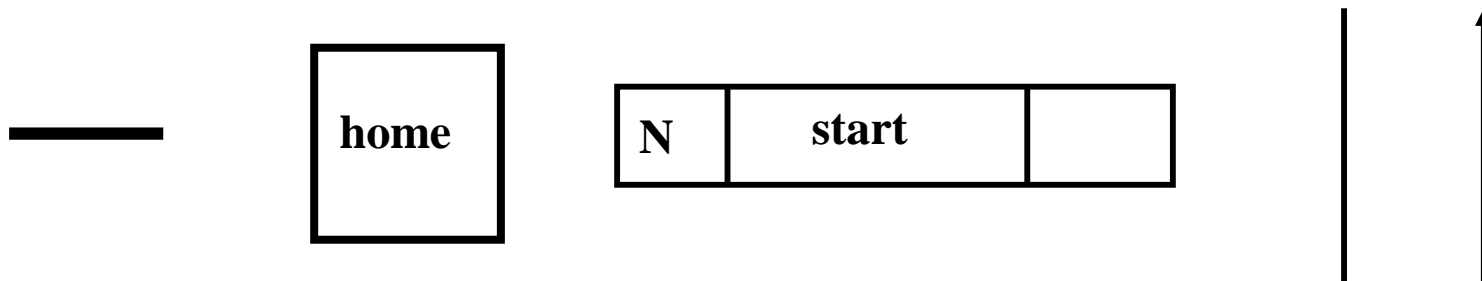
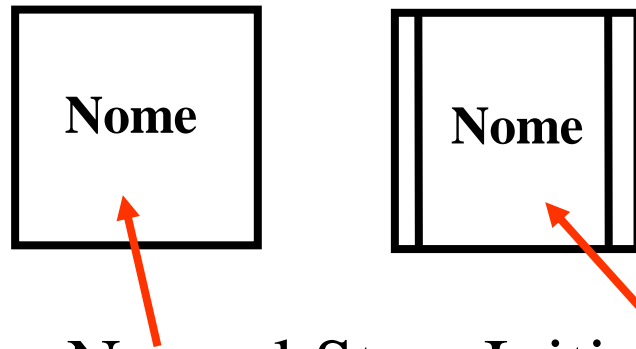


Sequential Function Chart (SFC)

- ❖ Linguaggio orientato al Sequencing
- ❖ Deriva dallo standard IEC 848 "Preparation of Function Charts for Control Systems", basato su alcune idee tipiche del Grafcet
 - ❖ Linguaggio Grafico Grafcet: Standard Francese basato sulle Reti di Petri
- ❖ Vantaggi: Programmazione Top-Down
- ❖ Si basa su : Transition, Step, Action, Oriented Arc



Step




- ❖ Due tipi di Step: Normal Step, Initial Step
- ❖ Vi può essere un solo Initial Step
- ❖ Ogni step ha associato un nome unico in tutto il POU
 - I nomi associati agli step sono trattati come variabili locali nel POU
- ❖ A ciascuno Step è associato uno Stato: **Attivo o non Attivo**
- ❖ L'Initial Step viene automaticamente attivato quando vi è una Cold-Start

Step

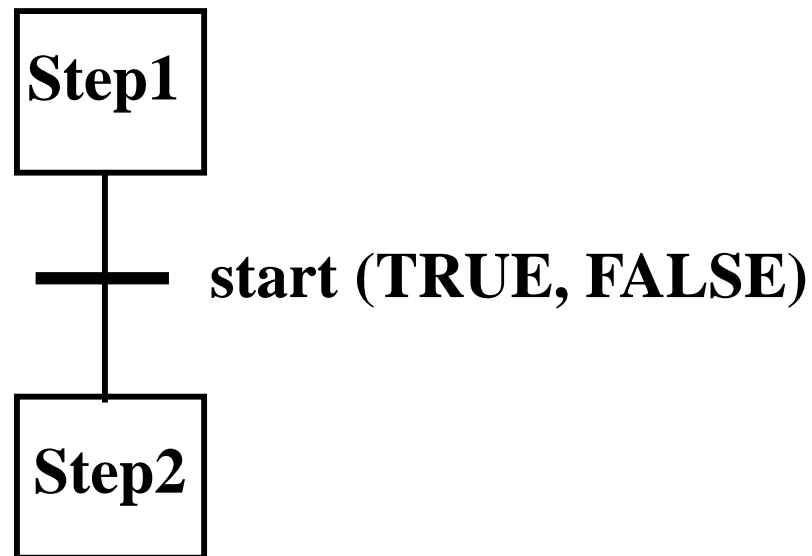
- ❖ A ciascuno Step sono associate due variabili:
 - **Step Active Flag.** E' una variabile booleana che diviene vera quando lo step “Nome” diviene attivo.
 - ✓ Nome_Step.X
 - ✓ *Può essere utilizzata in qualunque parte del programma, allo scopo di testare che un particolare step è attivo.*
 - **Elapse Time.** E' una variabile di tipo TIME. Quando uno step diviene attivo la variabile è posta a zero. Mentre lo step è attivo, la variabile viene aggiornata. Quando lo step non è più attivo, la variabile conserva il suo ultimo valore, ossia **memorizza quanto tempo lo step è rimasto attivo l'ultima volta che è stato attivato.**
 - ✓ Nome_Step.T
 - ✓ *Può essere utilizzata in qualunque parte del programma, ad esempio per imporre un limite massimo sulla durata dello stato attivo.*

Transition

- ❖ Una transizione è rappresentata da una barra orizzontale nera 
- ❖ A ciascuna transizione è sempre possibile associare almeno uno Step precedente ed almeno uno Step seguente:
 - il numero di Step precedenti e seguenti può essere maggiore di uno (vedi sequenze simultanee): uno precedente/molti seguenti, molti precedenti/uno seguente.
- ❖ A ciascuna transizione **VIENE** essere associata una condizione booleana (TRUE, FALSE). Lo stato della transizione coincide con la condizione associata

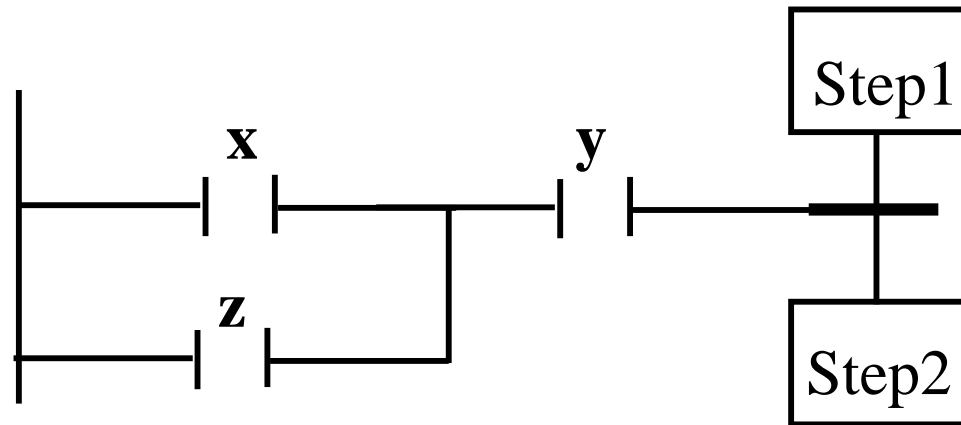
Condizione associata alla Transition

- ❖ La condizione booleana può essere essere costituita da:
 - Una variabile booleana (TRUE, FALSE) o in generale una qualunque espressione booleana

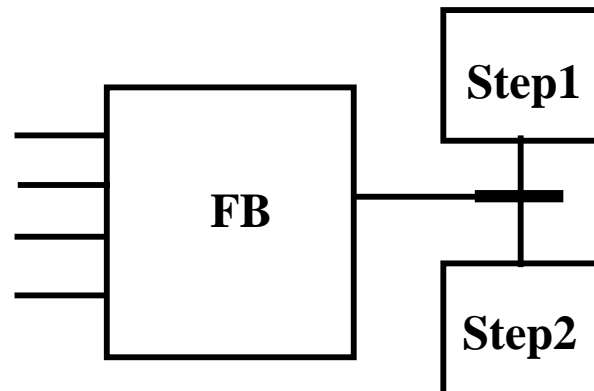


Condizione associata alla Transition

- Un rung nel linguaggio ladder. Se il rung fornisce un flusso di corrente, la condizione associata alla transizione diviene vera

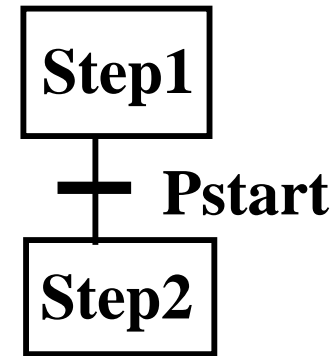


- Una uscita binaria di un qualunque FB. Se l'uscita è vera allora la condizione associata alla transizione diviene vera



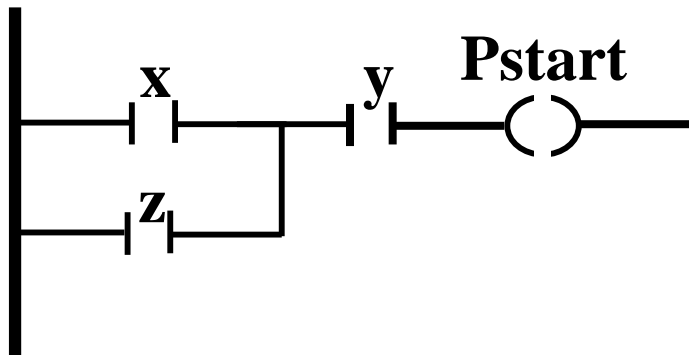
Condizione associata alla Transition

- Un nome logico (Named Transition).
 - ✓ Al nome logico viene associato un programma usando uno dei linguaggi IEC 1131-3.
 - ✓ Nella definizione di una Named Transition si **deve associare** al suo nome logico un valore booleano.



- ❖ Definizione della Named Transition "Pstart" in Ladder:

TRANSITION Pstart:

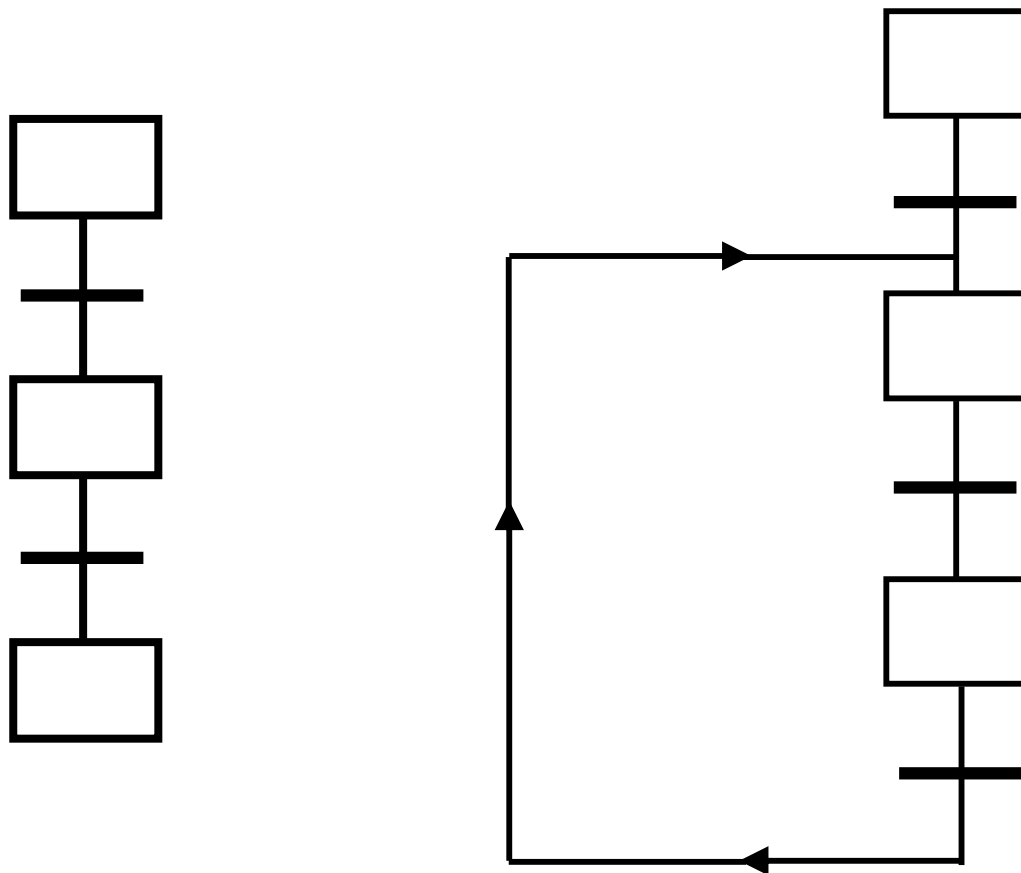


END_TRANSITION

Archi e Sequenze nel linguaggio SFC

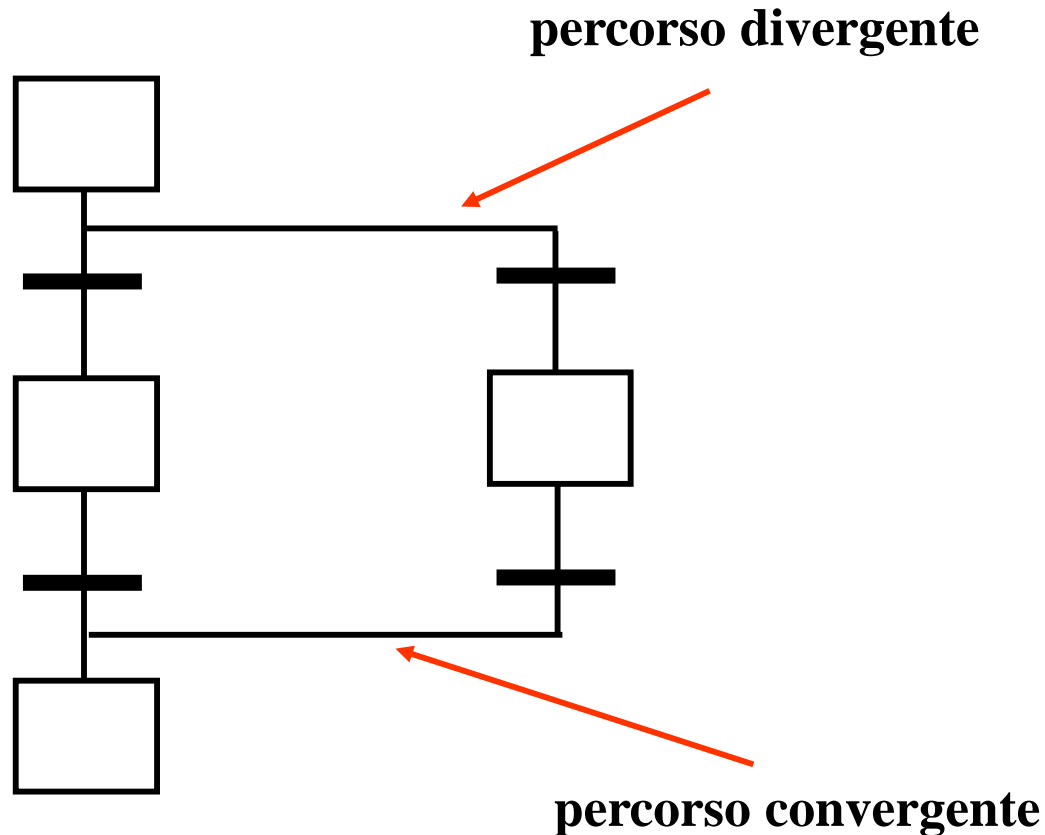
- ❖ Un **arco** permette di associare step e transizioni tra loro
- ❖ Un arco è rappresentato da una linea verticale che collega uno step con una transizione.
- ❖ Un arco è orientato per default dall'alto verso il basso (step -> transizione)
- ❖ Nel caso in cui è necessario ricorrere ad un arco orientato dal basso verso l'alto, viene rappresentato il senso, tramite una freccia
- ❖ una **sequenza** è definita da una serie di step – transizioni - step collegati da archi orientati

Archi e Sequenze nel linguaggio SFC



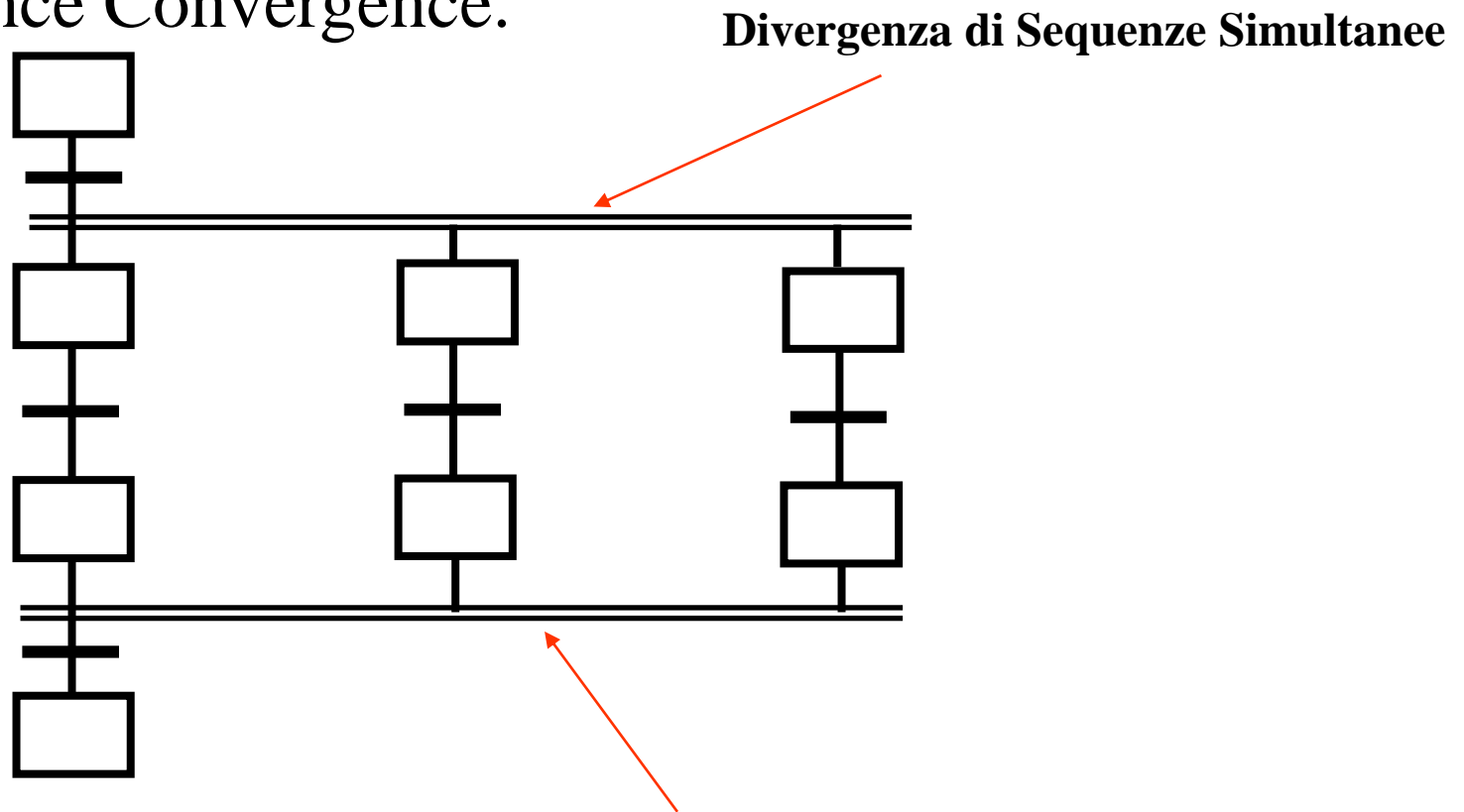
Sequenze Alternative

- ❖ E' possibile realizzare sequenze alternative tramite percorsi divergenti e convergenti. Le sequenze sono eseguite in mutua esclusione.



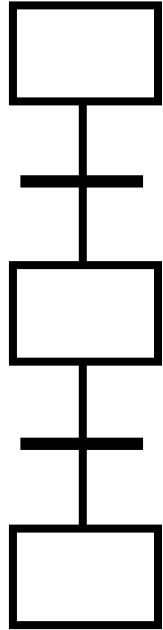
Sequenze Simultanee

- ❖ E' possibile realizzare sequenze simultanee tramite Simultaneous Sequence Divergence e Simultaneous Sequence Convergence.



Convergenza di Sequenze Simultanee

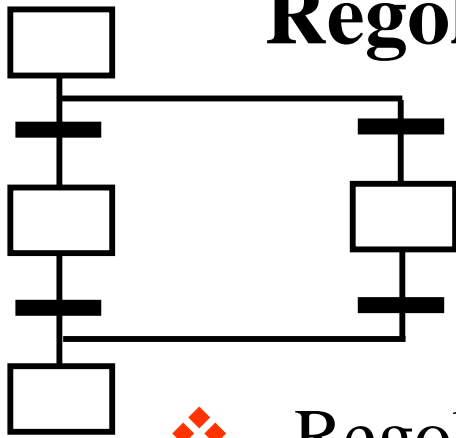
Regole di Valutazione di una Transition



- ❖ La condizione associata ad una transizione è valutata **SOLO** quando lo Step precedente ad essa è Attivo (almeno uno Step è attivo: Initial Step !!!!)
- ❖ In tal caso, **SE** la condizione associata alla Transizione è vera, lo Step precedente si disattiva e diventa attivo lo Step seguente.

Regole di Valutazione di una Transition

Sequenze Alternative

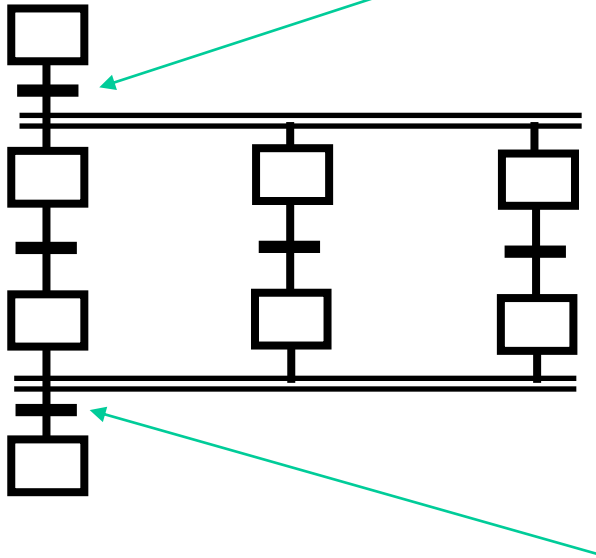


❖ Regole di valutazione delle sequenze alternative:

1. E' buona norma, associare alle transizioni presenti in Sequenze Alternative, condizioni logiche mutuamente esclusive
2. Le condizioni booleane associate alle transizioni vengono valutate da sinistra verso destra.
3. Se una o più transizioni hanno condizioni TRUE, la precedenza viene data alla transizione più a sinistra
4. E' possibile modificare la regola di precedenza, attribuendo una priorità a ciascuna transizione.

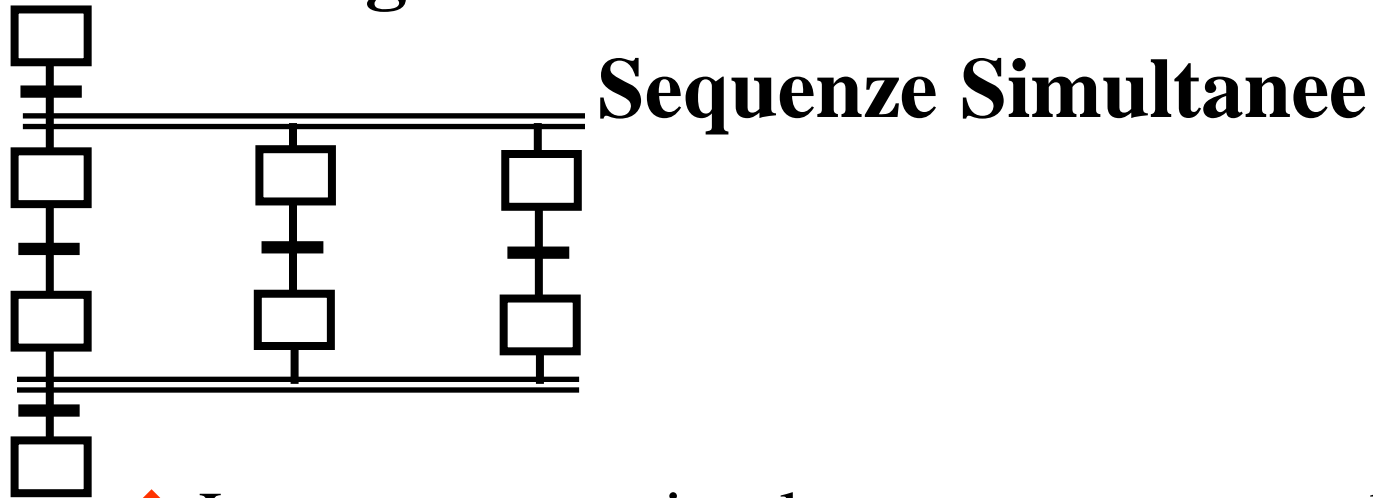
Regole di Valutazione di una Transition

Sequenze Simultanee



- ❖ La condizione associata a questa transizione è valutata **SOLO** quando lo Step precedente è Attivo
- ❖ In tal caso, **SE** la condizione associata alla Transizione è vera, lo Step precedente si disattiva e diventano attivi gli Step seguenti della Sequenza Simultanea.
- ❖ La condizione associata a questa transizione è valutata **SOLO** quando **tutti** gli Step precedenti sono Attivi
- ❖ In tal caso, **SE** la condizione associata alla Transizione è vera, **tutti** gli Step precedenti si disattivano e diventa attivo lo Step seguente.

Regole di Valutazione di una Transition

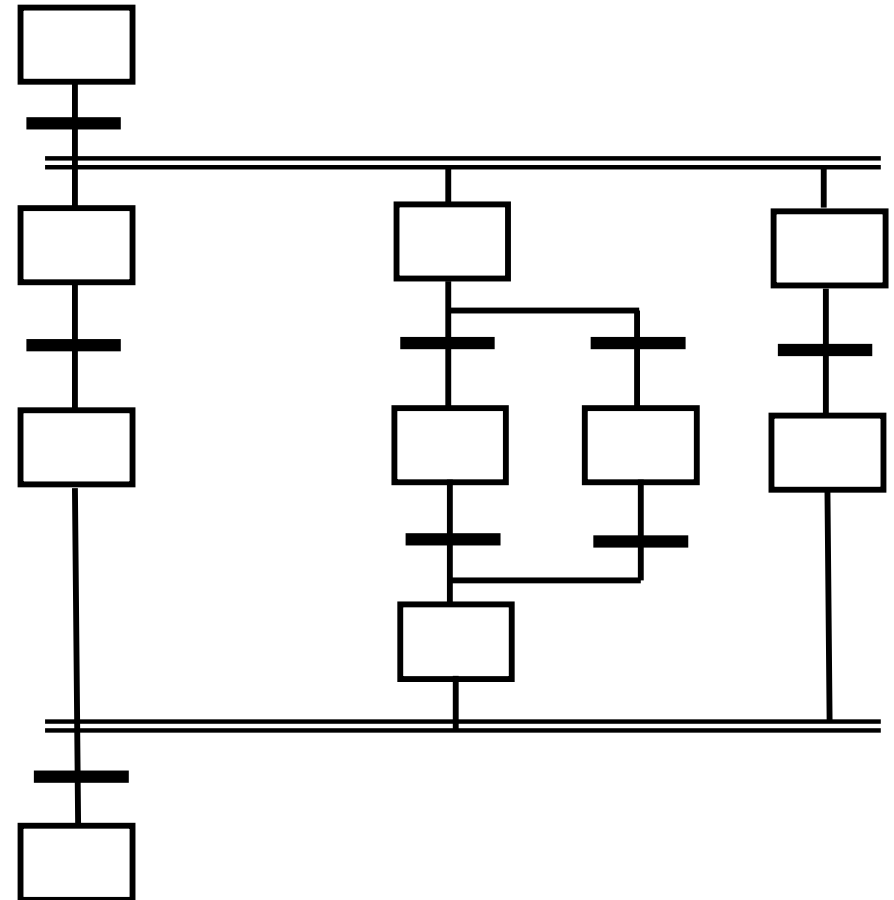
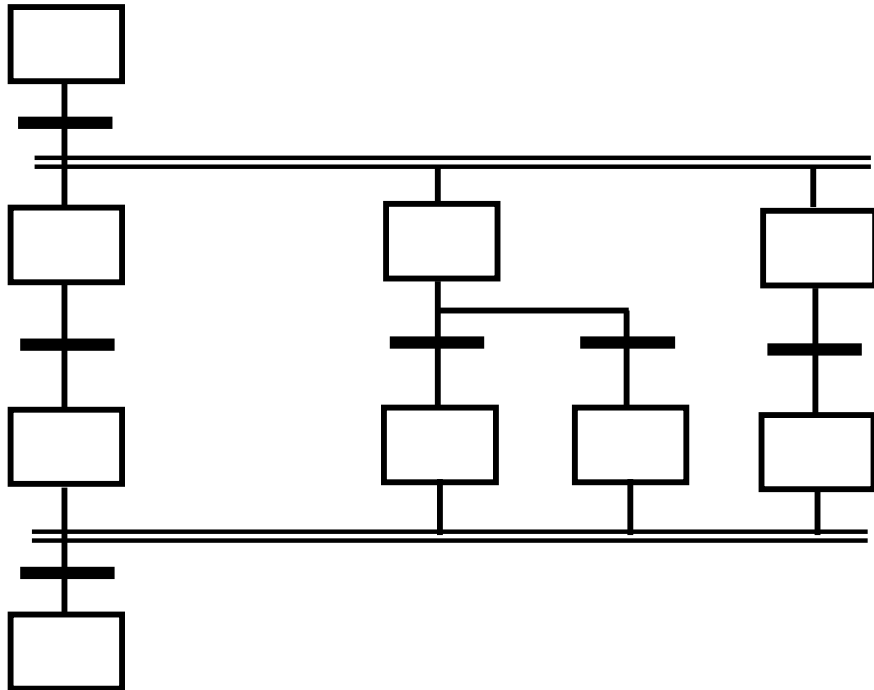


- ❖ Le sequenze simultanee vengono valutate tutte in parallelo
- ❖ Per ciascuna sequenza simultanea solo uno step alla volta può essere attivo
- ❖ La convergenza di sequenze simultanee avviene solo quando tutti gli ultimi step di ciascuna sequenza sono attivi.

Regole di Valutazione di una Transition

Sequenze Simultanee

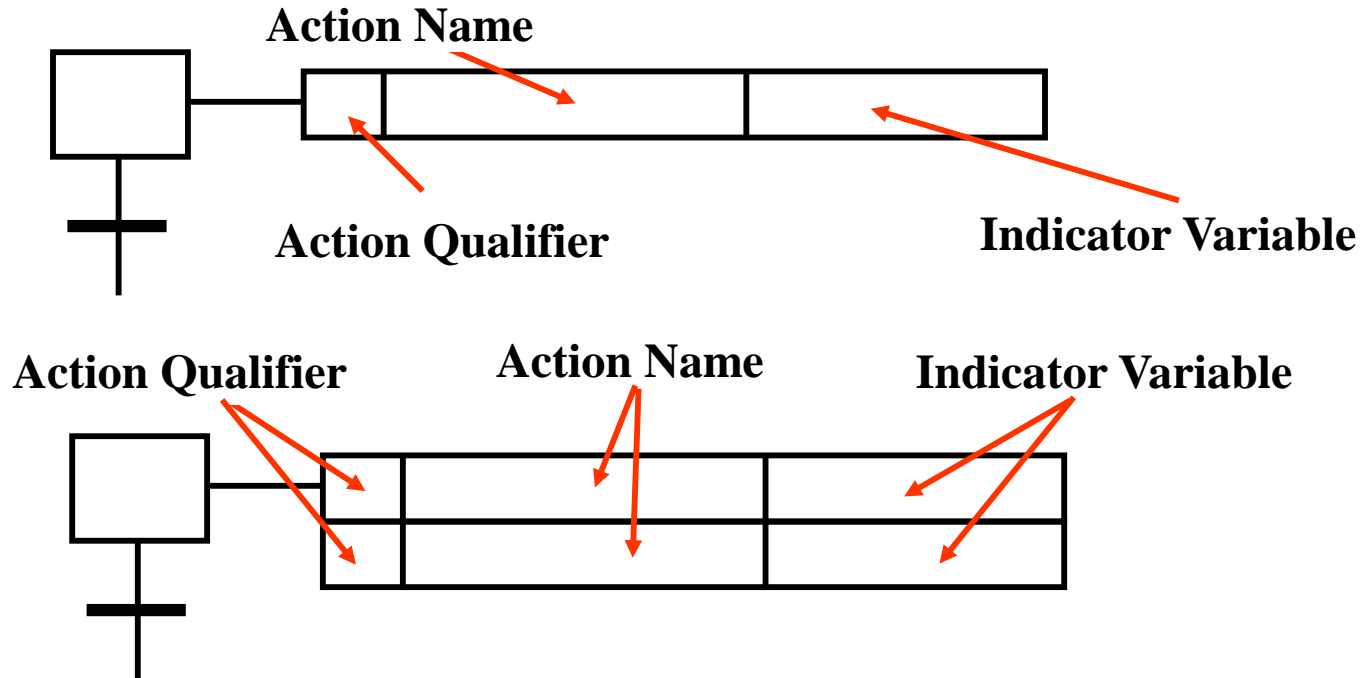
- ❖ E' necessario che la Convergenza di Sequenze Simultanee possa attuarsi
- ❖ Tutti gli Step che afferiscono a tale convergenza devono poter diventare tutti attivi
 - Esempio di Errata Convergenza di Sequenze Simultanee:



Actions

- ❖ Ad ogni Step è possibile associare una o più Action che descrivono le azioni da compiere quando il relativo Step è attivo
- ❖ Ogni action è rappresentata da un rettangolo connesso allo Step
- ❖ E' possibile che ad uno Step non sia associata alcuna azione. In tal caso quando lo Step diviene attivo, non viene eseguito nulla, e si attende che lo Step venga disattivato.

Actions



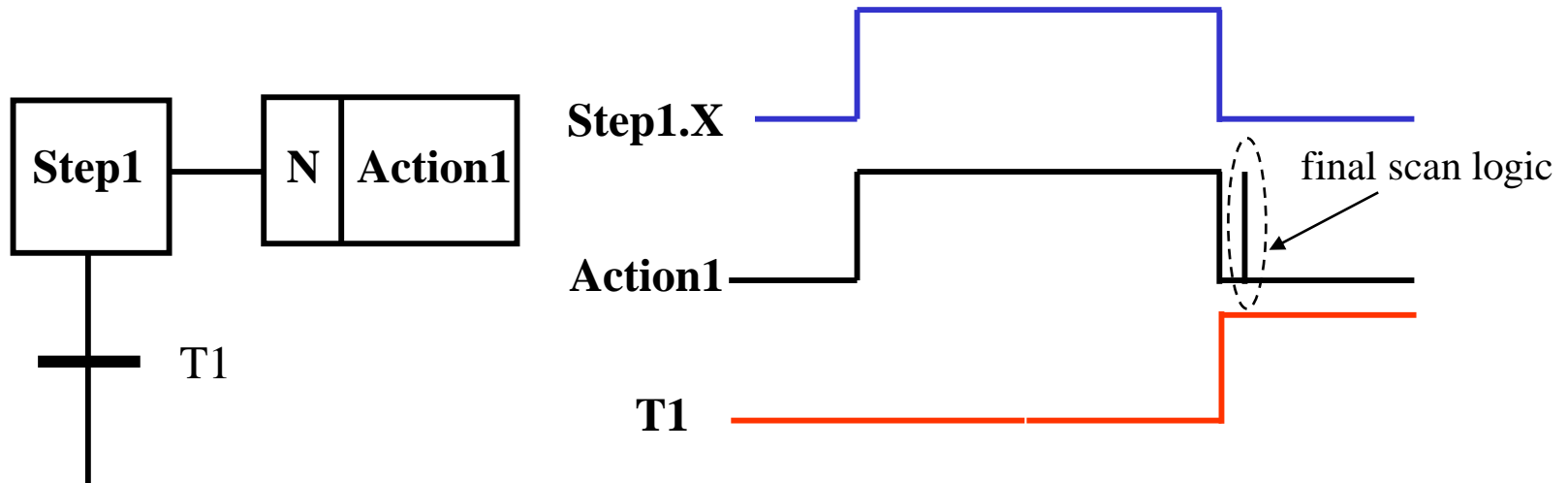
- ❖ **Action Qualifier.** Specifica le modalità di esecuzione dell'azione. Può assumere i valori: N, S, R, P, P1, P0, L, D, e loro combinazioni (SD, DS, SL)
- ❖ **Action Name.** Tale parametro DEVE essere unico in tutto il programma. All'Action Name viene associata una variabile binaria o un programma. Il programma può essere scritto (a parte) in uno dei linguaggi IEC 61131-3
- ❖ **Indicator Variable (opzionale)**

Action Qualifiers

- ❖ Lo Standard IEC 61131-3 prevede due modalità di esecuzione delle azioni associate ad uno step:
 - Con la “final scan“ logic: ogni azione, eccetto quelle associate agli **Action Qualifier** P0 e P1, viene eseguita ancora una sola volta dopo che la stessa azione viene disattivata
 - ✓ Vantaggio: permette il reset/set di eventuali parametri/variabili utilizzati durante l'esecuzione dell'azione.
 - Senza la “final scan“ logic: l'esecuzione di ogni azione termina esattamente alla propria disattivazione

Action Qualifiers

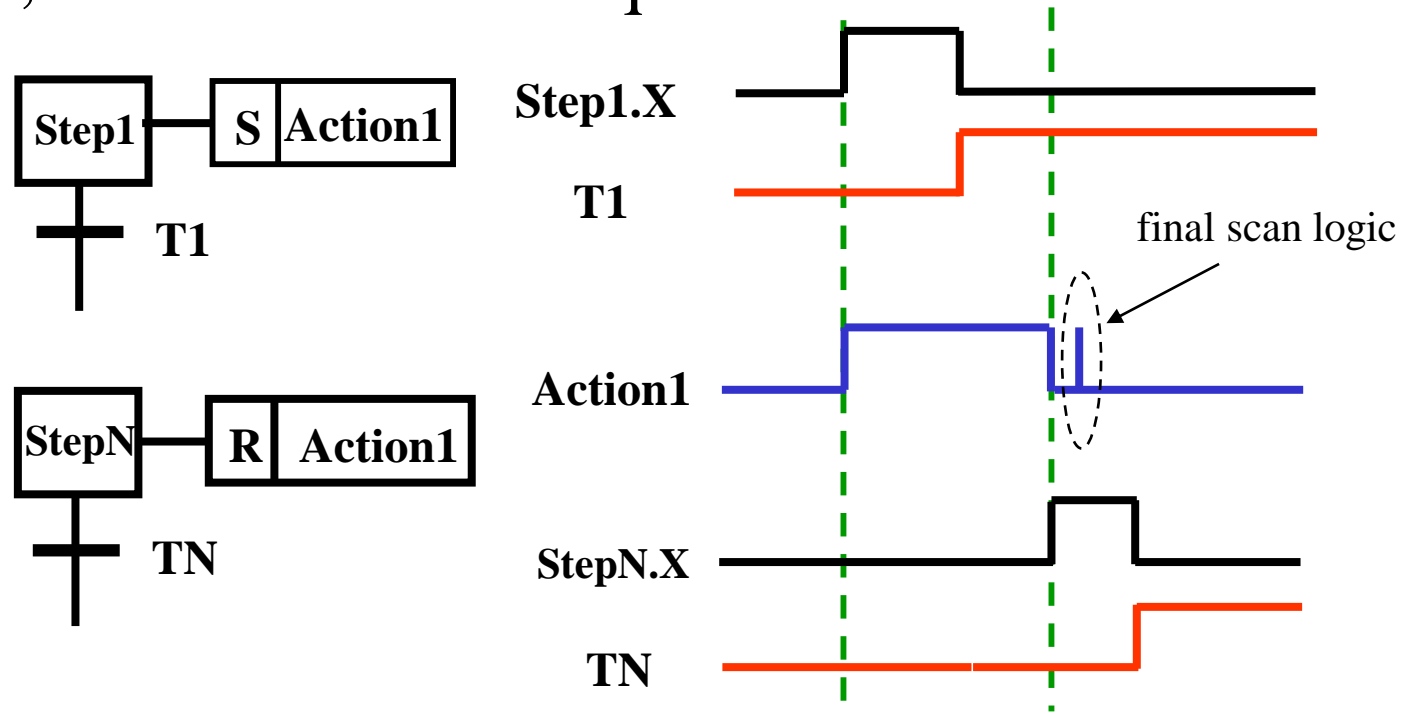
❖ 'N' Non stored action qualifier



- ❖ L'azione "Action1" è eseguita continuamente mentre lo Step1 è attivo.
- ❖ Se "final scan" logic è implementata: quando lo Step1 è disattivato l'azione è eseguita una sola volta

Action Qualifiers

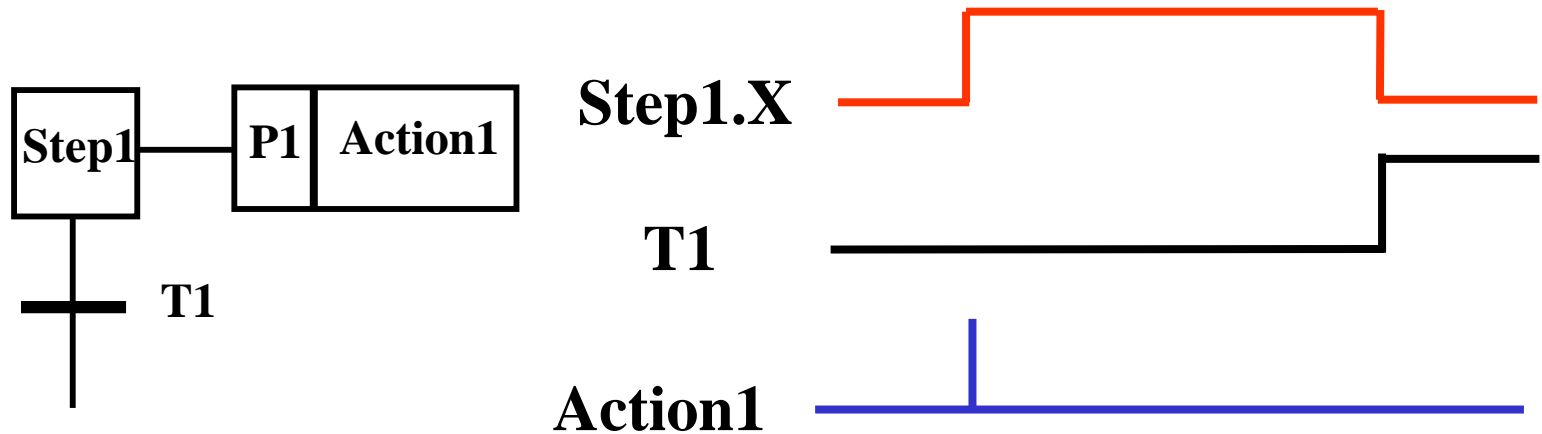
❖ 'S', 'R', Set e Reset action qualifier



- ❖ L'azione "Action1" inizia ad essere eseguita quando lo Step1 diviene attivo. L'azione viene memorizzata (stored) e continua ad essere eseguita fino a quando lo step StepN diviene attivo.
- ❖ Nel caso in cui un'azione non venga mai resettata tramite l'action qualifier 'R', essa viene eseguita all'infinito.

Action Qualifiers

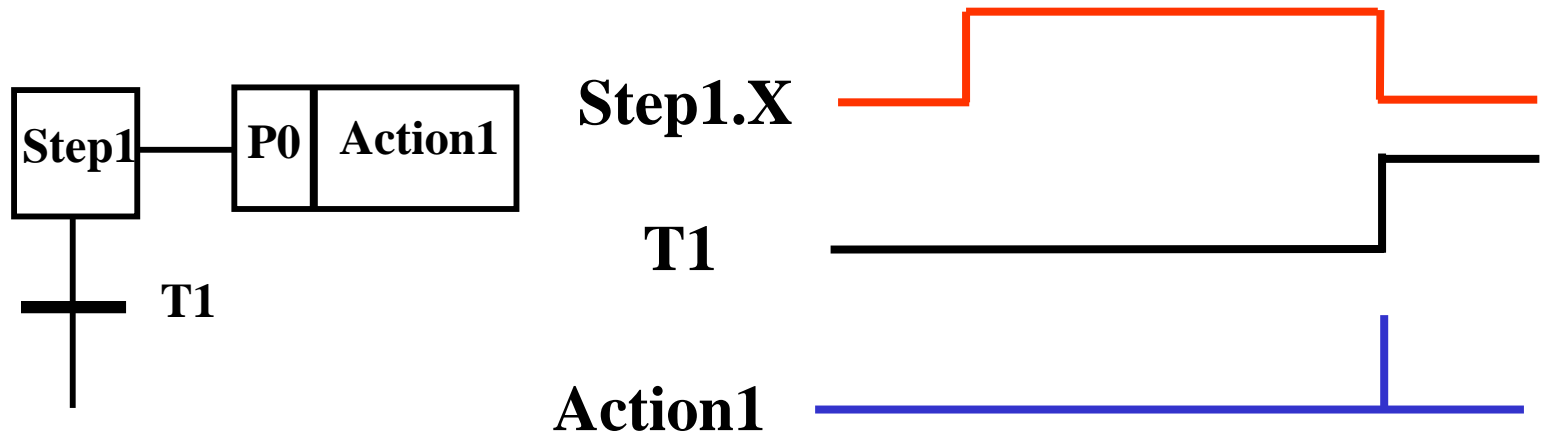
❖ 'P1' pulse action qualifier



- ❖ Quando lo Step1 è attivato, l'azione Action1 è eseguita una sola volta.
- ❖ In questo caso non esiste l'opzione "final scan" logic

Action Qualifiers

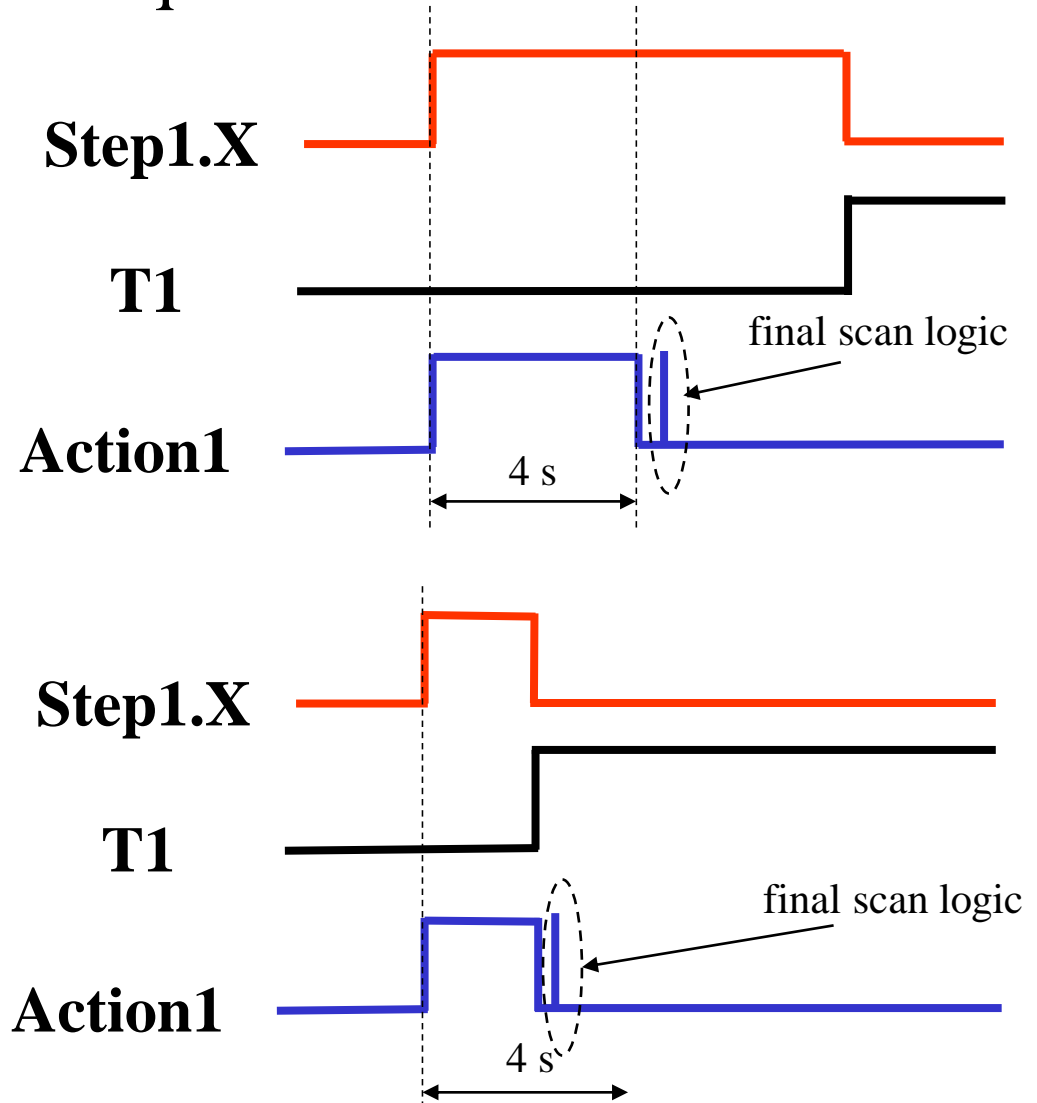
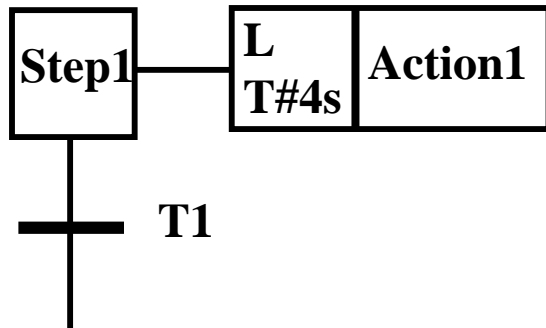
❖ 'P0' pulse action qualifier



- ❖ Quando lo Step1 è disattivato, l'azione Action1 è eseguita una sola volta.
- ❖ In questo caso non esiste l'opzione "final scan" logic

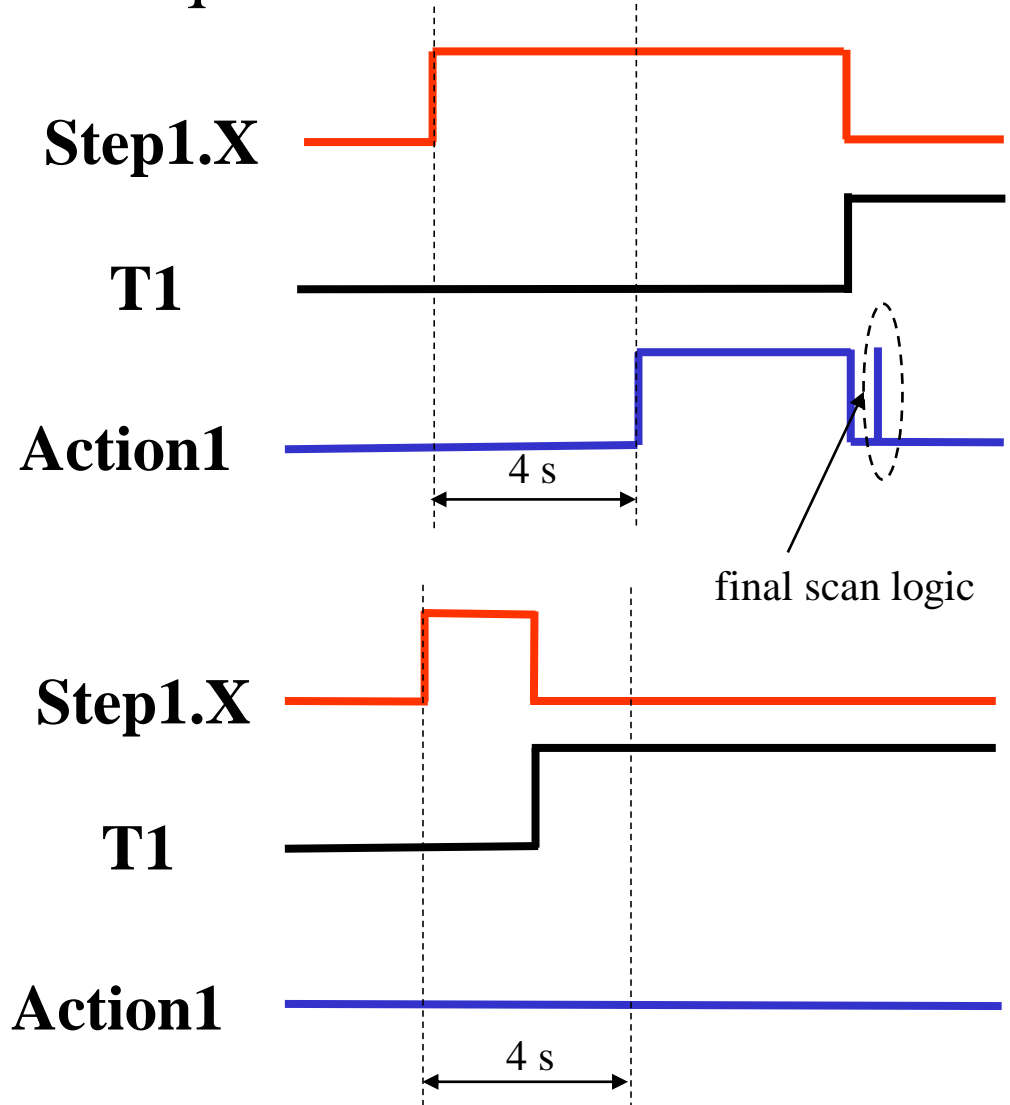
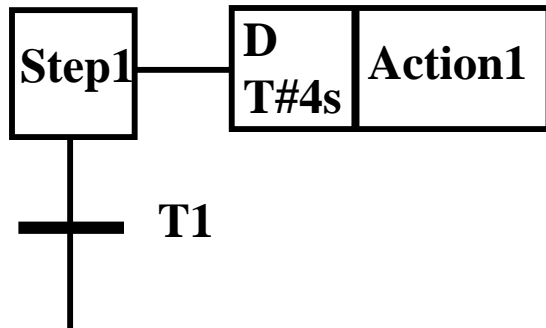
Action Qualifiers

❖ ‘L’ time limited action qualifier



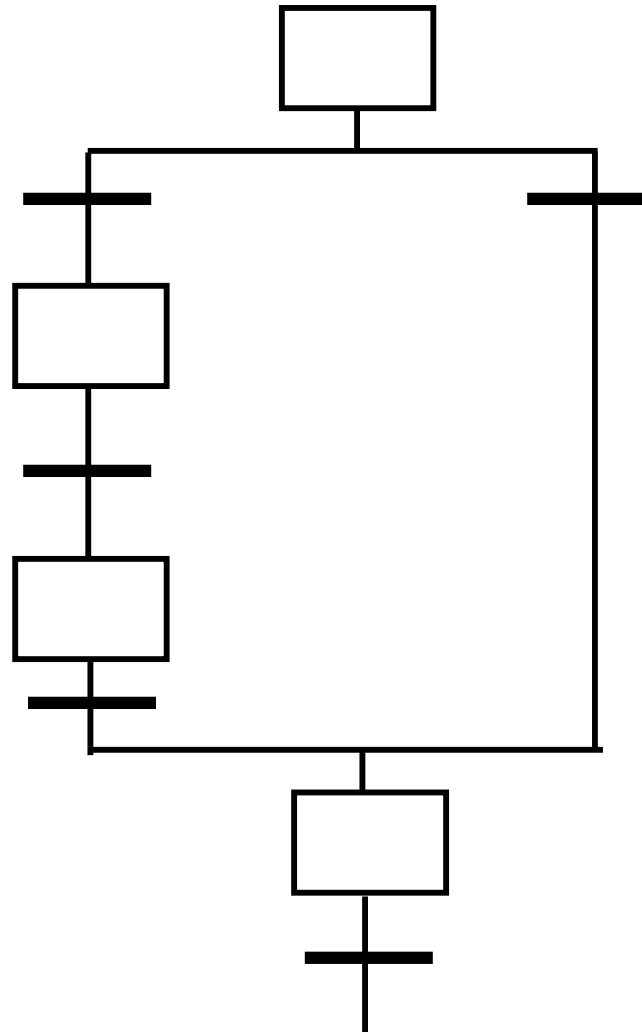
Action Qualifiers

❖ ‘D’ time delayed action qualifier



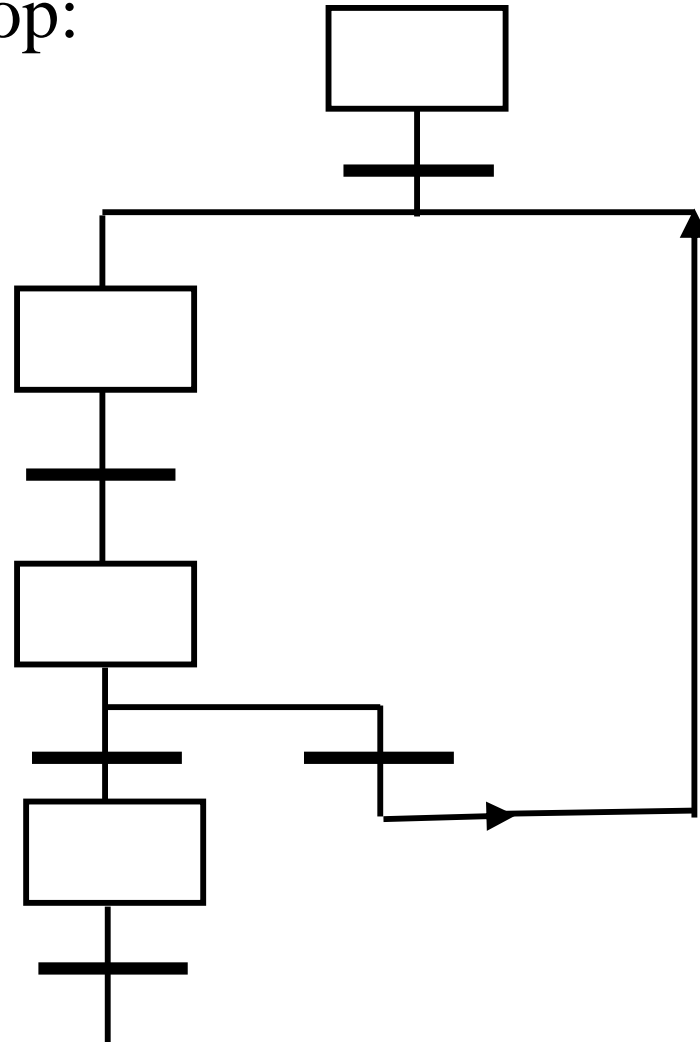
Elementi Fondamentali di Controllo tramite SFC

❖ Sequence Skip:



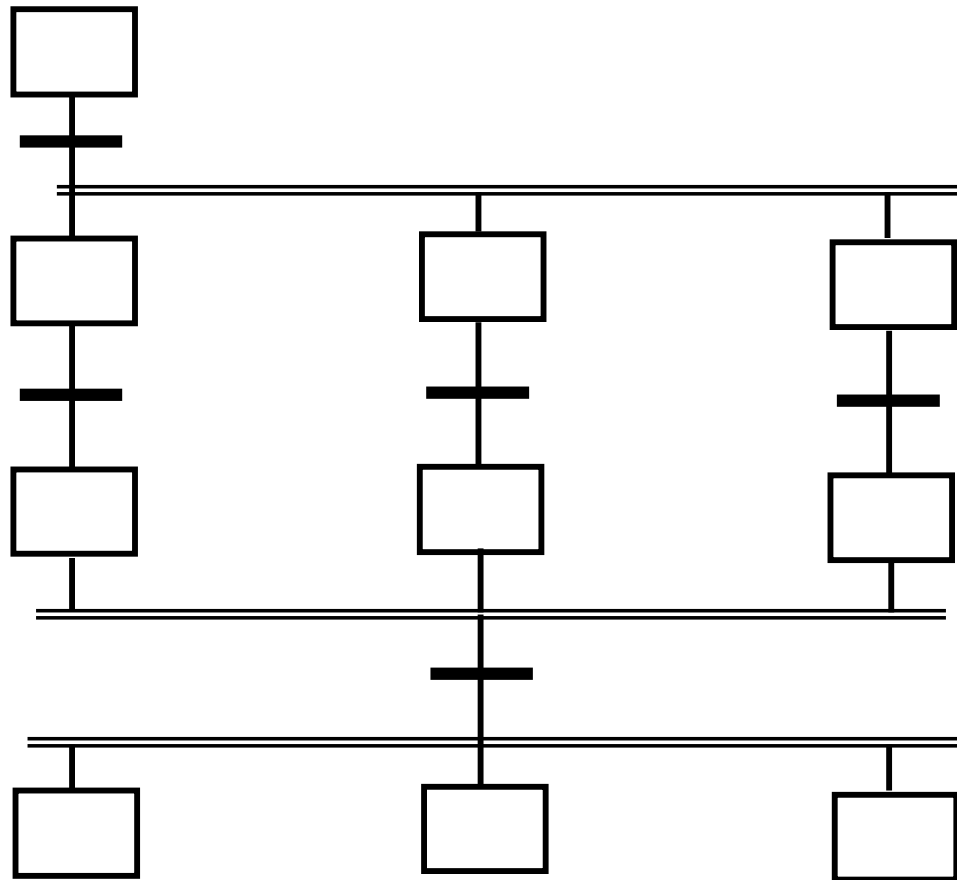
Elementi Fondamentali di Controllo tramite SFC

❖ Sequence Loop:



Elementi Fondamentali di Controllo tramite SFC

❖ Rendezvous:



Esecuzione di un programma SFC

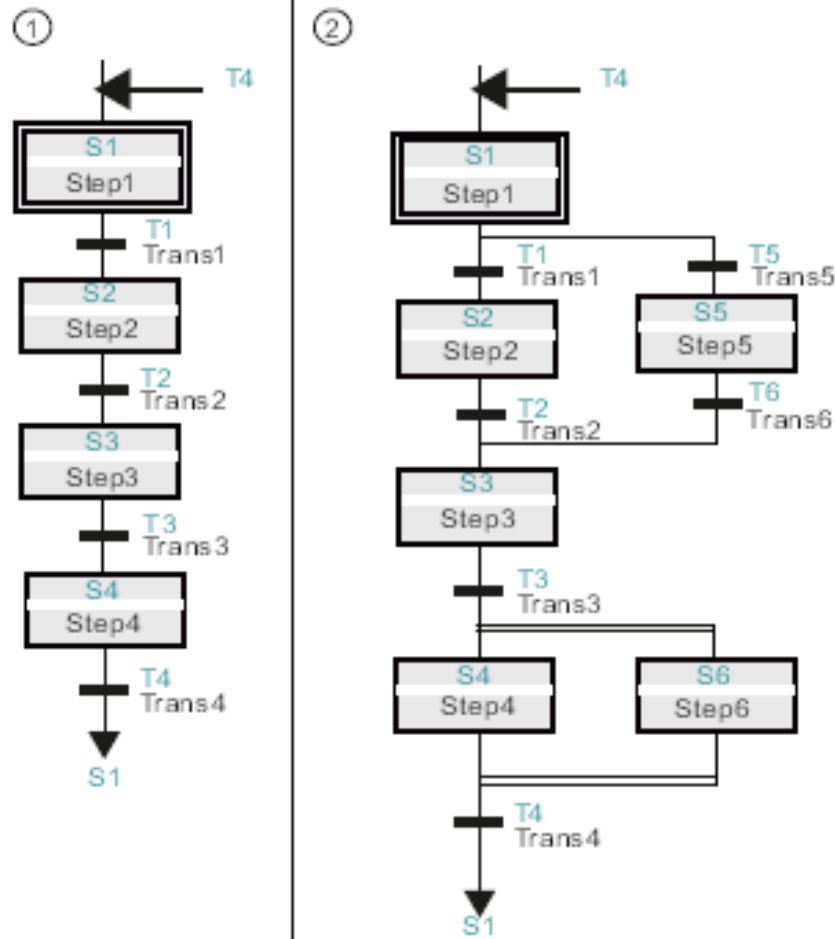
- ❖ L'esecuzione avviene con le modalità del task associato
- ❖ Ad ogni esecuzione:
 - Inizializzazione: viene inizializzato l'Initial Step e vengono eseguite le azioni associate all'Initial Step
 - Viene determinato l'insieme degli Step attivi
 - Vengono valutate TUTTE le Transizioni associate con gli Step Attivi
 - Ogni Step Attivo che precede una Transizione "Vera" viene disattivato e lo Step successivo viene attivato
 - Tutte le azioni "attive" vengono eseguite (TUTTE)
 - Nel caso della logica "final scan", allora vengono eseguite TUTTE le azioni terminate nella precedente esecuzione

SFC in Siemens TIA Portal

- ❖ SFC viene chiamato GRAPH
- ❖ Comportamento conforme a IEC 61131-3
- ❖ L'uso del linguaggio SFC/GRAPH **NON** è consentito in un OB, ma solo all'interno di un FB
- ❖ L'istanza di un FB scritto in linguaggio SFC/GRAPH viene richiamata in un OB qualunque

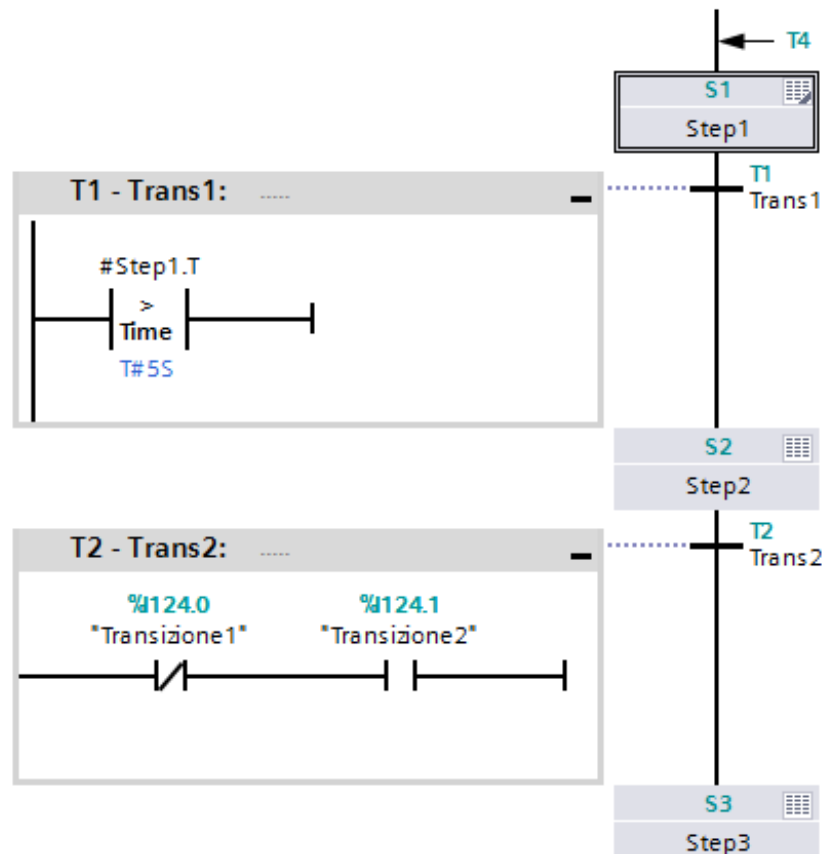
SFC in Siemens TIA Portal

❖ Possibili Catene Sequenziali



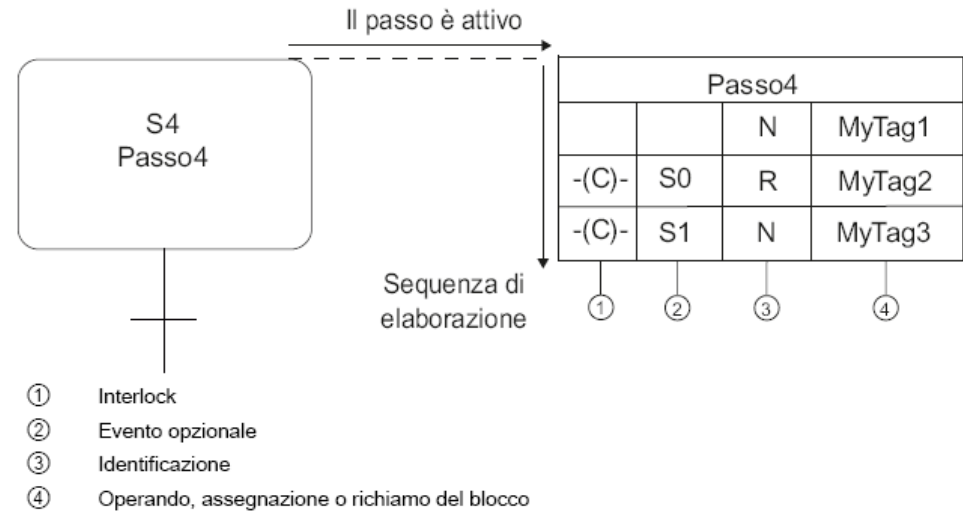
SFC in Siemens TIA Portal

- ❖ Come nello standard IEC 61131, i Passi (Step) hanno i due attributi: X e T
- ❖ Alle transizioni si possono connettere rung o blocchi (KOP o FUP)



SFC in Siemens TIA Portal

❖ Azioni associate ad un Passo



❖ A differenza dello standard IEC 61131-3, vengono introdotti i seguenti elementi:

- Interlock (opzionale).
- **Eventi (opzionali): S1 (attivazione passo) e S0 (disattivazione passo)**

❖ Come nello standard IEC 61131-3, sono presenti i seguenti elementi:

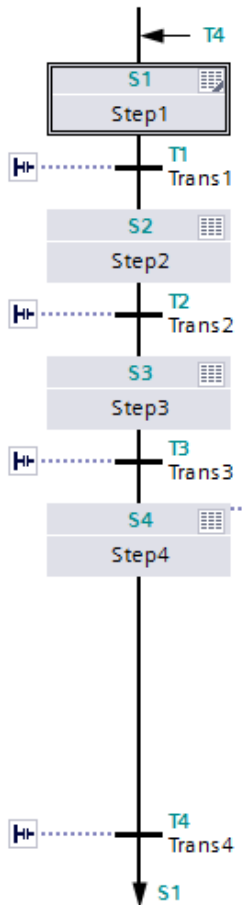
- Action Qualifier: N, S, R, L, D
 - ✓ Gli action qualifier P1, P0 non esistono e vengono realizzati da S1 o S0
- Action: operando o richiamo blocco

SFC in Siemens TIA Portal

- ❖ La logica "final scan" **NON** è implementata
- ❖ L'Action può essere realizzata da:
 - **Operando** rappresentato da una singola variabile binaria **scrivibile** (es. %M0.0, %Q124.0)
 - **Richiamo di un blocco funzionale o di una funzione**
 - ✓ Il richiamo di un blocco funzionale o di una funzione deve avvenire utilizzando unicamente l'identificazione (action qualifier) N
 - ✓ Sintassi Richiamo Blocco Funzionale (FB)
 - ✓ CALL <FBName>, <DBName> (lista dei parametri)
 - ✓ Sintassi Richiamo Funzione (FC)
 - ✓ CALL <FCName> (lista dei parametri)

SFC in Siemens TIA Portal

❖ Esempio di Chiamata di un FB



Action Qualifier N è obbligatorio se si chiama un FB o un FC

S4 - Step4:

Interlock	Evento	ID	Operazione
		N	<pre>CALL "Blocco_3", "Blocco_3_DB" (enable := "AbilitaClock" SemiT := T#1S uscita => "UscitaClock")</pre>
		<inserisci>	

"Blocco_3"	§FB2
"Blocco_3_DB"	§DB2
"UscitaClock"	§Q124.1

SFC in Siemens TIA Portal

- ❖ Comportamento del GRAPH in dipendenza del tipo di operando e dell'identificazione usata

Interlock	Evento	Identificazione	Operazione	Presupposti	Stato di segnale
		N		È attivo un passo.	L'operando ha lo stato di segnale 1.
		S			L'operando viene impostato a 1.
		R			L'operando viene impostato a 0 e mantiene il valore 0.
		N	CALL		Il blocco indicato viene richiamato.
		L	<Valore temporale>		L'operando mantiene il segnale 1 per n secondi.
		D	<Valore temporale>		n secondi dopo che il passo è stato attivato l'operando assume il segnale 1 per il tempo di attivazione del passo. Questo non vale se il tempo di attivazione del passo è inferiore a n secondi.

- ❖ Si evince che la CALL ammette unicamente l'action qualifier N

SFC in Siemens TIA Portal

- ❖ Il Comportamento IEC 61131-3 relativo all'Action Qualifier P1 si realizza tramite l'Evento S1+N
- ❖ Comportamento del GRAPH in dipendenza del tipo di operando, dell'identificazione usata e dell'evento S1:

Interlock	Evento	Identificazione	Operazione	Presupposti	Stato di segnale
	S1	N		Un passo si attiva.	L'operando ha lo stato di segnale 1 per una volta.
	S1	N	CALL		Il blocco indicato viene richiamato.

- ❖ L'utilizzo di S1 quando si richiamano FB e FC, implica la loro esecuzione **una sola volta** in corrispondenza del fronte di salita (attivazione del passo)

SFC in Siemens TIA Portal

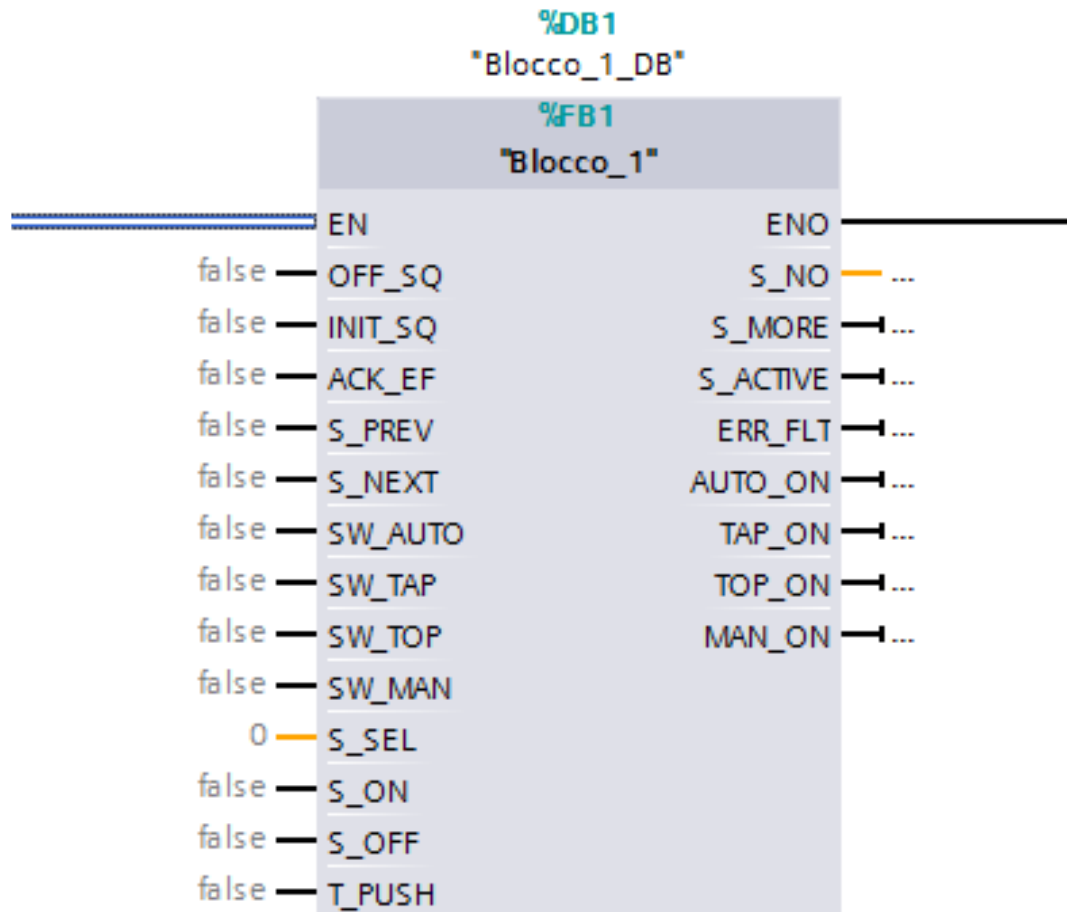
- ❖ Il Comportamento IEC 61131-3 relativo all'Action Qualifier P0 si realizza tramite l'Evento S0+N
- ❖ Comportamento del GRAPH in dipendenza del tipo di operando, dell'identificazione usata e dell'evento S0:

Interlock	Evento	Identificazione	Operazione	Presupposti	Stato di segnale
	S0	N		Un passo si disattiva	L'operando ha lo stato di segnale 1 per una volta.
	S0	N	CALL		Il blocco indicato viene richiamato.

- ❖ L'utilizzo di S0 quando si richiamano FB e FC, implica la loro esecuzione **una sola volta** in corrispondenza del fronte di discesa (disattivazione del passo)

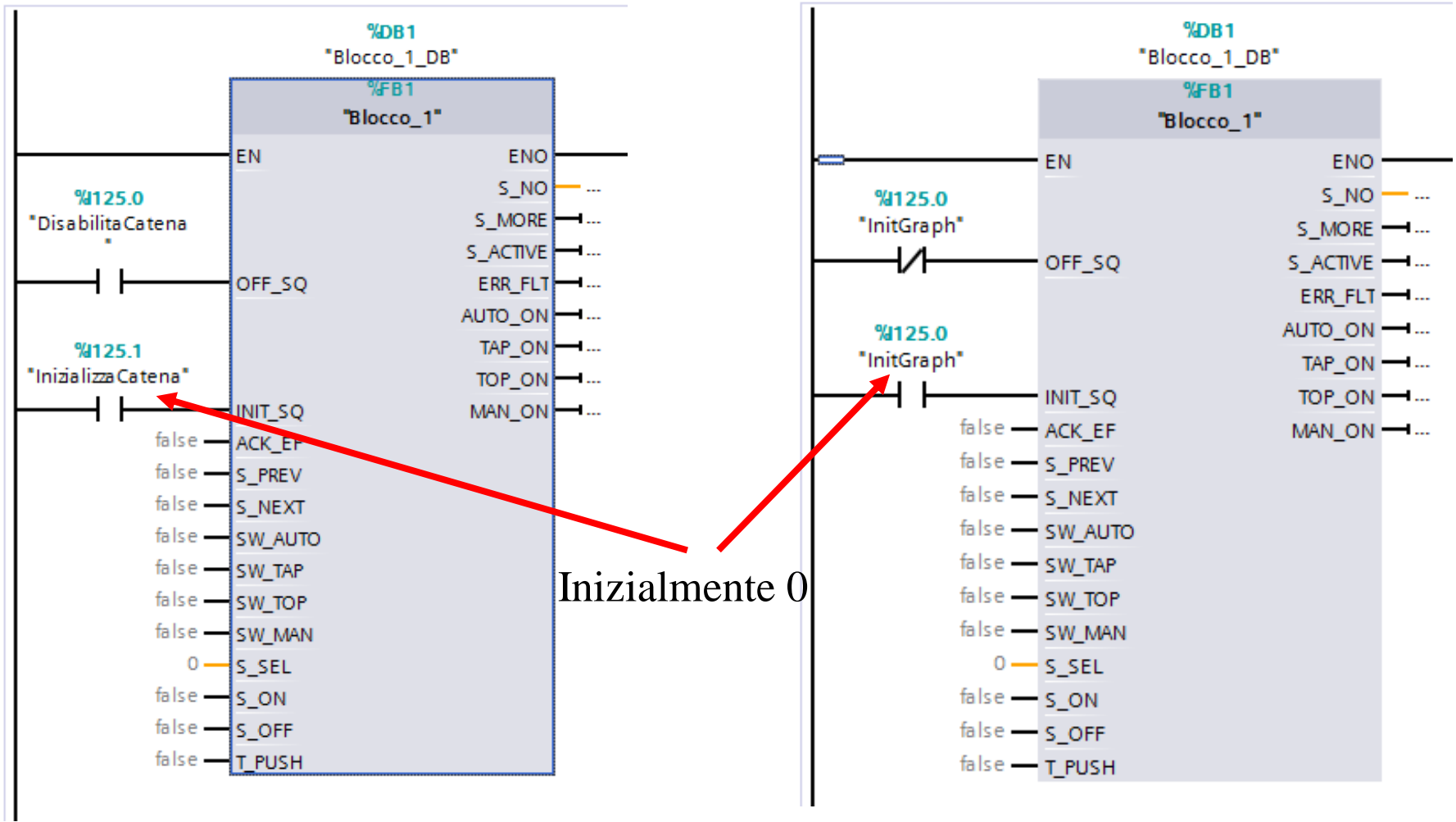
SFC in Siemens TIA Portal

- ❖ Il blocco viene richiamato e la catena passi inizializzata se il parametro INIT_SQ è **"False"**.

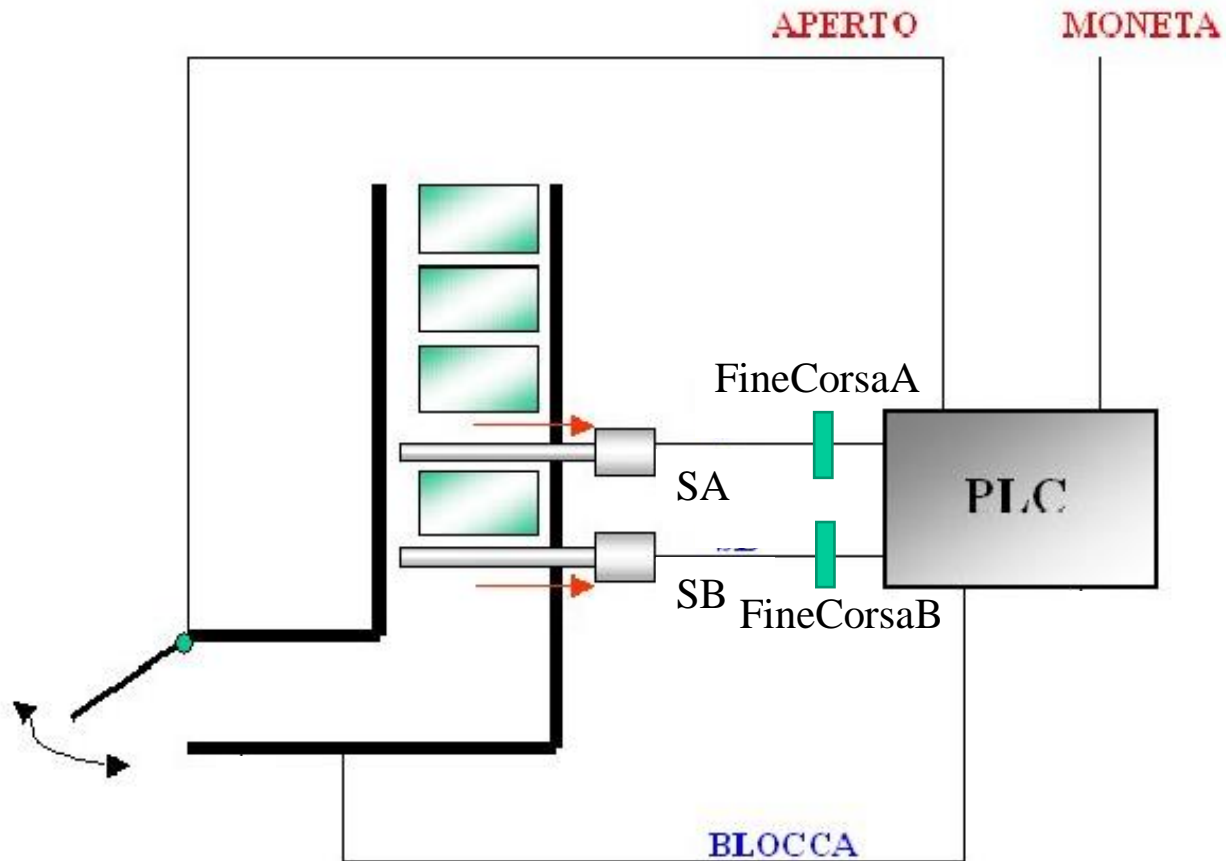


SFC in Siemens TIA Portal

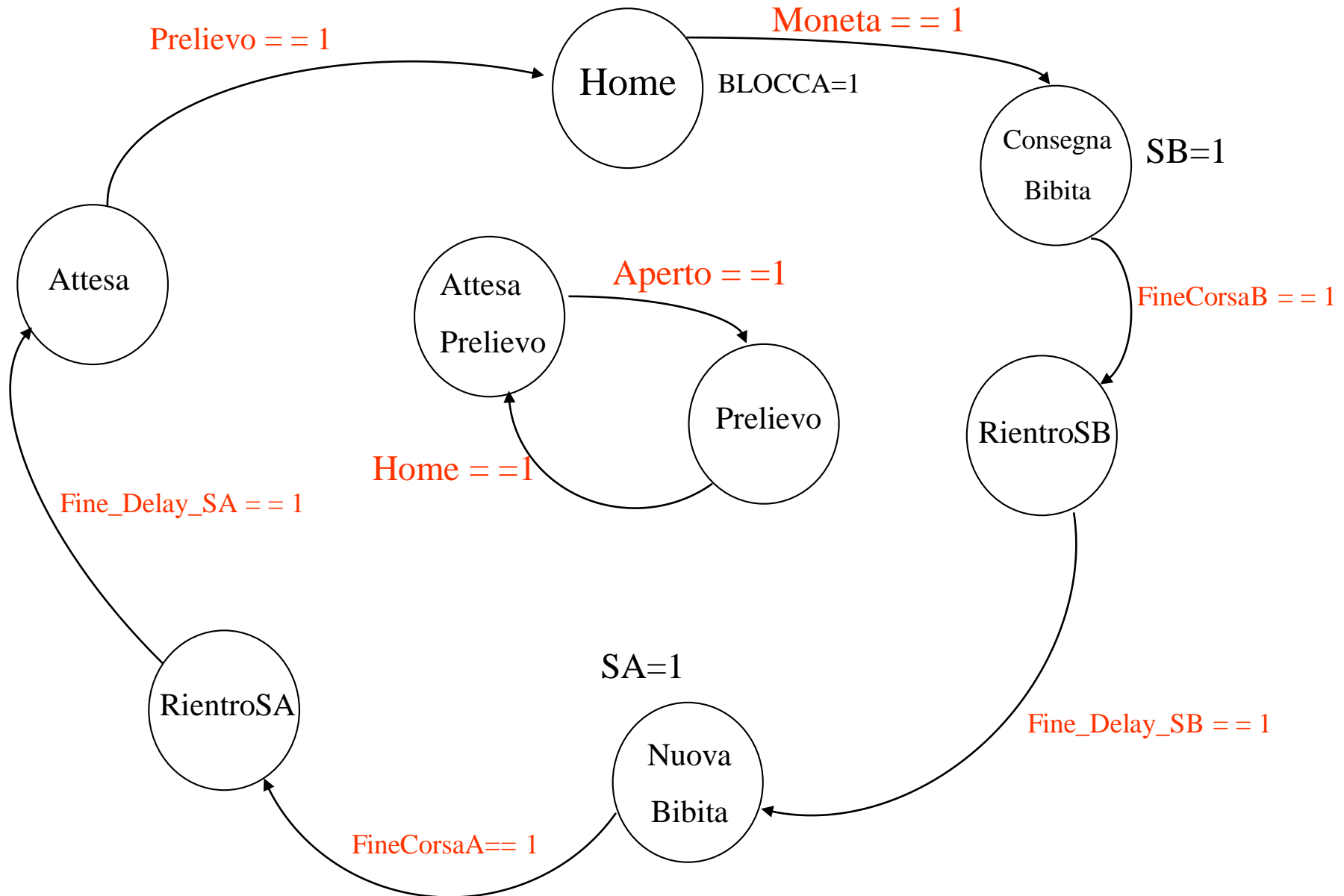
- ❖ Una volta che la catena è stata inizializzata, la successiva disattivazione della catena passi avviene su un **fronte positivo sul parametro OFF_SQ**
- ❖ Per riattivare la catena di passi ed ri-inizializzarla, il parametro **INIT_SQ deve essere pilotato con un fronte positivo.**



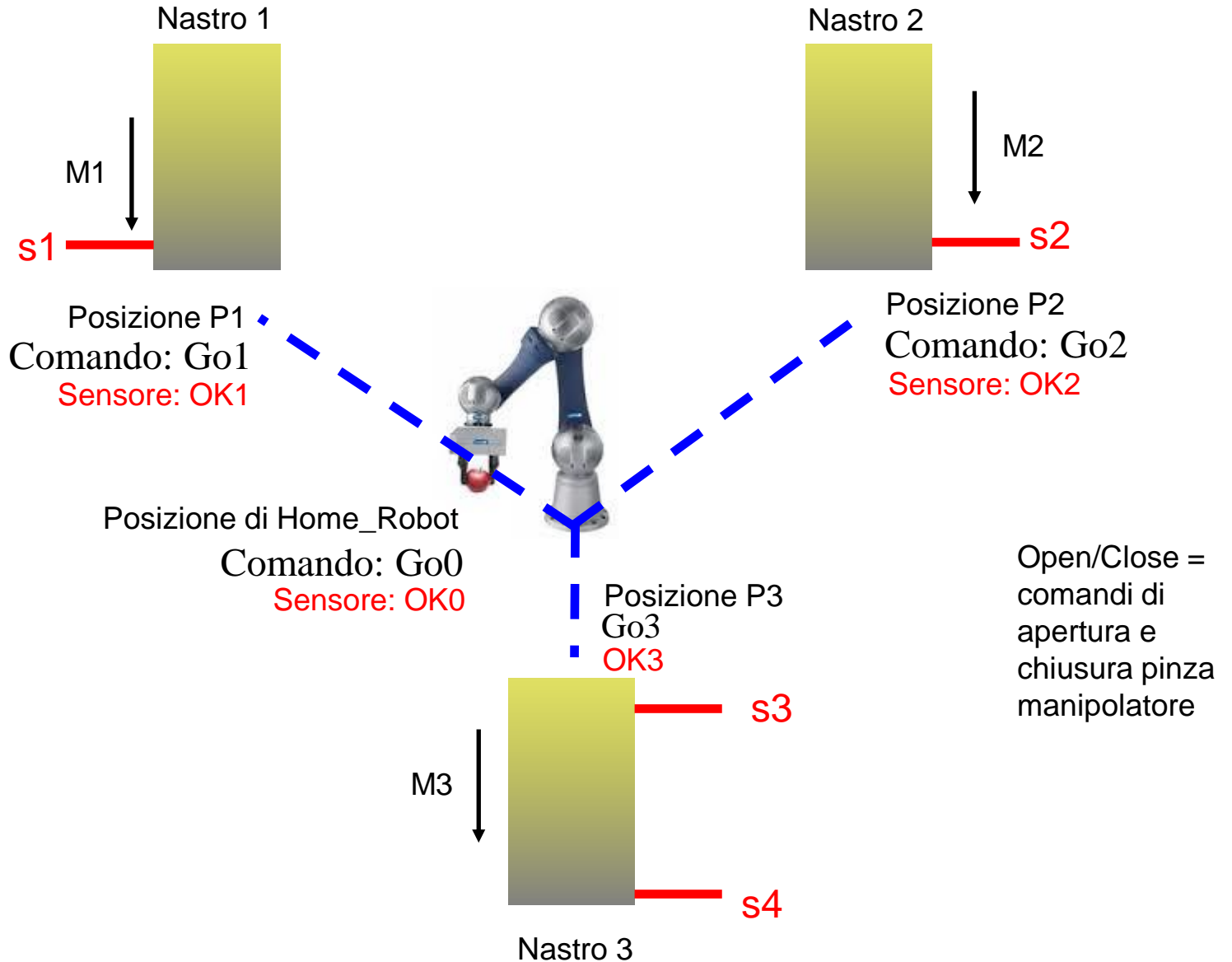
Esercizio: Distributore di Bibite



Esercizio: Distributore di Bibite



Esercizio: 3 Nastri



Esercizio: 3 Nastri

