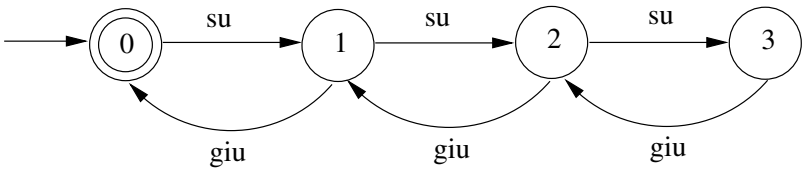
FONDAMENTI DI PROGRAMMAZIONE (A,B,C,D)
Appello del 15/07/2002
Soluzioni proposte

ESERCIZIO 1 (5 punti)
Si supponga di avere una scala formata da **tre gradini** e di rappresentare con il simbolo $\uparrow$ l'azione che corrisponde a salire di un gradino e con il simbolo $\downarrow$ l'azione che corrisponde a scendere di un gradino. Si definisca un automa che riconosce tutte e sole le stringhe di Λ^*, con $\Lambda = \{\uparrow, \downarrow\}$, che corrispondono a sequenze di azioni che iniziano dalla base della scala e riportano, alla fine della sequenza, alla base della scala.

SOLUZIONE
Nella figura il simbolo $\uparrow$ è rappresentato da `su` e il simbolo $\downarrow$ è rappresentato da `giu`.



ESERCIZIO 2 (5 punti)
Si definisca una grammatica sull'alfabeto Λ dell'esercizio precedente che generi tutte e sole le stringhe di Λ^* che rappresentano sequenze di azioni che, a partire dalla base della scala, riportano alla base stessa, nell'ipotesi che il numero di gradini della scala sia illimitato.

SOLUZIONE
La struttura della grammatica è analoga a quella per le stringhe di parentesi bilanciate.

<S> ::= ϵ | $\uparrow$ <S> $\downarrow$ <S>

Un'altra possibile soluzione è la seguente:

<S> ::= ϵ | $\uparrow$ <S> $\downarrow$ | <S> <S>

ESERCIZIO 3 (5 punti)
Si supponga di estendere la sintassi del linguaggio didattico aggiungendo il seguente comando:

```
Com ::= Ide = Exp, Exp, Exp
```

con la seguente semantica informale. L'esecuzione di `x = E1, E2, E3` assegna alla variabile intera `x` il valore di `E1`, di `E2` o di `E3` a seconda che, prima dell'assegnamento, il valore di `x` sia minore, maggiore o uguale a `0`.
Si diano le regole di semantica operazionale per il nuovo comando, in riferimento al modello in cui lo stato è composto solo da una pila di frame.

SOLUZIONE

$$\frac{\sigma(\mathtt{x}) < \underline{0} \qquad \langle \mathtt{E1}, \sigma\rangle \rightarrow_{exp} \underline{\mathtt{v}}}{\langle \mathtt{x{=}E1,E2,E3;}, \sigma\rangle \rightarrow_{com} \sigma[^{\underline{\mathtt{v}}}/_{\mathtt{x}}]} \quad (com_{<0})$$

$$\frac{\sigma(\mathtt{x}) > \underline{0} \qquad \langle \mathtt{E2}, \sigma\rangle \rightarrow_{exp} \underline{\mathtt{v}}}{\langle \mathtt{x{=}E1,E2,E3;}, \sigma\rangle \rightarrow_{com} \sigma[^{\underline{\mathtt{v}}}/_{\mathtt{x}}]} \quad (com_{>0})$$

$$\frac{\sigma(\mathtt{x}) = \underline{0} \qquad \langle \mathtt{E3}, \sigma\rangle \rightarrow_{exp} \underline{\mathtt{v}}}{\langle \mathtt{x{=}E1,E2,E3;}, \sigma\rangle \rightarrow_{com} \sigma[^{\underline{\mathtt{v}}}/_{\mathtt{x}}]} \quad (com_{=0})$$

ESERCIZIO 4 (5 punti)
Si completi la definizione del seguente metodo

```
public bool sumafter (int [] a)
/** @param a: un array di interi
    @return: restituisce true se ogni elemento dell'array, escluso l'ultimo,
             e' uguale alla somma degli elementi che lo seguono; restituisce false altrimenti.
*/
```

SOLUZIONE

```
public bool sumafter (int [] a)
 {
     int n = a.length;
     int somma = a[n-1];
     int i=n-2;
     bool risultato = true;
     while (i >= 0  && risultato)
       if (a[i]==somma)
         {
             somma = somma + a[i];
             i=i-1;
         }
       else risultato = false;
     return risultato;
 }
```

ESERCIZIO 5 (5 punti)
Dato l'alfabeto $\Lambda = \{\mathtt{a}, \mathtt{b}, \mathtt{c}\}$ si definisca un sistema di transizioni le cui configurazioni contengano l'insieme $\{\langle \alpha, x\rangle \mid \alpha \in \Lambda^*,\ x \in \{\mathtt{START}, \mathtt{STOP}\}\}$ (e le cui configurazioni terminali siano tutte e sole quelle del tipo $\langle \alpha, \mathtt{STOP}\rangle$) e la cui relazione di transizione $\rightarrow$ consenta di ottenere derivazioni del tipo $\langle \alpha, \mathtt{START}\rangle \rightarrow^* \langle \beta, \mathtt{STOP}\rangle$, dove β è la stringa α rovesciata.

SOLUZIONE
Proponiamo due soluzioni.

Soluzione *big-step*

$$\frac{}{\langle \epsilon, \mathtt{START}\rangle \rightarrow \langle \epsilon, \mathtt{STOP}\rangle} \qquad (r1)$$

$$\frac{x \in \{\mathtt{a}, \mathtt{b}, \mathtt{c}\} \qquad \langle \alpha, \mathtt{START}\rangle \rightarrow \langle \beta, \mathtt{STOP}\rangle}{\langle x\alpha, \mathtt{START}\rangle \rightarrow \langle \beta x, \mathtt{STOP}\rangle} \qquad (r2)$$

Soluzione *small-step*

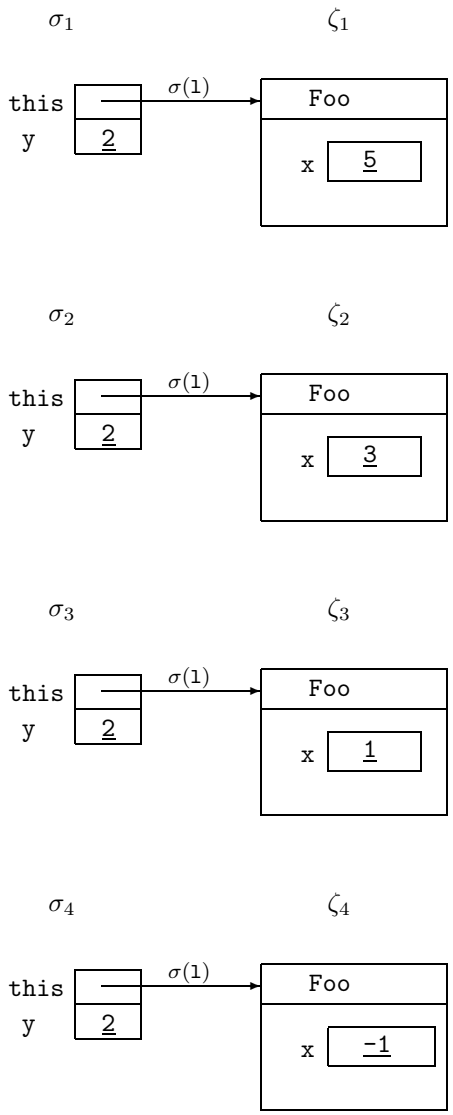
$$\frac{}{\langle \alpha, \mathtt{START}\rangle \rightarrow \langle \alpha, \epsilon\rangle} \qquad (r1)$$

$$\frac{x \in \{\mathtt{a}, \mathtt{b}, \mathtt{c}\}}{\langle x\alpha, \beta\rangle \rightarrow \langle \alpha, x\beta\rangle} \qquad (r2)$$

$$\frac{}{\langle \epsilon, \beta\rangle \rightarrow \langle \beta, \mathtt{STOP}\rangle} \qquad (r3)$$

ESERCIZIO 6 (5 punti)
Dato il seguente programma:

```
prog {
       class Foo
         {
          public int x;
          public void dec (int y)
              {
                 if (this.x>0)
                    { this.x = this.x-y;
                      this.dec(y);
                    }
              }
         }
         {
           Foo l = new Foo;
           l.x = 5;
           l.dec(2);
          }
     }
```

rappresentare graficamente l'evoluzione della pila di frame e dello heap **durante** l'esecuzione della chiamata `l.dec(2)`.

SOLUZIONE
Nella rappresentazione grafica che segue, σ_i e ζ_i sono la pila di frame e lo heap al momento della i-esima chiamata del metodo (in particolare σ_1 e ζ_1 sono la pila e lo heap al momento della chiamata del metodo nel programma principale). Inoltre $\sigma(\texttt{l})$ indica il riferimento all'oggetto associato a `l` nello heap al momento della sua dichiarazione.