



Sistemi ad Eventi Discreti

a.a. 2018 - 2019

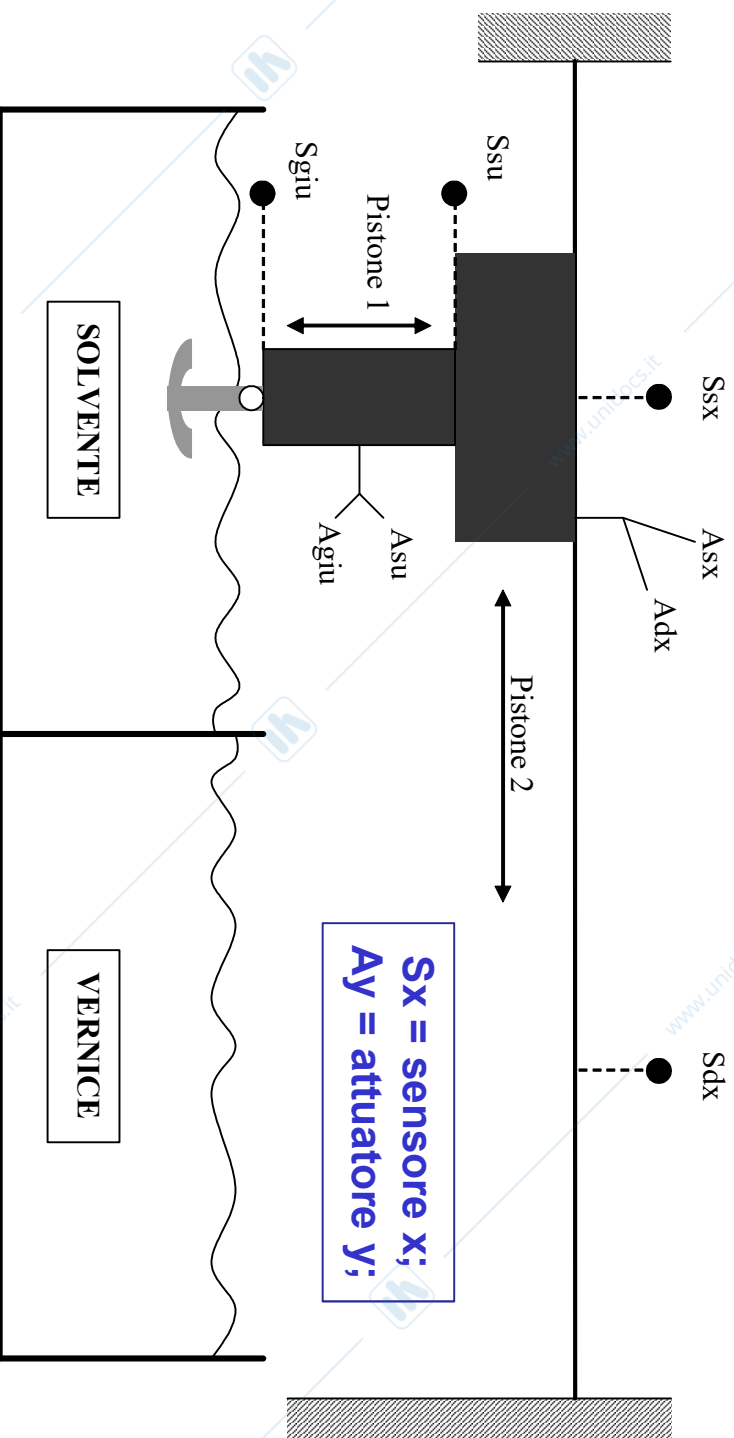
Prof. Luca Ferrarini

Ladder Diagram



Processo di pulizia e verniciatura (1)

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



**Sx = sensore X;
Ay = attuatore Y;**

Processo di pulizia e verniciatura (2)



SPECIFICA DI COMPORTAMENTO:

- Inizialmente, il pistone 1 è in posizione ALTO (Ssu) e il pistone 2 è in posizione SINISTRA (Ssx)
- 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 (Sgiu)
- Il componente viene lasciato nel solvente per 9 secondi (Tsolv)
- Il pistone 1 passa in posizione ALTO (Ssu)

Processo di pulizia e verniciatura (3)



- Il pistone 2 passa in posizione DESTRA (Sdx), posizionando il componente sopra il serbatoio dove è contenuta la vernice
- Il pistone 1 passa in posizione BASSO (Sgiu)
- Il componente viene lasciato nella vernice per 20 secondi (Tvern)
- Il pistone 1 passa in posizione ALTO (Ssu)
- Il pistone 2 passa in posizione SINISTRA (Ssx) e la sequenza di lavorazione è finita

NOTA: interpreteremo la specifica in modo «sequenziale»

Processo di pulizia e verniciatura (4)



- **Ingressi (misure)**
 - START**: segnale di inizio
 - Ssu**: pistone 1 in alto
 - Sgiu**: pistone 1 in basso
 - Ssx**: pistone 2 a sinistra
 - Sdx**: pistone 2 a destra
 - STOP**: segnale di arresto d' emergenza
- **Uscite (comandi)**
 - Asu**: sposta il pistone 1 in basso
 - Agiu**: sposta il pistone 1 in alto
 - Asx**: sposta il pistone 2 a sinistra
 - Adx**: sposta il pistone 2 a destra

NOTA: verificare sempre le (eventuali) corrispondenze tra attuatori e sensori!

Processo di pulizia e verniciatura (5)



Quale soluzione adottare?

Alternative (che conosciamo):

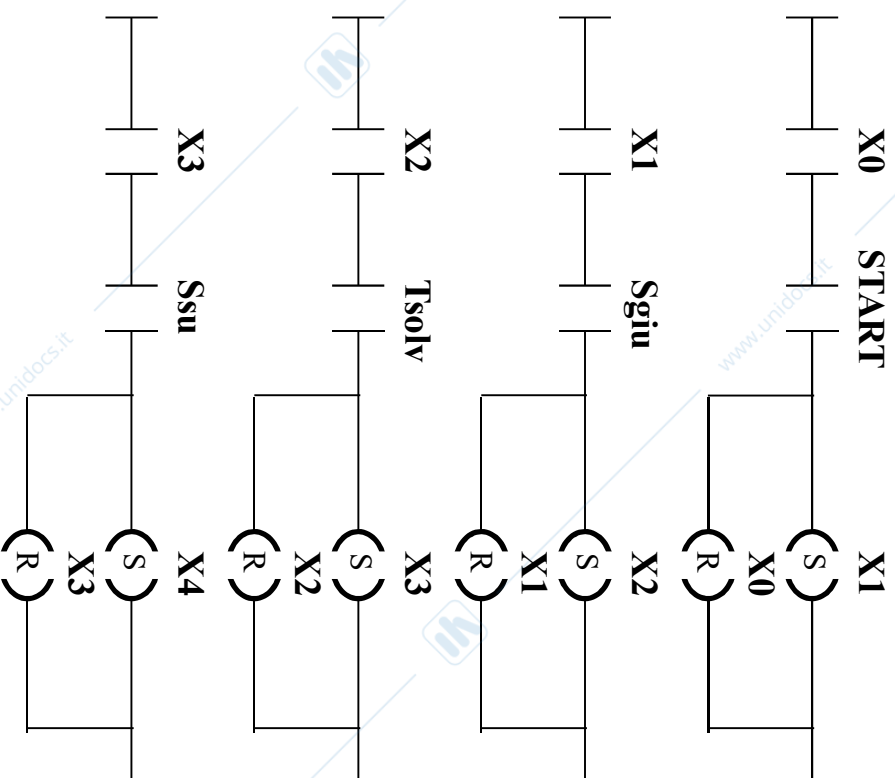
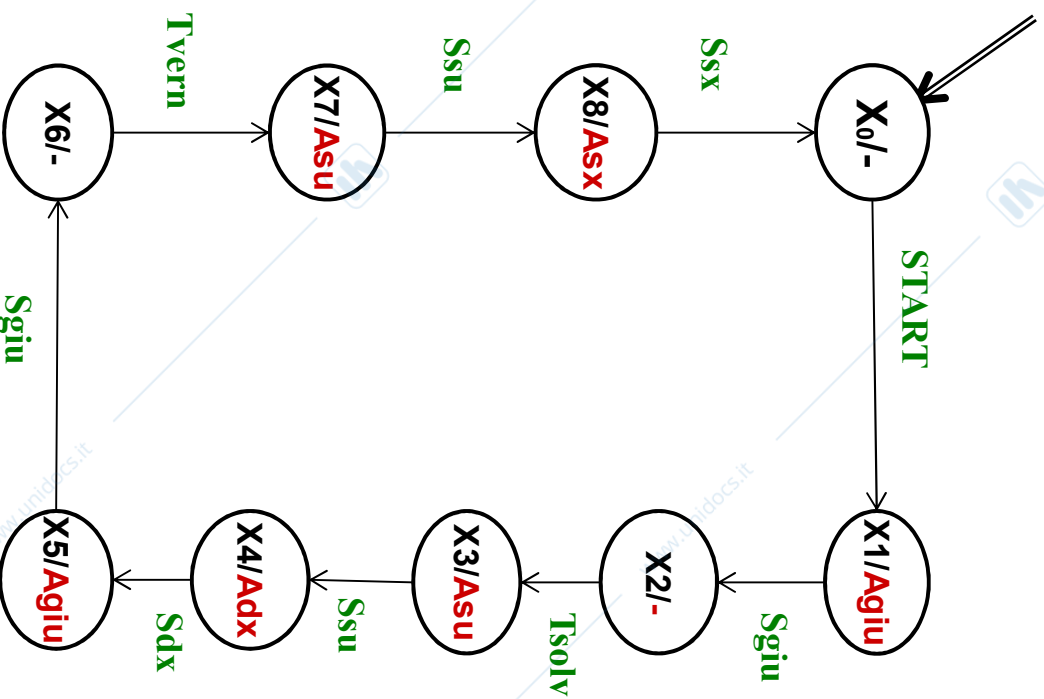
- Modellizzazione mediante automi e traduzione in Ladder Diagram
- Modellazione diretta in Ladder Diagram

**Iniziamo con la modellazione ad automi:
strategia più lenta ma più sicura**

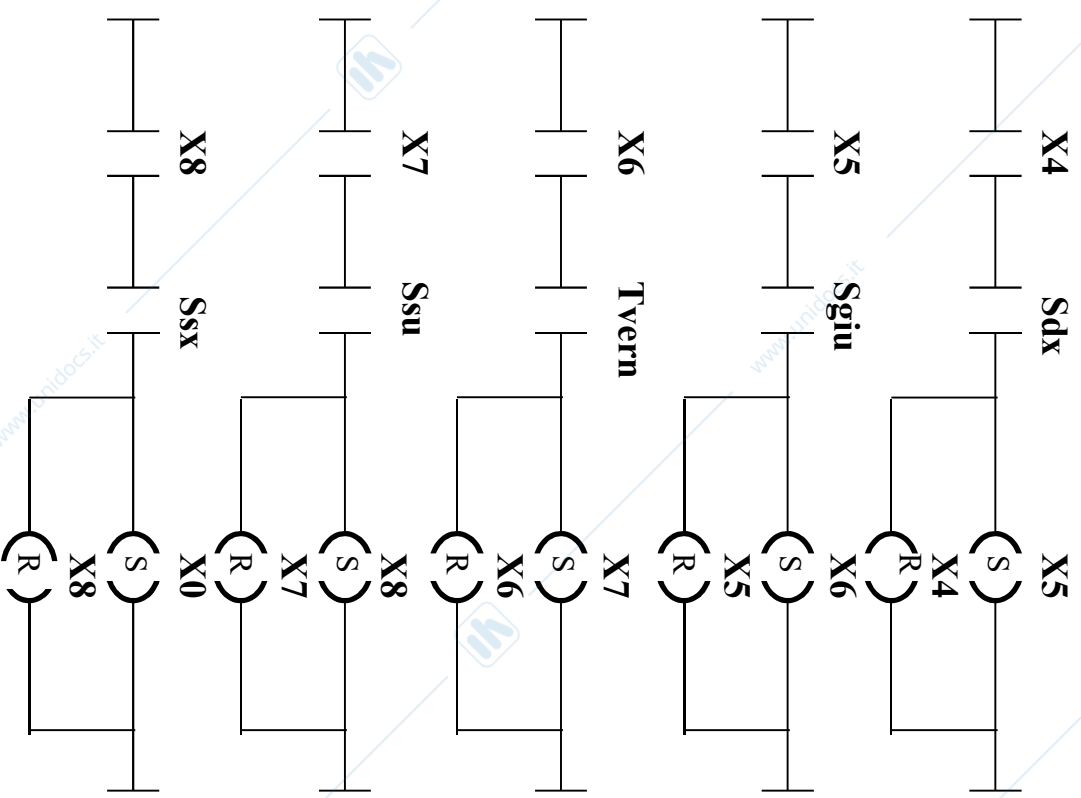
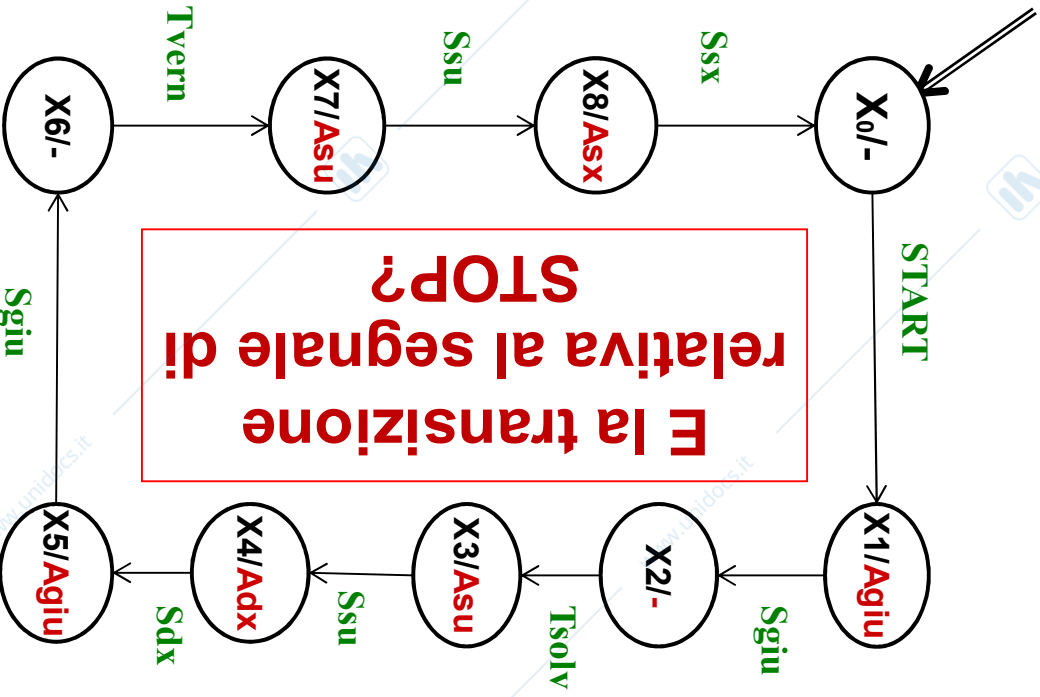
Processo di pulizia e verniciatura (6)



STATI E TRANSIZIONI:

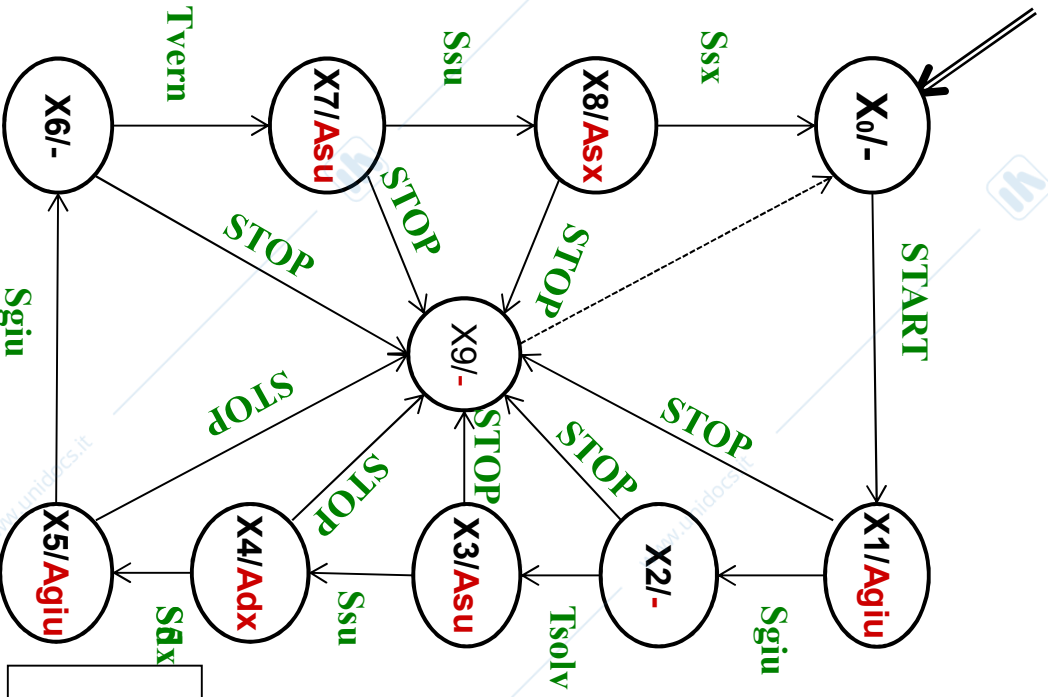


Processo di pulizia e verniciatura (7)

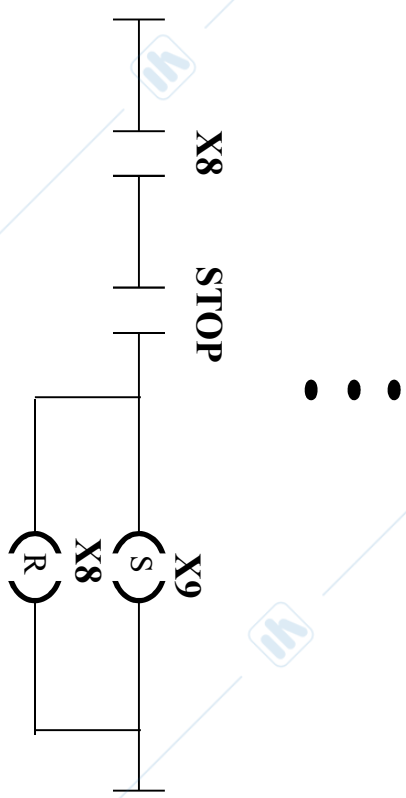
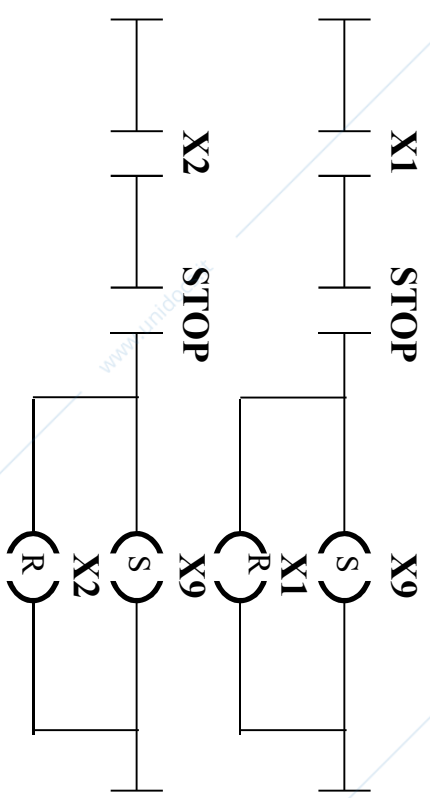


Prof. Luca Ferrarini

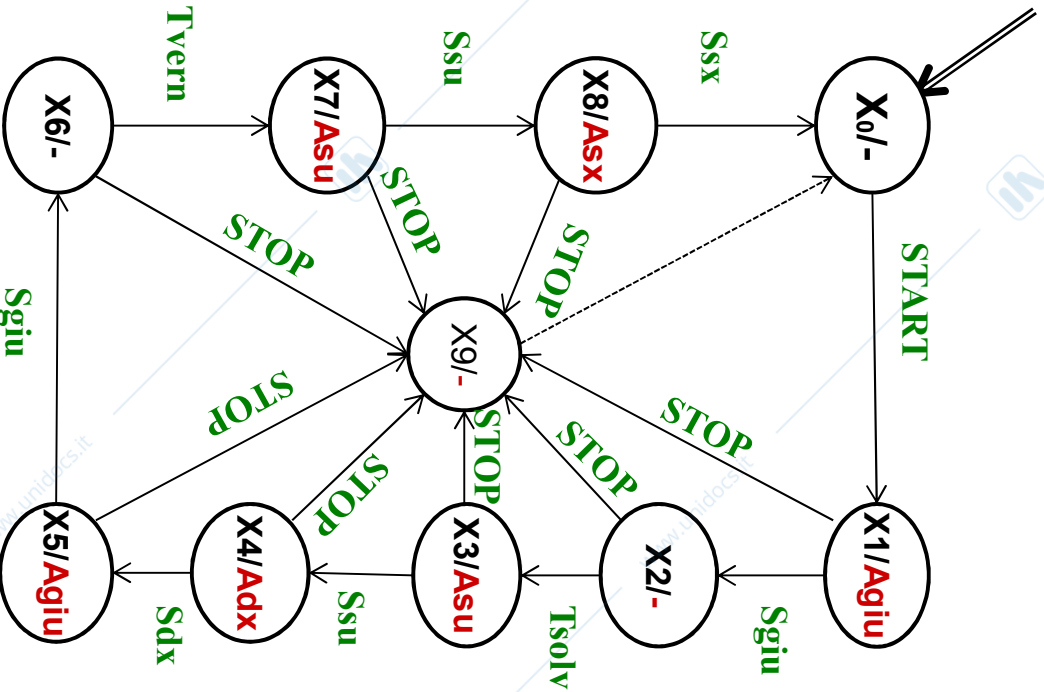
Processo di pulizia e verniciatura (8)



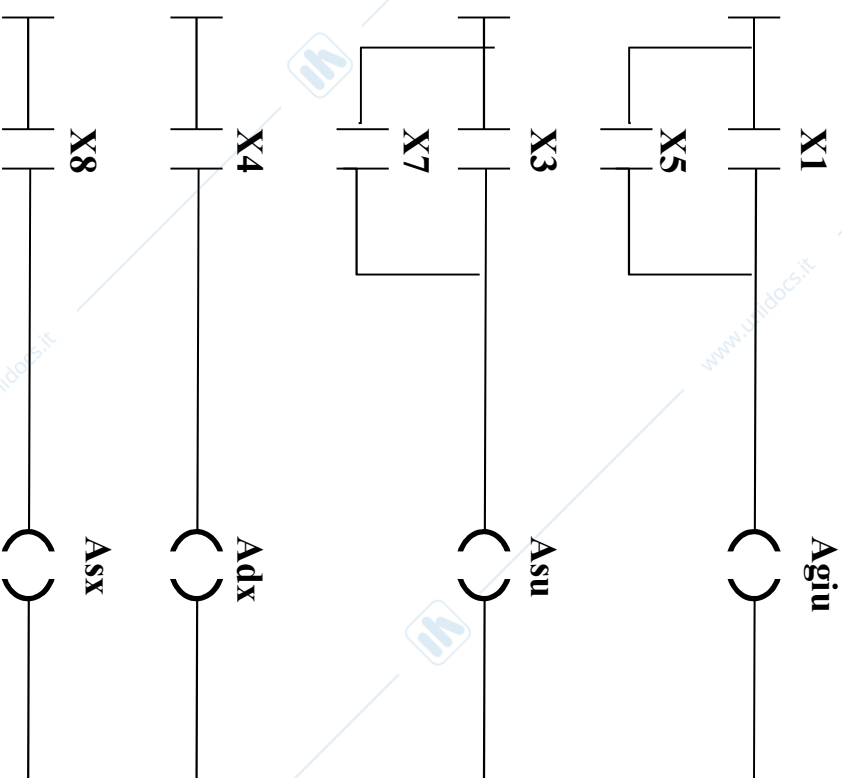
NOTA: è buona pratica inserire queste transizioni all'inizio del programma, per evitare ritardi sulla gestione di un'emergenza!



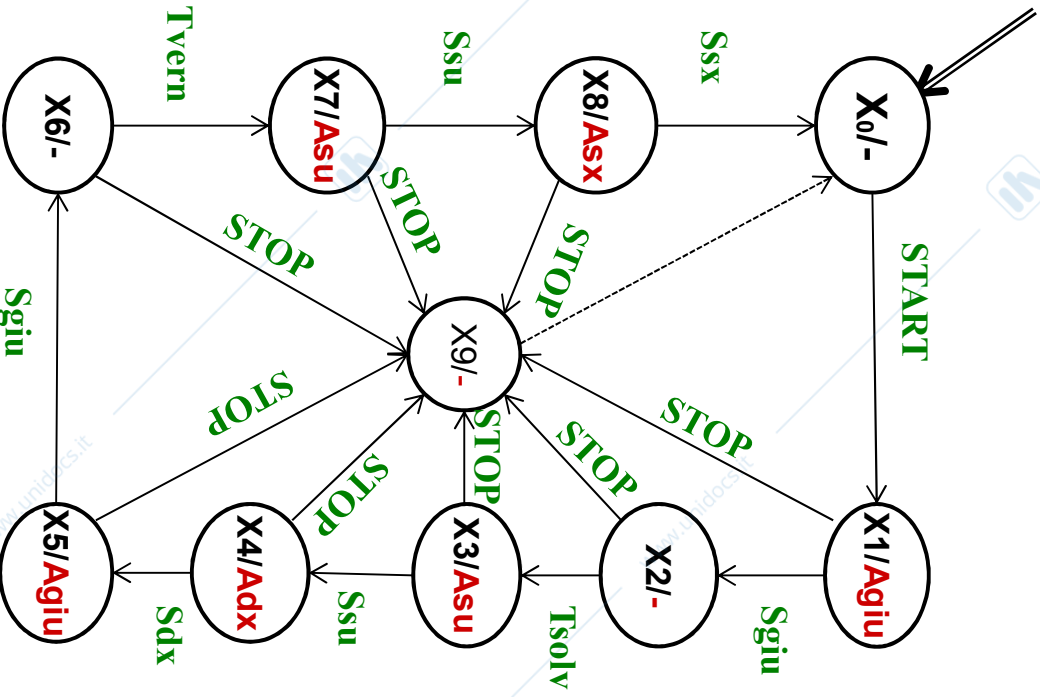
Processo di pulizia e verniciatura (9)



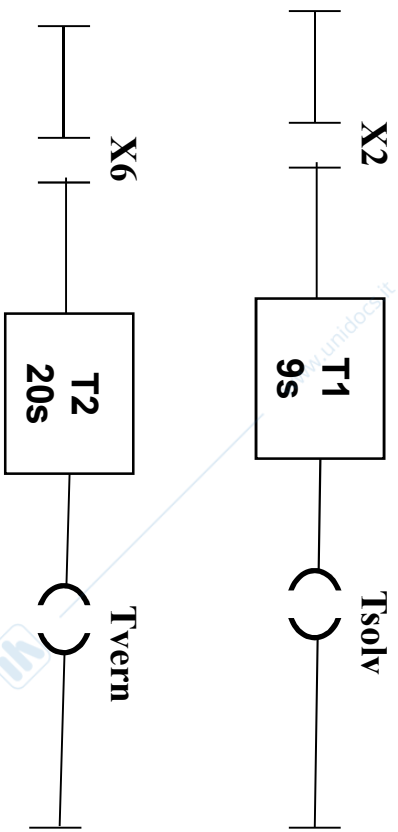
COMANDI:



Processo di pulizia e verniciatura (10)



TIMER:



Processo di pulizia e verniciatura (11)



Quale soluzione adottare?

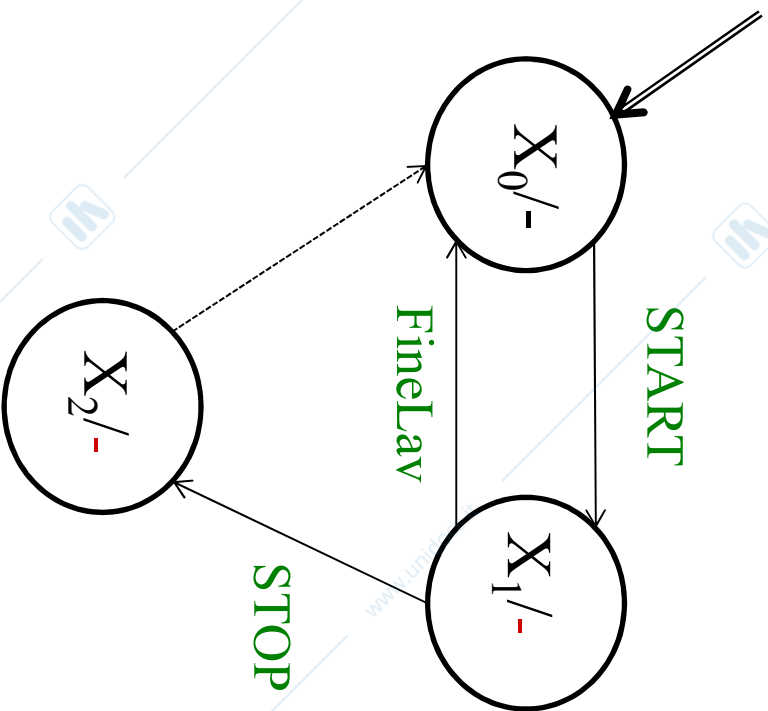
Alternative (che conosciamo):

- Modellizzazione mediante automi e traduzione in Ladder Diagram
- Modellazione diretta in Ladder Diagram

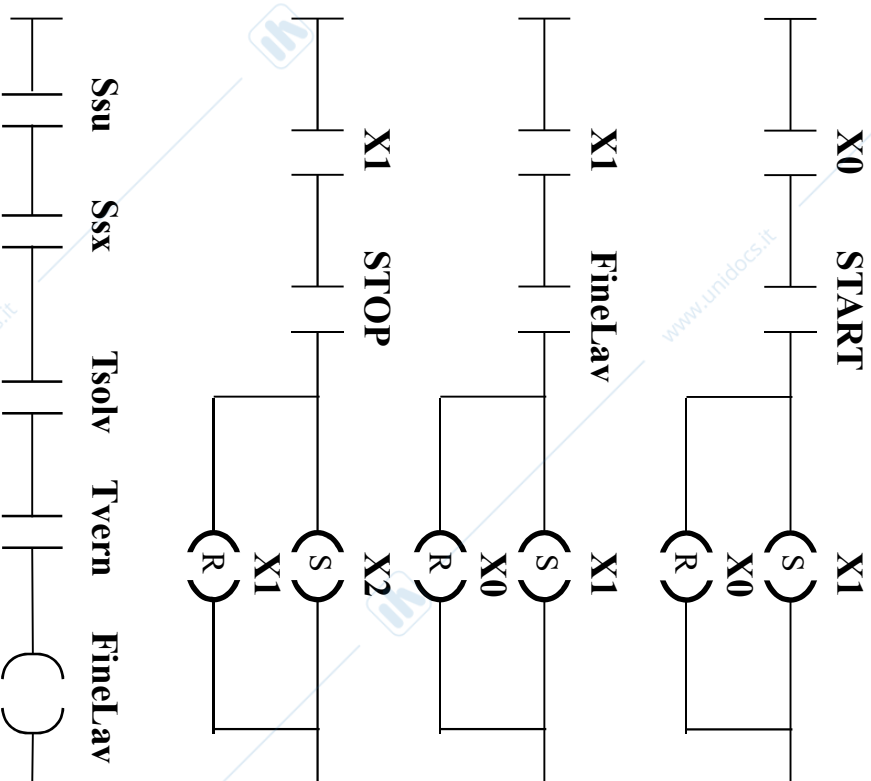
Ora invece proviamo la modellazione diretta

La domanda di partenza:
«Quando attiviamo gli attuatori?»

Processo di pulizia e verniciatura (12)



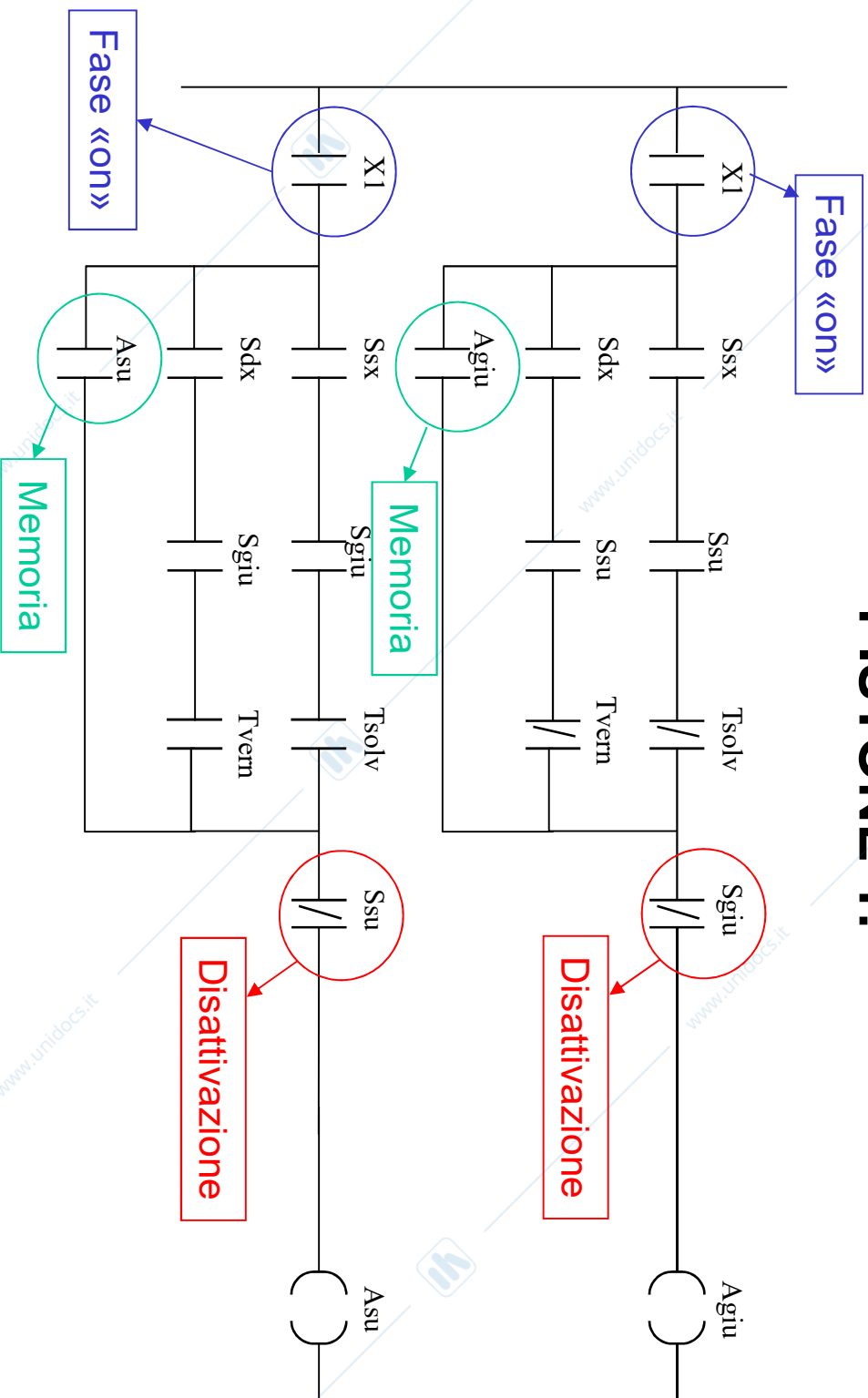
Usiamo comunque un automa per definire la «fase di funzionamento» dell'impianto: OFF, ON, STOP





Processo di pulizia e verniciatura (13)

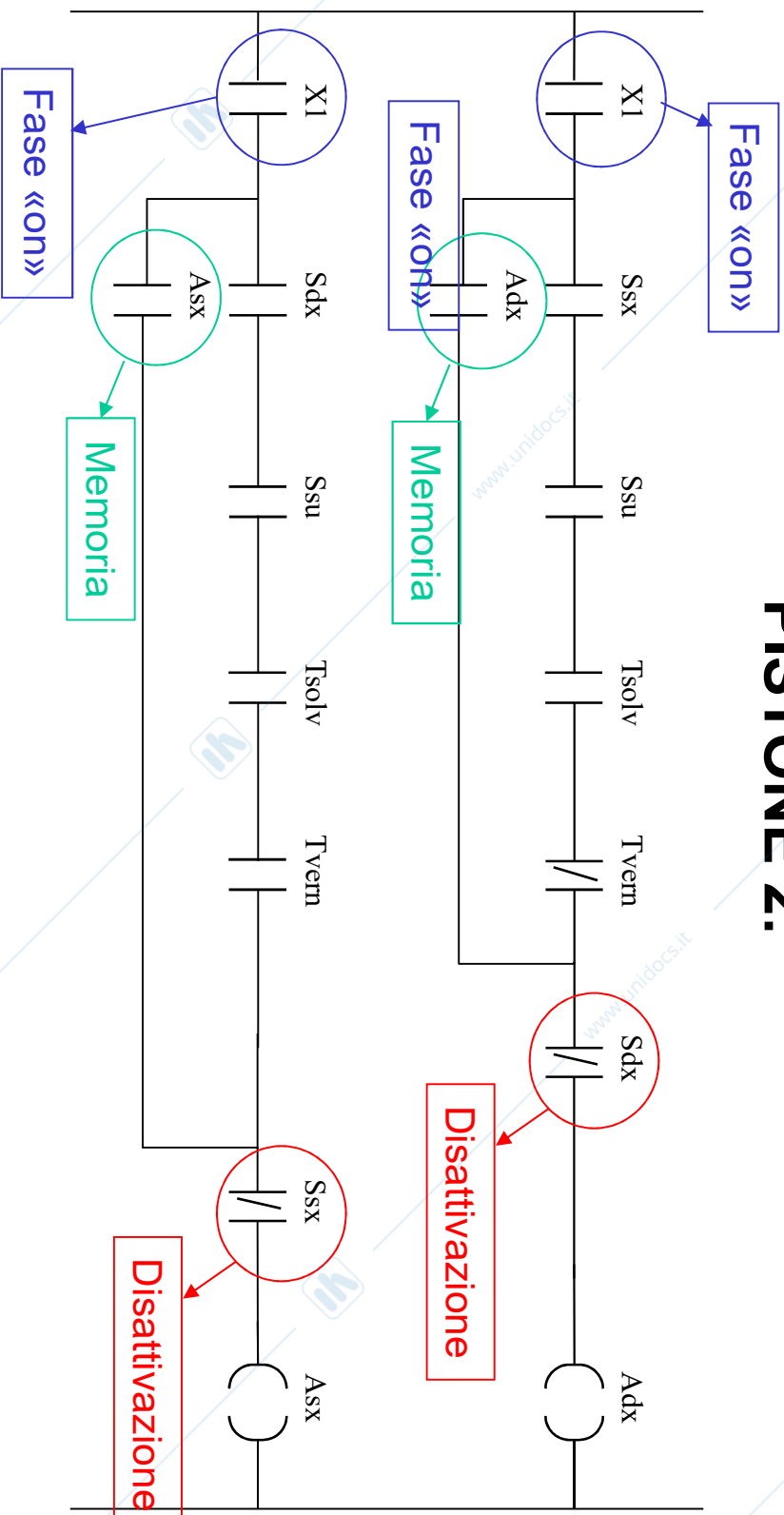
PISTONE 1:



Processo di pulizia e verniciatura (14)



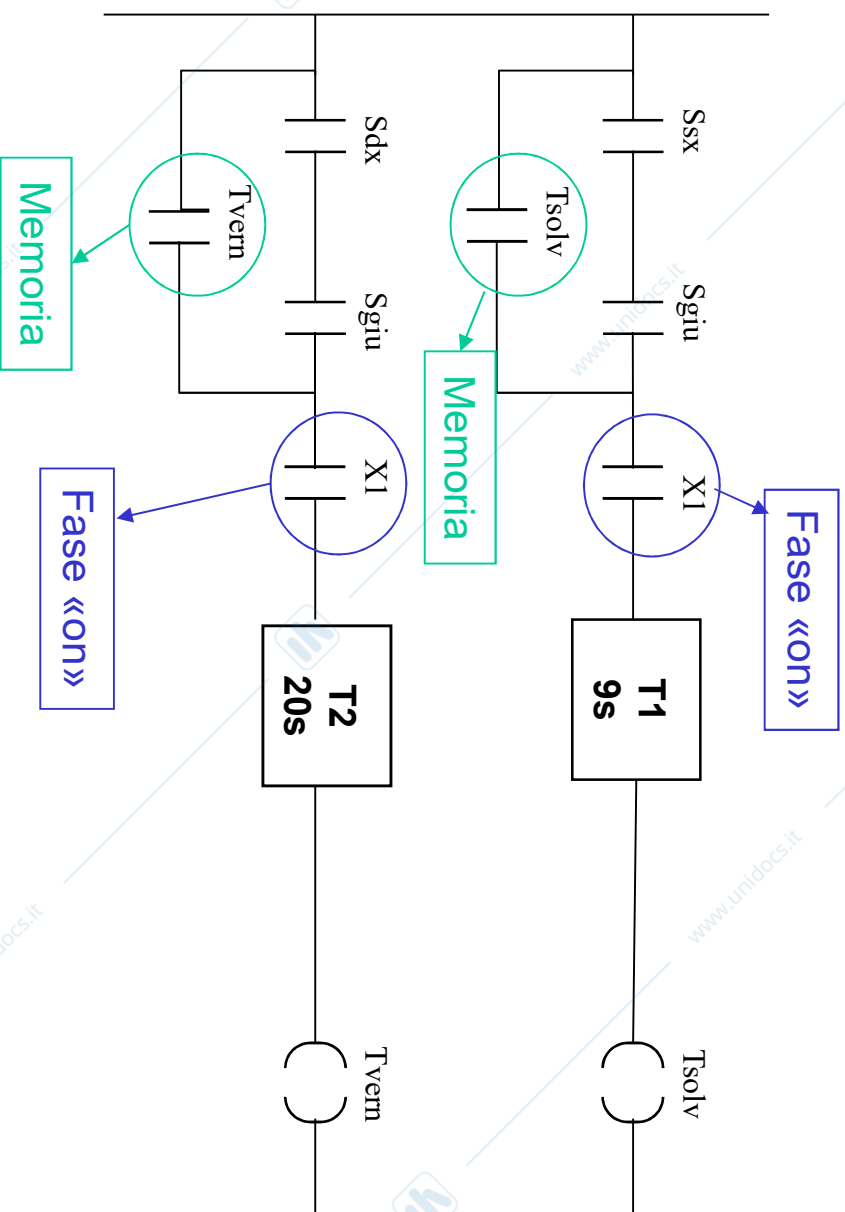
PISTONE 2:





Processo di pulizia e verniciatura (15)

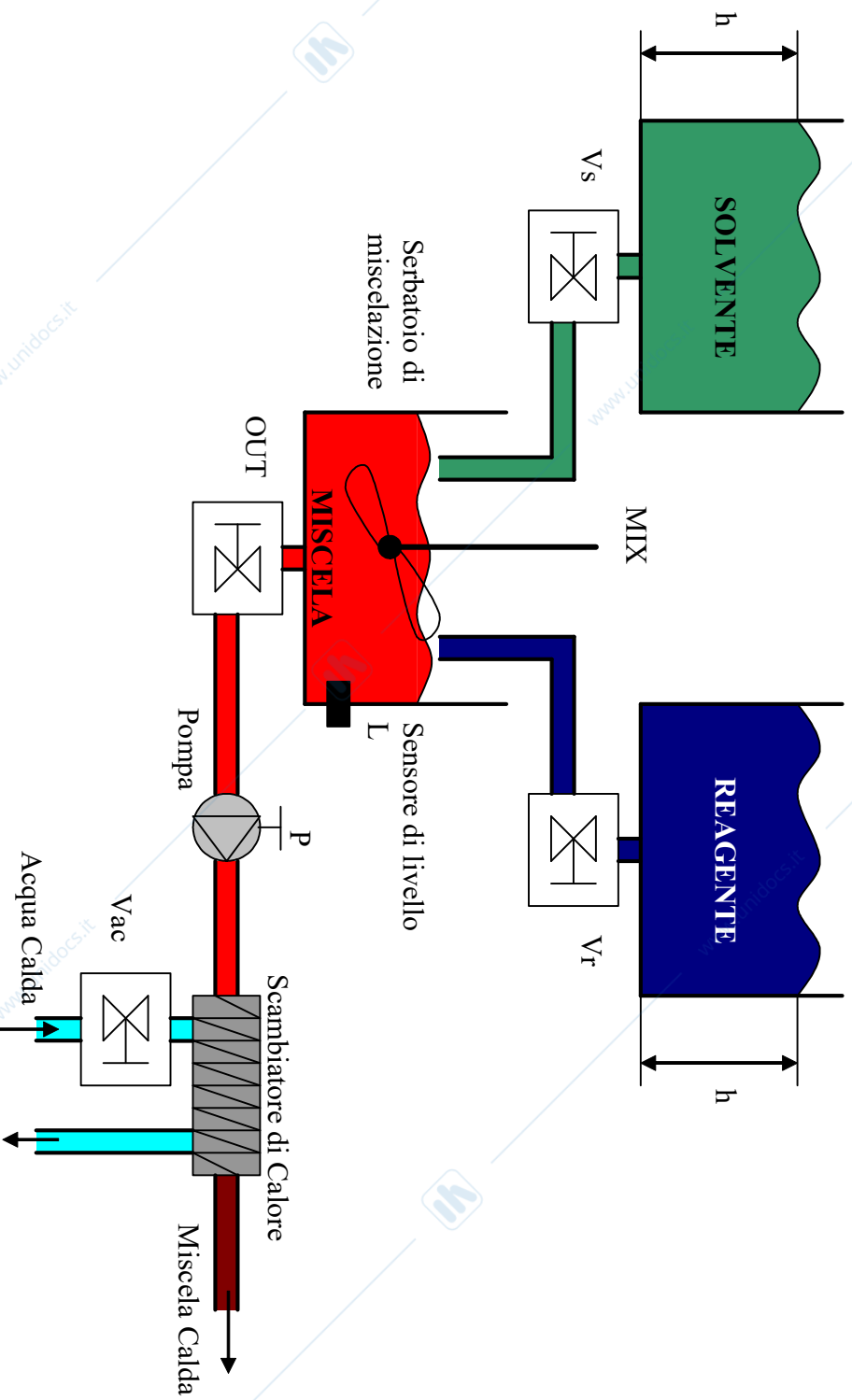
TIMER:



Impianto chimico (1)



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



Impianto chimico (2)



SPECIFICHE:

- La miscela finale deve contenere due parti di solvente per ogni parte di reagente. Per garantire tale condizione, consideriamo che la valvola Vr debba rimanere aperta per 20 sec mentre Vs debba rimanere aperta per 40 sec.
- Successivamente alla chiusura di Vs, il miscelatore MIX viene azionato e viene tenuto attivo per 10 secondi. Dopodiché, la valvola Vout, la valvola Vac e la pompa P vengono azionate per trasferire la miscela ad uno scambiatore di calore.
- Le valvole Vac e Vout vengono chiuse e il motore della pompa (P) viene spento non appena il livello della miscela nel serbatoio di miscelazione scende sotto il sensore di livello L.

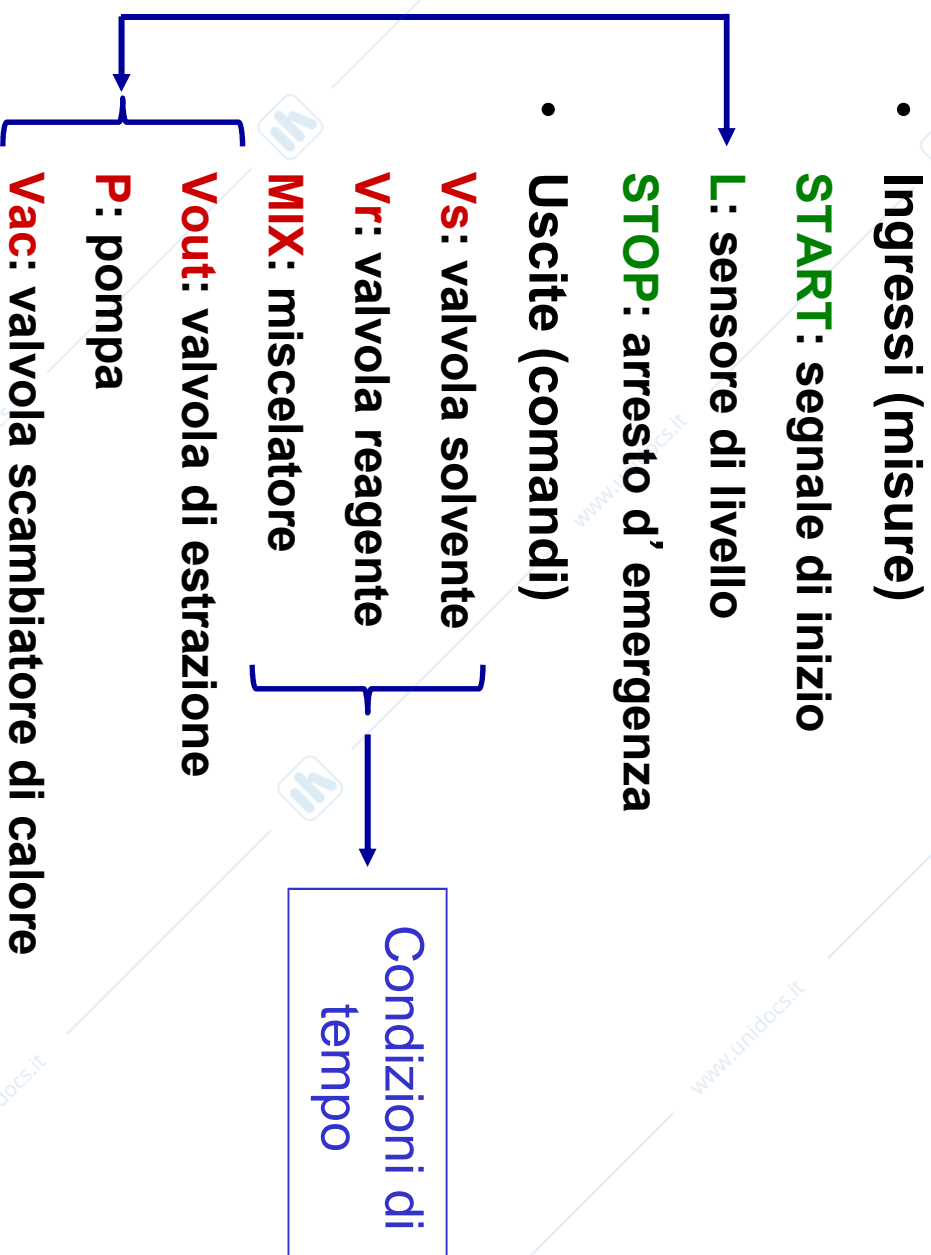
Impianto chimico (3)



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

- **START**
- **Apertura Vr e Vs**
- **Attesa di 20 secondi**
- **Chiusura Vr**
- **Attesa di 20 secondi (dalla chiusura di Vr)**
- **Chiusura Vs**
- **Azionamento del miscelatore MIX (per 10 secondi)**
- **Apertura Vout, accensione P ed apertura Vac**
- **Attesa segnalazione sensore L**
- **Chiusura Vout, spegnimento P e chiusura Vac**
- **END**

Impianto chimico (4)



Impianto chimico (5)



Quale soluzione adottare?

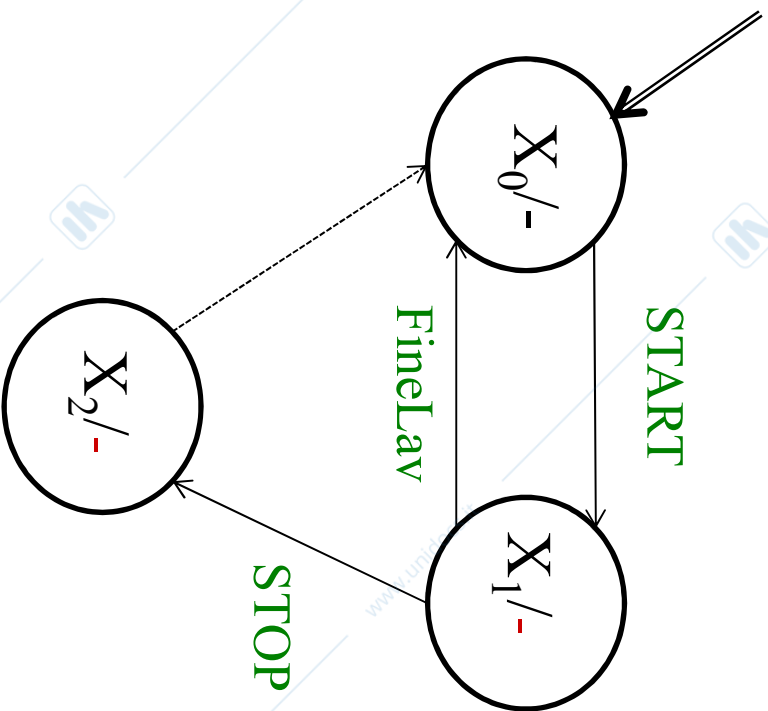
Alternative (che conosciamo):

- Modellizzazione mediante automi e traduzione in Ladder Diagram
- Modellazione diretta in Ladder Diagram

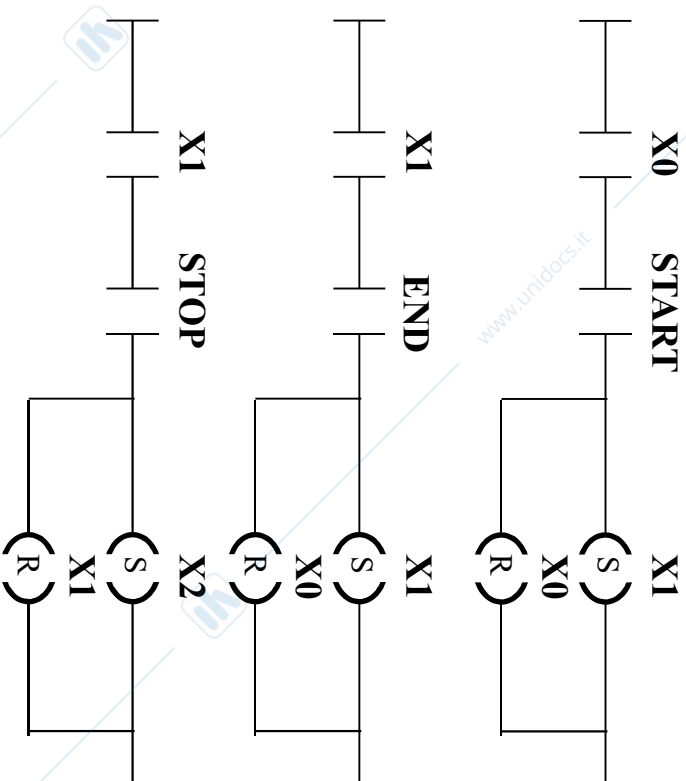
Partiamo subito con la modellazione diretta

**La domanda di partenza:
«Quando attiviamo gli attuatori?»**

Impianto chimico (6)



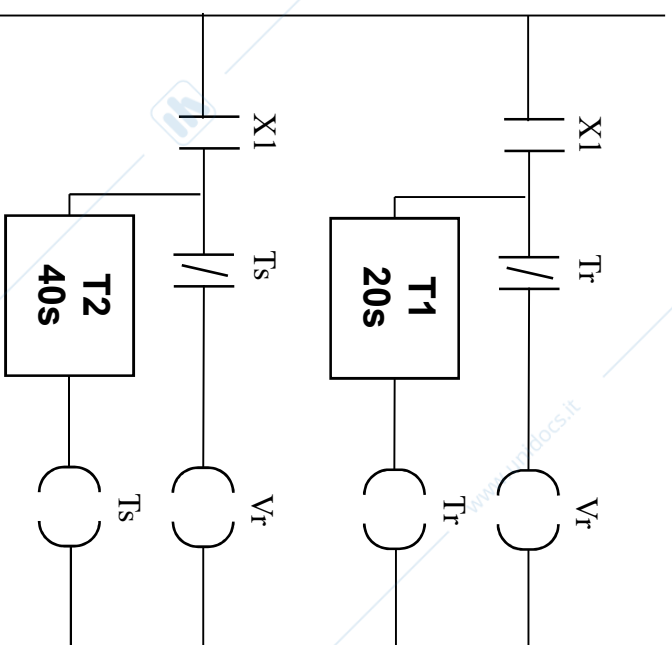
Usiamo comunque un automa per definire la «fase di funzionamento» dell'impianto: OFF, ON, STOP



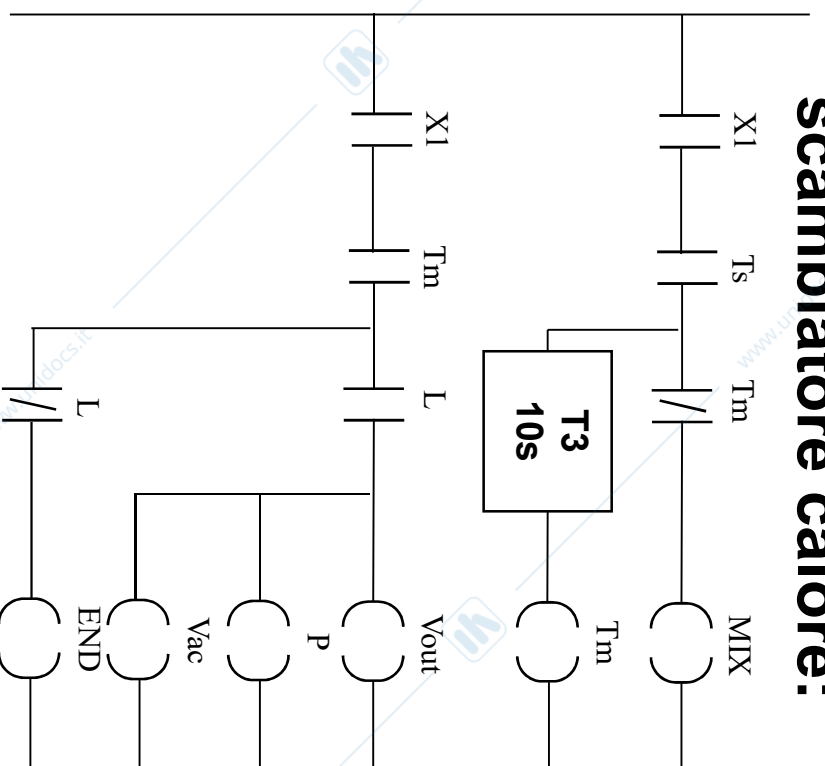
Impianto chimico (7)



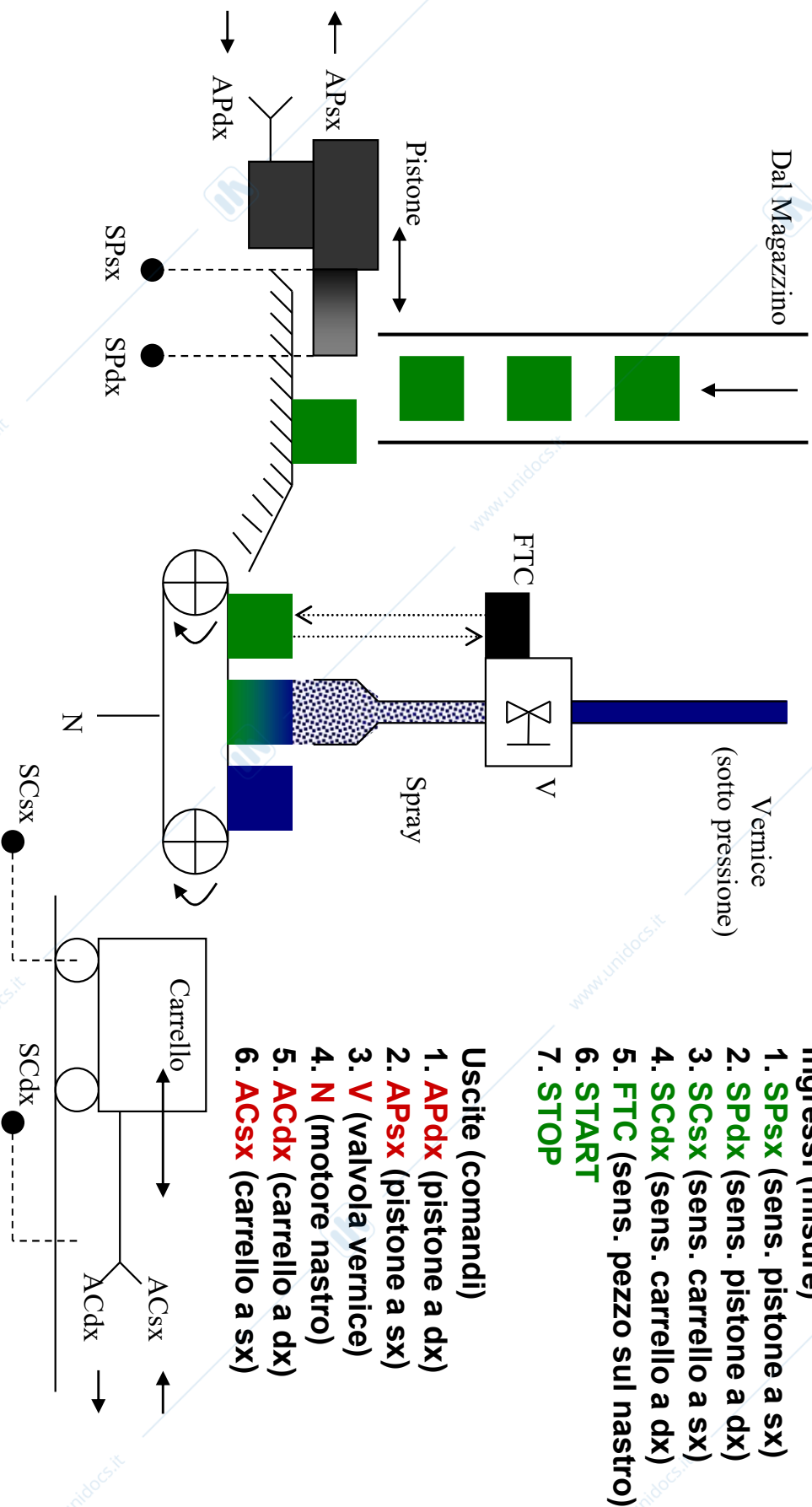
**Reagente &
Solvente:**



**Miscelatore, valvola
uscita, pompa e
scambiatore calore:**



Impianto di verniciatura (1)



Ingressi (misure)

1. **SPsx** (sens. pistone a sx)
2. **SPdx** (sens. pistone a dx)
3. **SCsx** (sens. carrello a sx)
4. **SCdx** (sens. carrello a dx)
5. **FTC** (sens. pezzo sul nastro)
6. **START**
7. **STOP**

Uscite (comandi)

1. **APdx** (pistone a dx)
2. **APsx** (pistone a sx)
3. **V** (valvola vernice)
4. **N** (motore nastro)
5. **ACdx** (carrello a dx)
6. **ACsx** (carrello a sx)

Impianto di verniciatura (2)



SPECIFICA DI COMPORTAMENTO:

- I pezzi, provenienti dal magazzino, sono spinti dal pistone (APdx, APsx) sullo scivolo che termina sul nastro trasportatore azionato da un motore (N). I pezzi sono sempre disponibili al pistone.
- Ogni pezzo depositato sul nastro trasportatore viene rilevato tramite un sensore (FTC).
- 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 ($T_V=2s$).
- Ogni pezzo verniciato cadrà nel carrello.
- Quando un numero prestabilito di pezzi (5) è stato spinto dal pistone, il pistone si ferma.
- Il nastro è attivo da quando viene spinto il primo pezzo a 6 secondi dopo che viene spinto l'ultimo pezzo.
- Il carrello, dopo che il nastro si è spento, si sposta fino al finecorsa destro (SCdx), dove viene svuotato automaticamente.
- Trascorso un intervallo di tempo prestabilito ($T_C=7s$) dal raggiungimento del finecorsa destro, il carrello torna nella posizione iniziale (SCsx) e la sequenza di lavorazione può ricominciare.

Impianto di verniciatura (3)



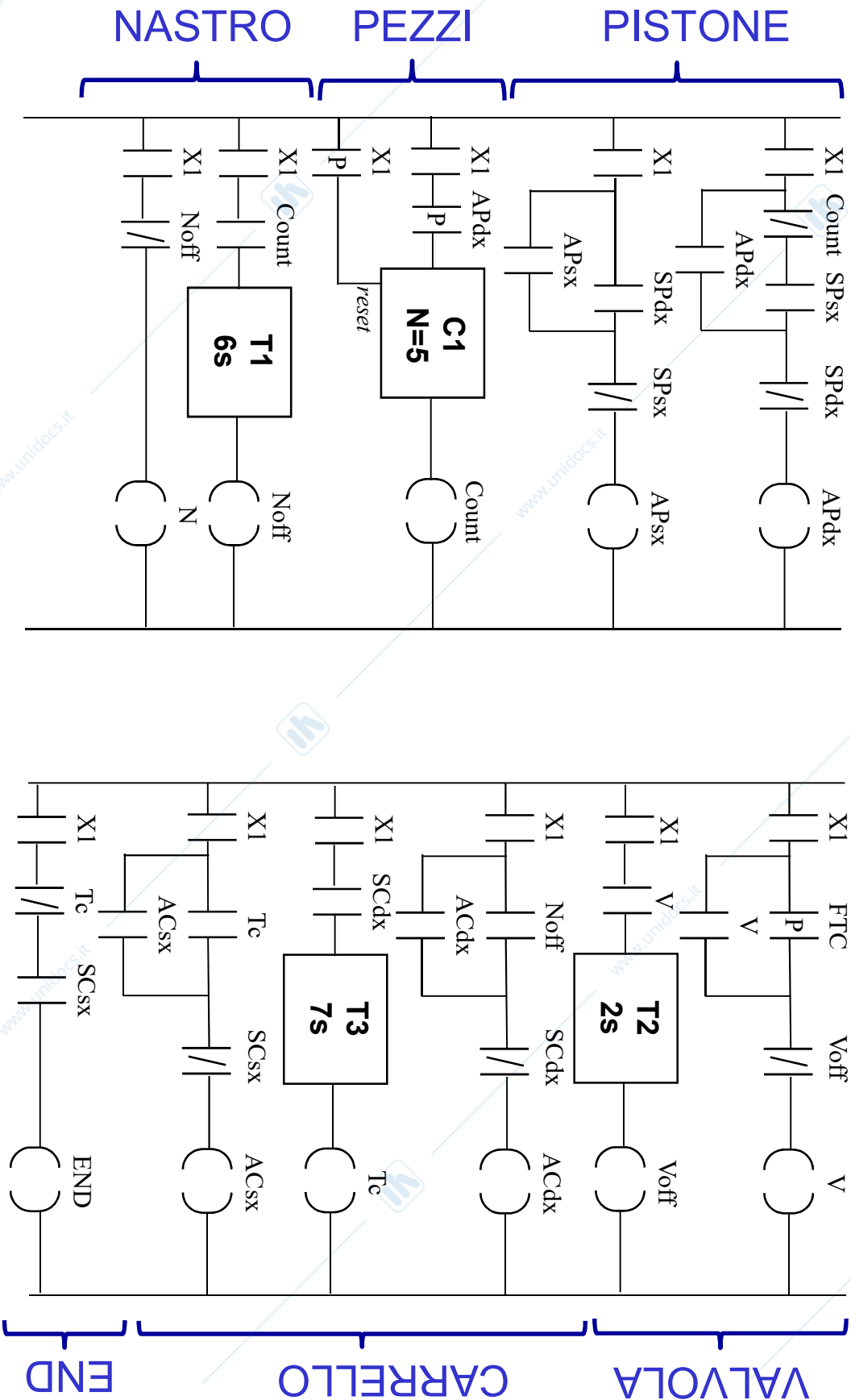
STATO INIZIALE DELL'IMPIANTO:

- 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

Prof. Luca Ferrarini

26

Impianto di verniciatura (4)



Prof. Luca Ferrarini