

# COMPITO DI APPLICAZIONI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE

31 Marzo 2011 (Punteggio su 30/30; Tempo 2h)

## Esercizio 1 (punti 8)

Dato il seguente training set S:

Delay	Bandwith	Classe
1	10	Si
1	100	No
1	1000	No
2	100	Si
1	10	No
?	100	Si
1	1000	No
2	10	Si
1	100	No
2	100	Si
2	1000	Si
?	10	No
2	1000	Si
2	10	No
2	100	No

- Si calcoli l'entropia del training set rispetto all'attributo Classe
- Si calcoli il guadagno dei due attributi rispetto a questi esempi di training
- si costruisca un albero decisionale ad un solo livello per il training set dato, indicando le etichette delle foglie (numero di esempi finiti nella foglia/numero di esempi finiti nella foglia non appartenenti alla classe della foglia).
- si classifichi l'istanza:

?	1000
---	------

## Esercizio 2 (punti 8)

L'esercizio su CLP si svolge alle ore 14:30 in Lab Info Grande.

## Esercizio 3 (punti 8)

Si consideri il seguente problema: si devono riprodurre due video (v1 e v2) con un dispositivo multimediale ipod. Ho a disposizione le seguenti azioni, dove ciascuna riproduzione esaurisce la batteria:

**riproduci (Video,Dispositivo)**

**PREC: caricato (Video,Dispositivo) , batteria\_ok (Dispositivo)**

**EFFECT: riprodotto (Video,Dispositivo) , not batteria\_ok (Dispositivo)**

**carica (Video,Dispositivo)**

**PREC: not caricato (Video,Dispositivo) , batteria\_ok (Dispositivo)**

**EFFECT: caricato (Video,Dispositivo)**

**Carica\_batteria (Dispositivo)**

**PREC: not batteria\_ok (Dispositivo)**

**EFFECT: batteria\_ok (Dispositivo)**

Stato iniziale:

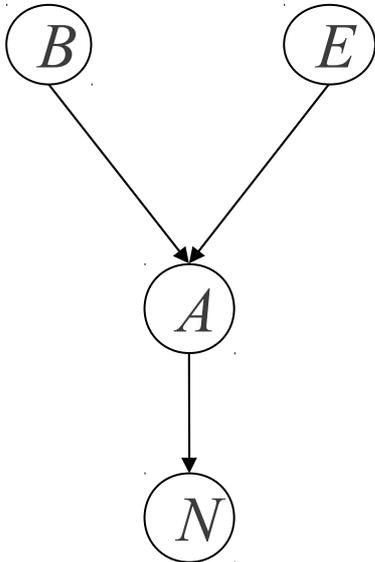
**batteria\_ok (ipod) , caricato (v1, ipod)**

Stato goal: **riprodotto (v1, ipod) , riprodotto (v2, ipod)**

Si mostrino i passi compiuti dall'algoritmo POP per risolvere il problema.

**Esercizio 4 (punti 6) –per chi ha seguito nell’A.A. 2006/07 o successivi**

Sia data la seguente rete bayesiana



Dove tutte le variabili assumono i valori yes e no.  
Le tabelle di probabilità condizionata sono

P(B)	
B=yes	0.1
B=no	0.9

P(E)	
E=yes	0.05
E=no	0.95

P(A BE)	no,no	no,yes	yes,no	yes,yes
A=yes	0.1	0.85	0.9	0.99
A=no	0.9	0.15	0.1	0.01

P(N A)	A=no	A=yes
N=yes	0.1	0.95
N=no	0.9	0.05

Si calcoli la probabilità  $P(B|N,E)$

**Esercizio 4a (punti 3) –per chi ha seguito nell’A.A. 2004/05 o precedenti**

Scrivere il meta interprete per Prolog puro, che ne conserva regola di calcolo e modalità di selezione delle clausole.

**Esercizio 4b (punti 3) –per chi ha seguito nell’A.A. 2004/05 o precedenti**

Spiegare brevemente qual è la differenza fra la formulazione di Green e la formulazione di Kowalski nel planning automatico mediante deduzione.

## SOLUZIONE

### Esercizio 1

a)  $\text{info}(S) = -7/15 \cdot \log_2 7/15 - 8/15 \cdot \log_2 8/15 = 0.997$

b)

Per calcolare il guadagno dell'attributo Delay non si usa l'entropia calcolata su tutto il training set ma solo sugli esempi che hanno Delay noto (insieme F):

$$\text{info}(F) = -6/13 \cdot \log_2 6/13 - 7/13 \cdot \log_2 7/13 = 0.996$$

$$\text{info}_{\text{Delay}}(F) = 6/13 \cdot (-1/6 \cdot \log_2 1/6 - 5/6 \cdot \log_2 5/6) + 7/13 \cdot (-5/7 \cdot \log_2 5/7 - 2/7 \cdot \log_2 2/7) = 0.462$$
$$*0.650 + 0.538 * 0.863 = 0.765$$

$$\text{gain}(\text{Delay}) = 13/15 \cdot (0.997 - 0.765) = 0.201$$

$$\text{splitinfo}(\text{Delay}) = -6/15 \cdot \log_2(6/15) - 7/15 \cdot \log_2(7/15) - 2/15 \cdot \log_2(2/15) = 1.429$$

$$\text{gainratio}(\text{Delay}) = 0.201 / 1.429 = 0.141$$

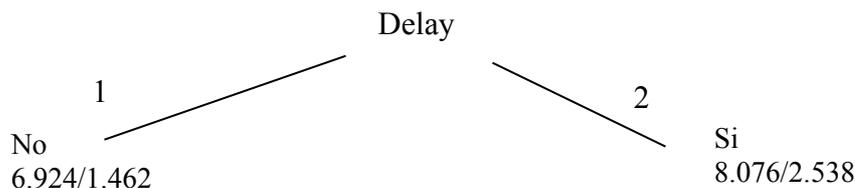
$$\text{info}_{\text{Bandwith}}(S) = 5/15 \cdot (-2/5 \cdot \log_2 2/5 - 3/5 \cdot \log_2 3/5) + 6/15 \cdot (-3/6 \cdot \log_2 3/6 - 3/6 \cdot \log_2 3/6) + 4/15 \cdot (-2/4 \cdot \log_2 2/4 - 2/4 \cdot \log_2 2/4) = 0.333 * 0.971 + 0.4 * 1 + 0.267 * 1 = 0.990$$

$$\text{gain}(\text{Bandwith}) = 0.997 - 0.990 = 0.007$$

$$\text{splitinfo}(\text{Bandwith}) = -5/15 \cdot \log_2(5/15) - 6/15 \cdot \log_2(6/15) - 4/15 \cdot \log_2(4/15) = 1.566$$

$$\text{gainratio}(\text{Bandwith}) = 0.007 / 1.566 = 0.004$$

c) L'attributo scelto per la radice dell'albero è Delay

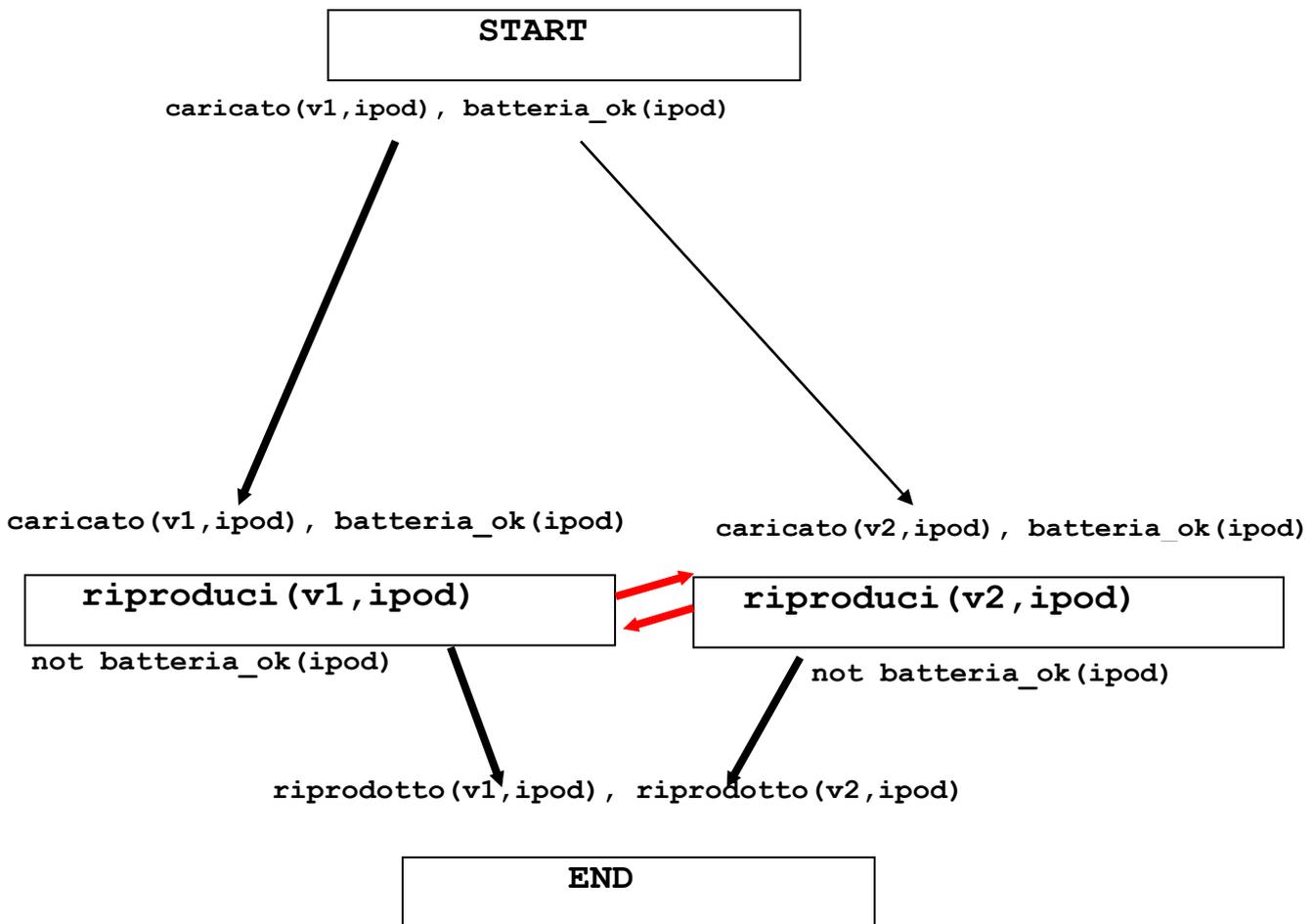


d) l'istanza viene divisa in due parti, di peso rispettivamente  $6.924/15=0.462$  e  $8.076/15=0.538$ . La prima parte viene mandata lungo il ramo 1 e classificata come No con probabilità  $1.462/6.924=21.1\%$  e come Si con probabilità  $5.462/6.924=78.9\%$ . La seconda parte viene mandata lungo il ramo 2 e classificata come Si con probabilità  $2.538/8.076=31.4\%$  e come No con probabilità  $5.538/8.076=68.6\%$ . Quindi in totale la classificazione dell'istanza è

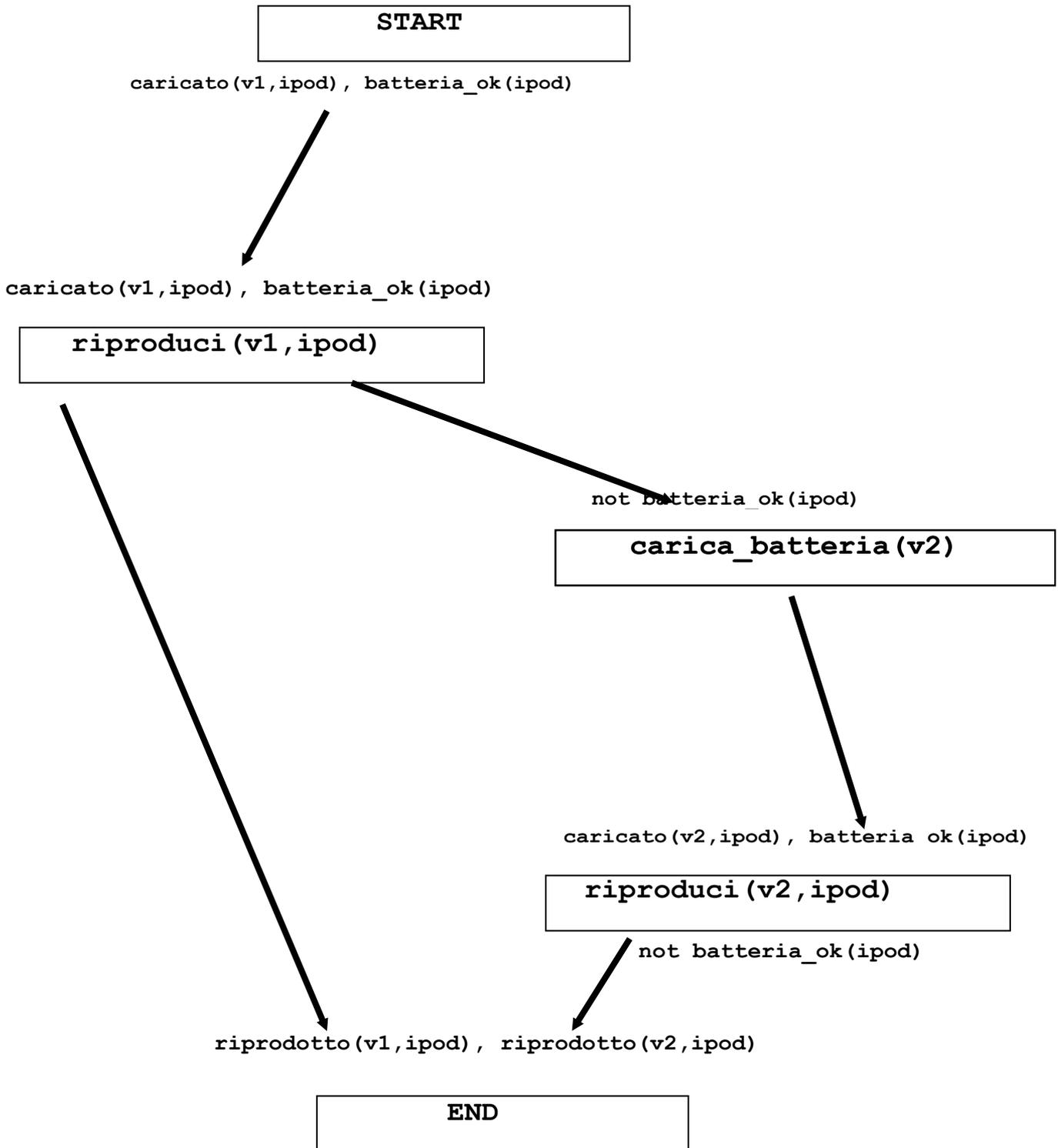
$$P(\text{Si}) = 0.462 * 21.1\% + 0.538 * 68.6\% = 0.467$$

$$P(\text{No}) = 0.462 * 78.9\% + 0.538 * 31.4\% = 0.533$$

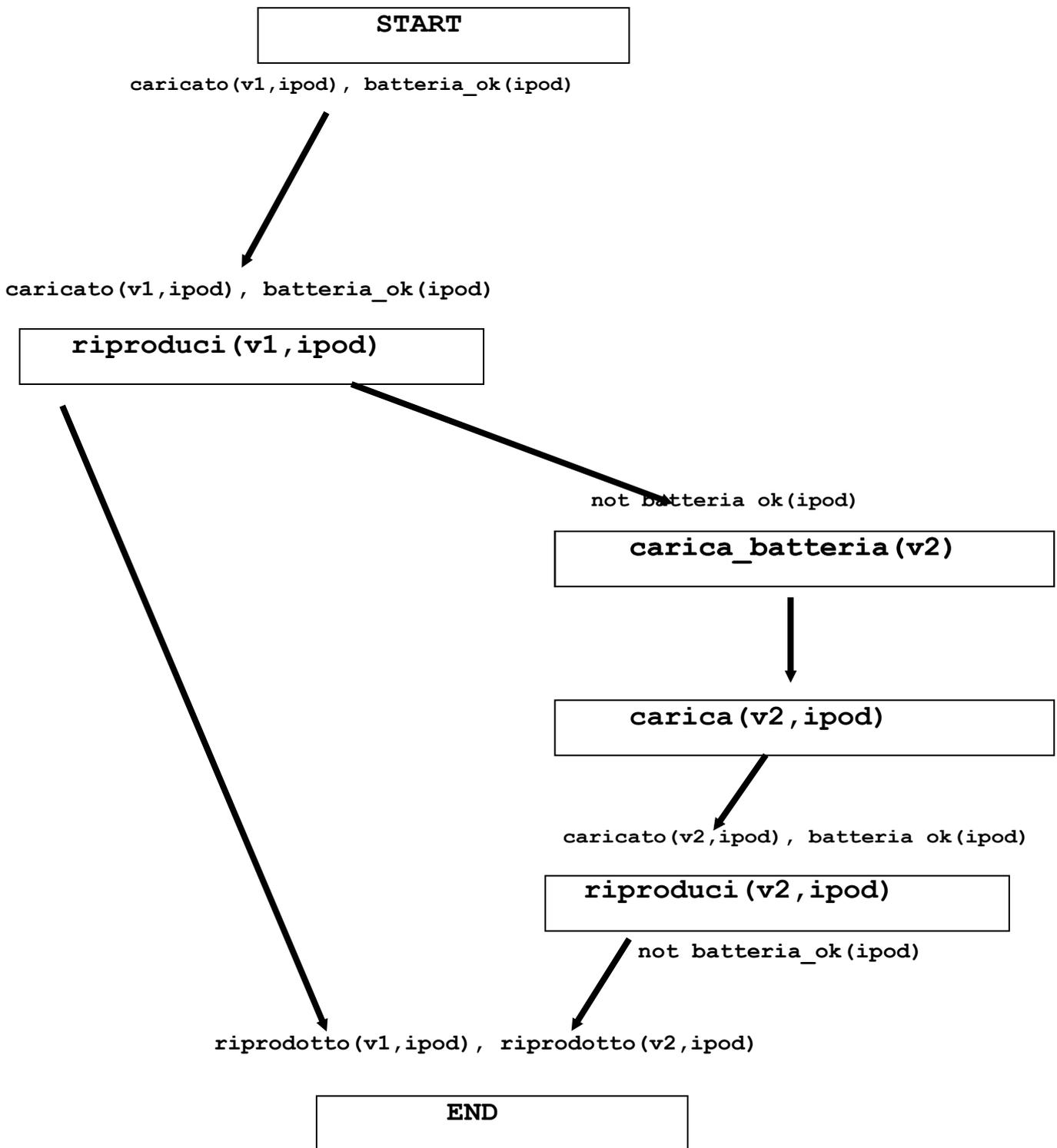
### Esercizio 3



Questo piano (parziale) contiene delle minacce (in rosso) tra `riproduci(v1, ipod)` e `riproduci(v2, ipod)`. Le due minacce si risolvono inserendo l'azione `carica_batteria(ipod)` e spostando `riproduci(v2, ipod)` a valle di questa nuova azione inserita nel piano:



L'ultimo passo nella costruzione del piano inserisce l'azione carica(v2,ipod) tra carica\_batteria(ipod) e riproduci(v2,ipod). Non ci sono altre minacce.



#### Esercizio 4

$$P(B|N,E)=P(B,N,E)/P(N,E)$$

$$P(B,N,E)=P(A,B,N,E)+P(\sim A,B,N,E)$$

$$P(N,E)=P(B,N,E)+P(\sim B,N,E)=P(B,N,E)+P(A,\sim B,N,E)+P(\sim A,\sim B,N,E)$$

$$P(A,B,N,E)=P(B)P(E)P(A|B,E)P(N|A)=0.1*0.05*0.99*0.95=0.0047025$$

$$P(\sim A,B,N,E)=P(B)P(E)P(\sim A|B,E)P(N|\sim A)=0.1*0.05*0.01*0.1=0.000005$$

$$P(A,\sim B,N,E)=P(\sim B)P(E)P(A|\sim B,E)P(N|A)=0.9*0.05*0.85*0.95=0.0363375$$

$$P(\sim A,\sim B,N,E)=P(\sim B)P(E)P(\sim A|\sim B,E)P(N|\sim A)=0.9*0.05*0.15*0.1=0.000675$$

$$P(B,N,E)=0.0047025+0.000005=0.0047075$$

$$P(N,E)=0.0047075+0.0363375+0.000675=0.04172$$

$$P(B|N,E)=0.0047075/0.04172=0.1128355705$$