

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

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

$NuevoCliente \triangleq NuevoClienteOk \vee ClienteExiste \vee MontoInsuficiente$

<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

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

<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

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

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

Solución

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

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

Solución

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

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

$CajaAhorrosInit$	
$CajaAhorros$	
$saldo = 0$	
$his = \langle \rangle$	

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

Solución

$CAPedirSaldo$	
$\exists CajaAhorros$	
$rep! : DINERO$	
$rep! = saldo$	

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

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

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 $Depositar \triangleq DepositarOk \vee DepositarE \vee CuentaInvalida$

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

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

DepositarOk

Δ *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

Banco4Init

Banco4

$ca = \emptyset$

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

Solución $CA2DepositarOk \triangleq [CADepositarOk \mid tits' = tits]$

Banco4DepositarOk

$\Delta Banco4$

CA2DepositarOk

$d? : DNI$

$n? : NUMCTA$

$n? \in dom(ca)$

$ca(n?) = \ominus CajaAhorros2$

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

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

$\Delta Banco2$

$d? : DNI$

$n? : NUMCTA$

$rep! : MENSAJES$

$d? \in dom(clis)$

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

$n? \notin dom(ca)$

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

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

$clis' = clis$

$rep! = ok$

BorrarCuentaOk

$\Delta Banco2$

$d? : DNI$

$n? : NUMCTA$

$rep! : MENSAJES$

$d? \in dom(clis)$

$n? \in dom(ca)$

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

$ca(n?) = \Theta CajaAhorros$

$saldo = 0$

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

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

$clis' = clis$

$rep! = ok$

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

$\Xi Banco4$

$n? : NUMCTA$

$d? : DNI$

$rep! : DINERO$

$n? \in dom(ca)$

$ca(n?) = \Theta CajaAhorros2$

$d? = \Theta Cliente2.dni$

$\Theta Cliente2 \in tits$

$rep! = saldo$

ExtraerOk

$\Delta Banco4$

$n? : NUMCTA$

$d? : DNI$

$m? : DINERO$

$n? \in dom(ca)$

$ca(n?) = \Theta CajaAhorros2$

$d? = \Theta Cliente2.dni$

$\Theta Cliente2 \in tits$

$0 < m? \leq saldo$

$\Theta CajaAhorros2'.saldo' = saldo - m?$

$\Theta CajaAhorros2'.his' = his \cap \langle -m? \rangle$

$\Theta CajaAhorros2'.tits' = tits$

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

$sumSeq : seq\mathbb{Z} \rightarrow \mathbb{Z}$	
$sumSeq(\langle \rangle) = 0$	
$sumSeq(S) = head(s) + sumSeq(tail(S))$	

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

Solución

$InvBanco3$	
$Banco3$	
$dom(ca) = ran(tits)$	
$dom(clis) = dom(tits)$	
$\forall x : ran(ca) \bullet sumSeq(x.2) = x.1$	
$InvBanco4$	
$Banco4$	
$\forall c : ran(ca) \bullet sumSeq(c.his) = c.saldo$	

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

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.