EXAMEN DE VALIDACIÓN Y VERIFICACIÓN DEL SOFTWARE. 23/01/2019.

APELLIDOS Y NOMBRE: .....

1) **(50 pts)** Un ascensor tiene un botón (b) de llamada y aparece (a) cuando se pulsa, aunque a veces está ocupado (c) porque se está desplazando o alguien lo retiene. Formula los siguientes enunciados en LTL

   - El ascensor no puede aparecer mientras está ocupado
     $\Box\neg(a \wedge c)$
     que es equivalente a $\neg\Diamond(a \wedge c)$ o también $\Box(c \rightarrow \neg a)$
   - Siempre que pulsamos el botón, en algún momento termina apareciendo
     $\Box(b \rightarrow \Diamond a)$
   - Si pulsamos el botón y estaba libre, pasa a permanecer ocupado hasta que aparece
     $\Box(b \wedge \neg c \rightarrow \bigcirc(c\ \mathcal{U}\ a))$
   - Si aparece y pulsamos el botón, pasa a estar ocupado inmediatamente después
     $\Box(a \wedge b \rightarrow \bigcirc c)$
   - El ascensor nunca llega a permanecer ocupado indefinidamente
     $\neg\Diamond\Box c$
     que es equivalente a $\Box\Diamond\neg c$ (el ascensor queda libre infinitas veces)

2) **(40 pts)** Dadas la fórmulas

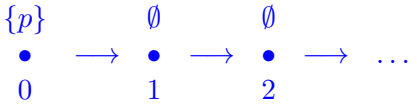
$$\alpha \stackrel{def}{=} \Diamond p \rightarrow \Diamond q \qquad\qquad \beta \stackrel{def}{=} \Diamond(p \rightarrow q)$$

demostrar cada dirección de la equivalencia o, si no se cumple, presentar un contraejemplo
$\models \alpha \rightarrow \beta$ ¿se cumple? [X]-Sí [ ]-No
Explicación: Supongamos α cierto. Esto equivale a: $\Diamond p \rightarrow \Diamond q \equiv \neg\Diamond p \vee \Diamond q \equiv \Box\neg p \vee \Diamond q$ y podemos probar ambos casos por separado.

Caso 1. Si $\Box\neg p$ se cumple en i, entonces p es falso en todos los estados, incluyendo el estado inicial i. Entonces $\neg p \vee q$ es cierto en i y, por tanto, $\Diamond(\neg p \vee q) \equiv \Diamond(p \rightarrow q)$ también.

Caso 2. Si $\Diamond q$ se cumple en i, hay un estado $j \geq i$ que cumple q y, por tanto, también cumple $\neg p \vee q$. De nuevo, concluimos que algún $j \geq i$ satisface $p \rightarrow q$, esto es, $\Diamond(p \rightarrow q)$.

$\models \beta \rightarrow \alpha$ ¿se cumple? [ ]-Sí [X]-No
Explicación: Como contraejemplo, tomemos q siempre falso, y p sólo cierto en el primer estado (ver debajo). Entonces $\beta = \Diamond(p \rightarrow q)$ es cierto porque en cualquier $i > 0$ (p.ej. $i = 1$) se cumple $\neg p$ y por tanto, también $p \rightarrow q$. También se cumple $\Diamond p$ porque p se da en $i = 0$, pero no es cierto $\Diamond q$ ya que q siempre es falso. Es decir $\alpha = \Diamond p \rightarrow \Diamond q$ es falso.



3) **(10 pts)** Tenemos un programa PROMELA y lanzamos el analizador de SPIN para comprobar su corrección ¿está garantizada la *terminación* del analizador? Razona la respuesta.

Dado que las variables en PROMELA tienen rangos finitos, el conjunto de estados posibles del programa es también finito. El analizador SPIN construye un autómata que, en el peor de los casos, cubre ese conjunto de estados. La terminación en un tiempo finito está garantizada, siempre que tengamos suficiente memoria para almacenar el autómata. En la práctica, sin embargo, el tiempo de ejecución crece de forma exponencial en función del número de variables, valores e instrucciones del programa (es un problema PSPACE-completo).