

**Aclaraciones:** Cualquier decisión de interpretación que se tome debe ser aclarada y justificada. Para aprobar se requieren al menos 60 puntos.

**Importante:** Entregar cada ejercicio en una hoja separada, numerada y que incluya claramente apellidos, nombres y número de libreta universitaria.

**Ejercicio 1. [35 puntos]**

Sea el siguiente ciclo con su correspondiente precondition y postcondición:

$P_c : \{i = 0 \wedge result = true\}$

```
while (i < s.size()) do
  i := i+1;
  result := result && (s[i-1] != 7);
endwhile
```

$Q_c : \{result = true \leftrightarrow (\forall k : \mathbb{Z})(0 \leq k < |s| \rightarrow_L s[k] \neq 7)\}$

Proponer un invariante para este ciclo y demostrar que cumple los siguientes puntos del teorema del invariante:

- $(I \wedge \neg B) \Rightarrow Q_c$
- $\{I \wedge B\}$  Cuerpo del Ciclo  $\{I\}$ .

**Ejercicio 2. [35 puntos]** Dada una secuencia de secuencias de enteros  $s$ , diremos que el *supermínimo* de  $s$  es el elemento de menor valor entre los elementos de todas las secuencias de  $s$ .

Se pide especificar el problema **sacarAlDeMasSupermínimos**, que dada una secuencia de secuencias  $s$  devuelve el índice de  $s$  correspondiente a alguna de las secuencias que tiene la mayor cantidad de apariciones del *supermínimo*. Además, debe modificarse la secuencia de secuencias  $s$  para eliminar la secuencia que se encuentra en dicha posición.

*Ejemplo:*

Si  $s = \langle \langle -6, 1, 2 \rangle, \langle 1, 1, 0 \rangle, \langle 4, 1 \rangle, \langle -6, -6, -3, 4 \rangle, \langle -6, -6 \rangle \rangle$ , el *supermínimo* es -6.

Un programa correcto podría devolver  $res = 4$  y  $s = \langle \langle -6, 1, 2 \rangle, \langle 1, 1, 0 \rangle, \langle 4, 1 \rangle, \langle -6, -6, -3, 4 \rangle \rangle$  (se eliminó la secuencia  $\langle -6, -6 \rangle$ ).

**Ejercicio 3. [30 puntos]** Dados el siguiente programa  $S$  en SmallLang y la siguiente especificación:

```
res := false;
if (s[i] = 42) then
  s[i] := s[i] + 1;
  res := true
else
  s[i] := 43
endif

proc pongoUnCuarentaYTres (in i: Z, inout s: seq(Z), out res: Bool) {
  Pre {s = S_0 \wedge |s| > 0 \wedge 0 \leq i < |s|}
  Post { |s| = |S_0| \wedge_L ((res = true \leftrightarrow S_0[i] = 42) \wedge s[i] = 43 \wedge
    (\forall j : Z)((0 \leq j < |s| \wedge i \neq j) \rightarrow_L s[j] = S_0[j])) }
}
```

- Calcular la precondition más débil del programa  $S$  con respecto a la postcondición de la especificación:  $wp(S; Post)$ .
- Demostrar que el programa es correcto respecto a la especificación. En caso de no ser posible, justificar detalladamente por qué el programa no es correcto y qué parte de la demostración falla.