit 4 Movimento Asse Z	TE	Servo	Bit 4 Z	Bit 4 Z		
DO	AB21	5	Bit 5 Movimento Asse Z	TE	Servo	Bit 5 Z	Bit 5 Z		
DO	AB21	6	Start posizionamento asse Z	TE	Servo	Muovi Z	Muovi Z	Fermo	Azionato
DO	AB21	7	Abilitazione Asse Z	TE	Servo	Abilita Z	Abilita Z	Disabilitato	Abilitato
DI	EB0	0	Finecorsa rotazione Tavola Buffer Trasloelevatore	TE	Motore	Finecorsa rotazione	Finecorsa rot	Non in posizione	In posizione
DI	EB0	1	Proximity avanti braccio spintore Tavola Buffer	TE	Pistone	Proximity avanti	Prox avanti	Non presente	Presente
DI	EB0	2	Proximity intermedio braccio spintore Tavola Buffer	TE	Pistone	Proximity intermedio	Prox inter	Non presente	Presente
DI	EB0	3	Proximity indietro braccio spintore Tavola Buffer	TE	Pistone	Proximity indietro	Prox ind	Non presente	Presente
DI	EB0	4	Drive in posizione Asse X	TE	Servo	Arrivato X	Arrivato X	In posizione	In movimento
DI	EB0	5	Drive in posizione Asse Z	TE	Servo	Arrivato Z	Arrivato Z	In posizione	In movimento
DI	EB0	6	Segnale finecorsa Homing Asse X	TE	Servo	Homing X	Homing X	In movimento	In posizione
DI	EB0	7	Segnale finecorsa Homing Asse Z	TE	Servo	Homing Z	Homing Z	In movimento	In posizione
DI	EB1	0	FTC Postazione Automatica 1 STOP Accumulo (Manipolatore Catena-Trasloelevatore)	ITE	Flusso	Pallet in accumulato	Pallet in ac	Non presente	Presente
DI	EB1	1	FTC Postazione Automatica 2 STOP Accumulo (Manipolatore Linea Molecolare)	IL	Flusso	Pallet in accumulato	Pallet in acc	Non presente	Presente

I/O	Scheda	Canale	Descrizione	Area	Sottoarea	Nomenclatura estesa	Simbolo S7	Stato logico 0	Stato logico 1
DI	EB1	2	Proximity STOP Accumulo Postazione Manuale Operatore Carico Forme	IOP	Flusso	Pallet in lavoro	Pallet in lav	Non presente	Presente
DI	EB1	3	FTC Pallet Vuoto Postazione Automatica 1 (Manipolatore Catena-Trasloelevatore)	ITE	Flusso	Forma in accumulato	Forma in ac	Non presente	Presente
DI	EB1	4	FTC STOP Accumulo Postazione Operatore Carico Forme	IOP	Flusso	Pallet in accumulato	Pallet in acc	Non presente	Presente
DI	EB1	5	Proximity STOP Index Postazione Automatica 1 (Manipolatore Catena-Trasloelevatore)	ITE	Flusso	Pallet in lavoro	Pallet in la	Non presente	Presente
DI	EB1	6	Proximity avanti braccio manipolatore magazzino (Trasloelevatore - Catena)	ITE	Pistone	Proximity avanti	Prox avanti	Non presente	Presente
DI	EB1	7	Proximity indietro braccio manipolatore magazzino (Trasloelevatore - Catena)	ITE	Pistone	Proximity indietro	Prox ind	Non presente	Presente
DI	EB4	0	Proximity avanti braccio manipolatore linea molecolare	IL	Spintore	Proximity avanti	Prox avanti	Non presente	Presente
DI	EB4	1	Proximity indietro braccio manipolatore linea molecolare	IL	Spintore	Proximity indietro	Prox ind	Non presente	Presente
DI	EB4	2	Segnale Anomalia Driver Asse X	Protezione					
DI	EB4	3	Segnale Anomalia Driver Asse Z	Protezione					
DI	EB4	4	Auxiliari Inseriti	CONSOLLE					
DI	EB4	5	Scatto Termico Rotazione Tavola Buffer Trasloelevatore	Protezione					
DI	EB4	6	Scatto Termico Rotazione Catena Vertebra	Protezione					
DI	EB4	7	Proximity intermedio braccio manipolatore magazzino (Trasloelevatore - Catena)	ITE	Pistone	Proximity intermedio	Prox inter	Non presente	Presente
DI	EB5	0	Selettore Auto-Man	CONSOLLE		Sel AM	Sel AM		
DI	EB5	1	Pulsante Rotazione Tavola	CONSOLLE		Rotaz tav	Rotaz tav		

I/O	Scheda	Canale	Descrizione	Area	Sottoarea	Nomenclatura estesa	Simbolo S7	Stato logico 0	Stato logico 1
DI	EB5	2	Selettore Spintore Tavola Buffer (Indietro / Avanti)	CONSOLLE		Spi pist TE	Spi pist TE		
DI	EB5	3	Proximity STOP Index Postazione Automatica 2 (Manipolatore Linea Molecolare)	IL	Fiusso	Pallet in lavoro	Pallet in lavoro	Non presente	Presente
DI	EB5	4	Selettore Pinza Trasloelevatore (Aperta / Chiusa)	CONSOLLE		Trasc pist TE	Trasc pist TE		
DI	EB5	5	Pulsante Rotazione Catena Vertebrata	CONSOLLE		FL	FL		
DI	EB5	6	Selettore Salita STOP Accumulo Postazione 1 (Manipolatore Catena-Trasloelevatore)	CONSOLLE		Libera acc ITE	Libera acc ITE		
DI	EB5	7	Selettore Salita STOP Index Postazione 1 (Manipolatore Catena-Trasloelevatore)	CONSOLLE		Libera lav ITE	Libera lav ITE		
DI	EB8	0	Selettore Salita Index Postazione 1 (Manipolatore Catena-Trasloelevatore)	CONSOLLE		Blocca lav ITE	Blocca lav ITE		
DI	EB8	1	Selettore Salita STOP Accumulo Postazione 2 (Manipolatore Linea Molecolare)	CONSOLLE		Libera acc IL	Libera acc IL		
DI	EB8	2	Selettore Salita STOP Index Postazione 2 (Manipolatore Linea Molecolare)	CONSOLLE		Libera lav IL	Libera lav IL		
DI	EB8	3	Selettore Salita Index Postazione 2 (Manipolatore Linea Molecolare)	CONSOLLE		Blocca lav IL	Blocca lav IL		
DI	EB8	4	Selettore Salita STOP Accumulo Operatore Carico Forme	CONSOLLE		Libera acc IOP	Libera acc IOP		
DI	EB8	5	Selettore Salita STOP Index Operatore Carico Forme	CONSOLLE		Libera lav IOP	Libera lav IOP		

I/O	Scheda	Canale	Descrizione	Area	Sottoarea	Nomenclatura estesa	Simbolo S7	Stato logico 0	Stato logico 1
DI	EB8	6	Pulsante Consenso Postazione Operatore Carico Forme	IOP	Pulsantiera	Consenso operatore	Cons op	Non attivato	Attivato
DI	EB8	7	Pulsante Anomalia Postazione Operatore Carico Forme	IOP	Pulsantiera	Richiesta-abort	Rich-ab	Non attivato	Attivato
DI	EB9	0	Selettore Braccio Magazzino Trasloelevatore-Catena (Indietro / Avanti)	CONSOLLE		Spi pist ITE	Spi pist ITE		
DI	EB9	1	Selettore Pinza di Presa Magazzino Trasloelevatore-Catena (Aperta / Chiusa)	CONSOLLE		Trasc pist ITE	Trasc pist ITE		
DI	EB9	2	Selettore Braccio Linea Molecolare (Indietro / Avanti)	CONSOLLE		Spi spint IL	Spi spint IL		
DI	EB9	3	Selettore Movimento Asse X (Indietro)	CONSOLLE					
DI	EB9	4	Selettore Movimento Asse X (Avanti)	CONSOLLE					
DI	EB9	5	Selettore Movimento Asse Z (Indietro)	CONSOLLE					
DI	EB9	6	Selettore Movimento Asse Z (Avanti)	CONSOLLE					
DI	EB9	7	Pulsante Ricerca Zero	CONSOLLE		Posiziona TE	Posiziona TE		

Il PLC, inoltre, comunica con il supervisore d'impianto (WinCC); infatti i due sistemi possono scambiare dati attraverso delle locazioni di memoria, ad esempio per la gestione delle forme da porre sulla linea.

5. CONCLUSIONI E LAVORI FUTURI

Sviluppi futuri di tale lavoro riguardano la specifica funzionale, la concezione ed implementazione del sistema di controllo basato sulle tecnologie presenti. Inoltre vi è l'opportunità di sviluppare un simulatore software del magazzino per validare le strategie di controllo prima dell'implementazione sul controllore reale. Un'ulteriore ausilio nella validazione della logica di controllo può derivare dalla realizzazione di un modello in scala del dispositivo da integrare con il dimostratore tecnologico del laboratorio di controlli.

6. ACRONIMI E DEFINIZIONI

6.1. TERMINI UTILIZZATI IN CONTROLLI AUTOMATICI

Advanced control—Process control strategies beyond PID loop control, such as feed forward, dead-time compensation, lead/lag, adaptive gain, neural networks, and fuzzy logic.

Fieldbus architecture—Control architecture that uses digital, serial, multi drop, two-way communications between and among intelligent field devices and control/monitoring systems.

Human-machine interface—Method of displaying machine status, alarms, messages, and diagnostics, often graphical display on a personal computer, providing operator feedback.

IEC 61131—International standard for machine control programming tools. Part Three provides five languages with standard commands and data structure, allowing changes to programming software with less extensive training.

IEC 61499—International standard for industrial-process measurement and control systems. Part One provides functional blocks allowing to describe functional control systems architecture.

Intelligent field devices—Microprocessor-based devices capable of providing multiple process variables, device performance information, diagnostic results, and execution of assigned control functions.

Intelligent I/O modules—I/O module that provides intelligent, on-board processing of input values to control output values, bypassing the PLC or control controller for routine decision making.

Internet—Global collection of industrial, commercial, academic, government, and personal computer networks that exchange information.

Interoperability—When products are replaceable by a similar product from another vendor.

MES—Manufacturing Execution System delivers information-enabling optimisation of production activities from order to goods. It guides, initiates, responds to, and reports on plant activities.

Microsoft Windows Operating Systems—The most widely used operating systems for personal computers. Microsoft NT is a desktop and server package for enterprise-wide applications. Microsoft 95 is a self-contained operating system a built-in and enhanced version of DOS. Microsoft CE is a compact version of Windows for handheld PCs and embedded devices.

Object-oriented software—Software that uses and reuses parcels of code to build applications modelled on object techniques including COM/DCOM, Java, and CORBA standards.

OLE for process control (OPC)—Object linking & embedding (OLE) that treats data as collections of objects to be shared by applications supporting OLE specifications. OPC provides extensions to OLE to support process control data sharing.

Open controller—Controller that looks like a traditional PLC but is a PC operating in a Windows environment with software control.

Open systems—Hardware/software designs in which a degree of interchangeability and connectivity give users choices. Systems complying with the seven layers of the ISO-proposed open-system interconnect, 7-layer model.

PC control—Software-configured control strategy using standard personal computer hardware and software.

PID (Proportional, integral, derivative control)—An intelligent I/O module or program instruction which provides automatic closed-loop operation of process control loops.

Programmable Logic Controller (PLC)—A solid-state control system with user-programmable memory for storage of instructions to implement specific control and automation functions.

Soft logic—Controller is the software, which can run on a variety of personal-computer form factors. Most useful in applications requiring high data collection and processing as well as communications to other networks.

6.2. ACRONIMI

FL – Flex Link

TE – Trasloelevatore

ITE – Interfaccia Flex Link - Trasloelevatore

IL – Interfaccia Flex Link - Linea

IOP - Interfaccia Flex Link – Stazione Operatore

7. RIFERIMENTI E LINKS

7.1. RIFERIMENTI

[1] Report CNR-ITIA 2MaCS/TR-04/CS202 "Descrizione della Linea Molecolare"

7.2. INTERNET LINKS