



Sistemi ad Eventi Discreti

a.a. 2014 - 2015

Prof. Luca Ferrarini

Sequential function chart



- Comprensione e utilizzo del *Sequential Function Chart* (IEC 61131-3)
- Sviluppare modelli per realizzare le funzioni di automazione di un impianto e valutazione di svantaggi e vantaggi

Elementi di base dell' SFC (1)

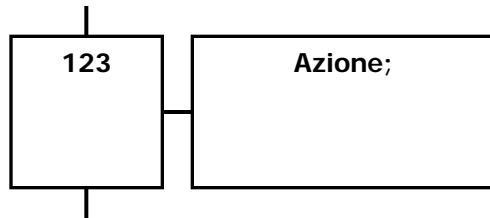


- Passi (e passi iniziali)
- Transizioni
- Collegamenti orientati
- Salto ad un passo

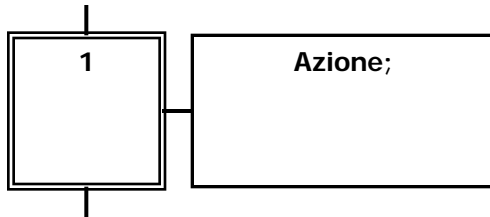
Elementi di base dell' SFC (2)



- Passo (con azioni associate)



- Passo iniziale

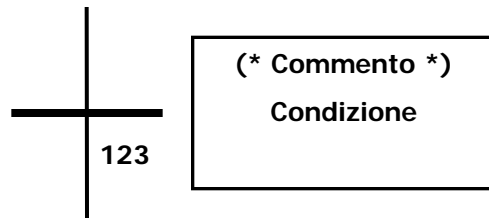


- Un “token” indica l’ attivazione del passo
 - X_n → stato di attivazione del passo n (booleano)
 - t/X_n → durata dell’ attivazione del passo n (temporale)

Elementi di base dell' SFC (3)



- Transizione (con condizioni associate)



- Collegamenti orientati
 - I collegamenti sono sempre orientati dall' alto verso il basso
- Salto ad un passo
 - È possibile solo saltare ad un passo (e non ad una transizione)

- Un SFC è costituito da una combinazione di passi iniziali, passi, transizioni, collegamenti orientati e salti ad un passo, disposti in accordo con le seguenti regole:
 - un passo non può essere seguito da un altro passo
 - una transizione non può essere seguita da un'altra transizione

L'evoluzione di un SFC avviene in accordo con le seguenti regole dinamiche:

- Situazione iniziale: caratterizzata dai passi iniziali, che per definizione sono attivi all'inizio dell'esecuzione
- Abilitazione di una transizione: una transizione è detta abilitata quando tutti i passi precedenti connessi al corrispondente simbolo di transizione sono attivi
- Attivazione di una transizione: una transizione è detta attiva quando è abilitata e la condizione associata alla transizione vale TRUE
- Modifica dello stato di passi attivi: l'attivazione di una transizione, simultaneamente, porta allo stato attivo i passi immediatamente successivi ed allo stato inattivo i passi immediatamente precedenti
- Attivazione simultanea di transizioni: se più transizioni risultano attive nello stesso istante allora vengono tutte effettivamente superate
- Attivazione e disattivazione simultanea di un passo: se, durante un'operazione, un passo viene contemporaneamente attivato e disattivato, la priorità viene data all'attivazione

Azioni all'interno di un passo



Le azioni associate ai passi possono essere di due tipi:

- Azioni semplici
- Azioni complesse

Azioni semplici



- Alle azioni semplici possono essere associati dei **qualificatori** che indicano il momento o il periodo di esecuzione dell'azione:

N	Non-Store	L'azione termina quando il passo diventa inattivo
S	Set (Stored)	L'azione continua anche quando il passo diventa inattivo e termina quando l'azione viene resettata
R	Reset	Termina un'azione attivata con i qualificatori S, SD, SL o DS
D	Time Delayed	Un timer viene settato quando il passo diventa attivo; se il passo è ancora attivo dopo l'azzeramento del timer, l'azione comincia e termina quando il passo si disattiva
L	Time Limited	L'azione comincia quando il passo diventa attivo e continua finché il passo diventa inattivo o trascorre un certo intervallo di tempo
P	Pulse	L'azione comincia quando il passo diventa attivo/disattivo e viene eseguita una sola volta
SD	Stored and time Delayed	L'azione comincia dopo un ritardo anche se il passo diventa inattivo e continua finché non resettata
DS	Delayed and Stored	Un timer viene settato quando il passo diventa attivo; se il passo è ancora attivo dopo l'azzeramento del timer, l'azione comincia e continua finché non resettata
SL	Stored and time Limited	L'azione comincia quando il passo diventa attivo e continua finché non viene resettata o non trascorre un certo intervallo di tempo

Azioni complesse

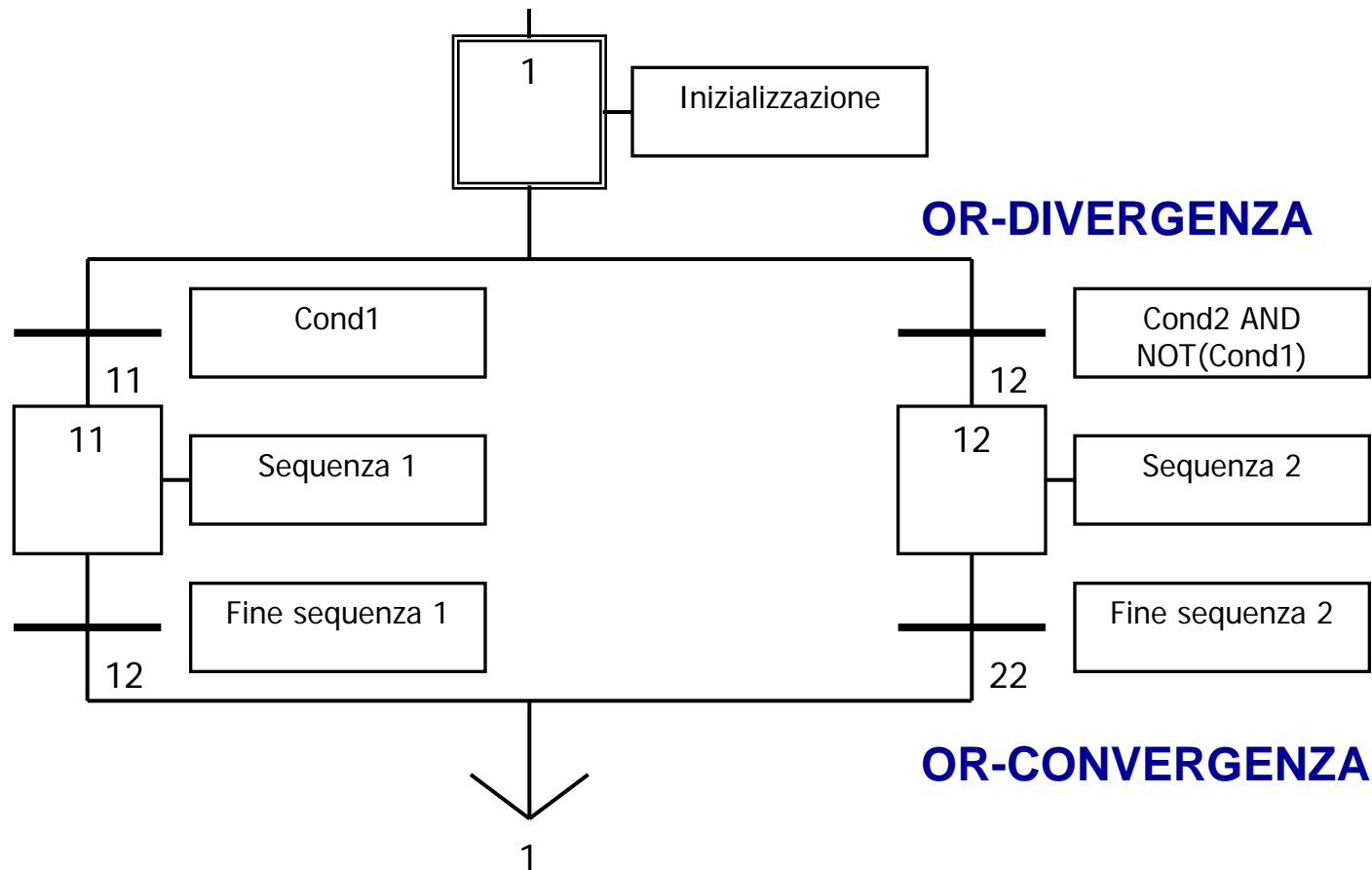


- Le azioni complesse rappresentano altri **programmi**;
- La normativa IEC 61131-3 non specifica esattamente la sintassi per l'invocazione dei programmi all'interno dei passi;
- Ogni costruttore segue una propria convenzione.

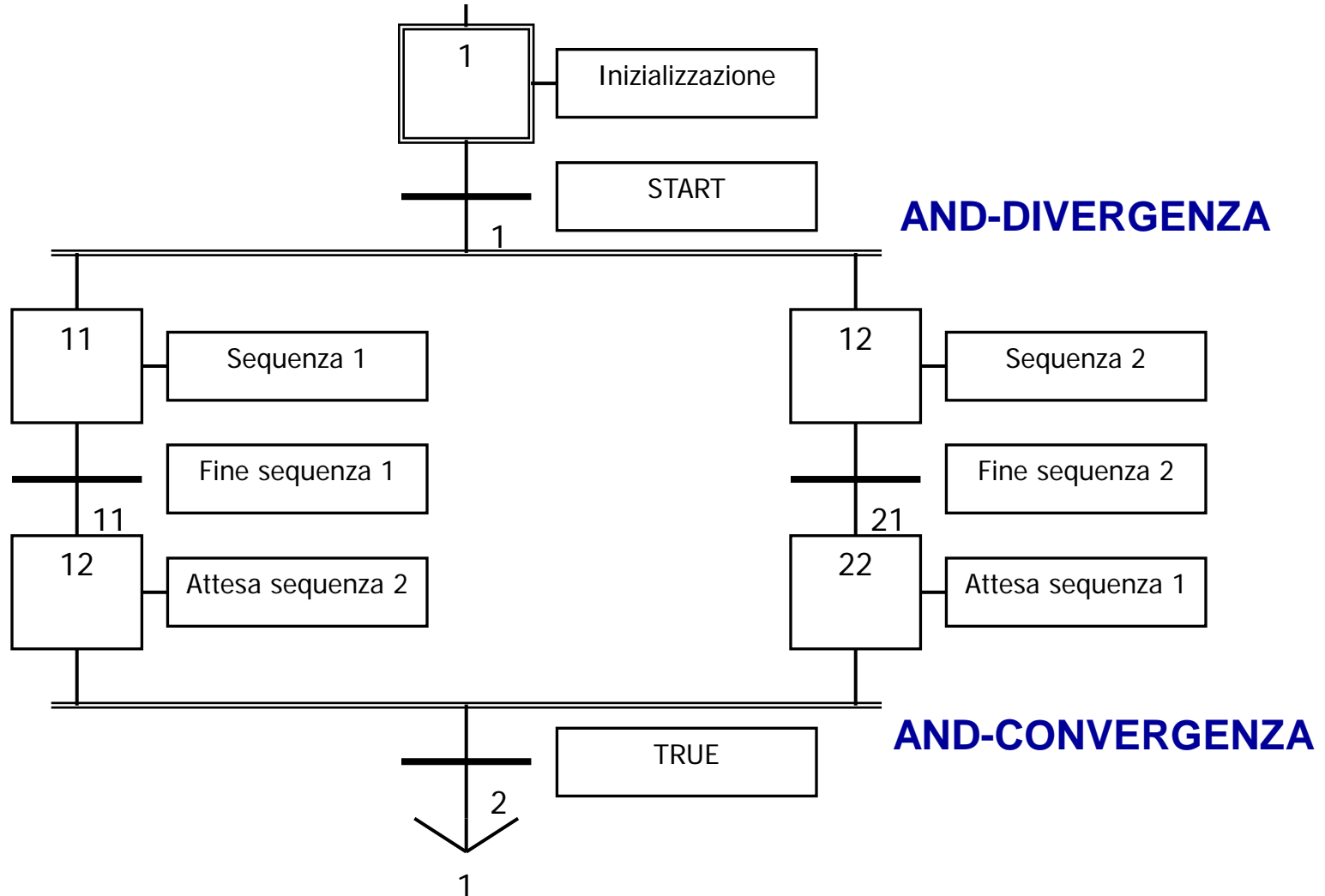


- Scelta tra attività (OR-DIVERGENZA)
- Convergenza di attività (OR-CONVERGENZA)
- Parallelismo di attività (AND-DIVERGENZA)
- Sincronizzazione di attività (AND-CONVERGENZA)

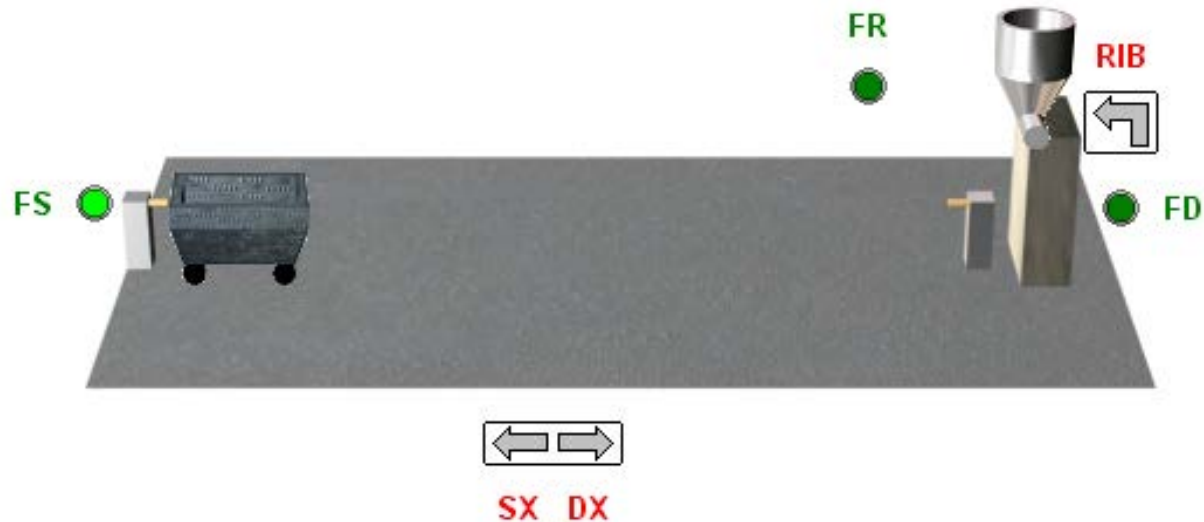
Scelta e Convergenza



Parallelismo e Sincronizzazione

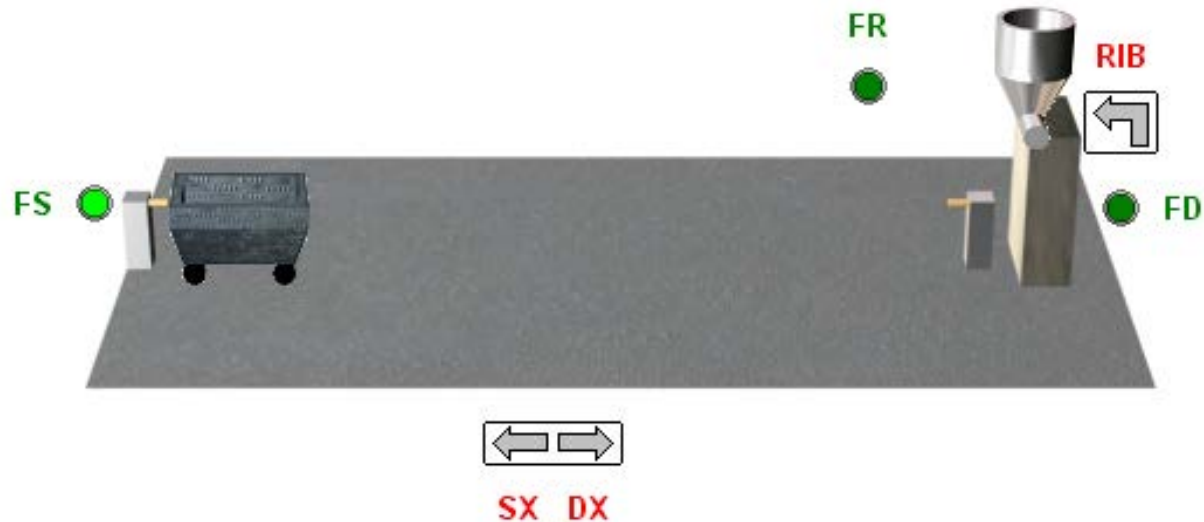


Il carrello (1)



- Il carrello si trova inizialmente tutto a sinistra
- Ogni volta che l'operatore aziona il pulsante di START bisogna portare il carrello a destra
- Quando il carrello è arrivato a destra, bisogna caricare il carrello ribaltando il serbatoio
- Alla fine del caricamento il carrello deve essere riportato a sinistra
- Qualcun altro si occuperà di svuotare il carrello e di riempire nuovamente il serbatoio

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

Il carrello (3)

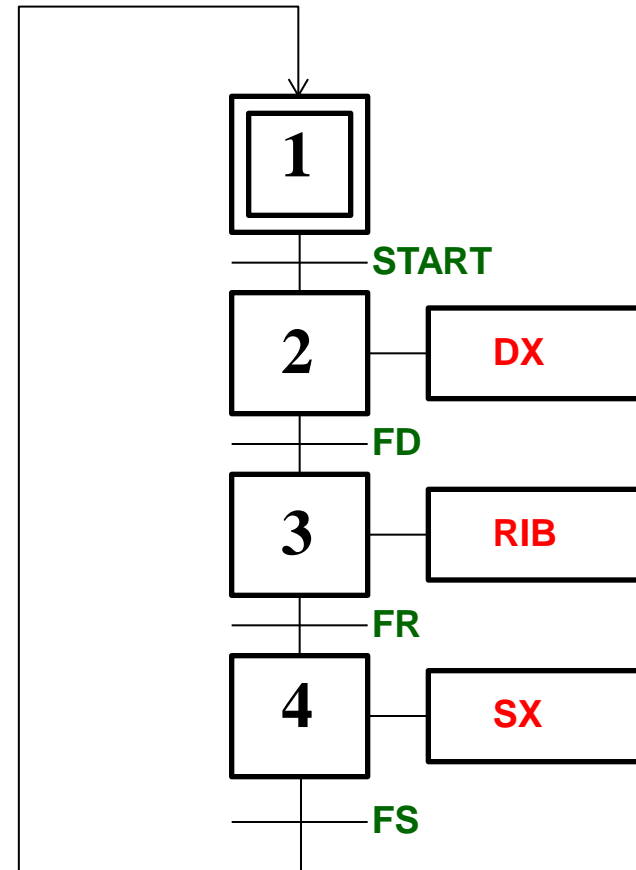


Attuatori (comandi)

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

Sensori (misure)

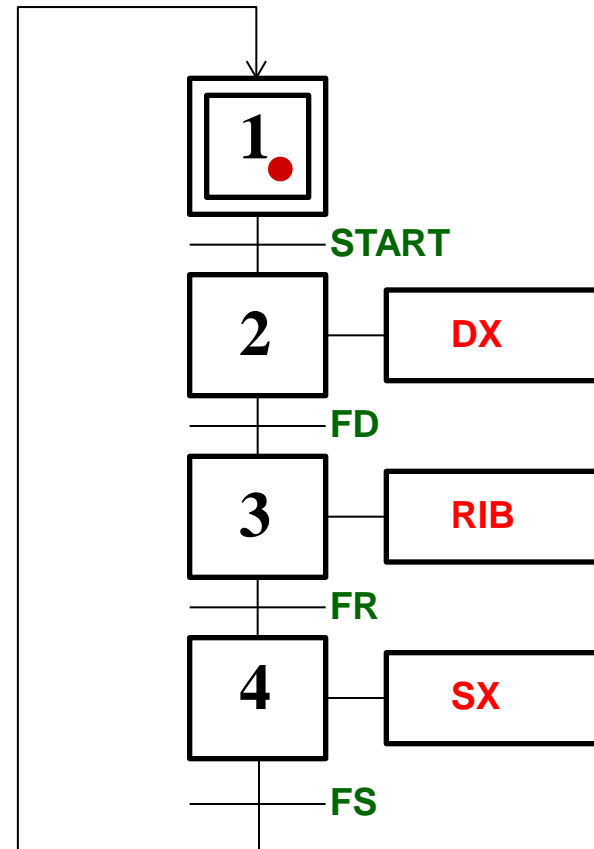
- **START**: inizia la sequenza
- **FS**: fine corsa sinistro
- **FD**: fine corsa destro
- **FR**: fine riempimento



Il carrello (4)



- Cosa succede se il carrello fosse già a destra?

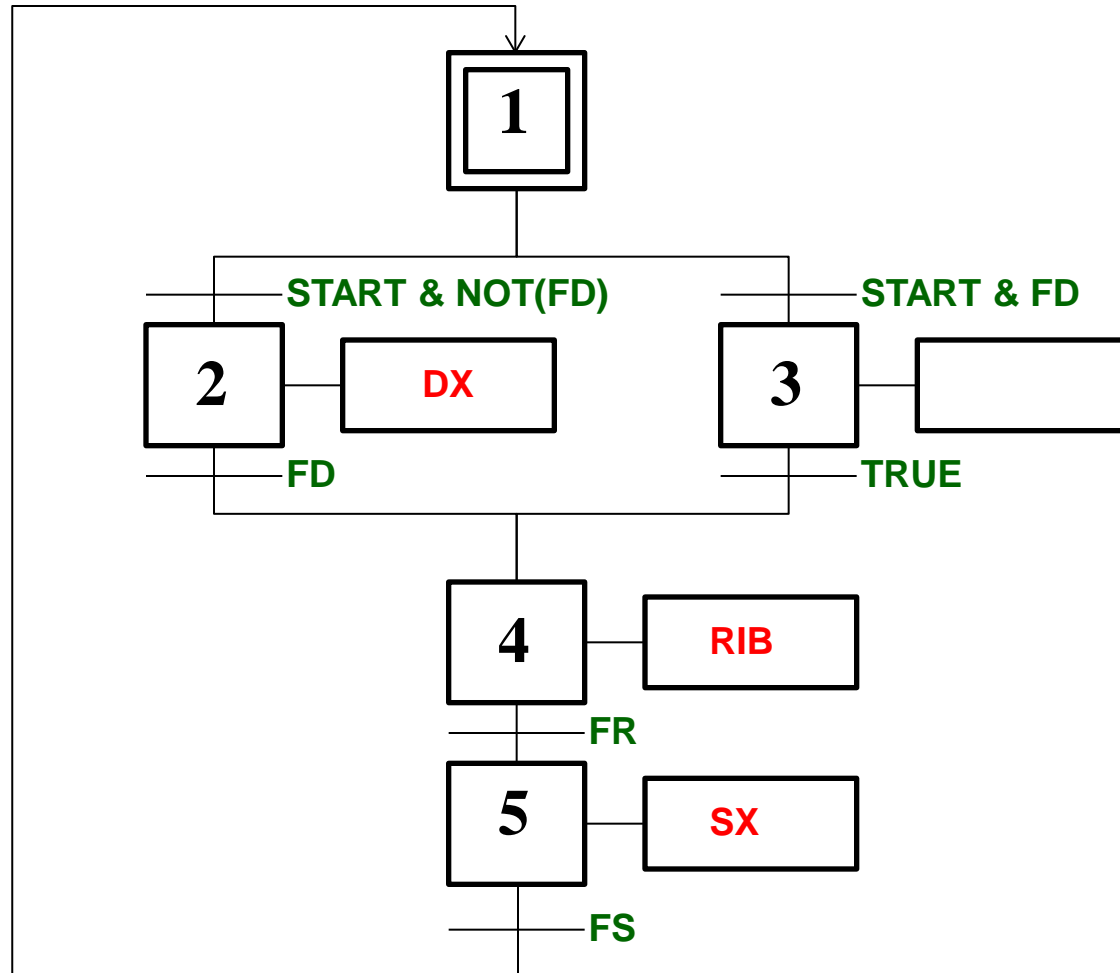


Il carrello (5)

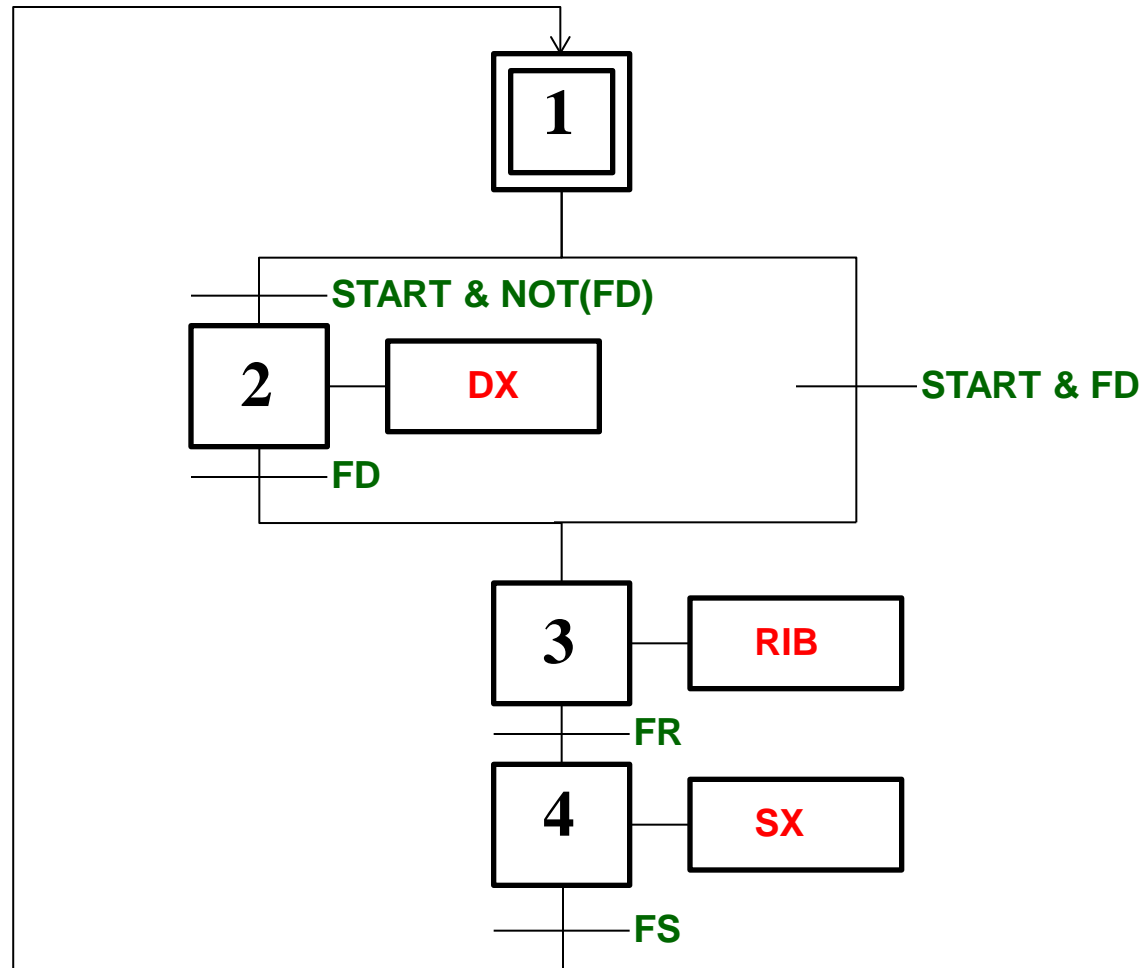


Come si può migliorare la soluzione?

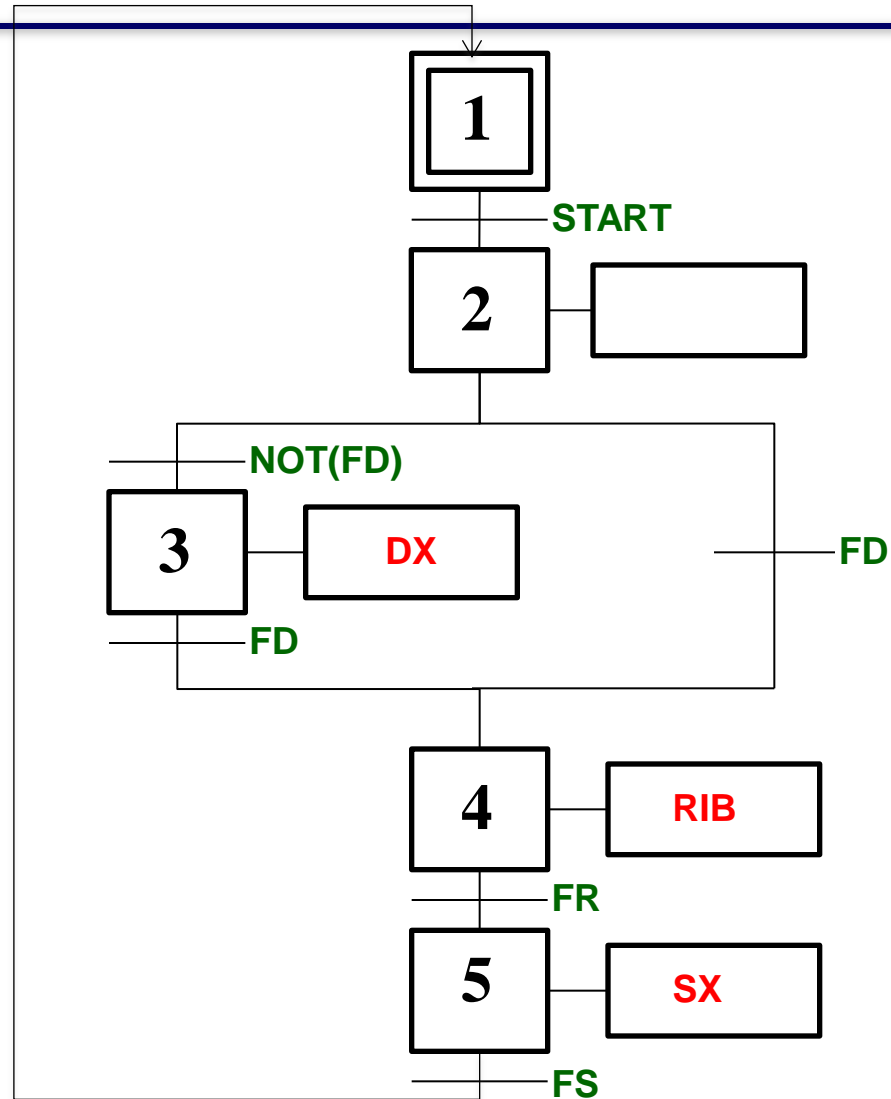
Il carrello (6)



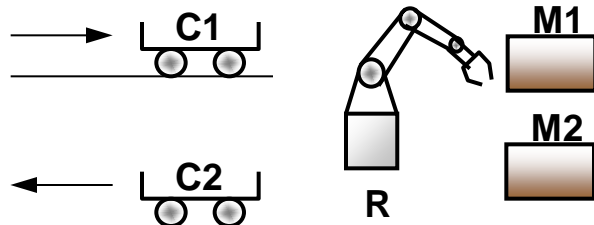
Il carrello (7)



Il carrello (8)



Stazione di lavoro (1)



- Il robot R preleva il prodotto dal carrello C1 e lo deposita sulla macchina M1
- La macchina M1 effettua la lavorazione
- Il robot R trasferisce il prodotto dalla macchina M1 alla macchina M2
- La macchina M2 effettua la lavorazione
- Il robot R trasferisce il prodotto finito sul carrello C2

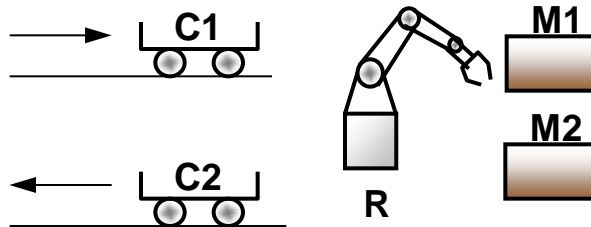
Comandi:

- **CM1**: carica M1
- **SM2**: scarica M2
- **TM1M2**: trasferisci da M1 a M2
- **LM1**: lavorazione M1
- **LM2**: lavorazione M2

Sensori (misure):

- **C1**: C1 presente
- **C2**: C2 presente
- **FCM1**: fine caricamento M1
- **FLM1**: fine lavorazione M1
- **FTM1M2**: fine trasferimento da M1 a M2
- **FLM2**: fine lavorazione M2
- **FSM2**: fine scaricamento M2

Stazione di lavoro (2)

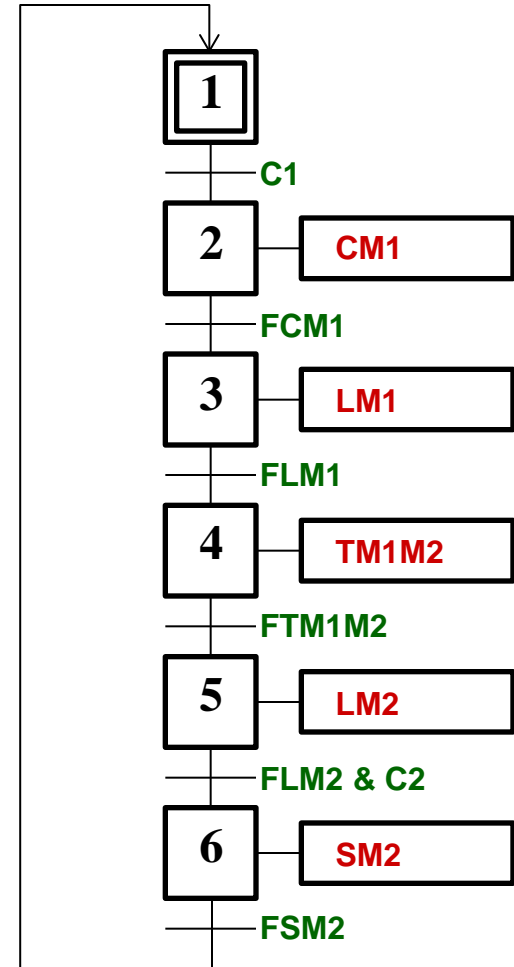


Comandi:

- **CM1**: carica M1
- **SM2**: scarica M2
- **TM1M2**: trasferisci da M1 a M2
- **LM1**: lavorazione M1
- **LM2**: lavorazione M2

Sensori (misure):

- **C1**: C1 presente
- **C2**: C2 presente
- **FCM1**: fine caricamento M1
- **FLM1**: fine lavorazione M1
- **FTM1M2**: fine trasferimento da M1 a M2
- **FLM2**: fine lavorazione M2
- **FSM2**: fine scaricamento M2



Stazione di lavoro (3)



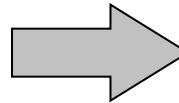
Qual è il problema di questa
soluzione?

Stazione di lavoro (4)



Problema:

M1 rimane inutilmente disoccupata
durante la lavorazione di M2

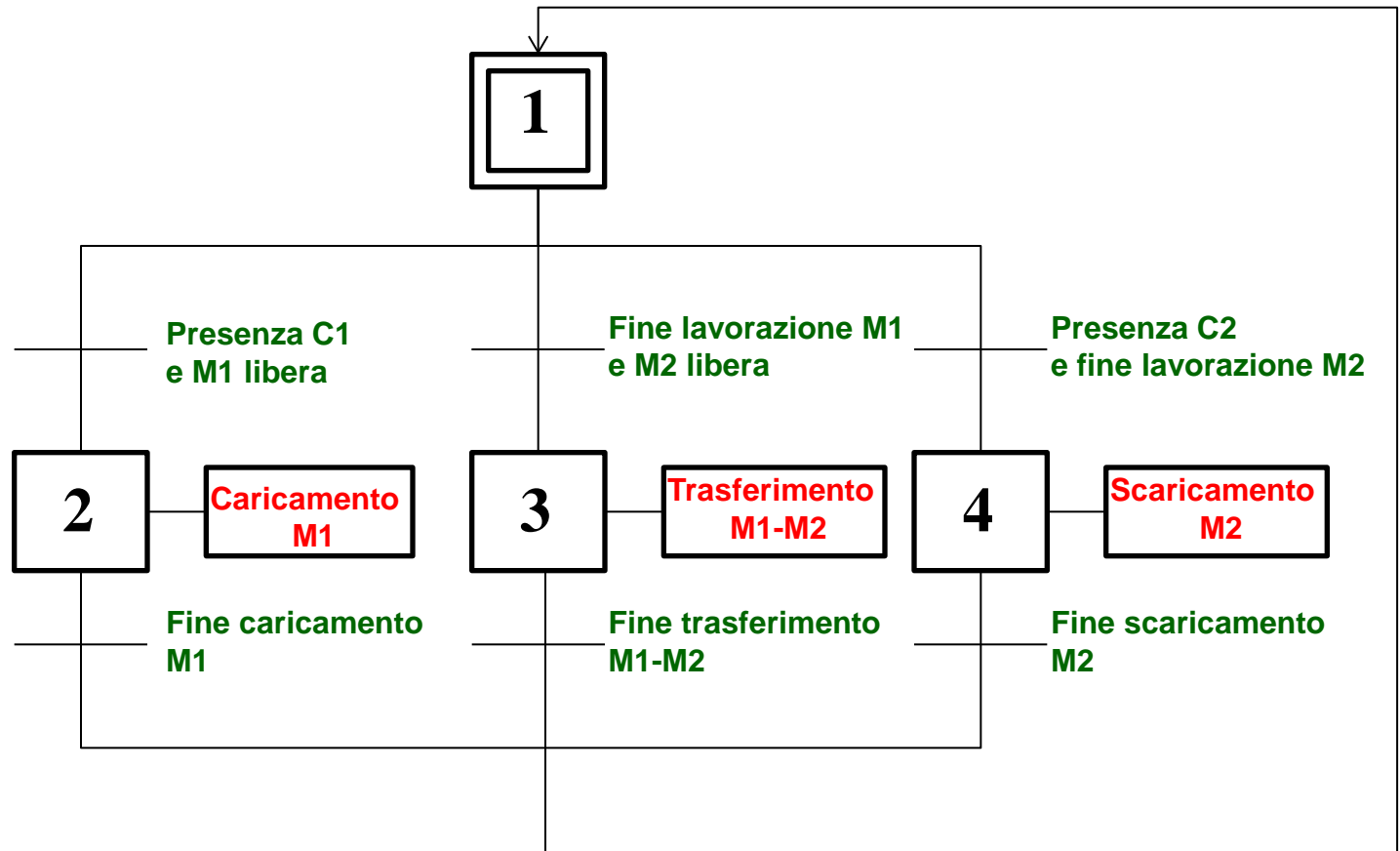


Specifica di funzionamento
inefficiente

Stazione di lavoro (5)



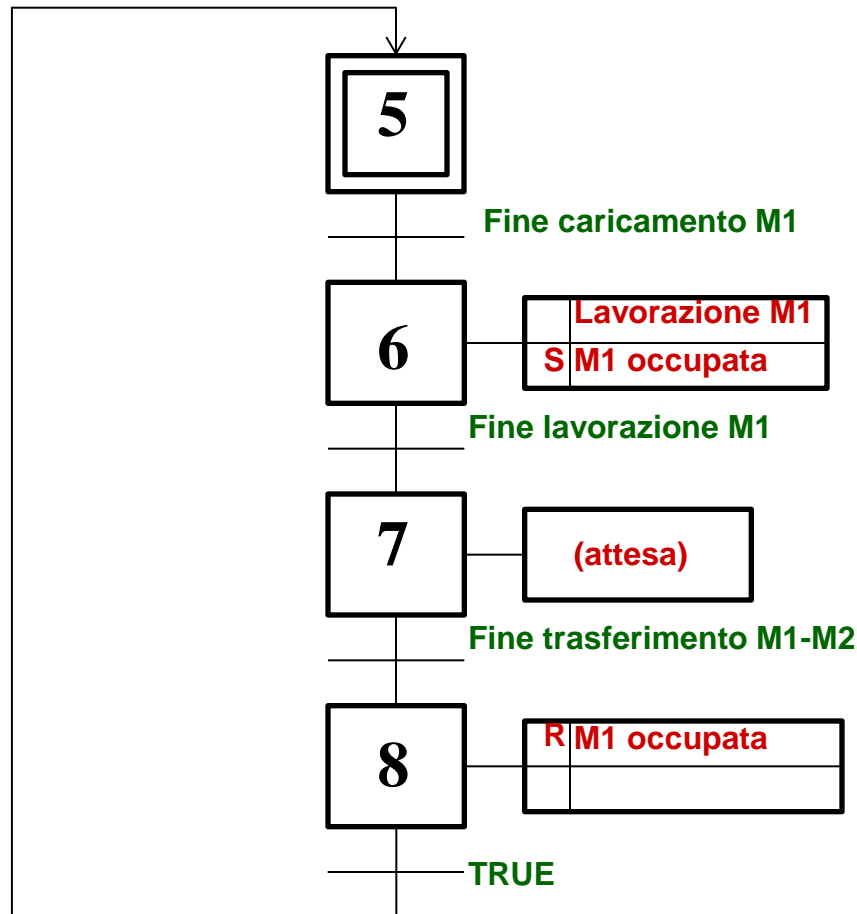
Robot R:



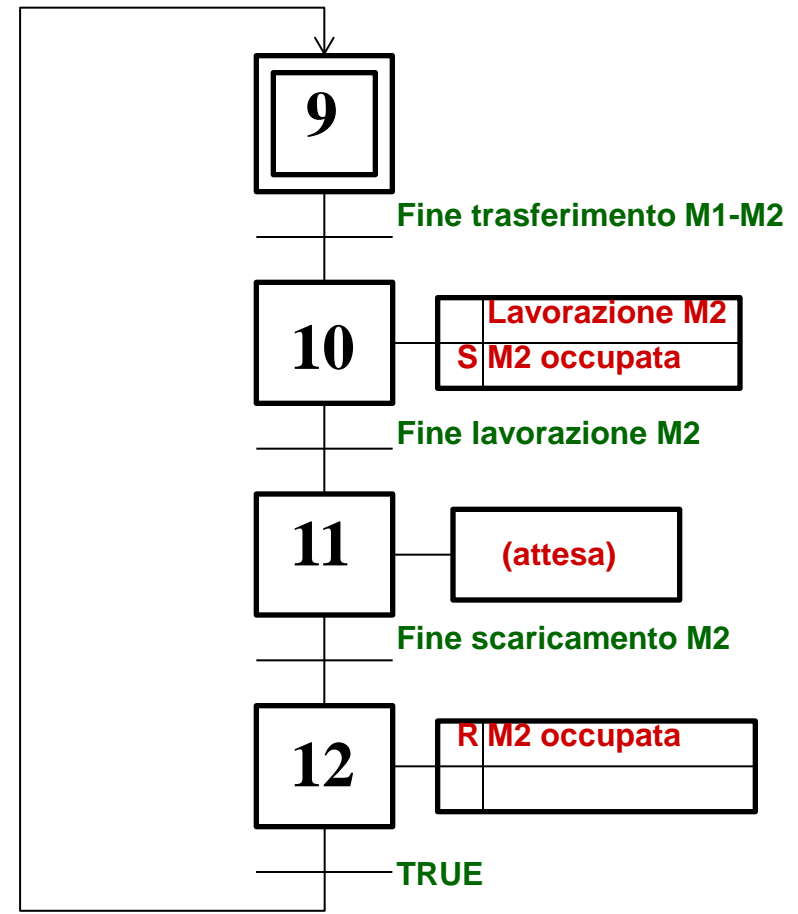
Stazione di lavoro (6)



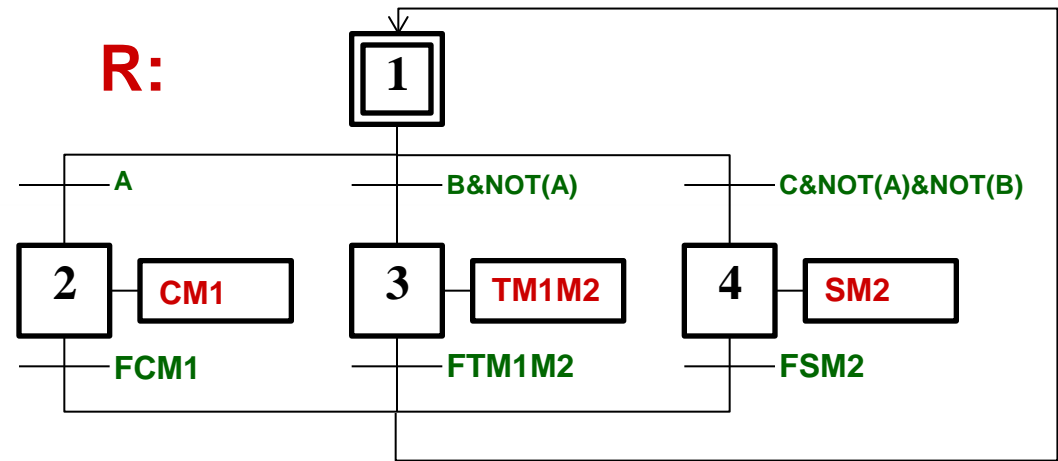
Macchina M1:



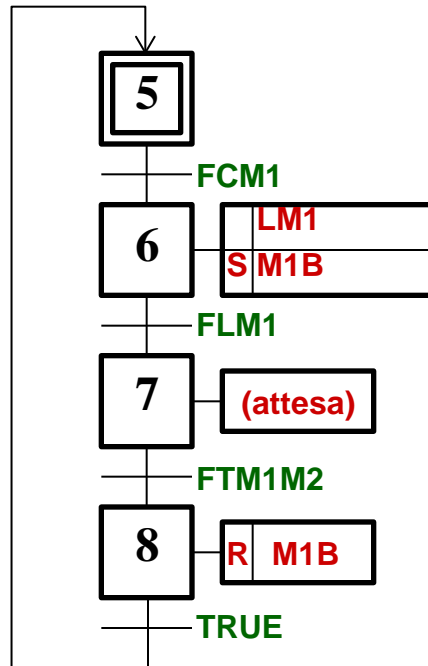
Macchina M2:



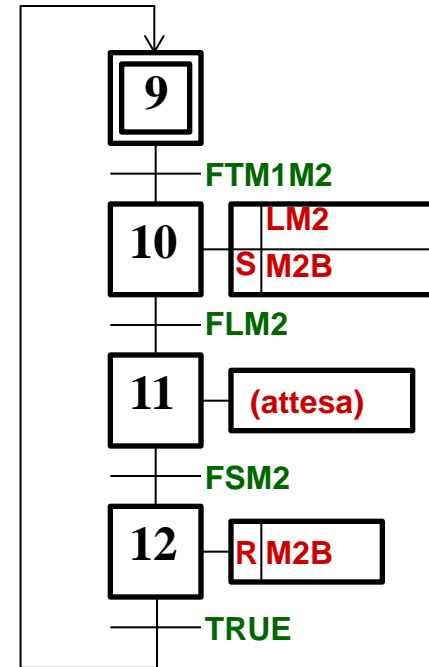
$A = C1 \& \text{NOT}(M1B)$
 $B = \text{NOT}(M2B) \& \text{FLM1}$
 $C = \text{FML2} \& C2$



M1:



M2:





Commenti

- Stato distribuito in presenza di più sottosistemi in parallelo
- Maggiore chiarezza del modello
- Modularità del modello: facilità nel passare da 1 ad n macchine utensili
- OR-divergenza: condizioni mutuamente esclusive