



Comentarios:

Hola, este no es un resuelto oficial, tiene el logo del DC porque me parecio divertido copiar el formato de la guia.

Ejercicio 1. ★ Las siguientes especificaciones no son correctas. Indicar por qué, y corregirlas para que describan correctamente el problema.

- a) **buscar:** Dada una secuencia y un elemento, devuelve en *result* la posición de la secuencia en la cual se encuentra el elemento.

```
proc buscar (in l: seq( $\mathbb{R}$ ), in elem:  $\mathbb{R}$ , out result:  $\mathbb{Z}$ ) {  
  Pre {elem  $\in$  l}  
  Post {l[result] = elem}  
}
```

- b) **progresionGeometricaFactor2:** Indica si la secuencia *l* representa una progresión geométrica factor 2. Es decir, si cada elemento de la secuencia es el doble del elemento anterior.

```
proc progresionGeometricaFactor2 (in l: seq( $\mathbb{R}$ ), out result: Bool {  
  Pre {True}  
  Post {result = True  $\leftrightarrow$  (( $\forall i : \mathbb{Z}$ )( $0 \leq i < |l| \rightarrow l[i] = 2 * l[i - 1]$ ))}  
}
```

- c) **minimo:** Devuelve en *result* el menor elemento de *l*.

```
proc minimo (in l: seq( $\mathbb{R}$ ), out result:  $\mathbb{Z}$ ) {  
  Pre {True}  
  Post {( $\forall y : \mathbb{Z}$ )( $(y \in l \wedge y \neq x) \rightarrow y > result$ )}  
}
```

Respuesta

- a) La **Pre** no aclara que pasa cuando hay mas de una aparición de *elem* en *l*, y hace falta pedir que *result* este en el rango de *l*.

```
proc buscar (in l: seq( $\mathbb{R}$ ), in elem:  $\mathbb{R}$ , out result:  $\mathbb{Z}$ ) {  
  Pre {elem  $\in$  l  $\wedge$  cantApariciones(elem, l) = 1}  
  Post { $0 \leq result < |l| \wedge l[result] = elem$ }  
}
```

- b) Este es más facil de ver que el anterior, cuando $i = 0$, va a tratar de acceder a la posición $l[0 - 1]$, que es cualquier cosa. Y creo que crashearia con una lista vacia o de un elemento.

```
proc progresionGeometricaFactor2 (in l: seq( $\mathbb{R}$ ), out result: Bool {  
  Pre {True}  
  Post {result = True  $\leftrightarrow$  (( $\forall i : \mathbb{Z}$ )( $0 \leq i < |l| - 1 \rightarrow 2 * l[i] = l[i + 1]$ ))}  
}
```

- c) No se para que esta ese $y \neq x$, y tendria que haber pedido en la **Pre** que *result* pertenezca a *l*.

```
proc minimo (in l: seq( $\mathbb{R}$ ), out result:  $\mathbb{Z}$ ) {  
  Pre {result  $\in$  l}  
  Post {( $\forall y : \mathbb{Z}$ )( $y \in l \rightarrow y > result$ )}  
}
```

Ejercicio 2. La siguiente no es una especificación válida, ya que para ciertos valores de entrada que cumplen la precondición, no existe una salida que cumpla con la postcondición.

```

proc elementosQueSumen (in  $l : seq\langle \mathbb{Z} \rangle$ , in suma:  $\mathbb{Z}$ , out result :  $seq\langle \mathbb{Z} \rangle$ ) {
  Pre {True}
  Post {
    /* La secuencia result está incluida en la secuencia l */
     $(\forall x : \mathbb{Z})(x \in result \rightarrow \#apariciones(x, result) \leq \#apariciones(x, l))$ 
    /* La suma de la result coincide con el valor de la suma */
     $\wedge suma = \sum_{i=0}^{|result|-1} result[i]$ 
  }
}

```

- a) Mostrar valores para l y $suma$ que hagan verdadera la precondición, pero tales que no exista $result$ que cumpla la postcondición.
- b) Supongamos que agregamos a la especificación la siguiente cláusula:
- ```

Pre : $min_suma(l) \leq suma \leq max_suma(l)$
fun $min_suma(l) : \mathbb{Z} = \sum_{i=0}^{|l|-1} \text{if } l[i] < 0 \text{ then } l[i] \text{ else } 0$ fi
fun $max_suma(l) : \mathbb{Z} = \sum_{i=0}^{|l|-1} \text{if } l[i] > 0 \text{ then } l[i] \text{ else } 0$ fi

```
- ¿Ahora es una especificación válida? Si no lo es, justificarlo con un ejemplo como en el punto anterior.
- c) Dar una precondición que haga correcta la especificación

## Respuesta

- a)  $l = \langle 9, 9, 9 \rangle$ ,  $suma = 1$ , si  $l$  contiene a  $result$ , entonces necesariamente va a sumar por lo menos 9, por lo que no puede valer 1 su suma.
- b)  $l = \langle 9, 9, 9 \rangle$ ,  $suma = 1$ , si  $l$  contiene a  $result$ , entonces necesariamente va a sumar por lo menos 9, por lo que no puede valer 1 su suma, y además suma cumple la desigualdad  $0 \leq suma \leq 27$
- c) **proc** elementosQueSumen (in  $l : seq\langle \mathbb{Z} \rangle$ , in suma:  $\mathbb{Z}$ , out result :  $seq\langle \mathbb{Z} \rangle$ ) {  
**Pre** { $cantSubSeqCumplenSuma(l, suma) > 0$ }  
**Post** {  
 /\* La secuencia result está incluida en la secuencia l \*/  
 $(\forall x : \mathbb{Z})(x \in result \rightarrow \#apariciones(x, result) \leq \#apariciones(x, l))$   
 /\* La suma de la result coincide con el valor de la suma \*/  
 $\wedge suma = \sum_{i=0}^{|result|-1} result[i]$   
}

$aux\ cantSubSeqCumplenSuma(l : seq\langle \mathbb{Z} \rangle, suma : \mathbb{Z}) : \mathbb{Z} =$   
 $\sum_{j=1}^{|l|} \sum_{i=0}^{|l|-1} \text{if } (|subseq(l, i, j)| > 0 \wedge sumaSeq(subseq(l, i, j)) = suma) \text{ then } 1 \text{ else } 0$  fi  
 $aux\ sumaSeq(l : seq\langle \mathbb{Z} \rangle) : \mathbb{Z} = \sum_{k=0}^{|l|-1} l[k]$

**Ejercicio 3.** ★ Para los siguientes problemas, dar todas las soluciones posibles a las entradas dadas.

- a) **proc** raizCuadrada (in  $x : \mathbb{R}$ , out result:  $\mathbb{R}$ ) {  
**Pre** { $x \geq 0$ }  
**Post** { $result^2 = x$ }  
}  
 I)  $x = 0$   
 II)  $x = 1$   
 III)  $x = 27$
- b) ★  
**proc** indiceDelMaximo (in  $l : seq\langle \mathbb{R} \rangle$ , out result:  $\mathbb{Z}$ ) {  
**Pre** { $|l| > 0$ }  
**Post** {  
 $0 \leq result < |l|$   
 $\wedge_L ((\forall i : \mathbb{Z})(0 \leq i < |l| \rightarrow_L l[i] \leq l[result]))$   
}  
}

- I)  $l = \langle 1, 2, 3, 4 \rangle$
- II)  $l = \langle 15, 5, -18, 4, 215, 15, 5, -1 \rangle$
- III)  $l = \langle 0, 0, 0, 0, 0, 0 \rangle$

c) ★

```

proc indiceDelPrimerMaximo (in l: seq(\mathbb{R}), out result: \mathbb{Z}) {
 Pre $\{|l| > 0\}$
 Post {
 $0 \leq result < |l|$
 $\wedge ((\forall i : \mathbb{Z})(0 \leq i < |l| \rightarrow_L (l[i] < l[result] \vee (l[i] = l[result] \wedge i \geq result))))$
 }
}

```

- I)  $l = \langle 1, 2, 3, 4 \rangle$
- II)  $l = \langle 15, 5, -18, 4, 215, 15, 5, -1 \rangle$
- III)  $l = \langle 0, 0, 0, 0, 0, 0 \rangle$

d) ¿Para qué valores de entrada **indiceDelPrimerMaximo** y **indiceDelMaximo** tienen necesariamente la misma salida?

## Respuesta

- a) I)  $result = 0$   
 II)  $result = 1; -1$   
 III)  $result = 3\sqrt{3}; -3\sqrt{3}$
- b) I)  $result = 3$   
 II) Cualquier cosa, no dice nada cuando hay más de una aparición del maximo.  
 III) Idem
- c) I)  $result = 3$   
 II)  $result = 0$ ,  
 III)  $result = 0$
- d) Van a tener la misma salida cuando no haya más de una aparición del maximo en la lista (ya que en caso contrario **indiceDelMaximo** crashearia).

**Ejercicio 4.** ★ Sea  $f : \mathbb{R} \times \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  definida como:

$$f(a, b) = \begin{cases} 2b & \text{si } a < 0 \\ b - 1 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

¿Cuáles de las siguientes especificaciones son correctas para el problema de calcular  $f(x, y)$ ?  
 Para las que no lo son, indicar por qué.

a) **proc f** (in a, b:  $\mathbb{R}$ , out result:  $\mathbb{R}$ ) {  
   **Pre**  $\{True\}$   
   **Post** {  
      $(a < 0 \wedge result = 2 * b)$   
      $\wedge$   
      $(a \geq 0 \wedge result = b - 1)$   
   }  
}

b) **proc f** (in a, b:  $\mathbb{R}$ , out result:  $\mathbb{R}$ ) {  
   **Pre**  $\{True\}$   
   **Post**  $\{(a < 0 \wedge result = 2 * b) \vee (a > 0 \wedge result = b - 1)\}$   
}

- c) **proc f** (in a, b:  $\mathbb{R}$ , out result:  $\mathbb{R}$ ) {  
     **Pre** {*True*}  
     **Post**  $\{(a < 0 \wedge result = 2 * b) \vee (a \geq 0 \wedge result = b - 1)\}$   
 }
- d) **proc f** (in a, b:  $\mathbb{R}$ , out result:  $\mathbb{R}$ ) {  
     **Pre** {*True*}  
     **Post** {  
        $(a < 0 \rightarrow result = 2 * b)$   
        $\wedge$   
        $(a \geq 0 \rightarrow result = b - 1)$   
     }  
 }
- e) **proc f** (in a, b:  $\mathbb{R}$ , out result:  $\mathbb{R}$ ) {  
     **Pre** {*True*}  
     **Post**  $\{(a < 0 \rightarrow result = 2 * b) \vee (a \geq 0 \rightarrow result = b - 1)\}$   
 }
- f) **proc f** (in a, b:  $\mathbb{R}$ , out result:  $\mathbb{R}$ ) {  
     **Pre** {*True*}  
     **Post**  $\{result = (\text{if } a < 0 \text{ then } 2 * b \text{ else } b - 1 \text{ fi})\}$   
 }

## Respuesta

- a) Mal, por muchas razones que no tengo ganas de aclarar.
- b) Mal, tendria que ser  $a \geq 0$  despues de la conjunción.
- c) Correcta
- d) Correcta
- e) Mmmmmmm.... creo que no, si alguna implicación falla no puedo devolver true.
- f) Correcta

**Ejercicio 5.** ★ Considerar la siguiente especificación, junto con un algoritmo que dado  $x$  devuelve  $x^2$ .

```
proc unoMasGrande (in x: \mathbb{R} , out result: \mathbb{R}) {

 Pre {True}

 Post {result > x}

}
```

- a) ¿Qué devuelve el algoritmo si recibe  $x = 3$ ? ¿El resultado hace verdadera la postcondición de **unoMasGrande**?
- b) ¿Qué sucede para las entradas  $x = 0,5$ ,  $x = 1$ ,  $x = 0,2$  y  $x = -7$ ?
- c) Teniendo en cuenta lo respondido en los puntos anteriores, escribir una precondition para **unoMasGrande**, de manera tal que el algoritmo sea una implementación correcta.

## Respuesta

- a) Segun lo que interpreto, el algoritmo esta tratando de cumplir la **Post**, entonces, al pasarle 3 devuelve un 9 que efectivamente cumple la **Post** ya que  $9 > 3$ .
- b)
- $x = 0,5; result = 0,25$ , no cumple la **Post**.
  - $x = 1; result = 1$ , no cumple la **Post**.
  - $x = 0,2; result = 0,04$ , no cumple la **Post**.
  - $x = -7; result = 49$ , cumple la **Post**.
- c) **Pre**{ $abs(x) > 1$ }

**Ejercicio 6.** ★ Sean  $x$  y  $r$  variables de tipo  $\mathbb{R}$ . Considerar los siguientes predicados:

$$\begin{array}{ll} P1 : \{x \leq 0\} & Q1 : \{r \geq x^2\} \\ P2 : \{x \leq 10\} & Q2 : \{r \geq 0\} \\ P3 : \{x \leq -10\} & Q3 : \{r = x^2\} \end{array}$$

- Indicar la relación de fuerza entre P1, P2 y P3.
- Indicar la relación de fuerza entre Q1, Q2 y Q3.
- Sea E1 la siguiente especificación. Escribir 2 programas que cumplan con E1.

```
proc hagoAlgo (in x: \mathbb{R} , out r: \mathbb{R}) {
 Pre $\{x \leq 0\}$
 Post $\{r \geq x^2\}$
}
```

- Sea A un algoritmo que cumple con E1. Decidir si necesariamente cumple las siguientes especificaciones:

- Pre:**  $\{x \leq -10\}$ , **Post:**  $\{r \geq x^2\}$
- Pre:**  $\{x \leq 10\}$ , **Post:**  $\{r \geq x^2\}$
- Pre:**  $\{x \leq 0\}$ , **Post:**  $\{r \geq 0\}$
- Pre:**  $\{x \leq 0\}$ , **Post:**  $\{r = x^2\}$
- Pre:**  $\{x \leq -10\}$ , **Post:**  $\{r \geq 0\}$
- Pre:**  $\{x \leq 10\}$ , **Post:**  $\{r \geq 0\}$
- Pre:**  $\{x \leq -10\}$ , **Post:**  $\{r = x^2\}$
- Pre:**  $\{x \leq 10\}$ , **Post:**  $\{r = x^2\}$

- ¿Qué conclusión pueden sacar? ¿Qué debe cumplirse con respecto a las precondiciones y postcondiciones para que sea seguro reemplazar la especificación?

## Respuesta

- $P1 \rightarrow P2$  es contingencia.
  - $P1 \rightarrow P3$  es tautología.
  - $P2 \rightarrow P1$  es tautología.
  - $P2 \rightarrow P3$  es tautología.
  - $P3 \rightarrow P1$  es contingencia.
  - $P3 \rightarrow P2$  es contingencia.
- $Q1 \rightarrow Q2$  es tautología.
  - $Q1 \rightarrow Q3$  es contingencia.
  - $Q2 \rightarrow Q1$  es contingencia.
  - $Q2 \rightarrow Q3$  es contingencia.
  - $Q3 \rightarrow Q1$  es tautología.
  - $Q3 \rightarrow Q2$  es tautología.
- Programa en lenguaje de especificación:  
 $\text{aux programal}(x : \mathbb{R}) \text{res} : \mathbb{R} = x * x + 3$
  - Programa en Perl:  

```
!/usr/bin/perl
use v5.26;
my $x;
my $res;
chomp($x=< STDIN >);
if($x <= 0){
 $res=x * x + 1;
}
say $res;
```

- d) a) Cumple.
- b) No cumple.
- c) Cumple.
- d) No Cumple.
- e) Cumple.
- f) No cumple.
- g) No cumple.
- h) No cumple.

e) La nueva **Pre** Tiene que estar incluido en el rango de la **Pre** original,y ademas tiene que pasar lo mismo con las **Post**.

**Ejercicio 7.** ★ Considerar las siguientes dos especificaciones, junto con un algoritmo  $a$  que satisface la especificación de **p2**.

```

proc p1 (in x: \mathbb{R} ,in n: \mathbb{Z} out result: \mathbb{Z}) {
 Pre { $x \neq 0$ }
 Post { $x^n - 1 < result \leq x^n$ }
}

```

```

proc p2 (in x: \mathbb{R} ,in n: \mathbb{Z} out result: \mathbb{Z}) {
 Pre { $n \leq 0 \rightarrow x \neq 0$ }
 Post { $result = \lfloor x^n \rfloor$ }
}

```

- a) Dados valores de  $x$  y  $n$  que hacen verdadera la precondition de **p1**, demostrar que hacen también verdadera la precondition de **p2**.
- b) Ahora, dados estos valores de  $x$  y  $n$ , supongamos que se ejecuta  $a$ : llegamos a un valor de  $res$  que hace verdadera la postcondición de **p2**. ¿Será también verdadera la postcondición de **p1**?
- c) ¿Podemos concluir que  $a$  satisface la especificación de **p1**?

## Respuesta

- a)
- b)
- c)

**Ejercicio 8.** Considerar las siguientes especificaciones:

```

proc n-esimo1 (in l: $seq(\mathbb{R})$,in n: \mathbb{Z} ,out result: \mathbb{Z}) {
 Pre {
 /*Los elementos están ordenados */
 $(\forall i : \mathbb{Z})(0 \leq i < |l| - 1 \rightarrow_L l[i] < l[i + 1])$
 $\wedge 0 \leq n < |l|$
 }
 Post { $result = l[n]$ }
}

```

```

proc n-esimo1 (in l: $seq(\mathbb{R})$,in n: \mathbb{Z} ,out result: \mathbb{Z}) {
 Pre {
 /*Los elementos son distintos entre si */
 $(\forall i : \mathbb{Z})(0 \leq i < |l| \rightarrow_L ((\forall j : \mathbb{Z})(0 \leq j < |l| \wedge i \neq j) \rightarrow_L l[i] \neq l[j]))$
 $\wedge 0 \leq n < |l|$
 }
 Post {
 $resultl \in l$
 \wedge
 $n = \sum_{i=0}^{|l|-1} (\text{if } l[i] < result \text{ then } 1 \text{ else } 0 \text{ fi})$
 }
}

```

¿Es cierto que todo algoritmo que cumple con **n-esimo1** cumple también con **n-esimo2**? ¿Y al revés?  
**Sugerencia:** Razonar de manera análoga a la del ejercicio anterior.

## Respuesta

**Ejercicio 9.** ★ Especificar los siguientes problemas:

- Dado un número entero, decidir si es par.
- Dado un entero  $n$  y uno  $m$ , decidir si  $n$  es un múltiplo de  $m$ .
- Dado un número real, devolver su inverso multiplicativo.
- Dada una secuencia de caracteres, obtener de ella sólo los que son numéricos (con todas sus apariciones sin importar el orden de aparición).
- Dada una secuencia de reales, devolver la secuencia que resulta de duplicar sus valores en las posiciones impares.
- Dado un número entero, listar todos sus divisores positivos (sin duplicados).

## Respuesta

- 
- 
- 
- 
- ```

proc DuplicaValoresEnImpares (in  $s : seq(\mathbb{R})$ , out  $m : seq(\mathbb{R})$ ) {
  Pre  $\{|s| > 0\}$ 
  Post {
     $|s| = |m| \wedge_L$ 
     $(\forall i : \mathbb{Z})(0 \leq i < |s| \wedge_L i \bmod 2 = 1) \rightarrow_L (m[i] = s[i] * 2)$ 
     $\wedge (\forall j : \mathbb{Z})(0 \leq j < |s| \wedge_L j \bmod 2 = 0) \rightarrow_L (m[j] = s[j])$ 
  }
}
```
-

Ejercicio 10. Considerar el problema de decidir, dados n y m enteros, si n es múltiplo de m , y la siguiente especificación.

```

proc esMultiplo (in  $n, m : \mathbb{Z}$ , out  $result : \mathbf{Bool}$ ) {
  Pre  $\{m \neq 0\}$ 
  Post  $\{result = (n \bmod m = 0)\}$ 
}
```

- Segun la definición matemática de múltiplo, ¿tiene sentido preguntarse si 4 es múltiplo de 0? ¿Cuál es la respuesta?
- ¿Debería ser $n = 4, m = 0$ una entrada válida para el problema? ¿Lo es en esta especificación?
- Corregir la especificación de manera tal que $n = 4, m = 0$ satisfaga la precondition (¡cuidado con las indefiniciones!).
- ¿Qué relación de fuerza hay entre la precondition nueva y la original?

Respuesta

- Yo que se, ya no me acuerdo si lo dieron en Algebra I, segun Wolfram Alpha da indefinido.
- No, si $m = 0$ entonces para cualquier n va a devolver indefinido, salvo para $n = 0$, ya que el 0 es el unico multiplo de 0.
- Pre** $\{m \neq 0 \vee (m = 0 \wedge n = 0)\}$
- La original implica la nueva.

Ejercicio 11. Considerar el problema de, dada una secuencia de números reales, devolver la que resulta de duplicar sus valores en las posiciones impares.

- a) Para la secuencia $\langle 1, 2, 3, 4 \rangle$, ¿es $\langle 0, 4, 0, 8 \rangle$ un resultado correcto?
- b) Sea la siguiente especificación:

```

proc duplicarEnImpares (in l:  $seq(\mathbb{R})$  ,out result:  $seq(\mathbb{R})$ ) {
    Pre {True}
    Post { $|result| = |l| \wedge (\forall i \in \mathbb{Z})(0 \leq i < |result| \wedge i \bmod 2 = 1) \rightarrow_L result[i] = 2 * l[i]$ }
}

```

Si $l = \langle 1, 2, 3, 4 \rangle$, ¿ $result = \langle 0, 4, 0, 8 \rangle$ satisface la postcondición?

- c) Si es necesario, corregir la especificación para que describa correctamente el resultado esperado.
- d) ¿Qué relación de fuerza hay entre la nueva postcondición y la original?

Respuesta

- a)
- b)
- c)
- d)

Ejercicio 12. ★ Especificar el problema de dado un entero positivo retornar una secuencia de 0s y 1s que represente es número en base 2 (es decir, en binario).

Respuesta

Ejercicio 13. Con lo visto en los ejercicios 9 a 12 ¿Encuentra casos de sub y sobreespecificación en las especificaciones del ejercicio 8?

Respuesta

Ejercicio 14. Especificar los siguientes problemas:

- a) ★ Dado un número entero positivo, obtener la suma de sus factores primos.
- b) Dado un número entero positivo, decidir si es perfecto. Se dice que un número es perfecto cuando es igual a la suma de sus divisores (excluyéndose a sí mismo).
- c) Dado un número entero positivo n , obtener el menor entero positivo $m > 1$ tal que m sea coprimo con n .
- d) ★ Dado un entero positivo, obtener su descomposición en factores primos. Devolver una secuencia de tuplas (p, c) , donde p es un factor primo y c es su exponente, ordenada en forma creciente con respecto a p .
- e) Dada una secuencia de números reales, obtener la diferencia máxima entre dos de sus elementos.
- f) ★ Dada una secuencia de números enteros, devolver aquel que divida a más elementos de dicha secuencia. El elemento tiene que pertenecer a la secuencia original. Si existe más de un elemento que cumple esta propiedad, devolver alguno de ellos.

Respuesta

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)
- f)

Ejercicio 15. Especificar los siguientes problemas sobre secuencias:

- a) **proc nEsimaAparicion**(in $l : seq(\mathbb{R})$, in $e : \mathbb{R}$, in $n : \mathbb{Z}$, out $result : \mathbb{Z}$), que devuelve el índice de la n -ésima aparición de e en l .
- b) Dadas dos secuencias s y t , decidir si s es una subcadena de t .
- c) ★ Dadas dos secuencias s y t , decidir si s está *incluida* en t , es decir, si todos los elementos de s aparecen en t en igual o mayor cantidad.
- d) **proc mezclarOrdenado**(in $s, t : seq(\mathbb{Z})$, out $result : seq(\mathbb{Z})$) que recibe dos secuencias ordenadas y devuelve el resultado de intercalar sus elementos de manera ordenada.
- e) Dadas dos secuencias s y t especificar el procedimiento *intersecciónSinRepetidos* que retorna una secuencia que contiene únicamente los elementos que aparecen en ambas secuencias.
- f) ★ Dadas dos secuencias s y t , devolver su *intersección*, es decir, una secuencia con todos los elementos que aparecen en ambas. Si un mismo elemento tiene repetidos, la secuencia retornada debe contener la cantidad mínima de apariciones en s y de t .

Respuesta

- a)
- b)
- c)
- d)

Ejercicio 16. Especificar los siguientes problemas:

- a) **proc cantApariciones**(in $l : \text{String}$, out $result : seq(\text{Char} \times \mathbb{Z})$) que devuelve la secuencia con todos los elementos de l , sin duplicados con su cantidad de apariciones (en un orden cualquiera). Ejemplos:
 - $cantApariciones (\langle 'a' \rangle) = \langle \langle 'a', 1 \rangle \rangle$
 - $cantApariciones (\langle 'a', 'b', 'c' \rangle) = \langle \langle 'a', 1 \rangle, \langle 'c', 1 \rangle, \langle 'b', 1 \rangle \rangle$
 - $cantApariciones (\langle 'a', 'b', 'c', 'b', 'd', 'b' \rangle) = \langle \langle 'a', 1 \rangle, \langle 'b', 3 \rangle, \langle 'd', 1 \rangle, \langle 'c', 1 \rangle \rangle$
 - $cantApariciones (\langle \rangle) = \langle \rangle$
- b) Dada una secuencia, devolver una secuencia de secuencias que contenga todos sus prefijos, en orden creciente de longitud.
- c) ★ Dada una secuencia de secuencias de enteros l , devolver una secuencia de l que contenga el máximo valor. Por ejemplo, si $l = \langle \langle 2, 3, 5 \rangle, \langle 8, 1 \rangle, \langle 2, 8, 4, 3 \rangle \rangle$, devolver $\langle 8, 1 \rangle$ o $\langle 2, 8, 4, 3 \rangle$.
- d) **proc interseccionMultiple**(in $ls : seq(seq(\mathbb{Z}))$, out $l : seq(\mathbb{R})$) que devuelve en l el resultado de la intersección de todas las secuencias de ls .
- e) ★ Dada una secuencia l con todos sus elementos distintos, devolver la secuencia de *partes*, es decir, la secuencia de todas las secuencias incluidas en l , cada una con sus elementos en el mismo orden en que aparecen en l .

Respuesta

- a)
- b)
- c)
- d)

Especificación de problemas usando inout

Ejercicio 17. ★ Dados dos enteros a y b , se necesita calcular su suma y retornarla en un entero c . ¿Cuáles de las siguientes especificaciones son correctas para este problema? Para las que no lo son, indicar por qué.

- a) **proc sumar** (inout $a, b, c: \mathbb{Z}$) {
 Pre $\{True\}$
 Post $\{a + b = c\}$
}
- b) **proc sumar** (in $a, b: \mathbb{Z}, \text{in } c: \mathbb{Z}$) {
 Pre $\{True\}$
 Post $\{c = a + b\}$
}
- c) **proc sumar** (in $a, b: \mathbb{Z}, \text{out } c: \mathbb{Z}$) {
 Pre $\{True\}$
 Post $\{c = a + b\}$
}
- d) **proc sumar** (inout $a, b: \mathbb{Z}, \text{out } c: \mathbb{Z}$) {
 Pre $\{a = A_0 \wedge b = B_0\}$
 Post $\{a = A_0 \wedge b = B_0 \wedge c = a + b\}$
}

Respuesta

- a)
- b)
- c)
- d)

Ejercicio 18. ★ Dada una secuencia l , se deas sacar su primer elemento y devolverlo. Decidir cuáles de estas especificaciones son correctas. Para las que no lo son, indicar por qué y justificar con ejemplos.

- a) **proc tomarPrimero** (inout $l: seq(\mathbb{R})$, out $result: \mathbb{R}$) {
 Pre $\{|l| > 0\}$
 Post $\{result = head(l)\}$
}
- b) **proc tomarPrimero** (inout $l: seq(\mathbb{R})$, out $result: \mathbb{R}$) {
 Pre $\{|l| > 0 \wedge l = L_0\}$
 Post $\{result = head(L_0)\}$
}
- c) **proc tomarPrimero** (inout $l: seq(\mathbb{R})$, out $result: \mathbb{R}$) {
 Pre $\{|l| > 0\}$
 Post $\{result = head(L_0) \wedge |l| = |L_0| - 1\}$
}
- d) **proc tomarPrimero** (inout $l: seq(\mathbb{R})$, out $result: \mathbb{R}$) {
 Pre $\{|l| > 0 \wedge l = L_0\}$
 Post $\{result = head(L_0) \wedge l = tail(L_0)\}$
}
- e) **proc tomarPrimero** (inout $l: seq(\mathbb{R})$, out $result: \mathbb{R}$) {
 Pre $\{|l| > 0 \wedge l = L_0\}$
 Post {
 $result = head(L_0)$
 $\wedge |l| = |L_0| - 1$
 $\wedge_L (\forall i: \mathbb{Z})(0 \leq i < |l| \rightarrow l[i] = L_0[i + 1])$
 }
}

Respuesta

- a)
- b)
- c)
- d)

Ejercicio 19. Considerar la siguiente especificación:

```
proc intercambiar (inout l: seq( $\mathbb{R}$ ), in i, j :  $\mathbb{Z}$ ) {  
  Pre {  $0 \leq i < |l| \wedge 0 \leq j < |l| \wedge l = L_0$  }  
  Post {  
    /*Las secuencias tienen la misma longitud*/  
     $|l| = |L_0|$   
     $\wedge$   
    /*Intercambia i*/  
     $l[i] = L_0[j]$   
     $\wedge$   
    /*Intercambia j*/  
     $l[j] = L_0[i]$   
  }  
}
```

- a) ¿Esta especificación es válida? Si lo es ¿qué problema describe?
- b) Mostrar con un ejemplo que la postcondición está sub-especificada (es decir, que hay valores que la hacen verdadera aunque no son deseables como solución).
- c) Corregir la especificación agregando a la postcondición una o más cláusulas **Post:** .

Respuesta

- a)
- b)
- c)

Ejercicio 20. Explicar coloquialmente la siguiente especificación:

```
proc copiarPrimero (inout l: seq( $\mathbb{R}$ ), inout i:  $\mathbb{Z}$ ) {  
  Pre {  
    /*Valores iniciales*/  
     $l = L_0 \wedge i = I_0$   
     $\wedge$   
    /*Secuencia no vacía*/  
     $|l| > 0$   
     $\wedge$   
    /*Índice en rango*/  
     $0 \leq i < |l|$   
  }  
  Post {  
     $l[I_0] = L_0[0]$   
     $\wedge$   
     $i = L_0[I_0]$   
     $\wedge$   
     $((\forall j : \mathbb{Z})(0 \leq j < |l| \wedge j \neq I_0) \rightarrow l[j] = L_0[I_0])$   
  }  
}
```

Respuesta

Ejercicio 21. Dada una secuencia de enteros, se requiere multiplicar por 2 aquéllos valores que se encuentran en posiciones pares. Indicar por qué son incorrectas las siguientes especificaciones, y proponer una alternativa correcta

- a) **proc duplicarPares** (inout $l : seq\langle\mathbb{Z}\rangle$) {
 Pre { $l = L_0$ }
 Post {
 $|l| = |L_0|$
 \wedge
 $(\forall i : \mathbb{Z})(0 \leq i < |l| \wedge i \bmod 2 = 0) \rightarrow_L l[i] = 2 * L_0[i]$
 }
}
- b) **proc duplicarPares** (inout $l : seq\langle\mathbb{Z}\rangle$) {
 Pre { $l = L_0$ }
 Post { $(\forall i : \mathbb{Z})(0 \leq i < |l| \wedge i \bmod 2 \neq 0) \rightarrow_L l[i] = L_0[i]$
 \wedge
 $(\forall i : \mathbb{Z})(0 \leq i < |l| \wedge i \bmod 2 = 0) \rightarrow_L l[i] = 2 * L_0[i]$
 }
}
- c) **proc duplicarPares** (inout $l : seq\langle\mathbb{Z}\rangle$, out result: $seq\langle\mathbb{Z}\rangle$) {
 Pre {*True*}
 Post { $|l| = |result|$
 \wedge
 $(\forall i : \mathbb{Z})(0 \leq i < |l| \wedge i \bmod 2 \neq 0) \rightarrow_L result[i] = l[i]$
 \wedge
 $(\forall i : \mathbb{Z})(0 \leq i < |l| \wedge i \bmod 2 = 0) \rightarrow_L result[i] = 2 * l[i]$
 }
}

Respuesta

- a)
b)
c)

Ejercicio 22. Especificar los siguientes problemas de modificación de secuencias:

- a) ★ **proc primosHermanos**(inout $l : seq\langle\mathbb{Z}\rangle$), que dada una secuencia de enteros mayores a dos, reemplaza dichos valores por el número primo menor más cercano. Por ejemplo, si $l = \langle 6, 5, 9, 14 \rangle$, luego de aplicar **primosHermanos**(l), $l = \langle 5, 5, 7, 13 \rangle$
- b) ★ **proc reemplazar**(inout $l : \text{String}$, in $a, b : \text{Char}$), que reemplaza todas las apariciones de a en l por b .
- c) **proc recortar**(inout $l : seq\langle\mathbb{Z}\rangle$, in $a : \mathbb{Z}$), que saca de l todas las apariciones de a consecutivas que aparezcan al principio. Por ejemplo **recortar**($\langle 2, 2, 3, 2, 4 \rangle, 2$) = $\langle 3, 2, 4 \rangle$, mientras que **recortar**($\langle 2, 2, 3, 2, 4 \rangle, 3$) = $\langle 2, 2, 3, 2, 4 \rangle$.
- d) **proc intercambiarParesConImpares**(inout $l : \text{String}$), que toma una secuencia de longitud par y la modifica de modo tal que todas las posiciones de la forma $2k$ quedan intercambiadas con las posiciones $2k + 1$. Por ejemplo, **intercambiarParesConImpares**(“*adinle*”) modifica de la siguiente manera: “*daniel*”.
- e) ★ **proc limpiarDuplicados**(inout $l : seq\langle\text{Char}\rangle$, out $dup : seq\langle\text{Char}\rangle$), que elimina los elementos duplicados de l dejando sólo su primera aparición (en el orden original). Devuelve además, dup una secuencia con todas las apariciones eliminadas (en cualquier orden).

Respuesta

- a)
b)
c)
d)

FIN.