

1. Defina el tipo *MENSAJES*.

**Solución**  $MENSAJES ::= ok \mid numeroClienteEnUso$

2. Escriba en C un programa que implemente la operación *NuevoCliente*.

**Solución**

```
MENSAJES nuevocliente(DNI d) {
    if (!member(d,ca)) {
        add(ca,d,0);
        return OK;
    } else {
        return NUMEROCLIENTEENUSO;
    }
}
```

3. Respecto del ejercicio 2, ¿que diferencias tiene con el modelo? ¿Como implementó el tipo *DNI*? ¿Su implementación es isomorfa al tipo *DNI*? ¿Puede garantizar que su implementación verifica la especificación? ¿Como lo haría?

**Solución** COMPLETAR.

4. Suponga que el banco exige que para abrir una caja de ahorro el cliente debe depositar en el acto una suma de dinero no inferior a los \$200. Modele este requerimiento.

**Solución**

$montoMinimo : \mathbb{N}$	
$montoMinimo = 200$	

$NuevoCliente == NuevoClienteOk \vee ClienteExiste \vee MontoInsuficiente$

<i>NuevoClienteOk</i>	
$\Delta Banco$	
$d? : DNI$	
$m? : DINERO$	
$rep! : MENSAJES$	
$d? \notin dom(a)$	
$m? \geq montoMinimo$	
$ca' = ca \cup \{d? \mapsto m?\}$	
$rep! = ok$	
<i>MontoInsuficiente</i>	
$m? : DINERO$	
$rep! : MENSAJES$	
$m? < montoMinimo$	
$rep! = montoInsuficiente$	

5. Respecto del ejercicio 4, determine los cambios que se deberían dar en el entorno para que su estado coincida con el del sistema.

**Solución** COMPLETAR.

6. Complete la especificación de *ExtraerCA* con todos los esquemas de error necesarios. *Ayuda:* no olvide los esquemas ya definidos para *Extraer*.

**Solución**

$ExtraerCA == ExtraerCAOk \vee ClienteInexistente \vee MontoIncorrecto \vee MontoInadmisibile$

<i>MontoInadmisibile</i>	
$\exists Banco$	
$d? : DNI$	
$m? : DINERO$	
$rep! : MENSAJES$	
$m? > \min \{ca(d?), limiteExtrCA\}$	
$rep! = montoInadmisibile$	

7. Indique los cambios que deberían hacerse si el BCRA decide eliminar el límite a las extracciones.

**Solución** Debe cambiarse  $\text{mín}\{ca(d?), \text{limiteExtrCA}\}$  por  $\{ca(d?)\}$ .

8. Suponga, ahora, que el BCRA reglamenta que ningún banco puede permitir extracciones de caja de ahorro de más del 50 % del saldo. Modele este requerimiento.

**Solución**

$\text{ExtraerCAOk}$ $\Delta \text{Banco}$ $d? : \text{DNI}$ $m? : \text{DINERO}$ $\text{rep!} : \text{MENSAJES}$
$d? \in \text{dom}(a)$ $0 < m? \leq \text{mín}\{ca(d?) * 50/100, \text{limiteExtrCA}\}$ $ca' = ca \cup \{d? \mapsto m?\}$ $\text{rep!} = \text{ok}$

9. Modele una operación que muestre un listado con los saldos de un grupo de cajas de ahorro.

**Solución**

$\text{ListarSaldosOk}$ $\Xi \text{Banco}$ $d? : \mathbb{P}\text{DNI}$ $\text{rep!} : \mathbb{P}\text{DINERO}$
$d? \subseteq \text{dom}(ca)$ $\text{rep!} = \text{ran}(d? \triangleleft ca)$

10. Modele una operación que da de baja un cierto conjunto de clientes.

**Solución**

<i>CerrarCajasOk</i>	_____
$\Delta Banco$	
$d? : \mathbb{P}DNI$	
$d? \subseteq dom(ca)$	
$ran(d? \triangleleft ca) = \{0\}$	
$ca' = d? \triangleleft ca$	

11. Enumere algunos escenarios en los cuales haber elegido tipos básicos para los nombres y los números de cuenta sea un error. Para cada escenario, defina los tipos que enmendarían el error.

**Solución** COMPLETAR.

12. Definir el estado inicial para *CajaAhorros*.

**Solución**

<i>CajaAhorrosInit</i>	_____
<i>CajaAhorros</i>	
$saldo = 0$	
$his = \langle \rangle$	

13. Definir las operaciones de extracción y consulta de saldo. Seguir el patrón para los nombres de los esquemas.

**Solución**

<i>CAPedirSaldo</i>	_____
$\exists CajaAhorros$	
$rep! : DINERO$	
$rep! = saldo$	

$CAExtraerOk$ $\Delta CajaAhorros$ $m? : DINERO$ $rep! : MENSAJES$
$0 < m? \leq saldo$ $his' = his \wedge \langle -m? \rangle$ $saldo' = saldo - m?$ $rep! = ok$

$$CAExtraer == CAExtraerOk \vee CAMontoIncorrecto \vee CASaldoInsuficiente$$

14. ¿Por qué no incluimos  $m?$  como variable de entrada y  $rep!$  como variable de salida? Justifique.

**Solución** Ambas estarán definidas al haber incluido el subesquema  $CADepositarOK$ .

15. Modele la operación total  $Depositar$ ; es decir, describa los casos erróneos.

**Solución**  $Depositar == DepositarOk \vee DepositarE \vee CuentaInvalida$

$DepositarE$ $\exists Banco2$ $CAMontoIncorrecto$ $n? : NUMCTA$
$n? \in dom(ca)$ $ca(n?) = \Theta CajaAhorros$

16. Defina el estado inicial del banco usando el esquema de estados  $Banco3$ .

**Solución**

$Banco3Init$ $Banco3$
$clis = \emptyset$ $ca = \emptyset$ $tits = \emptyset$

17. Modele la operación de deposito pero usando el esquema de estados *Banco3*. ¿Necesita usar promoción de operaciones?

**Solución**

<i>DepositarOk</i>	
$\Delta Banco3$	
$d? : DNI$	
$n? : NUMCTA$	
$m? : DINERO$	
$rep! : MENSAJES$	
$d? \mapsto n? \in tits$	
$n? \in dom(ca)$	
$m? > 0$	
$ca' = ca \oplus \{n? \mapsto (ca(n?).1 + m?, ca(n?).2 \frown \langle m? \rangle)\}$	
$clis' = clis$	
$tits' = tits$	
$rep! = ok$	

18. Defina el estado inicial del banco usando el esquema de estados *Banco4*.

**Solución**

<i>Banco4Init</i>	
<i>Banco4</i>	
$ca = \emptyset$	

19. Modele la operación de deposito pero usando el esquema de estados *Banco4*. ¿Necesita usar promoción de operaciones?

**Solución**  $CA2DepositarOk == [CADepositarOk; tits, tits' : \mathbb{P}Cliente2 \mid tits' = tits]$

*Banco4DepositarOk*

$\Delta Banco4$

*CA2DepositarOk*

$d? : DNI$

$n? : NUMCTA$

$n? \in dom(ca)$

$ca(n?) = \Theta CajaAhorros2$

$ca' = ca \oplus \{n? \mapsto \Theta CajaAhorros2'\}$

20. Complete la operación *CAExtraer*.

**Solución**  $CAExtraer \triangleq CAExtraerOk \vee CAMontoIncorrecto \vee CASaldoInsuficiente$

21. ¿Por qué decimos que esta forma de definir *PedirSaldo* es artificiosa?  
¿Qué es lo que la diferencia de las otras dos?

**Solución** La promoción de operaciones de caja de ahorros a banco esta diseñada para modificar el estado. En este caso se modifica el valor original por el mismo valor, lo cual puede resultar confuso.

22. Modelar la operación *CAPedirSaldo*.

**Solución** ¿Ejercicio 13?

23. Modelar el alta y la baja de una caja de ahorros. ¿Puede utilizar el esquema marco de promoción? ¿Por que?

## Solución

*NuevaCuentaOk*

$\Delta Banco2$

$d? : DNI$

$n? : NUMCTA$

$rep! : MENSAJES$

$d? \in dom(clis)$

$(d?, n?) \notin tits$

$n? \notin dom(ca)$

$ca' = ca \cup \{n? \mapsto \langle saldo == 0, his == \rangle \}$

$tits' = tits \cup \{(d?, n?)\}$

$clis' = clis$

$rep! = ok$

*BorrarCuentaOk*

$\Delta Banco2$

$d? : DNI$

$n? : NUMCTA$

$rep! : MENSAJES$

$d? \in dom(clis)$

$n? \in dom(ca)$

$dom(tits \triangleright n?) = \{d?\}$

$ca(n?).saldo = 0$

$ca' = \{n?\} \triangleleft ca$

$tits' = tits \setminus \{(d?, n?)\}$

$clis' = clis$

$rep! = ok$

24. Modele las operaciones de extracción, alta y baja de un cliente y pedido de saldo utilizando el esquema de estados *Banco3*.



## Solución

*PedirSaldoOk*

$\Xi Banco3$

$n? : NUMCTA$

$d? : DNI$

$rep! : DINERO$

$(d?, n?) \in tits$

$n? \in dom(ca)$

$rep! = ca(n?).1$

*ExtraerOk*

$\Delta Banco3$

$n? : NUMCTA$

$d? : DNI$

$m? : DINERO$

$(d?, n?) \in tits$

$n? \in dom(ca)$

$0 < m? \leq ca(n?).1$

$ca' = ca \oplus \{n? \mapsto (ca(n?).1 - m?, ca(n?).2 \wedge \langle -m? \rangle)\}$

$clis' = clis$

$tits' = tits$

*NuevoClienteOk*

$\Delta Banco3$

$n? : NOMBRE$

$c? : DOMICILIO$

$d? : DNI$

$d? \notin dom(clis)$

$clis' = clis \cup \{d? \mapsto (n?, c?)\}$

$ca' = ca$

$tits' = tits$

*BorrarClienteOk*

$\Delta Banco3$

$d? : DNI$

$d? \in dom(clis)$

$d? \triangleleft tits = \emptyset$

$clis' = \{d?\} \triangleleft clis$

$ca' = ca$

$tits' = tits$

25. Modele las operaciones de extracción, alta y baja de un cliente y pedido de saldo utilizando el esquema de estados *Banco4*.

### Solución

*PedirSaldoOk*

$\Xi Banco4$

$n? : NUMCTA$

$d? : DNI$

$rep! : DINERO$

$n? \in dom(ca)$

$d? \in \{c : Cliente2 \mid c \in ca(n?).tits \bullet c.dni\}$

$rep! = saldo$

*ExtraerOk*

$\Delta Banco4$

$\Delta CajaAhorros2$

$n? : NUMCTA$

$d? : DNI$

$m? : DINERO$

$n? \in dom(ca)$

$ca(n?) = \Theta CajaAhorros2$

$0 < m? \leq saldo$

$d? \in \{c : Cliente2 \mid c \in tits \bullet c.dni\}$

$saldo' = saldo - m?$

$his' = his \wedge \langle -m? \rangle$

$tits' = tits$

COMPLETAR.

26. En el esquema marco de promoción *CajaAhorrosABanco* hay una pre-condición para la cual no se ha escrito ningún esquema de error para ninguna de las operaciones. ¿Por qué?

**Solución** COMPLETAR.

27. Falta modelar un esquema de error para la operación *Extraer*. Hágalo.

**Solución** COMPLETAR.

28. Muestre detalladamente la implementación de lo antedicho en lenguaje C++.

**Solución** COMPLETAR.

29. Muestre con algún detalle la forma de la implementación en caso de que exista más de un esquema marco de promoción.

**Solución** COMPLETAR.

30. ¿Por qué *CAExtraerOk* [*no?*/*n?*] es igual a *CAExtraerOk*?

**Solución** Por que *n?* no aparece en el esquema.

31. ¿Qué ocurre si *no?* y *nd?* son iguales? ¿Es necesario que sean diferentes? Si lo es, modifique el modelo para que lo sean.

**Solución** COMPLETAR.

32. Definir la operación de transferencia usando los esquemas de estados *Banco3* y *Banco4*.

**Solución** COMPLETAR.

33. Determine, justificando formalmente su respuesta, si las dos expresiones que siguen son o no equivalentes.

$ExtraerOk [no?/n?]; DepositarOk [nd?/n?, saldo_1/saldo, saldo_2/saldo, his_1/his, his_2/his'']$   
 $DepositarOk [no?/n?]; ExtraerOk [nd?/n?, saldo_1/saldo, saldo_2/saldo, his_1/his, his_2/his'']$

**Solución** COMPLETAR.

34. Modele, para los tres esquemas de estado que venimos considerando, operaciones para:

- a) Obtener todas las cuentas en las que un cliente dado es titular.
- b) Todos los titulares de una cuenta dada.
- c) Última extracción por cierre; es decir, se extrae el saldo completo de una cuenta y luego se la cierra.
- d) Obligatoriedad de un deposito inicial; es decir, para que una persona pueda abrir una caja de ahorros debe depositar una suma de dinero en el momento de la apertura.
- e) Eliminar un titular de una caja de ahorros, si es que hay más de uno; solo el mismo titular puede hacer esto.
- f) Agregar un titular a una caja de ahorros; solo uno de los titulares puede hacerlo.

**Soluciones** COMPLETAR.

35. Complete en C++ la implementación de todas las operaciones definidas sobre *Banco2*.

**Solución** COMPLETAR.

36. Especifique el operador *sumSeq*, el cual retorna la suma de una secuencia de números enteros. ¿Qué parágrafo Z utilizará? ¿Un esquema, una definición axiomática, una definición genérica?

### Solución

$$\begin{array}{l} \text{sumSeq} : \text{seq}\mathbb{Z} \rightarrow \mathbb{Z} \\ \hline \text{sumSeq}(\langle \rangle) = 0 \\ \text{sumSeq}(S) = \text{head}(s) + \text{sumSeq}(\text{tail}(S)) \end{array}$$

37. Defina el mismo invariante para los esquemas de estado *Banco3* y *Banco4*.

### Solución

$$\begin{array}{l} \text{InvBanco3} \\ \hline \text{Banco3} \\ \hline \text{dom}(ca) = \text{ran}(tits) \\ \text{dom}(clis) = \text{dom}(tits) \\ \forall x : \text{ran}(ca) \bullet \text{sumSeq}(x.2) = x.1 \\ \hline \text{InvBanco4} \\ \hline \text{Banco4} \\ \hline \forall c : \text{ran}(ca) \bullet \text{sumSeq}(c.his) = c.saldo \end{array}$$

38. Intente formalizar el invariante: «en cualquier momento el saldo de una caja de ahorro es igual a la suma de todos los depósitos menos la suma de todas las extracciones».

### Solución COMPLETAR.

39. Escriba las designaciones de los requerimientos enunciados en la sección 3.

### Solución

- La operación finalizo con éxito  $\approx ok$ .
- La persona ya es cliente del banco  $\approx \text{numeroClienteEnUso}$ .
- La persona no es cliente del banco  $\approx \text{clienteInexistente}$ .
- El monto de dinero es incorrecto  $\approx \text{montoNulo}$ .
- El cliente no tiene suficiente saldo  $\approx \text{noPoseeSaldoSuficiente}$ .

- La caja de ahorros aun posee saldo  $\approx \text{saldoNoNulo}$ .
  - Monto insuficiente para crear la caja de ahorros  $\approx \text{montoInsuficiente}$ .
  - No se puede retirar tanto dinero  $\approx \text{montoInadmisible}$ .
  - El limite para la extracción establecido por el BRCA es  $\text{limiteExtrCA} \approx \text{limiteExtrCA}$ .
  - $n$  es un DNI  $\approx n \in \text{DNI}$ .
  - $x$  es un monto de dinero positivo  $\approx x \in \text{DINERO}$ .
  - La persona con DNI  $x$  es cliente del banco y su saldo es  $y \approx \text{ca}(x) = y$ .
  - Se crea una cuenta para la persona con DNI  $d?$  y se comunica el resultado  $\text{rep!}$  de la operación  $\approx \text{NuevoCliente}(d?, \text{rep!})$ .
  - La persona con DNI  $d?$  realiza un deposito de cantidad  $m?$  en su cuenta, y se comunica el resultado  $\text{rep!}$  de la operación  $\approx \text{Depositar}(d?, m?, \text{rep!})$ .
  - El cliente con DNI  $d?$  retira la cantidad  $m?$  de su cuenta, y se comunica el resultado  $\text{rep!}$  de la operación  $\approx \text{Extraer}(d?, m?, \text{rep!})$ .
  - La persona con DNI  $d?$  quiere conocer su saldo  $\text{saldo!}$ , y se comunica el resultado de la operación  $\text{rep!} \approx \text{PedirSaldo}(d?, m?, \text{rep!})$ .
  - El cliente con DNI  $d?$  cierra su cuenta y se comunica el resultado  $\text{rep!}$  de la operación  $\approx \text{CerrarCaja}(d?, \text{rep!})$ .
40. Escriba las designaciones de los requerimientos enunciados en la sección 4.

**Solución** COMPLETAR.

41. ¿Necesita escribir nuevas designaciones o modificar las que escribió en el problema 40 para el modelo basando en *Banco3*?

**Solución** COMPLETAR.