



**DEPARTAMENTO
DE COMPUTACION**

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - UBA

Trabajo Practico 2

Algoritmos y Estructura de Datos II
Primer cuatrimestre 2014

Grupo 10

Integrante	LU	Correo electrónico
Gómez, Pablo Nicolás	156/13	mag0-1986@hotmail.com
Parral, Lucía Inés	162/13	luciaparral@gmail.com
Roulet, Nicolás	587/13	nicoroulet@gmail.com
Tamborindeguy, Guido Joaquín	584/13	guido@tamborindeguy.com.ar



Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad de Buenos Aires

Ciudad Universitaria - (Pabellón I/Planta Baja)

Intendente Güiraldes 2160 - C1428EGA

Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Rep. Argentina

Tel/Fax: (54 11) 4576-3359

<http://www.fcen.uba.ar>

Índice

1. Renombres de Módulos	3
2. Módulo Wolfie	3
2.1. Interfaz	3
2.1.1. Parámetros formales	3
2.1.2. Operaciones básicas de wolfie	3
2.1.3. Operaciones básicas de itTítulos	4
2.2. Representación	5
2.2.1. Representación de wolfie	5
2.2.2. Invariante de representación	5
2.2.3. Función de abstracción	6
2.2.4. Representación de itTítulos	7
2.2.5. Invariante de Representación de itTítulos	7
2.3. Algoritmos	7
2.3.1. Algoritmos de wolfie	7
2.3.2. Algoritmos de wolfie	7
2.3.3. Algoritmos de itTítulos	9
2.3.4. Funciones auxiliares	9
2.4. Servicios Usados	10
3. Módulo Diccionario String(α)	10
3.1. Interfaz	11
3.1.1. Parámetros formales	11
3.1.2. Operaciones básicas de Diccionario String(α)	11
3.1.3. Operaciones básicas del iterador de claves de Diccionario String(α)	11
3.2. Representación	12
3.2.1. Representación del Diccionario String(α)	12
3.2.2. Invariante de Representación de dicString	12
3.2.3. Operaciones auxiliares del invariante de Representación	12
3.2.4. Función de abstracción de dicString	13
3.2.5. Representación del iterador de Claves del Diccionario String(α)	13
3.3. Algoritmos	13
3.3.1. Algoritmos de Diccionario String	13
3.3.2. Algoritmos del iterador de claves del Diccionario String	14
3.4. Servicios Usados	15
4. Módulo Conjunto Estático de Nats	15
4.1. Interfaz	15
4.1.1. Operaciones básicas de conjEstNat	15
4.1.2. Operaciones básicas de itConjEstNat	15
4.2. Representación	16

4.2.1.	Representación de conjEstNat	16
4.2.2.	Función de abstracción de conjEstNat	16
4.2.3.	Representación de itConjEstNat	16
4.2.4.	Función de abstracción de itConjEstNat	16
4.3.	Algoritmos	17
4.3.1.	Algoritmos de conjEstNat	17
4.3.2.	Algoritmos de itConjEstNat	17
4.4.	Servicios Usados	18
4.5.	TAD CONJUNTO ESTÁTICO DE NATS	18
5.	Módulo Promesa	18
5.1.	Interfaz	18
5.1.1.	Parámetros formales	18
5.1.2.	Operaciones básicas de promesa	18
5.2.	Representación	19
5.2.1.	Representación de promesa	19
5.3.	Algoritmos	19
5.3.1.	Algoritmos de promesa	19
6.	Módulo Título	20
6.1.	Interfaz	20
6.1.1.	Operaciones básicas de título	20
6.2.	Representación	21
6.2.1.	Representación de título	21
6.3.	Algoritmos	21
6.3.1.	Algoritmos de título	21

1. Renombres de Módulos

Módulo Dinero es Nat
 Módulo Cliente es Nat
 Módulo TipoPromesa es enum{compra, venta}
 Módulo Nombre es String

2. Módulo Wolfie

2.1. Interfaz

2.1.1. Parámetros formales

géneros wolfie, itTítulos

se explica con: WOLFIE, ITERADOR UNIDIRECCIONAL

2.1.2. Operaciones básicas de wolfie

CLIENTES(in w : wolfie) $\rightarrow res$: itConjEstNat(cliente)
Pre $\equiv \{\text{true}\}$
Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{crearItUni}(\text{clientes}(w))\}$
Complejidad: $O(1)$
Descripcion: Devuelve un iterador a los clientes de un wolfie.

TÍTULOS(in w : wolfie) $\rightarrow res$: itUni(título)
Pre $\equiv \{\text{true}\}$
Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{crearItUni}(\text{títulos}(w))\}$
Complejidad: $O(1)$
Descripcion: Devuelve un iterador a los títulos de un wolfie.

PROMESASDE(in c : cliente, in w : wolfie) $\rightarrow res$: itConj(promesa)
Pre $\equiv \{c \in \text{clientes}(w)\}$
Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{crearItUni}(\text{promesasDe}(c, w))\}$
Complejidad: $O(T \cdot C \cdot |max_nt|)$
Descripcion: Devuelve un iterador a las promesas de un wolfie

ACCIONESPORCLIENTE(in c : cliente, in nt : nombre, in w : wolfie) $\rightarrow res$: nat
Pre $\equiv \{c \in \text{clientes}(w) \wedge (\exists t:\text{título}) (t \in \text{títulos}(w) \wedge \text{nombre}(t) = nt)\}$
Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{accionesPorCliente}(c, nt, w)\}$
Complejidad: $O(\log(C) + |nt|)$
Descripcion: Devuelve la cantidad de acciones que un cliente posee de un determinado título.

INAUGURARWOLFIE(in cs : conj(cliente)) $\rightarrow res$: wolfie
Pre $\equiv \{\neg?(cs)\}$
Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{inaugurarWolfie}(cs)\}$
Complejidad: $O(\#(cs)^2)$
Descripcion: Crea un nuevo wolfie a partir de un conjunto de clientes.

AGREGARTÍTULO(in t : título, in/out w : wolfie)
Pre $\equiv \{w_0 =_{\text{obs}} w \wedge (\forall t2:\text{título}) (t2 \in \text{títulos}(w) \Rightarrow \text{nombre}(t) \neq \text{nombre}(t2))\}$
Post $\equiv \{w =_{\text{obs}} \text{agregarTitulo}(t, w_0)\}$
Complejidad: $O(|\text{nombre}(t)| + C)$

ACTUALIZARCOTIZACIÓN(in nt : nombre, in cot : nat, in/out w : wolfie)
Pre $\equiv \{w_0 =_{\text{obs}} w \wedge (\exists t:\text{título}) (t \in \text{títulos}(w) \wedge \text{nombre}(t) = nt)\}$

Post $\equiv \{w =_{\text{obs}} \text{actualizarCotización}(nt, cot, w_0)\}$

Complejidad: $O(C \cdot |nt| + C \cdot \log(C))$

Descripción: Cambia la cotización de un determinado título. Esta operación genera que se desencadene el cumplimiento de promesas (según corresponda): primero de venta y luego, de compra, según el orden descendente de cantidad de acciones por título de cada cliente.

AGREGARPROMESA(**in** c : cliente, **in** p : promesa, **in/out** w : wolfie)

Pre $\equiv \{w_0 =_{\text{obs}} w \wedge (\exists t: \text{título}) (t \in \text{títulos}(w) \wedge \text{nombre}(t) = \text{título}(p)) \wedge c \in \text{clientes}(w) \wedge_L (\forall p2: \text{promesa}) (p2 \in \text{promesasDe}(c, w) \Rightarrow (\text{título}(p) \neq \text{título}(p2) \vee \text{tipo}(p) \neq \text{tipo}(p2))) \wedge (\text{tipo}(p) = \text{vender} \Rightarrow \text{accionesPorCliente}(c, \text{título}(p), w) \geq \text{cantidad}(p)))\}$

Post $\equiv \{w =_{\text{obs}} \text{agregarPromesa}(c, p, w_0)\}$

Complejidad: $O(|\text{título}(p)| + \log(C))$

Descripción: Agrega una nueva promesa.

ENALZA(**in** nt : nombreTítulo, **in** w : wolfie) $\rightarrow res$: bool

Pre $\equiv \{(\exists t: \text{título}) (t \in \text{títulos}(w) \wedge \text{nombre}(t) = nt)\}$

Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{enAlza}(nt, w)\}$

Complejidad: $O(|nt|)$

Descripción: Dado un título, informa si está o no en alza.

2.1.3. Operaciones básicas de itTítulos

CREARIT(**in** w : wolfie) $\rightarrow res$: itTítulos

Pre $\equiv \{\text{true}\}$

Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{crearItUni}(\text{títulos}(w))\}$

Complejidad: $O(1)$

Descripción: Devuelve un iterador unidireccional a los títulos de wolfie.

ACTUAL(**in** i : itTítulos) $\rightarrow res$: título

Pre $\equiv \{\text{true}\}$

Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{actual}(i)\}$

Complejidad: $O(|\text{título}(\text{actual}(i))|)$

Descripción: Devuelve el título actual.

PRÓXIMO(**in/out** i : itTítulos) $\rightarrow res$: [

Pre $\equiv \{\text{true}\}$

Post $\equiv \{H\} \text{ayPróximo}(i) \wedge i_0 = i \mid i =_{\text{obs}} \text{avanzar}(i_0) [O(1)] [\text{Avanza el iterador.}]$

HAYPRÓXIMO(**in/out** i : itTítulos) $\rightarrow res$: bool

Pre $\equiv \{\text{true}\}$

Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{hayMas}(i)\}$

Complejidad: $O(1)$

Descripción: Pregunta si hay más elementos para iterar.

2.2. Representación

2.2.1. Representación de wolfie

wolfie se representa con estr

donde estr es $\text{tupla}(\text{títulos: diccString}(\text{infoTítulo}),$
 $\text{clientes: conjEstNat}(\text{cliente})$
 $\text{últimoLlamado: } \langle \text{cliente: cliente, promesas: conj}(\text{promesa}), \text{ fueÚltimo: bool} \rangle)$
 donde infoTítulo es $\text{tupla}(\text{arrayClientes: array_dimensionable}(\text{tuplaPorCliente}), \text{ título: título, accDisponi-}$
 $\text{bles: nat})$
 donde tuplaPorCliente es $\text{tupla}(\text{cliente: cliente, cantAcc: nat, promCompra: *promesa, promVenta: *promesa})$
 Con un orden definido por $a < b \Leftrightarrow a.\text{cliente} < b.\text{cliente}$
 donde tuplaPorCantAcc es $\text{tupla}(\text{cliente: cliente, cantAcc: nat, promCompra: *promesa, promVenta: *promesa})$
 Con un orden definido por $a < b \Leftrightarrow a.\text{cantAcc} > b.\text{cantAcc}$

2.2.2. Invariante de representación

- (I) Los clientes de *clientes* son los mismos que hay dentro de *títulos*.
- (II) Las promesas de compra son de su título y cliente y no cumplen los requisitos para ejecutarse.
- (III) Las promesas de venta son de su título y cliente y no cumplen los requisitos para ejecutarse.
- (IV) Las acciones disponibles de cada título son el máximo de acciones de ese título menos la suma de las acciones de ese título que tengan los clientes, y son mayores o iguales a 0.
- (V) El *cliente* de *últimoLlamado* pertenece a *clientes*.
- (VI) En *últimoLlamado*, si *fueÚltimo* es true, las promesas de *promesas* son todas las promesas que tiene *cliente*.
- (VII) Los clientes están ordenados en *arrayClientes* de *e.títulos*.
- (VIII) Los títulos en infoTítulo tienen el mismo nombre que la clave que lleva a ellos.

Rep : estr \rightarrow bool

$\text{Rep}(e) \equiv \text{true} \iff$
 (I) $(\forall c: \text{cliente}) \left(\text{pertenece?}(c, e.\text{clientes}) \iff (\exists t: \text{título}) \left(\text{def?}(t, e.\text{titulos}) \wedge_{\text{L}} \text{estáCliente?}(c, \text{obtener}(t, e.\text{titulos}).\text{arrayClientes}) \right) \right) \wedge_{\text{L}}$
 (II) $(\forall p: *promesa, t: \text{nombre}, c: \text{cliente}) \left((p \neq \text{NULL} \wedge \text{def?}(t, e.\text{titulos}) \wedge_{\text{L}} \text{estáCliente?}(c, \text{obtener}(t, e.\text{titulos}).\text{arrayClientes}) \wedge_{\text{L}} \text{buscarCliente}(c, \text{obtener}(t, e.\text{titulos}).\text{arrayClientes}).\text{promCompra}=p) \Rightarrow_{\text{L}} \text{título}(*p)=t \wedge \text{tipo}(*p)=\text{compra} \wedge (\text{límite}(*p) > \text{cotización}(\text{obtener}(t, e.\text{titulos}).\text{título}) \vee \text{cantidad}(*p) > \text{obtener}(t, e.\text{titulos}).\text{accDisponibles}) \right) \wedge$
 (III) $(\forall p: *promesa, t: \text{nombre}, c: \text{cliente}) \left((p \neq \text{NULL} \wedge \text{def?}(t, e.\text{titulos}) \wedge_{\text{L}} \text{estáCliente?}(c, \text{obtener}(t, e.\text{titulos}).\text{arrayClientes}) \wedge_{\text{L}} \text{buscarCliente}(c, \text{obtener}(t, e.\text{titulos}).\text{arrayClientes}).\text{promVenta}=p) \Rightarrow_{\text{L}} (\text{título}(*p)=t \wedge \text{tipo}(*p)=\text{venta} \wedge \text{límite}(*p) < \text{cotización}(\text{obtener}(t, e.\text{titulos}).\text{título})) \right) \wedge$
 (IV) $(\forall nt: \text{nombreT}) \left(\text{def?}(nt, e.\text{titulos}) \Rightarrow_{\text{L}} (\text{obtener}(nt, e.\text{titulos}).\text{accDisponibles} = \text{máximo}(\text{obtener}(nt, e.\text{titulos}).\text{título}) - \text{sumaAccClientes}(\text{obtener}(nt, e.\text{titulos}).\text{arrayClientes}, 0) \wedge \text{obtener}(nt, e.\text{titulos}).\text{accDisponibles} \geq 0) \right) \wedge$
 (V) $(\text{pertenece?}(e.\text{últimoLlamado}.cliente, e.\text{clientes})) \wedge_{\text{L}}$
 (VI) $(e.\text{últimoLlamado}.fueÚltimo \Rightarrow (\forall p: \text{promesa}) \left(\text{pertenece?}(p, e.\text{últimoLlamado}.promesas) \iff (\text{def?}(\text{título}(p), e.\text{titulos}) \wedge_{\text{L}} \right.$
 if $\text{tipo}(p)=\text{compra}$ **then**
 $\text{buscarCliente}(e.\text{últimoLlamado}.cliente, \text{obtener}(\text{título}(p), e.\text{titulos}).\text{arrayClientes}).\text{promCompra} = p$
 else
 $\text{buscarCliente}(e.\text{últimoLlamado}.cliente, \text{obtener}(\text{título}(p), e.\text{titulos}).\text{arrayClientes}).\text{promVenta} = p$
 fi $\left. \right) \wedge_{\text{L}}$
 (VII) $(\forall t: \text{nombre}) \text{def?}(t, e.\text{titulos}) \Rightarrow_{\text{L}} ((\forall i: \text{nat}) i < \text{longitud}(\text{buscar}(t, e.\text{titulos}).\text{arrayClientes})-1 \Rightarrow (\text{buscar}(t, e.\text{titulos}).\text{arrayClientes}[i] < (\text{buscar}(t, e.\text{titulos}).\text{arrayClientes}[i+1])))$
 (VIII) $(\forall t: \text{nombre}) \text{def?}(t, e.\text{titulos}) \Rightarrow_{\text{L}} t = \text{nombre}(\text{obtener}(t, e.\text{titulos}).\text{título})$

 $\text{estáCliente?} : \text{cliente} \times \text{array_dimensionable}(\text{tuplaPorCliente}) \longrightarrow \text{bool}$
 $\text{estáCliente?}(c, a) \equiv \text{auxEstáCliente}(c, a, 0)$

 $\text{auxEstáCliente} : \text{cliente} \times \text{array_dimensionable}(\text{tuplaPorCliente}) \times \text{nat} \longrightarrow \text{bool}$
 $\text{auxEstáCliente}(c, a, i) \equiv \text{if } i=\text{longitud}(a) \text{ then false else } a[i].cliente = c \vee \text{auxEstáCliente}(c, a, i+1) \text{ fi}$

 $\text{buscarCliente} : \text{cliente} \times \text{array_dimensionable}(\text{tuplaPorCliente}) \longrightarrow \text{tuplaPorCliente} \quad \{\text{estáCliente}(c, a)\}$
 $\text{buscarCliente}(c, a) \equiv \text{auxBuscarCliente}(c, a, 0)$

 $\text{auxBuscarCliente} : \text{cliente} \times \text{array_dimensionable}(\text{tuplaPorCliente}) \times \text{nat} \longrightarrow \text{tuplaPorCliente} \quad \{\text{estáCliente}(c, a)\}$
 $\text{auxBuscarCliente}(c, a, i) \equiv \text{if } a[i].cliente = c \text{ then } a[i] \text{ else } \text{auxBuscarCliente}(c, a, i+1) \text{ fi}$
 $\text{sumaAccClientes} : \text{array_dimensionable}(\text{tuplaPorCliente}) \times \text{nat} \longrightarrow \text{nat}$
 $\text{auxBuscarCliente}(a, i) \equiv \text{if } i=\text{longitud}(a) \text{ then } 0 \text{ else } a[i].cantAcc + \text{sumaAccClientes}(a, i+1) \text{ fi}$

2.2.3. Función de abstracción

$\text{Abs} : \text{estr } e \longrightarrow \text{wolfie} \quad \{\text{Rep}(e)\}$
 $\text{Abs}(e) =_{\text{obs}} w: \text{wolfie} \mid \text{clientes}(w) = e.\text{clientes} \wedge (\forall t: \text{título}) (t \in \text{títulos}(w) \iff (\text{def?}(t, e.\text{titulos}) \wedge_{\text{L}} t = \text{obtener}(t, e.\text{titulos}).\text{título}))$
 $\quad \wedge (\forall c: \text{cliente}) \text{promesasDe}(c, w) = \text{damePromesas}(\text{crearIt}(e.\text{titulos}), e, c) \wedge$
 $\quad \text{accionesPorCliente}(c, t, w) = \text{buscarCliente}(\text{obtener}(t, e.\text{titulos}).\text{arrayClientes}).cantAcc$
 $\text{damePromesas} : \text{itDicc}(\text{diccString}(\text{infoT\~{A}tulo})) \times \text{estr} \times \text{cliente} \longrightarrow \text{conj}(\text{promesa})$

```

damePromesas(it, e, c)  $\equiv$  if hayMas?(it) then
    if buscarCliente(obtener(actual(it)).promCompra  $\neq$  NULL) then
        {buscarCliente(obtener(actual(it)).promCompra  $\neq$  NULL}  $\cup$  fi
    if buscarCliente(obtener(actual(it)).promVenta  $\neq$  NULL) then
        {buscarCliente(obtener(actual(it)).promVenta  $\neq$  NULL}  $\cup$  fi
    damePromesas(avanzar(it), e, c)
else
    vacio
fi

```

2.2.4. Representación de itTítulos

itTítulos se representa con iterador

donde iterador es $\text{tupla}(it: \text{itClaves}(\text{infoTítulo}),$
 $\text{dicc}: * \text{diccString}(\text{infoTítulo})$)

2.2.5. Invariante de Representación de itTítulos

Los el iterador de claves es iterador del diccString.

$\text{Rep} : \text{iterador} \rightarrow \text{bool}$

$\text{Rep}(i) \equiv \text{true} \iff \text{esIterador}(i.it, \text{CrearIt}(*i.dicc))$

$\text{esIterador} : \text{itClaves}(\text{infoTítulo}) \times \text{itClaves}(\text{infoTítulo}) \rightarrow \text{bool}$

$\text{esIterador}(it1, it2 \equiv \text{actual}(it1) = \text{actual}(it2) \vee (\text{hayMas?}(it2) \wedge_L \text{esIterador}(it1, \text{Avanzar}(it2)))$

$\text{Abs} : \text{iterador } i \rightarrow \text{itTítulos}$

$\{\text{Rep}(i)\}$

$\text{Abs}(i) =_{\text{obs}} t: \text{itTítulos} \mid \text{actual}(t) = \text{obtener}(\text{actual}(i.it), *i.dicc) \wedge (\text{hayMás}(i.it) \Rightarrow_L (\text{hayMás}(t) \wedge_L \text{Abs}(<\text{Avanzar}(i.it),$
 $i.dicc>, \text{avanzar}(t))))$

2.3. Algoritmos

2.3.1. Algoritmos de wolfie

$\text{iClientes}(\text{in } e: \text{estr}) \rightarrow \text{res}: \text{itConjEstNat}$

1 **return** (**CrearIt** ($e.\text{clientes}$))

Complejidad: $O(1)$

2.3.2. Algoritmos de wolfie

$\text{iClientes}(\text{in } e: \text{estr}) \rightarrow \text{res}: \text{itTítulos}$

1 **return** (**CrearIt** (e))

Complejidad: $O(1)$

$\text{iPromesasDe}(\text{in } c: \text{cliente}, \text{in/out } e: \text{estr}) \rightarrow \text{res}: \text{itConj}(\text{promesa})$

```

1 if  $\neg(e.\text{ultimoLlamado.cliente} = c \wedge e.\text{ultimoLlamado.fueUltimo})$  then O(1)
2   itClaves(diccString(infoTítulo)) it  $\leftarrow$  CrearIt( $e.\text{titulos}$ ) O(1)
3   conj(promesa) proms  $\leftarrow$  vacio() O(1)
4   tuplaPorClientes tup O(1)
5   while (HayMas?(it)) T* O(1)
6     tup  $\leftarrow$  BuscarCliente(Obtener(Nombre(Actual(it)),  $e.\text{titulos}.\text{arrayClientes}$ ) O(C*|nombre(actual(it))|)
7     O(1)
8     if tup.promVenta  $\neq$  NULL then AgregarRapido(proms,  $*(tup.\text{promVenta})$ ) O(1)

```



```

9      if tup.promCompra ≠ NULL then AgregarRapido(proms, *(tup.promCompra)) O(1)
10     Avanzar(it) O(1)
11   endWhile
12   e.ultimoLlamado.promesas ← proms O(1)
13 fi
14 return(crearIt(e.ultimoLlamado.promesas)) O(1)

```

Complejidad: $4*O(1)+T*(O(1)+O(C*|nombre(actual(it))|)+3*O(1))+O(1)+O(1)\subseteq O(T*C*|max_nt|)$

iAccionesPorCliente(in c: cliente, in nt, nombreT, in e: estr) → res: nat

```
1 return(BuscarCliente(c, Obtener(nt, e.titulos).cantAcc)
```

Complejidad: $O(\log(C)+|nt|)$

iInaugurarWolfie(in c: conj(cliente)) → res: estr

```

1 res.titulos ← CrearDicc() O(1)
2 res.clientes ← NuevoConjEstNat(c) O(C(log(C)))
3 res.ultimoLlamado ← <0, Vacio(), false> O(1)

```

Complejidad: $O(C(\log(C)))$

iAgregarTítulo(in t: título, in/out e: estr) → res: nat

```

1 Definir(e.titulos, nombre(t), <CrearArrayClientes(CrearIt(e.clientes), cardinal
2   (e.clientes)), t, #maxAcciones(t))

```

Complejidad: $O(|nombre(t)|+C)$

iActualizarCotización(in nt: nombre, in cot: nat, in/out e: estr)

```

1 infoTitulo s ← Obtener(nt, e.titulos) O(|nt|)
2 recotizar(cot, s.titulo)
3 nat i ← 0 O(1)
4 while i < |s.arrayClientes| C*
5   if (s.arrayClientes[i].promVenta ≠ NULL \yluego limite(*(s.arrayClientes[i].promVenta))
6 > cotizacion(s.titulo)) then
7     s.arrayClientes[i].cantAcc -= cantidad(*(s.arrayClientes[i].promVenta)) O(1)
8     s.accDisponibles += cantidad(*(s.arrayClientes[i].promVenta)) O(1)
9     s.arrayClientes[i].promVenta = NULL O(1)
10  fi
11 endWhile
12 arreglo_dimensionable(tuplaPorCantAcc)[s.arrayClientes] arr O(C)
13 CambiarPorCantAcc(s.arrayClientes, arr) O(C)
14 heapsort(arr) O(C(log(C)))
15 i ← 0 O(1)
16 while i < |s.arrayClientes| C*
17   if (arr[i].promCompra ≠ NULL \yluego limite(*(arr[i].promCompra)) < cotizacion(s.titulo)
18 cantidad(*(arr[i].promCompra)) ≤ s.accDisponibles) then
19     arr[i].cantAcc += cantidad(*(arr[i].promCompra)) O(1)
20     s.accDisponibles -= cantidad(*(arr[i].promCompra)) O(1)
21     arr[i].promCompra = NULL O(1)
22   fi
23   i++ O(1)
24 endWhile
25 CambiarPorCliente(arr, s.arrayClientes) O(C)
26 heapsort(s.arrayClientes) O(C(log(C)))

```

Complejidad: $O(|nt|)+2*O(1)+C*4*O(1)+O(C)+O(C)+O(C(\log(C)))+O(1)+C*4*O(1)+O(C)+O(C(\log(C)))=$
 $O(|nt|+C(\log(C)))$

iAgregarPromesa(in c: cliente, in p:promesa, in/out e:estr)

```

1 promesa prom ← p O(1)
2 if tipo(prom)=compra then O(1)
3   BuscarCliente(c, Obtener(titulo(prom), e.titulos).arrayClientes).promCompra ← &prom
4   O(|titulo(p)|+C)

```

```

5  else
6    BuscarCliente(c, Obtener(titulo(prom), e.titulos).arrayClientes).promCompra ← &prom
7                                          O(|titulo(p)|+C)
8  fi

```

Complejidad: $O(1)+O(1)+O(|\text{titulo}(p)|+C)=O(|\text{titulo}(p)|+C)$

iEnAlza(in nt: nombreT, in e: estr) → res: bool

```

1  return(enAlza(Obtener(nt, e.titulos).titulo))

```

Complejidad: $O(|nt|)$

2.3.3. Algoritmos de itTítulos

iCrearIt(in e: estr) → res: iterador

```

1  return(<crearIt(e.titulos), &(e.titulos)>)

```

Complejidad: $O(|nt|)$

iActual(in i: iterador) → res: titulo

```

1  return(Significado(Actual(i.it), *(i.dicc)).titulo)

```

Complejidad: $O(|nt|)$

iPróximo(in/out i: iterador)

```

1  avanzar(i.it)

```

Complejidad: $O(1)$

iHayPróximo(in i: iterador) → res: bool

```

1  return(HayMas(i.it))

```

Complejidad: $O(1)$

2.3.4. Funciones auxiliares

CrearArrayClientes(in it: itConjEstNat, in n: nat) → res: arreglo_dimensionable(tuplaPorClientes)

```

1  arreglo_dimensionable(tuplaPorClientes)[n] arr    O(n)
2  nat i ← 0                                          O(1)
3  do                                                n*
4    arr[i] ← <Actual(it), 0, NULL, NULL>            O(1)
5    i++                                           O(1)
6    Proximo(it)                                   O(1)
7  while hayProx(it)                               O(1)
8  return arr

```

Complejidad: $O(n)+O(1)+n*4*O(1)=O(n)$

CambiarPorCantAcc(in a1: arreglo_dimensionable(tuplaPorCliente), in/out a2: arreglo_dimensionable(tuplaPorCantAcc))

```

1  nat i ← 0                                          O(1)
2  while i < |a1|                                     |a1|*
3    a2[i].cliente ← a1[i].cliente                  O(1)
4    a2[i].cantAcc ← a1[i].cantAcc                   O(1)
5    a2[i].promCompra ← a1[i].promCompra             O(1)
6    a2[i].promVenta ← a1[i].promVenta               O(1)
7    i++                                              O(1)
8  end While

```

Complejidad: $O(1)+|a1|*5*O(1)=O(|a1|)$

CambiarPorCliente(in a1: arreglo_dimensionable(tuplaPorCantAcc), in/out a2: arreglo_dimensionable(tuplaPorCliente))

```

1  nat i ← 0
2  while i < |a1|
3      a2[i].cliente ← a1[i].cliente
4      a2[i].cantAcc ← a1[i].cantAcc
5      a2[i].promCompra ← a1[i].promCompra
6      a2[i].promVenta ← a1[i].promVenta
7      i++
8  endWhile

```

O(1)
|a1|*
O(1)
O(1)
O(1)
O(1)
O(1)

Complejidad: $O(1) + |a1| * 5 * O(1) = O(|a1|)$

BUSCARCLIENTE(**in** cliente: cliente, **in** a: arreglo_dimensionable(tuplaPorCliente)) → **res** = tuplaPorCliente

```

1  int: arriba ← longitud(a)
2  int: abajo ← 0
3  int: centro
4  while (abajo ≤ arriba)
5      centro ← (arriba + abajo)/2;
6      if (arreglo[centro].Π1 == cliente)
7          return a[centro];
8      else
9          if (cliente < arreglo[centro].Π1)
10             arriba ← centro-1;
11          else
12             abajo ← centro+1;
13          endIf
14      endIf
15  endWhile

```

Complejidad $O(\log(|a|))$ porque es una implementacion del algoritmo de búsqueda, que por lo visto en clase, tiene complejidad logarítmica en la longitud del arreglo.

2.4. Servicios Usados

Módulo	Operación	Complejidad Requerida
diccString(infoTitulo)	CrearIt	$O(1)$
diccString(infoTitulo)	Definir	$ nt $
diccString(infoTitulo)	Obtener	$ nt $
conj(promesa)	Vacio	$O(1)$
conj(promesa)	AgregarRapido	$O(1)$
itDicc(diccString(infoTitulo))	HayMás	$O(1)$
itDicc(diccString(infoTitulo))	Actual	$O(1)$
itDicc(diccString(infoTitulo))	Avanzar	$O(1)$
	BuscarCliente	$O(\log(C))$
conjEstNat	NuevoConjEstNat	$O(C(\log(C)))$
itConjEstNat	CrearIt	$O(1)$
itConjEstNat	HayProx	$O(1)$
itConjEstNat	Proximo	$O(1)$
itConjEstNat	Actual	$O(1)$
arreglo_dimensionable	CrearNuevo	$O(n)$
arreglo_dimensionable	AgregarElemento	$O(1)$
arreglo_dimensionable	•[•]	$O(1)$
	heapsort	$O(n(\log(n)))$

3. Módulo Diccionario String(alpha)

El módulo Diccionario String provee un diccionario en el que la característica distintiva es que las claves definidas son strings, permitiendo esto que las operaciones de definición de claves en complejidad $O(|clave|)$, como así también la obtención

del valor asociado a la clave y el testeo de si dicha clave está definida. Para el recorrido sus elementos se provee de un iterador de Claves que permite recorrer las claves del Diccionario String.

3.1. Interfaz

3.1.1. Parámetros formales

se explica con: `DICCIONARIO(String, α)`, `ITERADOR UNIDIRECCIONAL`.

géneros: `diccString(α)`, `itClaves(diccString)`.

3.1.2. Operaciones básicas de Diccionario String(α)

`CREARDICC()` $\rightarrow res : \text{diccString}(\alpha)$

Pre $\equiv \{\text{true}\}$

Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{vacío}\}$

Complejidad: $O(1)$

Descripcion: Crea un diccionario vacío.

`DEFINIR(in/out $d : \text{diccString}(\alpha)$, in $c : \text{string}$, in $s : \alpha$)`

Pre $\equiv \{d =_{\text{obs}} d_0 \wedge \neg \text{def?}(d, c)\}$

Post $\equiv \{d =_{\text{obs}} \text{definir}(d_0, c, s)\}$

Complejidad: $O(\text{longitud}(c))$

Descripcion: Define la clave c con el significado s en el diccionario d .

`DEFINIDO?(in $d : \text{diccString}(\alpha)$, in $c : \text{string}$)` $\rightarrow res : \text{bool}$

Pre $\equiv \{\text{true}\}$

Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{def?}(c, d)\}$

Complejidad: $O(\text{longitud}(c))$

Descripcion: Devuelve true si y solo si c está definido como clave en el diccionario.

`SIGNIFICADO(in $d : \text{diccString}(\alpha)$, in $c : \text{string}$)` $\rightarrow res : \alpha$

Pre $\equiv \{\text{def?}(c, d)\}$

Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{obtener}(c, d)\}$

Complejidad: $O(\text{longitud}(c))$

Descripcion: Devuelve el significado con clave c .

Aliasing: No se devuelve una copia del α en res , se devuelve una referencia a la original.

3.1.3. Operaciones básicas del iterador de claves de Diccionario String(α)

`CREARIT(in $d : \text{diccString}(\alpha)$)` $\rightarrow res : \text{itClaves}(\text{string})$

Pre $\equiv \{\text{true}\}$

Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{crearIt}(d.\text{claves})\}$

Complejidad: $O(1)$

Descripcion: Crea y devuelve un iterador de claves de Diccionario String.

`HAYMAS?(in $d : \text{itClaves}(\text{string})$)` $\rightarrow res : \text{bool}$

Pre $\equiv \{\text{true}\}$

Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{hayMas?}(it)\}$

Complejidad: $O(\text{longitud}(\text{secuSuby}(d)))$

Descripcion: Informa si hay más elementos por iterar.

ACTUAL(**in** d : itClaves($string$)) $\rightarrow res$: $string$

Pre $\equiv \{true\}$

Post $\equiv \{res =_{obs} actual(it)\}$

Complejidad: $O(longitud(secuSuby(d)))$

Descripcion: Devuelve la clave de la posición actual.

AVANZAR(**in/out** it : itClaves($string$)) $\rightarrow res$: $[$

Pre $\equiv \{true\}$

Post $\equiv \{h\}ayMas?(it) \wedge it = it_0 \mid it =_{obs} avanzar(it_0) \mid [O(longitud(secuSuby(d)))] [Avanza a la próxima clave.]$

3.2. Representación

3.2.1. Representación del Diccionario String(α)

diccString(α) se representa con estrDic

donde estrDic es tupla($raiz$: puntero(nodo) $claves$: lista($string$))

Nodo se representa con estrNodo

donde estrNodo es tupla($valor$: puntero(α) $hijos$: arreglo_estático[256](puntero(nodo)))

3.2.2. Invariante de Representación de diccString

- (I) Existe un único camino entre cada nodo y el nodo raíz (no hay ciclos).
- (II) Todos los nodos hojas, es decir, todos los que tienen su arreglo hijos con todas sus posiciones en NULL, tienen que tener un valor distinto de NULL.
- (III) Raíz es distinto de NULL
- (IV) En claves está el camino que se recorre desde la raíz hasta cada nodo hoja.

Rep : estrDic $\rightarrow bool$

Rep(e) $\equiv true \iff$

$raiz \neq NULL \wedge_L noHayCiclos(e) \wedge todasLasHojasTienenValor(e) \wedge$
 $hayHojas(e) \Rightarrow |e.claves| > 0 \wedge$
 $(\forall c \in caminosANodos(e))(\exists i \{0..|e.claves|\}) e.claves[i] = c$

3.2.3. Operaciones auxiliares del invariante de Representación

noHayCiclos : puntero(nodo) $\rightarrow bool$

noHayCiclos(n, p) $\equiv (\exists n:nat)((\forall c: string)(|s| = n \Rightarrow leer(p, s) = NULL))$

leer : puntero(nodo) $\times string \rightarrow bool$

leer(p, s) \equiv **if** vacia?(s) **then**

$p \rightarrow valor$

else

if $p \rightarrow hijos[prim(s)] = NULL$ **then** NULL **else** leer($p \rightarrow hijos[prim(s)], fin(s)$) **fi**

fi

```

todosNull : arreglo(puntero(nodo)) → bool
todosNull(a) ≡ auxTodosNull(a, 0)
auxTodosNull : arreglo(puntero(nodo)) × nat → bool
auxTodosNull(a, i) ≡ if i < |a| then a[i] == NULL ∧ auxTodosNull(a, i + 1) else a[i].valor == NULL fi
esHoja : puntero(nodo) → bool
esHoja(p) ≡ if p == NULL then false else todosNull(p.hijos) fi
todasLasHojas : puntero(nodo) × nat → conj(nodo)
todasLasHojas(p, n) ≡ if p == NULL then
    false
else
    if esHoja(p) then Ag(*p, vacio) else auxTodasLasHojas((*p).hijos, 256) fi
fi
auxTodasLasHojas : arreglo(puntero(nodo)) × nat → conj(nodo)
auxTodasLasHojas(a, n) ≡ hojasDeHijos(a, n, 0)
hojasDeHijos : arreglo(puntero(nodo)) × nat × nat → conj(nodo)
hojasDeHijos(a, n, i) ≡ if i = n then ∅ else todasLasHojas(a[i]) ∪ hojasDeHijos(a, n, (i + 1)) fi
todasLasHojasTienenValor : puntero(nodo) → bool
todasLasHojasTienenValor(p) ≡ auxTodasLasHojasTienenValor(todasLasHojas(p, 256))
auxTodasLasHojasTienenValor : arreglo(puntero(nodo)) → bool
auxTodasLasHojasTienenValor(a) ≡ if |a| = 0 then
    true
else
    dameUno(a).valor != NULL ∧ auxTodasLasHojasTienenValor(sinUno(a))
fi

```

3.2.4. Función de abstracción de diccString

$Abs : \text{estrDicc } e \rightarrow \text{dicc}(\text{string}, \alpha) \quad \{\text{Rep}(e)\}$
 $Abs(e) =_{\text{obs}} d : \text{dicc}(\text{string}, \alpha) \mid (\forall c : \text{string})(\text{definido?}(c, d)) = (\exists n : \text{nodo})(n \in \text{todasLasHojas}(e)) \wedge n.\text{valor} \neq \text{NULL}$
 $\wedge (\exists i : \text{nat})(i \in \{0..|e.\text{claves}|\}) \Rightarrow e.\text{claves}[i] = c \wedge_L \text{significado}(c, d) = \text{leer}(e.\text{clave}).\text{valor}$

3.2.5. Representación del iterador de Claves del Diccionario String(α)

$\text{itClaves}(\text{string})$ se representa con puntero(nodo)

Su Rep y Abs son los de $\text{itSecu}(\alpha)$ definido en el apunte de iteradores.

3.3. Algoritmos

3.3.1. Algoritmos de Diccionario String

```

iCREARDICC() → res = estrDicc(α)
1  n ← nodo
2  n ← crearNodo()
3  raiz ← *n

```

$O(1)$
 $O(1)$
 $O(1)$

Complejidad: $3 \cdot O(1) = O(1)$

$\text{iCREARNODO}() \rightarrow \text{res} = \text{nodo}$

```

1 d : arreglo_estatico[256]
2 i ← 0
3 while (i < 256)
4     d[i] ← NULL
5 endwhile
6 hijos ← d
7 valor ← NULL

```

O(1)
O(1)
256*
O(1)
O(1)
O(1)
O(1)

Complejidad: $2*O(1) + 256*O(1) + 2*O(1) = O(1)$

IDEFINIR(in/out estrDicc(α): d, in string: c, in alfa: s)

```

1 i ← 0
2 p ← d.raiz
3 while (i < (longitud(s)))
4     if (p.hijos[ord(s[i])] == NULL)
5         n: nodo ← crearNodo()
6         p.hijos[ord(s[i])] ← *n
7     endif
8 p ← p.hijos[ord(s[i])]
9 i++
10 endwhile
11 p.valor ← a
12 agregarAdelante(hijos, c)

```

O(1)
O(1)
|s|*
O(1)
O(1)
O(1)
O(1)
O(1)
O(1)
O(1)
O(|s|)

Complejidad: $2*O(1) + |s|*5*O(1) + O(1) + O(|s|) = O(|s|)$

ISIGNIFICADO(in estrDicc(α): d, in string: c) → res = α

```

1 i ← 0
2 p ← d.raiz
3 while (i < (longitud(s)))
4     p ← p.hijos[ord(s[i])]
5 i++
6 endwhile
7 return p.valor

```

O(1)
O(1)
|s|*
O(1)
O(1)
O(1)

Complejidad: $2*O(1) + |s|*2*O(1) + O(1) = O(|s|)$

IDEFINIDO?(in estrDicc(α): d, in string: c) → res = bool

```

1 i ← 0
2 p ← d.raiz
3 while (i < (longitud(s)))
4     if (p.hijos[ord(s[i])] != NULL)
5         p ← p.hijos[ord(s[i])]
6         i++
7     else
8         return false
9     endif
10 endwhile
11 return p.valor != NULL

```

O(1)
O(1)
|s|*
O(1)
O(1)
O(1)
O(1)
O(1)

Complejidad: $2*O(1) + |s|*3*O(1) + O(1) = O(|s|)$

ICLAVES(in estrDicc(α): d) → res = lista_enlazada(string)

```

1 return itClaves(d)

```

O(1)

Complejidad: $O(1)$

3.3.2. Algoritmos del iterador de claves del Diccionario String

Utiliza los mismos algoritmos que itSecu(α) definido en el apunte de iteradores.

3.4. Servicios Usados

Módulo	Operación	Complejidad Requerida
arreglo_estático	AgregarElemento	$O(1)$
arreglo_estático	•[•]	$O(1)$
lista	AgregarAdelante	$O(\text{copy}(\alpha))$
lista	•[•]	$O(1)$

4. Módulo Conjunto Estático de Nats

4.1. Interfaz

géneros conjEstNat, itConjEstNat

Se explica con: CONJUNTO(NAT), ITERADOR UNIDIRECCIONAL(NAT). **Usa:**

4.1.1. Operaciones básicas de conjEstNat

NUEVOCONJESTNAT(in c : conj(nat)) $\rightarrow res$: conjEstNat

Pre $\equiv \{\text{true}\}$

Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} c\}$

Complejidad: $O(n * (\log(n)))$

Descripcion: Crea un conjunto estático de nats

PERTENECE?(in n : nat, in c : conjEstNat) $\rightarrow res$: bool

Pre $\equiv \{\text{true}\}$

Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} n \in c\}$

Complejidad: $O(n)$

Descripcion: Pregunta si el elemento pertenece al conjunto

CARDINAL(in c : conjEstNat) $\rightarrow res$: nat

Pre $\equiv \{\text{true}\}$

Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} \#c\}$

Complejidad: $O(n)$

Descripcion: Devuelve la cantidad de elementos que hay en el conjunto

4.1.2. Operaciones básicas de itConjEstNat

CREARIT(in c : conjEstNat) $\rightarrow res$: itConjEstNat

Pre $\equiv \{\text{true}\}$

Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{crearItUni}(c)\}$

Complejidad: $O(1)$

Descripcion: Devuelve un iterador unidireccional a un conjunto estático de nats

ACTUAL(in i : itConjEstNat) $\rightarrow res$: nat

Pre $\equiv \{\text{true}\}$

Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{actual}(i)\}$

Complejidad: $O(1)$

Descripcion: Devuelve la posición actual

PRÓXIMO(**in** i : itConjEstNat) $\rightarrow res$: itConjEstNat
Pre $\equiv \{hayMas?(i)\}$
Post $\equiv \{res =_{obs} avanzar(i)\}$
Complejidad: $O(1)$
Descripcion: Avanza el iterador

HAYPRÓX?(**in** i : itConjEstNat) $\rightarrow res$: bool
Pre $\equiv \{i_0 = i\}$
Post $\equiv \{res =_{obs} hayMas?(i)\}$
Complejidad: $O(1)$
Descripcion: Pregunta si hay mas elementos para iterar

4.2. Representación

4.2.1. Representación de conjEstNat

conjEstNat se representa con array: arreglo_dimensionable(nat)

Rep: los elementos estan ordenados y no hay repeticiones

Rep : array \rightarrow bool

Rep(a) $\equiv true \iff (\forall i: nat) (i < longitud(a)-1 \Rightarrow (definido?(a, i) \wedge definido?(a, i+1) \wedge_L a[i] < a[i+1]))$

4.2.2. Función de abstracción de conjEstNat

Abs : array $a \rightarrow$ conjEstNat

{Rep(a)}

Abs(a) $=_{obs} c$: conjEstNat | $(\forall n: nat) n \in c \iff estáEnArray?(n, a, 0)$

estáEnArray? : nat \times arreglo_dimensionable(nat) \times nat \rightarrow bool

estáEnArray(n, a, i) \equiv **if** $i = longitud(a)-1$ **then** false **else** $a[i] = n \vee estáEnArray?(n, a, i+1)$ **fi**

4.2.3. Representación de itConjEstNat

itConjEstNat se representa con iterador

donde iterador es tupla(pos : nat, $lista$: puntero(arreglo_dimensionable(nat)))

Rep : iterador \rightarrow bool

Rep(i) $\equiv true \iff i.pos < longitud(*i.lista)$

4.2.4. Función de abstracción de itConjEstNat

Abs : iterador $it \rightarrow$ itConjEstNat

{Rep(it)}

Abs(it) $=_{obs} iConj$: itConjEstNat | $actual(iConj) = a[i] \wedge hayPróx(iConj) = (i.pos < longitud(*i.lista))-1 \wedge (hayPróx(iConj) \Rightarrow próximo(iConj) = Abs(<i.pos+1, i.lista>))$

4.3. Algoritmos

4.3.1. Algoritmos de conjEstNat

```

iNuevoConjEstNat(in c: conj(nat)) → res: array
1  itConj(nat) it ← crearIt(c)                                O(1)
2  arreglo dimensionable(nat)[cardinal(c)] a                 O(n)
3  nat i ← 0                                                  O(1)
4  while (HaySiguiente?(it))
5      a[i] ← Siguiente(it)                                    n*
6      i++                                                    O(1)
7      Avanzar(it)                                             O(1)
8  endWhile
9  heapsort(a)                                                O(n(log(n)))
10 return(a)

```

Complejidad: $O(1)+O(n)+O(1)+n*(O(1)+O(1)+O(1))+O(n(\log(n))) = O(n(\log(n)))$

Aclaraciones: Utilizamos el algoritmo HEAPSORT provisto en el apunte ALGORITMOS BÁSICOS, con las complejidades allí descritas.

```

iPertenece(in n: nat, in c: array) → res: bool
1  bool b ← false                                           O(1)
2  nat i ← 0                                                  O(1)
3  while (i < |c|)
4      b ← (b ∨ c[i]=n)                                       n*
5      i++                                                    O(1)
6  endWhile                                                  O(1)
7  return(b)

```

Complejidad: $O(1)+O(1)+n*(O(1)+O(1)) = O(n)$

4.3.2. Algoritmos de itConjEstNat

```

iCrearIt(in a: array) → res: iterador
1  return (<0, &a>)

```

Complejidad: $O(1)$

```

iActual(in it: iterador) → res: nat
1  return (*(it.lista))[it.pos]

```

Complejidad: $O(1)$

```

iActual(in/out it: iterador)
1  return <it.pos+1, it.lista>

```

Complejidad: $O(1)$

```

iHayPróximo?(in it: iterador) → res: bool
1  return (it.pos+1 < longitud(it.lista))

```

Complejidad: $O(1)$

Servicios usados: se utilizan solo tipos básicos, incluidos arreglos y punteros.

4.4. Servicios Usados

Módulo	Operación	Complejidad Requerida
arreglo_estático	CrearNuevo	$O(n)$
arreglo_estático	AgregarElemento	$O(1)$
arreglo_estático	$\bullet[\bullet]$	$O(1)$
	heapsort	$O(n(\log(n)))$

4.5. TAD CONJUNTO ESTÁTICO DE NATS

TAD CONJUNTO ESTÁTICO DE NATS

igualdad observacional

$$(\forall c, c' : \text{conjEstNat}) (c =_{\text{obs}} c' \iff ((\forall a : \text{nat})(a \in c =_{\text{obs}} a \in c'))))$$

géneros conjEstNat

exporta conjEstNat , generadores, observadores, #

usa BOOL , NAT , $\text{CONJUNTO}(\text{NAT})$

observadores básicos

$$\bullet \in \bullet \quad : \quad \text{nat} \times \text{conjEstNat} \quad \longrightarrow \quad \text{bool}$$

generadores

$$\text{crearConjEstNat} : \text{conj}(\text{nat}) \quad \longrightarrow \quad \text{conj}(\text{EstNat})$$

otras operaciones

$$\# \quad : \quad \text{conj}(\text{EstNat}) \quad \longrightarrow \quad \text{nat}$$

axiomas $\forall c : \text{conj}(\text{nat}), \forall n : \text{nat}$

$$n \in \text{crearConjEstNat}(c) \quad \equiv \quad (n \in c)$$

$$\#(\text{crearConjEstNat}(c)) \quad \equiv \quad \#(c)$$

Fin TAD

5. Módulo Promesa

5.1. Interfaz

5.1.1. Parámetros formales

géneros promesa

se explica con: PROMESA.

5.1.2. Operaciones básicas de promesa

TÍTULO($\text{in } p : \text{promesa}$) $\rightarrow res : \text{nombre}$

Pre $\equiv \{\text{true}\}$

Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{título}(p)\}$

Complejidad: $O(\text{copy}(\text{título}(p)))$

Descripción: Devuelve el nombre del título de la promesa

TIPO(*in p: promesa*) $\rightarrow res : tipoPromesa$
Pre $\equiv \{true\}$
Post $\equiv \{res =_{obs} tipo(p)\}$
Complejidad: $O(1)$
Descripcion: Devuelve el tipo de promesa de la promesa

LIMITE(*in p: promesa*) $\rightarrow res : dinero$
Pre $\equiv \{true\}$
Post $\equiv \{res =_{obs} limite(p)\}$
Complejidad: $O(1)$
Descripcion: Devuelve el límite de la promesa

CANTIDAD(*in p: promesa*) $\rightarrow res : cantidad$
Pre $\equiv \{true\}$
Post $\equiv \{res =_{obs} cantidad(p)\}$
Complejidad: $O(1)$
Descripcion: Devuelve la cantidad de acciones de la promesa

CREARPROMESA(*in t: nombre, in tipo: tipoPromesa, in n: dinero, in m: nat*) $\rightarrow res : estr$
Pre $\equiv \{true\}$
Post $\equiv \{res =_{obs} crearPromesa(t, tipo, n, m)\}$
Complejidad: $(|t|)$
Descripcion: Devuelve una nueva promesa

5.2. Representación

5.2.1. Representación de promesa

promesa se representa con *estr*

donde *estr* es *tupla*(*título: nombre tipo: tipoPromesa límite: dinero cantidad: nat*)

Rep : *estr* \rightarrow bool

Rep(*e*) $\equiv true \iff true$

Abs : *estr e* \rightarrow promesa

$\{Rep(e)\}$

Abs(*e*) $=_{obs} p: promesa \mid título(p) = e.título \wedge tipo(p) = e.tipo \wedge límite(p) = e.límite \wedge cantidad(p) = e.cantidad$

5.3. Algoritmos

5.3.1. Algoritmos de promesa

iTitulo(*in p: estr*) $\rightarrow res = nombre$

1 *res* $\leftarrow e.titulo$

$O(copy(titulo(p)))$

Complejidad: $O(copy(titulo(p)))$

iTipo(*in p: estr*) $\rightarrow res = tipoPromesa$

1 *res* $\leftarrow e.tipo$

$O(1)$

Complejidad: $O(1)$

iLimite(*in p: estr*) $\rightarrow res = dinero$

1 *res* $\leftarrow e.limite$

$O(1)$

Complejidad: $O(1)$

```
iCantidad(in p: estr) → res = nat
1 res ← e.cantidad
```

 $O(1)$ **Complejidad:** $O(1)$

```
iCrearPromesa(in t: nombreT, in tipo: TipoPromesa, in n: dinero, in c: nat) → res = estr
1 res.titulo ← t
2 res.tipo ← tipo
3 res.limite ← n
4 res.cantidad ← m
```

 $O(\text{copy}(\text{titulo}(p)))$
 $O(1)$
 $O(1)$
 $O(1)$
Complejidad: $3 \cdot O(1) + O(\text{copy}(\text{titulo}(p)))$

6. Módulo Título

6.1. Interfaz

géneros **título**

se explica con: TÍTULO.

6.1.1. Operaciones básicas de título

NOMBRE(in t : título) → res : nombre
Pre $\equiv \{\text{true}\}$
Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{nombre}(t)\}$
Complejidad: $O(\text{copy}(\text{nombre}(t)))$
Descripcion: Devuelve el nombre del título

#MÁXACCIONES(in t : título) → res : nat
Pre $\equiv \{\text{true}\}$
Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} \#máxAcciones(t)\}$
Complejidad: $O(1)$
Descripcion: Devuelve el máximo de cantidad de acciones

COTIZACIÓN(in t : título) → res : dinero
Pre $\equiv \{\text{true}\}$
Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{cotización}(t)\}$
Complejidad: $O(1)$
Descripcion: Devuelve la cotización del título

ENALZA(in t : título) → res : bool
Pre $\equiv \{\text{true}\}$
Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{enAlza}(t)\}$
Complejidad: $O(1)$
Descripcion: Indica si el título está o no en alza

CREARTÍTULO(in t : nombre, in c : dinero, in n : nat) → res : título
Pre $\equiv \{\text{true}\}$

Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{crearTítulo}(s, c, n)\}$
Complejidad: $O(\text{copy}(\text{nombre}(t)))$
Descripcion: Devuelve una nuevo título

RECOTIZAR(in d : dinero, in t : título) $\rightarrow res$: título
Pre $\equiv \{\text{true}\}$
Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{recotizar}(d, t)\}$
Complejidad: $O(1)$
Descripcion: Cambia la cotización del título

6.2. Representación

6.2.1. Representación de título

promesa se representa con **estr**

donde **estr** es $\text{tupla}(\text{nombre: nombre, \#máxAcciones: nat, cotización: dinero, enAlza: bool})$

$\text{Rep} : \text{estr} \rightarrow \text{bool}$

$\text{Rep}(e) \equiv \text{true} \iff \text{true}$

$\text{Abs} : \text{estr } e \rightarrow \text{título} \quad \{ \text{Rep}(e) \}$

$\text{Abs}(e) =_{\text{obs}} t : \text{título} \mid \text{nombre}(t) = e.\text{nombre} \wedge \#máxAcciones(t) = e.\#máxAcciones \wedge \text{cotización}(t) = e.\text{cotización} \wedge \text{enAlza}(t) = e.\text{enAlza}$

6.3. Algoritmos

6.3.1. Algoritmos de título

$\text{iNombre}(\text{in } \text{estr}: t) \rightarrow res = \text{nombre}$

1 $res \leftarrow e.\text{nombre}$ $O(\text{copy}(\text{nombre}(t)))$

Complejidad: $O(\text{copy}(\text{nombre}(t)))$

$\text{i\#máxAcciones}(\text{in } \text{estr}: t) \rightarrow res = \text{nat}$

1 $res \leftarrow e.\#maxAcciones$ $O(1)$

Complejidad: $O(1)$

$\text{iCotización}(\text{in } \text{estr}: t) \rightarrow res = \text{dinero}$

1 $res \leftarrow e.\text{cotizacion}$ $O(1)$

Complejidad: $O(1)$

$\text{iEnAlza}(\text{in } \text{estr}: t) \rightarrow res = \text{bool}$

1 $res \leftarrow e.\text{enAlza}$ $O(1)$

Complejidad: $O(1)$

$\text{iCrearTítulo}(\text{in } \text{nombre: n, in nat: max, in dinero: c}) \rightarrow res = \text{estr}$

1 $res.\text{nombre} \leftarrow n$ $O(\text{copy}(\text{nombre}(t)))$
 2 $res.\#maxAcciones \leftarrow \text{max}$ $O(1)$
 3 $res.\text{enAlza} \leftarrow \text{true}$ $O(1)$
 4 $res.\text{cotizacion} \leftarrow c$ $O(1)$

Complejidad: $O(\text{copy}(\text{nombre}(t))) + 3 \cdot O(1) = O(\text{copy}(\text{nombre}(t)))$

iRecotizar(in dinero: c, in/out estr: t)

```
1 t.enAlza ← (c > t.cotizacion)
2 t.cotizacion ← c
```

$O(1)$

$O(1)$

Complejidad: $2 \cdot O(1) = O(1)$