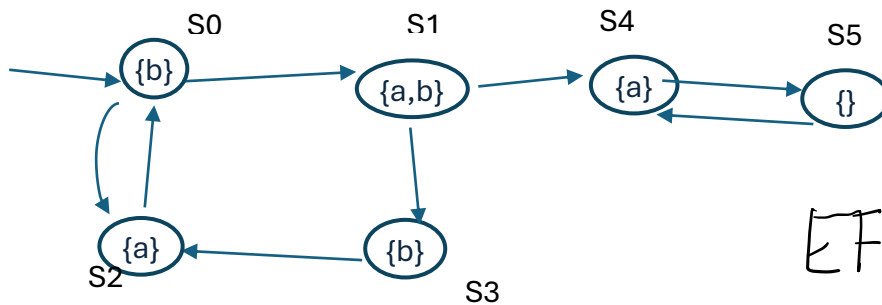


## Algoritmo di labeling per il model checking

Data una macchina e delle formule LTL, applicare l'algoritmo di labeling

ESEMPIO Data la seguente macchina M con AP = {a,b}



$$EF(a) = E(T \cup a)$$

Mediante l'algoritmo di model checking, dire in quali stati s valgono le proprietà:

1.  $M, s \models EF(a)$
2.  $M, s \models EF(a \text{ or } b)$
3.  $M, s \models E(b \cup a)$
4.  $M, s \models AGEF(a)$
5.  $M, s \models AG(a \text{ implies } AX(AX(a)))$

$$EF(a)$$

SOLUZIONI:

Nota che proprietà CTL potrebbero aver bisogno di essere trasformate per applicare l'algoritmo di model checking. **Commenta** il perché alcune proprietà valgono in alcuni stati e in altri no come ti aspetteresti.

(1)  $EF(a) = E(TRUE \cup a)$

		S0	S1	S2	S3	S4	S5
TRUE		X	X	X	X	X	X
A			X	x		x	
$E(TRUE \cup a)$	Step1		X	x		x	
$E(TRUE \cup a)$		X	X	X	X	X	X

(2)  $EF(a \text{ or } b) = E(TRUE \cup (a \text{ or } b))$

	S0	S1	S2	S3	S4	S5
A		x	x		X	
B	X	x		X		
a or b	X	x	x	x	x	
$E(\text{true} \cup (a \text{ or } b))$ step1	X	x	x	x	X	
$E(\text{true} \cup (a \text{ or } b))$ step2	X	x	x	x	x	x

(3)  $E(b \cup a)$

Esiste un path a partire da s lungo il quale vale b fino a quando vale a oppure vale a direttamente in s

		S0	S1	S2	S3	S4	S5
A			x	x		X	
B		X	x		X		
$E(b \cup a)$	(step1)		X	x		x	
$E(b \cup a)$	S0?	X	X	X	X	X	
$E(b \cup a)$	S3?	x	x	x	x	X	
$E(b \cup a)$	S5? NO	x	x	x	x	X	

$AG(a \text{ or } b) = \text{not } EF(\text{not}(a \text{ or } b)) = \text{not } E(\text{true} \cup (\text{not}(a \text{ or } b)))$

$= \text{not } E(\text{true} \cup c) \quad c = \text{not}(a \text{ or } b)$

		S0	S1	S2	S3	S4	S5
A			X	X		X	
b		X	X		X		
a or b		X	X	X	X	X	

not (a or b) = c							X
E(true U c)	Step1						X
E(true U c)	S4?					X	X
E(true U c)	S1?				X	X	X
E(true U c)	S3 ,,,,	X	X	X	X	X	X
not E ( true U c)							
Non vale in nessuno stato							

AG(a or b) FALSA in ogni stato e falsa in S0, quindi anche per M

$$AG \neg EF(a) = \neg EF \neg EF(a) = \neg E(TU \neg E(TU a))$$

$$\neg EF c, c = \neg EF(a) \rightarrow \neg E(TU c), c = \neg E(TU a)$$

		S0	S1	S2	S3	S4	S5
E(TRUE U a)		X	X	X	X	X	X
c = not E( T U a)		-	-	-	-	-	-
E( T U c)	Step1	-	-	-	-	-	-
	repeat	-	-	-	-	-	-
Not E( T U c)		X	X	X	X	X	X

$$AG \neg EF(b) = \neg EF \neg EF(b) = \neg E(TU \neg E(TU b))$$

$$\neg EF d, dc = \neg EF(a) \rightarrow \neg E(TU d), d = \neg E(TU b)$$

		S0	S1	S2	S3	S4	S5
b		X	X		X		
E( T U b)	Step 1	X	X		X		
E( T U b)	S2	X	X	X	X	-	-
E( T U b)	S4? NO, S5 NO	X	X	X	X		
d = not E( T U b)						X	X
E( T U d)	Step1					X	X
E( T U d)	S1,S0, S2 e S3	X	X	X	X	X	X
not E( T U d)		-	-	-	-	-	-



SOLUZIONI:

Nota che proprietà CTL potrebbero aver bisogno di essere trasformate per applicare l'algoritmo di model checking. **Commenta** il perché alcune proprietà valgono in alcuni stati e in altri no come ti aspetteresti.

(2)  $EF(a) = E(TRUE \cup a)$

	S0	S1	S2	S3	S4	S5
a		X	X		X	
$E(TRUE \cup a)$	x	x	x	x	x	X

(3)  $EF(a \text{ or } b) = E(TRUE \cup (a \text{ or } b))$

	S0	S1	S2	S3	S4	S5
a or b	x	x	x	x	x	-
$E(TRUE \cup (a \text{ or } b))$	x	x	x	x	x	X

(4)  $E(b \cup a)$

Esiste un path a partire da s lungo il quale vale b fino a quando vale a oppure vale a direttamente in s

	S0	S1	S2	S3	S4	S5
A		X	X		X	
B	x	x		x		
$E(b \cup a)$	x	x	x	x	X	

(5)  $AGEF(a) = \text{not } EF \text{ not } EF(a) = \text{not } E(T \cup \text{not } E(T \cup a))$

	S0	S1	S2	S3	S4	S5
$E(T \cup a)$	X	x	x	x	x	X
$\text{Not } E(T \cup a)$	-	-	-	-	-	-
$E(T \cup \text{not } E(T \cup a))$	-	-	-	-	-	-
$\text{Not } \dots$	X	x	x	x	x	X

(6)  $AG(a \text{ implies } AX(AX(a))) =$   
 $\text{not } EF(\text{not } (a \text{ implies } AX(AX(a))))$   
 $\text{not } E(T \cup \text{not } (a \text{ implies } AX(AX(a))))$

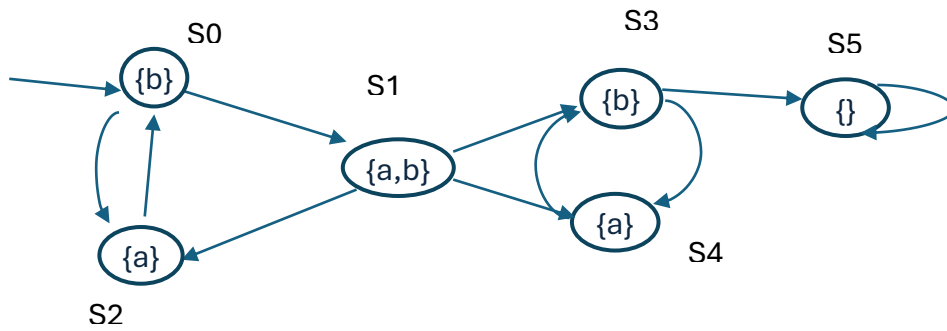
$a \text{ implies } AX(AX(a)) = h$

a implies  $AX(AX(a)) = \text{not } a \text{ or } AX(AX(a))$

	S0	S1	S2	S3	S4	S5
A		X	X		X	
AX(a)	x			X		x
AX(AX(a))	-	-	x	-	x	-
Not a	x	-	-	x	-	X
$h = \text{not } a \text{ or } AX(AX(a))$	x	-	x	x	x	x
Not h	-	X	-	-	-	-
$E(T \cup \text{not } h)$	x	x	x	x	-	-
Not $E(T \cup \text{not } h)$	-	-	-	-	x	x

# algoritmo di model checking

Data la seguente macchina M con AP = {a,b}



Mediante l'algoritmo di model checking, dire in quali stati s valgono le proprietà:

1.  $M, s \models EF(a \text{ and } b)$
2.  $M, s \models EF(a \text{ or } b)$
3.  $M, s \models AGEF(a \text{ or } b)$
4.  $M, s \models b \text{ implies } EX(a)$
5.  $M, s \models E((a \text{ or } b) \text{ U } (a \text{ and } b))$