

# Recursividad

En cuanto al uso de subprogramas, existen las siguientes restricciones:

- Todo subprograma que sea invocado por otro subprograma debe ser declarado previamente dentro del código fuente del programa. Es decir, si g invoca a f, f debe declararse antes que g.
- Debe darse soporte a la ejecución de subprogramas recursivos. Un subprograma f es recursivo si dentro de su código se vuelve a invocar a sí mismo. Sin embargo, no se da soporte a la recursividad indirecta. Dos subprogramas f y g guardan una relación de recursividad indirecta si dentro del cuerpo de f se invoca a g, y recíprocamente, dentro de g se invoca a f.

## Ejemplo recursividad en modulUned

```
MODULE testRecursividad;
VAR  a:INTEGER;

PROCEDURE comparar (VAR x:INTEGER);
BEGIN

    WRITESTRING("x:");
    WRITEINT(x);
    WRITELN;
    IF x<5 THEN
        x := x+1;
        WRITESTRING("x+1:");
        WRITEINT(x);
        WRITELN;
        comparar(x);
    ELSE
        x := 5;
    END;
    WRITESTRING("Salir subprograma");
    WRITELN;
END comparar;

BEGIN
    a:=1;
    comparar(a);
    WRITESTRING("a:");
    WRITEINT(a);
    WRITELN;
END testRecursividad;
```

## **Código intermedio:**

Quadruple - [STARTGLOBAL null, null, null],  
Quadruple - [VARGLOBAL A, 0, null],  
Quadruple - [PUNTEROGLOBAL T\_6, 12, null],  
Quadruple - [MV T\_0, 1, null],  
Quadruple - [MVA T\_1, A, null],  
Quadruple - [STP T\_1, T\_0, null],  
**Quadruple - [STARTSUBPROGRAMA null, null, null],**  
**Quadruple - [MVA T\_2, A, null],**  
**Quadruple - [PARAM T\_2, null, null],**  
**Quadruple - [CALL L\_COMPARAR, null, null],**  
Quadruple - [WRITESTRING T\_3, L\_9, null],  
Quadruple - [MVP T\_4, A, null],  
Quadruple - [WRITEINT T\_4, null, null],  
Quadruple - [WRITELN null, null, null],  
Quadruple - [HALT null, null, null],  
**Quadruple - [ETIQUETA L\_COMPARAR, null, null],**  
Quadruple - [PUNTEROSUBPROGRAMA T\_15, 22, null],  
Quadruple - [WRITESTRING T\_0, L\_0, null],  
Quadruple - [MVP T\_1, X, null],  
Quadruple - [WRITEINT T\_1, null, null],  
Quadruple - [WRITELN null, null, null],  
Quadruple - [MVP T\_2, X, null],  
Quadruple - [MV T\_3, 5, null],  
Quadruple - [LS T\_4, T\_2, T\_3],  
Quadruple - [BRF T\_4, L\_4, null],  
Quadruple - [MVP T\_5, X, null],  
Quadruple - [MV T\_6, 1, null],  
Quadruple - [ADD T\_7, T\_5, T\_6],  
Quadruple - [MVA T\_8, X, null],  
Quadruple - [STP T\_8, T\_7, null],  
Quadruple - [WRITESTRING T\_9, L\_1, null],  
Quadruple - [MVP T\_10, X, null],  
Quadruple - [WRITEINT T\_10, null, null],  
Quadruple - [WRITELN null, null, null],  
**Quadruple - [STARTSUBPROGRAMA null, null, null],**  
**Quadruple - [MVA T\_11, X, null],**  
**Quadruple - [PARAM T\_11, null, null],**  
**Quadruple - [CALL L\_COMPARAR, null, null],**  
Quadruple - [BR L\_3, null, null],  
Quadruple - [INL L\_4, null, null],  
Quadruple - [MV T\_12, 5, null],  
Quadruple - [MVA T\_13, X, null],  
Quadruple - [STP T\_13, T\_12, null],  
Quadruple - [INL L\_3, null, null],  
Quadruple - [WRITESTRING T\_14, L\_5, null],  
Quadruple - [WRITELN null, null, null],  
**Quadruple - [FINSUBPROGRAMA L\_FIN\_COMPARAR, 6, null],**  
Quadruple - [CADENA "X:", L\_0, null],  
Quadruple - [CADENA "X+1:", L\_1, null],  
Quadruple - [CADENA "SALIR SUBPROGRAMA", L\_5, null],  
Quadruple - [CADENA "A:", L\_9, null]

Dentro del Registro de Activación vamos asignando posiciones de memoria a los valores fijos del registro (Valor de retorno, enlace de control,...) variables y temporales. Para acceder a las posiciones de memoria que ocupa el registro de Activación lo haremos a través de direccionamiento relativo al registro índice IX

### **R.A. testRecursividad**

0	Valor de Retorno
1	Enlace de Control
2	Estado maquina
3	Enlace de Acceso
4	a
5	T_0
6	T_1
7	T_2
8	T_3
9	T_4
10	T_5
11	T_6

### **R.A. comparar**

0	Valor de Retorno
1	Enlace de Control
2	Estado maquina
3	Enlace de Acceso
4	x
5	Dirección de Retorno
6	T_0
7	T_1
8	T_2
9	T_3
10	T_4
11	T_5
12	T_6
13	T_7
14	T_8
15	T_9
16	T_10
17	T_11
18	T_12
19	T_13
20	T_14
21	T_15

```

;Quadruple - [STARTGLOBAL null, null, null]
MOVE .SP, .IX
PUSH #-1
PUSH .IX
PUSH .SR
PUSH .IX
;Quadruple - [VARGLOBAL A, 0, null]
PUSH #0
;Quadruple - [PUNTEROGLOBAL T_6, 12, null]
SUB .IX, #12
MOVE .A, .SP
;Quadruple - [MV T_0, 1, null]
MOVE #1, #-5[.IX]
;Quadruple - [MVA T_1, A, null]
SUB .IX, #4
MOVE .A, #-6[.IX]
;Quadruple - [STP T_1, T_0, null]
MOVE #-6[.IX], .R1
MOVE #-5[.IX], [.R1]
;Quadruple - [STARTSUBPROGRAMA null, null, null]
MOVE .SP, .R0
PUSH #-1
PUSH .R0
PUSH .SR
PUSH .IX
;Quadruple - [MVA T_2, A, null]
SUB .IX, #4
MOVE .A, #-7[.IX]
;Quadruple - [PARAM T_2, null, null]
PUSH #-7[.IX]
;Quadruple - [CALL L_COMPARAR, null, null]
MOVE .R0, .IX
CALL /L_COMPARAR
MOVE .IX, .SP
MOVE #-3[.IX], .R0
MOVE .R0, .IX

```

```

;Quadruple - [WRITESTRING T_3, L_9, null]
WRSTR /L_9
;Quadruple - [MVP T_4, A, null]
MOVE #-4[.IX], #-9[.IX]
;Quadruple - [WRITEINT T_4, null, null]
WRINT #-9[.IX]
;Quadruple - [WRITELN null, null, null]
WRCHAR #10
;Quadruple - [HALT null, null, null]
HALT
;Quadruple - [ETIQUETA L_COMPARAR, null, null]
L_COMPARAR : NOP
;Quadruple - [PUNTEROSUBPROGRAMA T_15, 22, null]
SUB .IX, #22
MOVE .A, .SP
;Quadruple - [WRITESTRING T_0, L_0, null]
WRSTR /L_0
;Quadruple - [MVP T_1, X, null]
MOVE #-4[.IX], .R1
MOVE [.R1], #-7[.IX]
;Quadruple - [WRITEINT T_1, null, null]
WRINT #-7[.IX]
;Quadruple - [WRITELN null, null, null]
WRCHAR #10
;Quadruple - [MVP T_2, X, null]
MOVE #-4[.IX], .R1
MOVE [.R1], #-8[.IX]
;Quadruple - [MV T_3, 5, null]
MOVE #5, #-9[.IX]
;Quadruple - [LS T_4, T_2, T_3]
CMP #-8[.IX], #-9[.IX]
BN $5
MOVE #0, #-10[.IX]
BR $3
MOVE #1, #-10[.IX]

```

```

;Quadruple - [BRF T_4, L_4, null]
CMP #0, #-10[.IX]
BZ /L_4
;Quadruple - [MVP T_5, X, null]
MOVE #-4[.IX], .R1
MOVE [.R1], #-11[.IX]
;Quadruple - [MV T_6, 1, null]
MOVE #1, #-12[.IX]
;Quadruple - [ADD T_7, T_5, T_6]
ADD #-11[.IX], #-12[.IX]
MOVE .A, #-13[.IX]
;Quadruple - [MVA T_8, X, null]
MOVE #-4[.IX], #-14[.IX]
;Quadruple - [STP T_8, T_7, null]
MOVE #-14[.IX], .R1
MOVE #-13[.IX], [.R1]
;Quadruple - [WRITESTRING T_9, L_1, null]
WRSTR /L_1
;Quadruple - [MVP T_10, X, null]
MOVE #-4[.IX], .R1
MOVE [.R1], #-16[.IX]
;Quadruple - [WRITEINT T_10, null, null]
WRINT #-16[.IX]
;Quadruple - [WRITELN null, null, null]
WRCHAR #10
;Quadruple - [STARTSUBPROGRAMA null, null, null]
MOVE .SP, .R0
PUSH #-1
PUSH .R0
PUSH .SR
PUSH .IX
;Quadruple - [MVA T_11, X, null]
MOVE #-4[.IX], #-17[.IX]
;Quadruple - [PARAM T_11, null, null]
PUSH #-17[.IX]

```

```

;Quadruple - [CALL L_COMPARAR, null, null]
MOVE .R0, .IX
CALL /L_COMPARAR
MOVE .IX, .SP
MOVE #-3[.IX], .R0
MOVE .R0, .IX
;Quadruple - [BR L_3, null, null]
BR /L_3
;Quadruple - [INL L_4, null, null]
L_4 : NOP
;Quadruple - [MV T_12, 5, null]
MOVE #5, #-18[.IX]
;Quadruple - [MVA T_13, X, null]
MOVE #-4[.IX], #-19[.IX]
;Quadruple - [STP T_13, T_12, null]
MOVE #-19[.IX], .R1
MOVE #-18[.IX], [.R1]
;Quadruple - [INL L_3, null, null]
L_3 : NOP
;Quadruple - [WRITESTRING T_14, L_5, null]
WRSTR /L_5
;Quadruple - [WRITELN null, null, null]
WRCHAR #10
;Quadruple - [FINSUBPROGRAMA L_FIN_COMPARAR, 6, null]
L_FIN_COMPARAR : NOP
SUB .IX, #6
MOVE .A, .SP
RET
;Quadruple - [CADENA "X:", L_0, null]
L_0 : DATA "X:"
;Quadruple - [CADENA "X+1:", L_1, null]
L_1 : DATA "X+1:"
;Quadruple - [CADENA "SALIR SUBPROGRAMA", L_5, null]
L_5 : DATA "SALIR SUBPROGRAMA"
;Quadruple - [CADENA "A:", L_9, null]
L_9 : DATA "A:"

```

## Evolución de la memoria con los Registros de Activación

R.A. comparar 1ª llamada recursiva	R.A. comparar 1ª invocación	R.A. pr. principal	Valor de Retorno	65535	R.A. comparar 3ª llamada rec.	R.A. comparar 2ª llamada recursiva	R.A. comparar 4ª llamada recursiva
			Enlace de Control	65534			
			Estado maquina	65533			
			Enlace de Acceso	65532			
			a	65531			
			T_0	65530			
			T_1	65529			
			T_2	65528			
			T_3	65527			
			T_4	65526			
			T_5	65525			
			T_6	65524			
			Valor de Retorno	65523			
			Enlace de Control	65522			
			Estado maquina	65521			
			Enlace de Acceso	65520			
R.A. comparar 1ª llamada recursiva	R.A. comparar 1ª invocación	R.A. pr. principal	x	65519	R.A. comparar 3ª llamada rec.	R.A. comparar 2ª llamada recursiva	R.A. comparar 4ª llamada recursiva
			Dirección de retorno	65518			
			T_0	65517			
			T_1	65516			
			T_2	65515			
			T_3	65514			
			T_4	65513			
			T_5	65512			
			T_6	65511			
			T_7	65510			
			T_8	65509			
			T_9	65508			
			T_10	65507			
			T_11	65506			
			T_12	65505			
			T_13	65504			
			T_14	65503			
			T_15	65502			
R.A. comparar 1ª llamada recursiva	R.A. comparar 1ª invocación	R.A. pr. principal	Valor de Retorno	65501	R.A. comparar 3ª llamada rec.	R.A. comparar 2ª llamada recursiva	R.A. comparar 4ª llamada recursiva
			Enlace de Control	65500			
			Estado maquina	65499			
			Enlace de Acceso	65498			
			x	65497			
			Dirección de retorno	65496			
			T_0	65495			
			T_1	65494			
			T_2	65493			
			T_3	65492			
			T_4	65491			
R.A. comparar 1ª llamada recursiva	R.A. comparar 1ª invocación	R.A. pr. principal	Valor de Retorno	65490	R.A. comparar 3ª llamada rec.	R.A. comparar 2ª llamada recursiva	R.A. comparar 4ª llamada recursiva
			Enlace de Control	65489			
			Estado maquina	65488			
			Enlace de Acceso	65487			
			x	65486			
			Dirección de retorno	65485			
			T_0	65484			
			T_1	65483			
			T_2	65482			
			T_3	65481			
			T_4	65480			
R.A. comparar 1ª llamada recursiva	R.A. comparar 1ª invocación	R.A. pr. principal	Valor de Retorno	65479	R.A. comparar 3ª llamada rec.	R.A. comparar 2ª llamada recursiva	R.A. comparar 4ª llamada recursiva
			Enlace de Control	65478			
			Estado maquina	65477			
			Enlace de Acceso	65476			
			x	65475			
			Dirección de retorno	65474			
			T_0	65473			
			T_1	65472			
			T_2	65471			
			T_3	65470			
			T_4	65469			
			T_5	65468			
			T_6	65467			
			T_7	65466			
			T_8	65465			
			T_9	65464			
			T_10	65463			
			T_11	65462			
			T_12	65461			
			T_13	65460			
			T_14	65459			
			T_15	65458			
R.A. comparar 1ª llamada recursiva	R.A. comparar 1ª invocación	R.A. pr. principal	Valor de Retorno	65457	R.A. comparar 3ª llamada rec.	R.A. comparar 2ª llamada recursiva	R.A. comparar 4ª llamada recursiva
			Enlace de Control	65456			
			Estado maquina	65455			
			Enlace de Acceso	65454			
			x	65453			
			Dirección de retorno	65452			
			T_0	65451			
			T_1	65450			
			T_2	65449			
			T_3	65448			
			T_4	65447			
			T_5	65446			
R.A. comparar 1ª llamada recursiva	R.A. comparar 1ª invocación	R.A. pr. principal	T_6	65445	R.A. comparar 3ª llamada rec.	R.A. comparar 2ª llamada recursiva	R.A. comparar 4ª llamada recursiva
			T_7	65444			
			T_8	65443			
			T_9	65442			
			T_10	65441			
			T_11	65440			
			T_12	65439			
			T_13	65438			
			T_14	65437			
			T_15	65436			
			Valor de Retorno	65435			
			Enlace de Control	65434			
			Estado maquina	65433			
			Enlace de Acceso	65432			
			x	65431			
			Dirección de retorno	65430			
			T_0	65429			
			T_1	65428			
			T_2	65427			
			T_3	65426			
			T_4	65425			
			T_5	65424			
			T_6	65423			
			T_7	65422			
			T_8	65421			
			T_9	65420			
			T_10	65419			
			T_11	65418			
			T_12	65417			
			T_13	65416			
			T_14	65415			
			T_15	65414			
R.A. comparar 1ª llamada recursiva	R.A. comparar 1ª invocación	R.A. pr. principal		65413	R.A. comparar 3ª llamada rec.	R.A. comparar 2ª llamada recursiva	R.A. comparar 4ª llamada recursiva
				65412			
				65411			
				65410			
				65409			
				65408			
				65407			
				65406			
				65405			
				65404			
				65403			
				65402			
				65401			

## R.A. Programa Principal

**Ens2001-Pila**

Dirección	Valor
65507	0
65508	0
65509	0
65510	0
65511	0
65512	0
65513	0
65514	0
65515	0
65516	0
65517	0
65518	0
65519	0
65520	0
65521	0
65522	0
SP -> 65523	0
65524	0
65525	0
65526	0
65527	0
65528	0
65529	-5
65530	1
65531	1
65532	-1
65533	0
65534	-1
65535	-1

**Ens2001-Registros**

Banco de Registros:

A	-5	R7	0
R0	0	R8	0
R1	-5	R9	0
R2	0	PC	29
R3	0	SP	65523
R4	0	IX	65535
R5	0	IY	0
R6	0	SR	24

Biestables:

Z	0	P	1	C	0
S	1	V	0	H	0

Siguiente Instrucción: MOVE SP,R0

Pila: Desde: 65535, Hasta: 65523

Código: Desde: 0, Hasta: 208

Reiniciar Valores

**Ens2001-Fuente**

Dirección	Instrucción
PC -> 29	MOVE SP,R0
31	PUSH #1
33	PUSH R0
35	PUSH SR
37	PUSH IX
39	SUB IX,#4
42	MOVE A,#7[IX]
44	PUSH #7[IX]
46	MOVE R0,IX
48	CALL /65
50	MOVE IX,SP
52	MOVE #3[IX],R0
54	MOVE R0,IX
56	WRSTR /206
58	MOVE #4[IX],#9[IX]
60	WRINT #9[IX]

**Ens2001-Memoria**

Zona	Dirección	Valor
C	0	146
C	1	3596
C	2	200
C	3	-1
C	4	208
C	5	3072
C	6	208
C	7	2816
C	8	208
C	9	3072
C	10	200
C	11	0
C	12	401
C	13	3072
C	14	12
C	15	146

## R.A. subprograma comparar 1ª invocación

**Ens2001-Pila**

Dirección	Valor
65499	0
65500	0
SP -> 65501	0
65502	0
65503	0
65504	0
65505	0
65506	0
65507	0
65508	0
65509	0
65510	0
65511	0
65512	0
65513	0
65514	0
65515	1
65516	1
65517	0
65518	50
65519	-5
65520	-1
65521	24
65522	-13
65523	-1
65524	0
65525	0
65526	0
65527	0
65528	-5

**Ens2001-Registros**

Banco de Registros:

A	-35	R7	0
R0	-13	R8	0
R1	-5	R9	0
R2	0	PC	85
R3	0	SP	65501
R4	0	IX	65523
R5	0	IY	0
R6	0	SR	16

Biestables:

Z	0	P	0	C	0
S	1	V	0	H	0

Siguiente Instrucción: MOVE #5,#9[IX]

Pila: Desde: 65535, Hasta: 65501

Código: Desde: 0, Hasta: 208

Reiniciar Valores

**Ens2001-Fuente**

Dirección	Instrucción
PC -> 85	MOVE #5,#9[IX]
88	CMP #8[IX],#9[IX]
90	BN \$5
92	MOVE #0,#10[IX]
95	BR \$3
97	MOVE #1,#10[IX]
100	CMP #0,#10[IX]
103	BZ /158
105	MOVE #4[IX],R1
107	MOVE [R1],#11[IX]
109	MOVE #1,#12[IX]
112	ADD #11[IX],#12[IX]
114	MOVE A,#13[IX]
116	MOVE #4[IX],#14[IX]
118	MOVE #14[IX],R1
120	MOVE #13[IX],R1

**Ens2001-Memoria**

Zona	Dirección	Valor
C	0	146
C	1	3596
C	2	200
C	3	-1
C	4	208
C	5	3072
C	6	208
C	7	2816
C	8	208
C	9	3072
C	10	200
C	11	0
C	12	401
C	13	3072
C	14	12
C	15	146

## R.A. subprograma comparar 1ª invocación

**Ens2001-Consola**

```
X:1
X+1:2
```

**Ens2001-Fuente**

Dirección	Instrucción
PC -> 132	MOVE .SP,R0
134	PUSH #1
136	PUSH .R0
138	PUSH .SR
140	PUSH .IX
142	MOVE #4[.IX],#17[.IX]
144	PUSH #17[.IX]
146	MOVE .R0,.IX
148	CALL /65
150	MOVE .IX,.SP
152	MOVE #3[.IX],.R0
154	MOVE .R0,.IX
156	BR /168
158	NOP
159	MOVE #5,#18[.IX]
162	MOVE #4[.IX],#19[.IX]
164	MOVE #10[.IX],.R0

**Ens2001-Memoria**

Zona	Dirección	Valor
C	0	146
C	1	3596
C	2	200
C	3	-1
C	4	208
C	5	3072
C	6	208
C	7	2816
C	8	208
C	9	3072
C	10	200
C	11	0
C	12	401
C	13	3072
C	14	12
C	15	146

**Ens2001-Pila**

Dirección	Valor
65499	0
65500	0
SP -> 65501	0
65502	0
65503	0
65504	0
65505	0
65506	0
65507	2
65508	0
65509	-5
65510	2
65511	1
65512	1
65513	1
65514	5
65515	1
65516	1
65517	0
65518	50
65519	-5
65520	-1
65521	24
65522	-13
65523	-1
65524	0
65525	0
65526	0
65527	0
65528	-5

**Ens2001-Registros**

**Banco de Registros**

Registro	Valor	Registro	Valor
A	2	R7	0
R0	-13	R8	0
R1	-5	R9	0
R2	0	PC	132
R3	0	SP	65501
R4	0	IX	65523
R5	0	IY	0
R6	0	SR	8

**Biestables**

Bit	Valor	Bit	Valor
Z	0	P	1
S	0	V	0
C	0	H	0

**Siguiente Instrucción**  
MOVE .SP,.R0

**Pila**  
Desde: 65535  
Hasta: 65501

**Código**  
Desde: 0  
Hasta: 208

**Reiniciar Valores**

**Ir a Puntero de Pila**  
65499

## R.A. subprograma comparar 1ª llamada recursiva

**Ens2001-Consola**

```
X:1
X+1:2
X:2
X+1:3
```

**Ens2001-Fuente**

Dirección	Instrucción
PC -> 132	MOVE .SP,.R0
134	PUSH #1
136	PUSH .R0
138	PUSH .SR
140	PUSH .IX
142	MOVE #4[.IX],#17[.IX]
144	PUSH #17[.IX]
146	MOVE .R0,.IX
148	CALL /65
150	MOVE .IX,.SP
152	MOVE #3[.IX],.R0
154	MOVE .R0,.IX
156	BR /168
158	NOP
159	MOVE #5,#18[.IX]
162	MOVE #4[.IX],#19[.IX]
164	MOVE #10[.IX],.R0

**Ens2001-Memoria**

Zona	Dirección	Valor
C	0	146
C	1	3596
C	2	200
C	3	-1
C	4	208
C	5	3072
C	6	208
C	7	2816
C	8	208
C	9	3072
C	10	200
C	11	0
C	12	401
C	13	3072
C	14	12
C	15	146

**Ens2001-Pila**

Dirección	Valor
65477	0
65478	0
SP -> 65479	0
65480	0
65481	0
65482	0
65483	0
65484	0
65485	3
65486	0
65487	-5
65488	3
65489	1
65490	2
65491	1
65492	5
65493	2
65494	2
65495	0
65496	150
65497	-5
65498	-13
65499	8
65500	-35
65501	-1
65502	0
65503	0
65504	0
65505	0
65506	-5

**Ens2001-Registros**

**Banco de Registros**

Registro	Valor	Registro	Valor
A	3	R7	0
R0	-35	R8	0
R1	-5	R9	0
R2	0	PC	132
R3	0	SP	65479
R4	0	IX	65501
R5	0	IY	0
R6	0	SR	0

**Biestables**

Bit	Valor	Bit	Valor
Z	0	P	0
S	0	V	0
C	0	H	0

**Siguiente Instrucción**  
MOVE .SP,.R0

**Pila**  
Desde: 65535  
Hasta: 65479

**Código**  
Desde: 0  
Hasta: 208

**Reiniciar Valores**

**Ir a Puntero de Pila**  
65477



## R.A. subprograma comparar 2ª llamada recursiva

**Ens2001-Consola**

```

X:1
X+1:2
X:2
X+1:3
X:3
X+1:4
  
```

**Ens2001-Fuente**

Dirección	Instrucción
132	MOVE .SP,.R0
134	PUSH #1
136	PUSH .R0
138	PUSH .SR
140	PUSH .IX
142	MOVE #4[.IX],#17[.IX]
144	PUSH #17[.IX]
146	MOVE .R0,.IX
148	CALL /65
150	MOVE .IX,.SP
152	MOVE #3[.IX],.R0
154	MOVE .R0,.IX
156	BR /168
158	NOP
159	MOVE #5,#18[.IX]
162	MOVE #4[.IX],#19[.IX]
164	MOVE #18[.IX],.R1

**Ens2001-Memoria**

Zona	Dirección	Valor
C	0	146
C	1	3596
C	2	200
C	3	-1
C	4	208
C	5	3072
C	6	208
C	7	2816
C	8	208
C	9	3072
C	10	200
C	11	0
C	12	401
C	13	3072
C	14	12
C	15	146

**Ens2001-Pila**

Dirección	Valor
65453	0
65454	0
65455	0
65456	0
SP -> 65457	0
65458	0
65459	0
65460	0
65461	0
65462	0
65463	4
65464	0
65465	-5
65466	4
65467	1
65468	3
65469	1
65470	5
65471	3
65472	3
65473	0
65474	150
65475	-5
65476	-35
65477	0
65478	-57
65479	-1
65480	0
65481	0
65482	0

**Ens2001-Registros**

Banco de Registros

Registro	Valor	Registro	Valor
A	4	R7	0
R0	-57	R8	0
R1	-5	R9	0
R2	0	PC	132
R3	0	SP	65457
R4	0	IX	65479
R5	0	IY	0
R6	0	SR	8

Biestables

Bit	Valor	Bit	Valor
Z	0	P	1
S	0	V	0
		C	0
		H	0

Siguiente Instrucción: MOVE .SP,.R0

Pila: Desde: 65535, Hasta: 65457

Código: Desde: 0, Hasta: 208

Reiniciar Valores

## R.A. subprograma comparar 3ª llamada recursiva

**Ens2001-Consola**

```

X:1
X+1:2
X:2
X+1:3
X:3
X+1:4
X:4
X+1:5
  
```

**Ens2001-Fuente**

Dirección	Instrucción
132	MOVE .SP,.R0
134	PUSH #1
136	PUSH .R0
138	PUSH .SR
140	PUSH .IX
142	MOVE #4[.IX],#17[.IX]
144	PUSH #17[.IX]
146	MOVE .R0,.IX
148	CALL /65
150	MOVE .IX,.SP
152	MOVE #3[.IX],.R0
154	MOVE .R0,.IX
156	BR /168
158	NOP
159	MOVE #5,#18[.IX]
162	MOVE #4[.IX],#19[.IX]
164	MOVE #18[.IX],.R1

**Ens2001-Memoria**

Zona	Dirección	Valor
C	0	146
C	1	3596
C	2	200
C	3	-1
C	4	208
C	5	3072
C	6	208
C	7	2816
C	8	208
C	9	3072
C	10	200
C	11	0
C	12	401
C	13	3072
C	14	12
C	15	146

**Ens2001-Pila**

Dirección	Valor
65431	0
65432	0
65433	0
65434	0
SP -> 65435	0
65436	0
65437	0
65438	0
65439	0
65440	0
65441	5
65442	0
65443	-5
65444	5
65445	1
65446	4
65447	1
65448	5
65449	4
65450	4
65451	0
65452	150
65453	-5
65454	-57
65455	8
65456	-79
65457	-1
65458	0
65459	0
65460	0

**Ens2001-Registros**

Banco de Registros

Registro	Valor	Registro	Valor
A	5	R7	0
R0	-79	R8	0
R1	-5	R9	0
R2	0	PC	132
R3	0	SP	65435
R4	0	IX	65457
R5	0	IY	0
R6	0	SR	0

Biestables

Bit	Valor	Bit	Valor
Z	0	P	0
S	0	V	0
		C	0
		H	0

Siguiente Instrucción: MOVE .SP,.R0

Pila: Desde: 65535, Hasta: 65435

Código: Desde: 0, Hasta: 208

Reiniciar Valores

### R.A. subprograma comparar 4ª llamada recursiva

[illegible]

### R.A. subprograma comparar fin 4ª llamada recursiva

The screenshot shows the 'Ens2001-Consola' window with the following content:

**Consola:**

```

X:2
X+1:3
X:3
X+1:4
X:4
X+1:5
X:5
SALIR SUBPROGRAMA
SALIR SUBPROGRAMA

```

**Ens2001-Fuente:**

Dirección	Instrucción
PC -> 174	SUB .IX,#6
177	MOVE .A,.SP
179	RET
180	*NO IMPLEMENTADA*
181	*NO IMPLEMENTADA*
182	NOP
183	*NO IMPLEMENTADA*
184	*NO IMPLEMENTADA*
185	*NO IMPLEMENTADA*
186	*NO IMPLEMENTADA*
187	NOP
188	*NO IMPLEMENTADA*
189	*NO IMPLEMENTADA*
190	*NO IMPLEMENTADA*
191	*NO IMPLEMENTADA*
192	*NO IMPLEMENTADA*
193	*NO IMPLEMENTADA*

**Ens2001-Memoria:**

Zona	Dirección	Valor
C	0	146
C	1	3596
C	2	200
C	3	-1
C	4	208
C	5	3072
C	6	208
C	7	2816
C	8	208
C	9	3072
C	10	200
C	11	0
C	12	401
C	13	3072
C	14	12
C	15	146

**Ens2001-Pila:**

Dirección	Valor
65434	-101
SP -> 65435	-1
65436	0
65437	0
65438	0
65439	0
65440	-5
65441	5
65442	0
65443	-5
65444	5
65445	1
65446	4
65447	1
65448	5
65449	4
65450	4
65451	0
65452	150
65453	-5
65454	-57
65455	8
65456	-79
65457	-1
65458	0
65459	0
65460	0
65461	0
65462	-5
65463	4

**Ens2001-Registros:**

**Banco de Registros:**

Registro	Valor	Registro	Valor
A	-107	R7	0
R0	-79	R8	0
R1	-5	R9	0
R2	0	PC	174
R3	0	SP	65435
R4	0	IX	65457
R5	0	IY	0
R6	0	SR	16

**Biestables:**

Registro	Valor	Registro	Valor	Registro	Valor
Z	0	P	0	C	0
S	1	V	0	H	0

**Siguiente Instrucción:** SUB .IX,#6

**Pila:**

Desde:	Hasta:	Código	Desde:	Hasta:
65535	65435	0	0	208

**Reiniciar Valores**

R.A. subprograma comparar fin 3ª llamada recursiva

Ens2001-Consola

X+1:3  
X:3  
X+1:4  
X:4  
X+1:5  
X:5  
SALIR SUBPROGRAMA  
SALIR SUBPROGRAMA  
SALIR SUBPROGRAMA

Ens2001-Pila

Dirección	Valor
65453	-5
65454	-57
65455	8
65456	-79
SP ->	65457 -1
65458	0
65459	0
65460	0
65461	0
65462	-5
65463	4
65464	0
65465	-5
65466	4
65467	1
65468	3
65469	1
65470	5
65471	3
65472	3
65473	0
65474	150
65475	-5
65476	-35
65477	0
65478	-57
65479	-1
65480	0
65481	0
65482	0

R.A. comparar fin 3ª llamada recursiva

Ens2001-Registros

Banco de Registros

A	-85	R7	0
R0	-57	R8	0
R1	-5	R9	0
R2	0	PC	174
R3	0	SP	65457
R4	0	IX	65479
R5	0	IY	0
R6	0	SR	24

Biestables

Z	0	P	1	C	0
S	1	V	0	H	0

Siguiente Instrucción

SUB .IX,#6

Pila

Desde: 65535

Hasta: 65457

Código

Desde: 0

Hasta: 208

Reiniciar Valores

Ens2001-Fuente

Dirección	Instrucción
PC -> 174	SUB .IX,#6
177	MOVE A,SP
179	RET
180	*NO IMPLEMENTADA*
181	*NO IMPLEMENTADA*
182	NOP
183	*NO IMPLEMENTADA*
184	*NO IMPLEMENTADA*
185	*NO IMPLEMENTADA*
186	*NO IMPLEMENTADA*
187	NOP
188	*NO IMPLEMENTADA*
189	*NO IMPLEMENTADA*
190	*NO IMPLEMENTADA*
191	*NO IMPLEMENTADA*
192	*NO IMPLEMENTADA*
193	*NO IMPLEMENTADA*

Desensamblar A Partir de PC

174

Desensamblar A Partir De

Ens2001-Memoria

Zona	Dirección	Valor
C	0	146
C	1	3596
C	2	200
C	3	-1
C	4	208
C	5	3072
C	6	208
C	7	2816
C	8	208
C	9	3072
C	10	200
C	11	0
C	12	401
C	13	3072
C	14	12
C	15	146

Reiniciar Valores

Ir a Puntero de Pila

65453

Ir a Dirección

R.A. subprograma comparar fin 2ª llamada recursiva

Ens2001-Consola

X:3  
X+1:4  
X:4  
X+1:5  
X:5  
SALIR SUBPROGRAMA  
SALIR SUBPROGRAMA  
SALIR SUBPROGRAMA  
SALIR SUBPROGRAMA

Ens2001-Pila

Dirección	Valor
65476	-35
65477	0
65478	-57
SP ->	65479 -1
65480	0
65481	0
65482	0
65483	0
65484	-5
65485	3
65486	0
65487	-5
65488	3
65489	1
65490	2
65491	1
65492	5
65493	2
65494	2
65495	0
65496	150
65497	-5
65498	-13
65499	8
65500	-35
65501	-1
65502	0
65503	0
65504	0
65505	0

R.A. comparar fin 2ª llamada recursiva

Ens2001-Registros

Banco de Registros

A	-63	R7	0
R0	-35	R8	0
R1	-5	R9	0
R2	0	PC	174
R3	0	SP	65479
R4	0	IX	65501
R5	0	IY	0
R6	0	SR	24

Biestables

Z	0	P	1	C	0
S	1	V	0	H	0

Siguiente Instrucción

SUB .IX,#6

Pila

Desde: 65535

Hasta: 65479

Código

Desde: 0

Hasta: 208

Reiniciar Valores

Ens2001-Fuente

Dirección	Instrucción
PC -> 174	SUB .IX,#6
177	MOVE A,SP
179	RET
180	*NO IMPLEMENTADA*
181	*NO IMPLEMENTADA*
182	NOP
183	*NO IMPLEMENTADA*
184	*NO IMPLEMENTADA*
185	*NO IMPLEMENTADA*
186	*NO IMPLEMENTADA*
187	NOP
188	*NO IMPLEMENTADA*
189	*NO IMPLEMENTADA*
190	*NO IMPLEMENTADA*
191	*NO IMPLEMENTADA*
192	*NO IMPLEMENTADA*
193	*NO IMPLEMENTADA*

Desensamblar A Partir de PC

174

Desensamblar A Partir De

Ens2001-Memoria

Zona	Dirección	Valor
C	0	146
C	1	3596
C	2	200
C	3	-1
C	4	208
C	5	3072
C	6	208
C	7	2816
C	8	208
C	9	3072
C	10	200
C	11	0
C	12	401
C	13	3072
C	14	12
C	15	146

Reiniciar Valores

Ir a Puntero de Pila

65476

Ir a Dirección

## R.A. subprograma comparar fin 1ª llamada recursiva

The screenshot shows the Ens2001 debugger with four main panels:

- Ens2001-Consola:** Displays assembly instructions. The current instruction is `SALIR SUBPROGRAMA` at address 173.
- Ens2001-Fuente:** Shows the source code with instructions like `PC -> 173 NOP`, `174 SUB .IX,#6`, and `177 MOVE .A,SP`.
- Ens2001-Memoria:** Displays memory contents by zone (C) and direction (D). The current instruction is `173 NOP`.
- Ens2001-Pila:** Shows the stack. The current instruction is `65507 2`. A red box highlights the instruction `65523 -1` with the label **R.A. comparar fin 1ª llamada recursiva**.
- Ens2001-Registros:** Shows the register bank. The current instruction is `65507 2`. A red box highlights the register `IX 65523` with the label **R.A. comparar fin 1ª llamada recursiva**.

## R.A. Fin del programa principal

The screenshot shows the Ens2001 debugger with four main panels:

- Ens2001-Consola:** Displays assembly instructions. The current instruction is `A:5` at address 64.
- Ens2001-Fuente:** Shows the source code with instructions like `PC -> 64 HALT`, `65 NOP`, and `66 SUB .IX,#22`.
- Ens2001-Memoria:** Displays memory contents by zone (C) and direction (D). The current instruction is `64 HALT`.
- Ens2001-Pila:** Shows the stack. The current instruction is `65507 2`. A red box highlights the instruction `65523 -1` with the label **R.A. testRecursividad**.
- Ens2001-Registros:** Shows the register bank. The current instruction is `65507 2`. A red box highlights the register `IX 65535` with the label **R.A. testRecursividad**.