

Capitolo 2

Integrazione delle macroazioni e dei contatori

In questo capitolo si illustrano le funzionalità integrate: macroazioni e variabili intere con funzione di contatore. L'ultimo paragrafo del capitolo tratta una nuova funzionalità aggiunta ad UniSim: la possibilità di confrontare i valori delle variabili intere.

2.1 Macroazioni

Le macroazioni sono azioni operate da un SFC che hanno effetti sulla condizione di un altro SFC, indipendentemente dalle regole di evoluzione.

Esse non sono previste dallo standard IEC 61131-3 poiché comportano un'assegnazione indiretta del marker booleano di fase dello SFC che subisce la macroazione, il cui valore dovrebbe dipendere soltanto dallo stato in cui quest'ultimo si trova. Tuttavia sono state introdotte per semplificare la risoluzione di alcuni problemi di controllo come, ad esempio, la gestione di situazioni in cui si vengono a verificare comportamenti anomali di sistemi o di processi, situazioni di emergenza e di supervisione da parte di un SFC di livello gerarchico superiore su uno di livello gerarchico inferiore.

Le macroazioni integrate sono tre:

- Forzatura
- Sospensione
- Bloccaggio

2.1.1 Forzatura

La forzatura consente ad un SFC di livello gerarchico superiore di “forzare” un SFC di livello gerarchico inferiore ad assumere una certa condizione, ossia un insieme di fasi attive.

Dal punto di vista dello SFC forzato essa è equivalente all'aggiunta di una transizione superabile in uscita da tutte le fasi che non devono diventare attive e di una in ingresso alle fasi che lo devono diventare.

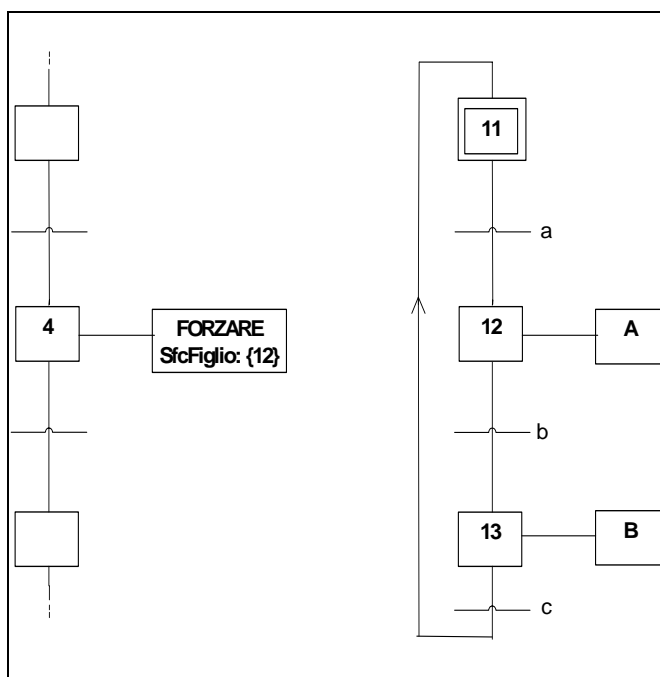


Figura 3a: Esempio di una forzatura

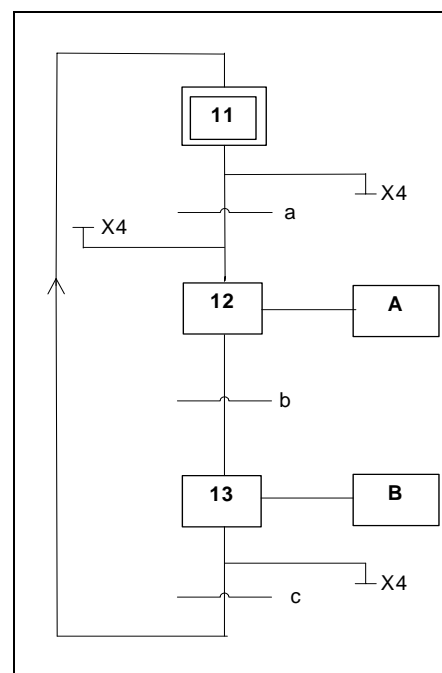


Figura 3b: SFC equivalente

La macroazione associata alla fase quattro dello SFC padre in figura 3a forza lo SFC figlio ad attivare la fase dodici, indipendentemente se la fase undici è attiva e la transizione con condizione “a” è superabile, ed a disattivare tutte le altre. Se la forzatura interessa più fasi esse si riportano tra le parentesi graffe separate da virgole.

In figura 3b si evince che alle fasi undici e tredici, che non devono essere forzate, è stata aggiunta in uscita la transizione X4 che corrisponde al marker della fase quattro, ossia la fase a cui è associata la macroazione. Alla fase che invece deve essere forzata, ossia la dodici, è stata aggiunta la stessa transizione ma in ingresso.

La forzatura può essere impulsiva, se è associata al solo istante di attivazione della fase, o continua se persiste per tutto il tempo in cui la fase a cui è associata è attiva.

2.1.2 Sospensione

La sospensione è un caso particolare della forzatura in cui l'insieme della fasi da forzare è vuoto. Essa consiste nel disattivare tutte le fasi dello SFC forzato e, di conseguenza, nel fermare tutte le azioni.

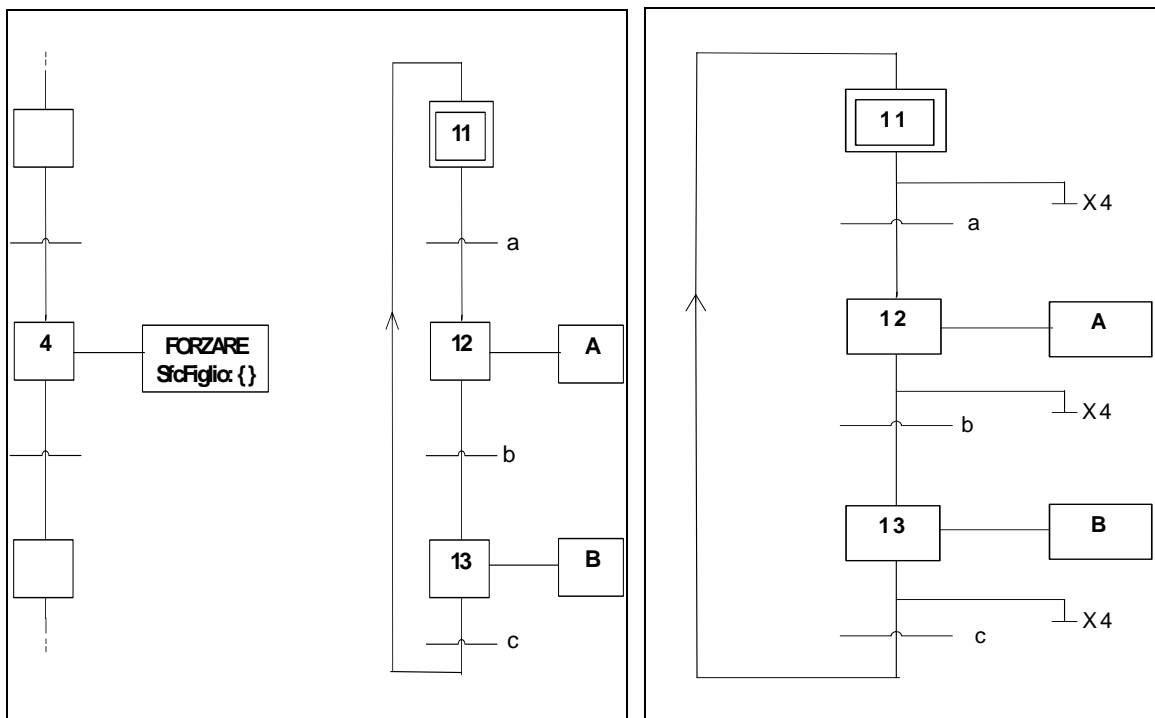


Figura 4a: Esempio di una sospensione

Figura 4b: SFC equivalente

In figura 4a la macroazione associata alla fase quattro dello SFC padre sospende lo SFC figlio forzandolo a disattivare tutte le sue fasi. Una volta sospeso è necessario forzare lo SFC figlio ad attivare almeno una delle sue fasi per permettergli di riprendere la sua normale evoluzione.

Come illustrato in figura 4b, l'effetto della sospensione è equivalente all'aggiunta di una transizione superabile in uscita a tutte le fasi dello SFC che deve essere sospeso.

2.1.3 Bloccaggio

Il bloccaggio consiste nel forzare lo SFC su cui si effettua tale macroazione ad arrestare la sua evoluzione. Lo SFC bloccato rimane nella condizione in cui si trova al momento dell'attivazione della fase dello SFC padre corrispondente alla azione di bloccaggio. Dato che in questo caso una delle fasi è attiva, l'azione ad essa associata persisterà per tutta la durata della macroazione, salvo in caso di azione temporizzata o impulsiva. Quando terminerà la forzatura l' SFC figlio riprenderà la sua normale evoluzione.

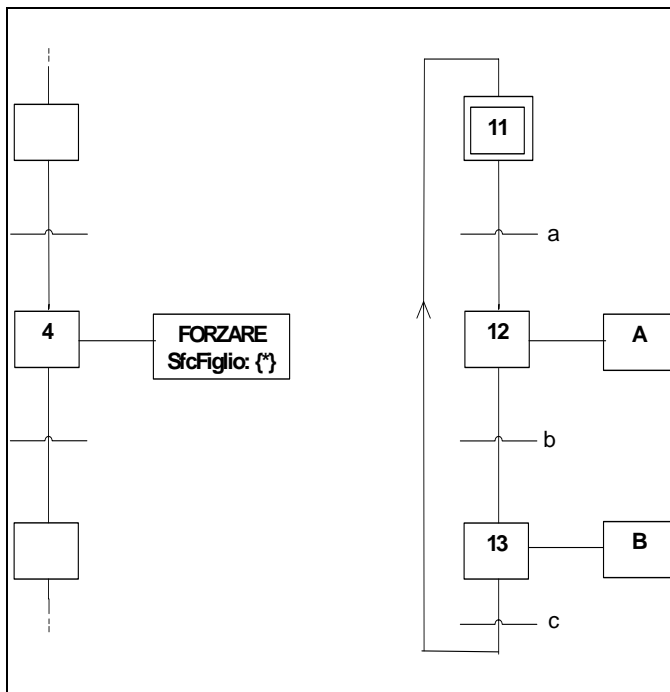


Figura 5a: Esempio di bloccaggio

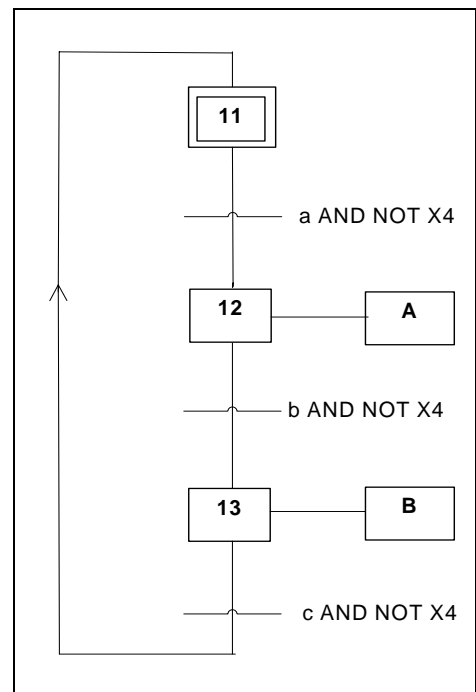


Figura 5b: SFC equivalente

In figura 5a si può notare l'uso dell'asterisco per la definizione della macroazione di bloccaggio.

L'effetto del bloccaggio è equivalente ad aggiungere, in AND con tutte le transizioni dello SFC da bloccare, il negato del marker della fase a cui è riferita la macroazione, come illustra la figura 5b.

In questo modo, quando la fase quattro dello SFC padre è attiva, il marker di fase X4 assume il valore "true" che, negato e posto in AND alle condizioni di tutte le transizioni dello SFC figlio, rende queste ultime non superabili. Lo SFC figlio, quindi, rimarrà

bloccato nella fase in cui si trova fino a quando il marker di fase X4 assumerà il valore “false” (fase quattro dello SFC figlio disattivata).

2.1.4 Integrazione delle macroazioni

Le implementazioni delle macroazioni e dei contatori sono state realizzate modificando lo stesso codice sorgente di UniSim originario in momenti diversi. Esse, quindi, non sono state pensate per coesistere. La modifica al codice per le macroazioni interessa alcune delle classi, e dei metodi di tali classi, interessate anche dalle modifiche per i contatori. Senza entrare in dettaglio nel codice le parti interessate da entrambe le modifiche riguardano la finestra di dialogo per l'aggiunta di una nuova azione, l'esecuzione delle azioni in fase di simulazione e l'import/export del progetto.

L'integrazione delle macroazioni si divide in quattro fasi:

- analisi del codice sorgente di UniSim modificato per l'implementazione delle macroazioni
- analisi del codice sorgente di UniSim modificato per l'implementazione dei contatori
- estrapolazione delle modifiche apportate al codice riguardante le macroazioni
- sistemazione del codice estrapolato nel codice modificato per l'aggiunta dei contatori

Per i motivi elencati sopra l'ultima fase ha comportato un adattamento delle modifiche riguardanti le macroazioni che ha permesso di renderle compatibili con le modifiche riguardanti i contatori e quindi, di integrarle.

Infine c'è da dire che l'aggiunta delle macroazioni in UniSim comporta la modifica dello XML Schema in quanto introduce un tipo di azione (la macroazione) che non è prevista dallo standard IEC 61131-3. In particolare, all'interno dell'elemento “actionBlock” che contiene le informazioni sulle azioni, sono stati aggiunti i tre tipi di macroazioni (fr, ifr, sus e st rispettivamente per le forzature impulsiva e continua, la sospensione e il bloccaggio) nella definizione dell'attributo “qualifier” che specifica il tipo di azione. Sono stati aggiunti inoltre gli attributi “refsfsc” e “steptoforce” che tengono traccia dello SFC sul quale deve

essere attuata la macroazione (“refsfc”) e delle fasi da attivare in caso di forzatura (“steptoforce”).

Di seguito si riporta l'estratto dello XML Schema interessato dalla modifica:

[...]

```
<xsd:attribute name="qualifier" use="optional" default="N">
  <xsd:simpleType>
    <xsd:restriction base="xsd:NMTOKEN">
      <xsd:enumeration value="N" />
      <xsd:enumeration value="R" />
      <xsd:enumeration value="S" />
      <xsd:enumeration value="L" />
      <xsd:enumeration value="D" />
      <xsd:enumeration value="P" />
      <xsd:enumeration value="DS" />
      <xsd:enumeration value="DL" />
      <xsd:enumeration value="SD" />
      <xsd:enumeration value="SL" />
      <xsd:enumeration value="fr" />
      <xsd:enumeration value="ifr" />
      <xsd:enumeration value="sus" />
      <xsd:enumeration value="st" />
    </xsd:restriction>
  </xsd:simpleType>
</xsd:attribute>
<xsd:attribute name="duration" type="xsd:string" use="optional" />
<xsd:attribute name="indicator" type="xsd:string" use="optional" />
<xsd:attribute name="refsfc" type="xsd:string" use="optional" />
<xsd:attribute name="stepstoforces" type="xsd:string" use="optional" />
```

[...]

2.1.5 Uso delle macroazioni in UniSim

In figura 5 è rappresentata la finestra di dialogo che permette l'aggiunta di una azione in UniSim. Per selezionare una macroazione si sceglie dal combobox “Qualifier”, tra la lista delle possibili azioni, il tipo di macroazione desiderata :

- fr forzatura continua
- ifr forzatura impulsiva
- sus sospensione
- st bloccaggio

Dal combobox “POU” si seleziona lo SFC sul quale deve essere operata la macroazione.

Se si tratta di una forzatura si selezionano dal combobox “Steps” le fasi da forzare.

Se le fasi che interessano la forzatura sono più di una, esse verranno visualizzate in “StepList”.

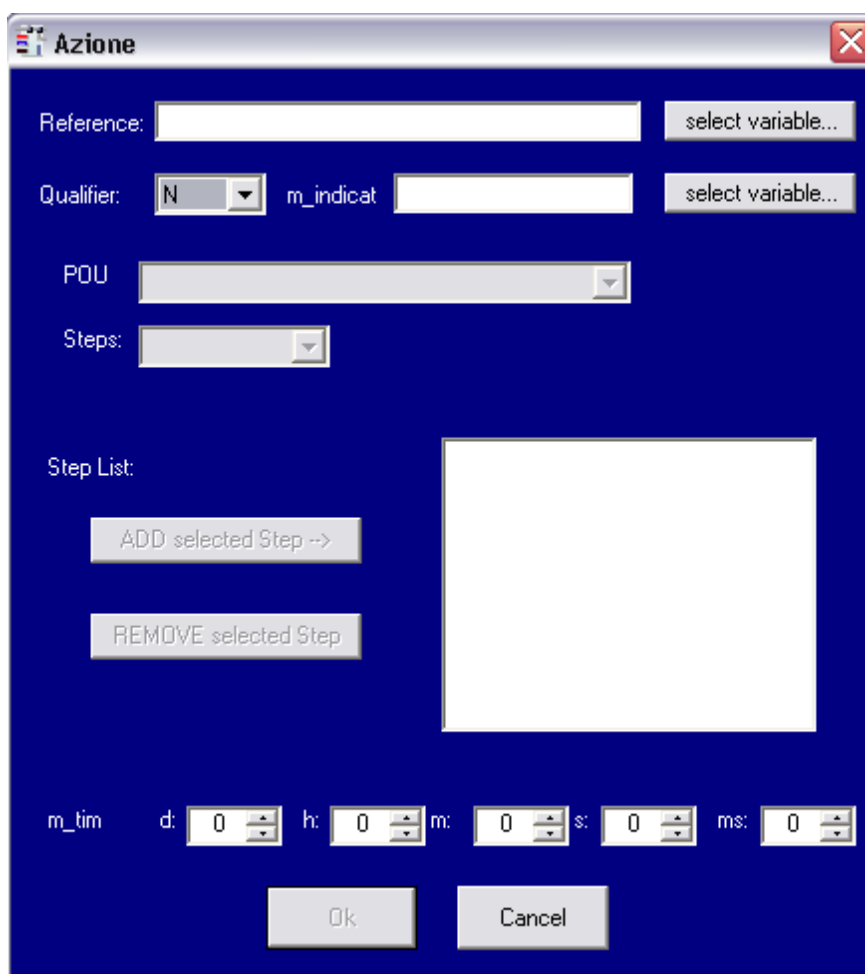


Figura 5: Definizione di una azione in UniSim

Supponendo di voler forzare lo SFC “figlio” ad attivare lo step (fase) “S1” la schermata diventerà come in figura 6:

Figura 6: Esempio di definizione di una forzatura

Facendo click su “Ok” si aggiunge la macroazione ottenendo nell'editor dello SFC l'indicazione del tipo di macroazione, dello SFC interessato e della fase da attivare, come si può vedere in figura 7:

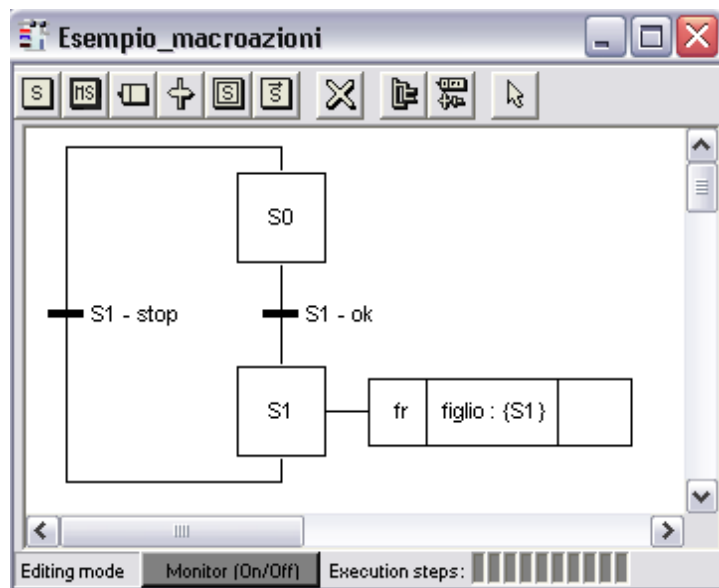


Figura 7: Aggiunta di una forzatura

2.2 Contatori

Il supporto per i contatori è stato realizzato per rispondere alla necessità, nella risoluzione di vari problemi di controllo, di poter effettuare un conteggio per la notifica di un evento. È stata introdotta in UniSim, quindi, la variabile intera, su cui si può effettuare l'incremento e il decremento unitari e l'azzeramento. Essa fornisce un valore booleano che viene letto al momento della valutazione della condizione riferita alla transizione in cui viene usata. Questo valore può essere “true”, se il valore intero della variabile è pari a quello finale, o “false” altrimenti.

2.2.1 Uso dei contatori in UniSim

Per usare un contatore bisogna prima definire una variabile intera nella finestra di dialogo per la gestione delle variabili. Di seguito è riportato l'esempio della definizione della variabile “cont”, di tipo intero, valore attuale intero zero e valore finale cinque:

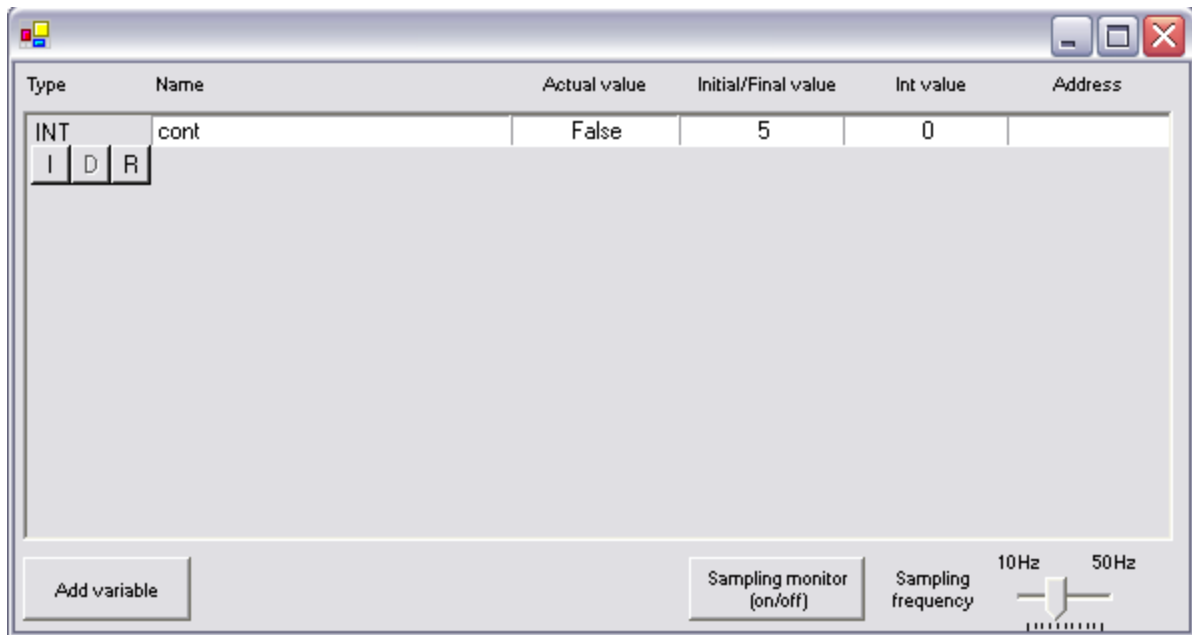


Figura 8: Esempio di definizione di una variabile intera in UniSim

Come si nota dalla figura, il valore attuale booleano è “false” poiché il valore intero non è pari al valore finale. Si nota inoltre che è possibile incrementare, decrementare e azzerare (reset) il valore della variabile.

Una volta aggiunta, la variabile può essere utilizzata nella definizione dell'azione, ad esempio, di incremento selezionandola nella finestra di dialogo illustrata dalla figura 6 come “reference” (variabile alla quale è riferita l'azione).

Selezionando una variabile intera il programma mostra le possibili azioni che si possono effettuare.

In figura 9 è illustrata la selezione dell'azione di incremento.



Figura 9: Definizione della azione di incremento (increase) sulla variabile "cont"

Di seguito è riportato l'esempio di un semplice SFC che incrementa la variabile "cont" fino al raggiungimento del suo valore finale:

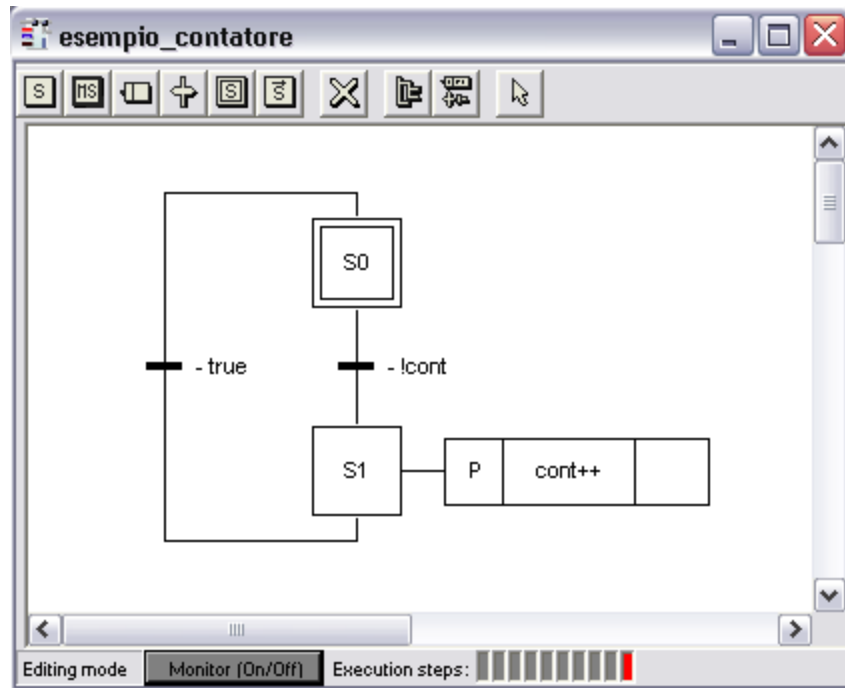


Figura 10: Esempio di utilizzo di un contatore

Come si vede in figura, il contatore può essere usato come una variabile booleana per la definizione della condizione di una transizione.

2.3 Aggiunta della funzionalità del confronto per le variabili intere

Come si è visto precedentemente, per utilizzare i contatori in UniSim bisogna definire una variabile intera. Quest'ultima però non è utilizzabile come una variabile vera e propria, ma soltanto come un oggetto che ha funzioni di contatore. Si sente la necessità, quindi, di sfruttare a pieno l'oggetto variabile intera fornendo all'utente la possibilità di confrontare il valore della variabile, di confrontare i valori di più variabili e di definire espressioni aritmetiche.

L'implementazione delle espressioni aritmetiche è il lavoro principale di questa tesi e sarà esposto nel capitolo quattro. Qui si illustra la modifica apportata per l'aggiunta della funzionalità di confronto, senza entrare in dettaglio nel codice.

2.3.1 Specifica

Il confronto deve poter essere operato sia tra una variabile intera e una costante numerica, sia tra due variabili intere e deve poter essere utilizzato in fase di definizione della condizione relativa ad una transizione.

Gli operatori di confronto che devono essere resi disponibili sono illustrati nella seguente tabella:

Simbolo	Significato	Esempio di utilizzo
=	Uguale	cont1=cont2 oppure cont=5
>	Maggiore	cont1>cont2 oppure cont>5
<	Minore	cont1<cont2 oppure cont<5
>=	Maggiore o uguale	cont1>=cont2 oppure cont>=5
<=	Minore o uguale	cont1<=cont2 oppure cont<=5

Il confronto deve poter essere utilizzato in AND o OR agli altri elementi utilizzabili (variabili booleane, marker di fase, confronto sul tempo di attivazione di un marker di fase).

2.3.2 Implementazione

Le modifiche apportate interessano principalmente la classe “BooleanExpression”, del modulo “UnisimClassLibrary”, che si occupa della valutazione dell'espressione logica legata ad una transizione. Non è stato necessario modificare né la parte grafica, in quanto la finestra di dialogo si limita ad accettare in input dall'utente la stringa che specifica l'espressione logica, né l'import/export del progetto poichè la stessa stringa viene salvata direttamente nel file XML.

Per i dettagli sul codice si rimanda al capitolo quattro.

2.3.3 Uso del confronto per le variabili intere in UniSim

Il confronto delle variabili intere, come detto in precedenza, può essere utilizzato per la definizione della condizione di una transizione. In figura undici è riportato un esempio analogo a quello in figura 10, con l'uso del confronto per far arrestare il ciclo al raggiungimento del valore cinque da parte della variabile intera “cont”.

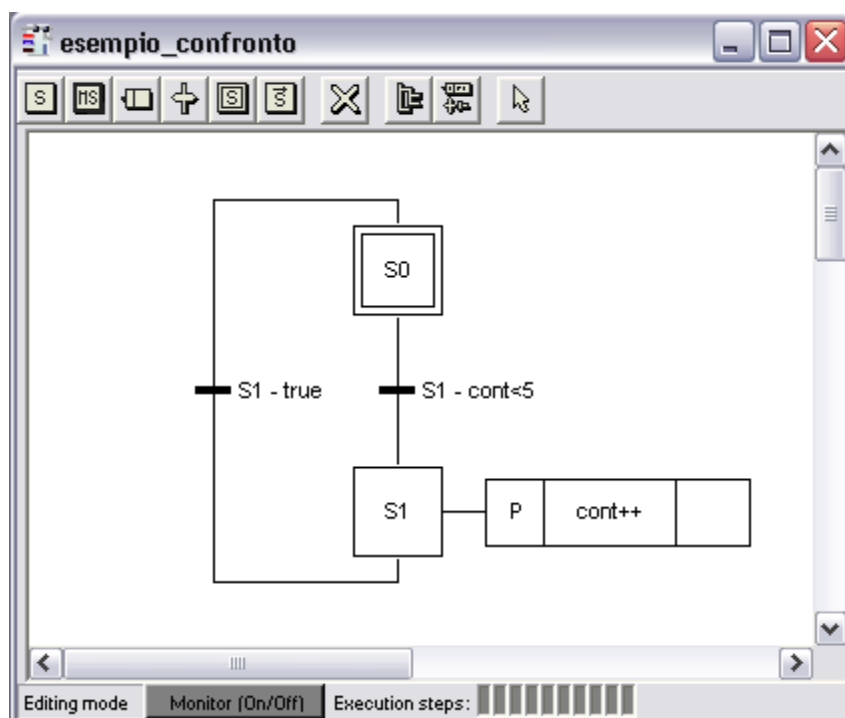


Figura 11: Esempio di utilizzo del confronto per le variabili intere