

Algoritmos y Estructura de Datos II

Primer cuatrimestre 2014

Departamento de Computación
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad de Buenos Aires

Trabajo Practico 2

Grupo 10

Integrante	LU	Correo electrónico
Lucía, Parral	162/13	luciaparral@gmail.com
Nicolás, Roulet		
Pablo Nicolás, Gomez		
Guido Joaquin, Tamborindeguy		

Reservado para la cátedra

Instancia	Docente	Nota
Primera entrega		
Segunda entrega		

Índice

1. Renombres de Módulos	4
2. Módulo Wolfe	4
2.1. Interfaz	4
2.1.1. Parámetros formales	4
2.1.2. Operaciones básicas de wolfe	4
2.2. Representación	5
2.2.1. Representación de wolfe	5
2.2.2. Invariante de representación	5
2.2.3. Función de abstracción	6
2.3. Algoritmos	7
2.3.1. Funciones auxiliares	8
2.4. Servicios Usados	9
3. Módulo Diccionario String(α)	10
3.1. Interfaz	10
3.1.1. Parámetros formales	10
3.1.2. Operaciones básicas de Diccionario String(α)	10
3.1.3. Operaciones básicas del iterador de claves de Diccionario String(α)	10
3.2. Representación	11
3.2.1. Representación del Diccionario String(α)	11
3.2.2. Operaciones auxiliares del invariante de Representación	11
3.2.3. Función de abstracción	12
3.2.4. Representación del iterador de Claves del Diccionario String(α)	12
3.3. Algoritmos	12
3.3.1. Algoritmos de Diccionario String	12
3.3.2. Algoritmos del iterador de claves del Diccionario String	13
3.4. Servicios Usados	14
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. Representación de itConjEstNat	16
4.3. Algoritmos	16
4.3.1. Algoritmos de conjEstNat	16
4.3.2. Algoritmos de itConjEstNat	17
4.4. Servicios Usados	17
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

se explica con: WOLFIE.

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

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.

2.2. Representación

2.2.1. Representación de wolfie

wolfie se representa con *estr*

donde *estr* es *tupla*(*títulos*: diccString(infoTítulo),
clientes: conjEstNat(cliente)
ultimoLlamado: <cliente: cliente, *promesas*: conj(promesa), *fueUltimo*: bool>))

donde *infoTítulo* es *tupla*(*arrayClientes*: array_dimensionable(*tuplaPorCliente*), *título*: título, *accDisponibles*: nat)

donde *tuplaPorCliente* es *tupla*(*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 *tupla*(*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 *ultimoLlamado* pertenece a *clientes*.
- (VI) En *ultimoLlamado*, 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

Rep(e) \equiv true \iff

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

2.2.3. Función de abstracción

Abs : estr $e \rightarrow$ wolfie

{Rep(e)}

Abs(e) =_{obs} w : wolfie | $\text{clientes}(w) = e.\text{clientes} \wedge (\forall t$: título) ($t \in \text{titulos}(w) \iff (\text{def?}(t, e.\text{titulos}) \wedge_{\text{L}} t = \text{obtener}(t, e.\text{titulos}).\text{título})$)
 $\wedge (\forall c$: cliente) $\text{promesasDe}(c, w) = \text{damePromesas}(\text{crearIt}(e.\text{titulos}), e, c) \wedge$
 $\text{accionesPorCliente}(c, t, w) = \text{buscarCliente}(\text{obtener}(t, e.\text{titulos}).\text{arrayClientes}).\text{cantAcc}$

damePromesas : itDicc(diccString(infoTítulo)) \times estr \times cliente \rightarrow conj(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

```

2.3. Algoritmos

iClientes(in e: estr) \rightarrow res: itConjEstNat

```
1 return ( CrearIt ( e . clientes ) )
```

Complejidad: $O(1)$

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

```

1 if  $\neg$ (e.ultimoLlamado.cliente = c  $\wedge$  e.ultimoLlamado.fueUltimo) then O(1)
2   itClaves(diccString(infoTitulo)) it  $\leftarrow$  CrearIt ( e . 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 . titulos).arrayClientes) O(C*|nombre(actual(it))|)
7     if tup.promVenta  $\neq$  NULL then AgregarRapido(proms, *(tup.promVenta)) O(1)
8     if tup.promCompra  $\neq$  NULL then AgregarRapido(proms, *(tup.promCompra)) O(1)
9     Avanzar(it) O(1)
10  endWhile
11  e.ultimoLlamado.promesas  $\leftarrow$  proms O(1)
12 fi
13 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) \rightarrow res: nat

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

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

iInaugurarWolfe(in c: conj(cliente)) \rightarrow res: estr

```

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

```

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

iAgregarTítulo(in t: título, in/out e: estr) \rightarrow 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  $\leftarrow$  Obtener ( nt , e . titulos ) O(|nt|)
2 recotizar ( cot , s . titulo )
3 nat i  $\leftarrow$  0 O(1)
4 while i < | s . arrayClientes | C*
5   if ( s . arrayClientes [ i ] . promVenta  $\neq$  NULL  $\wedge$  luego limite ( *( s . arrayClientes [ i ] . promVenta ) )
6 > cotizacion ( s . titulo ) ) then
7     s . arrayClientes [ i ] . cantAcc  $\leftarrow$  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      O(1)
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: $O(1) + O(1) + O(|titulo(p)| + C) = O(|titulo(p)| + C)$

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

```

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

```

Complejidad: $O(1)$

2.3.1. 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
4      arr[i] ← <Actual(it), 0, NULL, NULL>      n*
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++
8   endWhile

```

O(1)

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

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(α)

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

Descripcion: Informa si hay más elementos por iterar.

`ACTUAL(in $d : \text{itClaves}(\text{string})$)` $\rightarrow res : \text{string}$

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

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

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

Descripcion: Devuelve la clave de la posición actual.

AVANZAR(**in/out** $it : \text{itClaves}(string) \rightarrow res : \text{itClaves}(\alpha)$)

Pre $\equiv \{\text{hayMas?}(it) \wedge it = it_0\}$

Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{avanzar}(it_0)\}$

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

Descripcion: Avanza a la próxima clave.

3.2. Representación

3.2.1. Representación del Diccionario String(α)

$\text{diccString}(\alpha)$ se representa con estrDic

donde estrDic es $\text{tupla}(\text{raiz: puntero(nodo)} \quad \text{claves: lista(string)})$

Nodo se representa con estrNodo

donde estrNodo es $\text{tupla}(\text{valor: puntero}(\alpha) \quad \text{hijos: arreglo_estático}[256](\text{puntero(nodo)}))$

- (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.

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

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

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

3.2.2. Operaciones auxiliares del invariante de Representación

$\text{noHayCiclos} : \text{puntero(nodo)} \rightarrow \text{bool}$

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

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

$\text{leer}(p, s) \equiv \text{if vacia?}(s) \text{ then}$

$p \rightarrow \text{valor}$

else

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

fi

$\text{todosNull} : \text{arreglo}(\text{puntero(nodo)}) \rightarrow \text{bool}$

$\text{todosNull}(a) \equiv \text{auxTodosNull}(a, 0)$

```

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

```

3.2.3. Función de abstracción

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

3.2.4. 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 = diccString(α)
1 n ← nodo    O(1)
2 n ← crearNodo()
3 raiz ← *n

```

O(1) O(1)

Complejidad: $3 \cdot O(1)$

```

iCREARNODO() → res = nodo
1 d : arreglo\_estatico[256]
2 i ← 0
3 while (i < 256)
4     d[i] ← NULL

```

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

```

5 endWhile
6 hijos ← d
7 valor ← NULL

```

O(1)

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

iDEFINIR(in/out diccString(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)
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 diccString(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)
O(1) | s | *
O(1)
O(1)
O(1)

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

iDEFINIDO?(in diccString(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)
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 diccString(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	•[•]	$O(1)$

HEAPSORT(**in/out** arreglo(tuplas): a, **in** int: n)

```

1 fin ← (n-1)
2 while (end > 0)
3     swap(a[fin], a[0])
4     fin ← (fin - 1)
5     bajar(a, 0, fin)
6 endWhile

```

Complejidad

HEAPIFICAR(**in/out** arreglo(tuplas): a, **in** int: n)

```

1 comienzo ← (parteEntera((n-2)/2))
2 while (comienzo > 0)
3     bajar(a, comienzo, n-1)
4     comienzo ← comienzo - 1
5 endWhile

```

Complejidad

BAJAR(**in/out** arreglo(tuplas): a, **in** int: comienzo, **in** int: fin)

```

1 int: raiz
2 int: hijo
3 int: pasaMano
4 raiz ← comienzo
5 while ((raiz * 2) + 1 ≤ fin)
6     hijo ← (raiz * 2) + 1
7     pasaMano ← raiz
8     if (a[pasaMano] < a[hijo])
9         pasaMano ← hijo
10    endIf
11    if ((hijo + 1 ≤ fin) && (a[pasaMano] < a[hijo + 1]))
12        pasaMano ← hijo + 1
13    endIf
14    if (pasaMano != raiz)
15        swap(a[raiz], a[pasaMano])
16        raiz ← pasaMano
17    endIf
18 endWhile

```

Complejidad

BUSQUEDABINARIA(**in** arreglo(tuplas): a, **in** nat: cliente, **in** nat: tam) → res = int

```

1 int: arriba ← tam-1
2 int: abajo ← 0
3 int: centro
4 while (abajo ≤ arriba)
5     centro ← (arriba + abajo)/2;
6     if (arreglo[centro].Π1 == cliente)
7         return 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

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 posicion actual

$\text{PRÓXIMO}(\text{in } i : \text{itConjEstNat}) \rightarrow res : \text{itConjEstNat}$

Pre $\equiv \{\text{hayMas?}(i)\}$

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

Complejidad: $O(1)$

Descripcion: Avanza el iterador

$\text{HAYPRÓX?}(\text{in } i : \text{itConjEstNat}) \rightarrow res : \text{bool}$

Pre $\equiv \{i_0 = i\}$

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

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

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

4.2.2. Función de abstracción

Abs : array $a \rightarrow$ conjEstNat

{Rep(a)}

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

$\text{estáEnArray?} : \text{nat} \times \text{arreglo_dimensionable}(\text{nat}) \times \text{nat} \rightarrow \text{bool}$

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

4.2.3. Representación de itConjEstNat

itConjEstNat se representa con iterador

donde iterador es tupla($pos : \text{nat}$, $lista : \text{puntero}(\text{arreglo_dimensionable}(\text{nat}))$)

Rep : iterador \rightarrow bool

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

4.2.4. Función de abstracción

Abs : iterador $it \rightarrow$ itConjEstNat

{Rep(it)}

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

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* O(1)
6      i++                                                  O(1)
7      Avanzar(it)                                          O(1)
8  endWhile
9  heapsort(a)                                              O(n(log(n)))
10 return(a)

```

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

```

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)
5      i++
6  endWhile
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 (<|c|, &c>)

```

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 basicos, 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, CONJUNTO(NAT)

observadores básicos

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

generadores

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

otras operaciones

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

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

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

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

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

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

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

Complejidad: $O(1)$

Descripcion: 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: (1)
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* = *e.titulo*

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

1 *res* = *e.tipo*

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

1 *res* = *e.limite*

iCantidad(*in p: estr*) $\rightarrow res = nat$

1 *res* = *e.cantidad*

```
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
```

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 ≡ {true}
Post ≡ {*res* =_{obs} nombre(*t*)}
Complejidad: $O(1)$
Descripcion: Devuelve el nombre del título

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

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

ENALZA(in *t*: título) → *res* : bool
Pre ≡ {true}
Post ≡ {*res* =_{obs} 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 ≡ {true}
Post ≡ {*res* =_{obs} crearTítulo(*s*, *c*, *n*)}
Complejidad: $O(1)$
Descripcion: Devuelve una nuevo título

RECOTIZAR(in *d*: dinero, in *t*: título) → *res* : título
Pre ≡ {true}

Post $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{recotizar}(d, t)\}$

Complejidad: $O(1)$

Descripción: Cambia la cotización del título

6.2. Representación

6.2.1. Representación de título

promesa se representa con **estr**

donde **estr** es `tupla(nombre: nombre, #máxAcciones: nat, cotización: dinero, enAlza: bool)`

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

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

$\text{Abs} : \text{estr } e \rightarrow \text{título}$

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

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

6.3. Algoritmos

6.3.1. Algoritmos de título

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

```
1 res = e.nombre
```

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

```
1 res = e.#maxAcciones
```

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

```
1 res = e.cotizacion
```

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

```
1 res = e.enAlza
```

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

```
1 res.nombre = n
```

```
2 res.#maxAcciones = max
```

```
3 res.enAlza=true
```

```
4 res.cotizacion = c
```

$i\text{Recotizar}(\text{in } \text{dinero}: c, \text{in/out } \text{estr}: t)$

```
1 if c>t.cotizacion then
```

```
2   t.enAlza=true
```

```
3 else
```

```
4   t.enAlza=false
```

```
5 fi
```

```
6 t.cotizacion <- c
```