

Tema 2.7. Subprogramas. Traducción

Pedro Javier Rodríguez Rodrigo, Víctor Cuadrado Juan

11 de mayo de 2014

Índice

Índ.

Memoria

- Enlaces estáticos
- Displays

Nueva architect.

- Memoria
- Registros de activación

Organización de la traducción

- Esquema de la traducción de subprogramas
- Inicio
- Prellamada
- Prólogo
- Epílogo
- Postllamada

Paso de parámetros

- Por valor
- Por variable(referencia)
- Amplificación de la TS

Traducción

- Inicio
- Declaraciones
- Procedimientos
- Bloque de código del proc.
- Invocaciones
- Modificación en la traducción
- Acceso a variables y parámetros

?

Organización de la memoria

- Es posible acceder a los datos globales

Organización de la memoria

- ▶ Es posible acceder a los datos globales
- ▶ Desde cualquier registro de activación es necesario referir al registro de activación asociado con el bloque padre (que no tiene porque ser necesariamente el registro de activación anterior)

Organización de la memoria

- ▶ Es posible acceder a los datos globales
- ▶ Desde cualquier registro de activación es necesario referir al registro de activación asociado con el bloque padre (que no tiene porque ser necesariamente el registro de activación anterior)
- ▶ Dos Posibles organizaciones:

Organización de la memoria

- ▶ Es posible acceder a los datos globales
- ▶ Desde cualquier registro de activación es necesario referir al registro de activación asociado con el bloque padre (que no tiene porque ser necesariamente el registro de activación anterior)
- ▶ Dos Posibles organizaciones:
 1. Enlaces estáticos

Organización de la memoria

- ▶ Es posible acceder a los datos globales
- ▶ Desde cualquier registro de activación es necesario referir al registro de activación asociado con el bloque padre (que no tiene porque ser necesariamente el registro de activación anterior)
- ▶ Dos Posibles organizaciones:
 1. Enlaces estáticos
 2. Displays

Enlaces estáticos

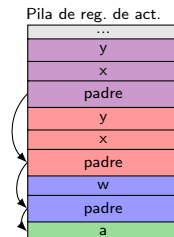
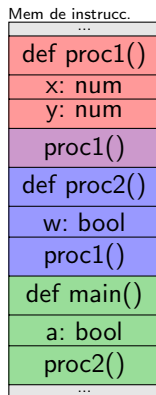
- ▶ En el registro de activación se incluye un enlace al registro de activación del bloque padre (enlace estático)
- ▶ La memoria se organiza en forma de pila de registros de activación, enlazados a través de los enlaces estáticos

Enlaces estáticos: Ejemplo

```
proc proc1(){
    x: num;
    y: num;
    proc1();
}

proc proc2(){
    w: bool;
    proc1();
}

main(){
    a: bool;
    proc2();
}
```



Enlaces estáticos: Problemas

¿Qué problemas hay?

Enlaces estáticos: Problemas

¿Qué problemas hay?

1. La recuperación del enlace de un identificador global supone seguir toda la cadena de enlaces estáticos. Si el identificador ha sido declarado k niveles por encima, es necesario realizar k indirecciones hasta llegar al correspondiente registro de activación

Enlaces estáticos: Problemas

¿Qué problemas hay?

1. La recuperación del enlace de un identificador global supone seguir toda la cadena de enlaces estáticos. Si el identificador ha sido declarado k niveles por encima, es necesario realizar k indirecciones hasta llegar al correspondiente registro de activación
2. Hay que considerar la complejidad de generar código que gestione de manera adecuada los enlaces estáticos

Enlaces estáticos: Problemas

¿Qué problemas hay?

1. La recuperación del enlace de un identificador global supone seguir toda la cadena de enlaces estáticos. Si el identificador ha sido declarado k niveles por encima, es necesario realizar k indirecciones hasta llegar al correspondiente registro de activación
2. Hay que considerar la complejidad de generar código que gestione de manera adecuada los enlaces estáticos

Solución:

Enlaces estáticos: Problemas

¿Qué problemas hay?

1. La recuperación del enlace de un identificador global supone seguir toda la cadena de enlaces estáticos. Si el identificador ha sido declarado k niveles por encima, es necesario realizar k indirecciones hasta llegar al correspondiente registro de activación
2. Hay que considerar la complejidad de generar código que gestione de manera adecuada los enlaces estáticos

Solución:

Almacenar los enlaces estáticos *fuera* de los registros de activación. La estructura que los almacena se llama **display**.

Display

- Secuencia de celdas consecutivas que apuntan a registros de activación

Display

- ▶ Secuencia de celdas consecutivas que apuntan a registros de activación
- ▶ La celda i apunta al registro de activación que está siendo utilizado en el nivel de anidamiento i

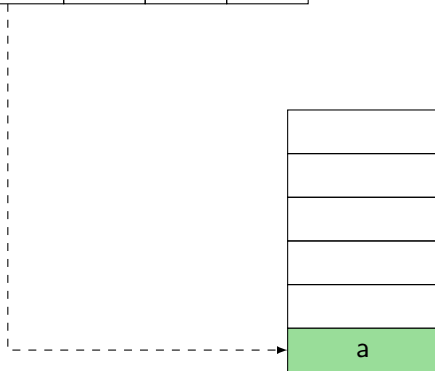
Display

- ▶ Secuencia de celdas consecutivas que apuntan a registros de activación
- ▶ La celda i apunta al registro de activación que está siendo utilizado en el nivel de anidamiento i
- ▶ Esta estructura facilita el acceso a los datos globales: el enlace para un identificador declarado en un bloque que se encuentra a profundidad i estará en el registro de activación referido por la celda i del display (el *display i* a partir de ahora)

Display: Ejemplo

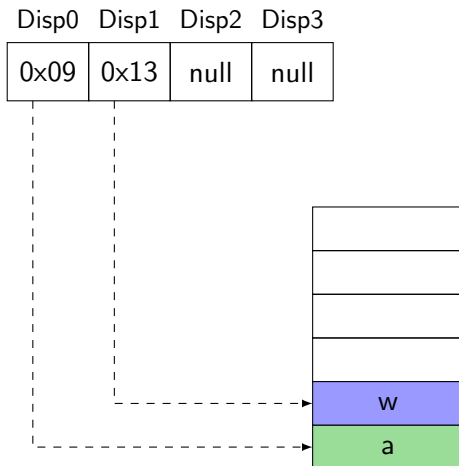
```
proc proc1(){  
    x: num;  
    y: num;  
    proc1();  
}  
proc proc2(){  
    w: bool;  
    proc1();  
}  
main(){  
    a: bool;  
    proc2();  
}
```

Disp0	Disp1	Disp2	Disp3
0x09	null	null	null



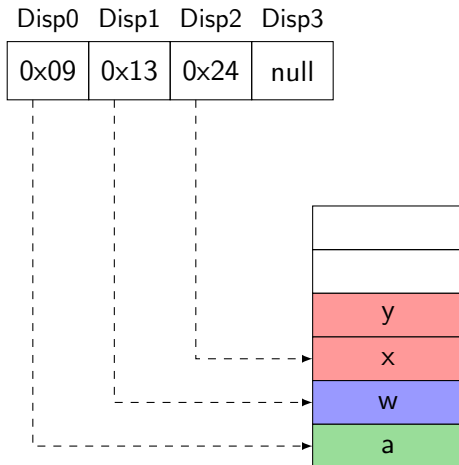
Display: Ejemplo

```
proc proc1(){  
    x: num;  
    y: num;  
    proc1();  
}  
proc proc2(){  
    w: bool;  
    proc1();  
}  
main(){  
    a: bool;  
    proc2();  
}
```



Display: Ejemplo

```
proc proc1(){  
    x: num;  
    y: num;  
    proc1();  
}  
proc proc2(){  
    w: bool;  
    proc1();  
}  
main(){  
    a: bool;  
    proc2();  
}
```

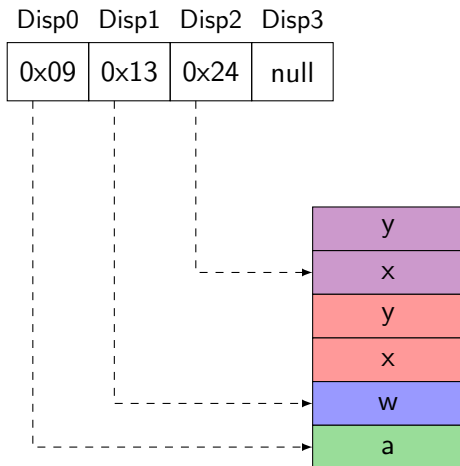


Display: Ejemplo

```

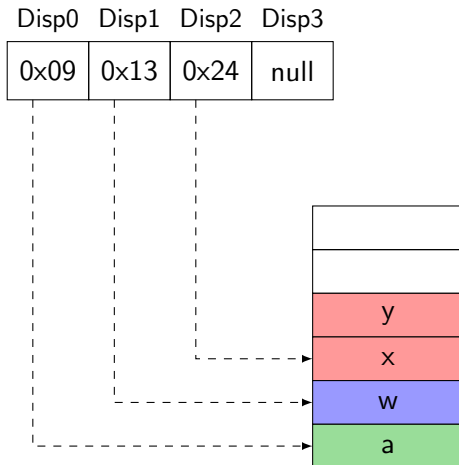
proc proc1(){
    x: num;
    y: num;
    proc1();
}
proc proc2(){
    w: bool;
    proc1();
}
main(){
    a: bool;
    proc2();
}

```



Display: Ejemplo

```
proc proc1(){  
    x: num;  
    y: num;  
    proc1();  
}  
proc proc2(){  
    w: bool;  
    proc1();  
}  
main(){  
    a: bool;  
    proc2();  
}
```

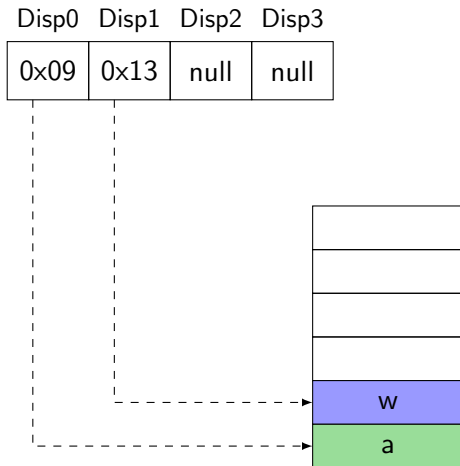


Display: Ejemplo

```

proc proc1(){
    x: num;
    y: num;
    proc1();
}
proc proc2(){
    w: bool;
    proc1();
}
main(){
    a: bool;
    proc2();
}

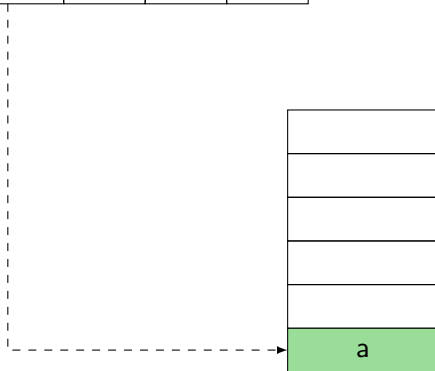
```



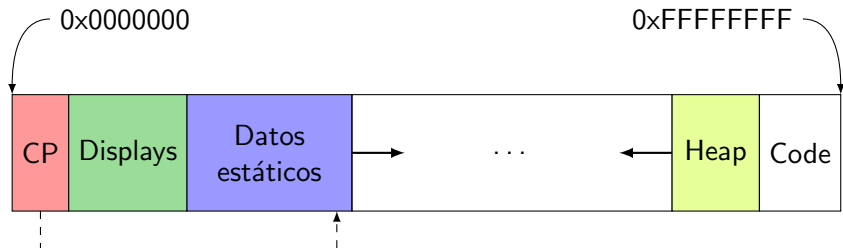
Display: Ejemplo

```
proc proc1(){  
    x: num;  
    y: num;  
    proc1();  
}  
proc proc2(){  
    w: bool;  
    proc1();  
}  
main(){  
    a: bool;  
    proc2();  
}
```

Disp0	Disp1	Disp2	Disp3
0x09	null	null	null



Memoria de un programa I



Memoria de un programa II

Las primeras celdas de la memoria se destinarán a mantener la información de estado necesaria para gestionar adecuadamente la pila de registros de activación:

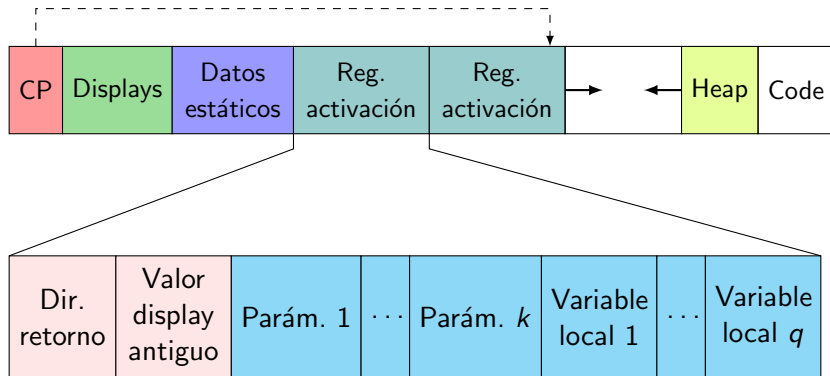
- ▶ Registro *CP*: Contendrá siempre la dirección de la **última celda ocupada** por la pila de registros de activación (cuando la pila esté vacía, el valor de *CP* será la dirección de la celda anterior: la última celda ocupada por los datos estáticos)

Memoria de un programa II

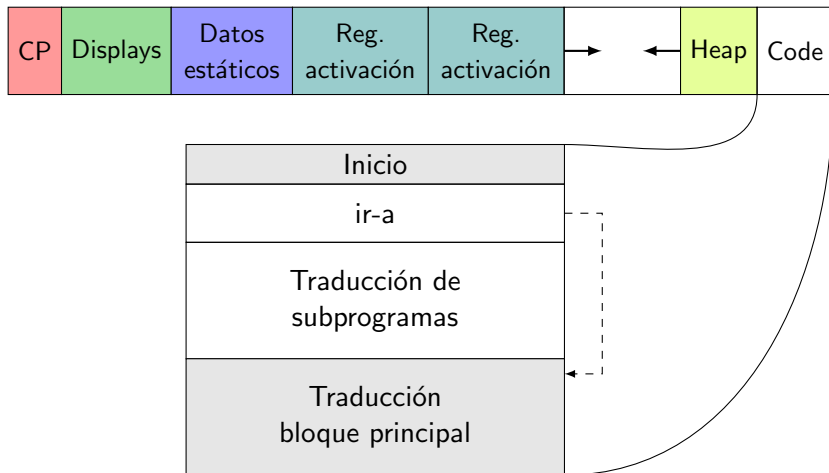
Las primeras celdas de la memoria se destinarán a mantener la información de estado necesaria para gestionar adecuadamente la pila de registros de activación:

- ▶ Registro *CP*: Contendrá siempre la dirección de la **última celda ocupada** por la pila de registros de activación (cuando la pila esté vacía, el valor de *CP* será la dirección de la celda anterior: la última celda ocupada por los datos estáticos)
- ▶ *Display*: Secuencia de celdas ocupadas por los displays.

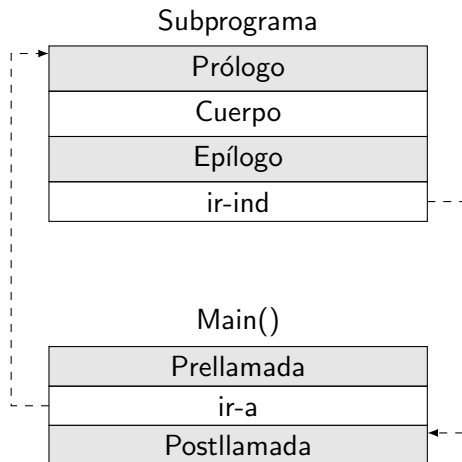
Estructura de los Registros de activación



Esquema de la traducción



Manejo de la activación y desactivación I

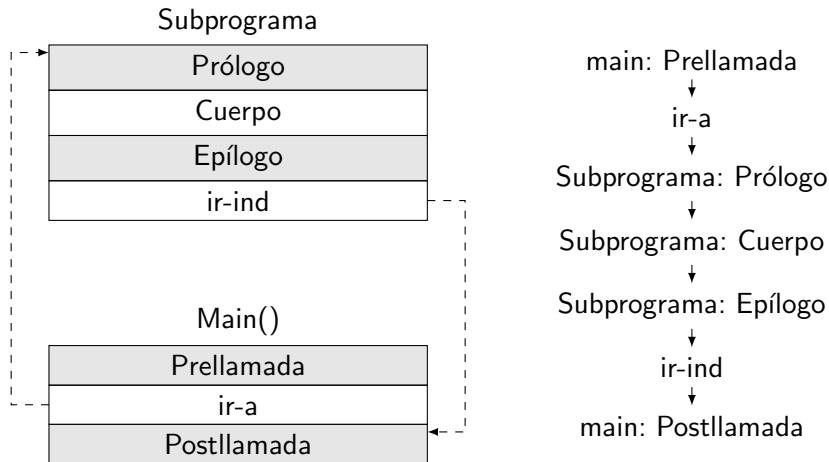


ir-ind salta a la dirección indicada en la cima de la pila de evaluación, consumiendo dicha cima.

$PC \leftarrow Pila[cima]$

$cima \leftarrow cima - 1$

Manejo de la activación y desactivación II



Ejemplo de invocación

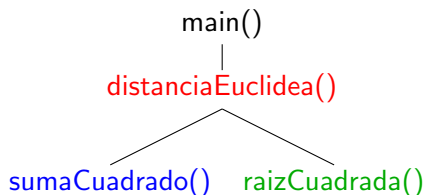
```
tipo tpar= rec x:num; y:num;
proc distanciaEuclidea(p1:tpar, p2:tpar, var res
: num)
  a: num; b: num;
  proc sumacuadrado(a:num, b:num, var r:num)
    a:=a*a;
    b:=b*b;
    r:=a+b;
  proc raizcuadrada(var n:num)
    ...
  &
  a:=p1.x-p2.x;
  b:=p1.y-p2.y;
  sumacuadrado(a, b, res);
  raizcuadrada(res);
par1:tpar; par2:tpar; resultado:num;
&
par1.x:=1; par1.y:=5;
par2.x:=8; par2.y:=12;
distanciaEuclidea(par1,par2,resultado);
```

¿Cual es el máximo nivel de anidamiento para éste programa?

Ejemplo de invocación

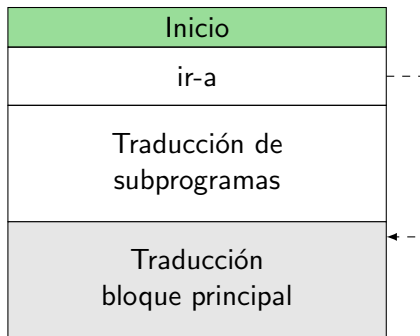
```

tipo tpar= rec x:num; y:num;
proc distanciaEuclidea(p1:tpar, p2:tpar, var res
:num)
  a: num; b: num;
  proc sumacuadrado(a:num, b:num, var r:num)
    a:=a*a;
    b:=b*b;
    r:=a+b;
  proc raizcuadrada(var n:num)
    ...
  &
  a:=p1.x-p2.x;
  b:=p1.y-p2.y;
  sumacuadrado(a, b, res);
  raizcuadrada(res);
par1:tpar; par2:tpar; resultado:num;
&
par1.x:=1; par1.y:=5;
par2.x:=8; par2.y:=12;
distanciaEuclidea(par1,par2,resultado);
  
```



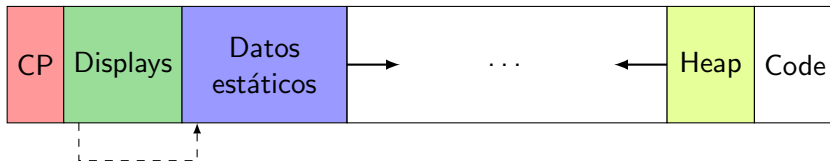
¿Cual es el máximo nivel de anidamiento para éste programa? 2

Inicio: Recapitulación



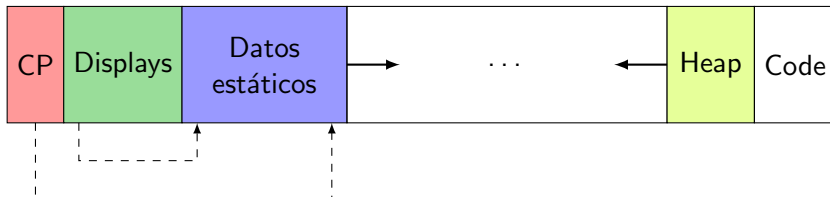
Inicio I

- Se fija el *display 0* a la primera celda de datos estáticos



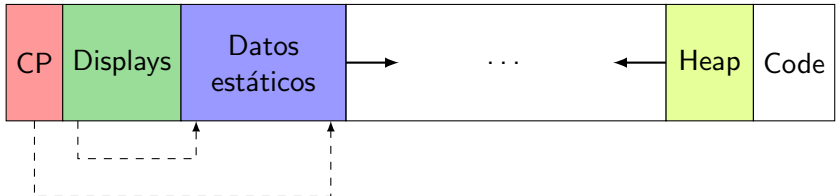
Inicio I

- ▶ Se fija el *display 0* a la primera celda de datos estáticos
- ▶ Se fija el *CP* a la posición de la última celda ocupada por los datos estáticos.



Inicio I

- ▶ Se fija el *display 0* a la primera celda de datos estáticos
- ▶ Se fija el *CP* a la posición de la última celda ocupada por los datos estáticos.
- ▶ Con ello se consigue un esquema homogéneo de direccionamiento de datos estáticos y de datos en los registros de activación



Inicio II

```

1 fun inicio(numNiveles,tamDatos) devuelve
2   // fijamos display 0 a la 1a celda de datos estaticos:
3   apila(numNiveles+2)           ||// +2: CP, display 0
4   desapila-dir(0x1)             ||
5   // fijamos CP a la ultima celda de datos estaticos:
6   apila(1+numNiveles+tamDatos) ||// +1: display 0
7   desapila-dir(0x0)
8 ffun
9 cons longInicio = 4

```

Ejemplo: **inicio(2,5)**

0	2	4	6	8	10	12						
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	...

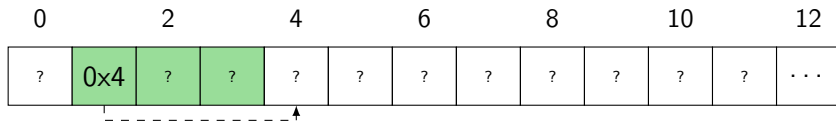
Inicio II

```

1 fun inicio(numNiveles,tamDatos) devuelve
2   // fijamos display 0 a la 1a celda de datos estaticos:
3   apila(numNiveles+2)           ||// +2: CP, display 0
4   desapila-dir(0x1)            ||
5   // fijamos CP a la ultima celda de datos estaticos:
6   apila(1+numNiveles+tamDatos) ||// +1: display 0
7   desapila-dir(0x0)
8 ffun
9 cons longInicio = 4

```

Ejemplo: **inicio(2,5)**



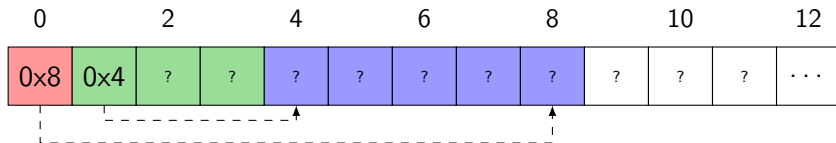
Inicio II

```

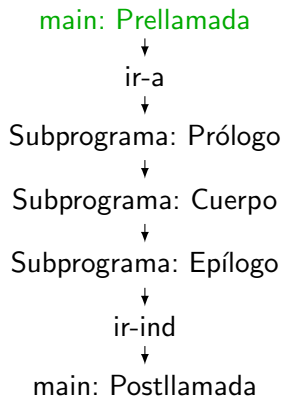
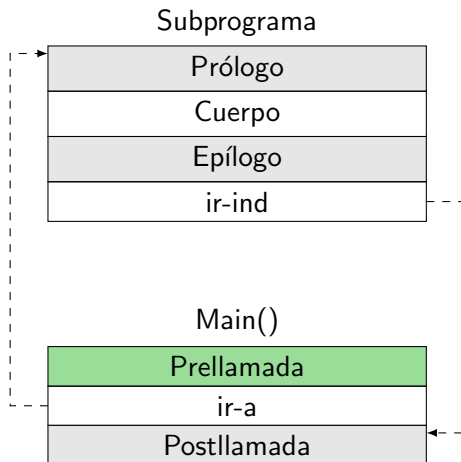
1 fun inicio(numNiveles,tamDatos) devuelve
2   // fijamos display 0 a la 1a celda de datos estaticos:
3   apila(numNiveles+2)           ||// +2: CP, display 0
4   desapila-dir(0x1)            ||
5   // fijamos CP a la ultima celda de datos estaticos:
6   apila(1+numNiveles+tamDatos) ||// +1: display 0
7   desapila-dir(0x0)
8 ffun
9 cons longInicio = 4

```

Ejemplo: **inicio(2,5)**



Prellamada: Recapitulación



Prellamada

Asociada con la invocación $p(e_1, \dots, e_k)$:

1. Guardar en memoria la direccion de retorno

Prellamada

Asociada con la invocación $p(e_1, \dots, e_k)$:

1. Guardar en memoria la direccion de retorno
2. Evaluar y almacenar parámetros de ejecución del procedimiento (por ahora nos olvidamos)

Prellamada

Asociada con la invocación $p(e_1, \dots, e_k)$:

1. Guardar en memoria la direccion de retorno
2. Evaluar y almacenar parámetros de ejecución del procedimiento (por ahora nos olvidamos)
3. Saltar a la dirección de inicio del procedimiento (*ir-a*)

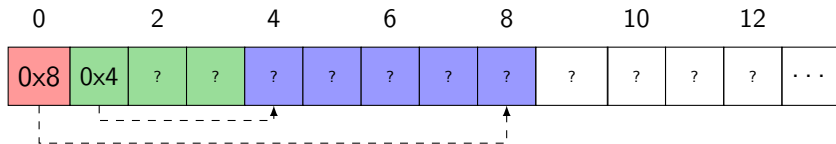
Prellamada: Ejemplo

```

1  fun apila-ret(ret) devuelve
2    // calcular CP+1:
3    apila-dir(0x0)          ||
4    apila(1)                ||
5    suma                    ||
6    // guardar dir retorno:
7    apila(ret)              ||
8    desapila-ind            ||
9  ffun
10 cons longApilaRet = 5

```

Ejemplo: **apila-ret(0x87)** , siendo 0x87 el n° de instrucción.



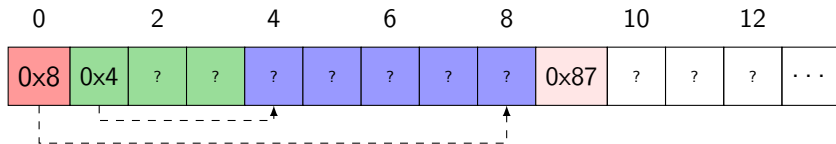
Prellamada: Ejemplo

```

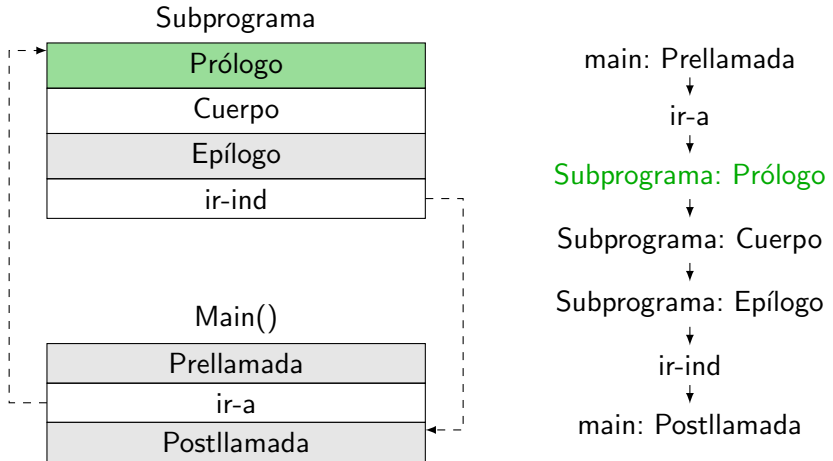
1 fun apila-ret(ret) devuelve
2   // calcular CP+1:
3   apila-dir(0x0)      ||
4   apila(1)            ||
5   suma                ||
6   // guardar dir retorno:
7   apila(ret)          ||
8   desapila-ind        ||
9 ffun
10 cons longApilaRet = 5

```

Ejemplo: **apila-ret(0x87)** , siendo 0x87 el n° de instrucción.



Prólogo: Recapitulación



Prólogo I

Asociado con el prodecimiento *proc* $p(\dots)$:

1. Guardar el antiguo valor del display

Prólogo I

Asociado con el prodecimiento *proc* $p(\dots)$:

1. Guardar el antiguo valor del display
2. Actualizar el valor nuevo del display

Prólogo I

Asociado con el prodecimiento *proc* $p(\dots)$:

1. Guardar el antiguo valor del display
2. Actualizar el valor nuevo del display
3. Reservar espacio para las variables locales

Prólogo II

```

1  fun prologo(nivel,tamlocales) devuelve
2      // salvar display antiguo:
3      apila-dir(0x0)           ||
4      apila(2)                 ||
5      suma                     ||
6      apila-dir(0x1+nivel)     ||
7      desapila-ind             ||
8      // fijar el display actual:
9      apila-dir(0x0)           ||
10     apila(3)                  ||
11     suma                      ||
12     desapila-dir(0x1+nivel)   ||
13     // reservar espacio para datos locales:
14     apila-dir(0x0)            ||
15     apila(tamlocales+2)       ||
16     suma                      ||
17     desapila-dir(0x0)
18  ffun
19  cons longPrologo = 13

```

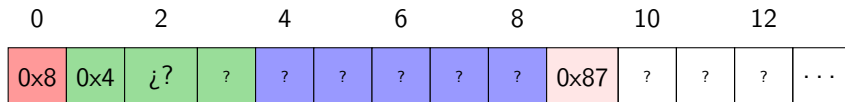
Prólogo: Ejemplo I

```

1 fun prologo(nivel,tamlocales) devuelve
2   // salvar display antiguo:
3   apila-dir(0x0)           ||
4   apila(2)                 || // dir. retorno, antiguo display
5   suma                     ||
6   desapila-dir(0x1+nivel)  || // +1: saltar al display 0
7   desapila-ind             ||
8   // fijar el display actual:
9   apila-dir(0x0)           ||
10  apila(3)                 ||
11  suma                     ||
12  desapila-dir(0x1+nivel)  ||
13  // reservar espacio para datos locales:
14  apila-dir(0x0)           ||
15  apila(tamlocales+2)      ||
16  suma                     ||
17  desapila-dir(0x0)
18 ffun

```

Ejemplo: **prologo(1,7)**



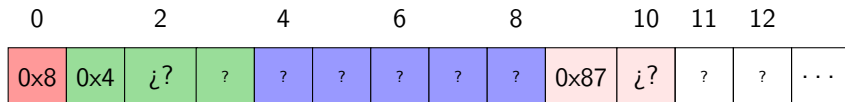
Prólogo: Ejemplo II

```

1 fun prologo(nivel,tamlocales) devuelve
2   // salvar display antiguo:
3   apila-dir(0x0)      ||
4   apila(2)            ||
5   suma               ||
6   apila-dir(0x1+nivel) ||
7   desapila-ind       ||
8   // fijar el display actual:
9   apila-dir(0x0)      ||
10  apila(3)            ||
11  suma               ||
12  desapila-dir(0x1+nivel) ||
13  // reservar espacio para datos locales:
14  apila-dir(0x0)      ||
15  apila(tamlocales+2) ||
16  suma               ||
17  desapila-dir(0x0)
18 ffun

```

Ejemplo: **prologo(1,7)**



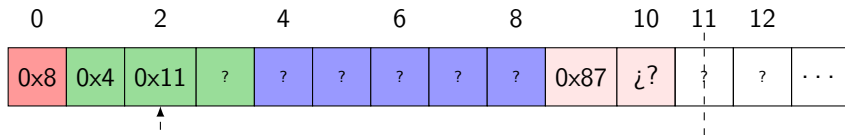
Prólogo: Ejemplo II

```

1 fun prologo(nivel,tamlocales) devuelve
2   // salvar display antiguo:
3   apila-dir(0x0)           ||
4   apila(2)                 ||
5   suma                     ||
6   apila-dir(0x1+nivel)     ||
7   desapila-ind             ||
8   // fijar el display actual:
9   apila-dir(0x0)           ||
10  apila(3)                  ||
11  suma                      ||
12  desapila-dir(0x1+nivel) ||
13  // reservar espacio para datos locales:
14  apila-dir(0x0)           ||
15  apila(tamlocales+2)      ||
16  suma                     ||
17  desapila-dir(0x0)
18 ffun

```

Ejemplo: **prologo(1,7)**



Prólogo: Ejemplo III

```

1 fun prologo(nivel,tamlocales) devuelve
2   // salvar display antiguo:
3   apila-dir(0x0)      ||
4   apila(2)            ||
5   suma                ||
6   apila-dir(0x1+nivel) ||
7   desapila-ind        ||
8   // fijar el display actual:
9   apila-dir(0x0)      ||
10  apila(3)            ||
11  suma                ||
12  desapila-dir(0x1+nivel) ||
13  // reservar espacio para datos locales:
14  apila-dir(0x0)      || // Mem[1+nivel] = Pila[Cima]
15  apila(tamlocales+2) || // +2: dir. retorno, antiguo display
16  suma                ||
17  desapila-dir(0x0)
18 ffun

```

Ejemplo: **prologo(1,7)**

0	2	4	6	8	10	12	14	16	18							
0x8	0x4	0x11	?	?	?	?	?	0x87	¿?	?	?	?	?	?	?	...

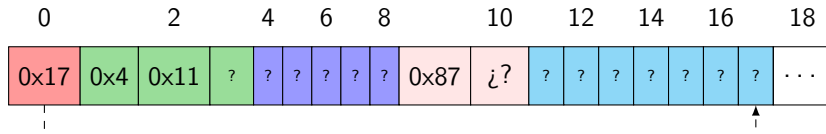
Prólogo: Ejemplo III

```

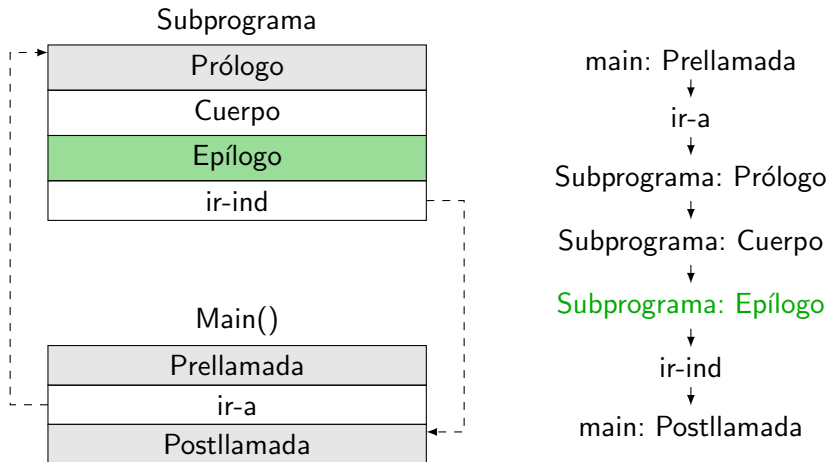
1  fun prologo(nivel,tamlocales) devuelve
2    // salvar display antiguo:
3    apila-dir(0x0)      ||
4    apila(2)            ||
5    suma                ||
6    apila-dir(0x1+nivel) ||
7    desapila-ind        ||
8    // fijar el display actual:
9    apila-dir(0x0)      ||
10   apila(3)            ||
11   suma                ||
12   desapila-dir(0x1+nivel) ||
13   // reservar espacio para datos locales:
14   apila-dir(0x0)      || // Mem[1+nivel] = Pila[Cima]
15   apila(tamlocales+2) || // +2: dir. retorno, antiguo display
16   suma                ||
17   desapila-dir(0x0)
18  ffun

```

Ejemplo: **prologo(1,7)**



Epílogo: Recapitulación



Epílogo I

Asociado con el prodecimiento *proc* $p(\dots)$:

- ▶ Almacenar el valor devuelto por la función (en nuestro caso no se hace, no tenemos funciones)

Epílogo I

Asociado con el prodecimiento *proc* $p(\dots)$:

- ▶ Almacenar el valor devuelto por la función (en nuestro caso no se hace, no tenemos funciones)
- 1. Liberar el espacio utilizado por las variables locales (mover hacia atrás el CP)

Epílogo I

Asociado con el prodecimiento *proc p(...)*:

- ▶ Almacenar el valor devuelto por la función (en nuestro caso no se hace, no tenemos funciones)
- 1. Liberar el espacio utilizado por las variables locales (mover hacia atrás el CP)
- 2. Restaurar el antiguo display

Epílogo I

Asociado con el prodecimiento *proc p(...)*:

- ▶ Almacenar el valor devuelto por la función (en nuestro caso no se hace, no tenemos funciones)
- 1. Liberar el espacio utilizado por las variables locales (mover hacia atrás el CP)
- 2. Restaurar el antiguo display
- 3. Apilar la dirección de retorno y saltar usando *ir-ind*

Epílogo II

```

1  fun epilogo(nivel) devuelve
2      // apilar la dir. retorno:
3      apila-dir(0x1+nivel)    ||
4      apila(2)                ||
5      resta                   ||
6      apila-ind               ||
7      // liberar espacio (mover CP):
8      apila-dir(0x1+nivel)    ||
9      apila(3)                ||
10     resta                   ||
11     copia                   ||
12     desapila-dir(0x0)       ||
13     // recuperar antiguo display:
14     apila(2)                ||
15     suma                    ||
16     apila-ind               ||
17     desapila-dir(0x1+nivel)
18  ffun
19  cons longEpilogo = 13

```

Epílogo: Ejemplo I

```

1 fun epilogo(nivel) devuelve
2   // apilar la dir. retorno:
3   apila-dir(0x1+nivel)  ||
4   apila(2)              ||
5   resta                 ||
6   apila-ind             ||
7   // liberar espacio (mover CP):
8   apila-dir(0x1+nivel)  ||
9   apila(3)              ||
10  resta                 ||
11  copia                 ||
12  desapila-dir(0x0)     ||
13  // recuperar antiguo display:
14  apila(2)              ||
15  suma                  ||
16  apila-ind             ||
17  desapila-dir(0x1+nivel)
18 ffun

```

Ejemplo: epilogo(1)

0	2	4	6	8	10	12	14	16	18								
0x17	0x4	0x11	?	?	?	?	?	?	0x87	¿?	?	?	?	?	?	?	...

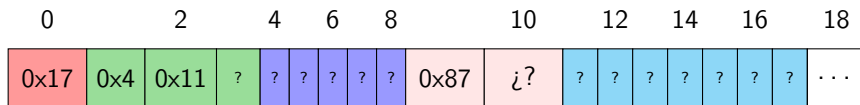
Epílogo: Ejemplo I

```

1 fun epilogo(nivel) devuelve
2 // apilar la dir. retorno:
3   apila-dir(0x1+nivel)  ||
4   apila(2)              ||
5   resta                 ||
6   apila-ind             ||
7 // liberar espacio (mover CP):
8   apila-dir(0x1+nivel)  ||
9   apila(3)              ||
10  resta                 ||
11  copia                 ||
12  desapila-dir(0x0)     ||
13 // recuperar antiguo display:
14  apila(2)              ||
15  suma                  ||
16  apila-ind             ||
17  desapila-dir(0x1+nivel)
18 ffun

```

Ejemplo: epilogo(1)



→ Pila de evaluación

Epílogo: Ejemplo II

```

1  fun epilogo(nivel) devuelve
2      // apilar la dir. retorno:
3      apila-dir(0x1+nivel)    ||
4      apila(2)                ||
5      resta                   ||
6      apila-ind               ||
7      // liberar espacio (mover CP):
8      apila-dir(0x1+nivel)    ||
9      apila(3)                ||
10     resta                   ||
11     copia                   || // si no se usa copia, hay que mover CP lo ultimo
12     desapila-dir(0x0)       ||
13     // recuperar antiguo display:
14     apila(2)                ||
15     suma                    ||
16     apila-ind               ||
17     desapila-dir(0x1+nivel)
18  ffun

```

¿Es esta la mejor forma de implementar el epílogo? ¿Moviendo el CP en 2º lugar?

Epílogo: Ejemplo II

```

1  fun epilogo(nivel) devuelve
2      // apilar la dir. retorno:
3      apila-dir(0x1+nivel)    ||
4      apila(2)                ||
5      resta                   ||
6      apila-ind               ||
7      // liberar espacio (mover CP):
8      apila-dir(0x1+nivel)    ||
9      apila(3)                 ||
10     resta                   ||
11     copia                   || // si no se usa copia, hay que mover CP lo ultimo
12     desapila-dir(0x0)        ||
13     // recuperar antiguo display:
14     apila(2)                 ||
15     suma                     ||
16     apila-ind               ||
17     desapila-dir(0x1+nivel)
18  ffun

```

Ejemplo: epilogo(1)

0	2	4	6	8	10	12	14	16	18							
0x17	0x4	0x11	?	?	?	?	?	0x87	¿?	?	?	?	?	?	?	...

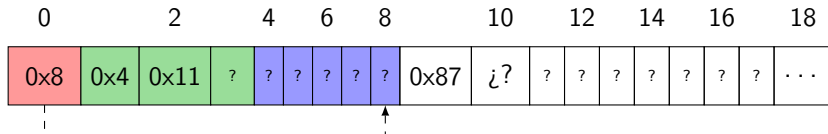
Epílogo: Ejemplo II

```

1  fun epilogo(nivel) devuelve
2      // apilar la dir. retorno:
3      apila-dir(0x1+nivel)    ||
4      apila(2)                ||
5      resta                   ||
6      apila-ind               ||
7      // liberar espacio (mover CP):
8      apila-dir(0x1+nivel)    ||
9      apila(3)                 ||
10     resta                   ||
11     copia                   || // si no se usa copia, hay que mover CP lo ultimo
12     desapila-dir(0x0)        ||
13     // recuperar antiguo display:
14     apila(2)                 ||
15     suma                     ||
16     apila-ind               ||
17     desapila-dir(0x1+nivel)
18  ffun

```

Ejemplo: epilogo(1)



Epílogo: Ejemplo III

```

1 fun epilogo(nivel) devuelve
2   // apilar la dir. retorno:
3   apila-dir(0x1+nivel)      ||
4   apila(2)                  ||
5   resta                     ||
6   apila-ind                  ||
7   // liberar espacio (mover CP):
8   apila-dir(0x1+nivel)      ||
9   apila(3)                  ||
10  resta                     ||
11  copia                      ||
12  desapila-dir(0x0)          ||
13  // recuperar antiguo display:
14  apila(2)                   ||
15  suma                       ||
16  apila-ind                  ||
17  desapila-dir(0x1+nivel)
18 ffun

```

Ejemplo: epilogo(1)

0	2	4	6	8	10	12	14	16	18							
0x8	0x4	0x11	?	?	?	?	?	0x87	¿?	?	?	?	?	?	?	...

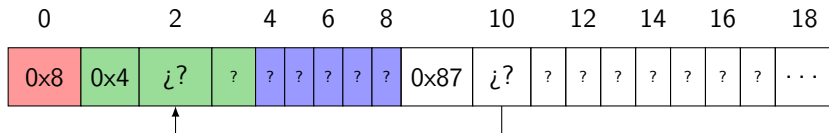
Epílogo: Ejemplo III

```

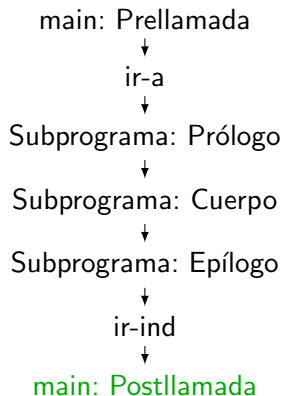
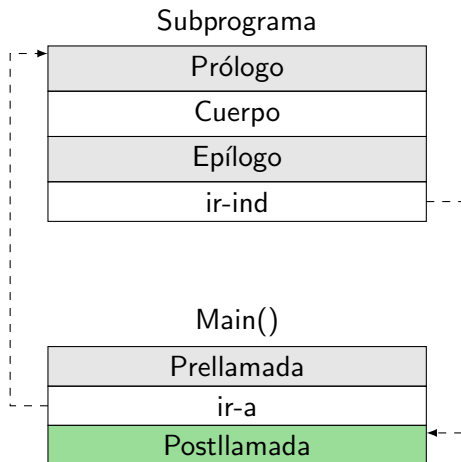
1 fun epilogo(nivel) devuelve
2   // apilar la dir. retorno:
3   apila-dir(0x1+nivel)      ||
4   apila(2)                  ||
5   resta                     ||
6   apila-ind                  ||
7   // liberar espacio (mover CP):
8   apila-dir(0x1+nivel)      ||
9   apila(3)                  ||
10  resta                     ||
11  copia                      ||
12  desapila-dir(0x0)          ||
13  // recuperar antiguo display:
14  apila(2)                   ||
15  suma                       ||
16  apila-ind                  ||
17  desapila-dir(0x1+nivel)
18 ffun

```

Ejemplo: **epilogo(1)**



Postllamada: Recapitulación



Postllamada

No es necesaria en nuestra implementación:

- El epílogo recupera el estado anterior a la invocación

Postllamada

No es necesaria en nuestra implementación:

- ▶ El epílogo recupera el estado anterior a la invocación
- ▶ El epílogo termina y deja la dirección (indirecta) de retorno en la cima de la pila

Postllamada

No es necesaria en nuestra implementación:

- ▶ El epílogo recupera el estado anterior a la invocación
- ▶ El epílogo termina y deja la dirección (indirecta) de retorno en la cima de la pila

En otras arquitecturas:

Postllamada

No es necesaria en nuestra implementación:

- ▶ El epílogo recupera el estado anterior a la invocación
- ▶ El epílogo termina y deja la dirección (indirecta) de retorno en la cima de la pila

En otras arquitecturas:

- ▶ Soportan funciones con retorno de valor: copiar el valor devuelto por la función donde sea necesario

Postllamada

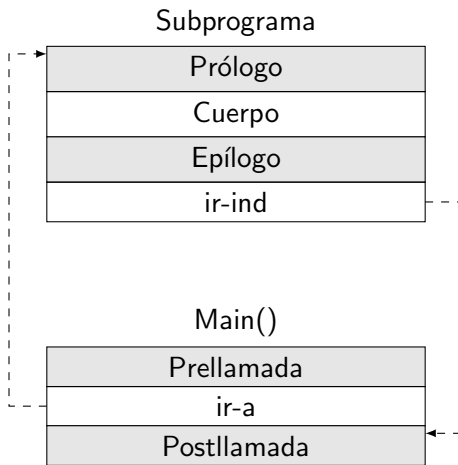
No es necesaria en nuestra implementación:

- ▶ El epílogo recupera el estado anterior a la invocación
- ▶ El epílogo termina y deja la dirección (indirecta) de retorno en la cima de la pila

En otras arquitecturas:

- ▶ Soportan funciones con retorno de valor: copiar el valor devuelto por la función donde sea necesario
- ▶ *x86, x86_64, ARM . . .*: restaurar el estado (registros, diferentes punteros). . .

Resumen



Paso de parámetros (durante la prellamada)

- Las posiciones de los parámetros en el reg. de activación son relativas al *CP*

Paso de parámetros (durante la prellamada)

- ▶ Las posiciones de los parámetros en el reg. de activación son relativas al *CP*
- ▶ Durante la prellamada, el *CP* apunta a la celda anterior a la primera del reg. de activación

Paso de parámetros (durante la prellamada)

- ▶ Las posiciones de los parámetros en el reg. de activación son relativas al CP
- ▶ Durante la prellamada, el CP apunta a la celda anterior a la primera del reg. de activación
- ▶ Por lo tanto, los parámetros y variables locales empezarán a partir de $CP + 3$

Paso de parámetros (durante la prellamada)

- ▶ Las posiciones de los parámetros en el reg. de activación son relativas al CP
- ▶ Durante la prellamada, el CP apunta a la celda anterior a la primera del reg. de activación
- ▶ Por lo tanto, los parámetros y variables locales empezarán a partir de $CP + 3$
- ▶ Sus direcciones deben precalcularse en ejecución (antes de ejecutar el método) y guardarse en la TS

Paso de parámetros (durante la prellamada)

- ▶ Las posiciones de los parámetros en el reg. de activación son relativas al CP
- ▶ Durante la prellamada, el CP apunta a la celda anterior a la primera del reg. de activación
- ▶ Por lo tanto, los parámetros y variables locales empezarán a partir de $CP + 3$
- ▶ Sus direcciones deben precalcularse en ejecución (antes de ejecutar el método) y guardarse en la TS

¿Por qué deben precalcularse en ejecución?

Paso de parámetros (durante la prellamada)

- ▶ Las posiciones de los parámetros en el reg. de activación son relativas al CP
- ▶ Durante la prellamada, el CP apunta a la celda anterior a la primera del reg. de activación
- ▶ Por lo tanto, los parámetros y variables locales empezarán a partir de $CP + 3$
- ▶ Sus direcciones deben precalcularse en ejecución (antes de ejecutar el método) y guardarse en la TS

¿Por qué deben precalcularse en ejecución?

Por que el CP se va moviendo y dejan de ser accesibles

Paso de parámetros (durante la prellamada)

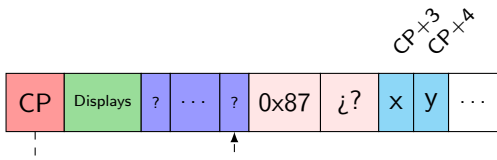
- ▶ Las posiciones de los parámetros en el reg. de activación son relativas al *CP*
- ▶ Durante la prellamada, el *CP* apunta a la celda anterior a la primera del reg. de activación
- ▶ Por lo tanto, los parámetros y variables locales empezarán a partir de $CP + 3$
- ▶ Sus direcciones deben precalcularse en ejecución (antes de ejecutar el método) y guardarse en la TS

¿Por qué deben precalcularse en ejecución?

Por que el *CP* se va moviendo y dejan de ser accesibles

Ejemplo: **proc**

suma(x:num, y:num);



Paso de parámetros por valor

Dos formas:

1. modo **var**: `proc1(x);`

Paso de parámetros por valor

Dos formas:

1. modo **var**: `proc1(x)`;
2. modo **val**: `proc1(3)`; ó `proc1(x+1)`; ó `proc1(3+4)`;
Es decir, si pasa por la pila de evaluación, es de tipo **val**

Paso de parámetros por valor

Dos formas:

1. modo **var**: `proc1(x)`;
2. modo **val**: `proc1(3)`; ó `proc1(x+1)`; ó `proc1(3+4)`;

Es decir, si pasa por la pila de evaluación, es de tipo **val**

¿Que se hace en nuestra arquitectura?

Paso de parámetros por valor

Dos formas:

1. modo **var**: `proc1(x)`;
2. modo **val**: `proc1(3)`; ó `proc1(x+1)`; ó `proc1(3+4)`;
Es decir, si pasa por la pila de evaluación, es de tipo **val**

¿Que se hace en nuestra arquitectura?

1. modo **var**: se copia el valor en el registro de activación
(instrucción mueve)

Paso de parámetros por valor

Dos formas:

1. modo **var**: `proc1(x);`
2. modo **val**: `proc1(3);` ó `proc1(x+1);` ó `proc1(3+4);`
Es decir, si pasa por la pila de evaluación, es de tipo **val**

¿Que se hace en nuestra arquitectura?

1. modo **var**: se copia el valor en el registro de activación (instrucción mueve)
2. modo **val**: la cima de la pila de evaluación contendrá el valor de la expresión. Debemos desapilar el valor en el registro de activación

Paso de parámetros por valor: Gramática

var es sólo para Mem. Las reglas que tienen operadores su modo es **val** ya que devuelven un tipo fijo (*true, false, number*)

```
Fact ::= Mem
      Fact.mod0 = var
Fact ::= num
      Fact.mod0 = val
Fact ::= true
      Fact.mod0 = val
Fact ::= false
      Fact.mod0 = val
Fact ::= ( Exp )
      Fact.mod0 = Exp.mod0
Term ::= Term OpMul Fact
      Term0.mod0 = val
```

```
Term ::= Fact
      Term . mod0 = Fact.mod0
ExpS ::= ExpS OpAd Term
      ExpS.mod0 = val
ExpS ::= ExpS or Term
      ExpS.mod0 = val
ExpS ::= Term
      ExpS.mod0 = Term.mod0
Exp ::= ExpS OpComp ExpS
      Exp.mod0 = val
Exp ::= ExpS
      Exp.mod0 = ExpS.mod0
Term ::= Term and Fact
      Term0.mod0 = val
```

Paso de parámetros por valor: var

- modo **var**: se copia el valor en el registro de activación (instrucción mueve, que copia un trozo de código a otras posiciones de memoria)

```

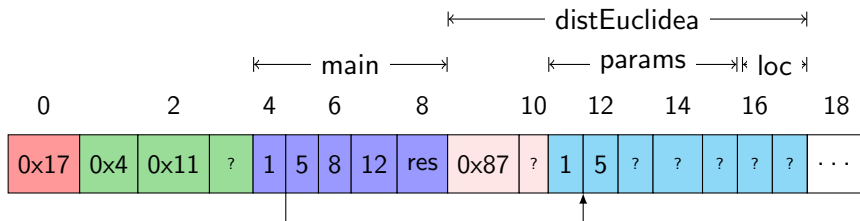
par1:tpar; par2:tpar; resultado:num;
&
par1.x:=1; par1.y:=5; par2.x:=8; par2.y:=12;
distanciaEuclidea(par1,par2,& resultado);
    
```

0	2	4	6	8	10	12	14	16	18								
0x17	0x4	0x11	?	1	5	8	12	res	0x87	?	?	?	?	?	?	?	...

Paso de parámetros por valor: var

- modo **var**: se copia el valor en el registro de activación (instrucción mueve, que copia un trozo de código a otras posiciones de memoria)

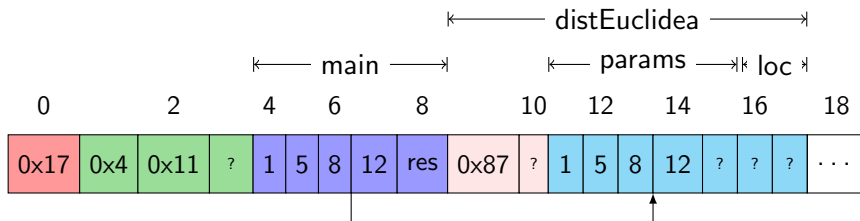
```
par1:tpar; par2:tpar; resultado:num;
&
par1.x:=1; par1.y:=5; par2.x:=8; par2.y:=12;
distanciaEuclidea(par1,par2,& resultado);
```



Paso de parámetros por valor: var

- modo **var**: se copia el valor en el registro de activación (instrucción mueve, que copia un trozo de código a otras posiciones de memoria)

```
par1:tpar; par2:tpar; resultado:num;
&
par1.x:=1; par1.y:=5; par2.x:=8; par2.y:=12;
distanciaEuclidea(par1,par2,& resultado);
```



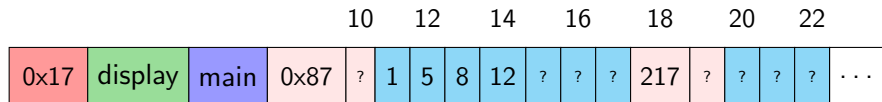
Paso de parámetros por valor: val

- modo **val**: la cima de la pila de evaluación contendrá el valor de la expresión. Debemos desapilar el valor en el registro de activación

```

proc distanciaEuclidea(p1:tpar, p2:tpar, & res:num)
  ...
  proc sumacuadrado(a:num, b:num, & r:num)
    ...
  &
  sumacuadrado(3*2,7,& res);

```

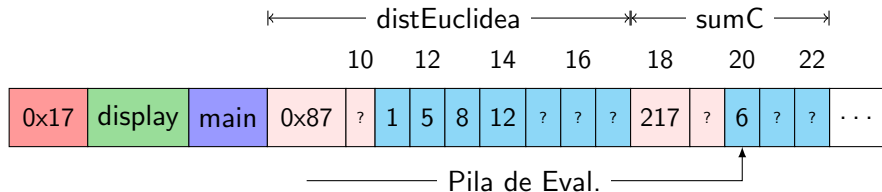


Paso de parámetros por valor: val

- modo **val**: la cima de la pila de evaluación contendrá el valor de la expresión. Debemos desapilar el valor en el registro de activación

```

proc distanciaEuclidea(p1:tpar, p2:tpar, & res:num)
  ...
  proc sumacuadrado(a:num, b:num, & r:num)
    ...
  &
  sumacuadrado(3*2,7,& res);
  
```

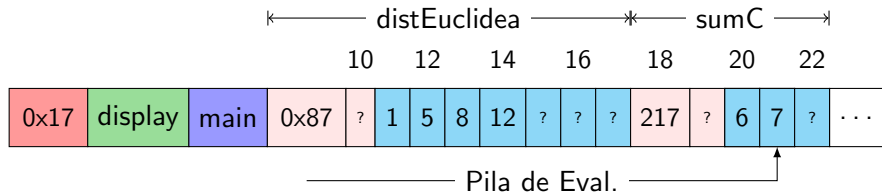


Paso de parámetros por valor: val

- modo **val**: la cima de la pila de evaluación contendrá el valor de la expresión. Debemos desapilar el valor en el registro de activación

```

proc distanciaEuclidea(p1:tpar, p2:tpar, & res:num)
  ...
  proc sumacuadrado(a:num, b:num, & r:num)
    ...
  &
  sumacuadrado(3*2,7,& res);
  
```



Paso de parámetros por variable(referencia) I

- ▶ En la cima de la pila debe estar la dirección de comienzo de la variable pasada como parámetro. Dicha dirección se copia en el registro de activación

Paso de parámetros por variable(referencia) I

- ▶ En la cima de la pila debe estar la dirección de comienzo de la variable pasada como parámetro. Dicha dirección se copia en el registro de activación
- ▶ En la evaluación de las expresiones debe retardarse el apilado de los valores de las direcciones para Mem

Paso de parámetros por variable(referencia) I

- ▶ En la cima de la pila debe estar la dirección de comienzo de la variable pasada como parámetro. Dicha dirección se copia en el registro de activación
- ▶ En la evaluación de las expresiones debe retardarse el apilado de los valores de las direcciones para Mem

¿Cómo sabe el procemiento que ha sido por **variable (&)**, y lo que hay en el registro de activación es una dirección de mem.?

Paso de parámetros por variable(referencia) I

- ▶ En la cima de la pila debe estar la dirección de comienzo de la variable pasada como parámetro. Dicha dirección se copia en el registro de activación
- ▶ En la evaluación de las expresiones debe retardarse el apilado de los valores de las direcciones para Mem

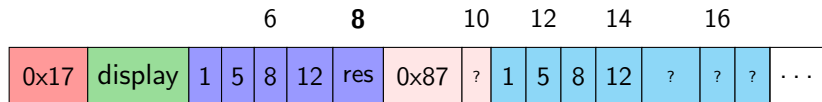
¿Cómo sabe el procemiento que ha sido por **variable (&)**, y lo que hay en el registro de activación es una dirección de mem.?

Se accede con indirección: Display + dir. de la variable de la TS

Paso de parámetros por variable(referencia) II

- ▶ En la cima de la pila debe estar la dirección de comienzo de la variable pasada como parámetro. Dicha dirección se copia en el registro de activación

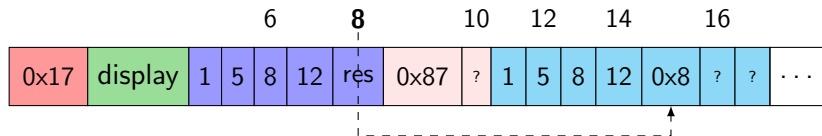
```
par1:tpar; par2:tpar; resultado:num;
&
par1.x:=1; par1.y:=5; par2.x:=8; par2.y:=12;
distanciaEuclidea(par1,par2,& resultado);
```



Paso de parámetros por variable(referencia) II

- ▶ En la cima de la pila debe estar la dirección de comienzo de la variable pasada como parámetro. Dicha dirección se copia en el registro de activación

```
par1:tpar; par2:tpar; resultado:num;
&
par1.x:=1; par1.y:=5; par2.x:=8; par2.y:=12;
distanciaEuclidea(par1,par2,& resultado);
```



Paso de parámetros: ampliación de la TS I

- ▶ Deben asignarse direcciones a los parámetros de los procedimientos:

```

LFPParams ::= LFPParams, FParam
    LFPParams0.ts = aniaideID(LFPParams1.ts, FParam.id,
    FParam.props  $\oplus$  <dir:LFPParams1.dir>)
    LFPParams0.dir = LFPParams1.dir + FParam.tam
    FParam.dirh = LFPParams1.dir
LFPParam ::= FParam
    LFPParam.ts = aniaideID(LFPParam.tsph, FParam.id, FParam.props  $\oplus$  <dir:0>
    )
    LFPParam.dir = FParam.tam
    FParam.dirh = 0
FParam ::= & iden: Tipo // por referencia
    FParam.tam = 1 // es una direccion: integer.tam = 1
    Fparam.param = <modo: variable, tipo: Tipo.tipo, dir: Fparam.dirh>
FParam ::= id: Tipo // por valor
    FParam.tam = Tipo.tipo.tam
    Fparam.param = <modo: valor, tipo: Tipo.tipo, dir: Fparam.dirh>
    
```

Paso de parámetros: ampliación de la TS II

- La dirección de comienzo de un bloque de declaraciones no tiene que ser ya necesariamente cero, sino la dirección de fin del bloque de arámetros: las declaraciones reciben una dirección de comienzo heredada

```

Prog ::= Decs && Is
    Decs.dirh = 0
DecProc ::= proc iden FParams Bloque fproc
    Bloque.dirh = FParams.dir
FParams ::= ( LFPParams )
    FParams.dir = LFPParams.dir
FParams ::= λ
    FParams.dir = 0
Bloque ::= Decs && I
    Decs.dirh = Bloque.dirh // las decs reciben dirheredada
Decs ::= Decs ; Dec
    Decs1.dirh = Decs0.dirh
Decs ::= Dec
    Decs.dir = Decs.dirh + Dec.tam
    Dec.dirh = Decs.dirh

```


Paso de parámetros: ampliacion de la TS III

nivel	id	clase	otras
1	p1	var //valor	< tipo :< t : ref, id : tpar >, dir : 0 >
1	p2	var //valor	< tipo :< t : ref, id : tpar >, dir : 2 >
1	res	pvar //referencia	< tipo :< t : num >, dir : 4 >
1	distanciaEuclidea	prodedimiento	< tipo :< t : proc, params : [modo : valor], tipo :< tipo :< t : red, id : tpar >][modo : valor, tipo :< t : ref, id : tpar >][modo : variable, tipo :< t : num >] >>>
1	a	var //local	< tipo :< t : num >, dir : 5 >
1	b	var //local	< tipo :< t : num >, dir : 6 >
		:	
		:	
1	sumaCuadrado	procedimiento	< tipo :< t : proc, params : [modo : valor], tipo :< tipo :< t : num >][modo : valor, tipo :< t : num >][modo : variable, tipo :< t : num >] >>>
1	raizCuadrada	procedimiento	< tipo :< t : proc, params : [modo : valor], tipo :< t : num >] >>

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Disp+0	Disp+1	Disp+2	Disp+3	Disp+4	Disp+5	Disp+6
0x17	0x4	0x11	?	1	5	8	12	res	0x87	?	1	5	8	12	0x8	a	b

Acceso a las variables y parámetros desde el procedimiento

- ▶ Desplazamiento relativo al valor del display del bloque en el que reside la variable
- ▶ Además, si el parámetro es por variable(referencia) (tipo *pvar*), debe realizarse un apilado indirecto para acceder al enlace en sí

```

1  fun accesoVar(id) devuelve
2      apila-dir(0x1+id.nivel)    || // dir del display
3      apila(id.dir)              || // desplazamiento respecto al display
4      suma                      // traer dir o valor a Cima
5      // aqui nos falta un apila_ind !!!
6      ( si id.clase = pvar entonces apila-ind
7        si no λ )
8  ffun
9
10 fun longAccesoVar(id)
11     si id.clase = pvar entonces 4
12     si no 3
13 ffun

```

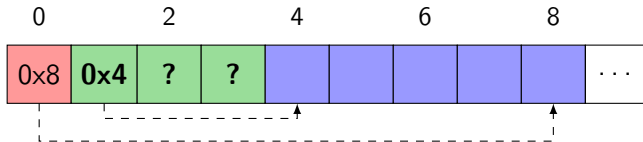
Traducción: Inicio I

- ▶ Al iniciar la traducción, necesitamos reservar espacio para los displays
- ▶ Para ello, usamos la función *inicio()*

```

1 fun inicio(numNiveles,tamDatos)
2   apila(numNiveles+2)
3   desapila-dir(0x1)
4   apila(1+numNiveles+tamDatos)
5   desapila-dir(0x0)
6 ffun
7
8 cons longInicio = 4
    
```

Ejemplo: **inicio(2,5)**



Traducción: Inicio II

- ▶ Para reservar el espacio, es necesario conocer el nivel de anidamiento, que se sintetiza en las declaraciones:

```

Prog ::= Decs && Is
      Decs.nh = 0
Decs ::= Decs ; Dec
      Decs1.nh = Decs0.nh
      Decs0.n = max(Decs1.n, Dec.n)
Decs ::= Dec
      Dec.nh = Decs.nh
      Decs.n = Dec.n
Dec ::= DecVar
      Dec.n = Dec.nh
Dec ::= DecTipo
      Dec.n = Dec.nh
Dec ::= DecProc
      DecProc.nh = Dec.nh
      Dec.n = DecProc.n

```

```

DecProc ::= proc iden FParams Bloque
           fproc
FParams.nh = Bloque.nh = DecProc
            .nh + 1
DecProc.n = Bloque.n
Bloque ::= Decs && I
        Decs.nh = Bloque.nh
        Bloque.n = Decs.n
Bloque ::= I
        Bloque.n = Bloque.nh

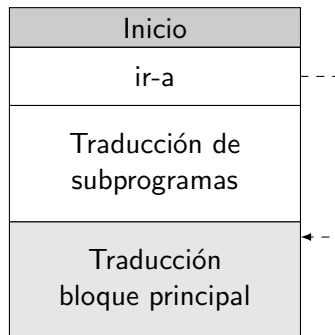
```

Traducción: Inicio III

- Conocido el tamaño de los displays, la traducción del programa se especifica como:

```

Prog ::= Decs && Is //Subprogs ∈ Decs
Proc.cod = inicio(Decs.n,Decs.dir) ||
  // Decs.dir: tam del main
  ir-a(Decs.etq) ||
Decs.cod || // aqui van los Subprogs
Is.cod ||
stop
Decs.etqh = longInicio +1 // +1: ir-a
Is.etqh = Decs.etq
  
```



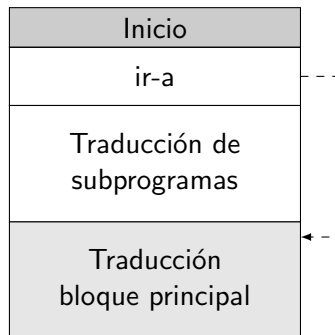
Traducción: Inicio III

- Conocido el tamaño de los displays, la traducción del programa se especifica como:

```

Prog ::= Decs && Is //Subprogs ∈ Decs
Proc.cod = inicio(Decs.n,Decs.dir) ||
    // Decs.dir: tam del main
    ir-a(Decs.etq) ||
Decs.cod || // aqui van los Subprogs
Is.cod ||
stop
Decs.etqh = longInicio +1 // +1: ir-a
Is.etqh = Decs.etq

```



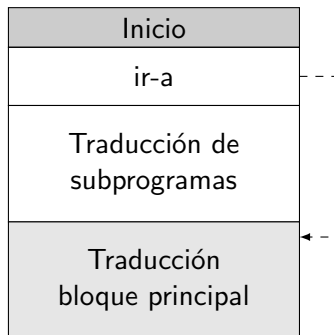
¿Hay que parchear?

Traducción: Inicio III

- Conocido el tamaño de los displays, la traducción del programa se especifica como:

```

Prog ::= Decs && Is //Subprogs ∈ Decs
Proc.cod = inicio(Decs.n,Decs.dir) ||
    // Decs.dir: tam del main
ir-a(Decs.etq) ||
Decs.cod || // aqui van los Subprogs
Is.cod ||
stop
Decs.etqh = longInicio +1 // +1: ir-a
Is.etqh = Decs.etq
    
```



¿Hay que parchear?

Sí, el ir-a para apuntar al main, del cual no sabemos su dir todavía

Traducción: Declaraciones

```

Prog ::= Decs && Is
Decs ::= Decs ; Dec
    Decs1.etqh = Decs0.etqh
    Dec.etqh = Decs1.etq
    Decso.etq = Dec.etq
    Decs0.cod = Decs1.cod || Dec.cod
Decs ::= Dec
    Dec.etqh = Decs.etqh
    Decs.etq = Dec.etq
    Decs.cod = Dec.cod
Dec ::= DecVar
    Dec.cod =  $\lambda$  // solo afecta a la TS
    Dec.etq = Dec.etqh
Dec ::= DecTipo
    Dec.cod =  $\lambda$  // solo afecta a la TS
Dec.etq = Dec.etqh
    
```


Traducción: Procedimientos I

- ▶ Al traducir un procedimiento añadimos a la TS su dirección de inicio (para luego realizar el salto en la invocación)

```

Dec ::= DecProc
    DecProc.etqh = Dec.etqh
    Dec.etq = DecProc.etq
    Dec.cod = DecProc.cod
    Dec.propsop = DecProc.propsop // hay que parchear

DecProc ::= proc iden FParams Bloque fproc
    DecProc.cod = Bloque.cod
    DecProc.propsop = <inicio:Bloque.inicio> // Bloque.inicio: dir donde
        empieza el proc.
    Bloque.etqh = DecProc.etqh
    DecProc.etq = Bloque.etq
    Bloque.tsph = aniaideID(FParams.ts, DecProp.id,
        DecProc.props  $\oplus$  {nivel:DecsProp.nh +1}
         $\oplus$  DecProc.propsop)
    
```

Traducción: Procedimientos II

nivel	id	clase	otras
0	tpar	tipo	$\langle \text{tipo} : \langle t : \text{rec}, \text{campos} : [\text{id} : x, \text{tipo} : \langle t : \text{num} \rangle, \text{desp} : 0][\text{id} : y, \text{tipo} : \langle t : \text{num} \rangle, \text{desp} : 1] \rangle, \text{tam} : 2 \rangle$
0	par1	var //valor	$\langle \text{tipo} : \langle t : \text{ref}, \text{id} : \text{tpar} \rangle \rangle$
0	par2	var //valor	$\langle \text{tipo} : \langle t : \text{ref}, \text{id} : \text{tpar} \rangle \rangle$
1	resultado	pvar //referencia	$\langle \text{tipo} : \langle t : \text{num} \rangle \rangle$
1	distanciaEuclidea	prodedimiento	$\langle \text{tipo} : \langle t : \text{proc}, \text{params} : [\text{modo} : \text{valor}, \text{tipo} : \langle t : \text{ref}, \text{id} : \text{tpar} \rangle][\text{modo} : \text{valor}, \text{tipo} : \langle t : \text{ref}, \text{id} : \text{tpar} \rangle][\text{modo} : \text{variable}, \text{tipo} : \langle t : \text{num} \rangle] \rangle \text{ inicio} : 6 \rangle$

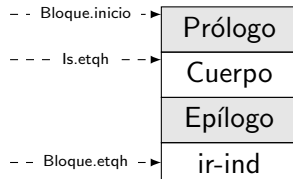
inicio: Dir de la 1ª instrucción (despues de Decs)

Traducción: Bloque de código del proc.

```

Bloque ::= Decs && I
  Decs.etqh = Bloque.etqh
  Bloque.inicio = Decs.etq
  I.etqh = Decs.etq + longPrologo
  Bloque.etq = I.etq + longEpilogo + 1
  Bloque.cod = Decs.cod ||
                    prologo(Bloque.nh,
                             Decs.dir) ||
                    I.cod ||
                    epilogo(Bloque.nh ) ||
                    ir-ind

```



```

Bloque ::= I
  Bloque.cod = prologo(Bloque.nh, Bloque.dirh ) ||
                I.cod ||
                epilogo(Bloque.nh ) ||
                ir-ind
  I.etqh = Bloque.etqh + longPrologo
  Bloque.inicio = Bloque.etqh
  Bloque.etq = I.etq + longEpilogo + 1

```

Traducción: Invocaciones I

```

I ::= ICall
    ICall.etqh = I.etqh
    I.etq = ICall.etq
    I.cod = ICall.cod
ICall ::= iden AParams
    ICall.cod = // Prellamada:
                apila-ret(ICall.etq) || // parchear a despues de proc
                AParams.cod           || // cod de '3+a'
                ir-a(ICall.tsh [iden.lex].inicio)
    AParams.etqh = ICall.etqh + longApilaRet
    ICall.etq = AParams.etq +1// +1: ir-a
AParams ::= LParams
    AParams.cod = inicio-paso || LParams.cod || fin-paso
    LParams.etqh = AParams.etqh + longInicioPaso
    AParams.etq = LParams.etq + longFinPaso

```

Traducción: Invocaciones II (paso parámetros)

- El inicio del paso de parámetros apila la dirección de comienzo de los parámetros en el display: $CP + 3$

```

1  cons inicio-paso = apila-dir(0x0) || // apila el CP
2                      apila(3)      || // salta ret, display antiguo
3                      suma
4  cons longInicioPaso = 3

```

Traducción: Invocaciones II (paso parámetros)

- ▶ El inicio del paso de parámetros apila la dirección de comienzo de los parámetros en el display: $CP + 3$

```

1  cons inicio-paso = apila-dir(0x0) || // apila el CP
2                      apila(3)      || // salta ret, display antiguo
3                      suma
4  cons longInicioPaso = 3

```

- ▶ Este valor permanece en la pila para ser utilizado por cada parámetro (que lo copiará)
- ▶ Por lo tanto, el fin del paso de parámetros simplemente desapila la dirección de comienzo de los parámetros

```

1  cons fin-paso = desapila
2  cons longFinPaso = 1

```

Traducción: Invocaciones III (paso parám., func. auxiliares)

- Función para obtener la dirección de un parámetro en el registro de activación

```

1 fun direccionParFormal(pformal) devuelve
2   apila(pformal.dir) || // dir relativa al procedimiento
3   suma
4 ffun
5 fun longdireccionParFormal(pformal) devuelve 2 ffun

```

- Función para realizar el paso de los parámetros

```

1 fun pasoParametro(tipoParamPorValor,pformal) devuelve
2   si pformal.modo = val ^ tipoParamPorValor = var
3     // hay que apilar dir de origen del parametro. Se hace mas
4     adelante en accesoVar()
5     mueve(pformal.tipo.tam) // copia del valor en el caso de expr.
6     mem
7   si no desapila-ind          // copia del valor,0bien de la direcc.
8 ffun
9 fun longPasoParametro(tipoParamPorValor,pformal) devuelve1ffun

```

Traducción: Invocaciones IV

```

AParams ::= λ
    AParams.cod = λ
    AParams.etq = AParams.etqh
LAParams ::= LAParams, Exp
    LAParams0.cod = LAParams1.cod      ||
                                copia    ||
                                direccionParFormal(
                                    LAParams0.fparams[LAParams0.nparams]
                                    )      ||
    Exp.cod      ||
    pasoParametro(Exp.modos,
                    LAParams0.fparams[LAParams0.nparams])
LAParams1.etqh = LAParams0.etqh
Exp.etqh = LAParams1.etq+1
LAParams0.etq = Exp.etq +1+
    longDireccionParFormal(
        LAParams0.fparams[LAParams0.nparams])+
    longPasoParametro(Exp.modos, LAParams0.fparams[
        LAParams0.nparams])

```


Traducción: Invocaciones V

```

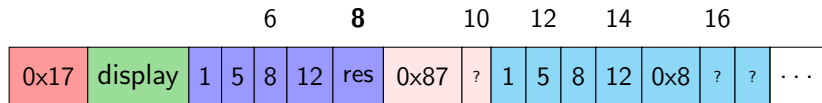
LAParams ::= Exp
    LAParams.cod = copia    ||
                        Exp.cod ||
                        pasoParametro(Exp.mod0,LAParams.fparams[1])
Exp.etqh = LAParams.etq+1
LAParams.etq = Exp.etq +1+
                longPasoParametro(Exp.mod0, LAParams.fparams[1])
    
```

Traducción: Modificación en la trad. de expresiones I

- ▶ Problema con el paso de parámetros por variable(referencia):
 - ▶ En la cima de la pila debe de estar la dirección de comienzo de la variable pasada como parámetro. Dicha dirección se copia en el registro de activación
- ▶ Sin embargo, en las expresiones *Mem* hay un *apila-ind* que deja su valor (no la dirección) en la cima

```

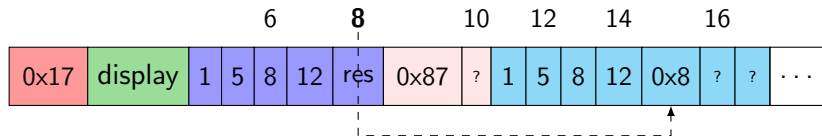
par1:tpar; par2:tpar; resultado:num;
&
par1.x:=1; par1.y:=5; par2.x:=8; par2.y:=12;
distanciaEuclidea(par1,par2,resultado);
    
```



Traducción: Modificación en la trad. de expresiones I

- ▶ Problema con el paso de parámetros por variable(referencia):
 - ▶ En la cima de la pila debe de estar la dirección de comienzo de la variable pasada como parámetro. Dicha dirección se copia en el registro de activación
- ▶ Sin embargo, en las expresiones *Mem* hay un *apila-ind* que deja su valor (no la dirección) en la cima

```
par1:tpar; par2:tpar; resultado:num;
&
par1.x:=1; par1.y:=5; par2.x:=8; par2.y:=12;
distanciaEuclidea(par1,par2,resultado);
```



Traducción: Modificación en la trad. de expresiones II

Solución:

- ▶ Debe evitarse cargar adelantadamente el valor de las posiciones de memoria cuando éstas aparecen como parámetros reales
- ▶ A fin de no modificar el esquema de generación de código de las expresiones y asignación, la solución menos intrusiva es determinar si el contexto de ocurrencia de un designador (derivado de *Mem*) es como parámetro real: atributo heredado *parh*

Traducción: Modificación en la trad. de expresiones III

```

Exp ::= ExpS OpComp ExpS
    ExpS0.parh = ExpS1.parh =
        false
Exp ::= ExpS
    ExpS.parh = Exp.parh
ExpS ::= ExpS OpAd Term
    ExpS1.parh = Term.parh =
        false
ExpS ::= ExpS or Term
    ExpS1.parh = Term.parh =
        false
    
```

```

ExpS ::= Term
    Term.parh = ExpS.parh
Term.parh = ExpS.parh
Term ::= Term OpMul Fact
    Term1.parh = Fact.parh =
        false
Term ::= Term and Fact
    Term1.parh = Fact.parh =
        false
Term ::= Fact
    Fact.parh = Term.parh
Fact ::= (Exp)
    Exp.parh = Fact.parh
Fact ::= OpUn Fact
    Fact1.parh = false
    
```

Traducción: Modificación en la trad. de expresiones IV

- Los valores iniciales deben fijarse allí donde pueda aparecer una expresión:

```

IASig ::= Mem := Exp
    Exp.parh = false
IIf ::= if Exp then I PElse
    Exp.parh = false
IWhile ::= while Exp do I PElse
    Exp.parh = false
LAParams ::= LAParams, Exp
    Exp.parh = (LAParams0.fparamsh[LAParams0.nparams].modo == var)
LAParams ::= Exp
    Exp.parh = (LAParams0.fparamsh[1].modo == var)

```

Traducción: Modificación en la trad. de expresiones V

- Ahora la generación de código para *Mem* puede modificarse como sigue:

```
Fact ::= Mem
    Fact.cod = si compatible(Mem.tipo,<t:num>,Fact.tsh ) ∨
                compatible(Mem.tipo,<t:bool>,Fact.tsh ) ∧
                ¬ Fact.parh
            entonces
                Mem.cod || apila-ind // Por valor
                si no Mem.cod          // Por variable
Fact.etq = si compatible(Mem.tipo,<t:num>,Fact.tsh ) ∨
            compatible(Mem.tipo,<t:bool>,Fact.tsh ) ∧
            ¬ Fact.parh
        entonces
            Mem.etq + 1
        si no Mem.etq
```

Traducción: Modificación en la trad. de expresiones VI

- El otro aspecto a modificar es el acceso a los identificadores: ahora debe computarse adecuadamente el enlace a los mismos:

```
Mem ::= id  
    Mem.cod = accesoVar(Mem.tsh [id.lex])  
    Mem.etq = Mem.etqh + longAccesoVar(Mem.tsh [id.lex])
```


Traducción: Acceso a las variables y parámetros desde el proc. I

- ▶ Desplazamiento relativo al valor del display del bloque en el que reside la variable
- ▶ Además, si el parámetro es por variable(referencia) (tipo *pvar*), debe realizarse un apilado indirecto para acceder al enlace en sí

```
1 fun accesoVar(id) devuelve
2   apila-dir(0x1+id.nivel) ||
3   apila(id.dir)           ||
4   suma
5   ( si id.clase = pvar entonces apila-ind
6     si no λ )
7 ffun
8
9 fun longAccesoVar(id) devuelve
10   si id.clase = pvar entonces 4
11   si no 3
12 ffun
```

Traducción: Acceso a las variables y parámetros desde el proc. II

nivel	id	clase	otras
0	par1	var //valor	< tipo :< t : ref, id : tpar >>
0	par2	var //valor	< tipo :< t : ref, id : tpar >>
1	resultado	pvar //referencia	< tipo :< t : num >>
1	distanciaEuclidea	prodedimiento	< tipo :< t : proc, params : [modo : valor, tipo :< t : ref, id : tpar >][modo : valor, tipo :< t : ref, id : tpar >][modo : variable, tipo :< t : num >] > inicio : 6 >
1	a	pvar //referencia	< tipo :< t : num >>
1	b	pvar //referencia	< tipo :< t : num >>
1	sumaCuadrado	prodedimiento	< tipo :< t : proc, params : [modo : valor, tipo :< t : num >][modo : valor, tipo :< t : numr >][modo : variable, tipo :< t : num >] >>
1	raizCuadrada	prodedimiento	< tipo :< t : proc, params : [modo : variable, tipo :< t : num >] >>

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Disp+0	Disp+1	Disp+2	Disp+3	Disp+4	Disp+5	Disp+6
0x17	0x4	0x11	?	1	5	8	12	res	0x87	?	1	5	8	12	0x8	a	b

Preguntas

