

Ejercicio 1

a)

$\Box \langle \rangle ((\neg \text{enBase}) \wedge X \text{ enBase})$

Es una propiedad de liveness.

b)

$\Box (\text{bateriaBaja} \rightarrow (X \text{ modoAhorro} \cup \text{enBase}))$

Es una propiedad de safety.

c)

$\Box (\neg (\text{girandoAIzquierda} \wedge \text{girandoADerecha}))$

Es una propiedad de safety.

d)

$\Box (\text{detectaPared} \rightarrow (\text{girandoAIzquierda} \cup \neg \text{detectaPared}))$

Es una propiedad de safety.

Ejercicio 2

En este ejercicio voy a notar las proposiciones válidas p_i en un mundo como $\{p_0, p_1, \dots\}$.

a)

No son equivalentes. La traza “ $\{p\} \rightarrow \{q\} \rightarrow \{p\} \rightarrow \{q\} \rightarrow \dots$ ” cumple la segunda pero no la primera.

b)

$$\begin{aligned} \sigma[i] \models \Box(p \wedge q) &\iff (\forall j \geq i) \sigma[j] \models (p \wedge q) \\ &\iff (\forall j \geq i) ((\sigma[j] \models p) \wedge (\sigma[j] \models q)) \\ &\iff (\forall j \geq i) (\sigma[j] \models p) \wedge (\forall j \geq i) (\sigma[j] \models q) \\ &\iff (\sigma[i] \models \Box p) \wedge (\sigma[i] \models \Box q) \\ &\iff \sigma[i] \models (\Box p \wedge \Box q) \end{aligned}$$

□

c)

No son equivalentes. La traza “ $\{p\} \rightarrow \{q\} \rightarrow \{p\} \rightarrow \{q\} \rightarrow \dots$ ” cumple la primera pero no la segunda.

d)

Demostraremos que las dos se implican entre sí.

\Leftarrow)

$$\begin{aligned}
 \sigma[i] \models (a \text{ U } b) &\implies (\exists k) (k \geq i \wedge (\sigma[k] \models b) \wedge (\forall j)(i \leq j < k \Rightarrow (\sigma[j] \models a))) \\
 &\implies (\exists k) (k \geq i \wedge (\sigma[k] \models b) \wedge \\
 &\quad (\forall j)(i \leq j < k \Rightarrow ((\sigma[j] \models a) \vee (\sigma[j] \models b)))) \\
 &\implies (\exists k) (k \geq i \wedge (\sigma[k] \models b) \wedge (\forall j)(i \leq j < k \Rightarrow \sigma[j] \models (a \vee b))) \\
 &\implies \sigma[i] \models ((a \vee b) \text{ U } b) \quad \square
 \end{aligned}$$

\Rightarrow)

Si una traza cumple $(a \vee b) \text{ U } b$ debe existir un mundo k de la traza que cumpla b , y todos los mundos j anteriores deben cumplir $a \vee b$. Como hay por lo menos un mundo k en la traza que cumple b , existe un mundo $j_b \leq k$ tal que ningún otro mundo anterior cumple b . Como todos los mundos anteriores a k deben cumplir $a \vee b$, y $j_b \leq k$, entonces todos los mundos anteriores a j_b deben también cumplir $a \vee b$. Pero j_b era el primer mundo que cumplía b , o sea, ningún mundo de índice menor a j_b cumple b . Como esos mundos cumplen $a \vee b$ pero no cumplen b , cumplen a . Esto quiere decir que existe un mundo j_b que cumple b , y que todos los mundos anteriores cumplen a . Esto entonces quiere decir que esta traza cumple $a \text{ U } b$.

e)

No son equivalentes. La traza “ $\{a\} \rightarrow \{b\} \rightarrow \{a\} \rightarrow \{b\} \rightarrow \{c\}$ ” cumple la primera pero no la segunda.

Ejercicio 3

El LTS lo representé en la herramienta LTSA así:

$E1 = (a \rightarrow E2 \mid a \rightarrow E3),$
 $E2 = (b \rightarrow E3),$
 $E3 = (b \rightarrow E2 \mid c \rightarrow E4 \mid a \rightarrow E5),$
 $E4 = (c \rightarrow E3),$
 $E5 = (c \rightarrow E3).$

a)

Corrí

```
assert A = ( $\Box$  (a  $\vee$  b  $\vee$  c))
```

y la herramienta no encontró errores, por lo que la fórmula es válida.

b)

Corrí

```
assert B = ( $\Box$ a  $\vee$   $\Box$ b  $\vee$   $\Box$ c)
```

y la herramienta encontró errores, por lo que la fórmula no es válida.

c)

Corrí

```
assert C =  $\langle \rangle$   $\Box$  c
```

y la herramienta encontró errores, por lo que la fórmula no es válida.

d)

Corrí

```
assert D =  $\Box$ a
```

y la herramienta encontró errores, por lo que la fórmula no es válida.

e)

Corrí

```
assert E = (a  $\vee$  (b  $\vee$  c))
```

y la herramienta no encontró errores, por lo que la fórmula es válida.

f)

Corrí

```
assert F = (X (!c)  $\rightarrow$  X (X (c)))
```

y la herramienta encontró errores, por lo que la fórmula no es válida.