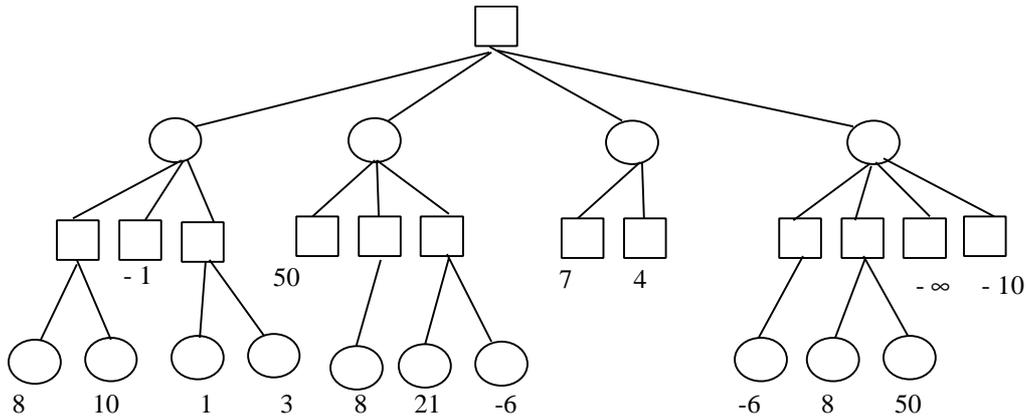


# I COMPITO INTERMEDIO DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE

25 Marzo 2002 - Tempo a disposizione: 2 ore

## Esercizio 1 (punti 8)

Dato il seguente albero di ricerca per un gioco a due giocatori, si mostri quale mossa selezionerà MIN, secondo l'algoritmo MIN-MAX. Si mostri inoltre come può essere ridotto l'albero applicando i tagli alfa-beta.



## Esercizio 2 (punti 7)

Formalizzare il seguente problema come Problema di Soddisfacimento di Vincoli (CSP):

*“Ieri ho pagato un conto. Poi mi sono accorto di aver dato in Euro quello che dovevo in centesimi, e in centesimi il dovuto in Euro. Mi è costato più del doppio di quello che avrei dovuto, con una differenza di 89 centesimi. Qual era la cifra dovuta?”*

Si risolva poi il problema utilizzando il Forward Checking. (Suggerimento: si utilizzino due variabili che rappresentano gli Euro e i Centesimi pagati).

## Esercizio 3 (punti 7)

Dato il seguente sistema di vincoli:

$X < Y$

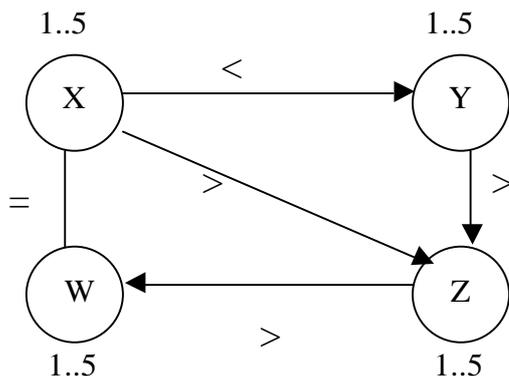
$X > Z$

$X = W$

$Y > Z$

$Z < W$

dove le variabili variano sull'intervallo  $[1..5]$ , rappresentato dalla seguente rete:



Si applichi l'arc consistenza e si faccia vedere, passo passo, come variano i domini delle variabili del problema (considerare i vincoli nell'ordine dato).

#### **Esercizio 4 (punti 8)**

Si traducano le seguenti frasi nella logica dei predicati del primo ordine, poi in forma a clausole:

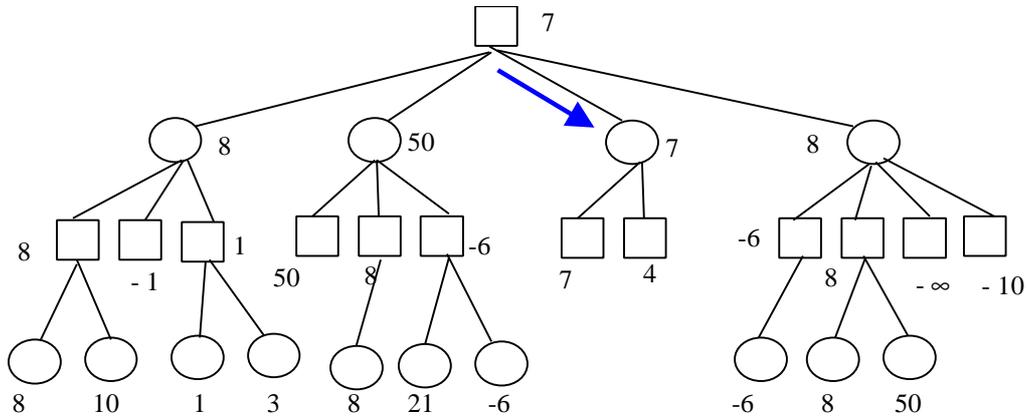
- Ogni principessa o è prigioniera o è in pericolo
- Se una principessa è prigioniera, un principe cerca di salvarla
- Chi è libero non è prigioniero (e viceversa)
- Fiona è una principessa
- Fiona è libera

Si usi poi il principio di risoluzione per dimostrare che esiste una principessa in pericolo.

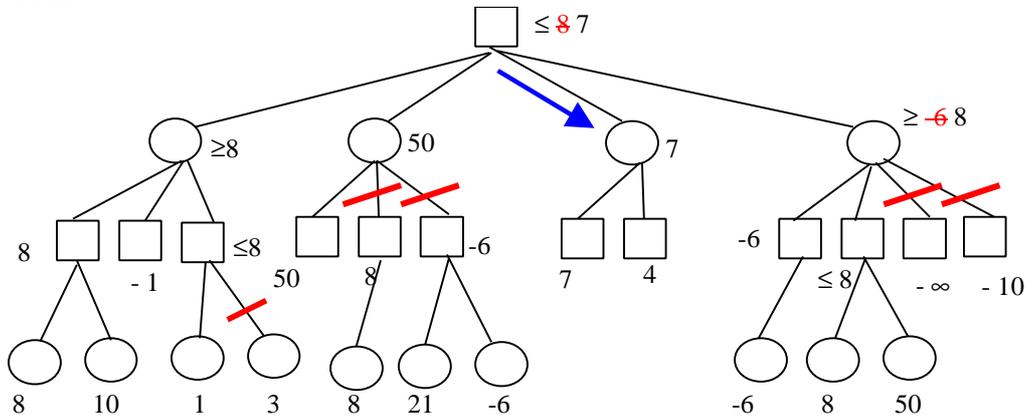
## SOLUZIONE

### Esercizio 1

min-max:



Tagli alfa-beta:



### Esercizio 2

Formalizzazione CSP:

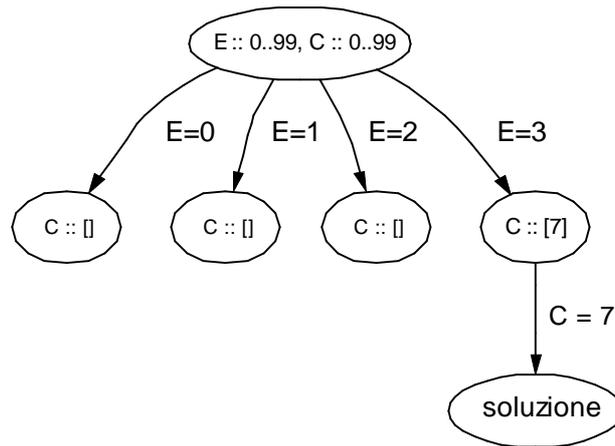
Abbiamo due variabili, che vanno da 0 a 99 (in quanto i centesimi possono andare solo da 0 a 99 e gli Euro sono scambiati con i centesimi nella cifra effettivamente pagata)

Variabili: E, C  
 Domini: 0..99  
 Vincoli:  $100 * C + E = 2 * (100 * E + C) + 89$

Visto che ho pagato più del dovuto, possiamo dire anche che  $C > E$  (vincolo ridondante).

Soluzione:

Risolviamo con il Forward Checking:



**Esercizio 3**

X<Y

X>Z

X=W

Y>Z

Z<W

Passo 0:

X 1..5

Y 1..5

Z 1..5

W 1..5

Passo 1: (X<Y)

X 1..4

Y 2..5

Z 1..5

W 1..5

Passo 2: (X>Z)

X 2..4

Y 2..5

Z 1..3

W 1..5

Passo 3: (X=W)

X 2..4

Y 2..5

Z 1..3

W 2..4

Passo 4: (Y>Z)

X 2..4

Y 2..5

Z 1..3

W 2..4

Passo 5: (Z<W)

X 2..4  
Y 2..5  
Z 1..3  
W 2..4

Passo 6: (X<Y)

X 2..4  
Y 3..5  
Z 1..3  
W 2..4

Passo 7: (X>Z)

X 2..4  
Y 3..5  
Z 1..3  
W 2..4

... tutti gli archi arc consistenti, i domini non cambiano più.

#### **Esercizio 4**

*In logica:*

$\forall X$  principessa(X)  $\rightarrow$  prigioniera(X) ex-or in\_pericolo(X)  
 $\forall X$  principessa(X) and prigioniera(X)  $\rightarrow \exists Y$  principe(Y) and salva(Y,X)  
 $\forall X$  prigioniera(X)  $\rightarrow$  not libera(X)  
 $\forall X$  libera(X)  $\rightarrow$  not prigioniera(X)  
principessa(fiona)  
libera(fiona)  
Query:  $\exists Y$  principessa(Y) and in\_pericolo(Y)

*Trasformazione in clausole:*

C1: not principessa(X) or prigioniera(X) or in\_pericolo(X)  
C2: not principessa(X) or not prigioniera(X) or not in\_pericolo(X)  
C3: not principessa(X) or not prigioniera(X) or [principe(salvatore(X)) and salva(salvatore(X),X)]  
C3': not principessa(X) or not prigioniera(X) or principe(salvatore(X))  
C3'': not principessa(X) or not prigioniera(X) or salva(salvatore(X),X)  
C4: prigioniera(X) or libera(X)  
C5: not prigioniera(X) or not libera(X)  
C6: principessa(fiona)  
C7: libera(fiona)  
Goal: not principessa(Y) or not in\_pericolo(Y)

*Applicando il Principio di Risoluzione:*

C8 (da C6 e Goal): not in\_pericolo(fiona)  
C9 (da C8 e C1): not principessa(fiona) or prigioniera(fiona)  
C10 (da C9 e C6): prigioniera(fiona)  
C11 (da C10 e C5): not libera(fiona)  
C12 (da C11 e C7): clausola vuota