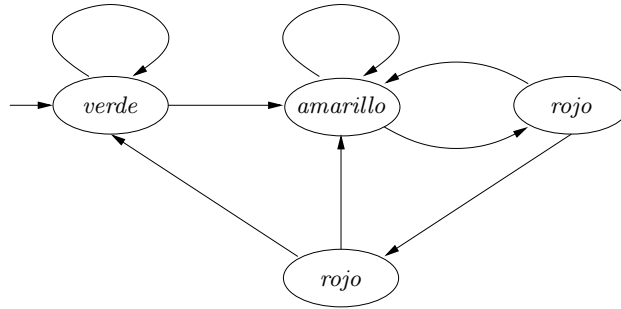




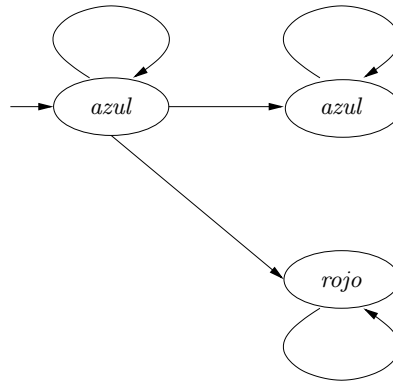
Verificación Formal de Software - IIC3800
Guía 3

1. Sea $\mathcal{M}$ el siguiente sistema de transición, el cual representa el funcionamiento de un semáforo:



Utilizando la metodología basada en autómatas sobre palabras infinitas, verifique si las siguientes fórmulas son verdaderas o falsas en el estado inicial de $\mathcal{M}$ (que está marcado por una flecha que no tiene estado de partida):

- $\mathbf{E}(\mathbf{G}(\text{rojo} \rightarrow \mathbf{F} \text{verde}))$
 - $\mathbf{A}(\mathbf{G}(\text{rojo} \rightarrow \mathbf{F} \text{verde}))$
- Demuestre que el problema de verificar si $(\mathcal{M}, e) \models \mathbf{A}\varphi$ es NP-hard, donde φ es una fórmula en LTL, $\mathcal{M}$ es un sistema de transición y e es un estado en $\mathcal{M}$.
 - Utilizando el algoritmo mostrado en clase, demuestre que la fórmula $\mathbf{A}((\mathbf{G} \text{azul}) \rightarrow (\mathbf{GEX} \text{rojo}))$ en CTL* es falsa en el estado inicial del siguiente sistema de transición:



4. Expresar en el μ -calculus las siguientes fórmulas en CTL:

- a) $\mathbf{E}(a\mathbf{W}b)$
- b) $\mathbf{E}(a\mathbf{R}b)$
- c) $\mathbf{A}(a\mathbf{W}b)$
- d) $\mathbf{A}(a\mathbf{R}b)$

5. Demuestre que la fórmula $\nu Y. \phi(Y)$, definida como $\neg\mu Y. \neg\phi(\neg Y)$, corresponde al mayor punto fijo de la transformación definida por $\phi(Y)$.

6. Escriba en el μ -calculus una fórmula ϕ (sin variables libres) sobre un alfabeto Σ , tal que para cada string finito $w \in \Sigma^*$ se tiene que $w \models \phi$ si y sólo si el largo de w es par.

7. Reescriba en CTL* las siguientes fórmulas:

- a) $\nu X. (a \vee \Box X)$
- b) $\nu X. (a \vee \Diamond X)$

8. Expresar en palabras cuales son los estados de un sistema de transición $\mathcal{M}$ que satisfacen las siguientes fórmulas:

- a) $\mu X. \nu Y. (a \vee \Diamond(X \wedge Y))$
- b) $\mu X. \nu Y. (a \vee \Diamond(X \vee Y))$

9. Sea ϕ una fórmula en el μ -calculus sobre un alfabeto Σ . Suponga que ϕ no tiene variables libres, y defina L_ϕ como el siguiente lenguaje:

$$L_\phi = \{w \in \Sigma^* \mid w \models \phi\}.$$

En esta pregunta usted debe demostrar que L_ϕ es un lenguaje regular (aceptado por un autómata).

10. Construya una fórmula ϕ en el μ -calculus tal que para todo sistema de transición $\mathcal{M}$ y estado e en $\mathcal{M}$, se tiene que $(\mathcal{M}, e) \models \phi$ si y sólo si existe un camino que empieza en e y donde a aparece un número infinito de veces.