



Automazione Industriale

a.a. 2009 - 2010

Prof. Luigi Piroddi

Ing. Adamo Castelnuevo

Esercitazione di Laboratorio

Ladder Diagram

Argomenti delle esercitazioni



I principali linguaggi dello Standard IEC 61131

1^a esercitazione: LADDER DIAGRAM

2^a esercitazione: SEQUENTIAL FUNCTION CHART

3^a esercitazione: TRADUZIONI:

PN → LD

PN → SFC

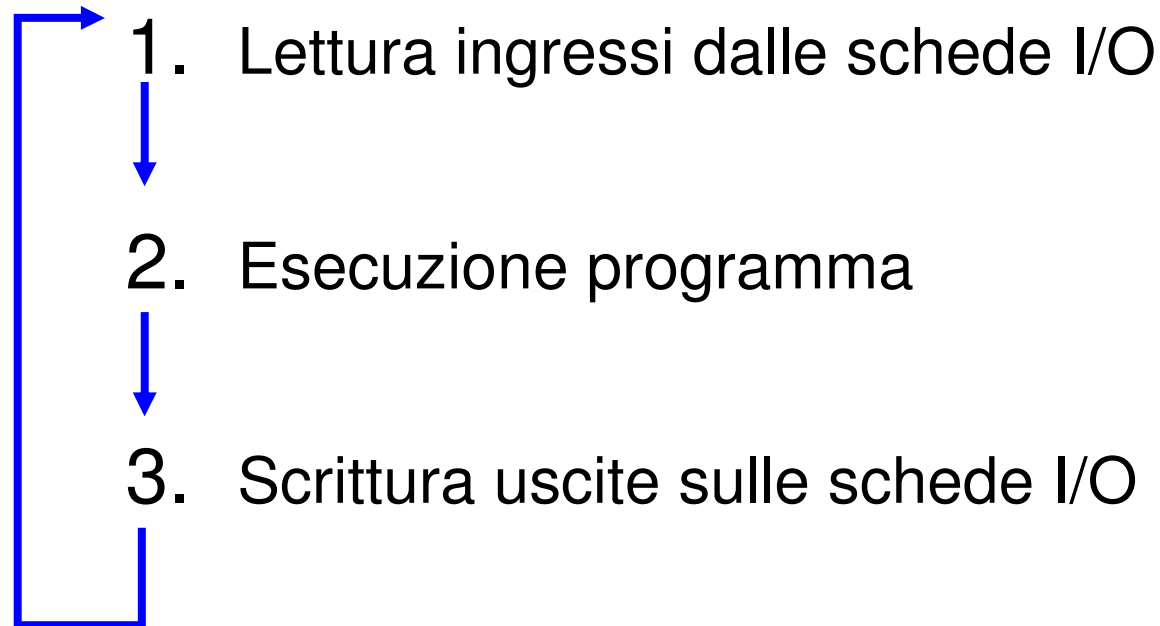
Durante le esercitazioni si imparerà ad utilizzare un softPLC che mette a disposizione del programmatore i linguaggi della normativa IEC 61131: l'ambiente di sviluppo *ISaGRAF*.

Obiettivi dell'esercitazione



- Sviluppare modelli per la realizzazione di funzioni di automazione
- Comprensione e utilizzo del linguaggio “*Ladder Diagram*”
- Comprensione e utilizzo dei principali strumenti informatici per la progettazione delle funzioni di automazione (“*ISaGRAF*”)
- Progettare funzioni di automazione per casi “realistici”
- Verificare i risultati ottenuti tramite simulazione

Ciclo PLC



Il valore delle variabili interne e delle uscite si mantiene dal termine di un ciclo all'inizio del ciclo successivo

Istruzioni principali del LD



- Contatti
- Bobine
- Temporizzatori
- Contatori

Contatti



Contatto diretto



Contatto inverso



Contatto con riconoscimento del fronte di
salita

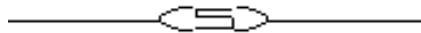


Contatto con riconoscimento del fronte di
discesa

Bobine



Bobina diretta



Bobina di tipo SET



Bobina di tipo RESET

Significato di ciascun piolo



La corretta interpretazione di ciascun piolo in un linguaggio di alto livello è

$U := I$

e non

SE $I=1$

ALLORA

$U := 1$

ALTRIMENTI

lascia il valore di U invariato

Ordine dei pioli



L'inversione dei pioli genera valori diversi per l'uscita



$$U_1 := I_1$$



$$U_1 := I_2$$

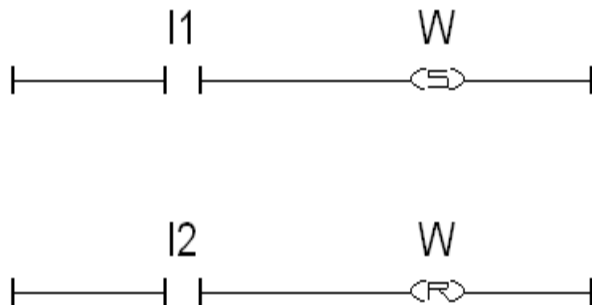
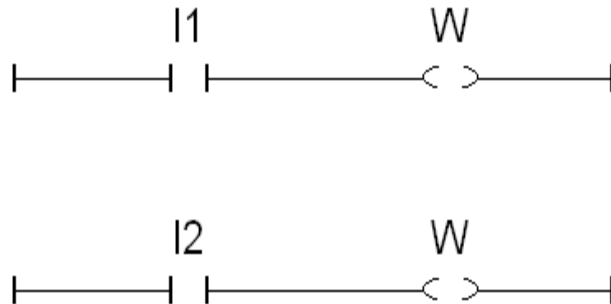


$$U_1 := I_2$$

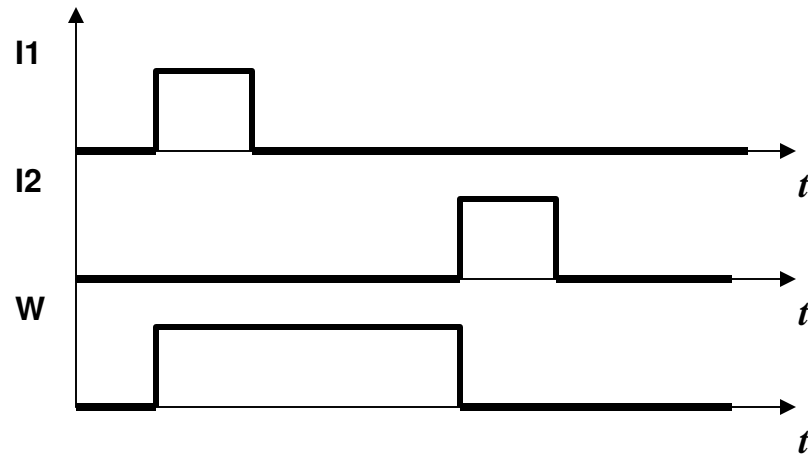
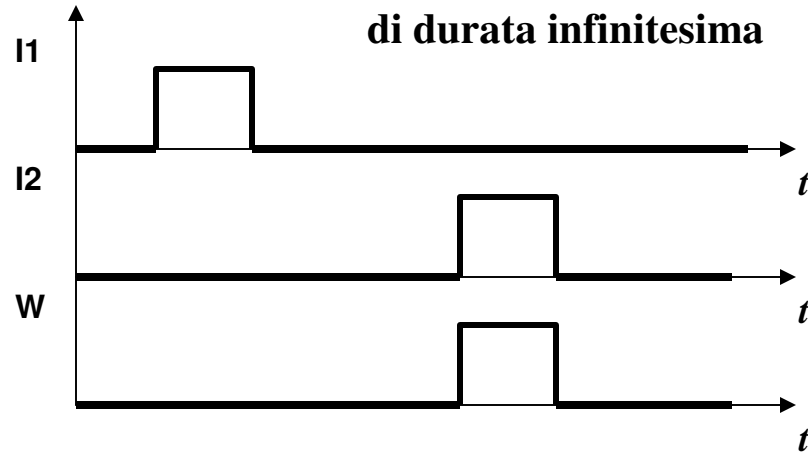


$$U_1 := I_1$$

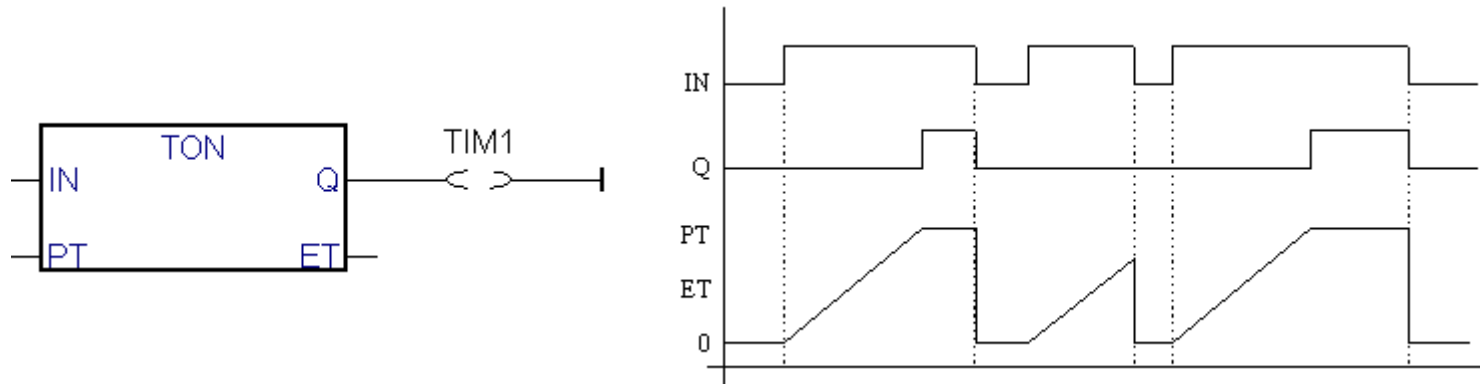
Bobine e bobine a ritenuta



Assumiamo un ciclo PLC di durata infinitesima

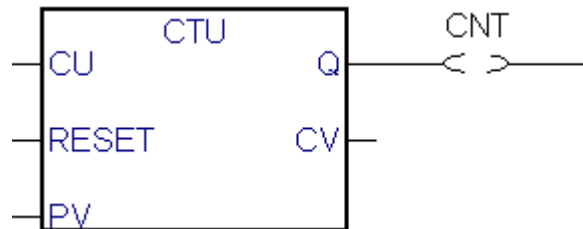


Temporizzatori



- IN: fronte di salita → inizia incremento timer fronte di discesa → timer fermato e azzerato
- PT: massimo tempo programmato (es t#1s450ms)
- Q: TRUE quando il tempo programmato è trascorso
- ET: tempo attualmente trascorso

Contatori



- CU: incrementa il contatore
- RESET: azzera il contatore
- PV: massimo valore programmato (intero)
- Q: TRUE quando il valore programmato è stato conteggiato
- CV: valore corrente del contatore

Criteri per la progettazione in LD

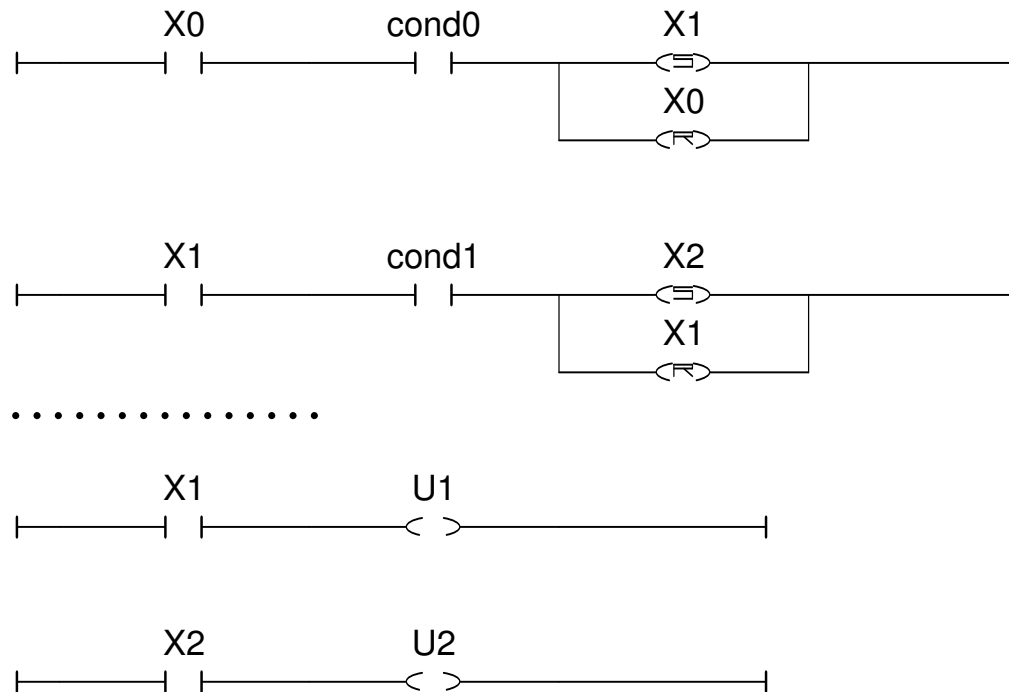
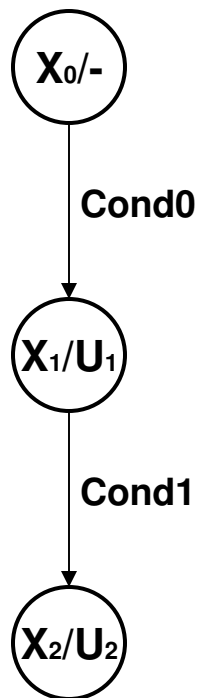


- Individuare i componenti fisici nel sistema che svolgono compiti ripetitivi (sequenza di operazioni che si ripete con poche varianti)
- Ciascun componente corrisponderà ad un modulo di controllo
- Ogni modulo di controllo contiene tutte le operazioni che il componente è in grado di svolgere (tipicamente una sola operazione alla volta)
- Tali operazioni sono organizzati secondo i costrutti caratteristici: sequenza, parallelo ed alternativa

Modellizzazione di una operazione associata ad uno stato logico (1)



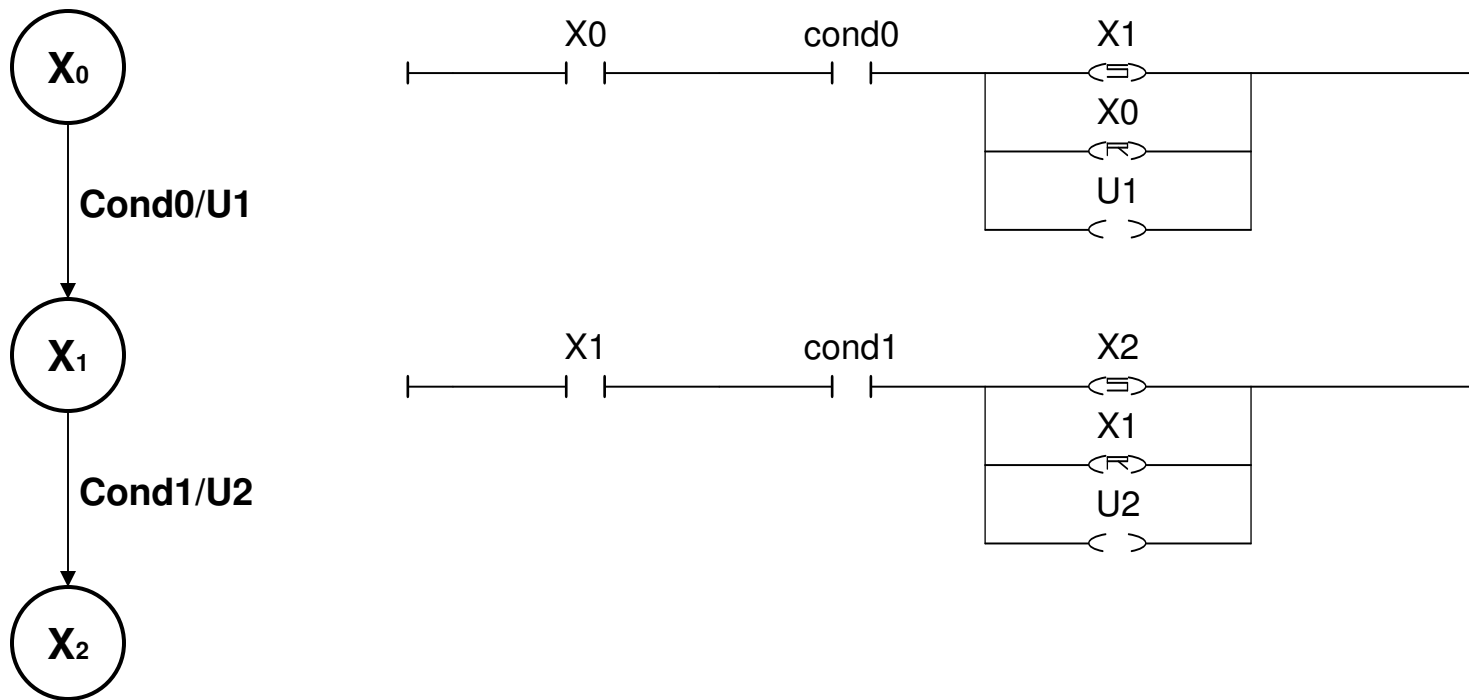
Automa di Moore



Modellizzazione di una operazione associata ad uno stato logico (2)



Automa di Mealy



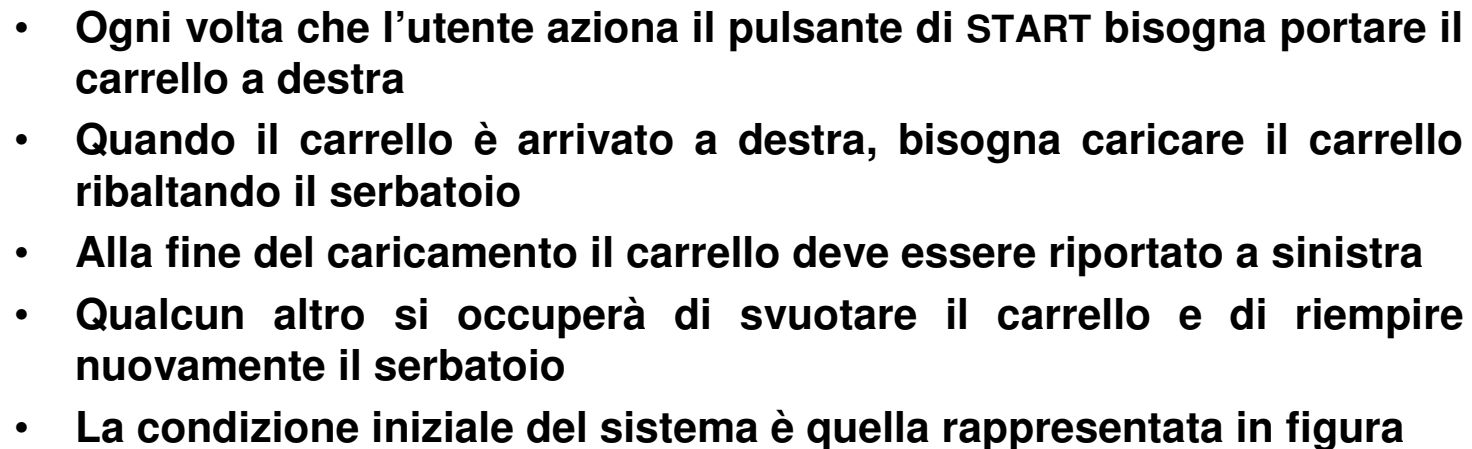
Modellizzazione di una operazione associata ad uno stato misurato



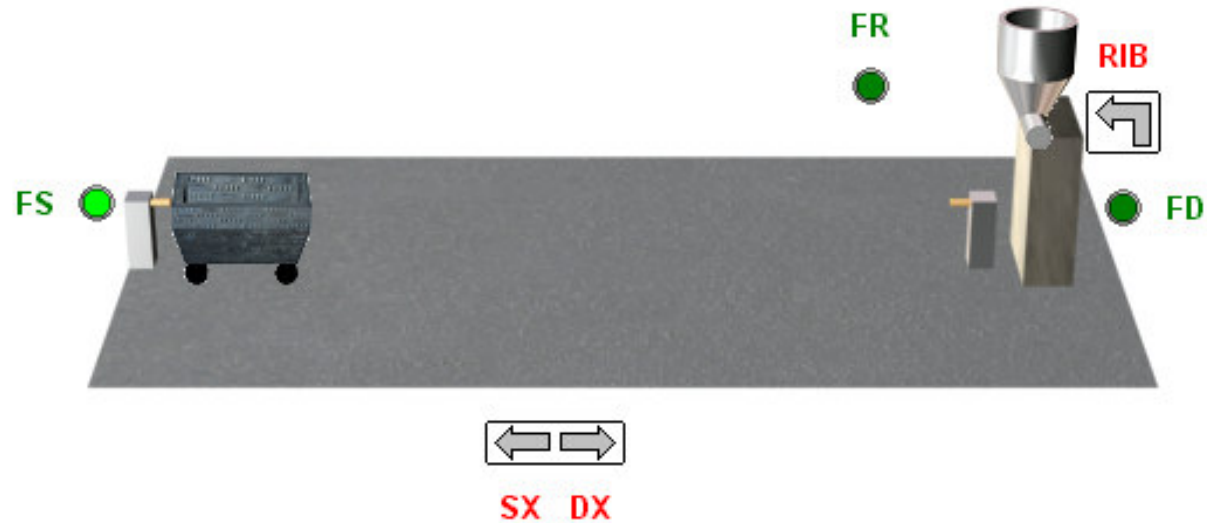
- Ci sono casi in cui lo stato logico è facilmente deducibile dal valore dei sensori.

(esempio: se si attiva un sensore di finecorsa, vuol dire che prima ci si trovava in uno stato di moto verso quel sensore)

⇒ l'informazione che viene dal sensore è sufficiente a far partire l'operazione



Il carrello (2)



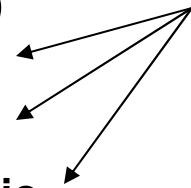
Sensori (misure)

- **START**: inizia la sequenza
- **FS**: fine corsa sinistro
- **FD**: fine corsa destro
- **FR**: fine riempimento

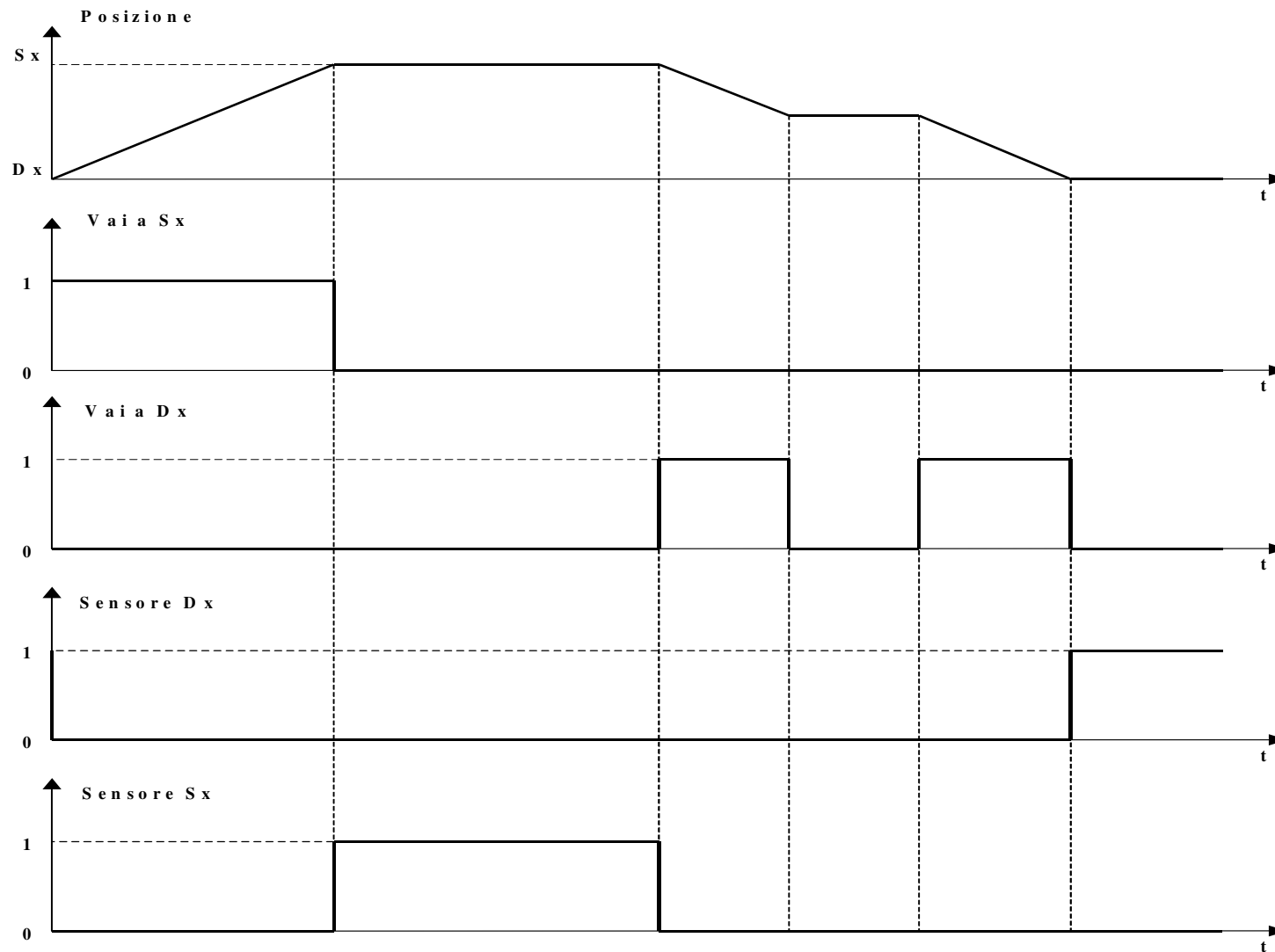
Attuatori (comandi)

- **SX**: vai a sinistra
- **DX**: vai a destra
- **RIB**: ribalta serbatoio

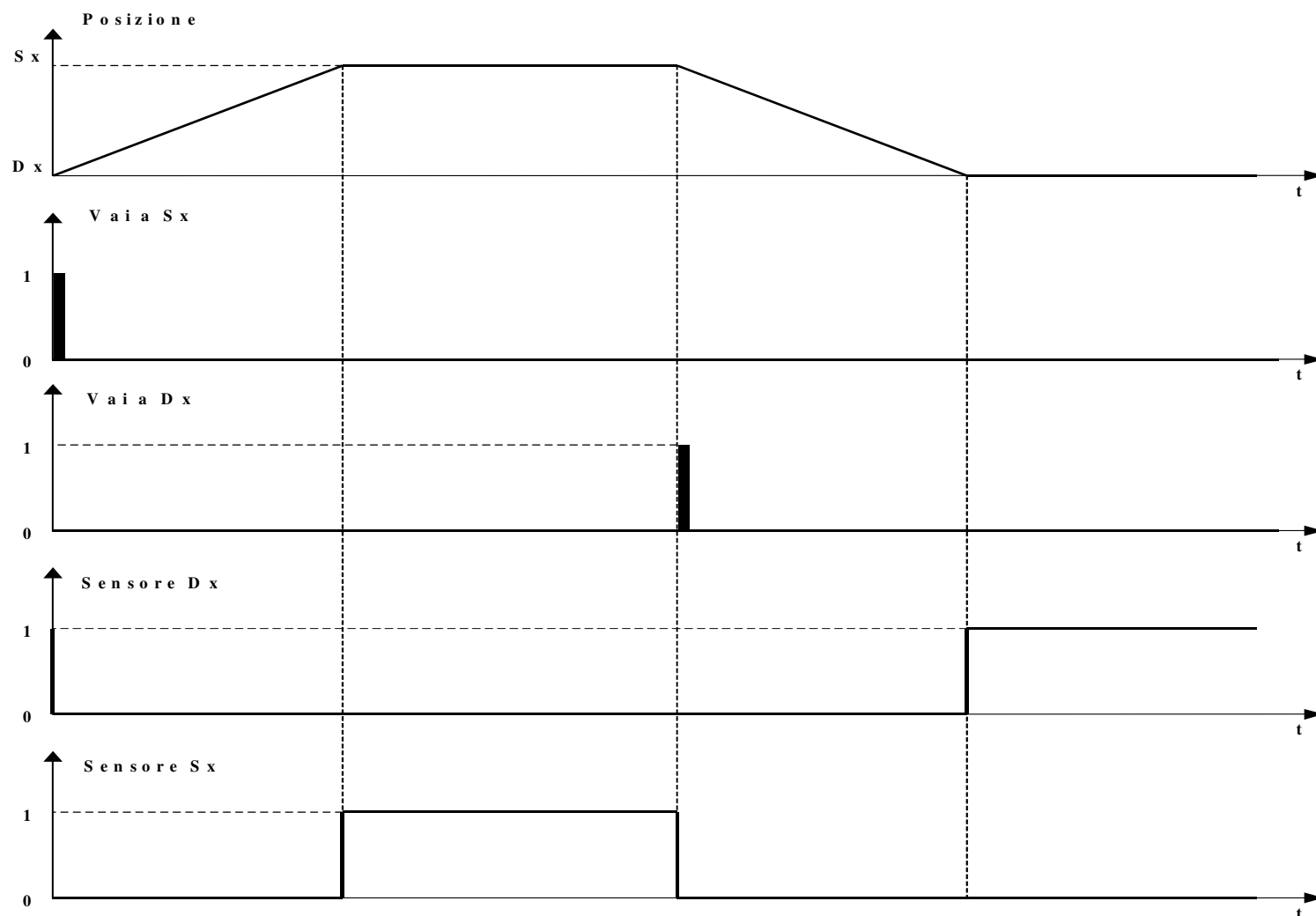
Attuatori di
tipo continuo



Attuatori di tipo continuo



Attuatori di tipo impulsivo

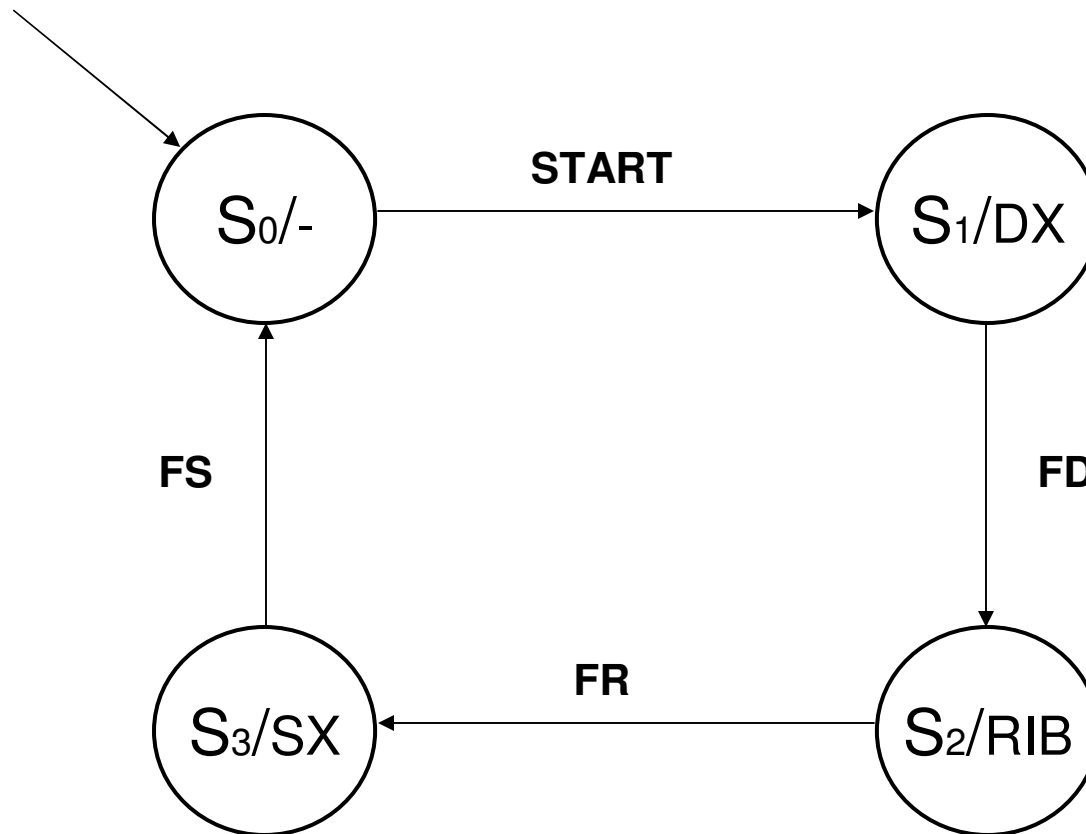


Esercizio

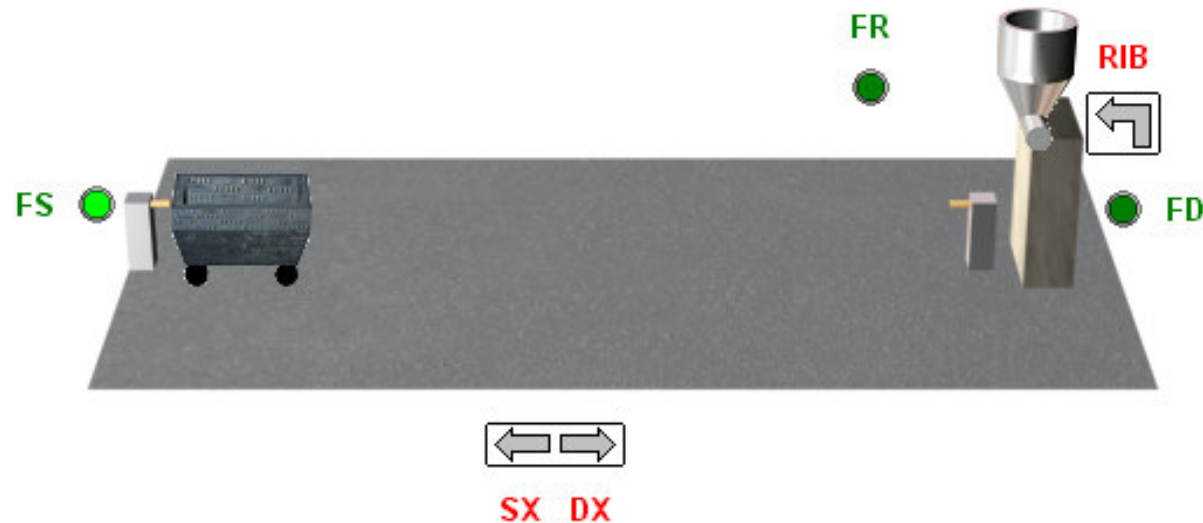


- Scrivere (su carta) un programma in Ladder Diagram che realizzi la sequenza di lavorazione desiderata.
- Editare il programma utilizzando ISAGRAF
- Esportare (File > Copia in un altro progetto) il controllo siffatto nel progetto Carr_LD (che contiene il simulatore dell'impianto e una sua rappresentazione grafica)

Soluzione con automa di Moore



Il carrello (3)



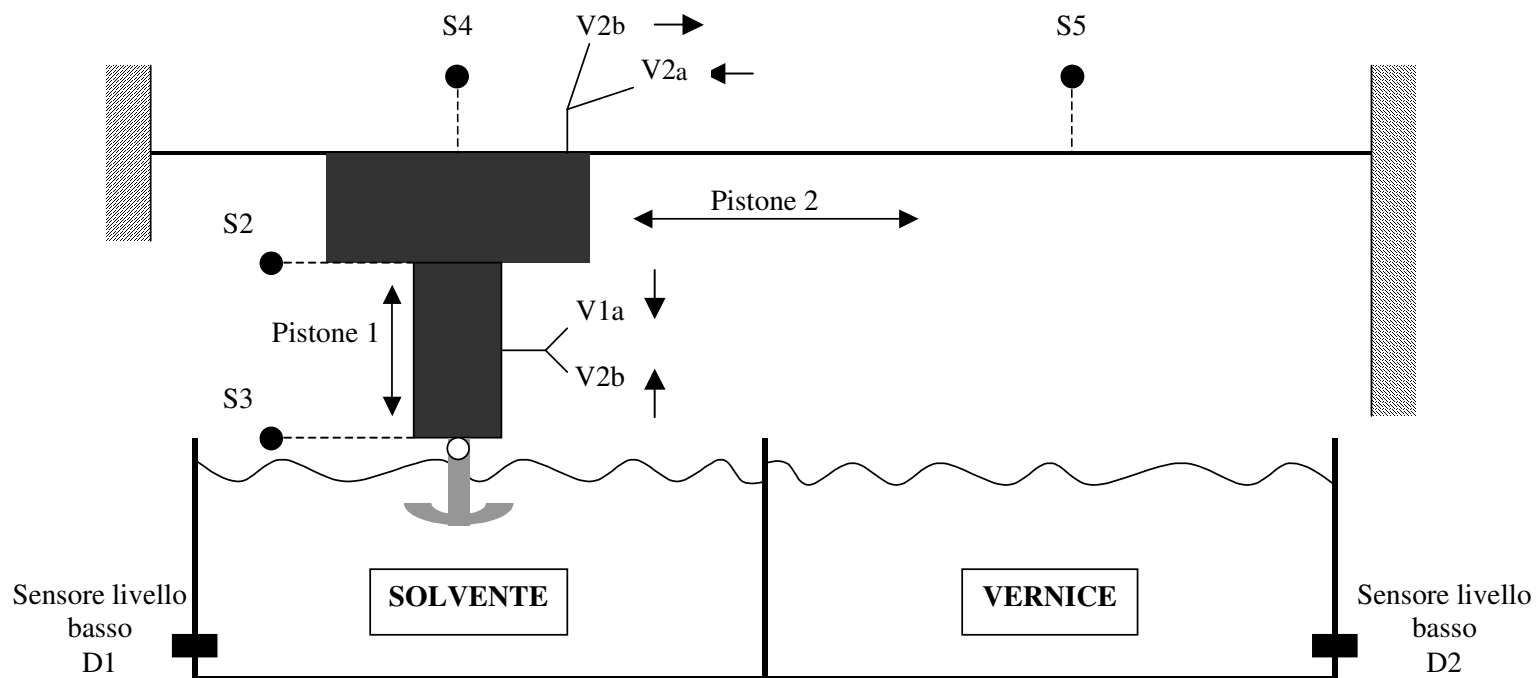
Si introducano le seguenti varianti:

- Il carrello non si svuota automaticamente ma richiede la pressione (impulsiva) di un pulsante CS.**
- Non è più disponibile il sensore FR; si vuole garantire che il serbatoio rimanga abbassato per 7 secondi per poter effettuare lo svuotamento.**
- Ogni tre viaggi del carrello si deve accendere una spia per due secondi (nel frattempo il carrello deve continuare ad essere operativo).**

ClePaint: Processo di pulizia e verniciatura



In figura è rappresentato un processo industriale per la pulizia e la verniciatura di componenti metalliche.



Sequenza di lavorazione (1)



- Inizialmente, il pistone 1 è in posizione ALTO (S2) e il pistone 2 è in posizione SINISTRA (S4)
- Il componente da lavorare viene posizionato su di un uncino posto all'estremità del pistone 1 (operazione manuale): il componente è sopra il serbatoio dove è contenuto il solvente
- L'operatore schiaccia il pulsante START
- Il pistone 1 passa in posizione BASSO (S3)
- Il componente viene lasciato nel solvente per 9 secondi
- Il pistone 1 passa in posizione ALTO (S2)

Sequenza di lavorazione (2)

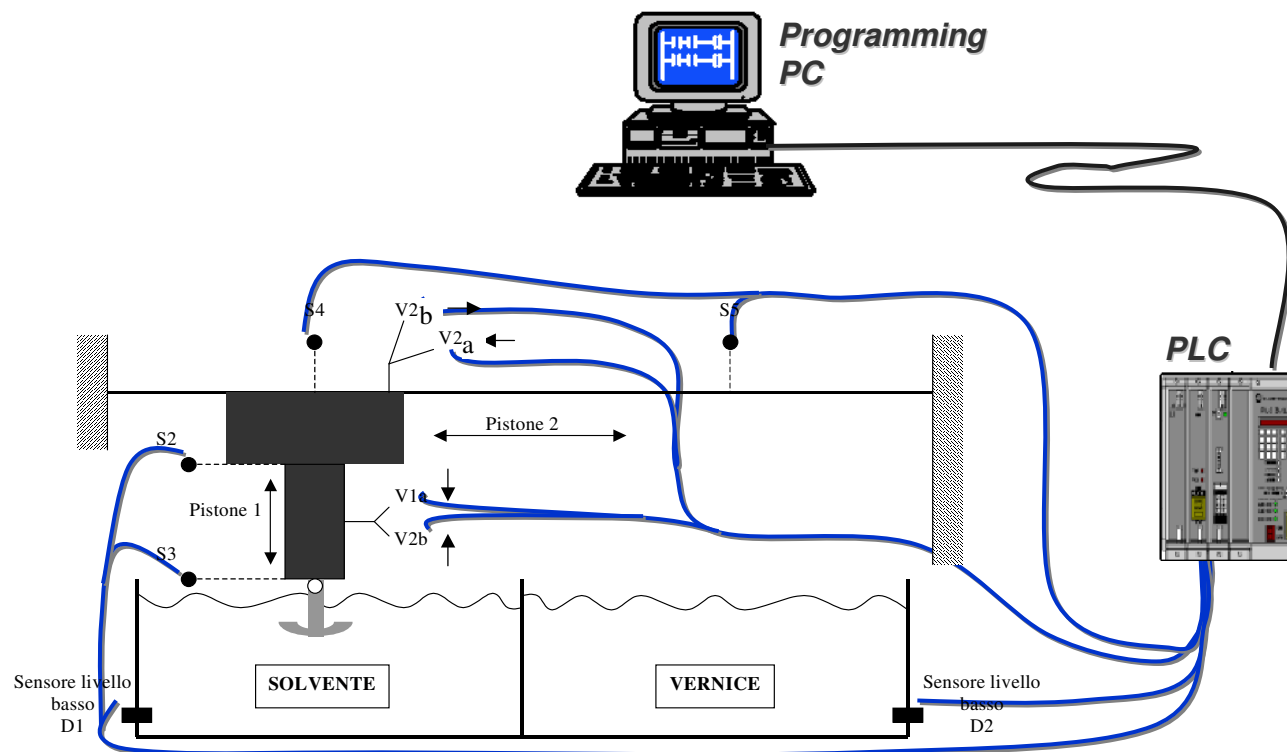


- Il pistone 2 passa in posizione DESTRA (S5), posizionando il componente sopra il serbatoio dove è contenuta la vernice
- Il pistone 1 passa in posizione BASSO (S3)
- Il componente viene lasciato nella vernice per 20 secondi
- Il pistone 1 passa in posizione ALTO (S2)
- I pistoni rimangono fermi fino a che un operatore (dopo aver provveduto a rimuovere il pezzo lavorato dall'uncino) attiva il segnale RITORNO
- Il pistone 2 passa in posizione SINISTRA (S4) e la sequenza di lavorazione ricomincia

Il sistema di controllo



Si desidera automatizzare il processo tramite l'impiego di un PLC.



PLC: Ingressi e Uscite disponibili



- *Ingressi (misure)*

START: segnale di inizio

S2: pistone 1 in alto

S3: pistone 1 in basso

S4: pistone 2 a sinistra

S5: pistone 2 a destra

Ritorno: segnale di ritorno per l'inizio di una nuova sequenza

STOP: segnale di arresto d'emergenza

- *Uscite (comandi)*

V1a: sposta il pistone 1 in basso

V1b: sposta il pistone 1 in alto

V2a: sposta il pistone 2 a sinistra

V2b: sposta il pistone 2 a destra

Esercizio

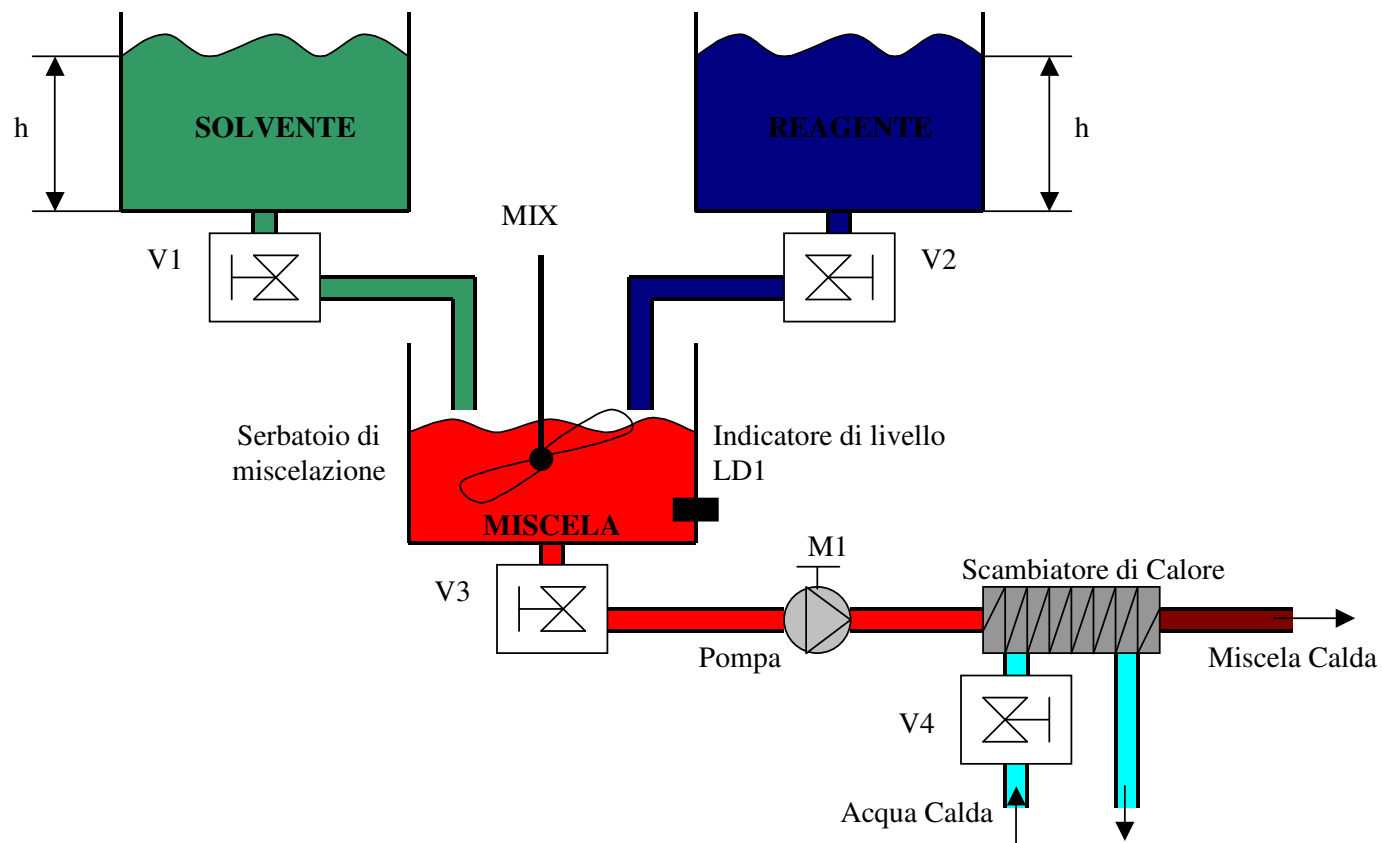


Scrivere un programma in Ladder Diagram (all'interno progetto ISaGRAF "ClePaint") che realizzi la sequenza di lavorazione desiderata.

MixProc: Processo di miscelazione *(per casa)*



In figura è rappresentato un processo di miscelazione da controllare tramite un PLC.



Specifiche (1)



- La miscela finale deve contenere due parti di solvente per ogni parte di reagente: la valvola V2 rimane aperta per 20 sec mentre V1 rimane aperta per un intervallo di tempo doppio rispetto a V2.
- Dopo un intervallo di tempo di 10 secondi (in cui viene azionato il miscelatore MIX e viene aperta la valvola V4), la valvola V3 e la pompa M1 vengono azionate per trasferire la miscela ad uno scambiatore di calore.
- Dopo avere estratto 600 cm³ di miscela (misurabili tramite l'indicatore di livello LD1), le valvole V3 e V4 vengono chiuse e il motore della pompa (M1) viene spento.

Specifiche di progetto



- Il livello di reagente e di solvente nei due serbatoi è regolato in maniera indipendente e, ai fini di questo problema, può essere considerato costante.
- I due serbatoi, i tubi e le valvole V1 e V2 sono identici sotto ogni aspetto.



Realizzare un *ladder diagram* per la seguente sequenza di operazioni:

- START
- Apertura V1 e V2
- Aspettare 20 secondi
- Chiusura V2
- Aspettare 20 secondi (dalla chiusura di V2)
- Chiusura V1
- Azionare il miscelatore per 10 secondi
- Apertura V3, Partenza M1, Apertura V4
- Aspettare segnalazione LD1 (600 cm³ estratti dal miscelatore)
- Chiudere V3, Fermare M1, Chiudere V4
- END of cycle

PLC: Ingressi e Uscite disponibili



- *Ingressi (misure)*

START: segnale di inizio

LD1: sensore livello basso

STOP: arresto d'emergenza

- *Uscite (comandi)*

V1: apertura valvola 1 (estrazione solvente)

V2: apertura valvola 2 (estrazione reagente)

MIX: aziona il miscelatore

V3: apertura valvola 3 (estrazione miscela)

M1: Azionamento pompa

V4: apertura valvola 4 (azionamento scambiatore di calore)

Esercizio



Scrivere un opportuno Ladder Diagram all'interno del progetto ISaGRAF "MixProc" per realizzare la sequenza di lavorazione desiderata.