

## Logica/Logica per l'Informatica – Giugno 2022

1. Definire il concetto di interpretazione per la logica dei predicati, specificandone in modo formale tutte le componenti. Definire inoltre una qualsiasi interpretazione del linguaggio della formula:

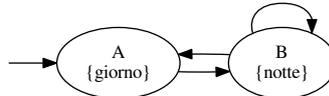
$$\forall x (p(x, a) \rightarrow \exists y (q(y) \wedge r(f(x), g(c, y)))).$$

2. Dimostrare mediante risoluzione SLD che:

$$\forall x \exists y p(x, y), \forall x \forall y (\exists z (p(x, z) \wedge p(z, y)) \rightarrow q(x, y)) \vdash_{RES} \forall x \exists y q(x, y)$$

Indicare tutti i passaggi effettuati nella trasformazione in clausole e, nella risoluzione, indicare ad ogni passaggio la sostituzione applicata. Costruire infine la sostituzione di risposta determinata dalla dimostrazione.

3. Si consideri il sistema  $S$  rappresentato qui a fianco, sul quale non è imposto alcun vincolo di fairness.



- (a) Verificare (formalmente) che il sistema  $S$  non soddisfa la specifica  $F = \square \diamond \text{giorno}$ . Attenzione: occorre rietichettare con formule gli stati dell'automata che rappresenta il sistema, ed identificare l'insieme degli stati di accettazione.
  - (b) Identificare un'esecuzione di accettazione nell'automata intersezione costruito per effettuare la verifica e l'esecuzione  $\rho$  corrispondente del sistema  $S$ . Identificare la parola  $\mathcal{M}$  letta da  $\rho$  e dimostrare (formalmente) che non è un modello della formula  $F$  (utilizzando la definizione della relazione  $\models$  per LTL).
4. **Integrazione per l'esame da 9 CFU.** Rappresentare graficamente un automa temporizzato costituito dalle locazioni A (iniziale), B, C e D. Il comportamento del sistema deve soddisfare le condizioni seguenti:

- (a) può restare nella locazione iniziale A un massimo di 10 unità di tempo (u.t). Da A può transitare nella locazione D solo se sono passate meno di 3 u.t. e può invece transitare in B solo se ne sono passate più di 5 (quindi tra 3 e 5 u.t. deve restare in A).
- (b) Può restare in B al massimo 8 u.t. Da B può passare in D solo se non sono passate più di 5 u.t. e può transitare in C in qualsiasi momento.
- (c) Da C può tornare in B, ma solo dopo che sia passata almeno una u.t. Non ci sono condizioni da rispettare per restare in C.
- (d) Nella locazione D non può restare oltre le 10 u.t. *da quando è entrato nella locazione di provenienza (A o B)*. Da D può tornare in A o andare in C.

Illustrare il significato di ciascuna delle seguenti formule (dove **System** è il nome del sistema) e determinare se il sistema le soddisfa oppure no.

- (a)  $A \square \neg \text{deadlock}$ . Se non è soddisfatta, identificare un'esecuzione del sistema che non la soddisfa.
- (b)  $E \diamond (\text{System.C} \wedge \mathbf{x}=100)$ . Se è soddisfatta, identificare un'esecuzione del sistema che la soddisfa.
- (c)  $\text{System.C} \rightsquigarrow \text{System.B}$ . Se non è soddisfatta, identificare un'esecuzione del sistema che non la soddisfa.