Tema 2.7. Subprogramas. Traducción

Pedro Javier Rodríguez Rodrigo, Víctor Cuadrado Juan

12 de mayo de 2014

Índice

Organización de la memoria

- Es posible acceder a los datos globales

Índ. Memoria Nueva arquitect. Organización de la traducción Paso de parámetros Traducción ?

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)

Pedro Javier Rodríguez Rodrigo, Víctor Cuadrado Juan

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:

Índ. Memoria Nueva arquitect. Organización de la traducción Paso de parámetros Traducción ?

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

Pedro Javier Rodríguez Rodrigo, Víctor Cuadrado Juan

Organización de la memoria

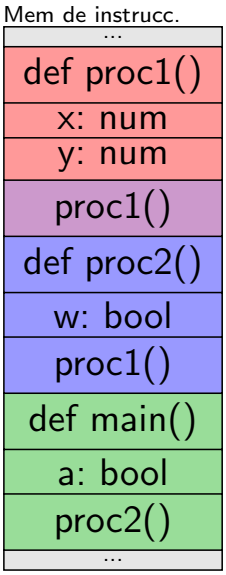
- Es posible acceder a los datos globales
- Desde cualquier registro de activación es necesario referir al registro de activación asociado con el bloque padre (que no tiene porque ser necesariamente el registro de activación anterior)
- Dos Posibles organizaciones:
  1. Enlaces estáticos
  2. Displays

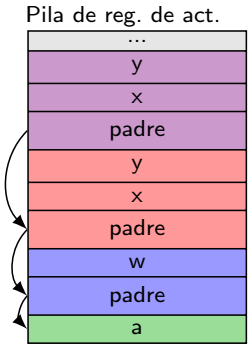
Enlaces estáticos

- 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

Índ. Memoria Nueva arquitect. Organización de la traducción Paso de parámetros Traducción ?

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:

Índ. Memoria Nueva arquitect. Organización de la traducción Paso de parámetros Traducción ?

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**.

Pedro Javier Rodríguez Rodrigo, Víctor Cuadrado Juan

Display

- Secuencia de celdas consecutivas que apuntan a registros de activación

Índ. Memoria Nueva arquitect. Organización de la traducción Paso de parámetros Traducción ?

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*

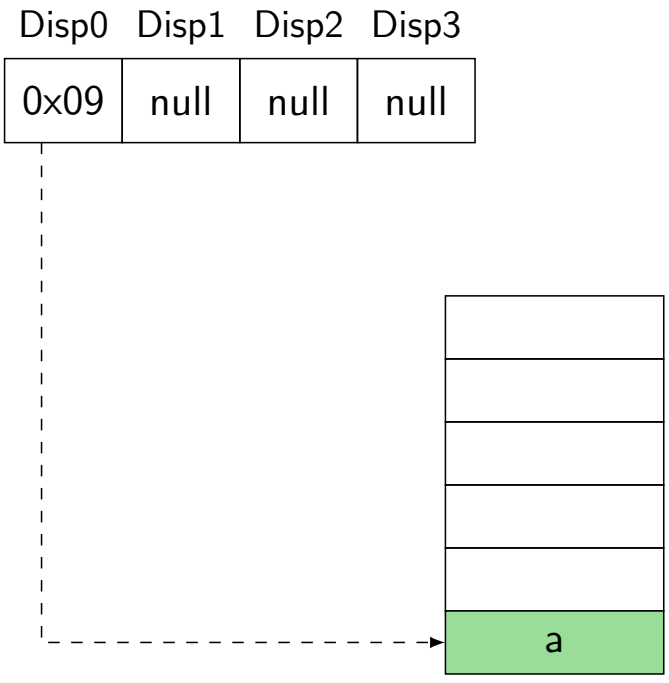
Pedro Javier Rodríguez Rodrigo, Víctor Cuadrado Juan

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 profunidad *i* estará en el registro de activación referido por la celda *i* del display (el *display i* a partir de ahora)

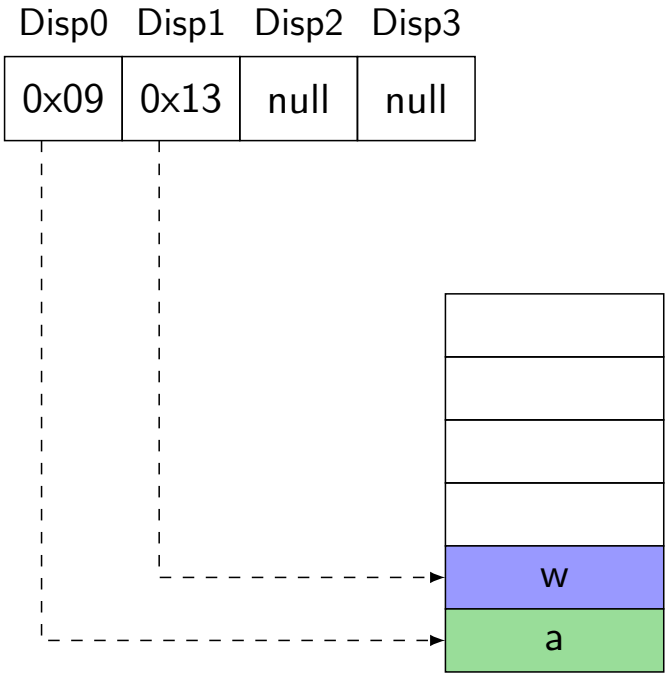
Display: Ejemplo

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



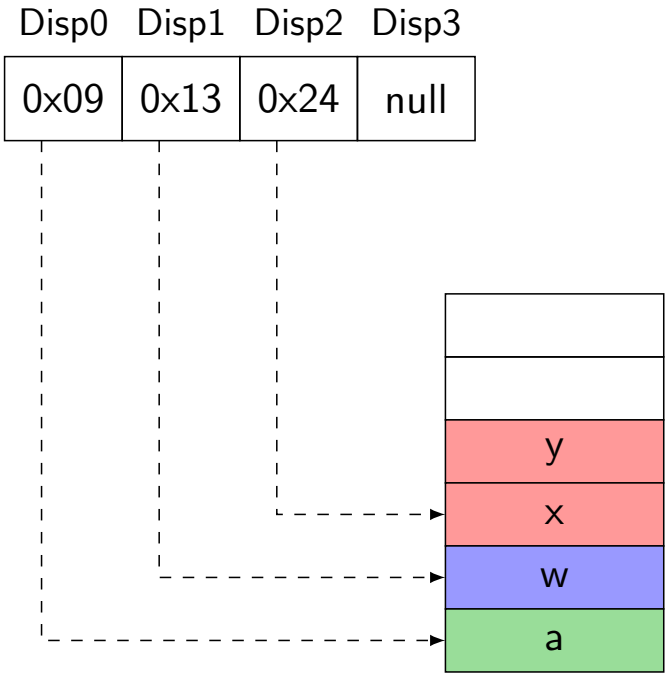
Display: Ejemplo

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



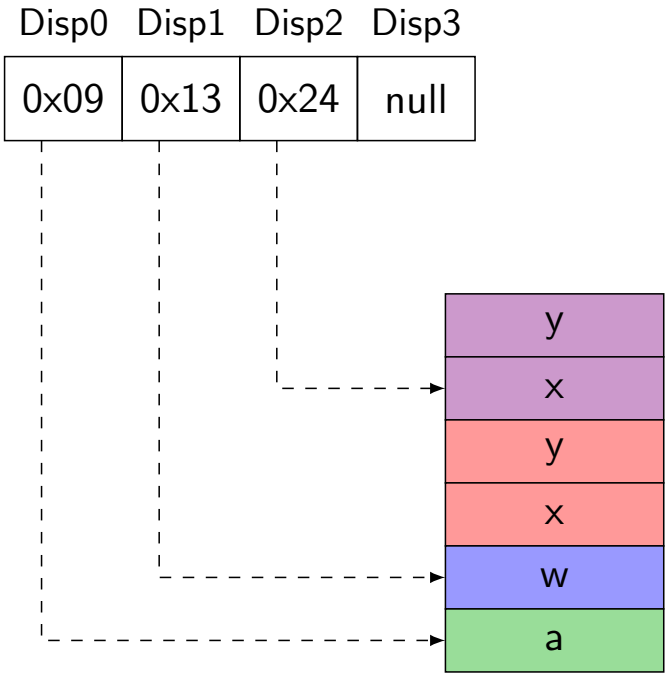
Display: Ejemplo

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



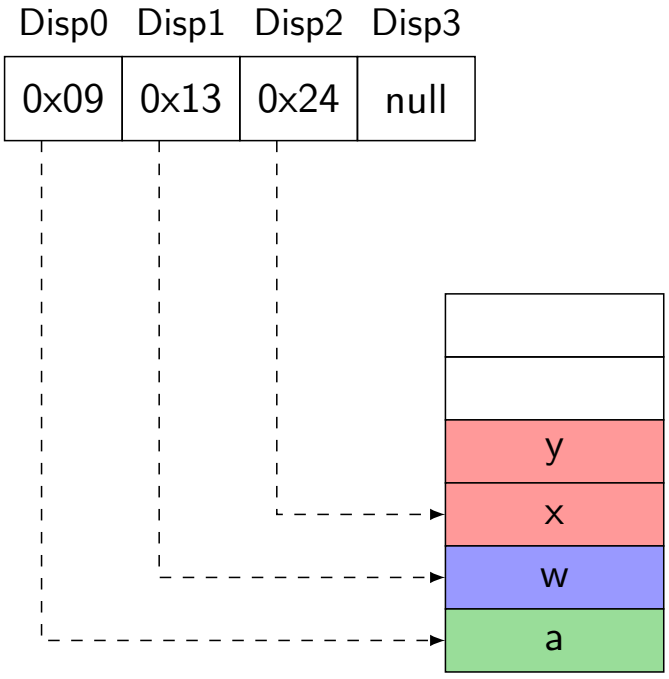
Display: Ejemplo

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



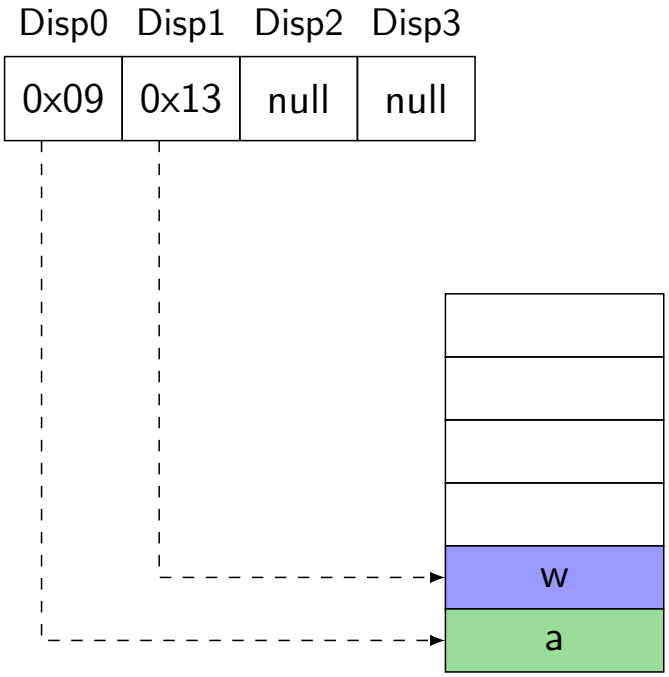
Display: Ejemplo

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



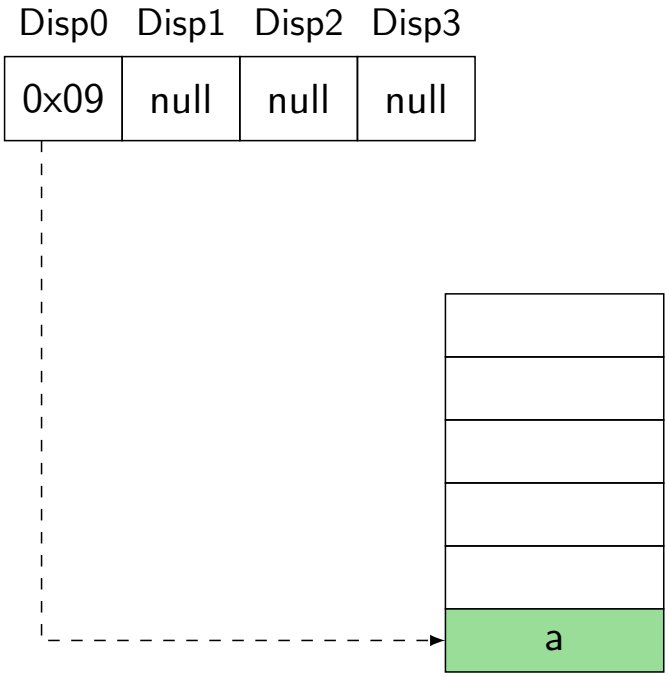
Display: Ejemplo

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

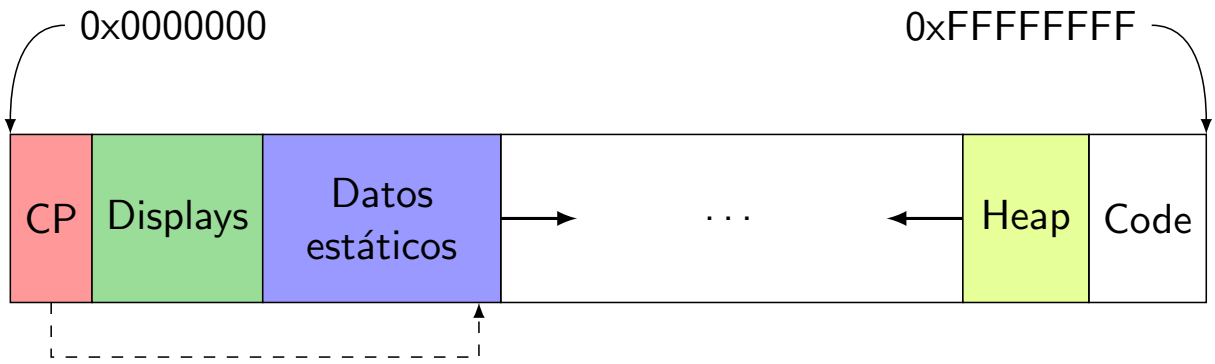


Display: Ejemplo

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



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:

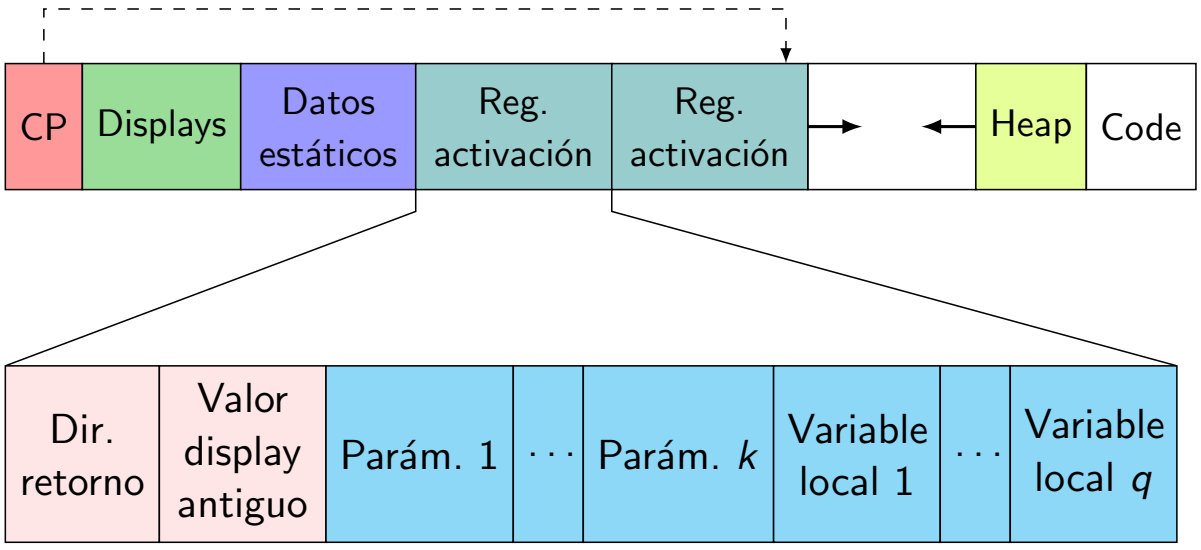
- Registro *CP*: Contendrá siempre la dirección de la **última celda ocupada** por la pila de registros de activación (cuando la pila esté vacía, el valor de *CP* será la dirección de la celda anterior: la última celda ocupada por los datos estáticos)

Memoria de un programa II

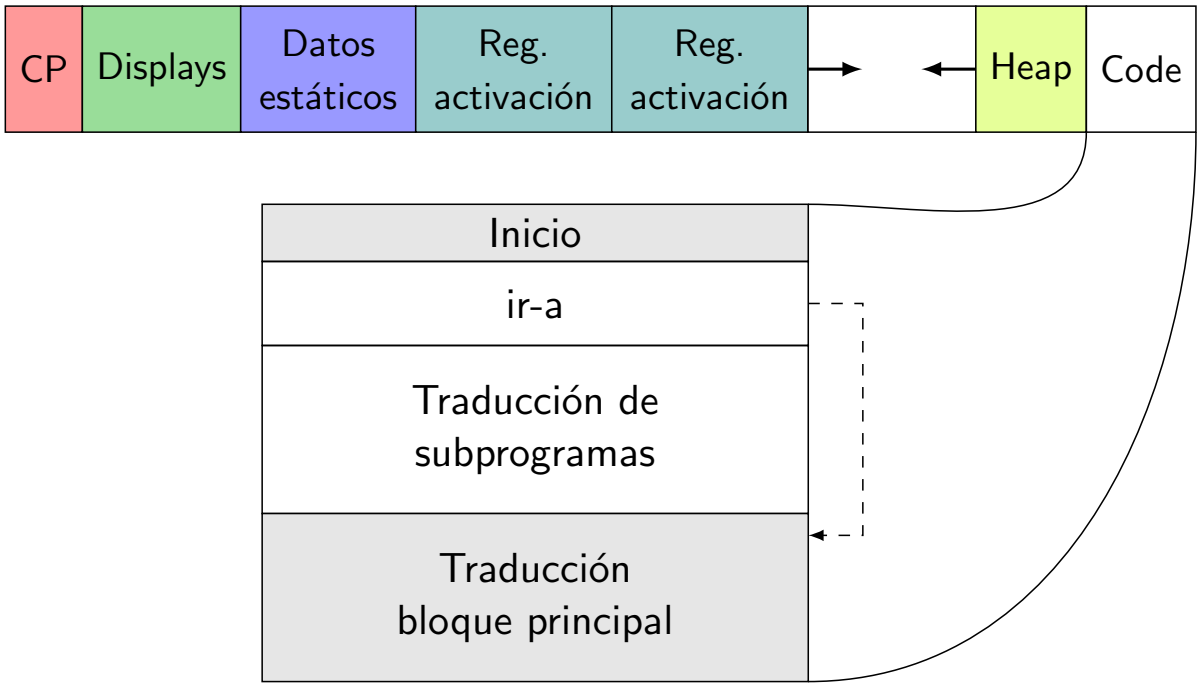
Las primeras celdas de la memoria se destinarán a mantener la información de estado necesaria para gestionar adecuadamente la pila de registros de activación:

- 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.

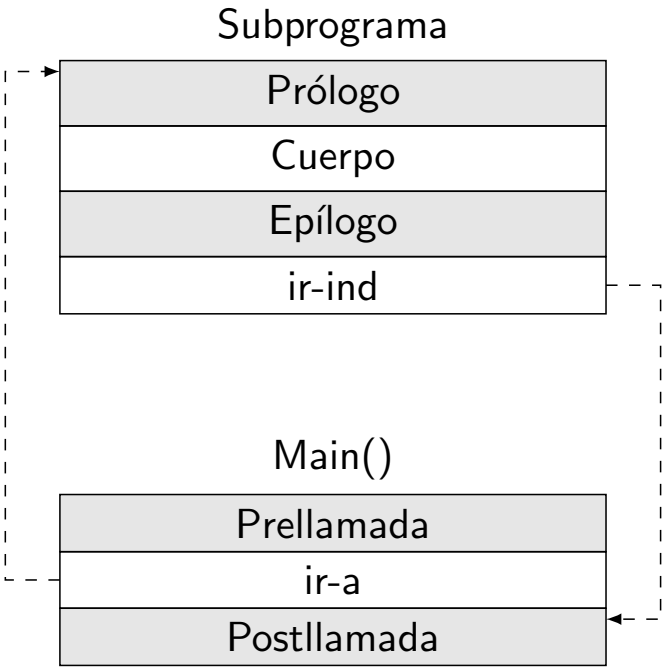
Estructura de los Registros de activación



Esquema de la traducción

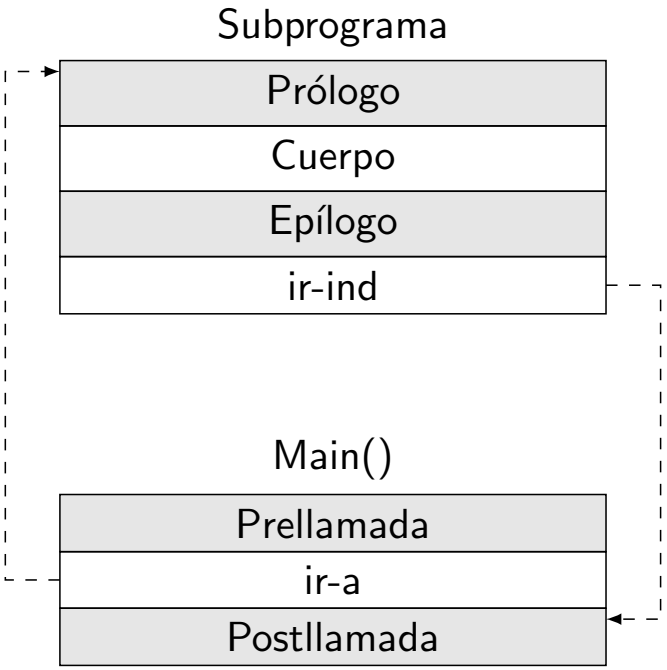


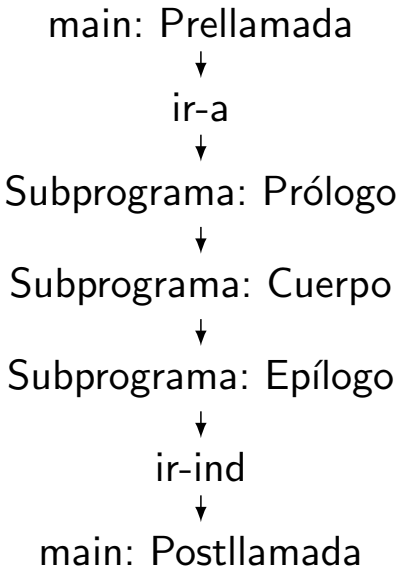
Manejo de la activación y desactivación I



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





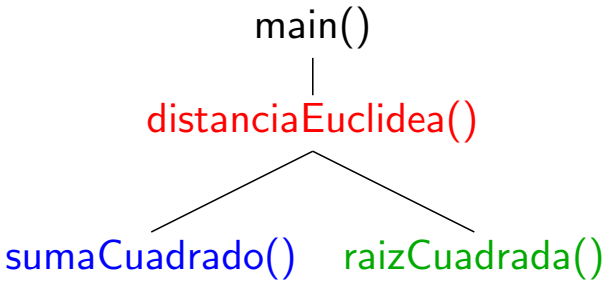
Ejemplo de invocación

```
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?

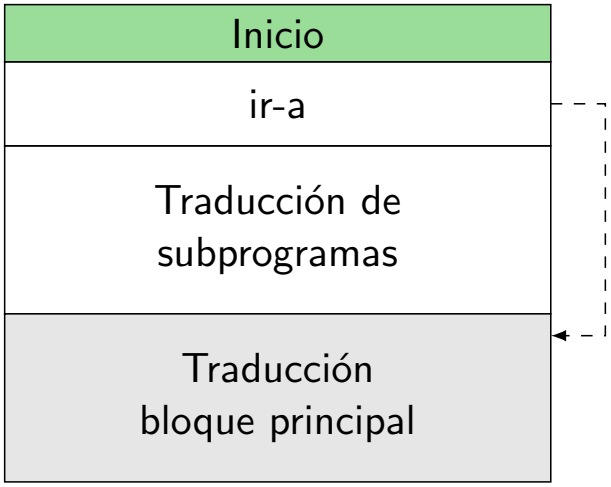
Ejemplo de invocación

```
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);
```



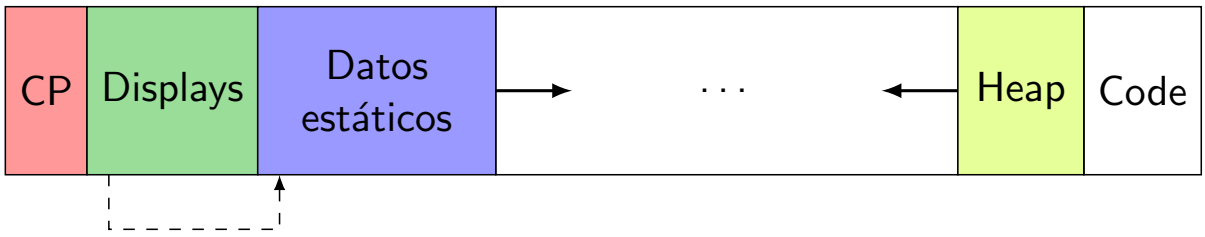
¿Cual es el máximo nivel de anidamiento para éste programa? 2

Inicio: Recapitulación



Inicio I

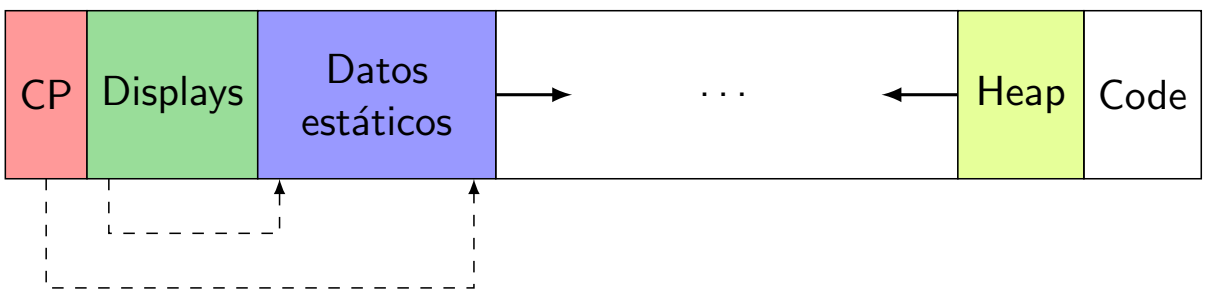
- Se fija el *display 0* a la primera celda de datos estáticos



Índ. Memoria Nueva arquitect. Organización de la traducción Paso de parámetros Traducción ?

Inicio I

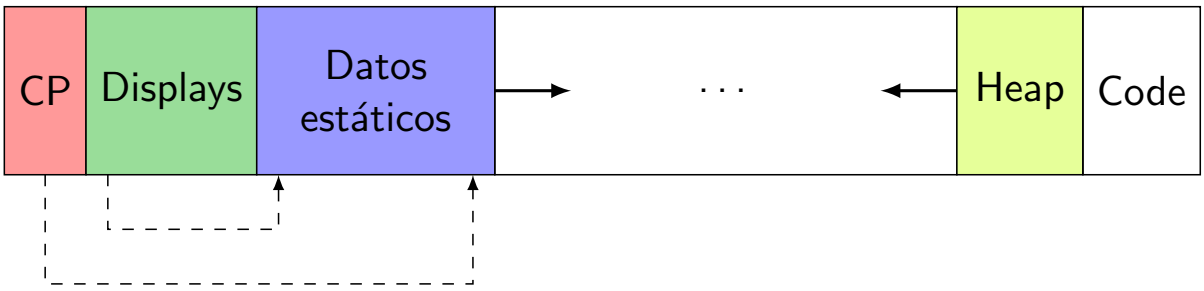
- Se fija el *display 0* a la primera celda de datos estáticos
- Se fija el *CP* a la posición de la última celda ocupada por los datos estáticos.



Pedro Javier Rodríguez Rodrigo, Víctor Cuadrado Juan

Inicio I

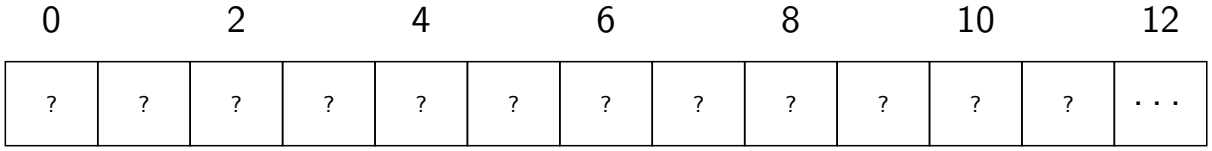
- Se fija el *display 0* a la primera celda de datos estáticos
- Se fija el *CP* a la posición de la última celda ocupada por los datos estáticos.
- Con ello se consigue un esquema homogéneo de direccionamiento de datos estáticos y de datos en los registros de activación



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
```

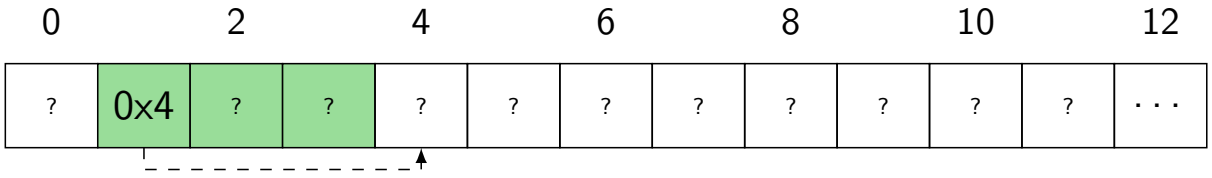
Ejemplo: **inicio(2,5)**



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)**

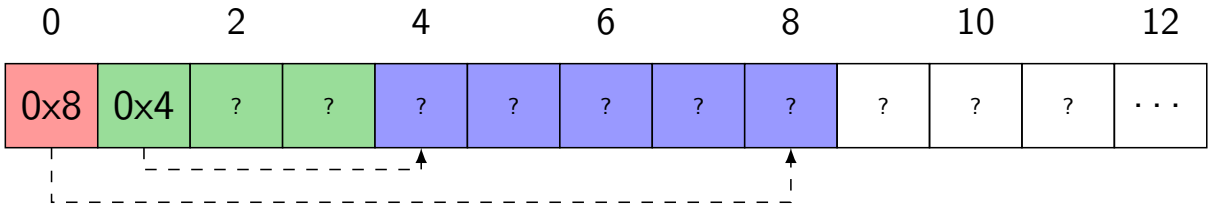


Índ. Memoria Nueva arquitect. Organización de la traducción Paso de parámetros Traducción ?

Inicio II

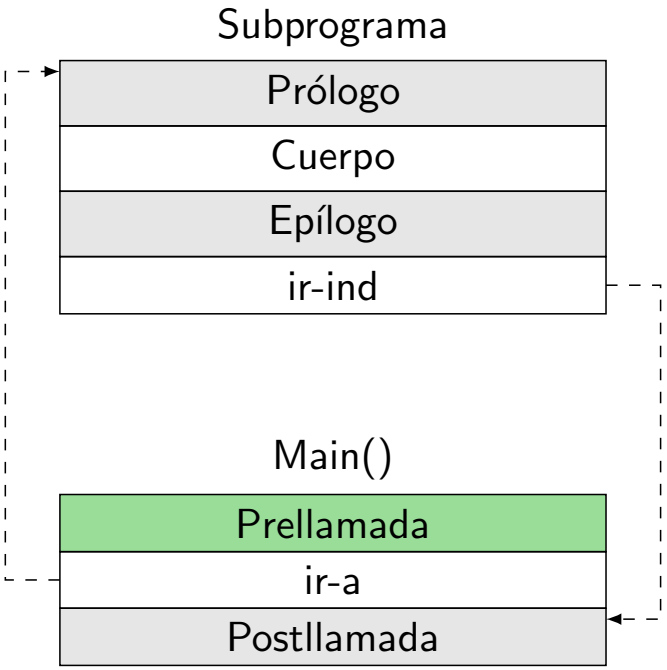
```
1  fun inicio(numNiveles,tamDatos) devuelve
2     // fijamos display 0 a la 1a celda de datos estaticos:
3     apila(numNiveles+2)            ||// +2: CP, display 0
4     desapila-dir(0x1)              ||
5     // fijamos CP a la ultima celda de datos estaticos:
6     apila(1+numNiveles+tamDatos)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

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



Pedro Javier Rodríguez Rodrigo, Víctor Cuadrado Juan

Prellamada: Recapitulación



main: Prellamada
↓
ir-a
↓
Subprograma: Prólogo
↓
Subprograma: Cuerpo
↓
Subprograma: Epílogo
↓
ir-ind
↓
main: Postllamada

Prellamada

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

1. Guardar en memoria la direccion de retorno

Prellamada

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

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

Índ. Memoria Nueva arquitect. Organización de la traducción Paso de parámetros Traducción ?

Prellamada

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

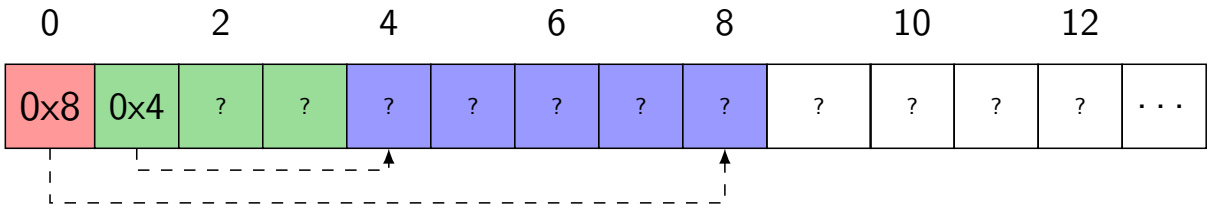
1. Guardar en memoria la direccion de retorno
2. Evaluar y almacenar parámetros de ejecución del procedimiento (por ahora nos olvidamos)
3. Saltar a la dirección de inicio del procedimiento (*ir-a*)

Pedro Javier Rodríguez Rodrigo, Víctor Cuadrado Juan

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
```

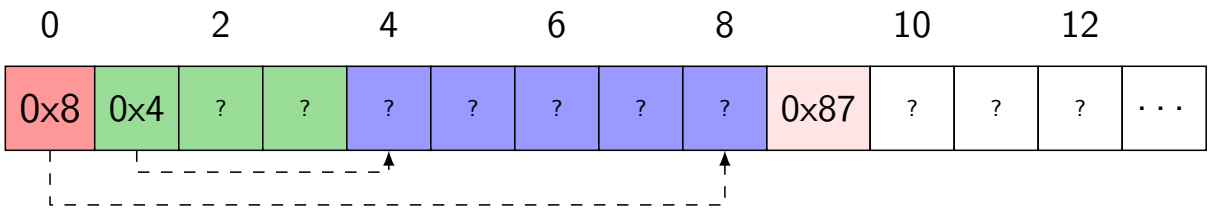
Ejemplo: **apila-ret(0x87)** , siendo 0x87 el nº de instrucción.



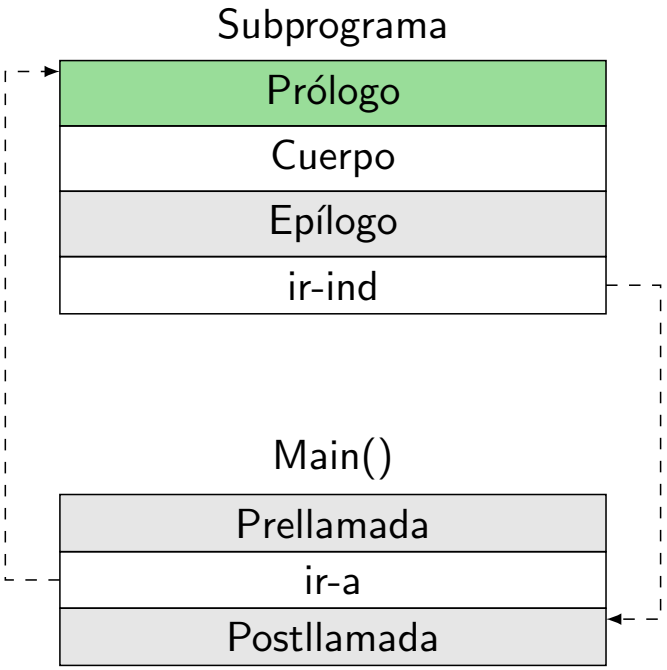
Prellamada: Ejemplo

```
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 nº de instrucción.



Prólogo: Recapitulación



main: Prellamada
↓
ir-a
↓
Subprograma: Prólogo
↓
Subprograma: Cuerpo
↓
Subprograma: Epílogo
↓
ir-ind
↓
main: Postllamada

Prólogo I

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

1. Guardar el antiguo valor del display

Prólogo I

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

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

Índ. Memoria Nueva arquitect. Organización de la traducción Paso de parámetros Traducción ?

Prólogo I

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

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

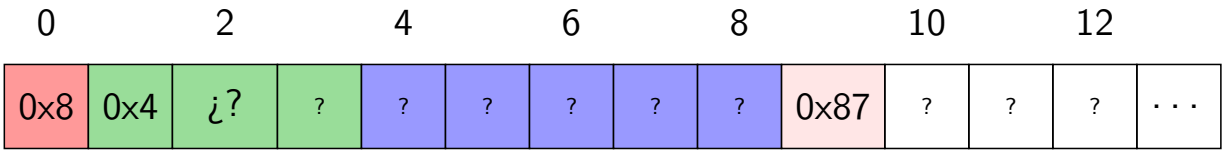
Prólogo II

```
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     apila-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
```

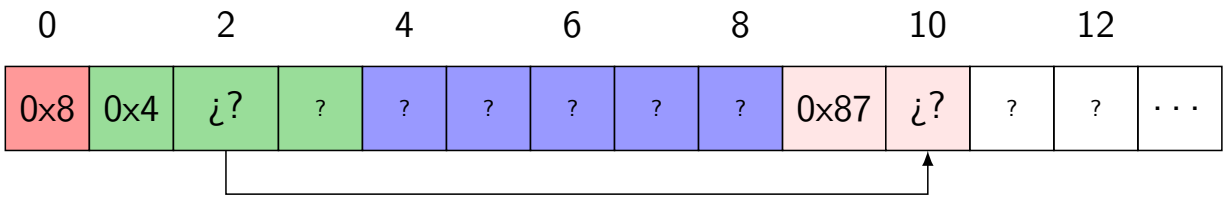
Ejemplo: **prologo(1,7)**



Prólogo: Ejemplo 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      apila-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
```

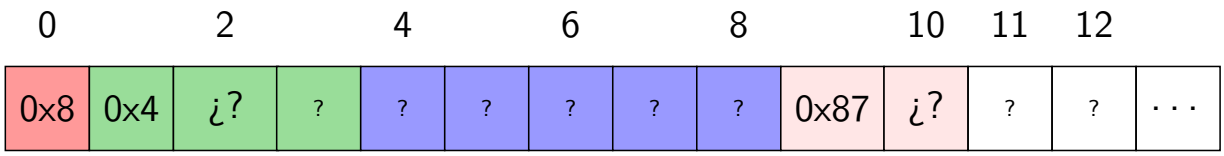
Ejemplo: **prologo(1,7)**



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
```

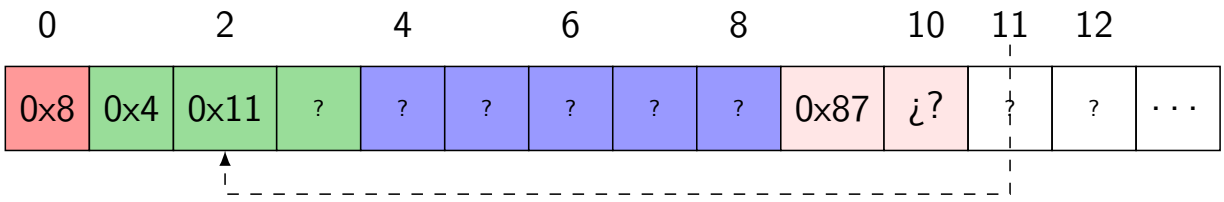
Ejemplo: **prologo(1,7)**



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
```

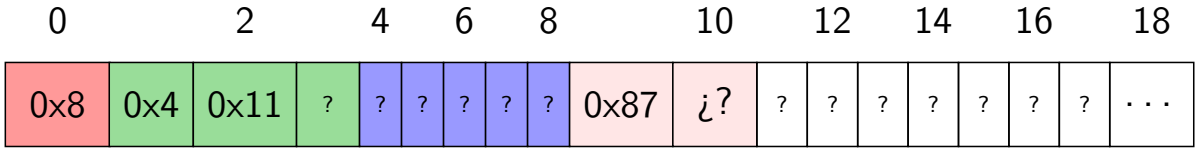
Ejemplo: **prologo(1,7)**



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
```

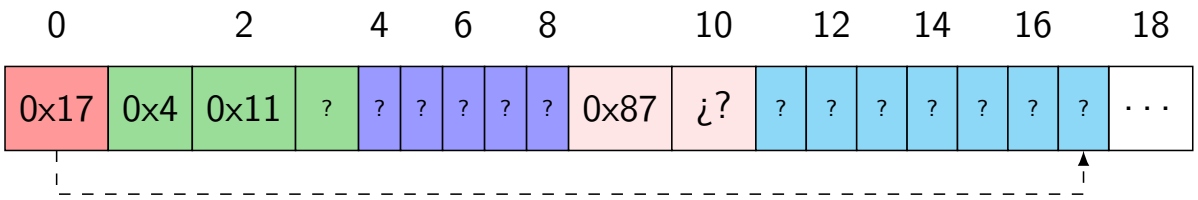
Ejemplo: **prologo(1,7)**



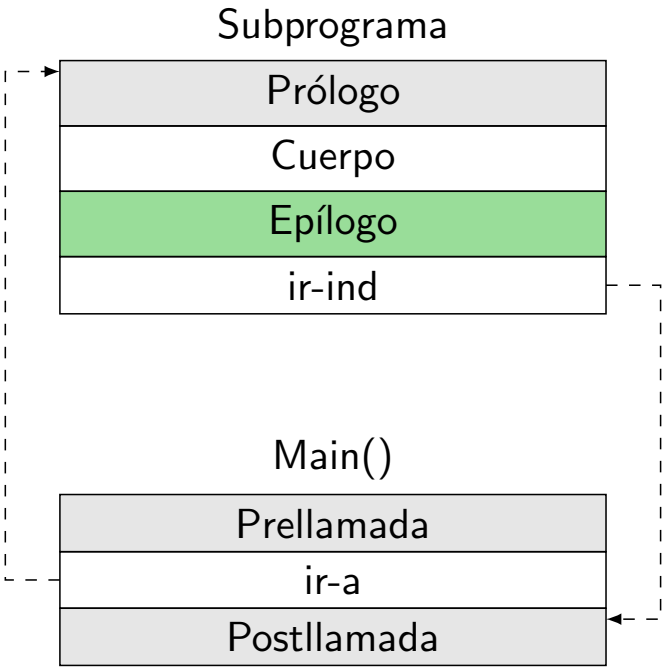
Prólogo: Ejemplo III

```
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



main: Prellamada
↓
ir-a
↓
Subprograma: Prólogo
↓
Subprograma: Cuerpo
↓
Subprograma: Epílogo
↓
ir-ind
↓
main: Postllamada

Epílogo I

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

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

Índ. Memoria Nueva arquitect. Organización de la traducción Paso de parámetros Traducción ?

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)

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

Índ. Memoria Nueva arquitect. Organización de la traducción Paso de parámetros Traducción ?

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*

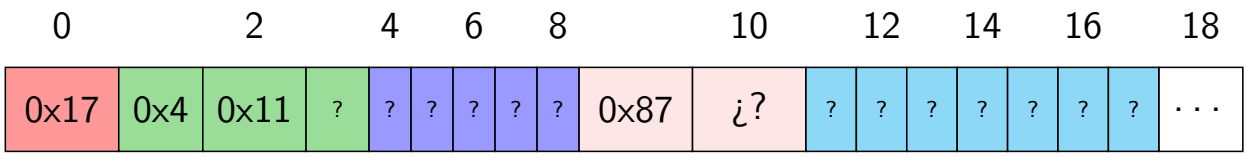
Epílogo II

```
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
```

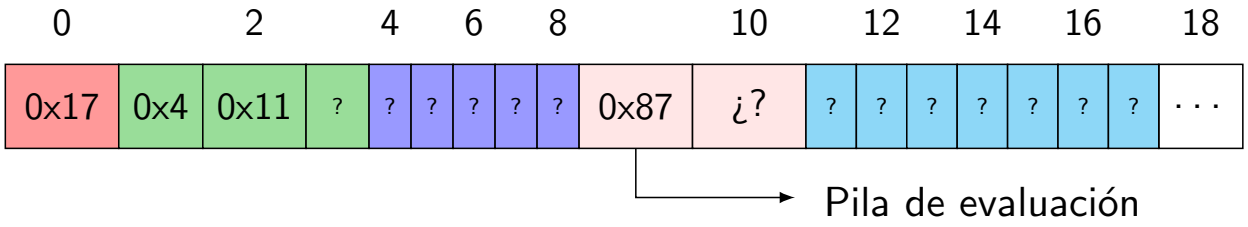
Ejemplo: **epilogo(1)**



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)**



Epílogo: Ejemplo II

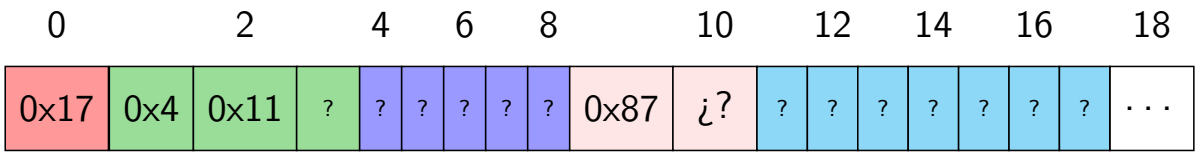
```
1   fun epilogo(nivel) devuelve
2      // apilar la dir. retorno:
3      apila-dir(0x1+nivel)     ||
4      apila(2)                 ||
5      resta                    ||
6      apila-ind                ||
7      // liberar espacio (mover CP):
8      apila-dir(0x1+nivel)     ||
9      apila(3)                 ||
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
```

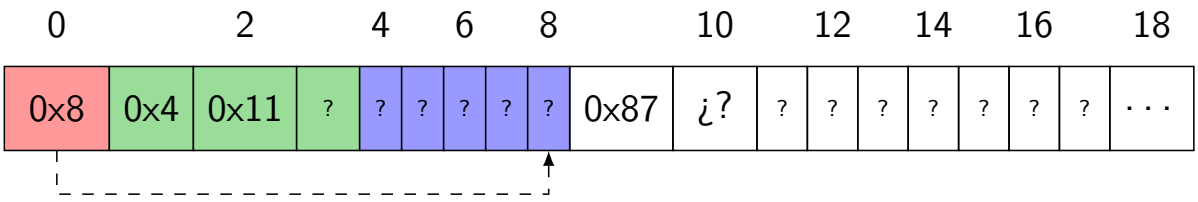
Ejemplo: **epilogo(1)**



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
```

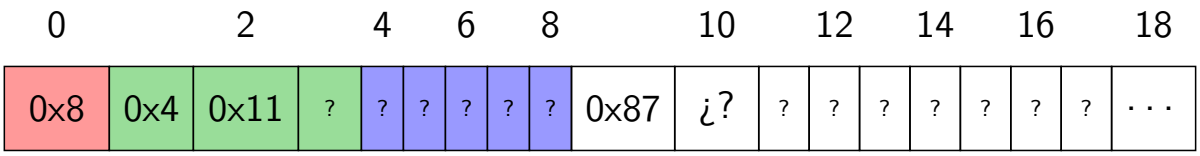
Ejemplo: **epilogo(1)**



Epílogo: Ejemplo III

```
1   fun epilogo(nivel) devuelve
2      // apilar la dir. retorno:
3      apila-dir0x1+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
```

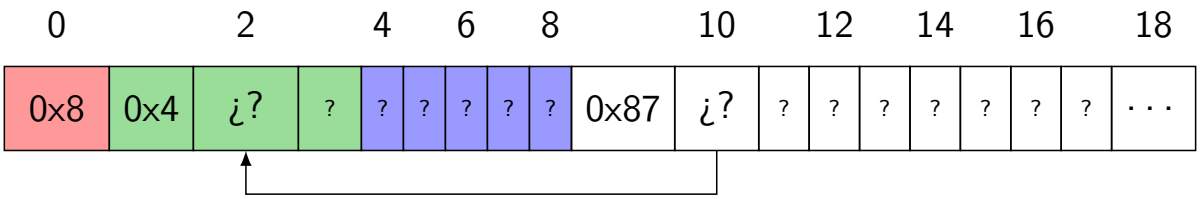
Ejemplo: **epilogo(1)**



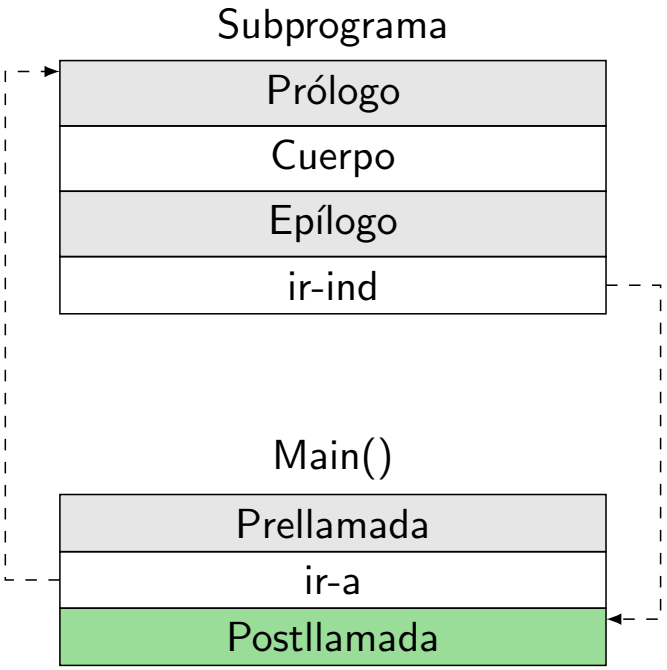
Epílogo: Ejemplo III

```
1   fun epilogo(nivel) devuelve
2      // apilar la dir. retorno:
3      apila-dir0x1+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



main: Prellamada
↓
ir-a
↓
Subprograma: Prólogo
↓
Subprograma: Cuerpo
↓
Subprograma: Epílogo
↓
ir-ind
↓
main: Postllamada

Postllamada

No es necesaria en nuestra implementación:

- El epílogo recupera el estado anterior a la invocación

PostIlamada

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

Índ. Memoria Nueva arquitect. Organización de la traducción Paso de parámetros Traducción ?

PostIlamada

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:

PostIlamada

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

Índ. Memoria Nueva arquitect. Organización de la traducción Paso de parámetros Traducción ?

PostIlamada

No es necesaria en nuestra implementación:

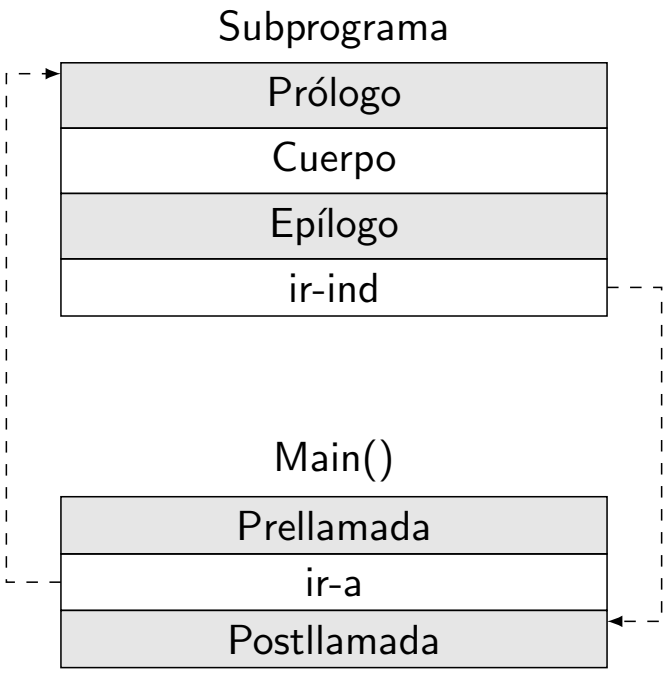
- El epílogo recupera el estado anterior a la invocación
- El epílogo termina y deja la dirección (indirecta) de retorno en la cima de la pila

En otras arquitecturas:

- Soportan funciones con retorno de valor: copiar el valor devuelto por la función donde sea necesario
- $x86, x86\_64, ARM \ldots$: restaurar el estado (registros, diferentes punteros)...

Pedro Javier Rodríguez Rodrigo, Víctor Cuadrado Juan

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

Índ. Memoria Nueva arquitect. Organización de la traducción Paso de parámetros Traducción ?

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 $CP + 3$

Pedro Javier Rodríguez Rodrigo, Víctor Cuadrado Juan

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

Índ. Memoria Nueva arquitect. Organización de la traducción Paso de parámetros Traducción ?

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?

Pedro Javier Rodríguez Rodrigo, Víctor Cuadrado Juan

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

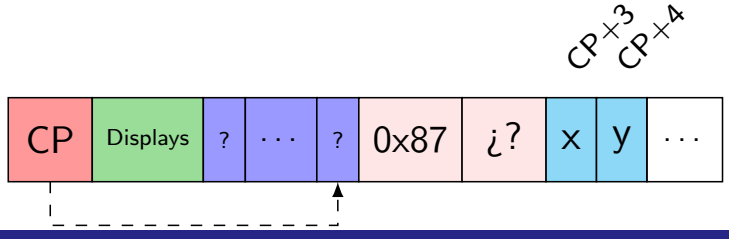
Índ. Memoria Nueva arquitect. Organización de la traducción Paso de parámetros Traducción ?

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**);

Índ. Memoria Nueva arquitect. Organización de la traducción Paso de parámetros Traducción ?

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**

Pedro Javier Rodríguez Rodrigo, Víctor Cuadrado Juan

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?

Índ. Memoria Nueva arquitect. Organización de la traducción Paso de parámetros Traducción ?

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)

Pedro Javier Rodríguez Rodrigo, Víctor Cuadrado Juan

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*)

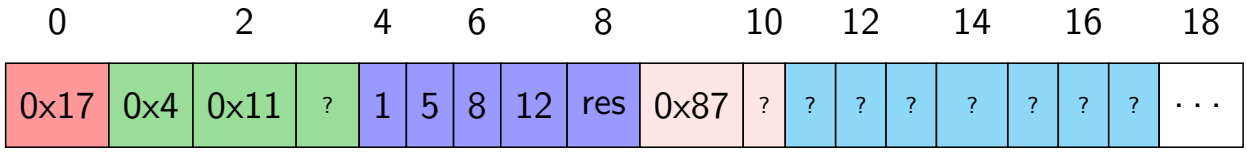
```
Fact ::= Mem
   Fact.modo = var
Fact ::= num
   Fact.modo = val
Fact ::= true
   Fact.modo = val
Fact ::= false
   Fact.modo = val
Fact ::= ( Exp )
   Fact.modo = Exp.modo
Term ::= Term OpMul Fact
   Term0.modo = val
```

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

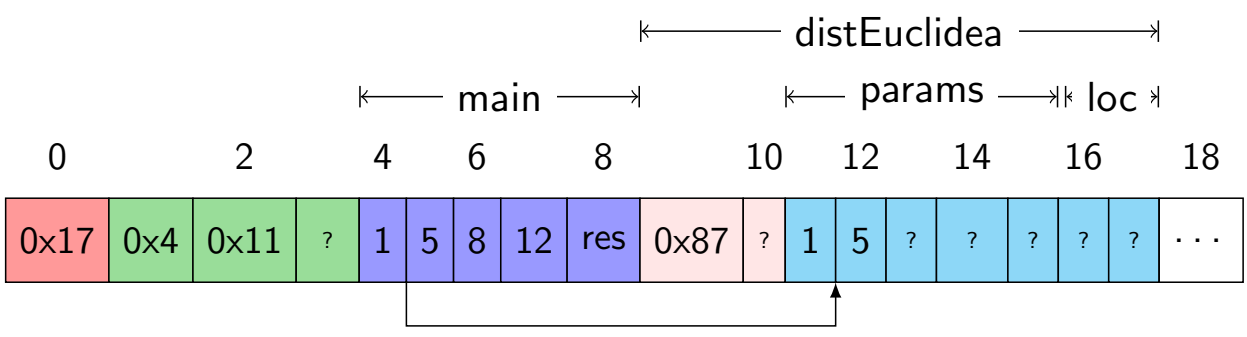
```
par1:tpar; par2:tpar; resultado:num;
&
par1.x:=1; par1.y:=5; par2.x:=8; par2.y:=12;
distanciaEuclidea(par1,par2,& resultado);
```



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)

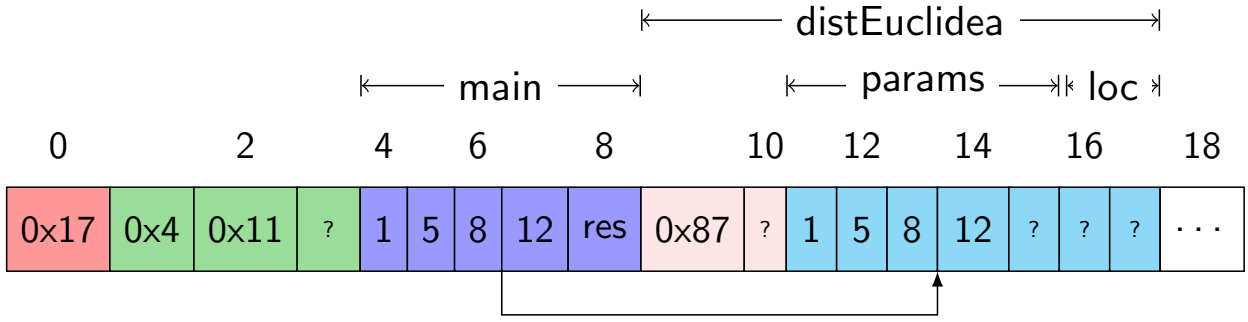
```
par1:tpar; par2:tpar; resultado:num;
&
par1.x:=1; par1.y:=5; par2.x:=8; par2.y:=12;
distanciaEuclidea(par1,par2,& resultado);
```



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)

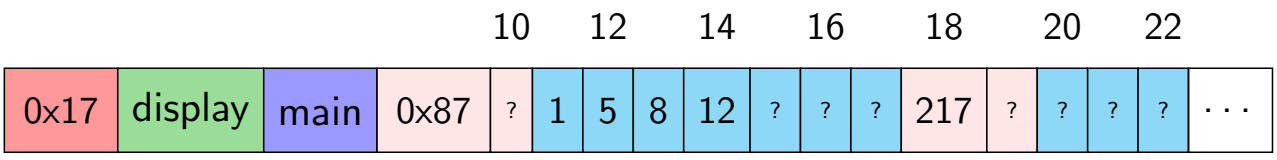
```
par1:tpar; par2:tpar; resultado:num;
&
par1.x:=1; par1.y:=5; par2.x:=8; par2.y:=12;
distanciaEuclidea(par1,par2,& resultado);
```



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

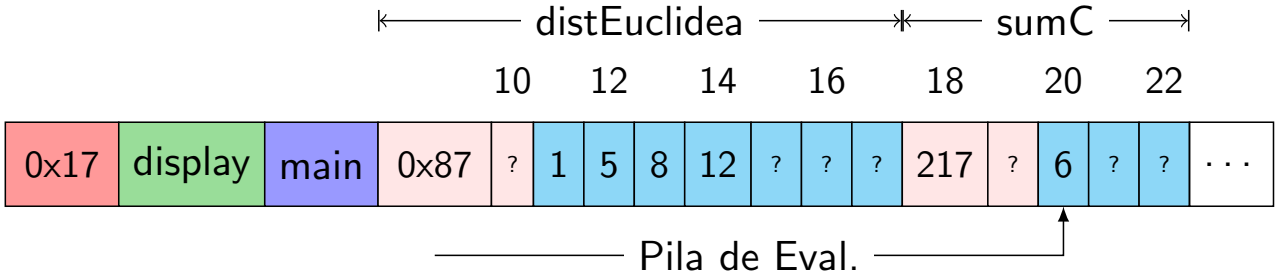
```
proc distanciaEuclidea(p1:tpar, p2:tpar, & res:num)
    ...
    proc sumacuadrado(a:num, b:num, & r:num)
    ...
&
sumacuadrado(3*2,7,& res);
```



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);
```

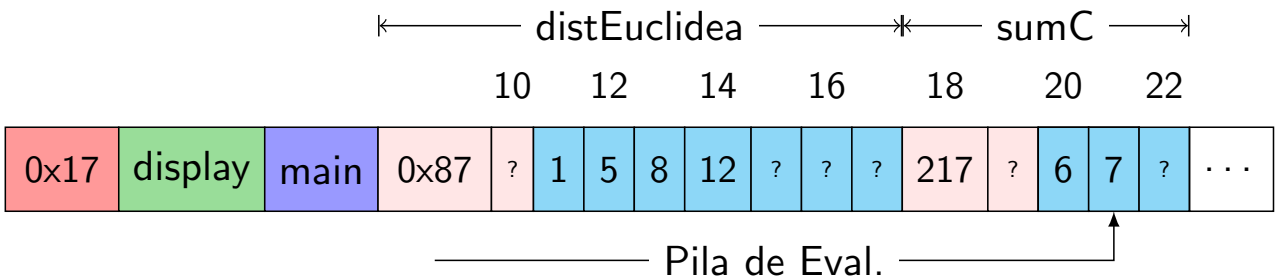


Índ. Memoria Nueva arquitect. Organización de la traducción Paso de parámetros Traducción ?

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

Índ. Memoria Nueva arquitect. Organización de la traducción Paso de parámetros Traducción ?

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

Pedro Javier Rodríguez Rodrigo, Víctor Cuadrado Juan

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.?

Índ. Memoria Nueva arquitect. Organización de la traducción Paso de parámetros Traducción ?

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

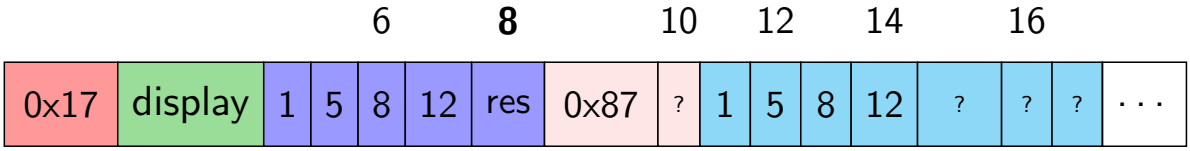
¿Cómo sabe el procemiento que ha sido por **variable (&)**, y lo que hay en el registro de activación es una dirección de mem.?
Se accede con indirección: Display + dir. de la variable de la TS

Pedro Javier Rodríguez Rodrigo, Víctor Cuadrado Juan

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);
```

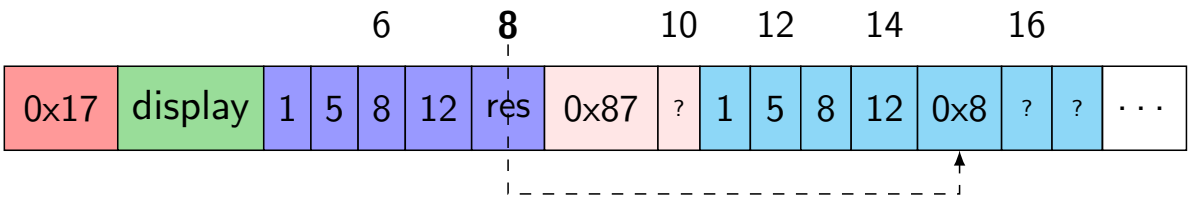


Índ. Memoria Nueva arquitect. Organización de la traducción Paso de parámetros Traducción ?

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);
```



Pedro Javier Rodríguez Rodrigo, Víctor Cuadrado Juan

Paso de parámetros: ampliacion de la TS I

- Deben asignarse direcciones a los parámetros de los procedimientos:

```
LFParams ::= LFParams, FParam
   LFParams0.ts = aniadeID(LFParams1.ts,FParam.id,
   FParam.props ⊕ <dir:LFParams1.dir>)
   LFParams0.dir = LFParams1.dir + FParam.tam
   FParam.dirh = LFParams1.dir
LFParam ::= FParam
   LFParam.ts = aniadeID(LFParam.tsph, FParam.id,FParam.props ⊕ <dir:0>
    )
   LFParam.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: ampliacion 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 ::= ( LFParams )
   FParams.dir = LFParams.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

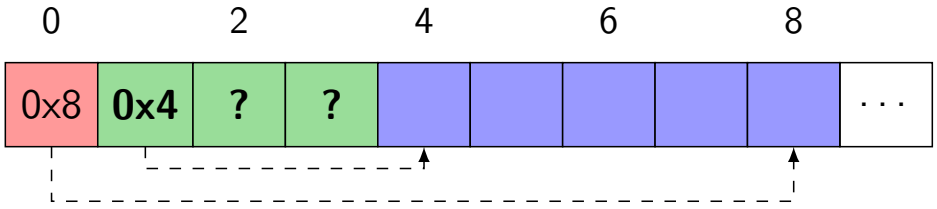
```
1  fun accesoVar(id) devuelve
2     apila-dir(0x1+id.nivel)     ||  // dir del display
3     apila(id.dir)               ||  // desplazamiento respecto al display
4     suma                            // traer dir o valor a Cima
5     // aqui nos falta un apila_ind !!!
6     ( si id.clase = pvar 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:

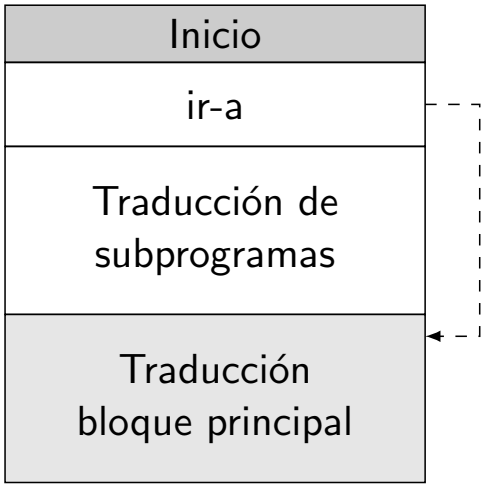
```
Prog ::= Decs && Is
   Decs.nh = 0
Decs ::= Decs ; Dec
   Decs1.nh = Decs0.nh
   Decs0.n = max(Decs1.n,Dec.n)
Decs ::= Dec
   Dec.nh = Decs.nh
   Decs.n = Dec.n
Dec ::= DecVar
   Dec.n = Dec.nh
Dec ::= DecTipo
   Dec.n = Dec.nh
Dec ::= DecProc
   DecProc.nh = Dec.nh
   Dec.n = DecProc.n
```

```
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
```



Índ. Memoria Nueva arquitect. Organización de la traducción Paso de parámetros Traducción ?

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

Inicio
ir-a
Traducción de subprogramas
Traducción bloque principal

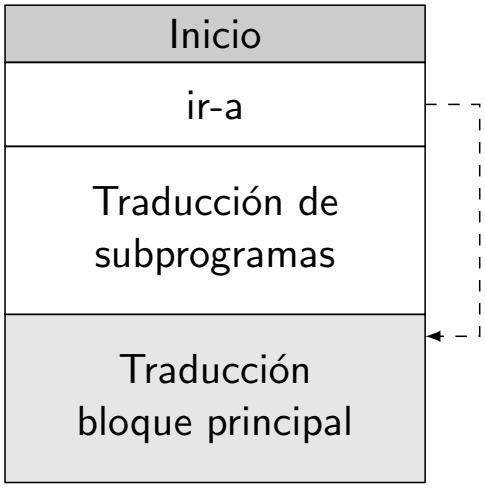
¿Hay que parchear?

Pedro Javier Rodríguez Rodrigo, Víctor Cuadrado Juan

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 = λ // solo afecta a la TS
   Dec.etq = Dec.etqh
Dec ::= DecTipo
   Dec.cod = λ // 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 = aniadeID(FParams.ts, DecProp.id,
                 DecProc.props ⊕ {nivel:DecsProp.nh +1}
                 ⊕ DecProc.propsop)
```

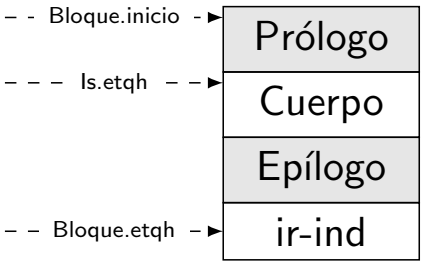

Traducción: Procedimientos II

nivel	id	clase	otras
0	tpar	tipo	$< tipo :< t : rec, campos : [id : x, tipo :< t : num >, desp : 0][id : y, tipo :< t : num >, desp : 1] >, tam : 2 >$
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	$< tipo :< t : proc, params : [modo : valor, tipo :< t : ref, id : tpar >][modo : valor, tipo :< t : ref, id : tpar >][modo : variable, tipo :< t : num >] > inicio : 6 >$

inicio: Dir de la 1ºa 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 ::= LAparams
   AParams.cod = inicio-paso || LAParams.cod || fin-paso
   LAParams.etqh = AParams.etqh + longInicioPaso
   AParams.etq = LAParams.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
```


Índ. Memoria Nueva arquitect. Organización de la traducción Paso de parámetros Traducción ?

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
```

Pedro Javier Rodríguez Rodrigo, Víctor Cuadrado Juan

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
        adelante en accesoVar()
4         mueve(pformal.tipo.tam) // copia del valor en el caso de expr.
        mem
5     si no desapila-ind          // copia del valor,0bien de la direcc.
6  ffun
7  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.modo,
                            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.modo, LAParams0.fparams[
     LAParams0.nparams])
```

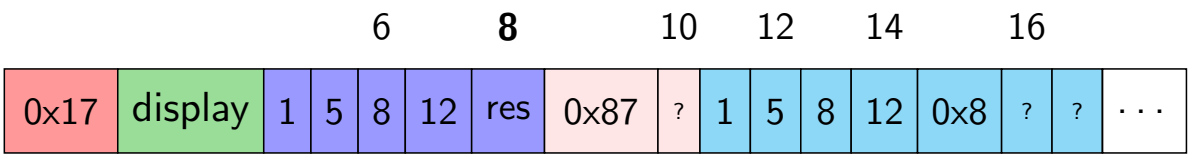
Traducción: Invocaciones V

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

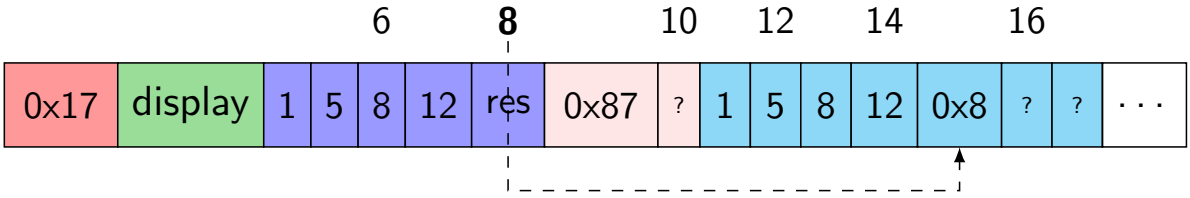
```
par1:tpar; par2:tpar; resultado:num;
&
par1.x:=1; par1.y:=5; par2.x:=8; par2.y:=12;
distanciaEuclidea(par1,par2,resultado);
```



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])
```

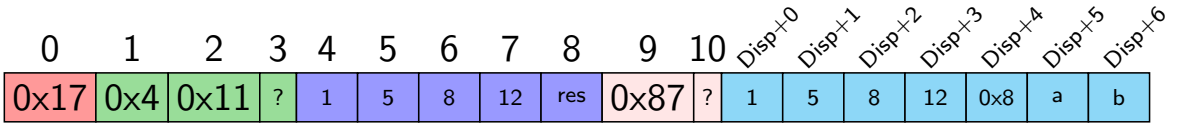
Traducción: Acceso a las variables y parámetros desde el proc. I

- 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	$< tipo :< t : proc, params : [modo : variable, tipo :< t : num >] >>$



Preguntas