



---

# Sistemi ad Eventi Discreti

a.a. 2014 - 2015

Prof. Luca Ferrarini

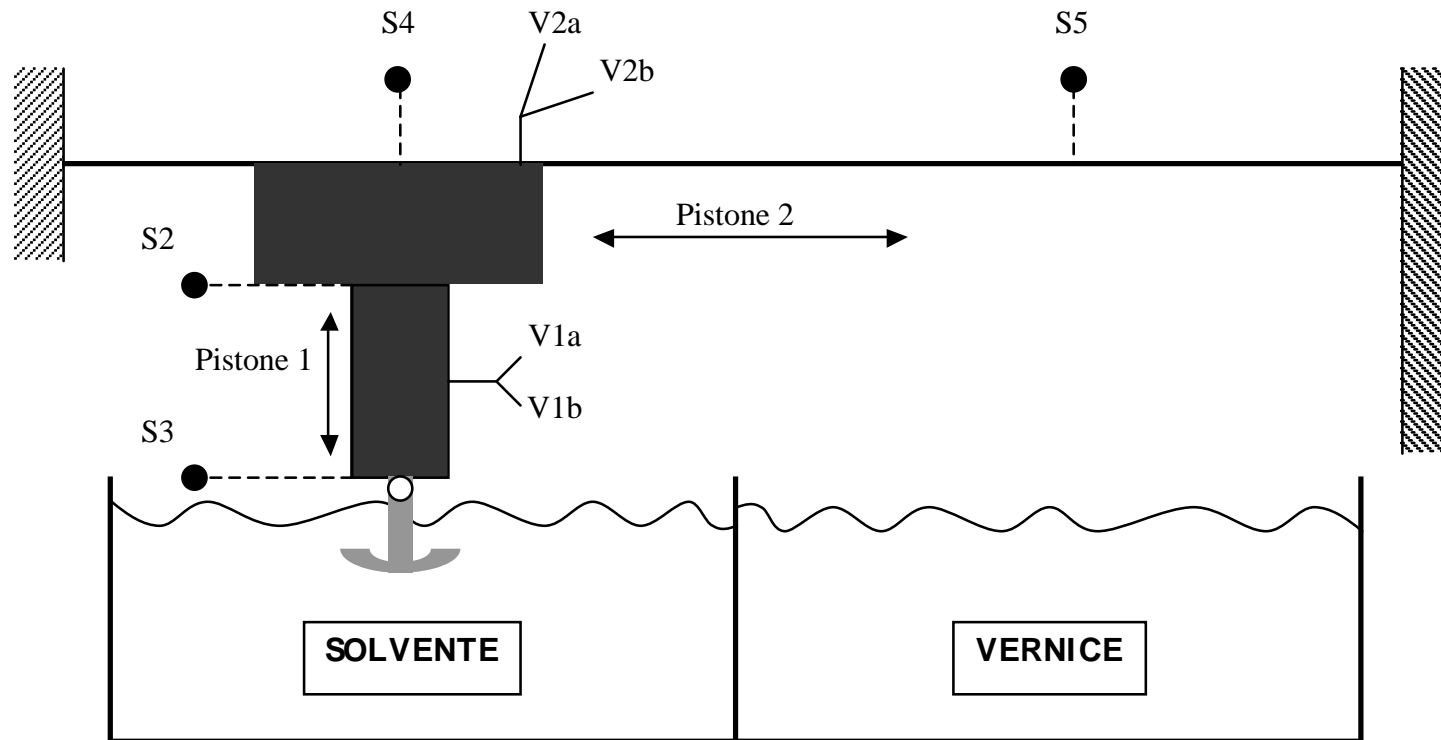
*Ladder Diagram*

---

# Processo di pulizia e verniciatura (1)



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





## **SPECIFICA DI COMPORTAMENTO:**

- 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)

## Processo di pulizia e verniciatura (3)

---



- 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)
- Il pistone 2 passa in posizione SINISTRA (S4) e la sequenza di lavorazione ricomincia

# Processo di pulizia e verniciatura (4)

---



- **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

**STOP**: segnale di arresto d' emergenza

- **Uscite (comandi)**

**V1a**: sposta il pistone 1 in basso

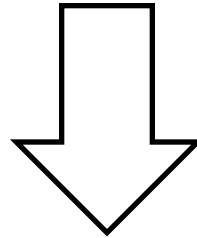
**V1b**: sposta il pistone 1 in alto

**V2a**: sposta il pistone 2 a sinistra

**V2b**: sposta il pistone 2 a destra

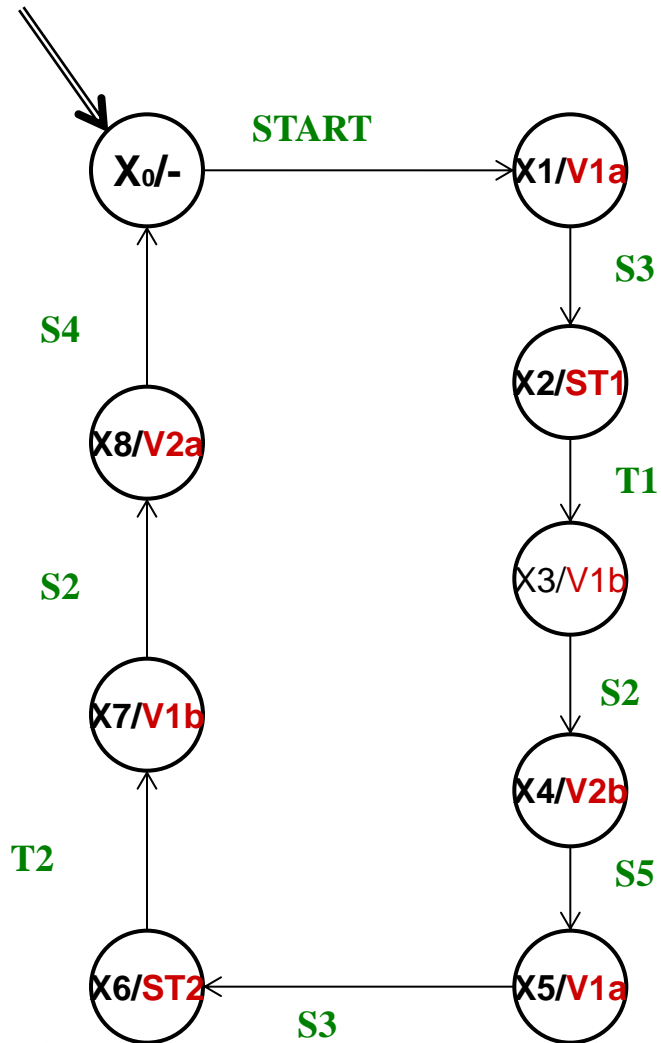


**Quale soluzione adottare?**

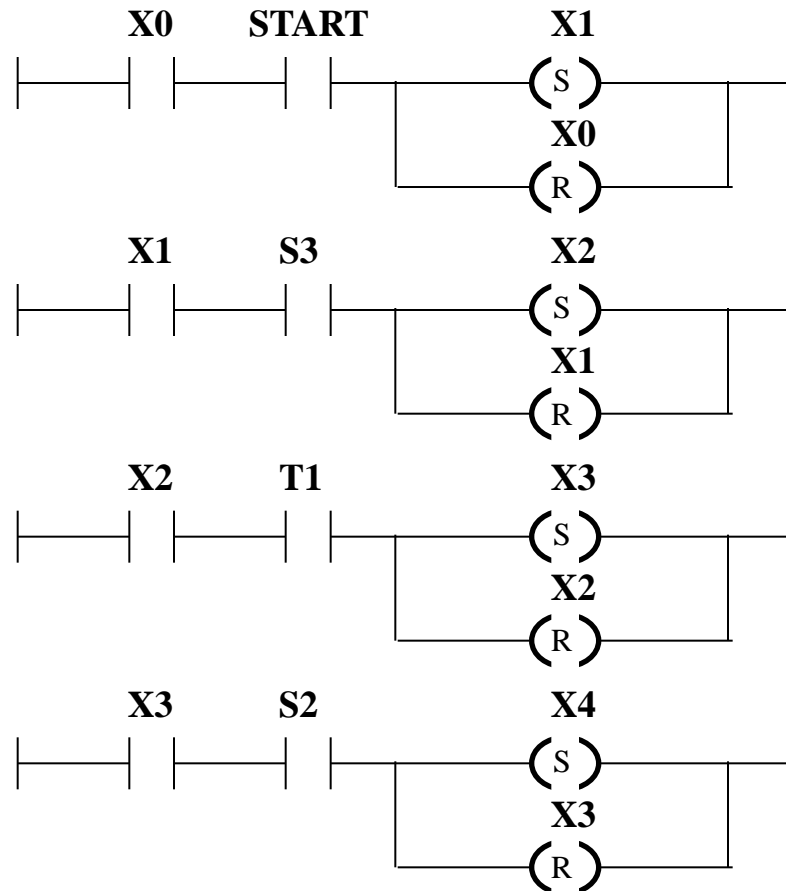


**Modellizzazione mediante automi e traduzione in  
Ladder Diagram**

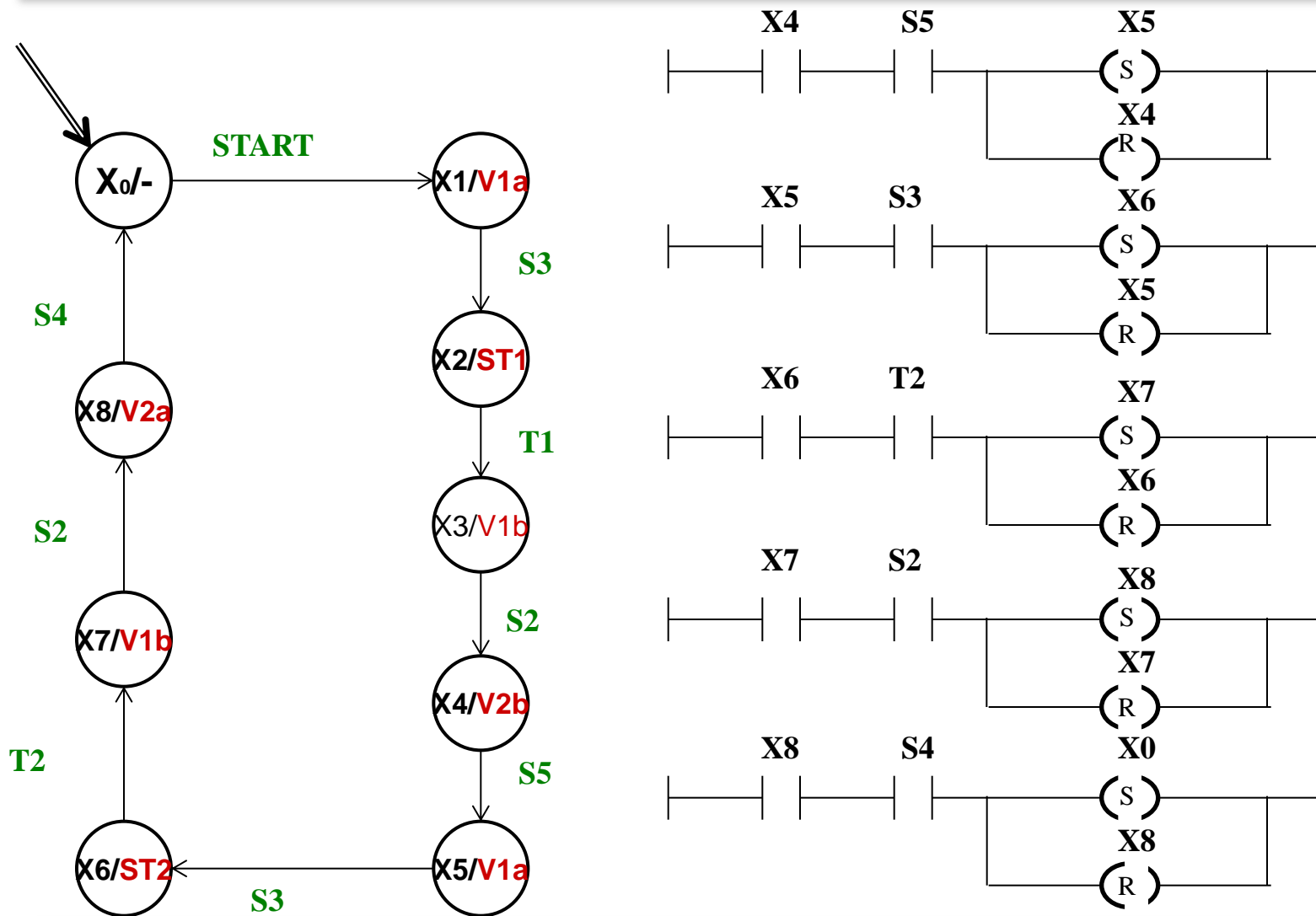
# Processo di pulizia e verniciatura (6)



STATI:



# Processo di pulizia e verniciatura (7)



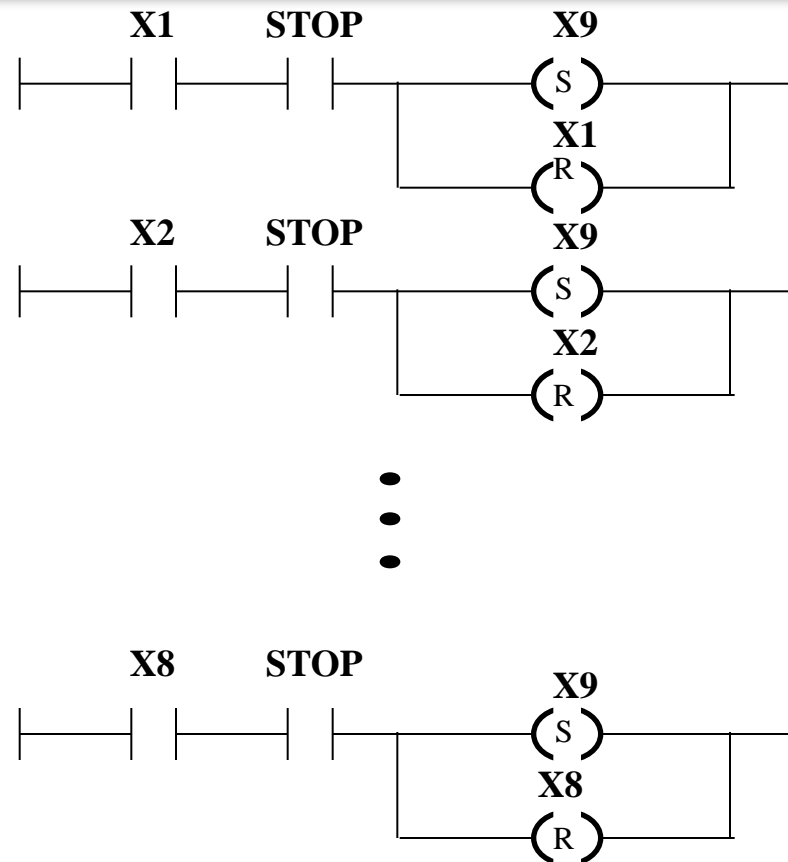
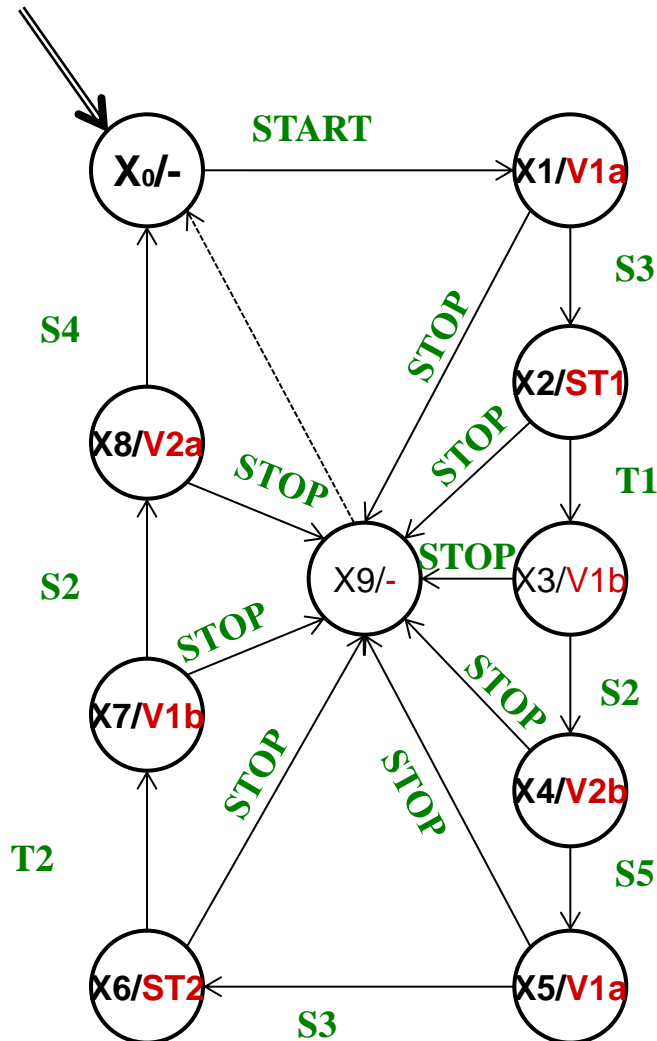
# Processo di pulizia e verniciatura (8)

---



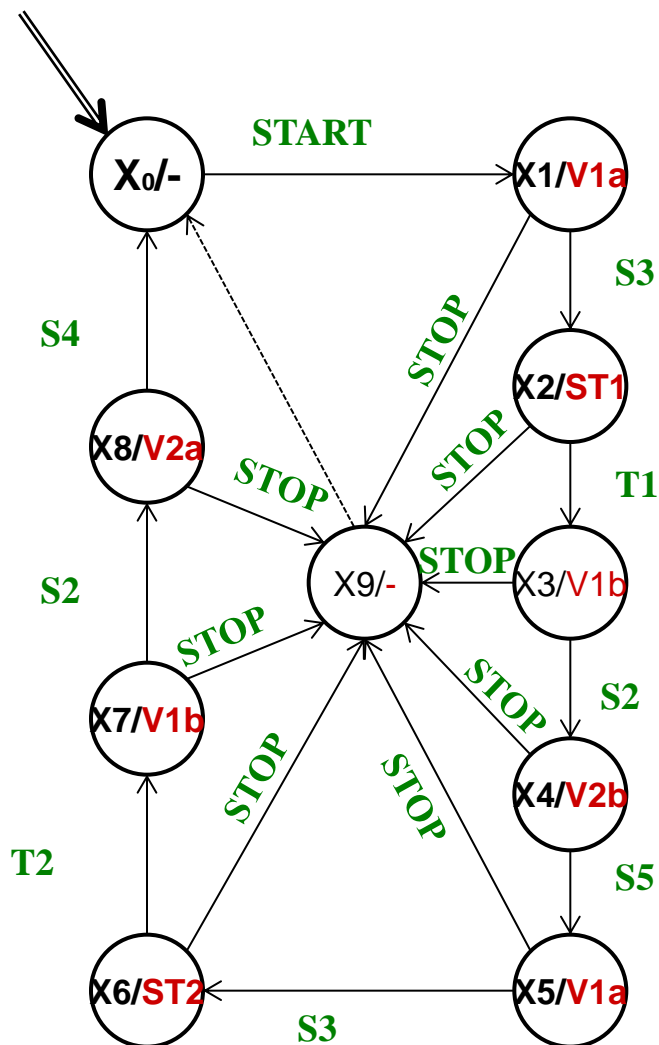
**E il segnale di STOP?**

# Processo di pulizia e verniciatura (9)

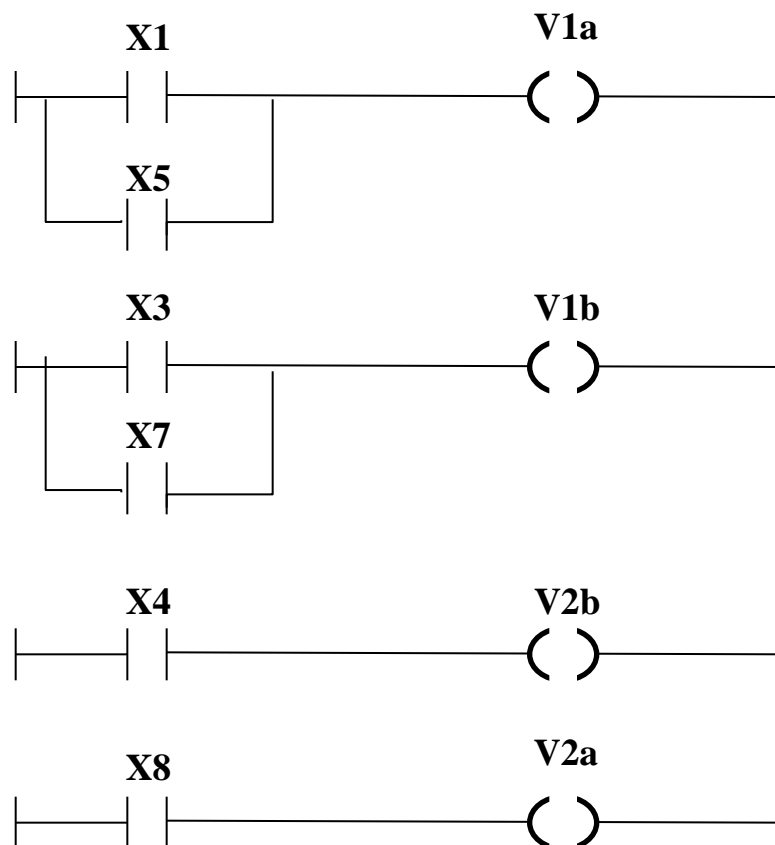


**N.B:** questi pioli vanno inseriti all'inizio del programma (evitare ritardi)

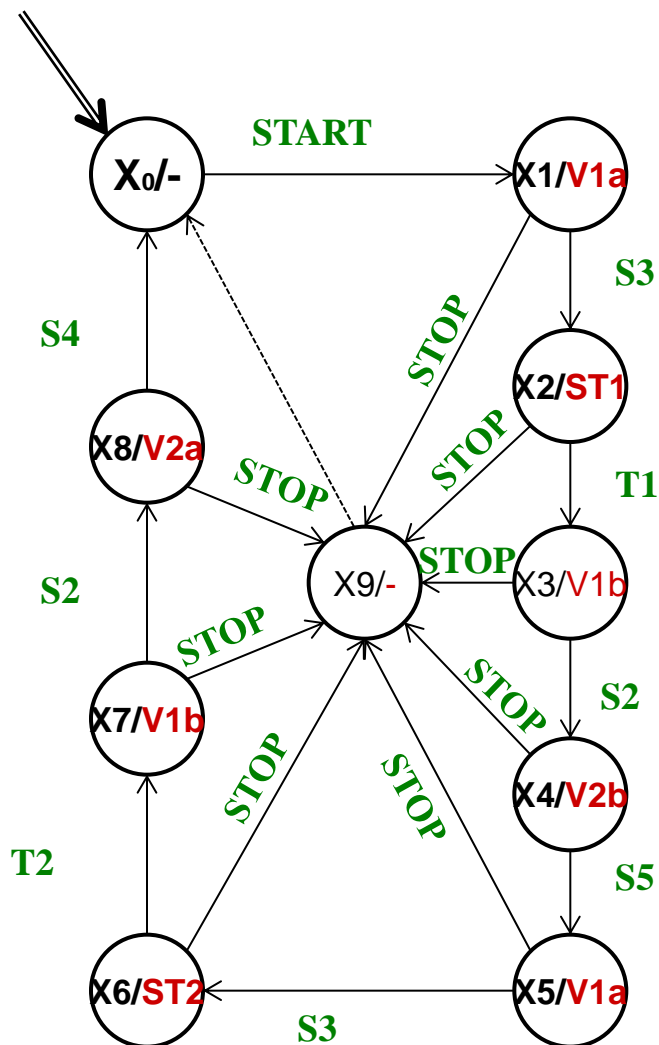
# Processo di pulizia e verniciatura (10)



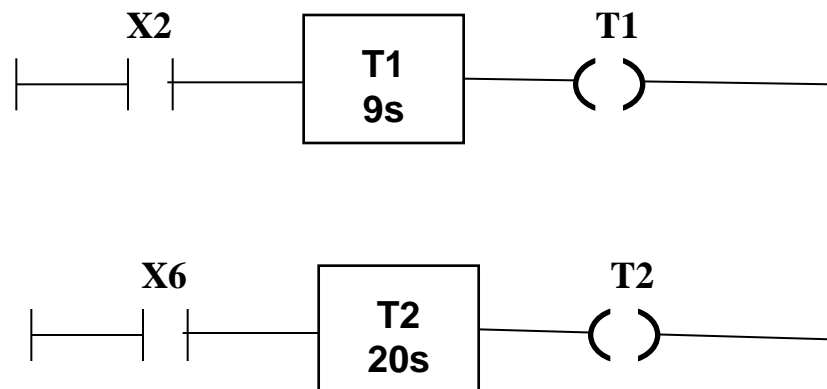
## COMANDI:



# Processo di pulizia e verniciatura (11)



TIMER:

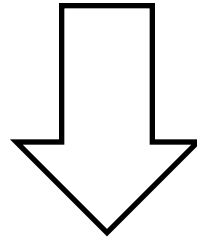


# Processo di pulizia e verniciatura: soluzione 2 (1)

---



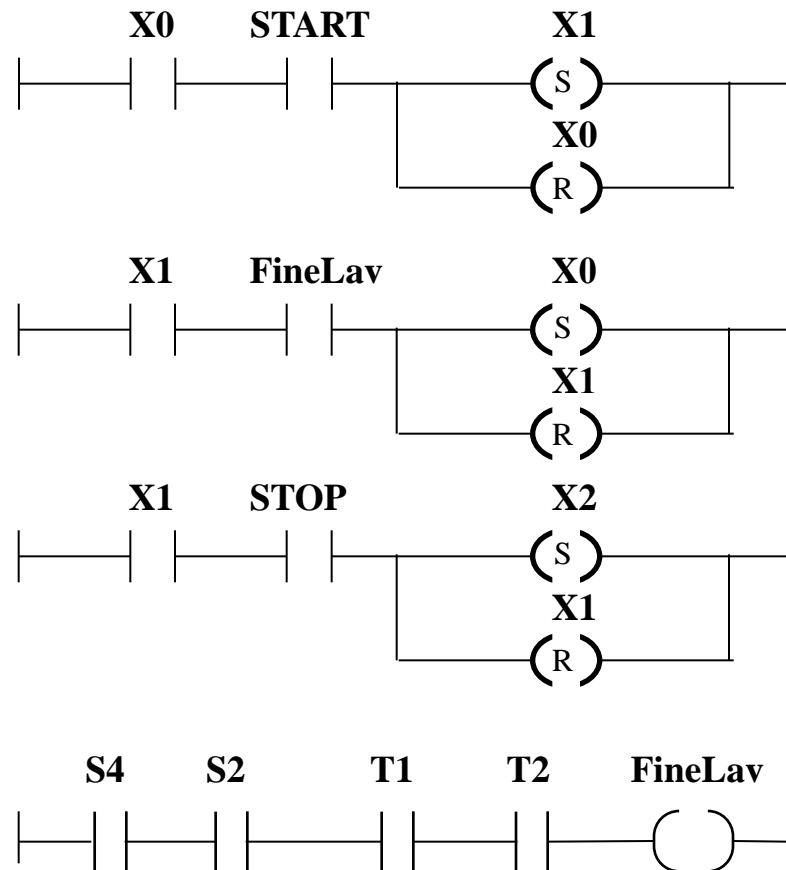
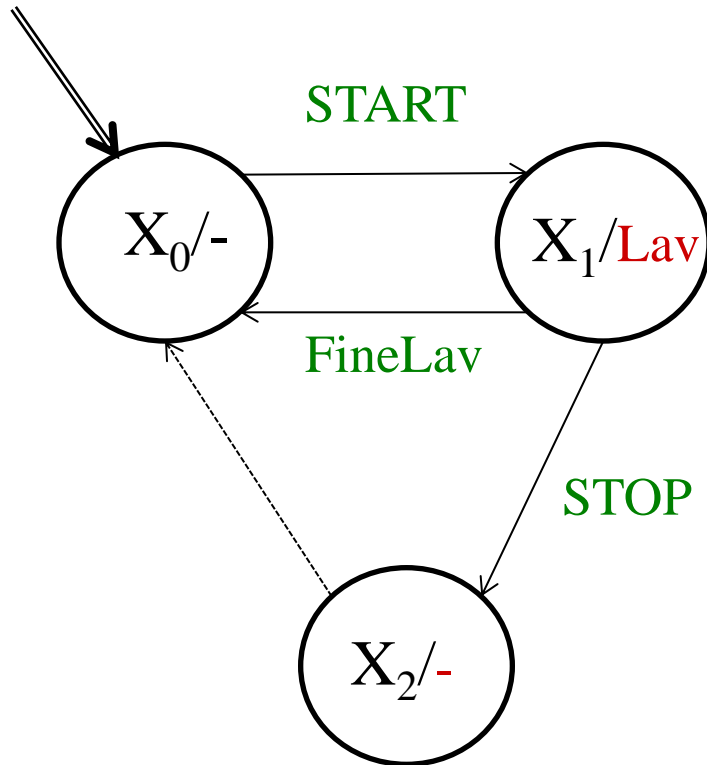
**Esistono soluzioni più compatte?**



**Modellizzazione dei comandi mediante l'uso di  
sensori e segnali logici**

(Quali sono le condizioni di abilitazione/disabilitazione dei  
comandi?)

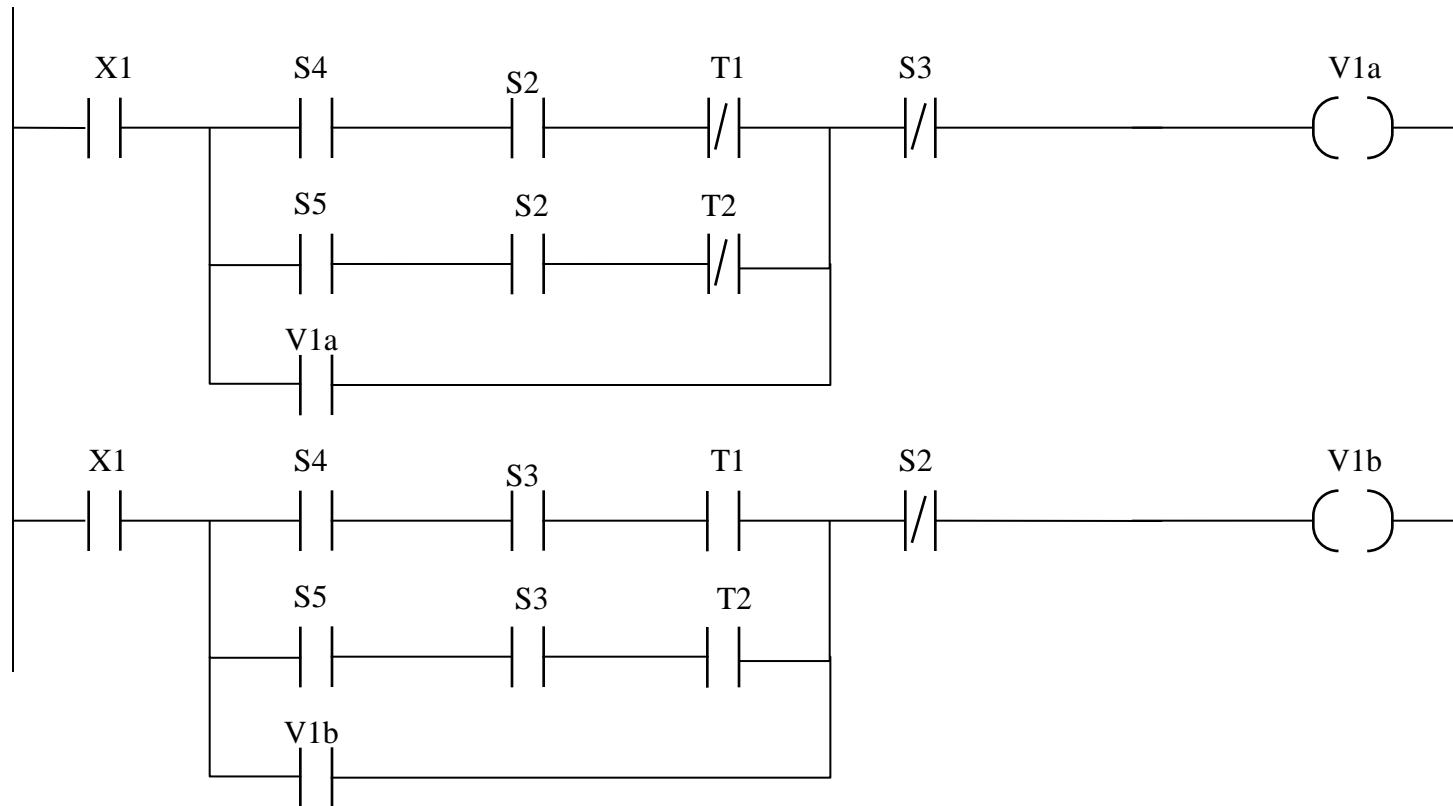
# Processo di pulizia e verniciatura: soluzione 2 (2)



# Processo di pulizia e verniciatura: soluzione 2 (3)



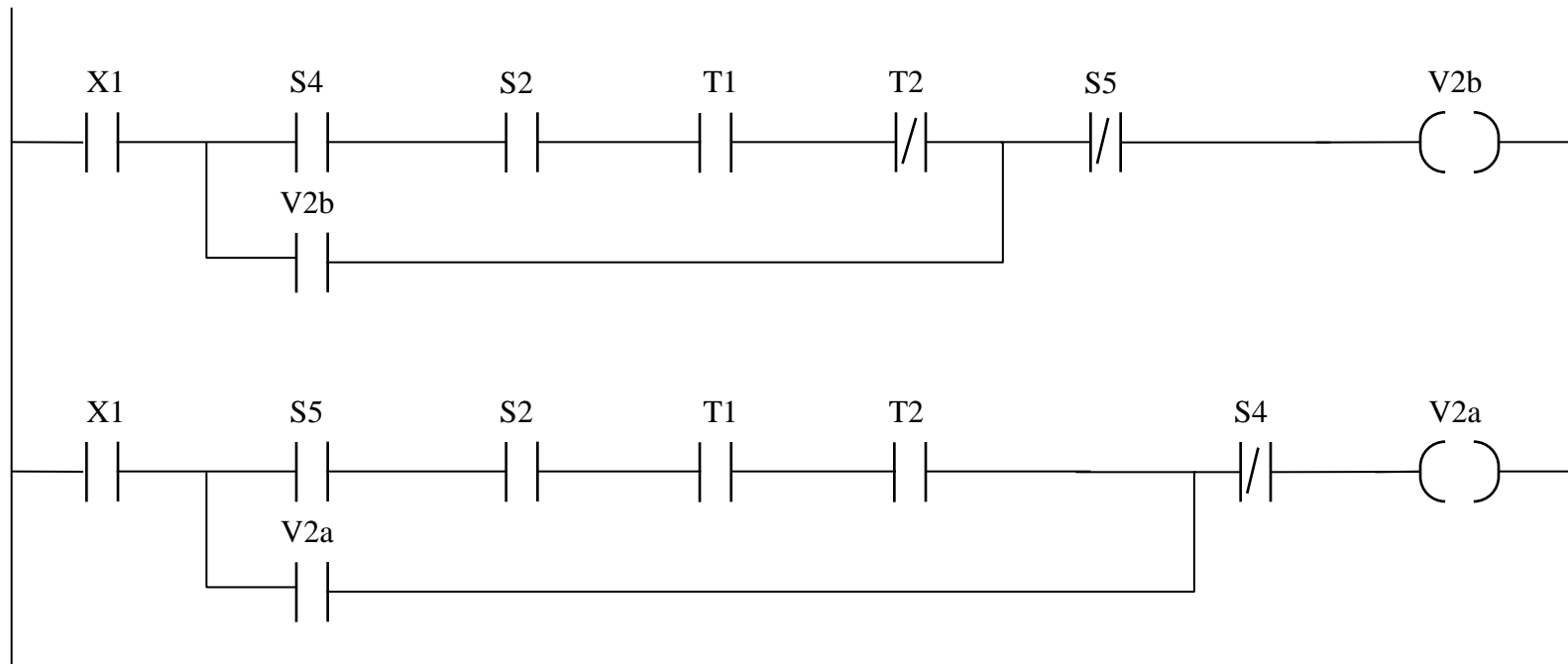
## PISTONE 1:



# Processo di pulizia e verniciatura: soluzione 2 (4)



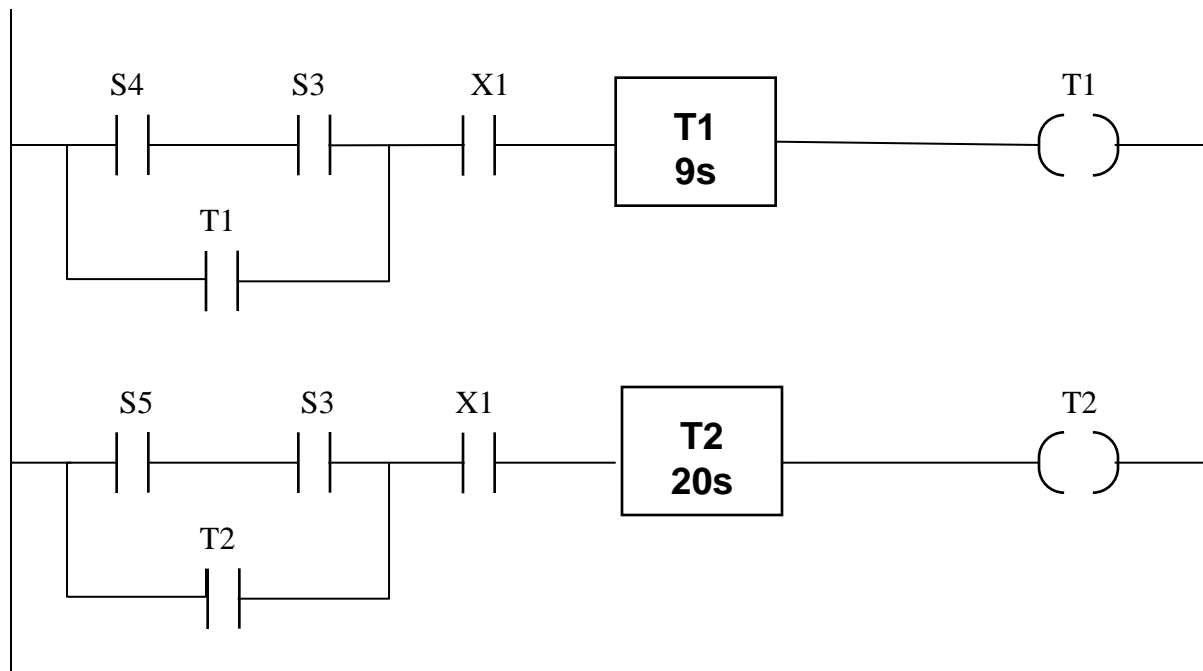
## PISTONE 2:



# Processo di pulizia e verniciatura: soluzione 2 (5)



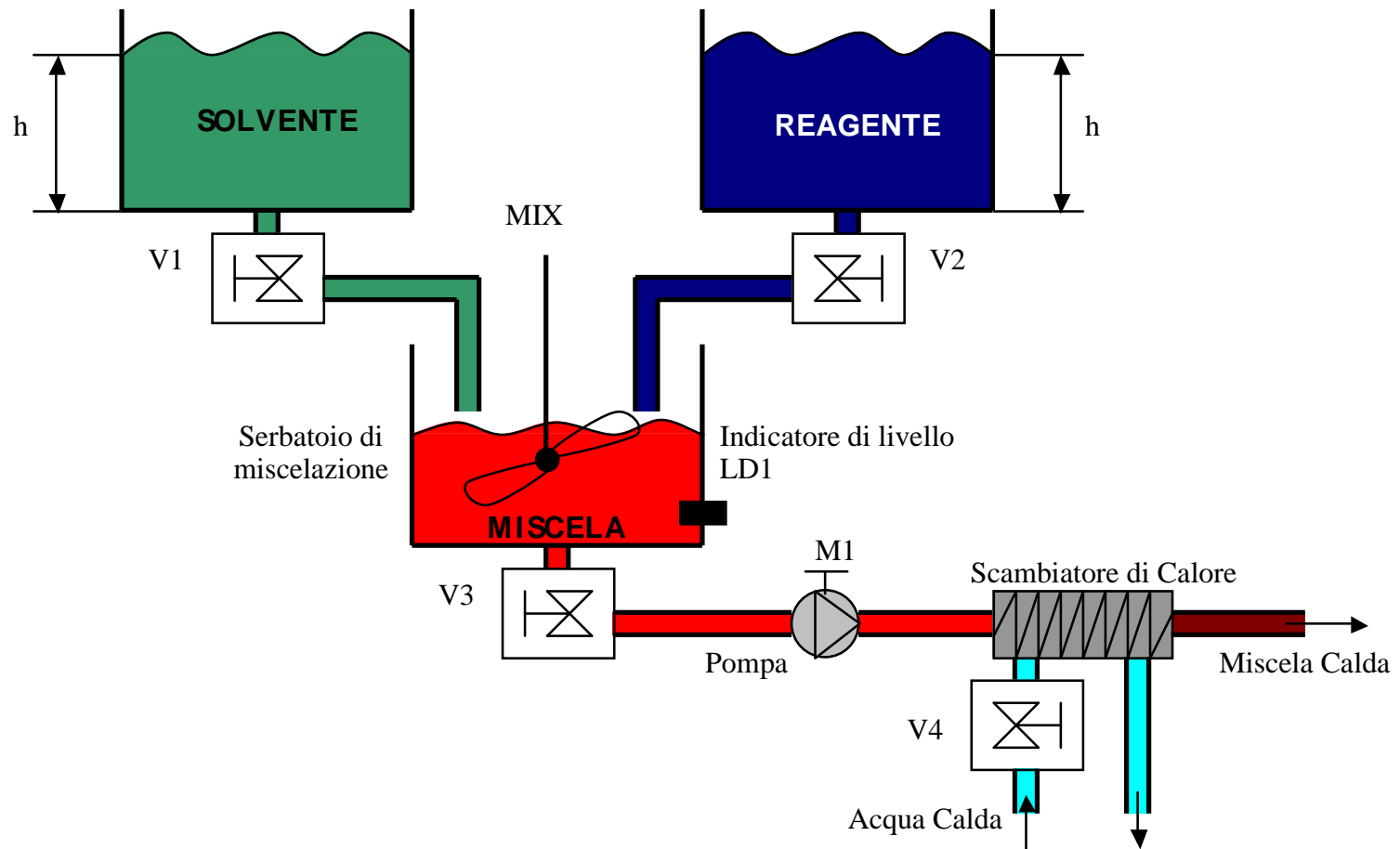
## TIMER:



# Impianto chimico (1)



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



## SPECIFICHE:

- 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 cm<sup>3</sup> di miscela (misurabili tramite l'indicatore di livello LD1), le valvole V3 e V4 vengono chiuse e il motore della pompa (M1) viene spento.

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 cm<sup>3</sup> estratti dal miscelatore)
- Chiudere V3, Fermare M1, Chiudere V4
- END of cycle



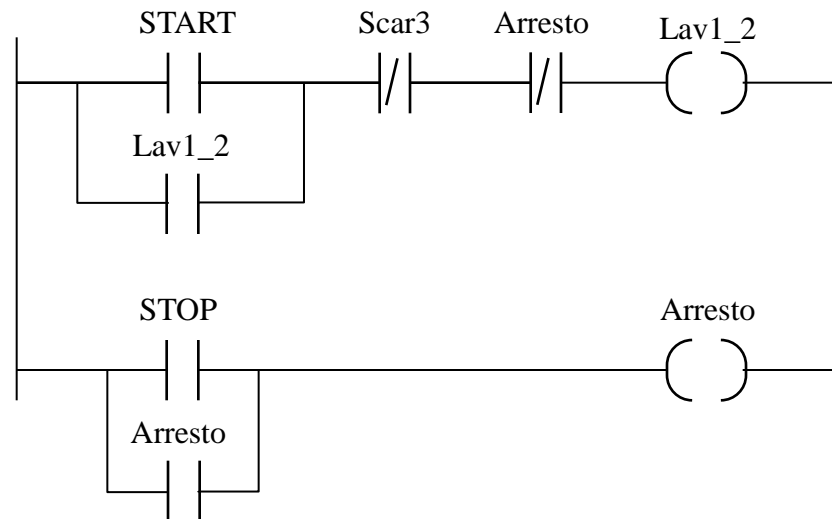
- Ingressi (misure)
  - START**: segnale di inizio
  - LD1**: sensore livello basso
  - STOP**: arresto d' emergenza
- Uscite (comandi)
  - V1**: apertura valvola 1 (estrazione solvente)
  - V2**: apertura valvola 2 (estrazione reagente)
  - MIX**: aziona il miscelatore
  - V3**: apertura valvola 3 (estrazione miscela)
  - M1**: Azionamento pompa
  - V4**: apertura valvola 4 (azionamento scambiatore di calore)



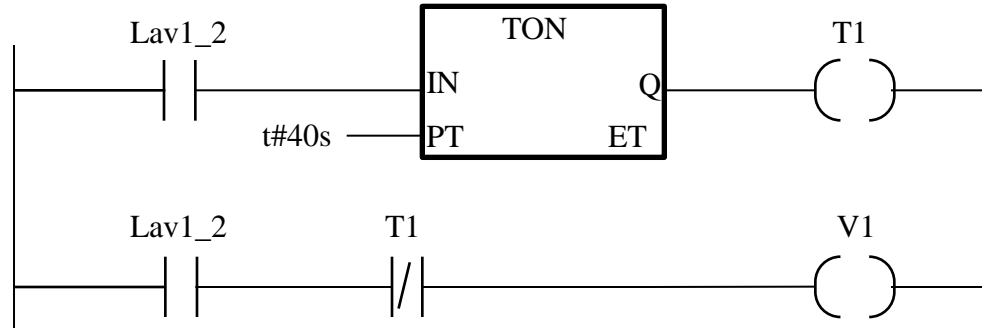
## **Modellizzazione dei comandi mediante l'uso di sensori e segnali logici**

(Quali sono le condizioni di abilitazione/disabilitazione dei comandi?)

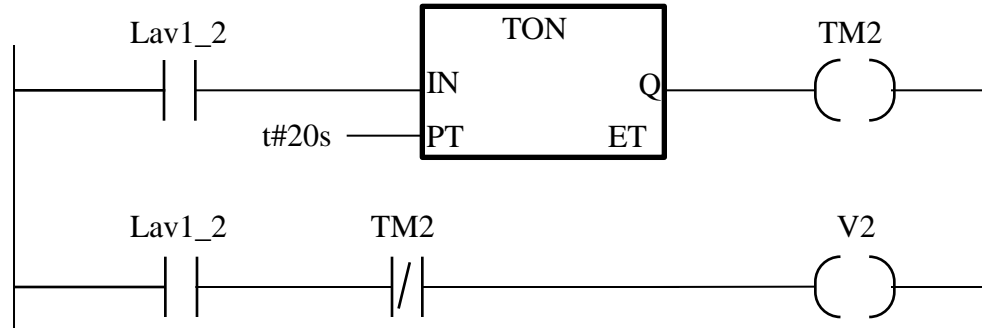
## INIZIO SEQUENZA E ARRESTO:



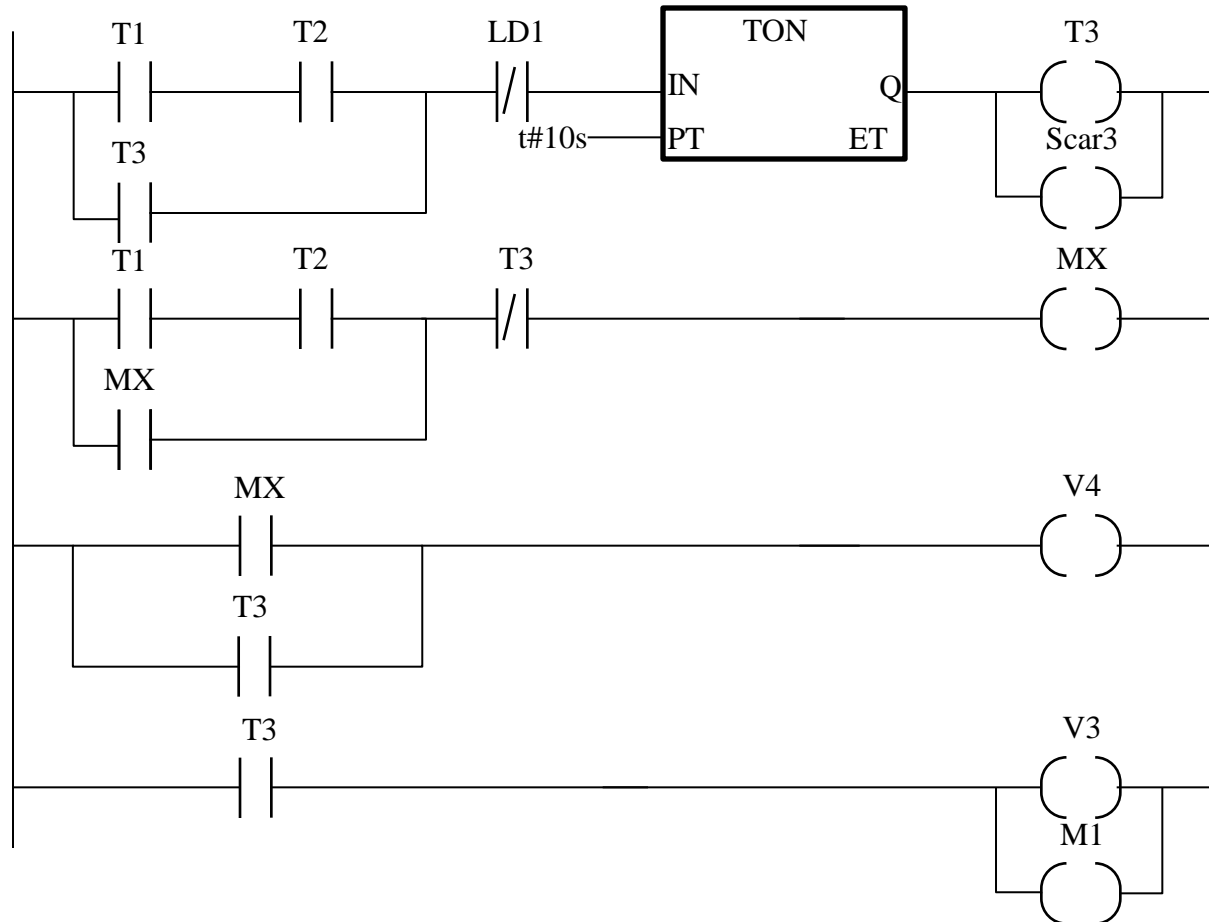
## SERBATOIO SOLVENTE:



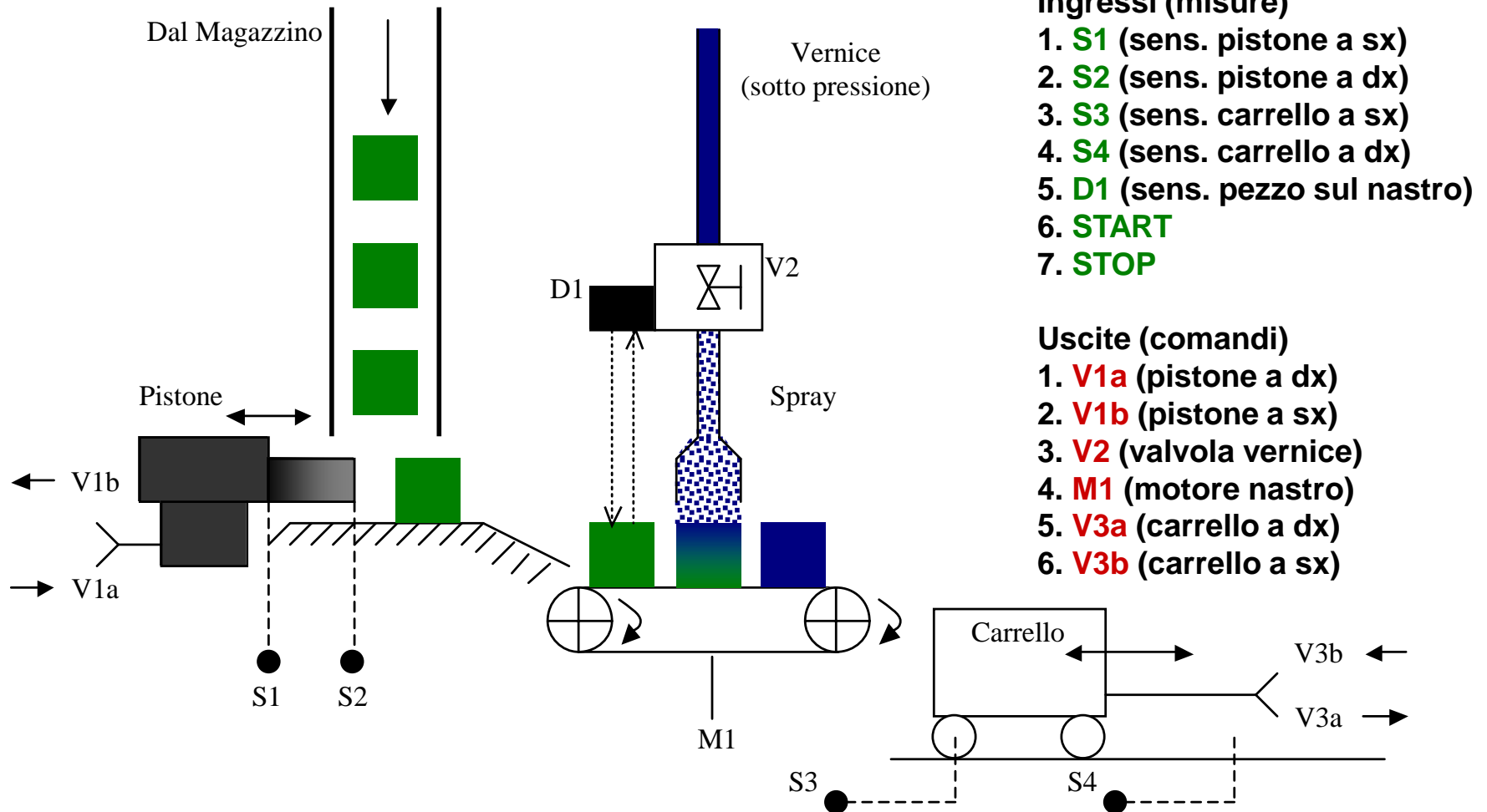
## SERBATOIO REAGENTE:



## SERBATOIO REAGENTE:



# Impianto di verniciatura (1)



# Impianto di verniciatura (2)

---



## STATO INIZIALE:

- Il pistone è fermo al finecorsa sinistro
- La valvola della vernice è chiusa
- Il nastro trasportatore è spento
- Il carrello è fermo al finecorsa sinistro

# Impianto di verniciatura (3)

---



## SPECIFICA DI COMPORTAMENTO:

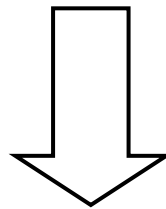
- I pezzi, provenienti dal magazzino, sono spinti dal pistone (V1a, V1b) sullo scivolo che termina sul nastro trasportatore (in movimento) azionato da un motore (M1).
- Ogni pezzo depositato sul nastro trasportatore viene rilevato tramite un sensore (D1).
- Ogni volta che viene rilevata la presenza di un pezzo sul nastro viene aperta la valvola che aziona il circuito per la vernice spray. La valvola viene tenuta aperta per un intervallo di tempo (TimeValv) pari a 2s.
- Dopo essere stato verniciato, ogni pezzo cade nel carrello.
- Quando un numero prestabilito di pezzi (NumPezzi) è stato verniciato il pistone si ferma.
- Dopo un intervallo di tempo (Time1=6s), a partire dall'arrivo di un pezzo, anche il nastro trasportatore si ferma.

# Impianto di verniciatura (4)



- Il carrello (con i pezzi verniciati) si sposta fino al finecorsa destro, dove viene svuotato automaticamente.
- Trascorso un intervallo di tempo prestabilito ( $\text{Time2}=7\text{s}$ ) dal raggiungimento del finecorsa destro, il carrello torna nella posizione iniziale (finecorsa sinistro) e la sequenza di lavorazione può ricominciare.

**Tempo di scivolo  $\ll$  Tempo ritorno pistone**



**Il conteggio di un pezzo avviene prima che un nuovo pezzo possa essere spinto sullo scivolo**

# Impianto di verniciatura (5)



## Ingressi (misure):

**S1:** finecorsa sinistro pistone

**S2:** finecorsa destro pistone

**S3:** finecorsa sinistro carrello

**S4:** finecorsa destro carrello

**D1:** pezzo sul nastro

**START:** segnale di inizio sequenza lavorazione di *Num\_Pezzi*

pezzi

**STOP:** segnale di arresto d' emergenza

## Uscite (comandi):

**V1a:** sposta il pistone a destra  
**V1b:** sposta il pistone a sinistra } Attuatore di tipo impulsivo

**V2:** apri/chiudi valvola per la vernice

**M1:** aziona motore nastro trasportatore

**V3a:** sposta il carrello a destra  
**V3b:** sposta il carrello a sinistra } Attuatore di tipo continuo