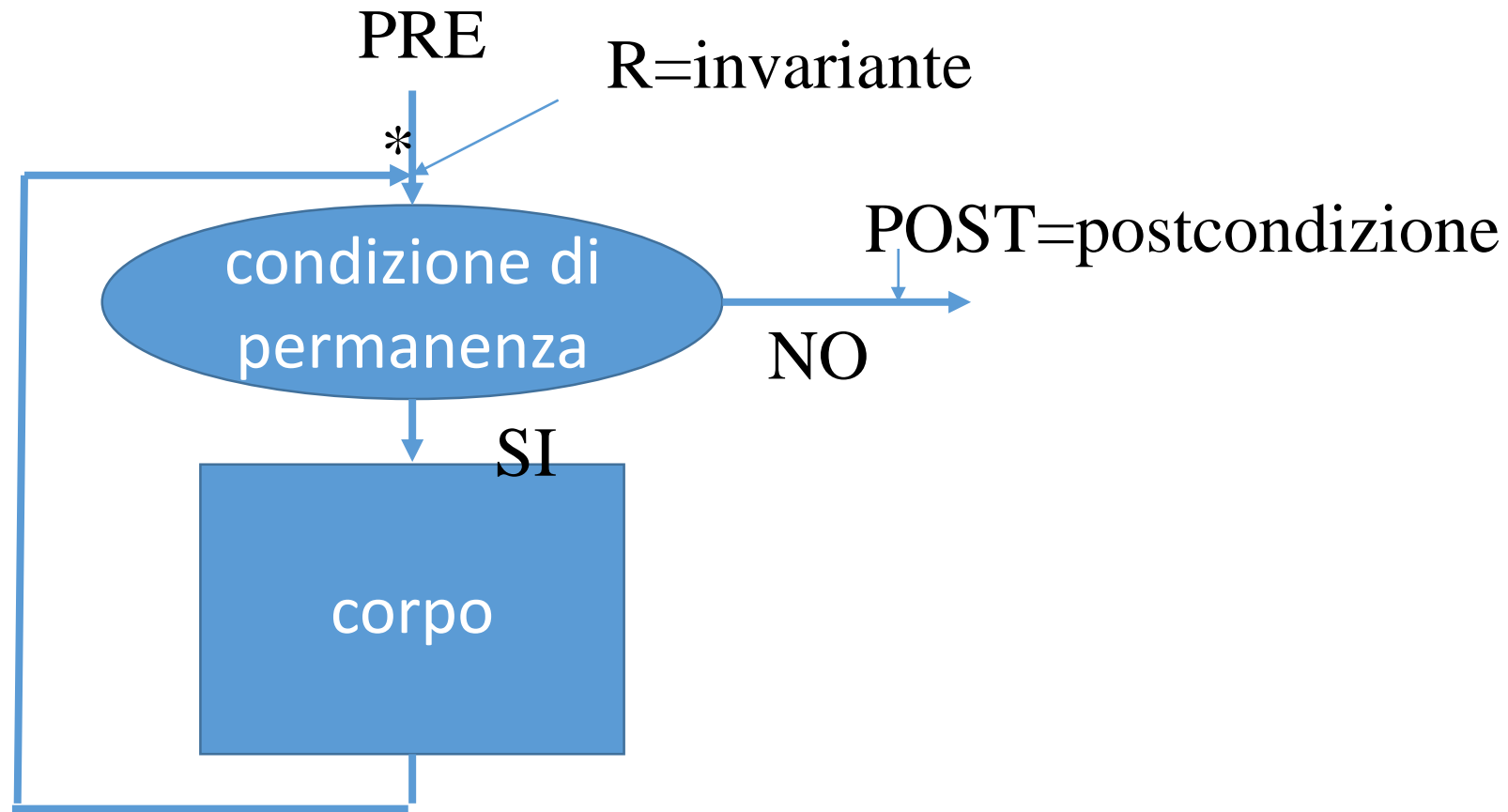


esempi di invarianti



per dimostrare la correttezza del ciclo dobbiamo provare 3 cose:

- 1) R è vero la prima volta che arrivo in (*)
- 2) se vale $R \ \&\& \text{(condiz. permanenza)}$ allora, dopo aver eseguito una volta il corpo, deve valere di nuovo R
- 3) $R \ \&\& \text{!(condiz. permanenza)} \Rightarrow \text{POST}$

leggiamo n e x e poi leggiamo n interi e contiamo quanti x ci sono

PRE=(cin contiene n e x, $n \geq 0$, e poi n valori)

```
int conta=0, i=0, n,x,a;
```

```
cin >> n >> x;
```

```
while (*) (i<n)
```

```
{
```

```
    cin >> a;
```

```
    i++;
```

```
    if(a == x) conta++;
```

```
}
```

R=($0 \leq i \leq n$) && (letti i valori) &&
(conta = n. di x tra i valori letti)

POST=(conta è il n. di x negli n valori letti da cin)

$R = (0 \leq i \leq n) \ \&\& \ (\text{letti } i \text{ valori}) \ \&\& \ (\text{conta} = n. \text{ di } x \text{ tra i valori letti})$

1) co $i=0$ e $\text{conta}=0$ vale R

2) il ciclo legge un valore in più ed eventualmente incrementa conta

3) $R \ \&\& \ (i=n)$

$\Rightarrow \text{POST} = (\text{conta è il n. di } x \text{ negli } n \text{ valori letti da cin})$

albero di Natale: si legge $n > 2$ e si stampa l'albero di altezza n

n=3	*	n=4	*	n=5	*
***		***		***	
*		*****		*****	
		*		*****	
				*	

ogni riga consiste di alcuni spazi seguiti da stelle:
nella prima riga $n-2$ spazi seguiti da 1 stella
nella seconda riga $n-2-1$ spazi seguiti da $1+2$ stelle
nella terza riga $n-2-1-1$ spazi seguiti da $1+2+2$ stelle
e questo per $n-1$ righe
poi c'è la riga del tronco con 1 sola stella

useremo 2 variabili: nspazi e nstelle è facile definire cicli che stampano nspazi e nstelle su una riga:

```
int i=0;
while(i <nspazi) //R=(0<=i<=n) && (stampati i spazi)
{
    cout<<' ';
    i++;
}
POST=(stampati nspazi spazi)
in uscita dal ciclo (i = nspazi)
```

un ciclo simile può stampare le stelle

abbiamo bisogno di definire un ciclo sulle $n - 1$ righe dell'albero che faccia variare n_{spazi} e n_{stelle} in modo appropriato per ciascuna riga e che usi i cicli appena visti per stampare spazi e stelle della riga.

$R = (0 \leq k \leq n - 1) \&\& (\text{stampate le prime } k \text{ righe}) \&\& (n_{\text{spazi}} \text{ e } n_{\text{stelle}} \text{ sono ok per prossima riga})$

ciclo da fare tale che R sia invariante

POST= (stampate le prime $n - 1$ righe dell'albero di altezza n)