

# Estructura de computadores

## Programación en Ensamblador

### LENGUAJE MÁQUINA

- Juego de instrucciones. Formatos
- Tipos de datos
- Modos de direccionamiento
- Tipos de instrucciones

### ESTRUCTURA DEL 88110

• Conjunto de Registros  
• Jerarquía principal  
• Modos de direccionamiento  
• Tipos de instrucciones

### LENGUAJE ENSAMBLADOR

- Sintaxis
- Mnemónicos y etiquetas
- Instrucciones y pseudoinstrucciones
- Macros

### PROGRAMACIÓN EN ENSAMBLADOR

• Estructuras de datos: - Vectores y Matrices  
- Listas

• Subrutinas: - Paso de parámetros  
- Marco de pila  
- Recursividad

Problemas y tutorías

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Programación en Ensamblador

## Documentación

Referencias del tema (web)

Descripción del emulador 88110 (web+publicaciones)

Rutinas: paso de parámetros y marco de pila (web+publicaciones)

Relacionados de problemas (web+publicaciones)

[http://www.datsi.fi.upm.es/docencia/Estructura\\_09](http://www.datsi.fi.upm.es/docencia/Estructura_09)

Libros de los computadores

Pedro de Miguel, Paraninfo/Thomson-2006 (capítulo 13)

Libros de computadores: problemas y soluciones

García Clemente y otros, RAMA-2000 (capítulo 2)

Libros de computadores: problemas resueltos

García Clemente y otros, RAMA-2006 (capítulo 3)

Resolución de problemas:

<http://www.datsi.fi.upm.es/88110>

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

---

# Lenguaje Máquina

ma está compuesto por datos e instrucciones almacenados en

**Operación máquina:** Es la función básica elemental que puede ejecutar el computador.

Operaciones de 1 y 0 (almacenadas en binario) y particulares de cada computador

Características:

Realizan una única y sencilla función

Tienen un número fijo de operandos

Autocontenidas: Contienen todo lo necesario para su ejecución (Operación, operandos, dir. Resultado y dir. Sig instrucción)

Departamento de Ingeniería de Software y Tecnología de Sistemas Informáticos.  
Escuela Técnica de Madrid



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Juego de instrucciones

unto de instrucciones que ejecuta directamente el computador.

ficación de las instrucciones deben encajar en pocos formatos.

o de instrucción: Representación de una instrucción y

cación de cada campo:

ódigo de operación

perandos (direcciones)

ura y Tecnología de Sistemas Informáticos.  
litécnica de Madrid



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
-- --  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Tipos de datos

de datos que maneja una instrucción:

palabras: Es el tamaño privilegiado del computador (4 bytes)

medias palabras (2 bytes)

bytes: Cadenas de caracteres.

de memoria:

direccionable a **nivel de palabra**. Cada palabra tiene una dirección.

direccionable a **nivel de byte**. Cada byte de memoria tiene una dirección.

- Dos palabras consecutivas están separadas por el tamaño en bytes de la palabra.
- Es el utilizado habitualmente.

ura y Tecnología de Sistemas Informáticos.  
técnica de Madrid

# Tipos de datos

**Acceso a palabra.** La dirección para el acceso a palabra debe ser del tamaño de la misma.

Ordenación de los bytes de una palabra en memoria.

**Little-Endian:** Byte menos significativo de una palabra en la dirección menos significativa.

**Big-Endian:** Byte menos significativo de una palabra en la dirección más significativa.

**Palabra: 0x10203040**

**Little-Endian**

100	101	102	103
40	30	20	10

**Big-Endian**

100	101	102	103
10	20	30	40

# Modos de direccionamiento

en la que se accede a una instrucción o dato.

**Objeto:** Instrucción o dato al que se desea acceder

**Dirección:** Lugar en el que reside el objeto. Puede estar almacenado

en la instrucción.

registro  
memoria

ura y Tecnología de Sistemas Informáticos.  
Politécnica de Madrid

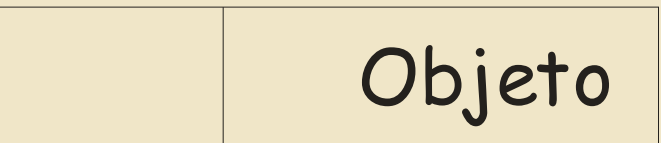


CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
-- --  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Direccionamiento Inmediato

Objeto está contenido en la propia instrucción.

Instrucción



$R1, \#4$

$R1 \leftarrow R1 + 4$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
-- --  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



# Direccionamiento Directo

to no está contenido en la propia instrucción. La instrucción  
e el lugar (dirección) donde está almacenado el objeto.

**ABSOLUTO:** Si la instrucción contiene la dirección completa del objeto

**RELATIVO:** Si la instrucción contiene la dirección del objeto de forma  
Todos los direccionamientos relativos lo son a memoria.

ura y Tecnología de Sistemas Informáticos.  
litécnica de Madrid

The logo for Cartagena99 features the word "Cartagena99" in a stylized, green, cursive font. The text is positioned above a graphic element consisting of a blue and orange shape that resembles a stylized '9' or a flame-like shape.

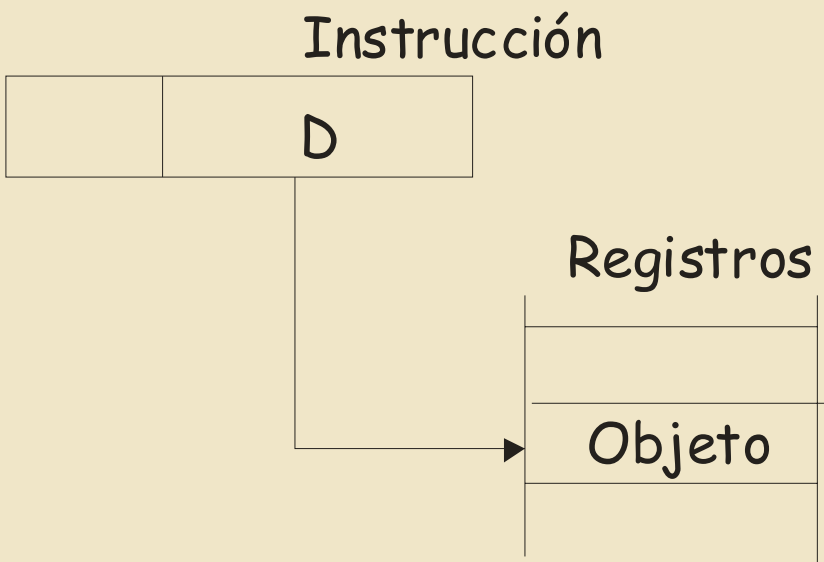
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
-- --  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Direccionamiento Directo Absoluto a Registro

El objeto del direccionamiento está contenido en un registro. La instrucción contiene el registro que contiene el objeto del direccionamiento.

R4 , .R5

R4 ← R4+R5

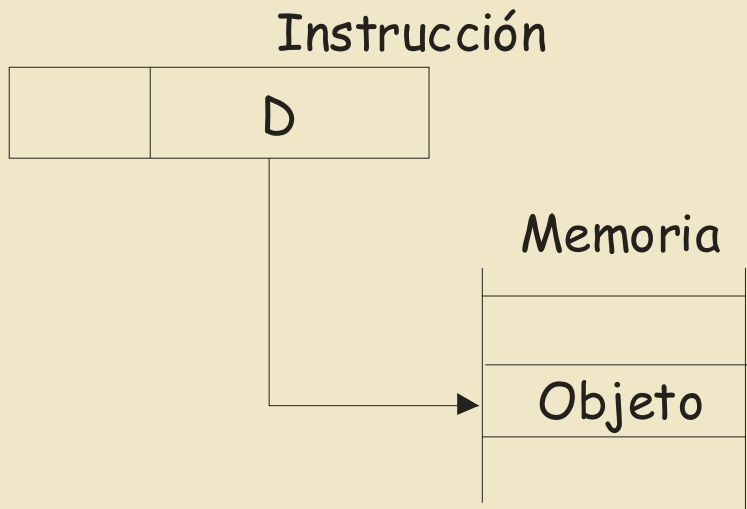


# Direccionamiento Directo Absoluto a Memoria

El objeto del direccionamiento está contenido en una dirección de memoria. La instrucción contiene la dirección completa de memoria que apunta al objeto del direccionamiento.

R4, #1000

R4 ← M(1000)





# Direccionamientos Relativos

El objeto del direccionamiento está contenido en una dirección de correo electrónico. La instrucción contiene la dirección especificada en “partes”.

Dependiendo de cómo se especifique la dirección:

relativo a **registro base**

relativo a **PC**

relativo a **registro índice**

Departamento de Ingeniería de Software y Tecnología de Sistemas Informáticos.  
Escuela Técnica de Ingeniería Informática de Madrid

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
-- --  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Direccionamiento Relativo a Registro Base

La dirección de memoria viene especificada en dos partes:

**Registro Base:** Registro de propósito específico o general que tiene una dirección a memoria.

**Desplazamiento:** Valor entero con signo.

La dirección efectiva se calcula:

$$\text{Dir\_Efectiva} = \text{Registro\_Base} + \text{Desplazamiento}$$

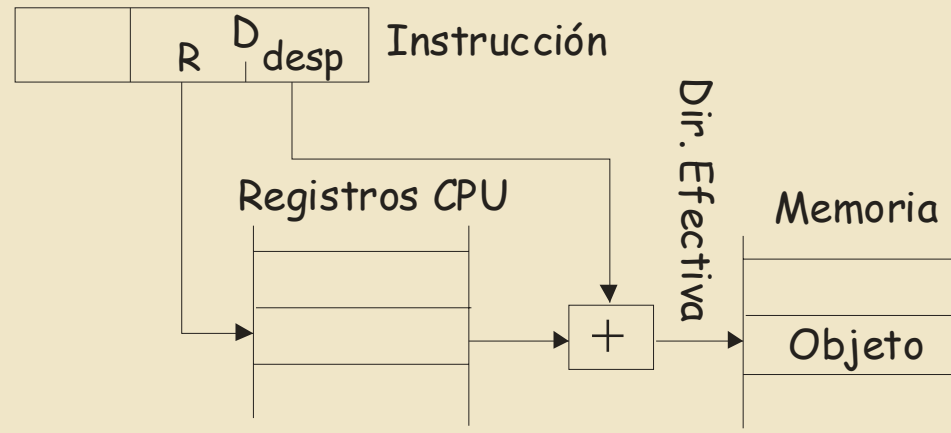
# Direccionamiento Relativo a Registro Base

`LD R1, #4 [ .R7]`

$R1 \leftarrow MEM(R7+4)$

En este modo de direccionamiento, el registro base se carga una dirección de memoria que contiene un objeto de datos a los que se accede conociendo su posición relativa al comienzo de dicha zona: Estructuras de datos.

El conjunto de direcciones al que puede acceder está determinado por el tamaño del desplazamiento.



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Direccionamiento Relativo a PC

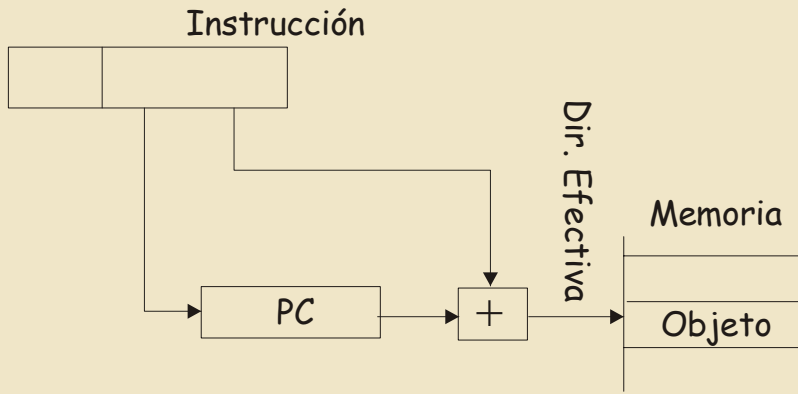
direccionamiento relativo a registro base en el que el registro base

to de este direccionamiento suele ser direccionar instrucciones.

e alcanzar instrucciones “cercanas” a la que se está ejecutando.

ón de saltos

$$PC \leftarrow PC + 10$$



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Direccionamiento Relativo a Registro Índice

direccionamiento relativo a registro base en el que el registro base  
 funciona:

Incremento

• LD .R1, #8 [ ++ .R7]      R7 ← R7+4      R1 ← MEM(R7+8)

Decremento

• LD .R1, #8 [ -- .R7]      R7 ← R7-4      R1 ← MEM(R7+8)

Postincremento

• LD .R1, #8 [ .R7++ ]      R1 ← MEM(R7+8)      R7 ← R7+4

Postdecremento

• LD .R1, #8 [ .R7-- ]      R1 ← MEM(R7+8)      R7 ← R7-4

Tamaño del incremento/decremento es igual al tamaño del objeto

modo

para recorrer vectores y matrices

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 - - -  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



# Direccionamiento Indirecto

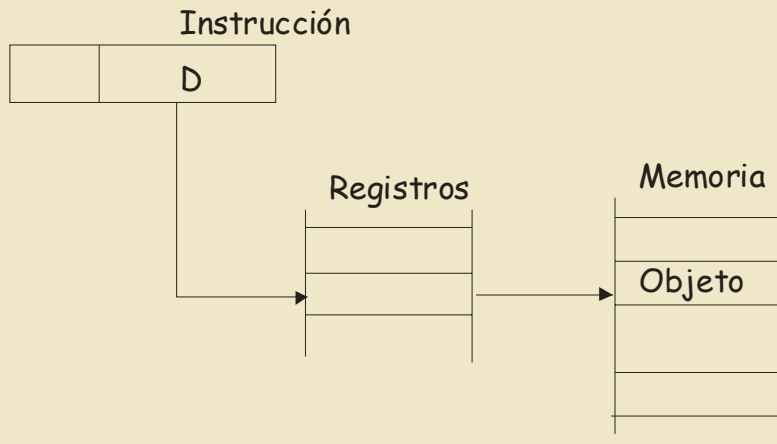
La instrucción contiene la dirección donde está contenida la dirección de memoria que almacena el objeto.

## a Registro

La instrucción contiene la especificación del registro que contiene la dirección de memoria donde está almacenado el objeto

1, [.R4]

MEM (R4)



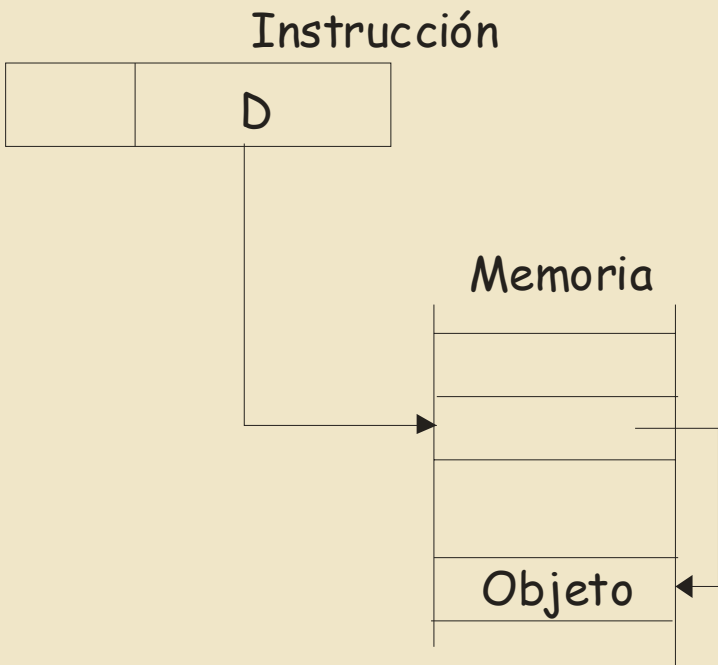
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Direccionamiento Indirecto a Memoria

La instrucción contiene una dirección de memoria donde está contenida la dirección donde se almacena el objeto.

1, [/1000]

MEM (MEM (1000) )



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Direccionamiento Implícito

La instrucción no contiene ni la dirección ni el objeto que se usa en el direccionamiento.

Quintas de acumulador

.R1

+ R1

Departamento de Ingeniería de Software y Tecnología de Sistemas Informáticos.  
Escuela Técnica de Madrid



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
--  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Juego de instrucciones

...to de instrucciones del computador.

...nientas” con las que construir programas

...er completo y eficaz.

...sferencia

- Bifurcaciones

...éticas

- Desplazamiento y rotación

...cas

- De bit

...ura y Tecnología de Sistemas Informáticos.  
...itécnica de Madrid



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
--  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Transferencia de datos

Transferencia de datos entre registros, registros y posiciones de memoria y entre posiciones de memoria.

Operaciones que modifican los biestables de estado.

Operaciones PUSH y MOVE

PUSH .R2, #4 [.R4]

R2 ← MEM(R4+4)

POP .R2, #4 [.R4]

MEM(R4+4) ← R2

MOVE .R2, .R4

R4 ← R2

MOVE [.R2], [.R4]

MEM(R4) ← MEM(R2)

Operaciones PUSH y POP

PUSH .R1

SP ← SP-4 ; MEM(SP) ← R1

POP .R1

R1 ← MEM(SP) ; SP ← SP + 4

# Bifurcaciones

can la secuencia del programa. Lo habitual es que la siguiente  
ción que se ejecuta sea la siguiente en secuencia. En este caso no

modifican los biestables de estado.

## Incondicionales

Le sigue un direccionamiento a memoria cuyo objeto es la siguiente  
ción a ejecutar

1000      PC ← 1000

4 [ .R4 ]      PC ← R4+4

10      PC ← PC + 10 ; ; **El PC apunta a la dirección de la  
nte instrucción !!**

ura y Tecnología de Sistemas Informáticos.  
litécnica de Madrid

The logo for Cartagena99, featuring the text 'Cartagena99' in a stylized, green, cursive font. The text is positioned above a graphic element consisting of a blue and orange shape that resembles a stylized '9' or a similar character.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
--  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Bifurcaciones Condicionales

r. Dir es un direccionamiento a memoria.

1 entonces se ejecuta la bifurcación  
e continúa en secuencia

NZ, C, NC, V, NV, P, N o alguna combinación de estos biestables.

000      Si Z = 1 PC ← 1000

4 [.R4]      Si C = 0 PC ← R4+4

0      Si S = 0 PC ← PC + 10

ura y Tecnología de Sistemas Informáticos.  
litécnica de Madrid



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
- - -  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Bifurcaciones Con retorno

Se utilizan para implementar saltos a subrutinas.

Después de realizada determinada función (subrutina) se debe retornar a la posición siguiente desde la que se bifurcó. Es necesario almacenar la dirección de retorno.

CALL y RET

El registro de propósito general:

```
CALL /1000      R1 ← PC ; PC ← 1000
```

```
RET            PC ← R1
```

CALL permite llamadas anidadas

Departamento de Ingeniería de Sistemas Informáticos.  
Escuela Técnica de Madrid



# Bifurcaciones Con retorno

pila:

CALL /1000

SP ← SP - 4; MEM(SP) ← PC ;

PC ← 1000

RET

PC ← MEM(SP) ; SP ← SP + 4

permite llamadas anidadas

en la subrutina se trabaja con la pila, hay que tener en cuenta el modo de crecimiento de la pila y que la dirección de retorno ha quedado en la cima de la pila.

ura y Tecnología de Sistemas Informáticos.  
técnica de Madrid

25

The logo for Cartagena99, featuring the text 'Cartagena99' in a stylized, green, cursive font. The text is positioned above a graphic element consisting of a blue and orange shape that resembles a stylized '9' or a flame.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Aritméticas y Comparación

R1, .R2

$R1 \leftarrow R1 + R2; \text{ mod. flags}$

R1, .R2

$R1 \leftarrow R1 - R2; \text{ mod. flags}$

R1, .R2

$R1 \leftarrow R1 \cdot R2; \text{ mod. flags}$

R1, .R2

$R1 \leftarrow R1 / R2; \text{ mod. flags}$

.R1, .R2

$R1 \leftarrow R1 + R2 + c; \text{ mod. flags}$

.R1, .R2

$R1 \leftarrow R1 - R2 - c; \text{ mod. flags}$

R1, .R2

$R1 - R2 ; \text{ mod. flags}$

---

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Aritméticas y Comparación

el modelo de ejecución del computador.

Registro-Registro.

```
ADD .R1 , .R2      R1 ← R1 + R2 ; mod. Flags
ADD .R1 , #4       R1 ← R1 + 4 ; mod. Flags
```

Registro-Memoria.

```
ADD .R1 , [.R2]    R1 ← R1 + MEM(R2) ; mod. Flags
```

Memoria-Memoria.

```
ADD [.R1] , #4 [.R2] MEM(R1) ← MEM(R1) + MEM(R2+4) ;
mod. Flags
```

en el número de direcciones del computador.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Lógicas

En la operación lógica indicada por el mnemónico bit a bit.

Definen el modelo de ejecución del computador

`R1, .R2    R1 ← R1 AND R2; mod. Flags`

`R1, #4     R1 ← R1 XOR 4; mod. Flags`

`R1, .R2    R1 ← R1 OR R2; mod. Flags`

`R1         R1 ← NOT R1; mod. Flags`

Se usan para trabajar con máscaras

`R1, #1 ; Si Z = 1 el número es par`

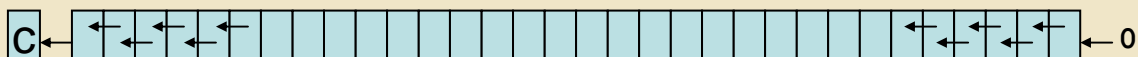
Departamento de Ingeniería de Sistemas Informáticos.  
Escuela Técnica de Madrid

# Desplazamiento

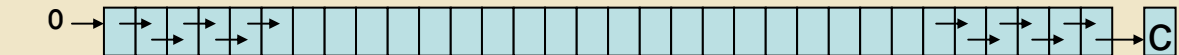
...n desplazamientos de bits a izquierda/derecha.

...s.

...HL .R1



...HR .R1



...ticos. Realizan una multiplicación por 2 (ASL) o división por 2

...SL .R1

ASR .R1



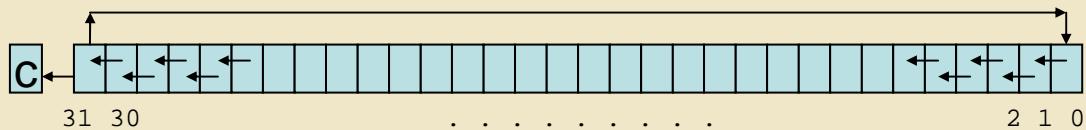
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Rotación

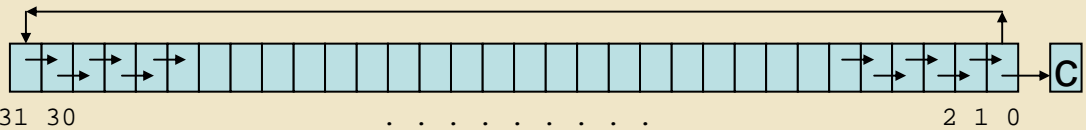
...n rotaciones de bits a izquierda/derecha.

ón.

DL .R1

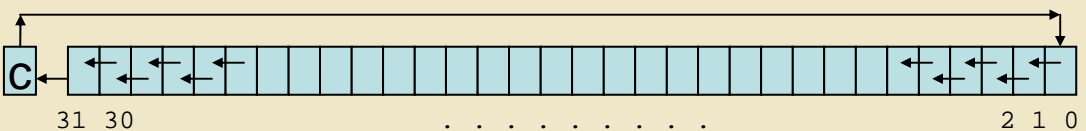


DR .R1

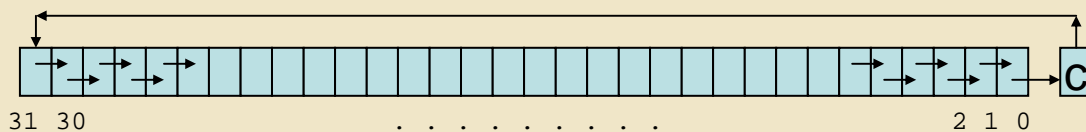


ón con

DLC .R1



DRC .R1



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# De bit

Operaciones con un bit: pone a 1 o a 0 un bit.

```
#3, .R1 ; Pone a 0 el bit 3 de R1
```

```
#3, .R1 ; Pone a 1 el bit 3 de R1
```

```
I #3, .R1 ; Z ← NOT (R1 (3))
```

---

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, green, cursive font. The text is positioned above a graphic element consisting of a blue and orange shape that resembles a stylized '9' or a similar character.

# ARQUITECTURA 88110

## Procesador

na de 3 direcciones (0: add 1: add B 2: add A,B)

add rD, rS1, rS2

rD ← rS1 + rS2

o de ejecución registro-registro ( ALU, no jmp/ld/st )

Destino:	{	Registro	}
	{	Registro + Registro	}
Origen:	{	Registro + Inmediato	}

a de 32 bits

pera en complemento a 2

por: ejecución serie / superescalar

ura y Tecnología de Sistemas Informáticos.  
litécnica de Madrid

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



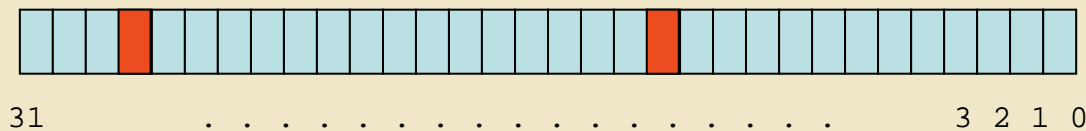
# ARQUITECTURA 88110

## Banco de Registros

general de 32 registros:  $r0 \dots r31$

- $r0$  cableado a 0 (siempre tiene valor 0)
- $r1$  guarda dirección de retorno de subrutina  
accesibles por pares en operaciones de 64 bits

Processor Status Register, registro de estado)



- bit 12 → *overflow* en operaciones con enteros (OVF)  
si  $OVF==1$  → no se modifica  $rD$
- bit 28 → acarreo (*carry – borrow*)

os que decidimos reservar para función particular:

- $r30$  puntero de pila                       $y$                        $r31$  puntero de marco de pila



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# ARQUITECTURA 88110

## Memoria principal

Memoria: Instrucciones + Datos

Accesible a nivel de byte

1 palabra  $\rightarrow$  4 direcciones de memoria

16 direcciones de 32 bits

Máxima capacidad (teórica)  $\rightarrow 2^{32}$  bytes = 4 GB

{ 0x00000000  
0xFFFFFFFF

Capacidad del emulador:

$2^{18}$  direcciones =  $2^{18}$  bytes = 256 KB

{ 0x00000000  
0x0003FFFF

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
--  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# ARQUITECTURA 88110

## Modos de direccionamiento

e:

- Directo a registro: `.Ri`
- Inmediato: `#aaaa`
- Relativo a registro base: `#desp[.Ri]`
- Relativo a PC: `$xx`
- Indirecto a registro: `[.Ri]`

ene:

- ~~• Absoluto: `/dir`~~
- ~~• Relativo a registro índice: `++, --`~~
- ~~• Indirecto a memoria: `[/dir]`~~
- ~~• Relativo a pila: `push / pop`~~

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
--  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# ARQUITECTURA 88110

## direccionamiento directo a registro

```
add r1, r2, r3 ; r1 ← r2 + r3
```

equivalente en máquina de 2 direcciones, IEEE 694:

```
ADD .R7, .R9 ; ( add r7, r7, r9 )
```

# ARQUITECTURA 88110

## Direccionamiento inmediato

con/sin signo, ambos de 16 bits:

con signo: SIMM16

sin signo: IMM16



representar en decimal o hexadecimal



`add r1, r2, -13;`

13 en binario: 0000 1101

-13 en binario: - 0000 1101

-13 en binario: 1111 0011

`add r1, r2, 0xFFFF3` {   r2  
+ FFFF FFF3 → r1

`addu r1, r2, 0xFFFF3` {   r2  
+ 0000 FFF3 → r1

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# ARQUITECTURA 88110

## direccionamiento relativo reg. base

Ejemplo en formato del estándar IEEE:

```
LD  .R1, #13[.R4]    R1 ← MEM(R4+13)
```

Ejemplo en formato de 88110 (desplazamiento inmediato):

```
ld  r1, r4, 13      r1 ← MEM(r4+13)
st  r1, r4, 13      r1 → MEM(r4+13)
```

Ejemplo en formato de 88110 (desplazamiento en registro):

```
ld  r1, r4, r10     r1 ← MEM(r4+r10)
st  r1, r4, r10     r1 → MEM(r4+r10)
```

# ARQUITECTURA 88110

## Direccionamiento relativo a PC

Ejemplo:

```
br 7 ; PC ← PC + 7*4
(desplazamiento: 26 bits / 16 bits)
```

Ejemplo en formato del estándar IEEE:

```
ADD .7, .5
BR $desp ; PC ← et1+desp
et1: LD .1, [.7]
```

Ejemplo en formato de 88110:

```
add r7, r7, r5
et0: br D ; PC ← et0 + 4*D
ld r1, r7, 0
```

# ARQUITECTURA 88110

## direccionamiento indirecto a registro

88110 solo existe en los saltos:

o en formato del estándar IEEE:

```
JMP    [.R10]          ; PC ← R10
```

--

o en formato del 88110:

```
jmp    (r10)          ; PC ← r10
```



# ARQUITECTURA 88110

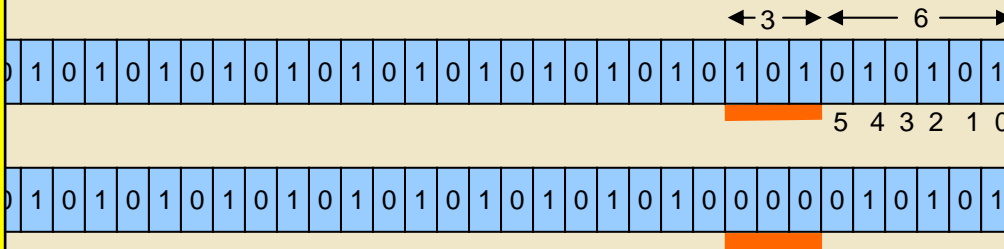
## direccionamiento campos de bit

Algunas instrucciones del 88110 se pueden seleccionar:

- bits individuales
- campos de bit

Ejemplo en formato del estándar IEEE / 88110:

**CLR.I3 .R10, .R1, 6 / clr r10, r1, 3<6>**



Ejemplo (bits individuales):

**CLR.I3 .R10, .R1, 6 / clr r10, r1, 3<6>**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# ARQUITECTURA 88110

## Juego de instrucciones

de instrucciones en el 88110:

lógicas (`or`, `and`, `xor`, `mask`)

aritméticas (`add`, `sub`, `addu`, `subu`, `muls`, `mulu`, `divs`, `divu`, `cmp`)

---

condiciones de bifurcaciones (`bb0`, `bb1`, `br`, `bsr`, `jmp`, `jsr`)

transferencia (`ld`, `st`, `ldcr`, `stcr`, `xmem`)

campos de bit (`clr`, `set`, `ext`, `extu`, `mak`, `rot`)

aritmética de coma flotante (`fadd`, `fsub`, `fmul`, `fdiv`, `fcvt`, `flt`, `int`, `fcmp`)

instrucción específica del emulador: `stop`

Departamento de Ingeniería de Sistemas Informáticos.  
Escuela Técnica de Madrid

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
---  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# ARQUITECTURA 88110

## Instrucciones lógicas

Lógicas: `or`, `and`, `xor`, `mask`

INST	Operandos	Ext
<code>or</code>	<code>rD, rS1, rS2</code>	<code>c</code>
<code>and</code>	<code>rD, rS1, IMM16</code>	<code>u</code>
<code>xor</code>		
<code>mask</code>	<code>rD, rS1, IMM16</code>	<code>u</code>

complemento a 1 de `rS2`

se realiza con los 16 bits más significativos de `rS1`

En las operaciones lógicas con `IMM16`, el dato inmediato se utiliza con `0x0000` para `or`, `xor` y `mask` y con `0xFFFF` para la operación `and`)

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# ARQUITECTURA 88110

## Instrucciones aritméticas (I)

Inst: add, sub, addu, subu, muls, mulu, divs, divu, cmp

INST	Operandos	Ext
add	rD, rS1, rS2	ci,co,cio
sub	rD, rS1, SIMM16	
addu	rD, rS1, rS2	ci,co,cio
subu	rD, rS1, IMM16	

} causan excep.  
overflow (OVF)

ra con acarreo de entrada (bit28 de PSR)  
 ualiza el flag de acarreo (bit28 de PSR)  
 uivale a usar ci+co

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# ARQUITECTURA 88110

## Instrucciones aritméticas (II)

...: add, sub, addu, subu, muls, mulu, divs, divu, cmp

```

s      rD, rS1, rS2      ; excep. OVF
u      {
        rD, rS1, rS2
        rD, rS1, IMM16
u.d    rD, rS1, rS2      ; d.p. en rD
s      {
        rD, rS1, rS2      ; excep. div por 0
        rD, rS1, SIMM16
u      {
        rD, rS1, rS2      ; excep. div por 0
        rD, rS1, IMM16
u.d    rD, rS1, rS2      ; d.p. en rS1 y rD
    
```

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# ARQUITECTURA 88110

## Instrucciones aritméticas (III)

Operaciones: add, sub, addu, subu, muls, mulu, divs, divu, **cmp**

Operaciones:  $\left\{ \begin{array}{l} rD, rS1, rS2 \\ rD, rS1, SIMM16 \end{array} \right.$

nb	be	hs	lo	ls	hi	ge	lt	le	gt	ne	eq	0	0
13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Operaciones de bits a '0')

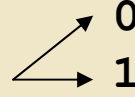
- eq: 1 si y solo si rS1 = rS2
- ne: 1 si y solo si rS1 ≠ rS2
- gt: 1 si y solo si rS1 > rS2 (con signo)
- ...
- hi: 1 si y solo si rS1 > rS2 (sin signo)
- ...

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# ARQUITECTURA 88110

## Bifurcaciones/saltos

Bifurcaciones (bb0, bb1, br, bsr, jmp, jsr)

INST	Operandos	
bb0	B, rS1, D16	$PC \leftarrow PC+4*D16$
bb1	B, rS1, D16	si bit B de rS1= 
br	D26	$PC \leftarrow PC+4*D26$
bsr	D26	$r1 \leftarrow PC+4 ; PC \leftarrow PC+4*D26$
jmp	(rS1)	$PC \leftarrow rS1$ (alineado)
jsr	(rS1)	$r1 \leftarrow PC+4 ; PC \leftarrow rS1$ (alineado)

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# ARQUITECTURA 88110

## Transferencia (memoria)

Transferencia (ld, st, ldcr, stcr, xmem)

INST	Operandos	Ext. / explicación
ld	rD, rS1, SIMM16	b, bu h, hu
	rD, rS1, rS2	d
st	rD, rS1, SIMM16	b, h, d
	rD, rS1, rS2	
ldcr	rD	rD ← PSR
stcr	rS1	PSR ← rS1
xmem	rD, rS1, rS2	rD ↔ MEM(rS1+rS2)

para y Tecnología de Sistemas Informáticos.  
Politécnica de Madrid

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



# ARQUITECTURA 88110

## Campos de bit

Campos de bit (clr, set, ext, extu, mak, rot)

INST	Operandos
clr	
set	rD, rS1, W5<O5>
ext	
extu	rD, rS1, rS2
mak	
rot	rD, rS1, <O5>
	rD, rS1, rS2

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# ARQUITECTURA 88110

## Instrucciones de coma flotante

otante (fadd, fsub, fmul, fdiv, fcvt,flt, int, fcmp)

INST	Operandos	explicación
fadd.xxx fsub.xxx fmul.xxx fdiv.xxx	rD, rS1, rS2	$x=s \quad \bar{x}=d$ $x=d \quad \bar{x}=s$
fcvt.x $\bar{x}$ flt.xs int.sx	rD, rS2	
fcmp.sxx	rD, rS1, rS2	

**Pueden generar excepciones: Overflow/Underflow/NaN/Div0**

ura y Tecnología de Sistemas Informáticos.  
litécnica de Madrid

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# ARQUITECTURA 88110

## Ensamblador/Cargador

or: Programa que se encarga de “traducir” un programa escrito en ensamblador a lenguaje máquina.

```
instruccion_ensamblador ; Comentarios
```

ón\_ensamblador: Puede ser una instrucción-máquina o una acción.

ucción:

cción para el programa ensamblador.

traduce en una instrucción en memoria.

al ensamblador cómo debe generar el código-máquina.

# ARQUITECTURA 88110

## Pseudoinstrucciones



...a que el código que le sigue se almacene en la posición de memoria n.

...a que se reserven n bytes en memoria. N debe estar alineado a

...: Inicializa las posiciones de memoria con los valores a, b y c.

...: Inicializa las posiciones de memoria con la cadena de bytes texto.  
... la siguiente palabra en memoria está alineada (véase ejemplo).

...a o inmediato): Devuelve los 16 bits menos significativos de la  
...ociada a la etiqueta o dato inmediato.

...a o inmediato): Devuelve los 16 bits más significativos de la dirección  
...a etiqueta o dato inmediato.

...ura y Tecnología de Sistemas Informáticos.  
...itécnica de Madrid

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
--  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# ARQUITECTURA 88110

## Ejemplo "data" (1)

```
INI:      ld      r3, r0, 400          ; "data.ens"
          or      r2,r0,low( numeros)
          or.u   r2,r2,high( numeros)
          stop
          org     400
          data   0x01020304

          org     412
          res    4
          data   "SSOO"
          data   "1234567890abcdefgh\n\0\t"
numeros:  data   15, 0x7AF, -5
```

```
practica@avellano% 88110e -o data.bin data.ens
88110.ens-INFO: Compilando data.ens ...
88110.ens-INFO: Compiladas 12 lineas
88110.ens-INFO: Generando Codigo...
88110.ens-INFO: Programa generado correctamente
practica@avellano%
```

ura y Tecnología de Sistemas Informáticos.  
litécnica de Madrid

# ARQUITECTURA 88110

## Ejemplo “data” (2)

```
vellano% mc88110 data.bin
```

```

          ld          r03,r00,400          Tot. Inst: 0      ;i Ciclo : 1
FC=0  FV=0  FR=0
00000 h R02 = 00000000 h R03 = 00000000 h R04 = 00000000 h
00000 h R06 = 00000000 h R07 = 00000000 h R08 = 00000000 h
00000 h R10 = 00000000 h R11 = 00000000 h R12 = 00000000 h
00000 h R14 = 00000000 h R15 = 00000000 h R16 = 00000000 h
00000 h R18 = 00000000 h R19 = 00000000 h R20 = 00000000 h
00000 h R22 = 00000000 h R23 = 00000000 h R24 = 00000000 h
00000 h R26 = 00000000 h R27 = 00000000 h R28 = 00000000 h
00000 h R30 = 00000000 h R31 = 00000000 h

```

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# ARQUITECTURA 88110

## Ejemplo "data" (3)

en ejecución

instrucción incorrecta

Tot. Inst: 4

¡¡ Ciclo : 62

FC=0 FV=0 FR=0

```

000000 h R02 = 000001BC h R03 = 01020304 h R04 = 00000000 h
000000 h R06 = 00000000 h R07 = 00000000 h R08 = 00000000 h
000000 h R10 = 00000000 h R11 = 00000000 h R12 = 00000000 h
000000 h R14 = 00000000 h R15 = 00000000 h R16 = 00000000 h
000000 h R18 = 00000000 h R19 = 00000000 h R20 = 00000000 h
000000 h R22 = 00000000 h R23 = 00000000 h R24 = 00000000 h
000000 h R26 = 00000000 h R27 = 00000000 h R28 = 00000000 h
000000 h R30 = 00000000 h R31 = 00000000 h

```

00

```

04030201 00000000 00000000 00000000
53534F4F 31323334 35363738 39306162
63646566 67680A00 09000000 0F000000
AF070000 FBFFFFFF 00000000 00000000
00000000 00000000 00000000 00000000

```

ura y Tecnología de Sistemas Informáticos.  
 itécnica de Madrid

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# ARQUITECTURA 88110

## Macroinstrucciones (“macros”)

Las macros son sentencias a las que se le asigna un nombre y se les pasa un número de argumentos.

Al aparecer la invocación de la macro se sustituye en fase de ensamblado la lista de instrucciones declaradas en la macro cambiando los nombres de los registros declarados por los que se pasan en la invocación.

```
macro: MACRO(arg1, arg2, ..., argn)
    lista de instrucciones
endmacro
```

```
MOVLW 0(ra,rb)
MOVLW 1(r1,ra,ra)
MOVLW 2(ra,rb,rb)
MOVLW 3(rb,r1,r1)
```

Departamento de Ingeniería de Software y Tecnología de Sistemas Informáticos.  
Escuela Técnica de Ingeniería Informática de Madrid

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
--  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



# ARQUITECTURA 88110

## Macroinstrucciones (“macros”) II

debe haberse definido previamente.

en macros anidadas.

Permite la definición de etiquetas dentro de una macro.

Se utiliza para encapsular pequeños fragmentos de código para los que no se desea construir una subrutina.

# ESTRUCTURAS DE DATOS

## Vectores: Ej. 1. Suma de los elementos de un vector

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

--

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



# ESTRUCTURAS DE DATOS

## Matrices: Ej. 2. Suma de los elementos cada columna de la matriz

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

--

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# ESTRUCTURAS DE DATOS

tas: Ej. 3. Inserción de un nuevo  
elemento en una lista compacta y  
ordenada

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

--

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# ESTRUCTURAS DE DATOS

tas: Ej. 4. Inserción de un nuevo  
mento en una lista encadenada y  
ordenada

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

--

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Subrutinas

... código cerrado, con especificación bien definida, que se puede ejecutar desde varios puntos de un programa o diferentes programas.

... cuando se ejecuta el código de la subrutina se debe retornar “al lugar desde el que se llamó”.

... definición de la subrutina:  
... uso de parámetros.

... liberación de registros. Habitualmente lo realiza el programa que llama a la subrutina.

... liberación del PC  
... liberación.

... Ingeniería y Tecnología de Sistemas Informáticos.  
... Politécnica de Madrid



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
-- --  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Subrutinas

de variables que utiliza una subrutina:

Variables **globales**: Se crean cuando arranca el programa y tienen validez durante toda la vida del mismo. Cualquier subrutina puede acceder a estas variables.

Variables **locales** a una subrutina: Se crean cada vez que se activa la subrutina y se destruyen cuando se finaliza cada ejecución. Solo la subrutina que las crea puede acceder a ellas.

Parámetro: Dato de entrada/salida de una subrutina que es necesario para su operación:

Por **valor**: Se pasa el dato necesario para su operación.

Por **dirección**: Se pasa la dirección de memoria en la que está almacenado el dato/resultado necesario para la operación.

# Subrutinas: Paso de parámetros En registros

El llamante y la subrutina “acuerdan” un conjunto de registros de propósito general para intercambiar los datos y resultados.

Tipido

Definido en el tipo y el número de parámetros.

Llamante

```

r2, r20, 0
r3, r20, 4
r suma

```

Subrutina

```

suma: add r2, r2, r3
      jmp (r1)

```



# Subrutinas: Paso de parámetros En variables globales

Programante

```
num1:    res 4
num2:    res 4
suma
```

Subrutina

```
suma:   or r20, r0, low(num2)
        or.u r20,r20,high(num2)
        ld r5,r20,0
        or r20, r0, low(num1)
        or.u r20,r20,high(num1)
        ld r6,r20,0
        add r5, r5, r6
        st r5, r20, r0
        jmp(r1)
```

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Subrutinas: Paso de parámetros En variables globales

El llamante y la subrutina “acuerdan” un conjunto de variables globales, puesto que son visibles desde todas las subrutinas, para intercambiar los datos y resultados.

Inciso.

Definido en subrutinas de librería y genera problemas de reentrancia

--

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Subrutinas: Paso de parámetros En la pila

Resuelve las limitaciones que tienen los sistemas anteriores.

El llamante introduce los parámetros mediante PUSH

El programa ejecuta la llamada a subrutina (CALL o bsr)

La subrutina recoge los parámetros accediendo a la pila utilizando un desplazamiento relativo a registro base.

La dirección de retorno se almacena en la pila, se debe asegurar que al realizar el retorno, está en la cima de la pila.

# Subrutinas: Paso de parámetros En la pila

Programante

Subrutina

```
RESULT: RES 4
```

```
SUMA: LD .R5, #8[.SP] ;
```

parámetro

```
LD .R6, #12[.SP]; parámetro
```

...

```
ADD .R5, .R6
```

```
SH .R1
```

```
LD .R6, #4[.SP]
```

```
SH .R2
```

```
ST .R5, [.R6] ; resultado
```

```
SH .R1, #RESULT
```

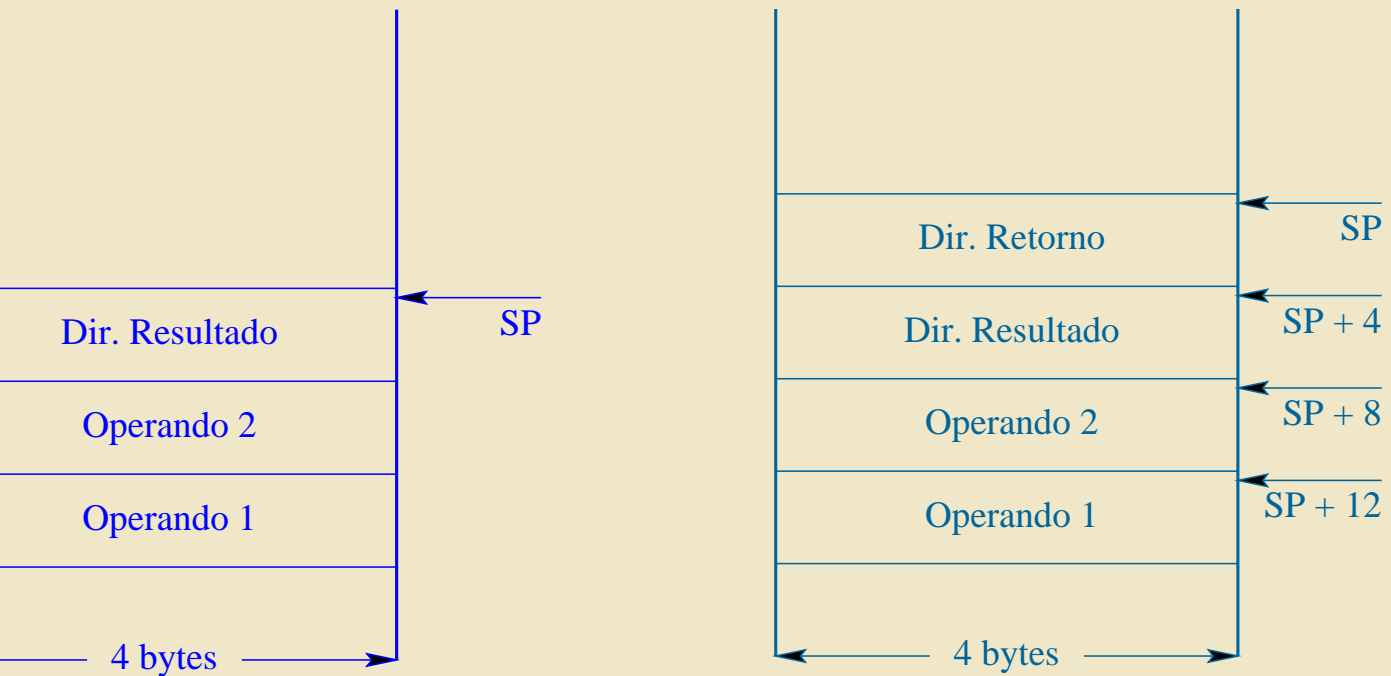
```
RET
```

```
SH .R1
```

```
CALL /SUMA
```

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# Subrutinas: Paso de parámetros En la pila



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
-- --  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 88110: Gestión de la pila

tiene limitaciones:

no tiene puntero de pila, por tanto no tiene PUSH ni POP: el número y los tipos de parámetros es limitado.

no almacena la dirección de retorno en r1: el número de llamadas permitidas es limitado.

funciones:

asigna un registro de propósito general como puntero de pila: r30.

se crean dos macros: PUSH y POP

El ejemplo de código que se muestra en la siguiente transparencia es obligatorio si se usan llamadas anidadas.

Departamento de Ingeniería de Software y Tecnología de Sistemas Informáticos.  
Escuela Técnica de Ingeniería Informática de Madrid



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
--  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 88110: Gestión de la pila



```
MACRO (ra)
    mov r30, r30, 4
    mov ra, r30, 0
```

```
POP: MACRO (ra)
    ld ra, r30, 0
    addu r30, r30, 4
ENDMACRO
```

```
RO
: res 4
..
1)
2)
r0, low(result)
1, r1, high(result)
1)
ma
```

```
suma: PUSH(r1)
    ld r5, r30, 8
    ld r6, r30, 12
    add r5, r5, r6
    ld r6, r30, 4
    st r5, r6, 0
    POP(r1)
    jmp(r1)
```

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# Marco de pila

**de pila:** Conjunto de datos privados a una subrutina que incluye, entre otros, dirección de retorno y variables locales.

Es necesario conocer cómo se organiza la información en la pila en un nivel de alto nivel.

Como en los ejemplos anteriores, si es necesario almacenar información en la pila, el punto de acceso de la pila varía a lo largo de la ejecución de la subrutina.

Por ejemplo, el desplazamiento para acceder a un parámetro sería diferente en distintos puntos de una subrutina.

Departamento de Ingeniería de Software y Tecnología de Sistemas Informáticos.  
Escuela Técnica de Madrid



# Marco de pila

... indica un registro que apunta a una posición conocida del marco de pila. Este registro se llama **índice de marco de pila** (*frame pointer* o FP). En 88110 es r31.

En las llamadas anidadas, cada una de las llamadas tendrá su propio FP.

Al entrar en la subrutina hay que asegurar que el marco de pila de la llamada llamante no se destruye.

Se debe crear el espacio necesario para variables locales.

Se deben realizar las inicializaciones de las variables locales.

Departamento de Ingeniería de Software y Tecnología de Sistemas Informáticos.  
Escuela Técnica de Ingeniería Informática de Madrid

# Marco de pila

```
vector (int a[], int b [])
```

```
int vector_local[2];          /* Vector de enteros
                               de una palabra (4 bytes) */
short entero_16bits = 0; //Entero de dos bytes
char un_byte;                // Variable de un byte
.. .. .. ..
```

ura y Tecnología de Sistemas Informáticos.  
litécnica de Madrid

74

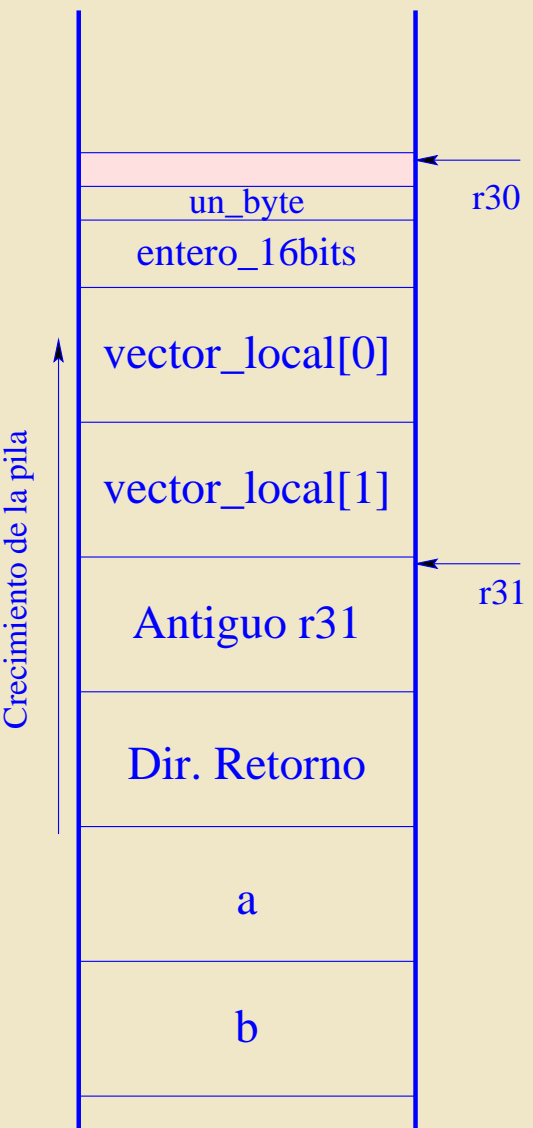
The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, green, cursive font. The text is positioned above a graphic element consisting of a blue and orange shape that resembles a stylized '9' or a flame-like shape.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
--  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Marco de pila: creación

```
: PUSH (r1) ; Guarda la dir. de retorno
PUSH(r31) ; Guarda el puntero al marco
; de pila del llamante
or r31, r30, r0 ; Crea el nuevo marco de pila
; a partir de SP (r30)
subu r30, r30, 12 ; Reserva 12 bytes para
; variables locales
st.h r0, r31, -10 ; Inicializ. de entero_16bits
; Inicio del código de la subrutina
ld r6, r31, 12 ; Acceso la dirección de
; comienzo del vector b
.. .. ..
```

# Marco de pila



ura y Tecnología de Sistemas Informáticos.  
litécnica de Madrid



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
-- --  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

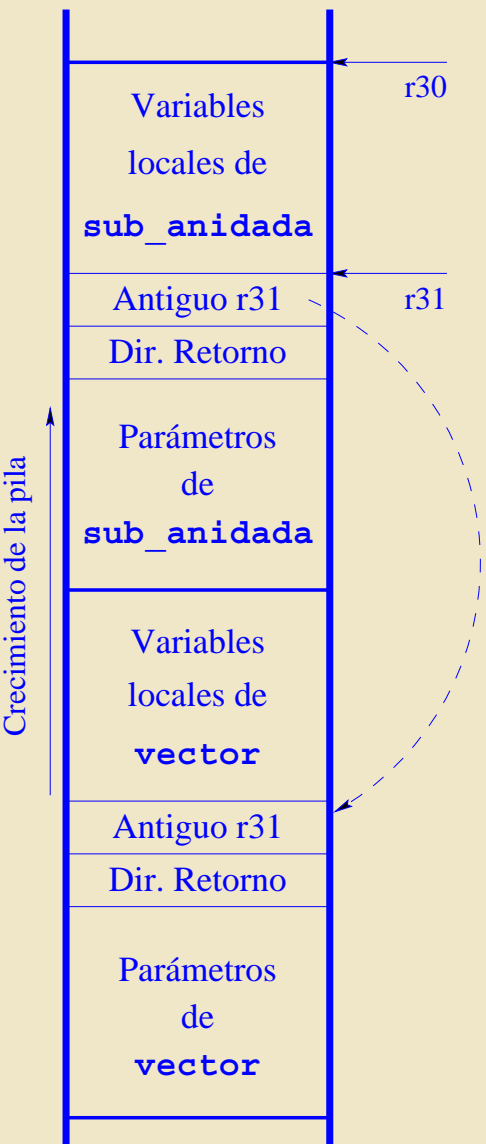
# Marco de pila: destrucción

```
or r30, r31, r0      ; Restaura el puntero de pila
                    ; (r30) al valor del puntero
                    ; de marco (r31)
POP (r31)           ; Recupera el puntero de
                    ; marco del llamante
POP (r1)            ; Recupera la dir. de retorno
jmp (r1)            ; Retorno de subrutina
```



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
--  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Marco de pila



ura y Tecnología de Sistemas Informáticos.  
litécnica de Madrid

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
-- --  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Parámetros: otras consideraciones

En el paso de parámetros es un acuerdo entre la subrutina y la llamada.

En el ejemplo anterior el parámetro a está en la cima de la pila al realizar una llamada a subrutina, tal y como lo realizan los lenguajes de programación de alto nivel.

El primer parámetro que está en la cima siempre ocupa la misma posición en la pila, independientemente del número de parámetros. Utilizando este se puede acceder al resto.

Este acuerdo es útil para subrutinas con número variable de parámetros: como se ve en la librería de C.

# Parámetros: funciones

nes: subrutinas que tienen un valor de retorno:  
indica el estado de ejecución de la función.  
una función matemática y es su resultado.

valores de retorno se utilizan inmediatamente:  
comprobar el estado.  
producir el resultado en una expresión.

as razones se utilizan registros y, habitualmente, el valor de retorno  
e ser un tipo complejo de datos (estructura).

ura y Tecnología de Sistemas Informáticos.  
litécnica de Madrid



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
--  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



# Recursividad

rutina recursiva es la que en su ejecución tiene llamadas a sí

La recursividad se utiliza para resolver funciones matemáticas cuya definición es recursiva (por ejemplo el factorial).

Problemas que requieren almacenamiento en estructuras de datos recursivas (árboles, sistemas de ficheros basados en directorios, etc.)

Se debe tener en cuenta:

Caso general: incluye la llamada a la propia función con diferentes parámetros a los que se recibieron.

Caso particular: no se realiza la llamada recursiva.

Departamento de Ingeniería de Software y Tecnología de Sistemas Informáticos.  
Escuela Técnica de Madrid



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
--  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70