



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: Emanuele Carpanzano

Project Name:

Document Title: Descrizione della Linea Molecolare

Document Ref.No.: 2MaCS/TR-04/CS202 **Page:** 1

Date of issue: 29.12.2004 **Status:** Approved **No. of pages:** 22

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

Author(s): A. Cataldo, (ITIA)

Distribution: ITIA-CNR

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

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 [1]. Ciascuna di queste terne è costituita da tre dispositivi rotanti. Il primo è la "Tavola" che possiede 12 slots ed è utilizzata sia per la movimentazione dei semilavorati verso i vari gruppi di lavorazione che per il rientro delle forme verso il magazzino. Il secondo è la "Isola" che possiede 24 slots ed attorno alla quale sono dislocate le varie macchine operatrici. Infine il "Manipolatore" ha 3 slots e serve per spostare sulle varie Tavole e Isole i semilavorati e le forme.

Obiettivo di questo report è di descrivere la costituzione della linea di trasporto molecolare ed il relativo comportamento fisico, senza che essa sia controllata da alcun sistema di automazione. Inoltre in tale obiettivo ci si propone di esplicitare il nome ed il significato delle variabili di processo scambiate tra i sensori / attuatori della linea molecolare ed il generico sistema di controllo che la governerà.

Scopo di questo report è quello di rendere disponibile una documentazione che descrive il comportamento della linea molecolare. Tale descrizione permette di conoscere più in dettaglio il processo della linea di trasporto molecolare e funge da base per la definizione e l'implementazione di un simulatore discreto della linea stessa.

Sviluppi futuri di tale lavoro riguardano un'eventuale progettazione ed implementazione del simulatore della linea di movimentazione molecolare e relativa documentazione.

INDEX

1 GENERALITÀ.....	3
1.1. INTRODUZIONE.....	3
1.2. OBIETTIVO	3
1.3. SCOPO	3
1.4. STRUTTURA DEL DOCUMENTO	3
2. DESCRIZIONE DELLA LINEA MOLECOLARE.....	4
2.1. DESCRIZIONE GENERALE.....	4
2.2. ROTAZIONE DEI DISPOSITIVI ROTANTI	5
2.3. AZIONAMENTO DEGLI SPINTORI	6
3. MODELLAZIONE A MODULI DELLA LINEA MOLECOLARE	8
3.1. MODULI BASE	8
3.1.1. <i>Modulo Rotazione Dispositivo Rotante</i>	8
3.1.2. <i>Modulo Azionamento Spintore</i>	8
3.2. MODULI COMPOSTI.....	10
3.2.1. <i>Modulo Tavola</i>	10
3.2.2. <i>Modulo Isola</i>	11
3.2.2.1. Modulo Isola con 1 Spintore	12
3.2.2.2. Modulo Isola con 2 Spintori	12
3.2.3. <i>Modulo Manipolatore</i>	13
3.2.3.1. Modulo Manipolatore con 2 Spintori	13
3.2.3.2. Modulo Manipolatore con 3 Spintori	14
3.2.4. <i>Modulo Terna</i>	14
4. TABELLA RIASSUNTIVA SEGNALI DI INTERFACCIA LINEA MOLECOLARE – SISTEMA DI CONTROLLO	17
5. CONCLUSIONI E LAVORI FUTURI.....	19
6. ACRONIMI E DEFINIZIONI.....	20
6.1. TERMINI UTILIZZATI IN CONTROLLI AUTOMATICI	20
6.2. ACRONIMI	21
7. RIFERIMENTI E LINKS	22
7.1. RIFERIMENTI	22
7.2. INTERNET LINKS	22

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 [1]. Ciascuna di queste terne è costituita da tre dispositivi rotanti. Il primo è la "Tavola" che possiede 12 slots ed è utilizzata sia per la movimentazione dei semilavorati verso i vari gruppi di lavorazione che per il rientro delle forme verso il magazzino. Il secondo è la "Isola" che possiede 24 slots ed attorno alla quale sono dislocate le varie macchine operatrici. Infine il "Manipolatore" ha 3 slots e serve per spostare sulle varie Tavole e Isole i semilavorati e le forme.

1.2. OBIETTIVO

Obiettivo di questo report è di descrivere la costituzione della linea di trasporto molecolare ed il relativo comportamento fisico, senza che essa sia controllata da alcun sistema di automazione. Inoltre in tale obiettivo ci si propone di esplicitare il nome ed il significato delle variabili di processo scambiate tra i sensori / attuatori della linea molecolare ed il generico sistema di controllo che la governerà.

1.3. SCOPO

Scopo di questo report è quello di rendere disponibile una documentazione che descrive il comportamento della linea molecolare. Tale descrizione permette di conoscere più in dettaglio il processo della linea di trasporto molecolare e funge da base per la definizione e l'implementazione di un simulatore discreto della linea stessa.

1.4. STRUTTURA DEL DOCUMENTO

In questo documento viene presentata innanzitutto una panoramica del funzionamento della linea di trasporto molecolare, evidenziando i sensi di rotazione dei dispositivi rotanti e la convenzione utilizzata per la numerazione degli slots.

Successivamente viene illustrato il criterio che ha guidato alla modellazione in moduli della linea stessa.

A conclusione del lavoro svolto viene illustrata la tabella delle variabili che costituiscono l'interfaccia tra la linea molecolare ed il generico relativo sistema di controllo.

2. DESCRIZIONE DELLA LINEA MOLECOLARE

2.1. DESCRIZIONE GENERALE

La linea di trasporto molecolare è costituita da sei terne modulari adiacenti come mostrato in Figura 1 al fine di consentire il trasporto, da una cella all'altra, dei semilavorati e delle forme sopra le quali vengono costruite le scarpe.

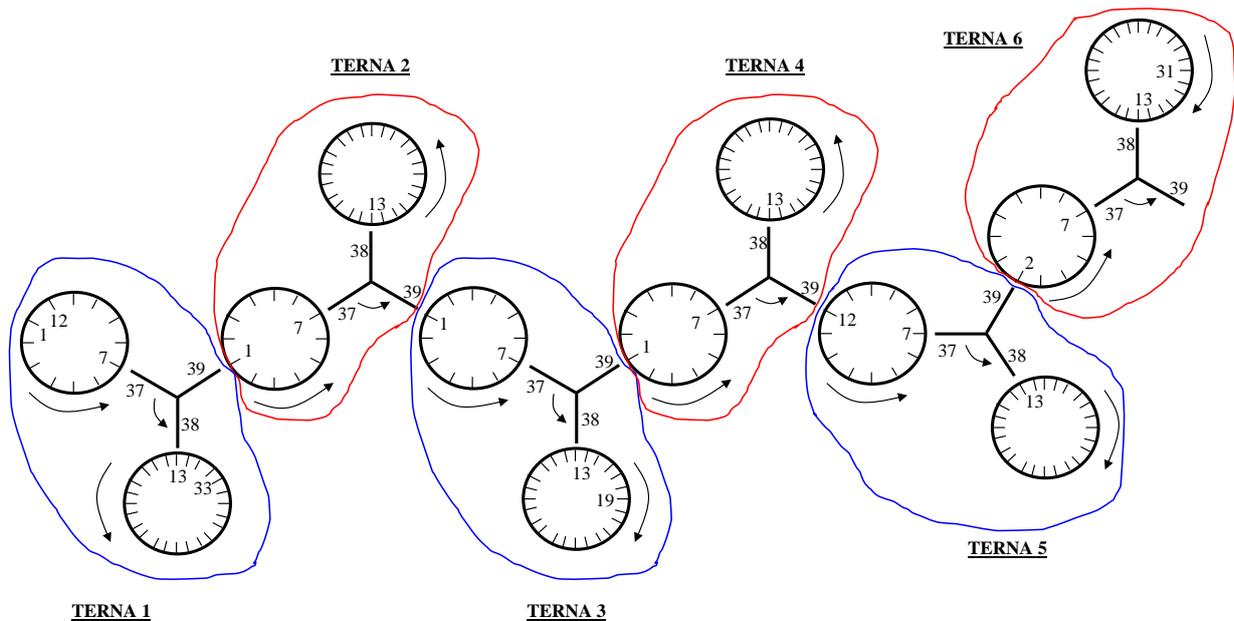


Figura 1

Ciascuna terna è a sua volta costituita da tre dispositivi rotanti chiamati Tavola, Isola e Manipolatore.

La Tavola possiede 12 slots ed è utilizzata sia per la movimentazione dei semilavorati verso i vari gruppi di lavorazione, sia per il rientro delle forme verso il magazzino.

L'Isola possiede 24 slots ed attorno ad essa sono dislocate le varie macchine operatrici.

Il Manipolatore possiede 3 slots e serve per spostare sulle varie Tavole e Isole i semilavorati e le forme.

Al fine di identificare le posizioni dei vari slots è stata stabilita la seguente convenzione:

- Lo slot della Tavola che si trova allineato con il braccio del manipolatore della stessa terna è nella posizione 7; gli altri slots sono in posizioni progressive seguendo il senso della rotazione meccanica che è anti-orario.
- Lo slot del Manipolatore che si trova allineato con la Tavola della stessa terna si trova in posizione 37; gli altri slots sono in posizioni progressive seguendo il senso della rotazione meccanica che è anti-orario.
- Lo slot dell'Isola che si trova allineato con il braccio del manipolatore della stessa terna è nella posizione 13; gli altri slots sono in posizioni progressive seguendo il senso di rotazione meccanica dell'Isola stessa.

La disposizione meccanica delle varie terne pone subito il progettista del sistema di controllo della linea molecolare di fronte a delle scelte. In particolare si nota che il manipolatore delle terne 1, 3, 5, ruotando in senso anti-orario, sposta un generico slot sequenzialmente nelle posizioni 37-38-39-37-38-39 ... cioè prima è allineato con la Tavola della stessa terna (1), poi con l'Isola

della stessa terna (2), quindi con la Tavola della terna successiva (3). Nelle terne 2, 4, 6 avviene invece che il generico slot occupa in sequenza le posizioni 37-39-38-37-39-38 ... cioè prima è allineato con la Tavola della stessa terna (1), poi si allinea con la Tavola della terna successiva (3) quindi con l'Isola della stessa terna (2).

Fermo restando la convenzione di numerazione delle posizioni degli slots, le alternative per procedere con il controllo della linea molecolare sono:

- Far ruotare i manipolatori delle terne 2, 4, 6 in senso orario, invertendo la marcia dei motori elettrici.
- Tener conto del particolare sopra esposto nella gestione delle informazioni associate agli slots.

Si è optato per la seconda soluzione, quindi il modulo che dovrà tener traccia del contenuto di informazione di ciascuno slot dovrà gestire questi differenti comportamenti tra i diversi manipolatori.

Va sottolineato il fatto che dal punto di vista del comportamento meccanico non vi è alcuna differenza tra i vari Manipolatori perché i comandi di rotazione ed i segnali di retroazione sono identici per ogni Manipolatore, indipendentemente dal senso di rotazione del dispositivo. La differenza è localizzata solamente nella gestione delle informazioni degli slots.

Un'altra particolarità meccanica della linea di trasporto molecolare consiste nel fatto che le Isole 3, 5 e 6 ruotano in senso orario, a differenza di tutte le altre. Questa forzatura deriva dalla sequenza delle operazioni da eseguire sui semilavorati. In particolare il layout delle macchine operatrici disposte attorno alle Isole 3, 5 e 6 è tale per cui le operazioni da eseguire seguono in sequenza un senso orario attorno all'Isola, da cui la rotazione opposta rispetto le altre Isole.

Per le Isole non vi è alcuna differenza dal punto di vista del comportamento meccanico perché i comandi di rotazione ed i segnali di retroazione sono identici per ogni Isola, indipendentemente dal senso di rotazione del dispositivo. Non solo ma anche dal punto di vista della gestione delle informazioni degli slots non vi è alcuna differenza in quanto la relativa numerazione segue la rotazione meccanica.

2.2. ROTAZIONE DEI DISPOSITIVI ROTANTI

Tutti i dispositivi rotanti (Tavole, Isole e Manipolatori) sono dotati di meccanismi per la rotazione del tutto simili tra loro. Essi sono composti da un azionamento elettrico che imprime il moto di rotazione e di un meccanismo globoidale che centra con precisione la posizione di arresto del dispositivo rotante. L'azionamento elettrico è dotato di un minimo di automazione di bordo che interagisce con il sistema di controllo dell'impianto.

Per far ruotare il generico dispositivo è necessario settare a 1 un segnale digitale elettrico. In particolare l'azionamento legge il **fronte di salita** di tale segnale in ingresso ed imprime al dispositivo rotante una rotazione equivalente ad uno slot. Contemporaneamente l'automazione locale del dispositivo (integrata nel processo) abbassa il segnale digitale di uscita di fine rotazione (tale segnale digitale di uscita di fine rotazione è alto quando il dispositivo rotante è fermo).

In base al dispositivo che ruota, l'angolo di rotazione tra una posizione di arresto e l'altra varia. Per la Tavola (12 slots) ogni rotazione di uno slot equivale a 30°. Per l'Isola abbiamo una rotazione di 15° (24 slots), mentre per il Manipolatore una rotazione di 120° (3 slots).

Non appena la rotazione di uno slot è conclusa, circa 1500ms dopo lo start, l'automazione di bordo del dispositivo alza nuovamente il segnale digitale in uscita di fine rotazione. Tale segnale rimane alto fino a che non riprende un'altra rotazione.

Se il segnale di comando della rotazione viene mantenuto alto dal sistema di controllo, l'azionamento non effettua alcuna nuova rotazione.

Il cronogramma che illustra quanto detto sopra è mostrato in Figura 2.

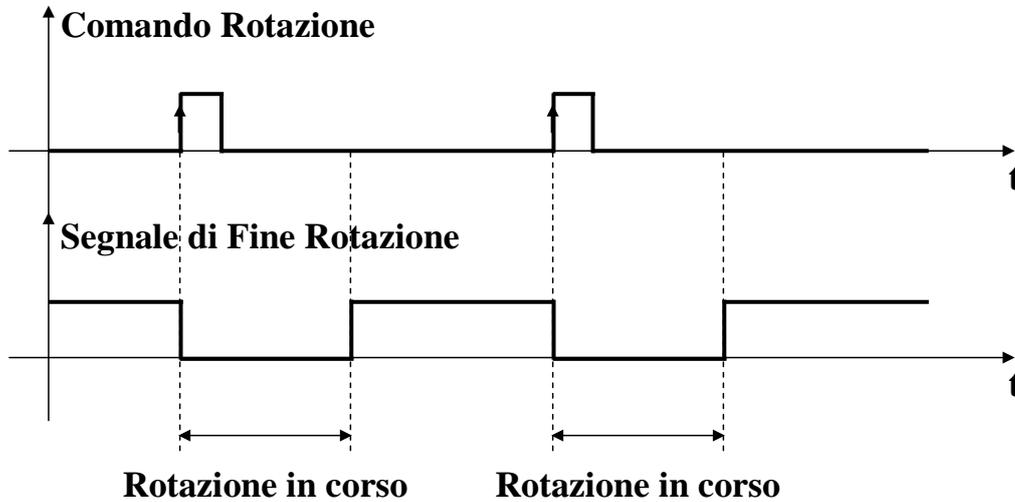


Figura 2

Ogni dispositivo rotante (Tavola, Isola e Manipolatore) è dotato di un “sensore di zero” cioè un sensore magnetico fissato sotto uno specifico slot che permette di identificarne il passaggio in una certa posizione (homing). Questa informazione viene utilizzata per disporre i dispositivi rotanti nella posizione iniziale all’inizio di un ciclo di produzione o riposizionare gli stessi nella situazione precedente un eventuale guasto sulla linea.

In sostanza quando lo specifico slot è in una determinata posizione, il sensore di “zero tavola” alza a 1 il relativo segnale elettrico.

Non è fondamentale sapere dove fisicamente è posizionato il sensore di zero sul dispositivo rotante. E' sufficiente richiedere la rotazione del singolo dispositivo fino a sentire la posizione di homing. Da questa posizione si assegna la numerazione agli slot secondo la convenzione sopra indicata.

Va da sé che l'implementazione di un simulatore di linea molecolare dovrà stabilire con qualche criterio la posizione dei singoli slot numerati in relazione al sensore di zero tavola modellizzato.

2.3. AZIONAMENTO DEGLI SPINTORI

Il meccanismo del generico spintore è realizzato per mezzo di un cilindro e pistone ad aria compressa e di un'elettrovalvola che comanda il flusso dell'aria nel cilindro.

L'elettrovalvola è di tipo monostabile, pertanto quando viene alzato il segnale elettrico digitale di comando essa apre il passaggio dell'aria in coda al cilindro spingendo il pistone verso l'estremità opposta del cilindro stesso cioè verso il fine-corsa. In tal modo il pistone, attraverso lo stelo ad esso collegato, esercita una spinta assiale sulle forme da spostare.

Il tempo necessario al pistone per completare l'intera corsa è di circa 500ms.

Non appena il segnale elettrico di comando elettrovalvola si abbassa, essa torna nello stato di riposo aprendo il passaggio dell'aria nella testa del cilindro, spingendo il pistone indietro verso l'inizio-corsa.

Se accade che durante l'uscita del pistone il segnale di comando viene abbassato, il pistone inverte il movimento e ritorna nella posizione di riposo iniziale. Ciò è evidenziato

in quanto la modellazione ad eventi discreti dell'azionamento degli spintori trascura questo possibile comportamento fisico a vantaggio di una maggiore semplificazione del modello matematico che descrive il processo. Nel paragrafo relativo alla modellazione di tali azionamenti verrà ulteriormente dettagliato questo aspetto.

Al fine di rendere nota al sistema di controllo la posizione del pistone, indipendentemente dal segnale di comando fornito all'elettrovalvola, due sensori magnetici sono applicati agli estremi del cilindro in modo da indicare l'uno l'inizio-corsa (pistone dentro), l'altro il fine-corsa (pistone fuori).

3. MODELLAZIONE A MODULI DELLA LINEA MOLECOLARE

3.1. MODULI BASE

Nella fase di modellazione della linea molecolare si è cercato di utilizzare alcuni concetti della programmazione ad oggetti al fine di agevolare una futura progettazione efficace ed efficiente del relativo simulatore. In particolare sono stati utilizzati come criteri la modularità e l'incapsulamento delle informazioni.

Il concetto di modularità è di per sé insita nel processo fisico da modellare. Infatti i componenti fisici che interagiscono con il sistema di controllo, e che sono quindi da modellare, sono gli spintori e gli azionamenti dei dispositivi rotanti. E' risultato naturale quindi utilizzare moduli, cominciando da quelli base (spintori e azionamenti di rotazione) per arrivare a quelli composti (Tavola, Isola e Manipolatore).

Il criterio dell'incapsulamento è utile per poter stabilire in modo chiaro le interfacce dei vari moduli definendole del tutto simili a quelle che presentano i vari dispositivi reali. Tale concetto consente di circoscriverne le funzionalità, permettendo l'eventuale lavoro in parallelo di diversi progettisti per la realizzazione del simulatore e del relativo sistema di controllo.

3.1.1. Modulo Rotazione Dispositivo Rotante

La funzionalità della rotazione dei dispositivi rotanti può essere inglobata in un modulo base denominato RDR (Rotazione Dispositivo Rotante), vedi Figura 3.

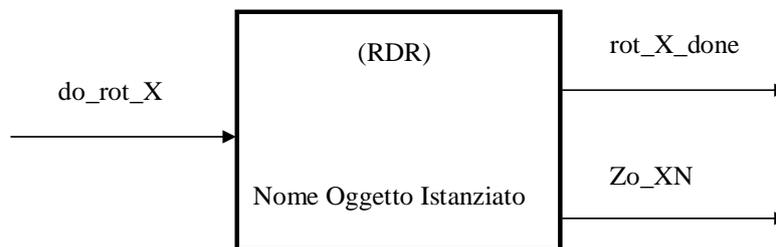


Figura 3

Esso presenta un segnale d'ingresso digitale `do_Rot_X` che rappresenta il comando di rotazione proveniente dal sistema di controllo d'impianto.

Inoltre presenta due segnali d'uscita. Un digitale `rot_X_done` il quale, quando a 1, segnala che il dispositivo è fermo.

Un digitale `Zo_XN` il quale, quando a 1, segnala che lo specifico slot sensorizzato è nella posizione di homing.

Le lettere X ed N inserite nella nomenclatura dei segnali di ingresso e uscita possono assumere rispettivamente i valori T, I o M in riferimento al dispositivo Tavola, Isola o Manipolatore e 1, 2, 3, 4, 5 o 6 in riferimento alle terne associate.

Il comportamento dei segnali d'uscita, relativamente a quello di ingresso, è lo stesso descritto nella descrizione dei dispositivi rotanti.

3.1.2. Modulo Azionamento Spintore

Lo spintore può essere modellato per mezzo di un modulo chiamato AS (Azionamento Spintore), vedi Figura 4.

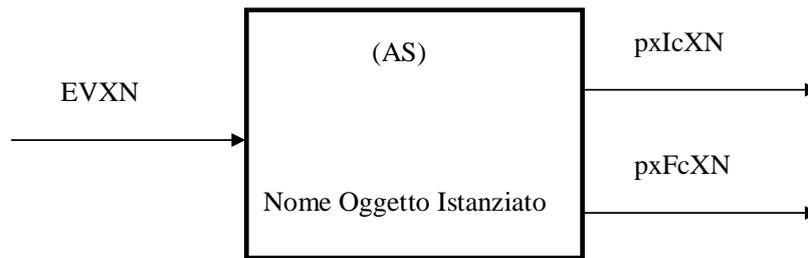


Figura 4

Esso presenta un segnale d'ingresso EVXN relativo al comando dato dal sistema di controllo d'impianto all'elettrovalvola.

In prima battuta, per semplificare il modello rispetto al comportamento reale dello spintore, non si è tenuto conto dell'eventuale cambio di valore del segnale di ingresso all'elettrovalvola prima che il pistone abbia completato la sua corsa. Ciò è abbastanza sensato in quanto un controllo ben progettato prima fornisce l'azione di controllo relativa all'uscita del pistone e solo successivamente al raggiungimento del fine-corsa viene negato tale comando, così da richiamare il pistone indietro. Tale approssimazione permette di prefissare il tempo necessario al pistone per completare la corsa. Tuttavia con un modello così semplificato non si è in grado di scoprire un eventuale baco del programma di controllo relativo a questa funzione, cosa invece fattibile utilizzando un dimostratore fisico che riproduce in scala il processo reale. Tale dimostratore infatti non può prescindere dalla fisica dei componenti.

Il blocco AS presenta inoltre due segnali di uscita che rappresentano le posizioni di inizio-corsa e fine-corsa del pistone, pxIcXN (proximity inizio-corsa) e pxFcXN (proximity fine-corsa).

Le funzionalità di questo blocco rispecchiano quelle del funzionamento dello spintore reale. Il pistone in posizione nominale si trova in corrispondenza dell'inizio-corsa il cui segnale pxIcXN sarà a 1. Non appena viene alzato a 1 il comando dell'elettrovalvola, viene resettato il segnale di inizio-corsa e, dopo 500ms, viene settato a 1 il segnale di fine-corsa pxFcXN.

Riportato a 0 il segnale di comando dell'elettrovalvola, il segnale di fine-corsa viene resettato e, dopo 500ms, viene settato a 1 quello di inizio-corsa, vedi Figura 5.

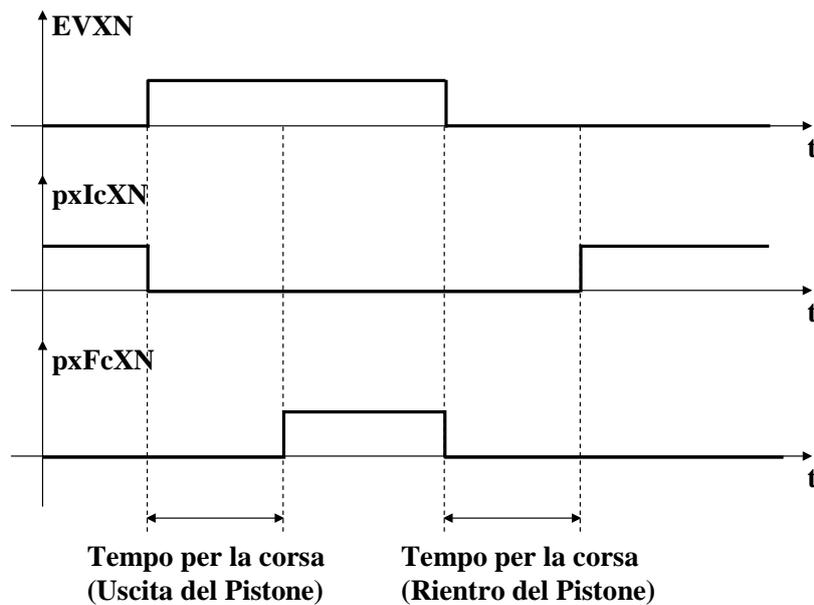


Figura 5

Le lettere X ed N inserite nella nomenclatura dei segnali di ingresso e uscita possono assumere rispettivamente i valori T, I o M in riferimento al dispositivo Tavola, Isola o Manipolatore e 1, 2 o 3 in riferimento allo spintore 1, 2 o 3 associato.

3.2. MODULI COMPOSTI

Tali moduli utilizzano sostanzialmente i moduli di base per raggruppare le funzionalità di rotazione dei dispositivi rotanti e le funzionalità degli spintori. In tal modo si può associare un modulo composto ai dispositivi elementari che compongono la linea molecolare: la Tavola, l'Isola ed il Manipolatore.

3.2.1. Modulo Tavola

Il modulo tavola che deve presentare le funzionalità di rotazione e le funzionalità relative a due spintori è composto dai moduli base RDR e AS, vedi Figura 6.

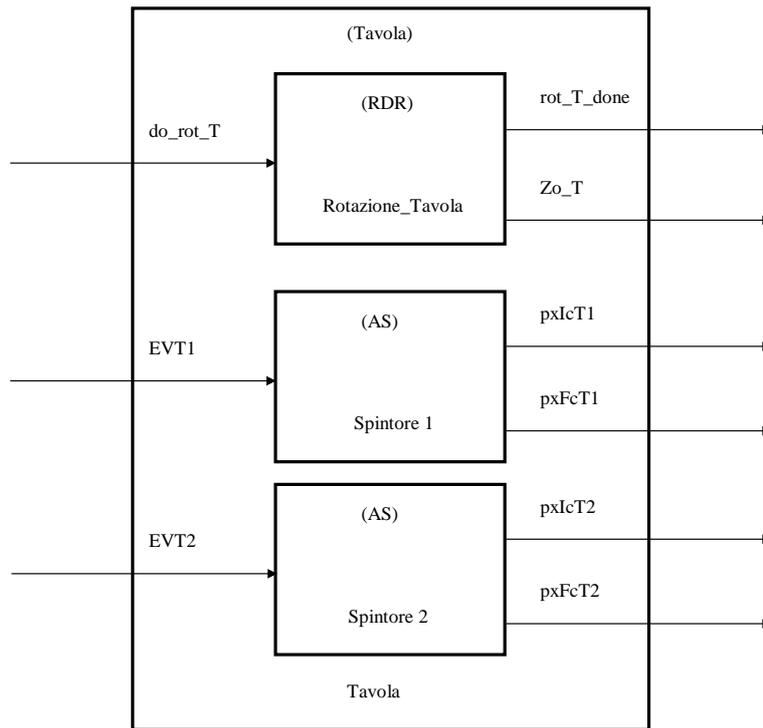


Figura 6

I segnali di ingresso del modulo composto Tavola consistono nel comando di rotazione della Tavola `do_rot_T` e nei due segnali che comandano le elettrovalvole associate ai due spintori `EVT1` e `EVT2` (dove 1 è riferito allo spintore 1 e 2 allo spintore 2 di ogni Tavola, vedi Figura 1).

I segnali di uscita del modulo consistono nei feedback di rotazione avvenuta `rot_T_done` e zero tavola `Zo_T` nonché nei quattro segnali dei proximity switches posti sui due spintori (`pxIcT1` e `pxFcT1` per lo spintore 1, `pxIcT2` e `pxFcT2` per lo spintore 2).

3.2.2. Modulo Isola

Il modulo composto Isola, come per il modulo composto Tavola, presenta le funzionalità di rotazione e quelle associate agli spintori. Le isole 2, 4 e 5 hanno un solo spintore, mentre le Isole 1, 3 e 6 ne hanno due.

Ciò implica il fatto di avere due tipi di moduli composti per l'Isola: un modulo con un solo spintore ed un modulo con due (il quale è del tutto simile al modulo composto Tavola).

3.2.2.1. Modulo Isola con 1 Spintore

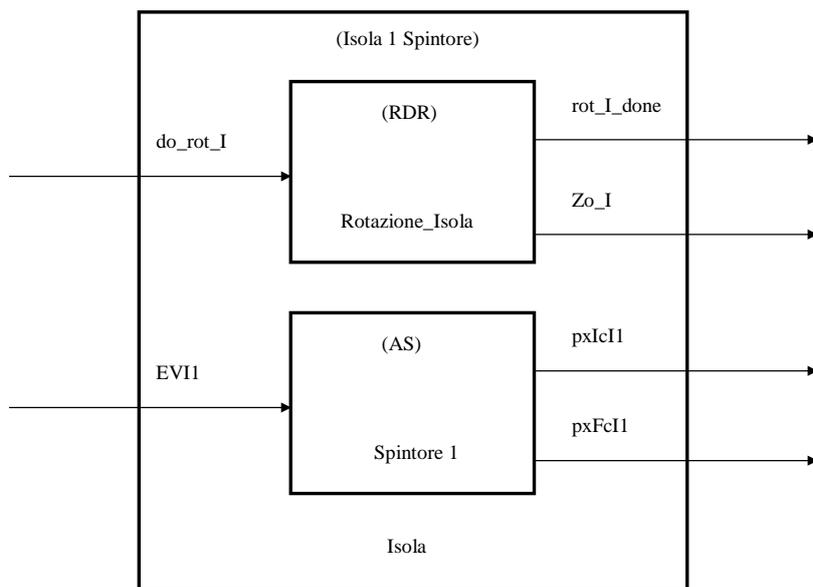


Figura 7

I segnali di ingresso del modulo composto Isola 1 Spintore consistono nel comando di rotazione dell'Isola do_rot_I e nel segnale che comanda l'elettrovalvola associata allo spintore EVI1 (dove 1 è riferito allo spintore 1 di ogni Isola).

I segnali di uscita del modulo consistono nei feedback di rotazione avvenuta rot_I_done e zero tavola Zo_I nonchè nei due segnali dei proximity switches posti sullo spintore (pxIc11 e pxFc11 per lo spintore 1).

3.2.2.2. Modulo Isola con 2 Spintori

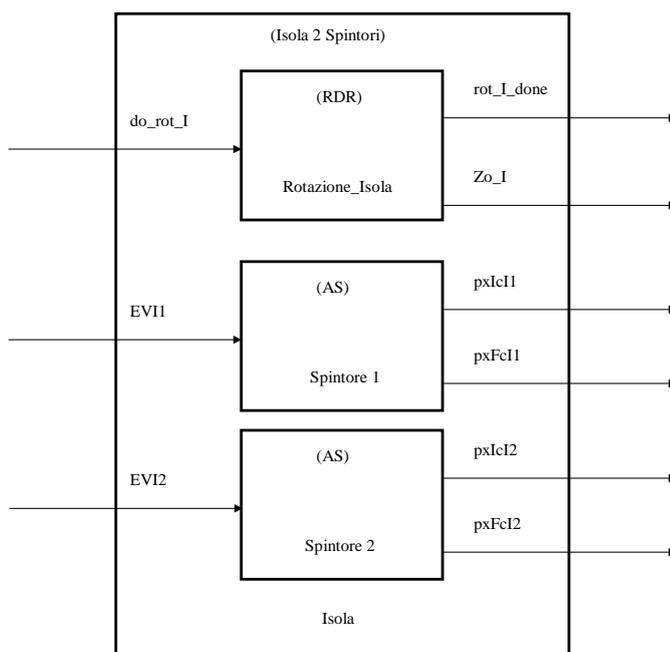


Figura 8

I segnali di ingresso del modulo composto Isola 2 Spintori consistono nel comando di rotazione dell'Isola `do_rot_I` e nei due segnali che comandano le elettrovalvole associate ai due spintori `EVI1` e `EVI2` (dove 1 è riferito allo spintore 1 di ogni Isola e 2 allo spintore 2 delle Isole che ne dispongono).

I segnali di uscita del modulo consistono nei feedback di rotazione avvenuta `rot_I_done` e zero tavola `Zo_I` nonché nei quattro segnali dei proximity switches posti sui due spintori (`pxIc1` e `pxFc1` per lo spintore 1, `pxIc2` e `pxFc2` per lo spintore 2).

3.2.3. Modulo Manipolatore

Il modulo Manipolatore possiede anch'esso la funzionalità di rotazione e le funzionalità associate agli spintori. Tutti i Manipolatori hanno tre spintori, tranne il Manipolatore della terna 6 che ne ha soltanto due.

Come per il modulo composto Isola si hanno due tipi di moduli Manipolatore.

3.2.3.1. Modulo Manipolatore con 2 Spintori

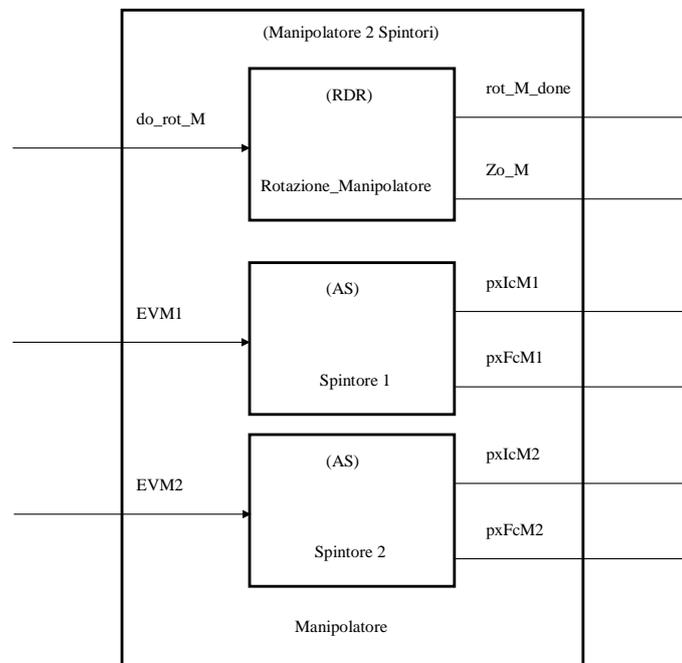


Figura 9

I segnali di ingresso del modulo composto Manipolatore 2 Spintori consistono nel comando di rotazione del Manipolatore `do_rot_M` e nei due segnali che comandano le elettrovalvole associate ai due spintori `EVM1` e `EVM2` (dove 1 è riferito allo spintore 1 e 2 allo spintore 2 di ogni Manipolatore).

I segnali di uscita del modulo consistono nei feedback di rotazione avvenuta `rot_M_done` e zero tavola `Zo_M` nonché nei quattro segnali dei proximity switches posti sui due spintori (`pxIcM1` e `pxFcM1` per lo spintore 1, `pxIcM2` e `pxFcM2` per lo spintore 2).

3.2.3.2. Modulo Manipolatore con 3 Spintori

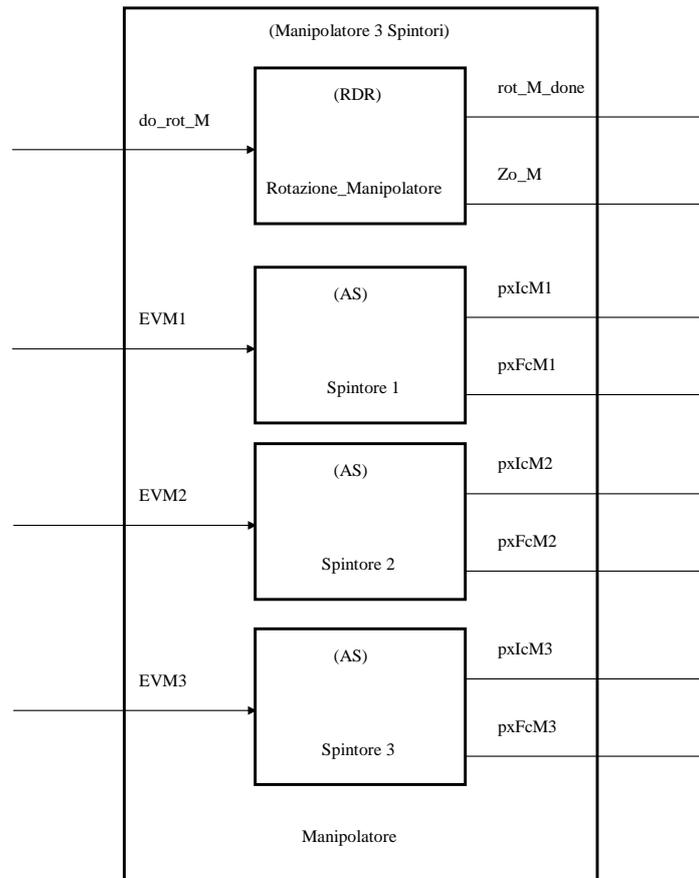


Figura 10

I segnali di ingresso del modulo composto Manipolatore 3 Spintori consistono nel comando di rotazione del Manipolatore `do_rot_M` e nei due segnali che comandano le elettrovalvole associate ai tre spintori `EVM1`, `EVM2` e `EVM3` (dove 1 è riferito allo spintore 1, 2 allo spintore 2 e 3 allo spintore 3 dei Manipolatori che hanno anche il terzo spintore).

I segnali di uscita del modulo consistono nei feedback di rotazione avvenuta `rot_M_done` e zero tavola `Zo_M` nonché nei sei segnali dei proximity switches posti sui tre spintori (`pxIcM1` e `pxFcM1` per lo spintore 1, `pxIcM2` e `pxFcM2` per lo spintore 2, `pxIcM3` e `pxFcM3` per lo spintore 3).

3.2.4. Modulo Terna

Il modulo terna contiene i moduli composti di Tavola, Isola e Manipolatore, specifici per la terna da modellare (infatti non tutte le terne sono esattamente uguali in termini di numero di spintori).

Il modulo terna presenta segnali di I/O di interfaccia che sono la sommatoria di tutti quelli dei moduli composti utilizzati per costituirlo.

A rigor di logica bisognerebbe definire un modulo Terna per ogni tipologia di terna esistente. In particolare si ha:

- Terna A (da utilizzarsi per istanziare i moduli per le terne 1 e 3)
 - Modulo Tavola
 - Modulo Isola con 2 Spintori

- Modulo Manipolatore con 3 Spintori
- Terna B (da utilizzarsi per istanziare i moduli per le terne 2, 4 e 5)
 - Modulo Tavola
 - Modulo Isola con 1 Spintore
 - Modulo Manipolatore con 3 Spintori
- Terna C (da utilizzarsi per istanziare i moduli per la terna 6)
 - Modulo Tavola
 - Modulo Isola con 2 Spintori
 - Modulo Manipolatore con 2 Spintori

Per non appesantire eccessivamente la trattazione della presente documentazione, si illustra solamente il tipo Terna A in Figura 11.

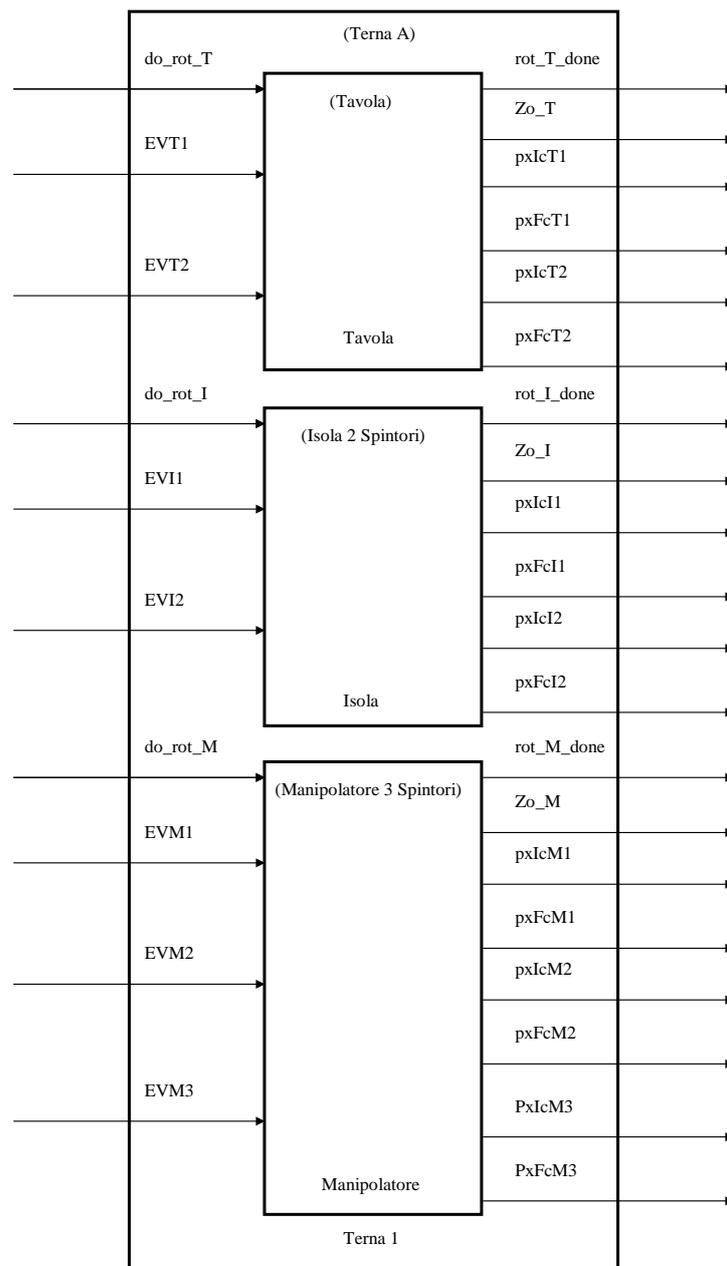


Figura 11

4. TABELLA RIASSUNTIVA SEGNALI DI INTERFACCIA LINEA MOLECOLARE – SISTEMA DI CONTROLLO

Qui di seguito è riportata la tabella che riassume i segnali di interfaccia tra la linea molecolare ed il generico sistema di controllo d'impianto.

Per convenzione si considerano Input per la linea molecolare le azioni di controllo che provengono dal generico sistema di controllo. Output per la linea molecolare i segnali di feedback che essa fornisce al generico sistema di controllo.

Nome Variabile Simulata	Tipo	Significato	Dispositivo	Terna di Riferimento
Digital Input (comando per la Linea Molecolare)				
do_rot_T	Boolean	Comando di rotazione	Tavola	1, 2, 3, 4, 5, 6
EVT1	Boolean	Comando Elettro-Valvola Spintore 1	Tavola	1, 2, 3, 4, 5, 6
EVT2	Boolean	Comando Elettro-Valvola Spintore 2	Tavola	1, 2, 3, 4, 5, 6
do_rot_M	Boolean	Comando di rotazione	Manipolatore	1, 2, 3, 4, 5, 6
EVM1	Boolean	Comando Elettro-Valvola Spintore 1	Manipolatore	1, 2, 3, 4, 5, 6
EVM2	Boolean	Comando Elettro-Valvola Spintore 2	Manipolatore	1, 2, 3, 4, 5, 6
EVM3	Boolean	Comando Elettro-Valvola Spintore 3	Manipolatore	1, 2, 3, 4, 5
do_rot_I	Boolean	Comando di rotazione	Isola	1, 2, 3, 4, 5, 6
EVI1	Boolean	Comando Elettro-Valvola Spintore 1	Isola	1, 2, 3, 4, 5, 6
EVI2	Boolean	Comando Elettro-Valvola Spintore 2	Isola	1, 3, 6

Digital Output (feedback dalla Linea)				
rot_T_done	Boolean	Rotazione avvenuta (1 transizione segnale, 1 slot ruotato)	Tavola	1, 2, 3, 4, 5, 6
Zo_T	Boolean	Slot in posizione di homing	Tavola	1, 2, 3, 4, 5, 6
pxIcT1	Boolean	Spintore 1 in Posizione Inizio Corsa (Pistone dentro)	Tavola	1, 2, 3, 4, 5, 6
pxFcT1	Boolean	Spintore 1 in Posizione Fine Corsa (Pistone fuori)	Tavola	1, 2, 3, 4, 5, 6
pxIcT2	Boolean	Spintore 2 in Posizione Inizio Corsa (Pistone dentro)	Tavola	1, 2, 3, 4, 5, 6
pxFcT2	Boolean	Spintore 2 in Posizione Fine Corsa (Pistone fuori)	Tavola	1, 2, 3, 4, 5, 6
rot_M_done	Boolean	Rotazione avvenuta (1 transizione segnale, 1 slot ruotato)	Manipolatore	1, 2, 3, 4, 5, 6
Zo_M	Boolean	Slot in posizione di homing	Manipolatore	1, 2, 3, 4, 5, 6
pxIcM1	Boolean	Spintore 1 in Posizione Inizio Corsa (Pistone dentro)	Manipolatore	1, 2, 3, 4, 5, 6
pxFcM1	Boolean	Spintore 1 in Posizione Fine Corsa (Pistone fuori)	Manipolatore	1, 2, 3, 4, 5, 6
pxIcM2	Boolean	Spintore 2 in Posizione Inizio Corsa (Pistone dentro)	Manipolatore	1, 2, 3, 4, 5, 6
pxFcM2	Boolean	Spintore 2 in Posizione Fine Corsa (Pistone fuori)	Manipolatore	1, 2, 3, 4, 5, 6
pxIcM3	Boolean	Spintore 3 in Posizione Inizio Corsa (Pistone dentro)	Manipolatore	1, 2, 3, 4, 5
pxFcM3	Boolean	Spintore 3 in Posizione Fine Corsa (Pistone fuori)	Manipolatore	1, 2, 3, 4, 5
rot_I_done	Boolean	Rotazione avvenuta (1 transizione segnale, 1 slot ruotato)	Isola	1, 2, 3, 4, 5, 6
Zo_I	Boolean	Slot in posizione di homing	Isola	1, 2, 3, 4, 5, 6

pxIc1	Boolean	Spintore 1 in Posizione Inizio Corsa (Pistone dentro)	Isola	1, 2, 3, 4, 5, 6
pxFc1	Boolean	Spintore 1 in Posizione Fine Corsa (Pistone fuori)	Isola	1, 2, 3, 4, 5, 6
pxIc2	Boolean	Spintore 2 in Posizione Inizio Corsa (Pistone dentro)	Isola	1, 3, 6
pxFc2	Boolean	Spintore 2 in Posizione Fine Corsa (Pistone fuori)	Isola	1, 3, 6

5. CONCLUSIONI E LAVORI FUTURI

Nel presente report è stato descritto il comportamento della linea molecolare e la relativa modellazione in moduli.

Sviluppi futuri di tale lavoro riguardano un'eventuale progettazione ed implementazione del simulatore della linea di movimentazione molecolare e relativa documentazione.

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.

S88—An international standard developed by ISA that uses object-oriented concepts to define terminology and models for batch control processes.

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

MES - Manufacturing Execution System

OPC – Ole for Process Control

PID – Proportional Integral Derivative

PLC – Programmable Logic Controller

SFC - Sequential Functional Chart

CN – Controllo Numerico

7. RIFERIMENTI E LINKS

7.1. RIFERIMENTI

[1] Transport Cell Control System Strategy, F. Airoidi, G. Carlino, E.Carpanzano, A. Cataldo

7.2. INTERNET LINKS