

# Tema 4 (I) El procesador



Grupo ARCOS

Estructura de Computadores  
Grado en Ingeniería Informática  
Universidad Carlos III de Madrid

# Contenidos

---

## 1. Introducción

1. Motivación y objetivos
2. Funciones básicas de la unidad de control
3. Señales de control y operaciones elementales

## 2. Computador elemental:

1. Estructura del computador elemental
2. Señales de control
3. Operaciones elementales

# ¡ATENCIÓN!

---

- ❑ Estas transparencias son un guión para la clase
- ❑ Los libros dados en la bibliografía junto con lo explicado en clase representa el material de estudio para el temario de la asignatura
- ❑ Para la preparación de los exámenes se ha de utilizar todo el material de estudios

# Contenidos

---

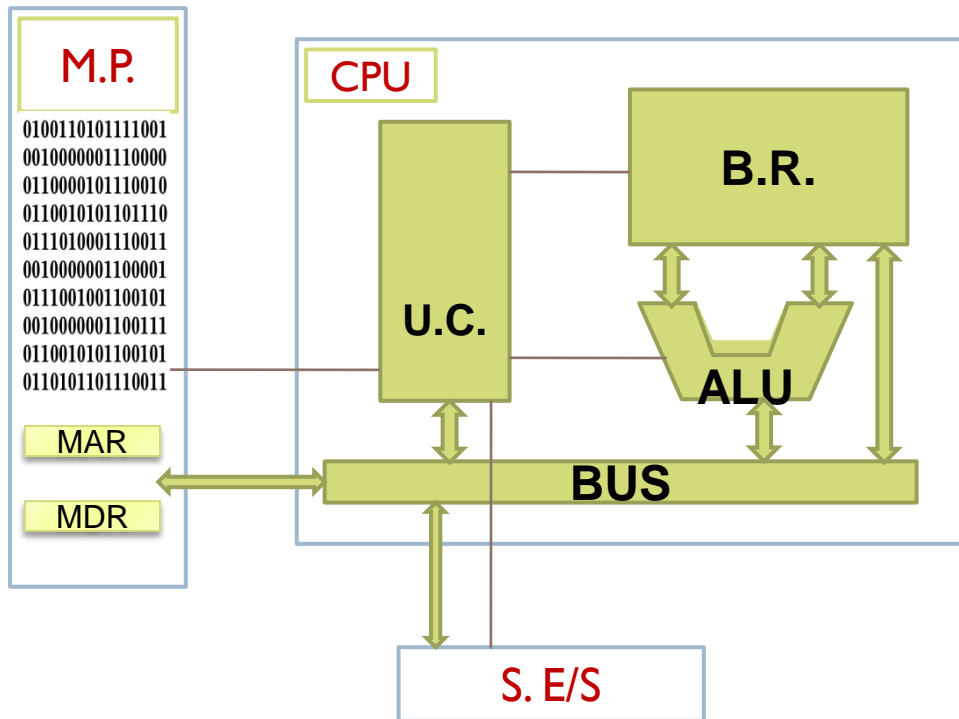
## **I. Introducción**

- 1. Motivación y objetivos**
2. Funciones básicas de la unidad de control
3. Señales de control y operaciones elementales

## **2. Computador elemental:**

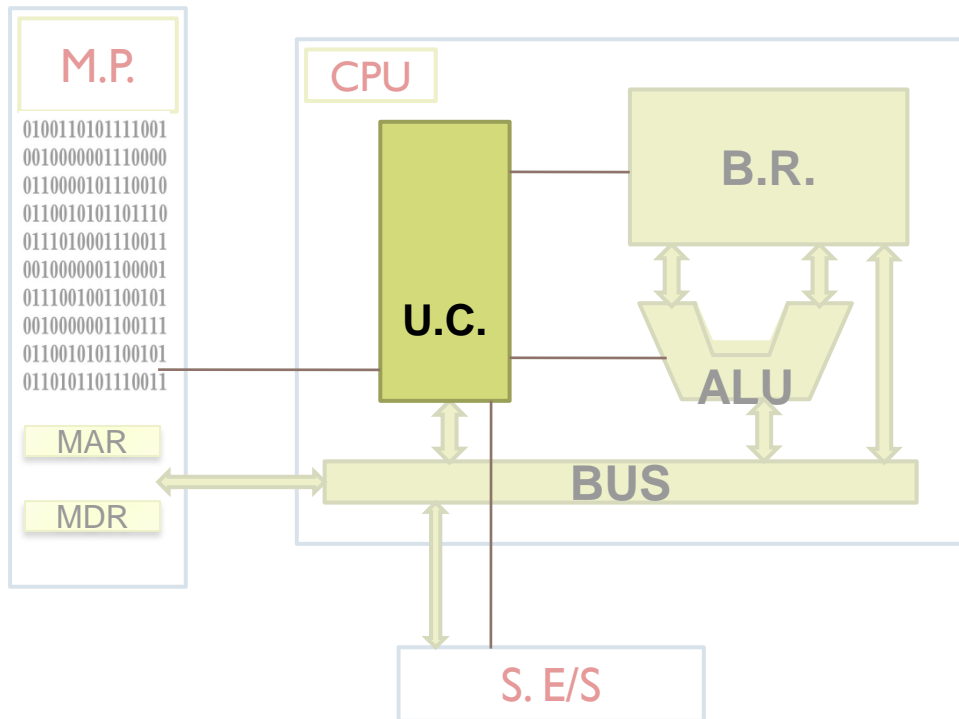
1. Estructura del computador elemental
2. Señales de control
3. Operaciones elementales

# Motivación



- En el tema 3 se estudia **qué** hace:
  - Instrucciones
  - Direccionamiento
  - Etc.
- En el tema 4 se estudia **cómo** lo hace:
  - Funcionamiento interno
  - Diseño de la U.C.

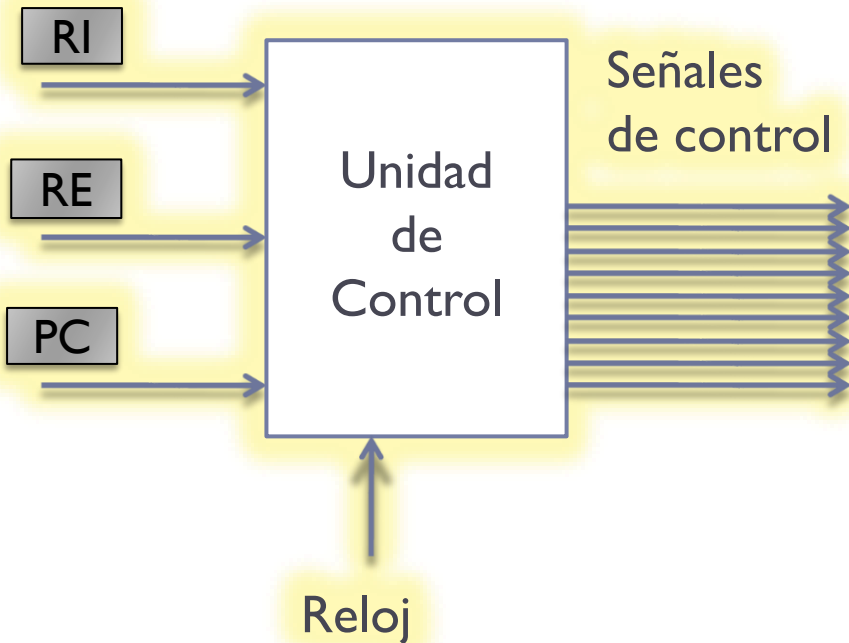
# Motivación



- La Unidad de Control es el director de orquesta:
  - coordina el funcionamiento del resto de los elementos
- El estudio de la Unidad de Control es importante

# Unidad de control

---



## ▶ Entrada:

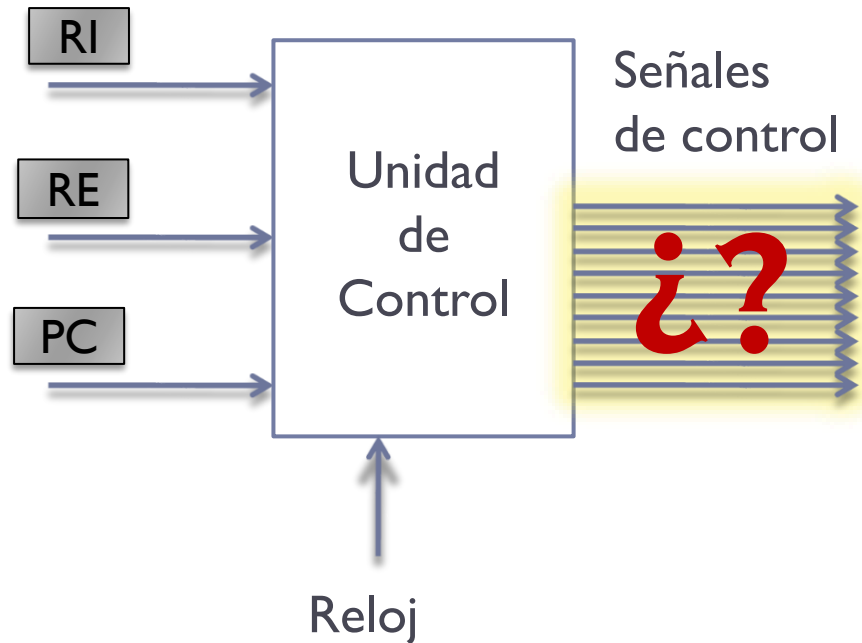
- ▶ Instrucción en ejecución
- ▶ Registro de estado
- ▶ Contador de programa

## ▶ Salida:

- ▶ Señales de control y estado externas a la UCP

# Objetivos

---

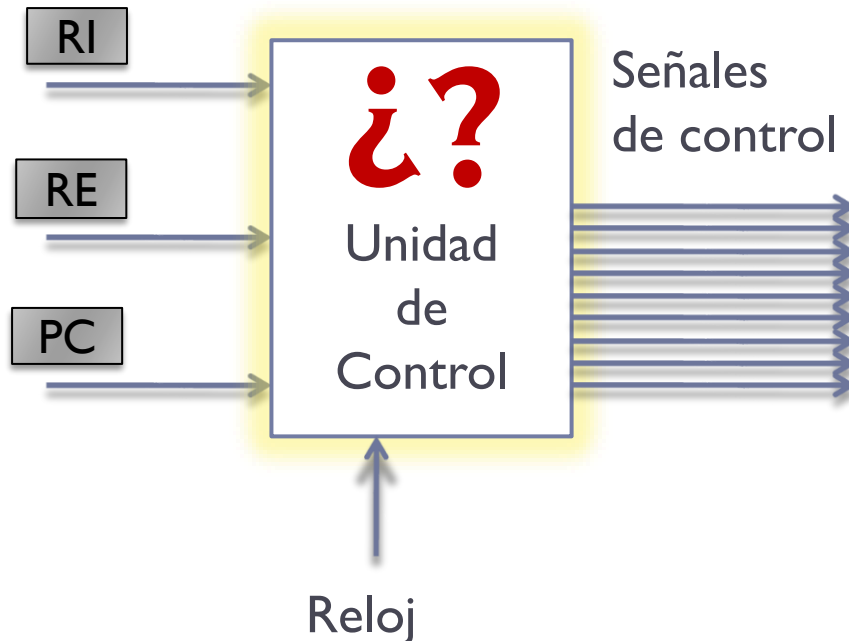


- Conocer las señales de control típicas en un computador que genera la U.C.



# Objetivos

---



- ▶ Conocer las señales de control típicas en un computador que genera la U.C.
  - ▶ Conocer la forma de:
    - ▶ Especificar
    - ▶ Diseñar
- La unidad de control

# Contenidos

---

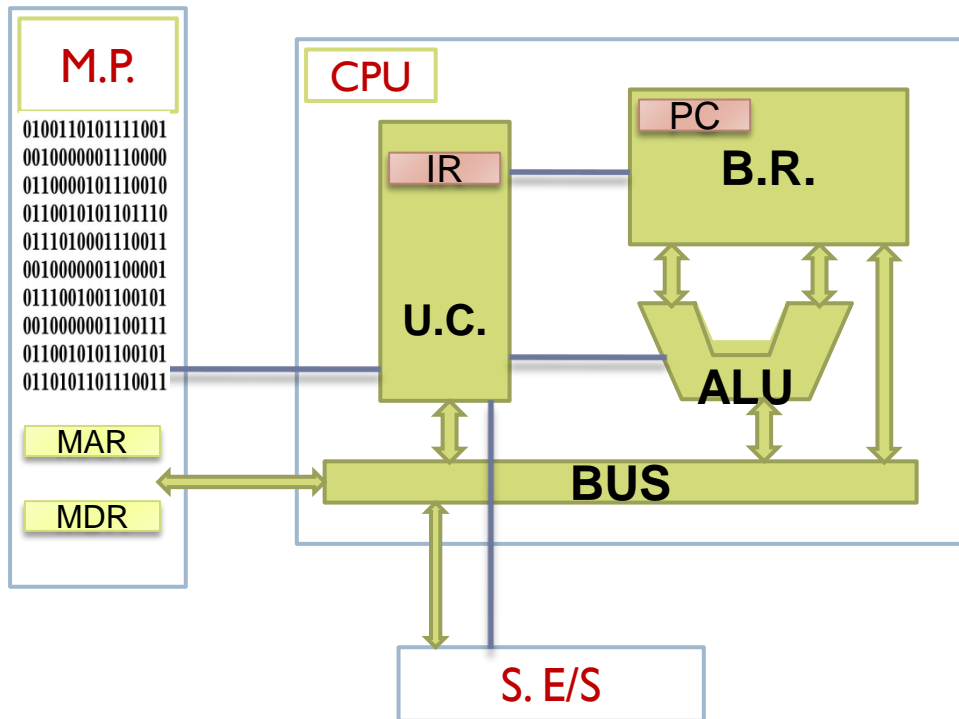
## 1. **Introducción**

1. Motivación y objetivos
2. **Funciones básicas de la unidad de control**
3. Señales de control y operaciones elementales

## 2. **Computador elemental:**

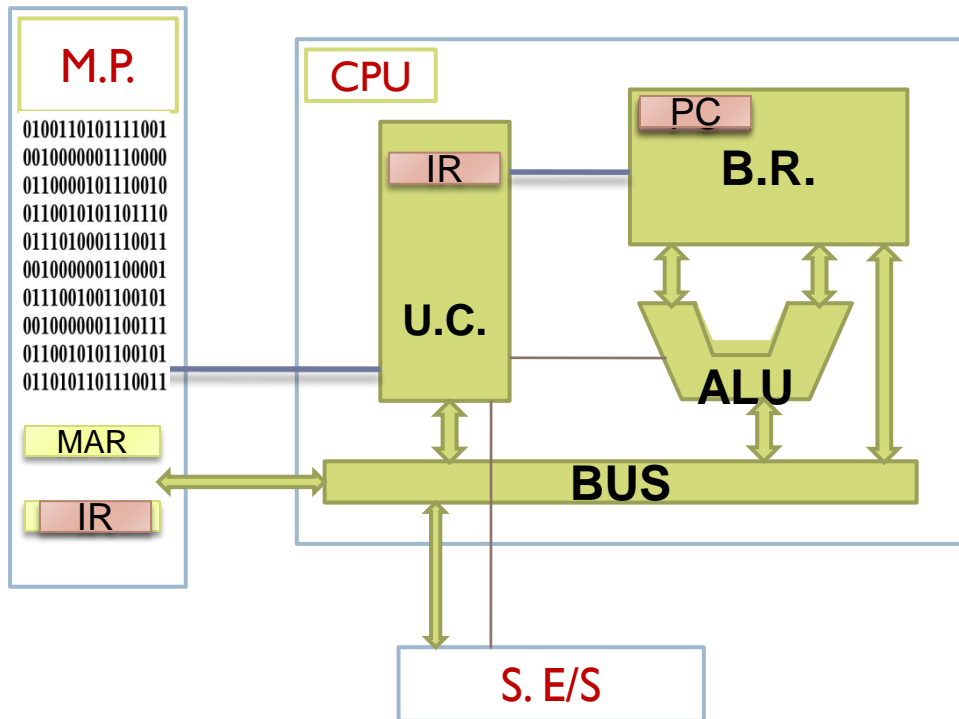
1. Estructura del computador elemental
2. Señales de control
3. Operaciones elementales

# Funciones de la unidad de control (1)



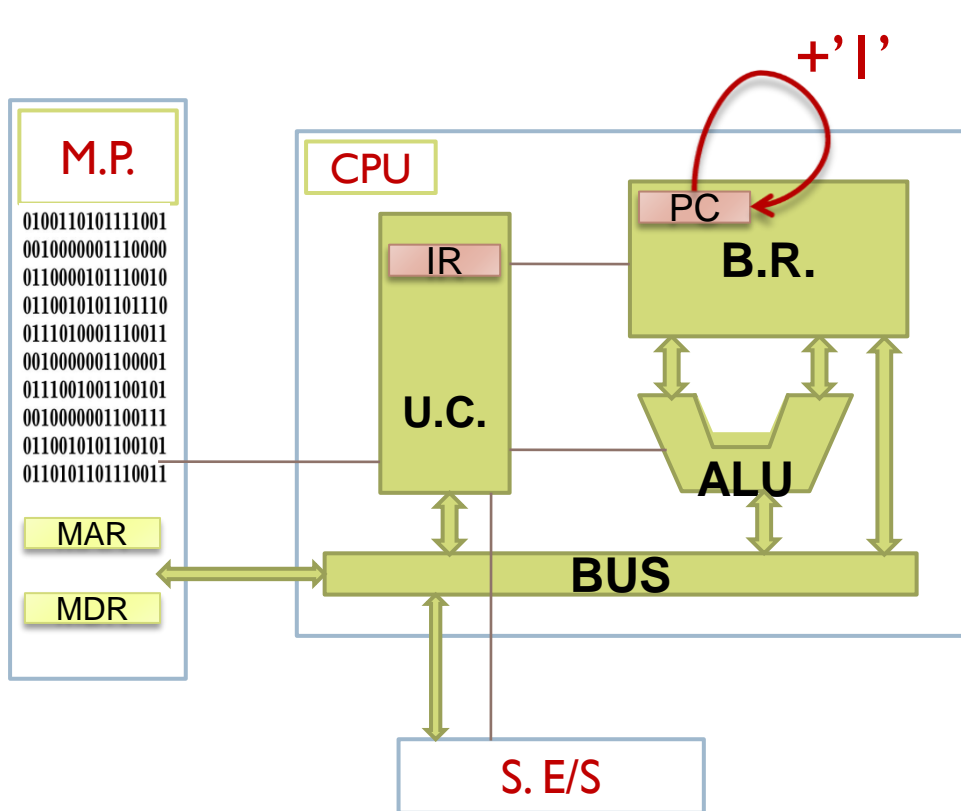
- Leer de memoria principal la instrucción apuntada por el PC
- Incrementar PC
- Decodificar instrucción
- Hacer que se ejecute la instrucción

# Funciones de la unidad de control (1)



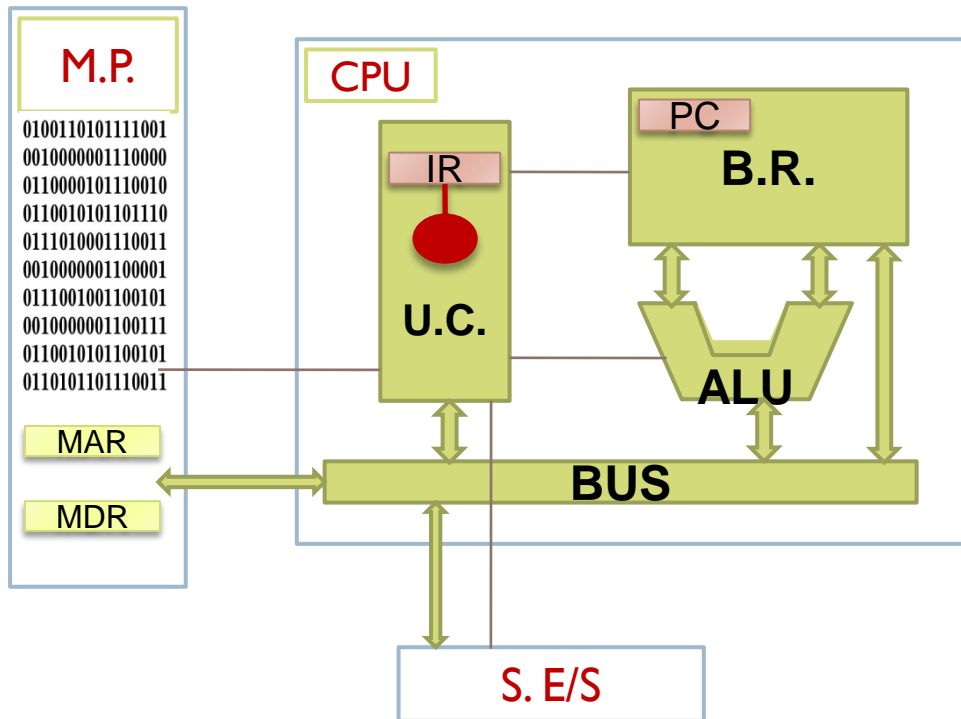
- Leer de memoria principal la instrucción apuntada por el PC
- Incrementar PC
- Decodificar instrucción
- Hacer que se ejecute la instrucción

# Funciones de la unidad de control (1)



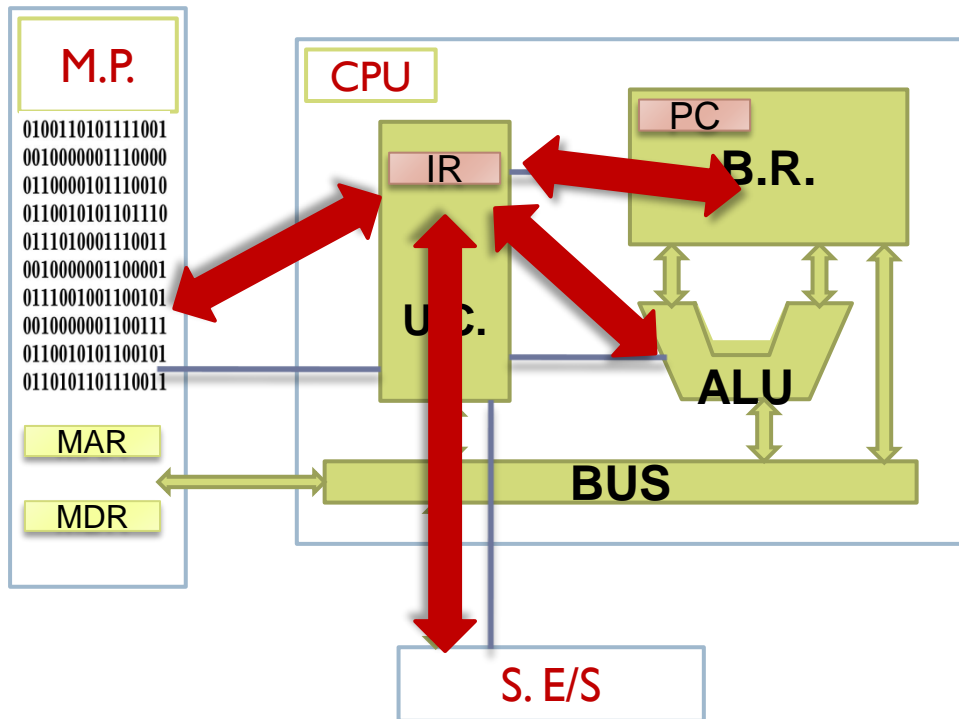
- Leer de memoria principal la instrucción apuntada por el PC
- Incrementar PC
- Decodificar instrucción
- Hacer que se ejecute la instrucción

# Funciones de la unidad de control (1)



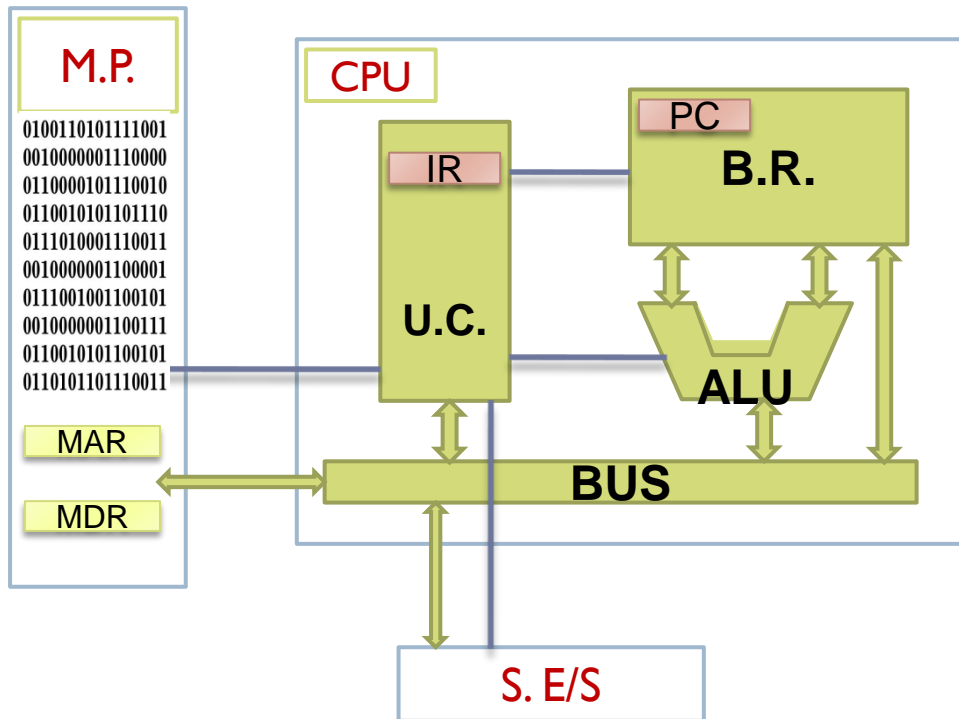
- Leer de memoria principal la instrucción apuntada por el PC
- Incrementar PC
- **Decodificar instrucción**
- Hacer que se ejecute la instrucción

# Funciones de la unidad de control (1)



- Leer de memoria principal la instrucción apuntada por el PC
- Incrementar PC
- Decodificar instrucción
- Hacer que se ejecute la instrucción

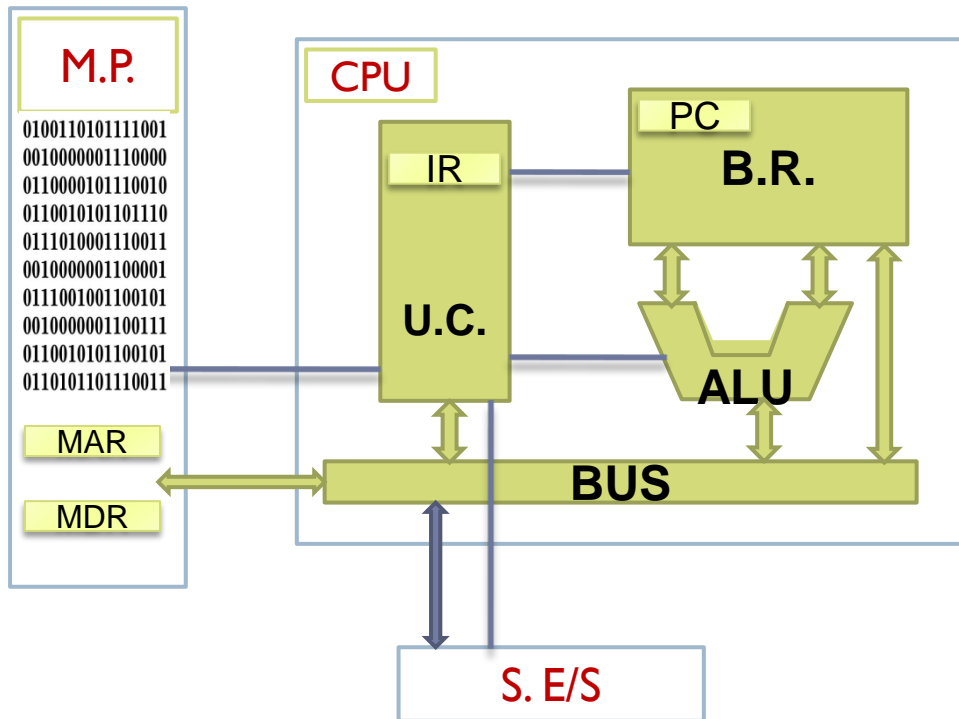
# Funciones de la unidad de control (1)



- Leer de memoria principal la instrucción apuntada por el PC
- Incrementar PC
- Decodificar instrucción
- Hacer que se ejecute la instrucción



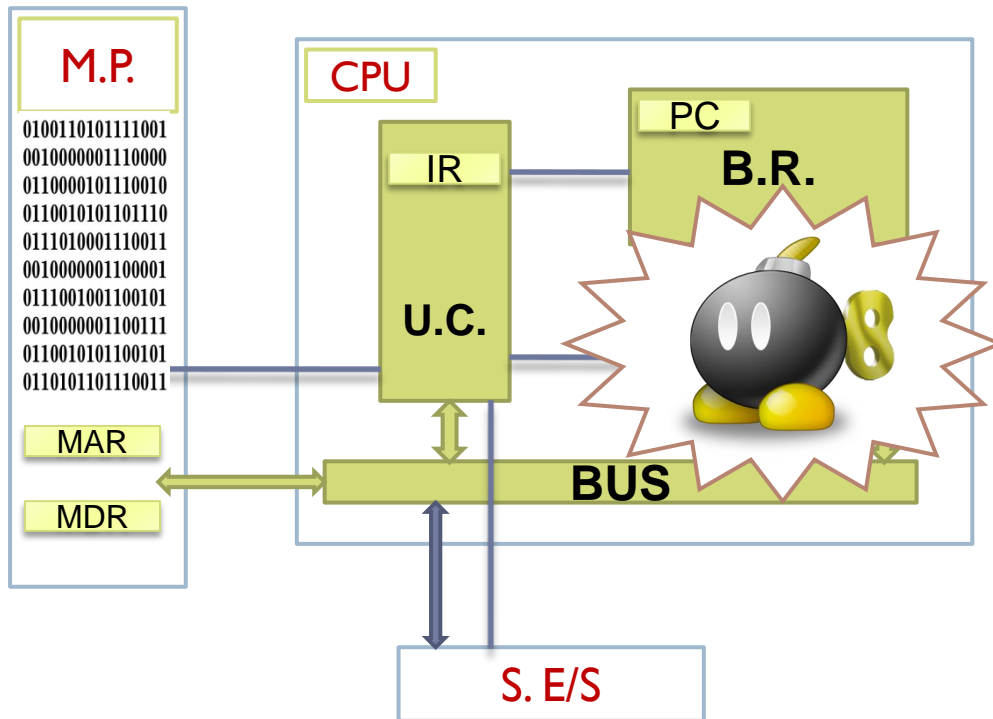
# Funciones de la unidad de control (2)



## ► Además:

- Resolver situaciones anómalas
- Atender las interrupciones
- Controlar la comunicación con los periféricos

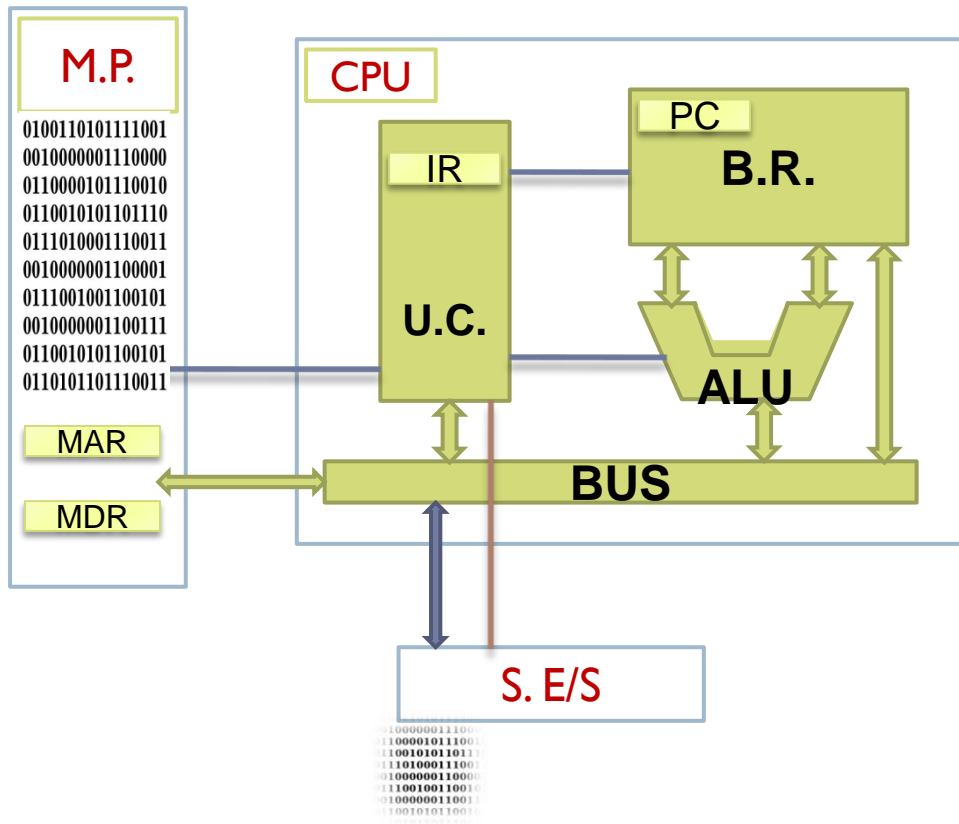
# Funciones de la unidad de control (2)



## ► Además:

- Resolver situaciones anómalas
- Atender las interrupciones
- Controlar la comunicación con los periféricos

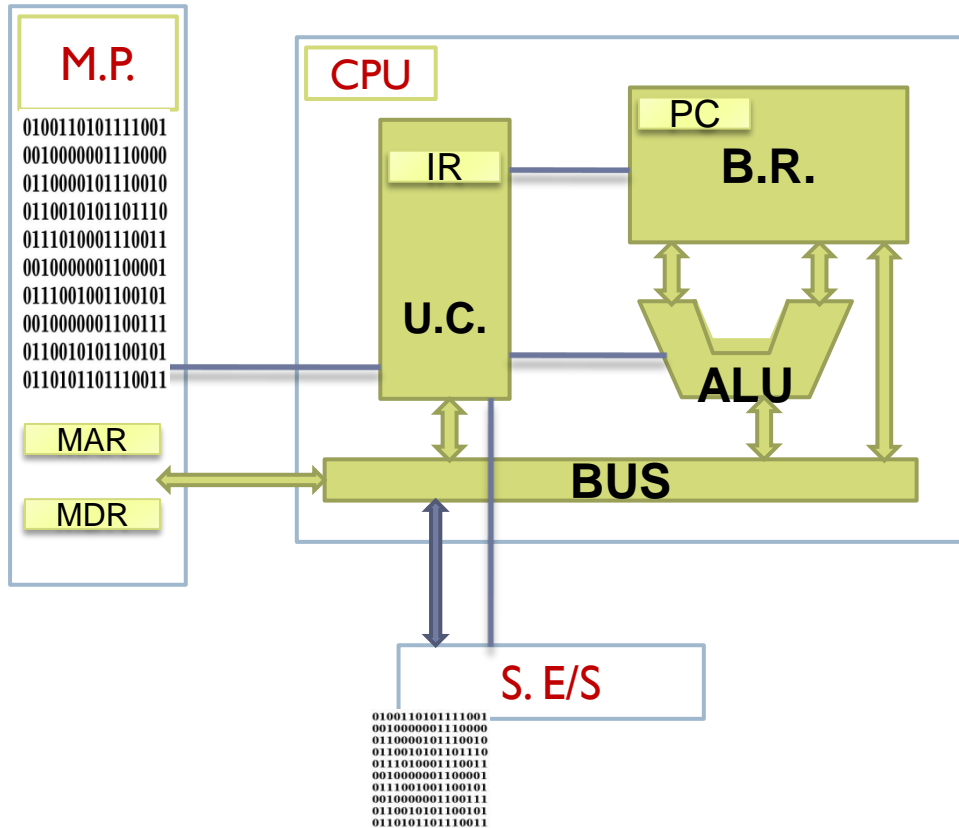
# Funciones de la unidad de control (2)



## ► Además:

- Resolver situaciones anómalas
- **Atender las interrupciones**
- Controlar la comunicación con los periféricos

# Funciones de la unidad de control (2)



## ► Además:

- Resolver situaciones anómalas
- Atender las interrupciones
- **Controlar la comunicación con los periféricos**

# Contenidos

---

## 1. Introducción

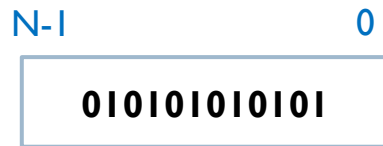
1. Motivación y objetivos
2. Funciones básicas de la unidad de control
3. **Señales de control y operaciones elementales**

## 2. Computador elemental:

1. Estructura del computador elemental
2. Señales de control
3. Operaciones elementales

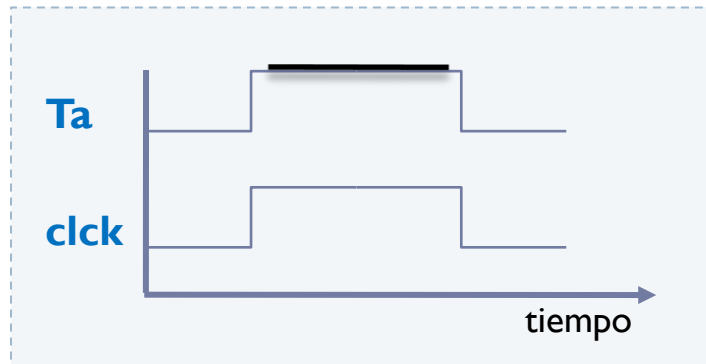
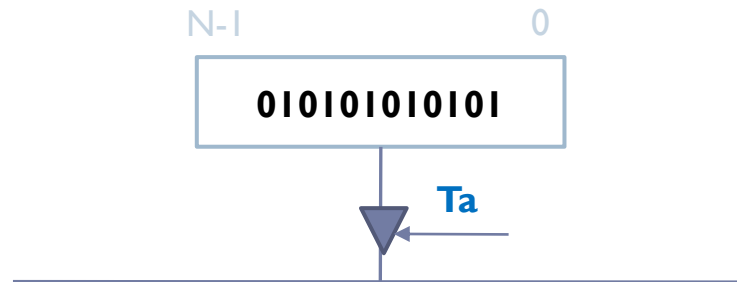
# Registro y bus

---



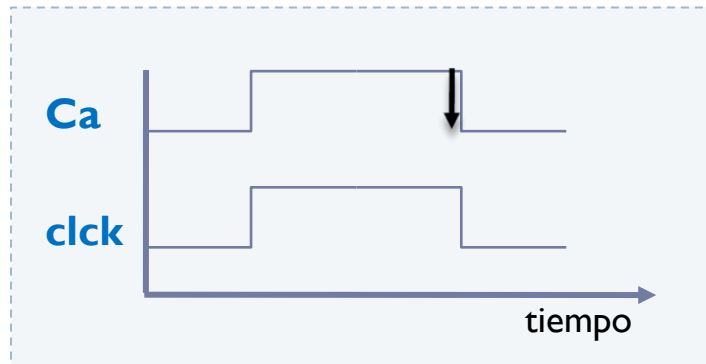
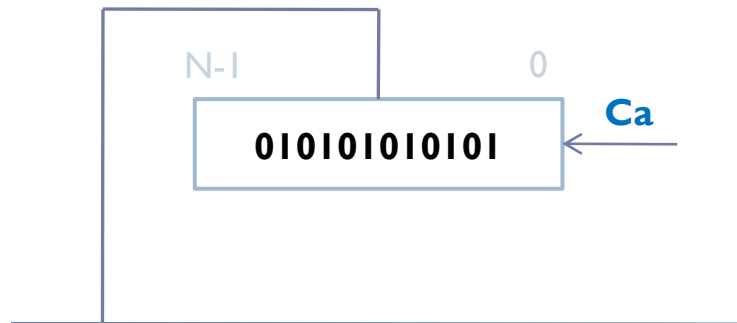
- ▶ **Registro**
  - ▶ Permite almacenar varios bits
- ▶ **Bus**
  - ▶ Permite transmitir varios bits entre dos elementos conectados a él

# Señales: triestado de salida



- ▶ **Triestado**
  - ▶ Se coloca entre los elementos y el bus
  - ▶ Permite mandar al bus unos datos
- ▶ **IMPORTANTE**
  - ▶ No se puede activar dos o más triestados al mismo bus y al mismo tiempo

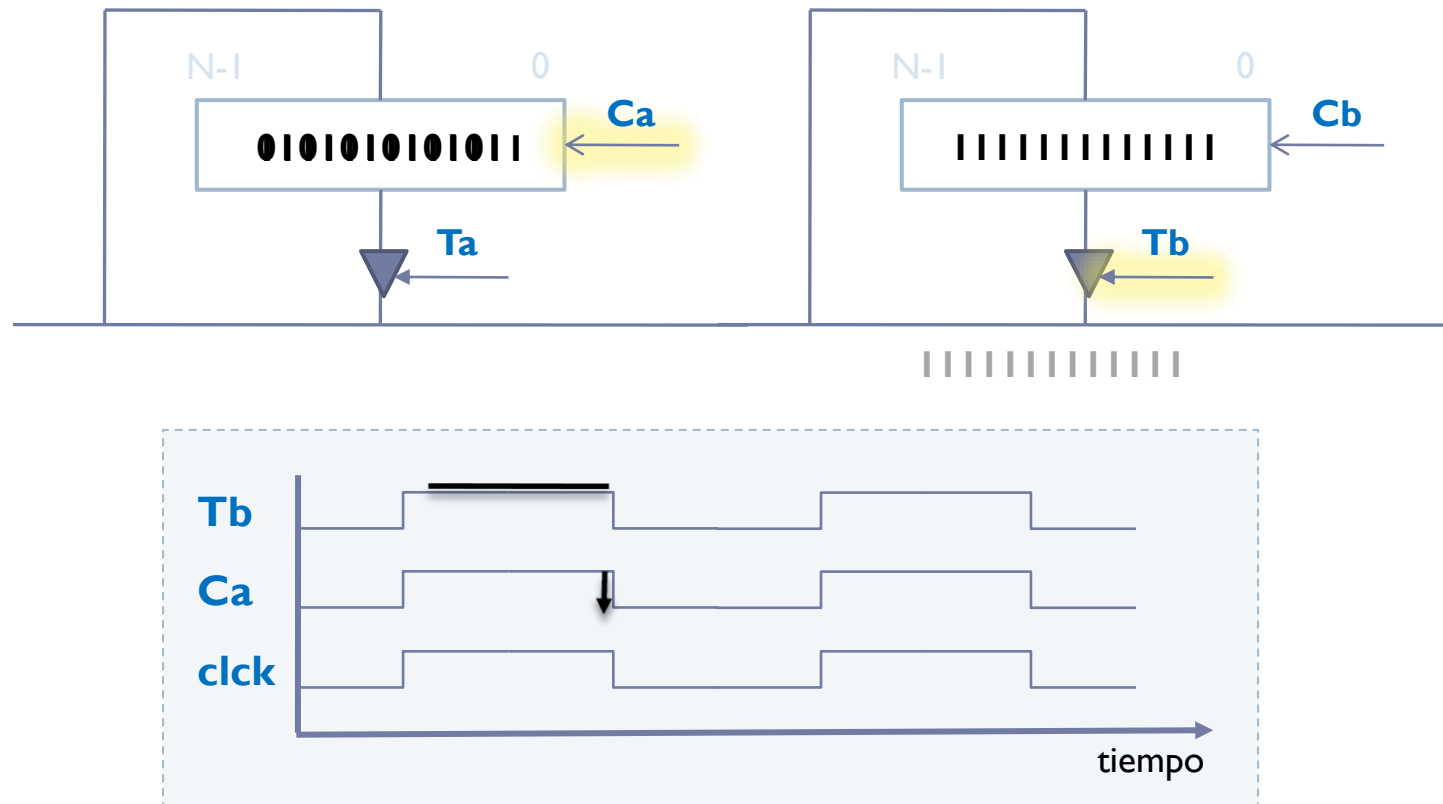
# Señales: carga en registro



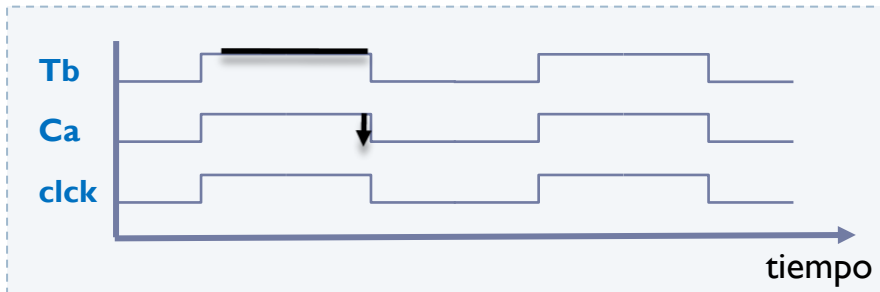
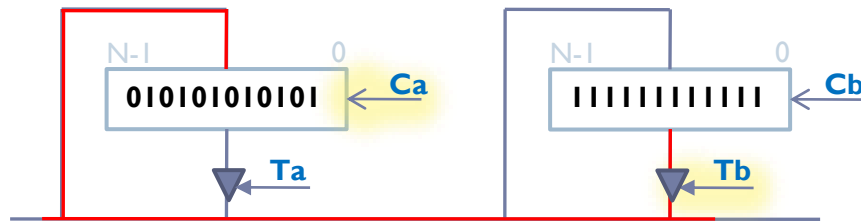
- ▶ Carga en registro
  - ▶ Permite almacenar en el flanco de reloj el valor que esté a la entrada
    - ▶ Durante el nivel del ciclo el registro mantiene el valor antiguo
    - ▶ Al final del ciclo es cuando se actualiza
- ▶ **IMPORTANTE**
  - ▶ Por tanto, en el siguiente ciclo se verá a la salida el nuevo valor



# Secuencia de señales



# Ejemplo de operación elemental de transferencia



## ► Operación elemental de transferencia:

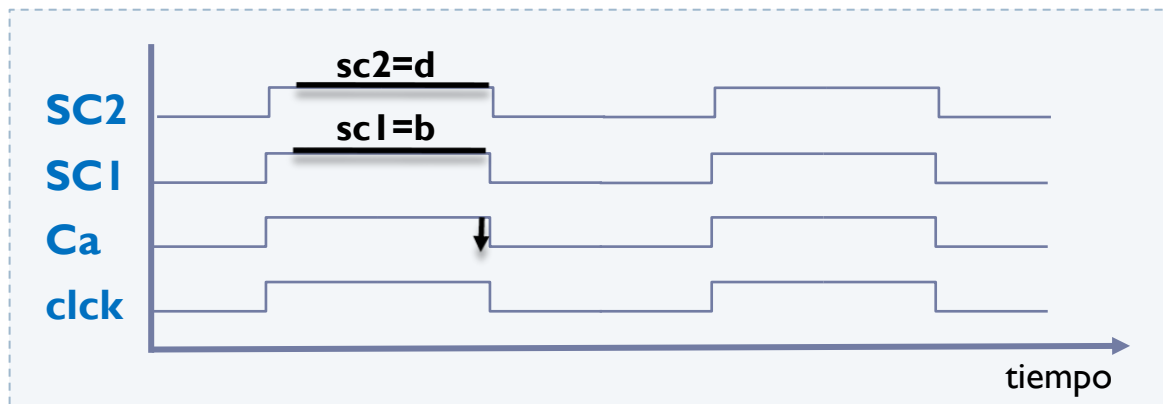
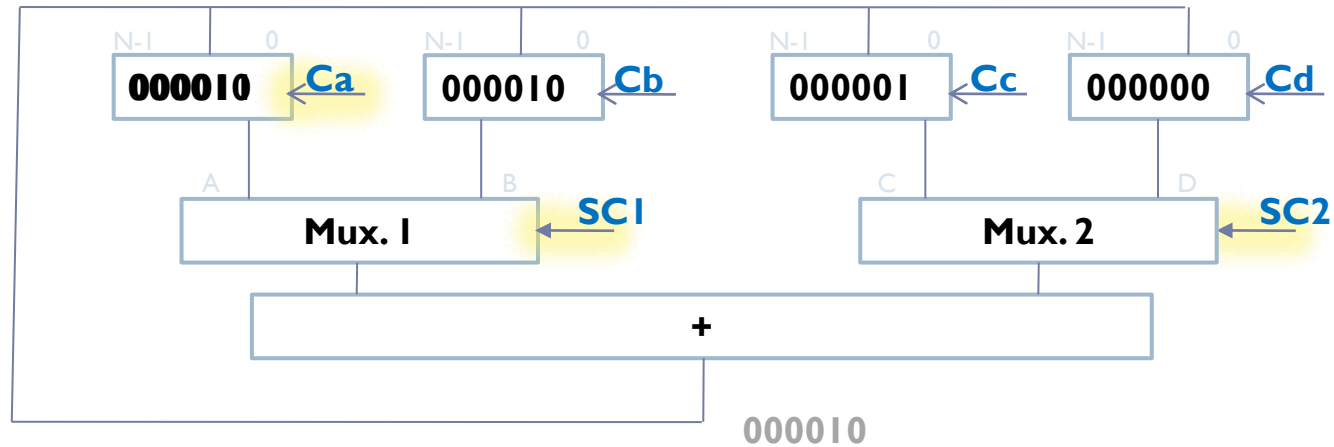
- Elemento de almacenamiento origen
- Elemento de almacenamiento destino
- Se establece un camino

xx:  $A \leftarrow B$  [Tb, Ca]

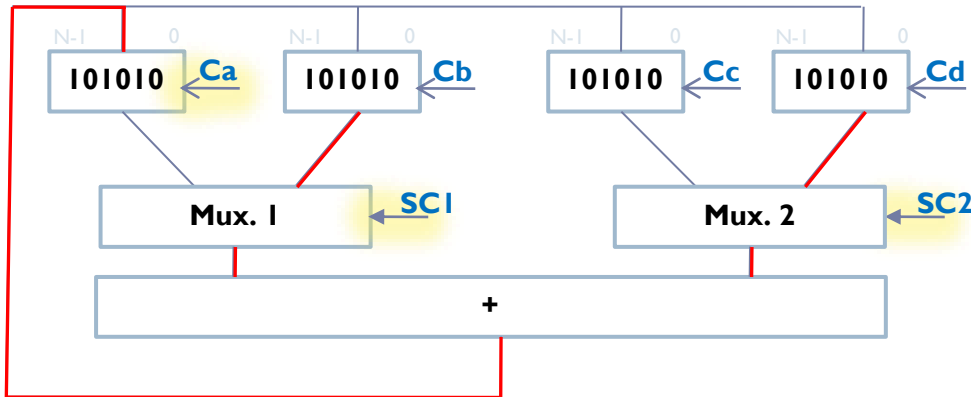
## ► IMPORTANTE

- Establecer el camino entre origen y destino en un mismo ciclo
- En un mismo ciclo NO:
  - se puede atravesar un registro
  - se pasará por un bus 2 veces

# Secuencia de señales



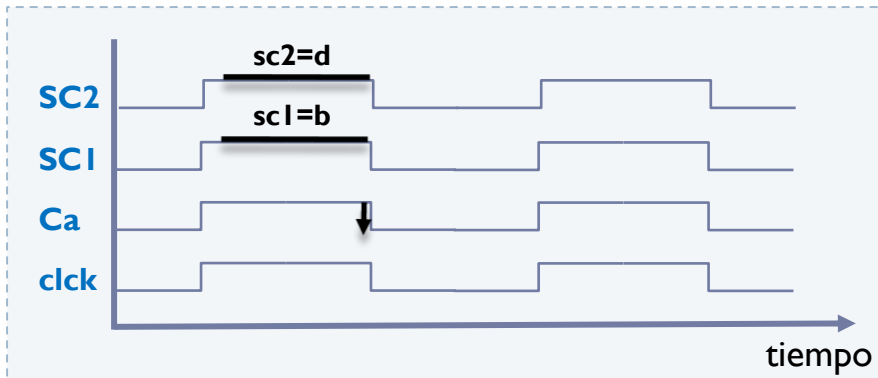
# Ejemplo de operación elemental de procesamiento



## ► Operación elemental de procesamiento:

- Elemento(s) de origen
- Elemento destino
- Operación de transformación en el camino

$yy: A \leftarrow B+C$  [ $SC1=b, SC2=d, Ca$ ]



## ► IMPORTANTE

- Establecer el camino entre origen y destino en un mismo ciclo
- En un mismo ciclo NO:
  - se puede atravesar un registro
  - se pasará por un bus 2 veces

# Operaciones elementales

---

## Clasificación de operaciones elementales:

### a) Operaciones de transferencia:

- ▶ Elemento de almacenamiento origen
- ▶ Elemento de almacenamiento destino
- ▶ Se establece un camino



xx:  $A \leftarrow B$

### b) Operaciones de proceso:

- ▶ Elemento/s origen
- ▶ Elemento destino
- ▶ Operación que transforma la información en su camino



yy:  $A \leftarrow \varphi(B)$

# Contenidos

---

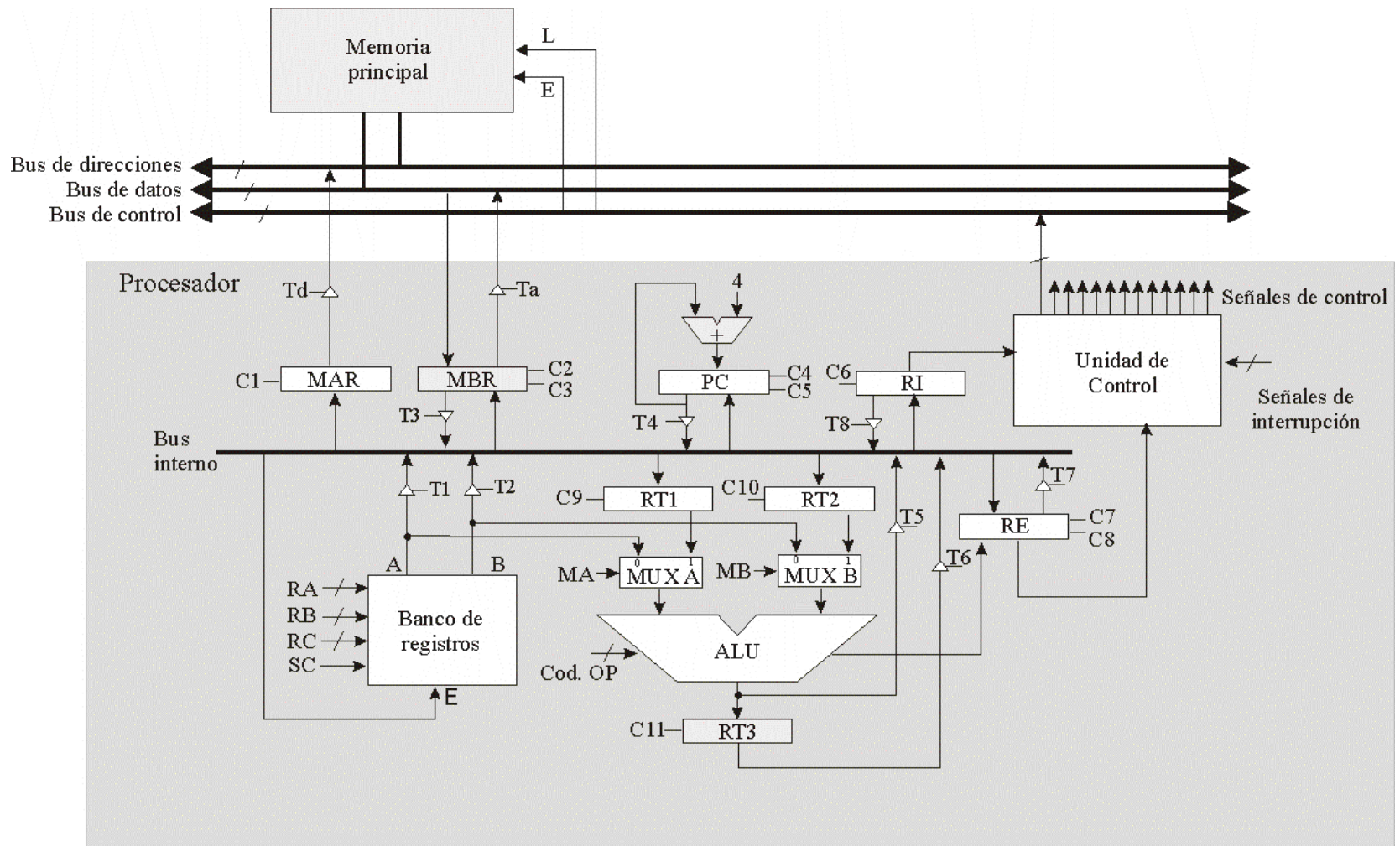
## 1. Introducción

1. Motivación y objetivos
2. Funciones básicas de la unidad de control
3. Señales de control y operaciones elementales

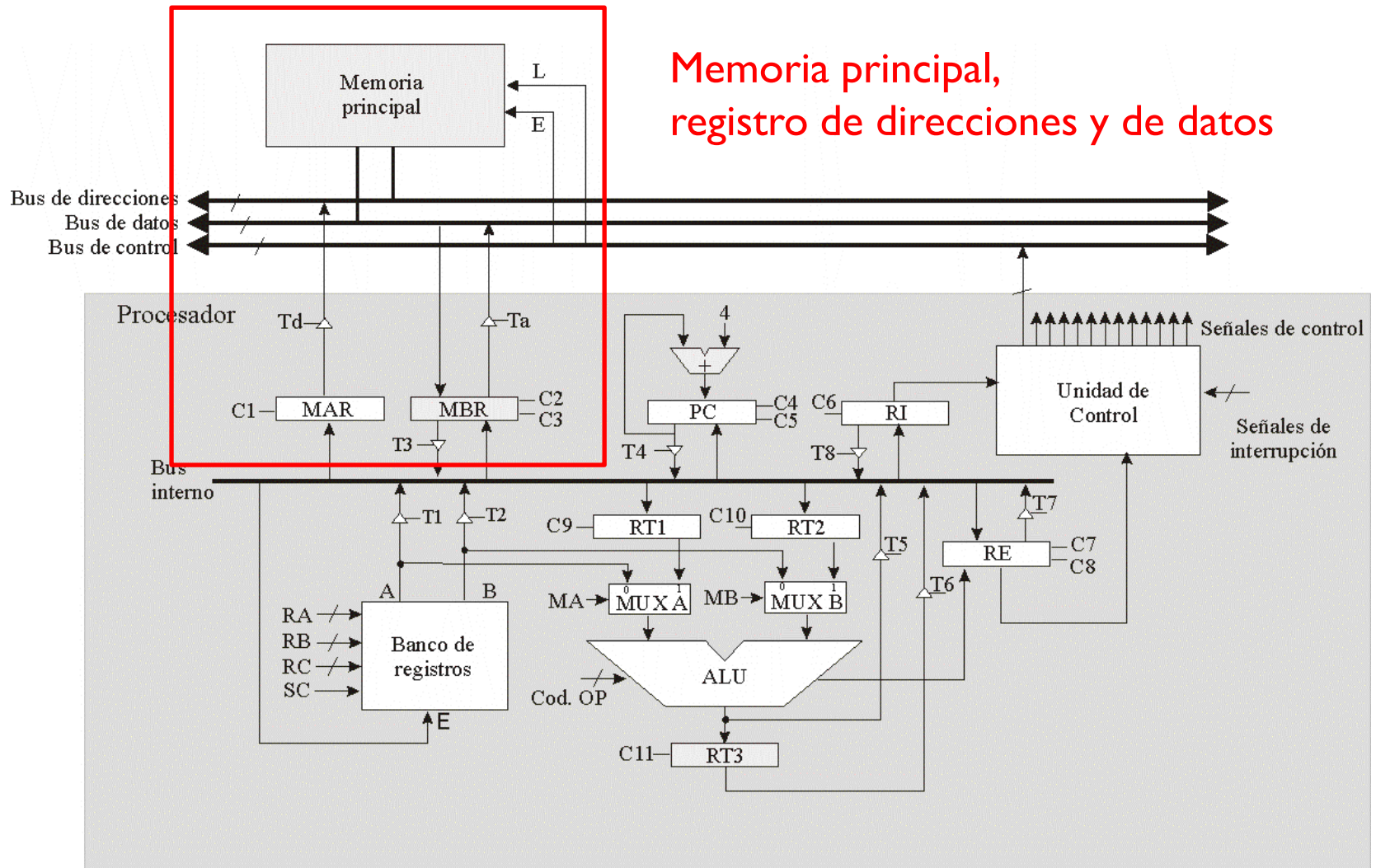
## 2. **Computador elemental:**

1. **Estructura del computador elemental**
2. **Señales de control**
3. Operaciones elementales

# Estructura de un computador elemental

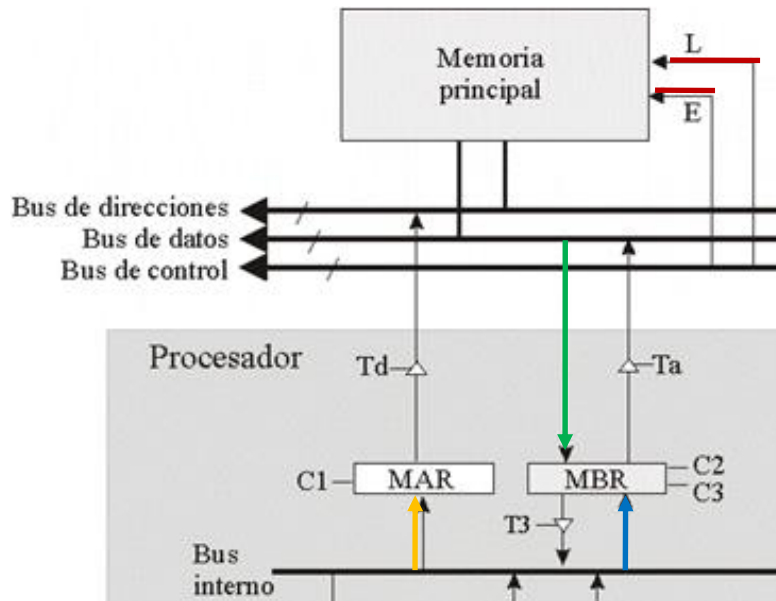


# Estructura de un computador elemental





# Señales de control



## Nomenclatura:

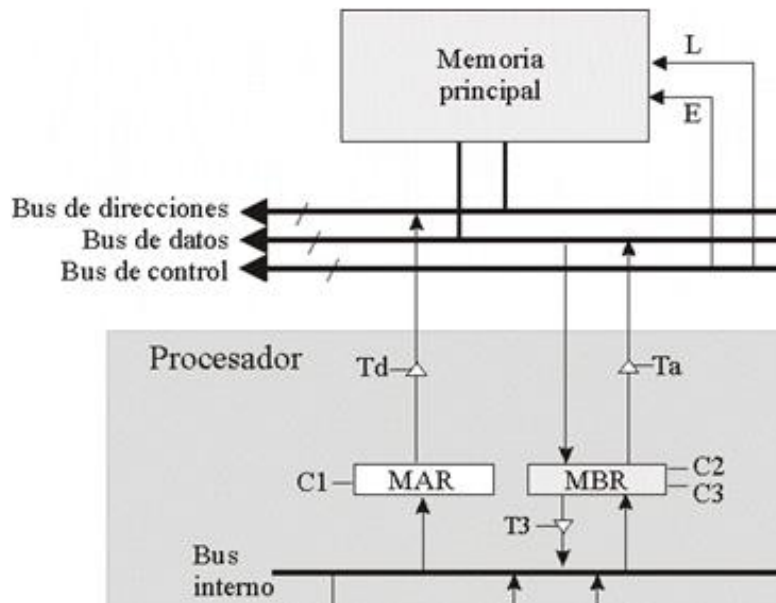
- MAR -> registro de direcciones
- MBR -> registro de datos
- Tx -> Señal de activación triestado
- Cx -> Señal de carga de registro

## ► Memoria principal

- L – Lectura
- E – Escritura
- C1 – del bus interno al MAR
- C2 – del bus de datos al MBR
- C3 – del bus interno al MBR
- Td – salida del MAR al bus de direcciones
- Ta – salida del MBR al bus de direcciones
- T3 – salida del MBR al bus interno

# Ejemplo

## operaciones elementales para usar la memoria



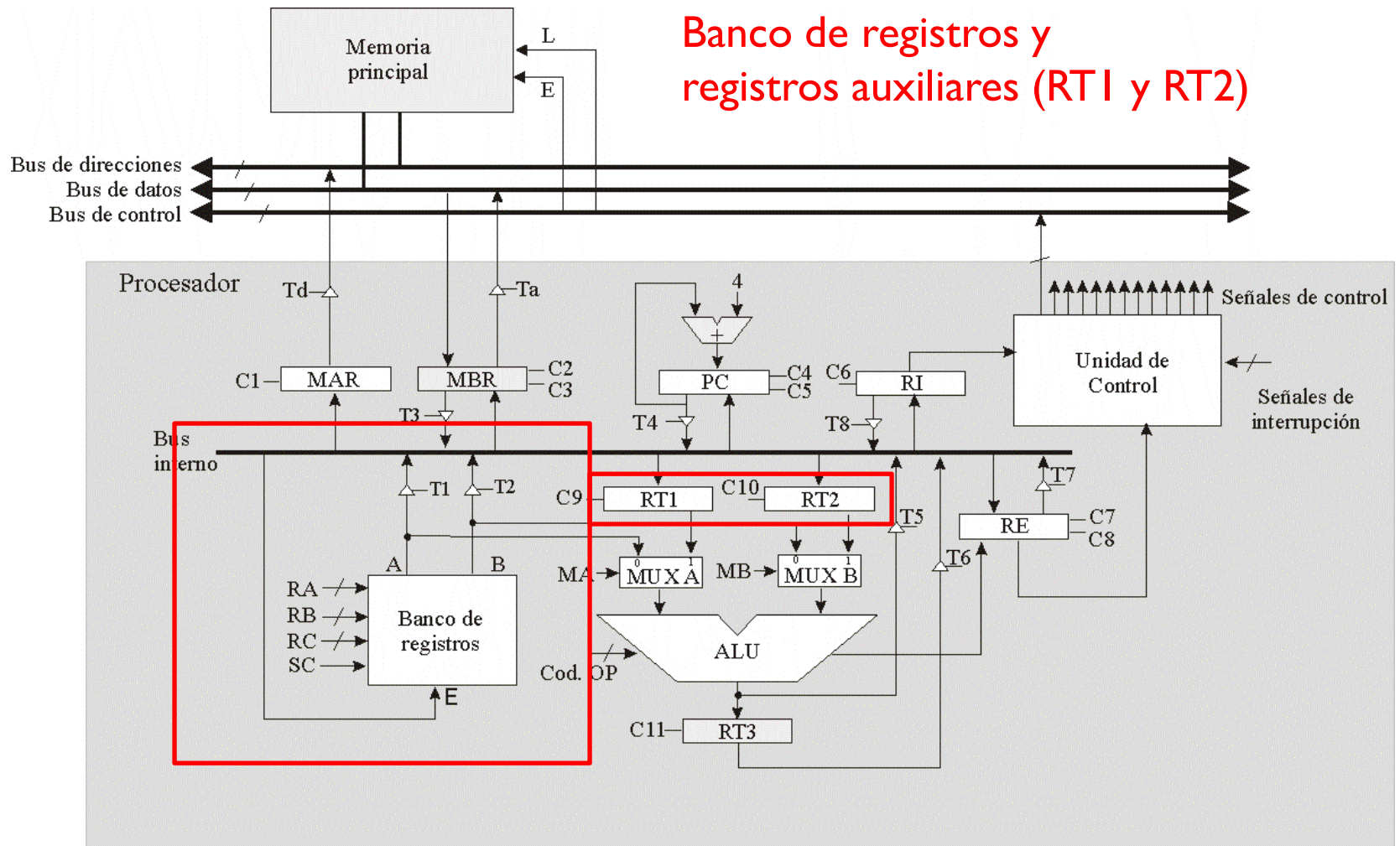
### ► Lectura

- $MAR \leftarrow \langle \text{dirección} \rangle (CI)$
- Ciclo lectura ( $T_d, L$ )
- $MBR \leftarrow MP[D] (T_d, L, C2)$

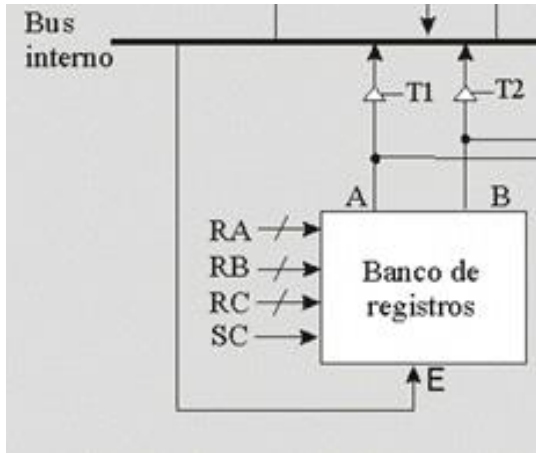
### ► Escritura

- $MAR \leftarrow \langle \text{dirección} \rangle (... , CI)$
- $MBR \leftarrow \langle \text{dato} \rangle (... , C3)$
- Ciclo de escritura ( $T_a, T_d, E$ )

# Estructura de un computador elemental



# Señales de control



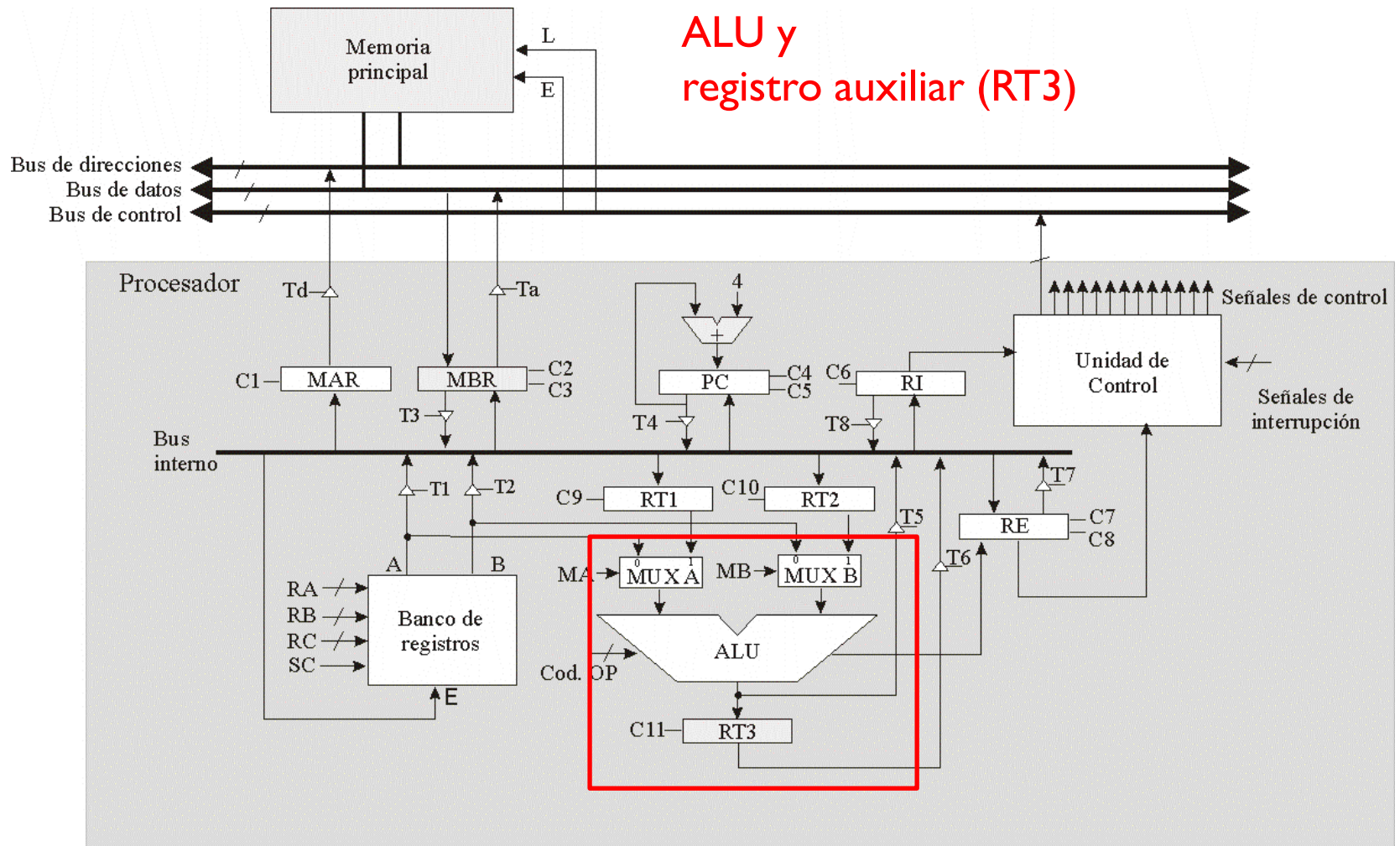
## Nomenclatura:

- Y -> puerta de entrada/salida
- Tx -> Señal de activación triestado
- Rx -> señal de selección de registro
- SC -> Señal de carga de registro

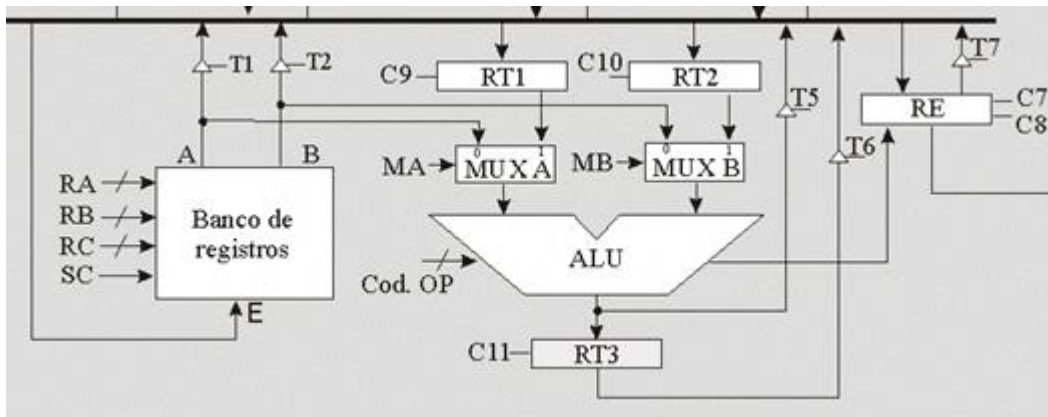
## ► Banco de registros

- A – salida del B.R. por A
- B – salida del B.R. por B
- E – entrada del B.R. por E
- RA – selección registro por A
- RB – selección registro por B
- RC – selección registro por **E**
- SC – escritura en registro
- T1 – salida del B.R. al bus interno por A
- T2 – salida del B.R. al bus interno por B

# Estructura de un computador elemental



# Señales de control

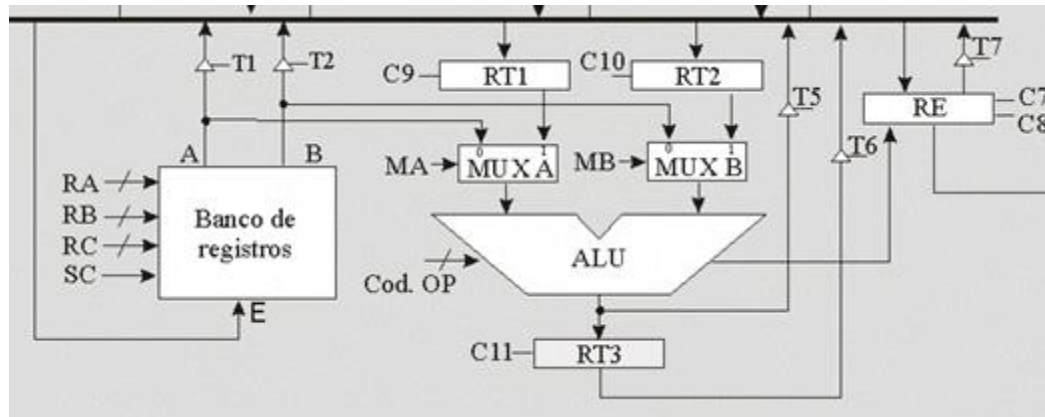


## ► ALU

- C9 – bus interno al registro RT1
- C10 – bus interno al registro RT2
- MA – selección de operador: A ó RT1
- MB – selección de operador: B ó RT2
- Cod. OP – operación a realizar en la ALU (+,-,...)
- C11 – resultado de la ALU a registro RT3
- T5 – resultado de la ALU al bus interno
- T6 – salida de RT3 al bus interno

# Ejemplo

## operaciones elementales para usar la ALU

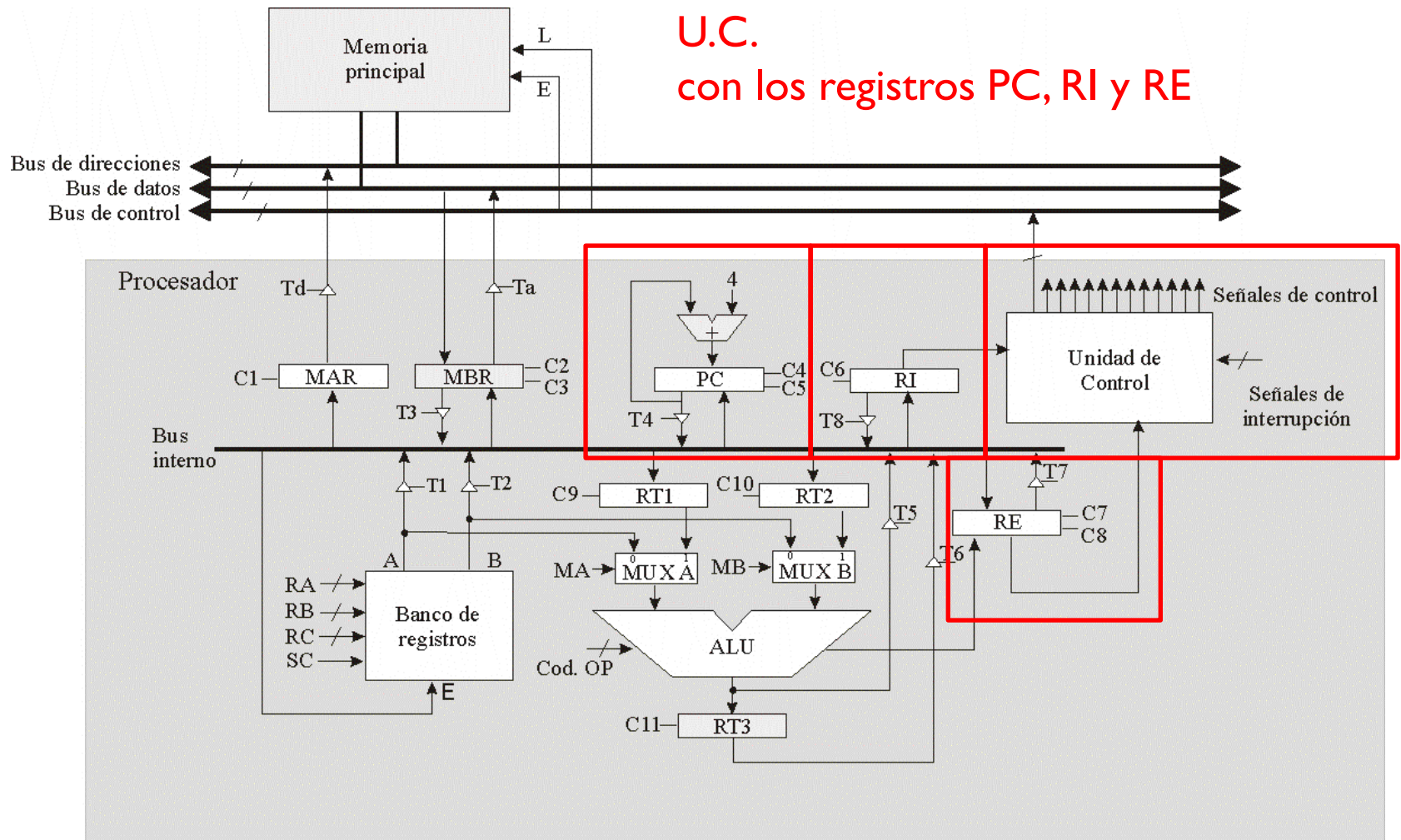


►  **$\$t3 = \$t1 + \$t2$**

►  $RA = \$t1, RB = \$t2, MA = 0, MB = 0, \text{cod.OP} = +, T5, RC = \$t3, SC = 1$

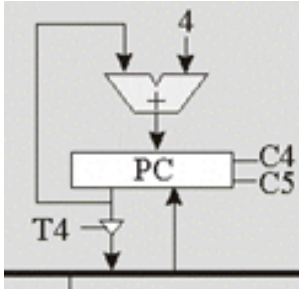


# Estructura de un computador elemental



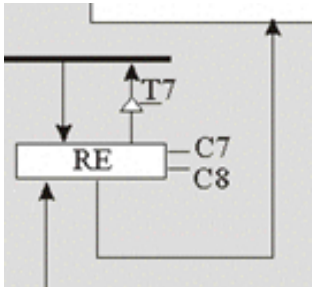


# Señales de control



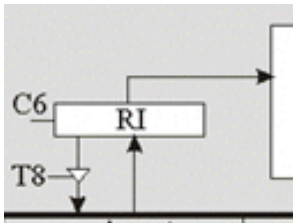
## ▶ Contador de programa PC:

- ▶  $C4 - PC \leftarrow PC + 4$
- ▶ C5 – del bus interno al PC
- ▶ T4 – de PC a bus interno



## ▶ Registro de estado RE:

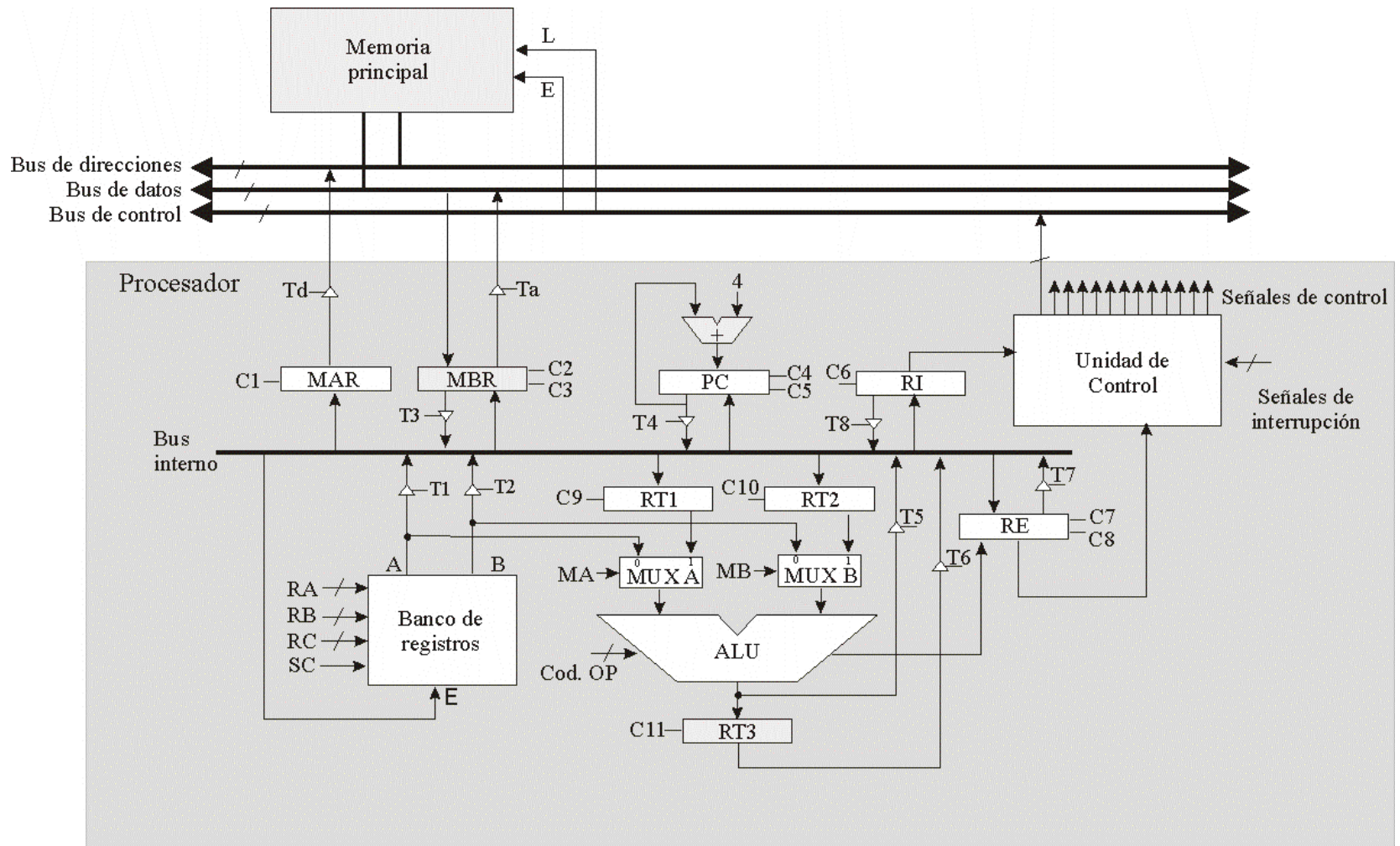
- ▶ C7 – de bus interno al RE
- ▶ C8 – de los flags de la ALU al RE
- ▶ T7 – del RE al bus interno



## ▶ Registro de instrucciones RI:

- ▶ C6 – del bus interno al RI
- ▶ T8 – de RI al bus interno

# Estructura de un computador elemental y señales de control



# Contenidos

---

## 1. Introducción

1. Motivación y objetivos
2. Funciones básicas de la unidad de control
3. Señales de control y operaciones elementales

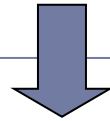
## 2. **Computador elemental:**

1. Estructura del computador elemental
2. Señales de control
3. **Operaciones elementales**

# Descripción de la actividad de la U.C.

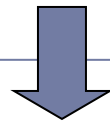
Instrucción

*mv R0 R1*

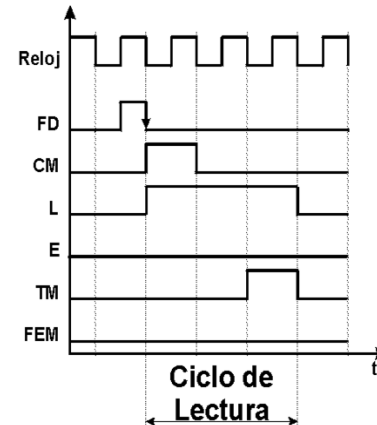


Secuencia de **operaciones elementales**

- $RI \leftarrow [PC]$
- $PC++$
- decodificación
- $R0 \leftarrow R1$

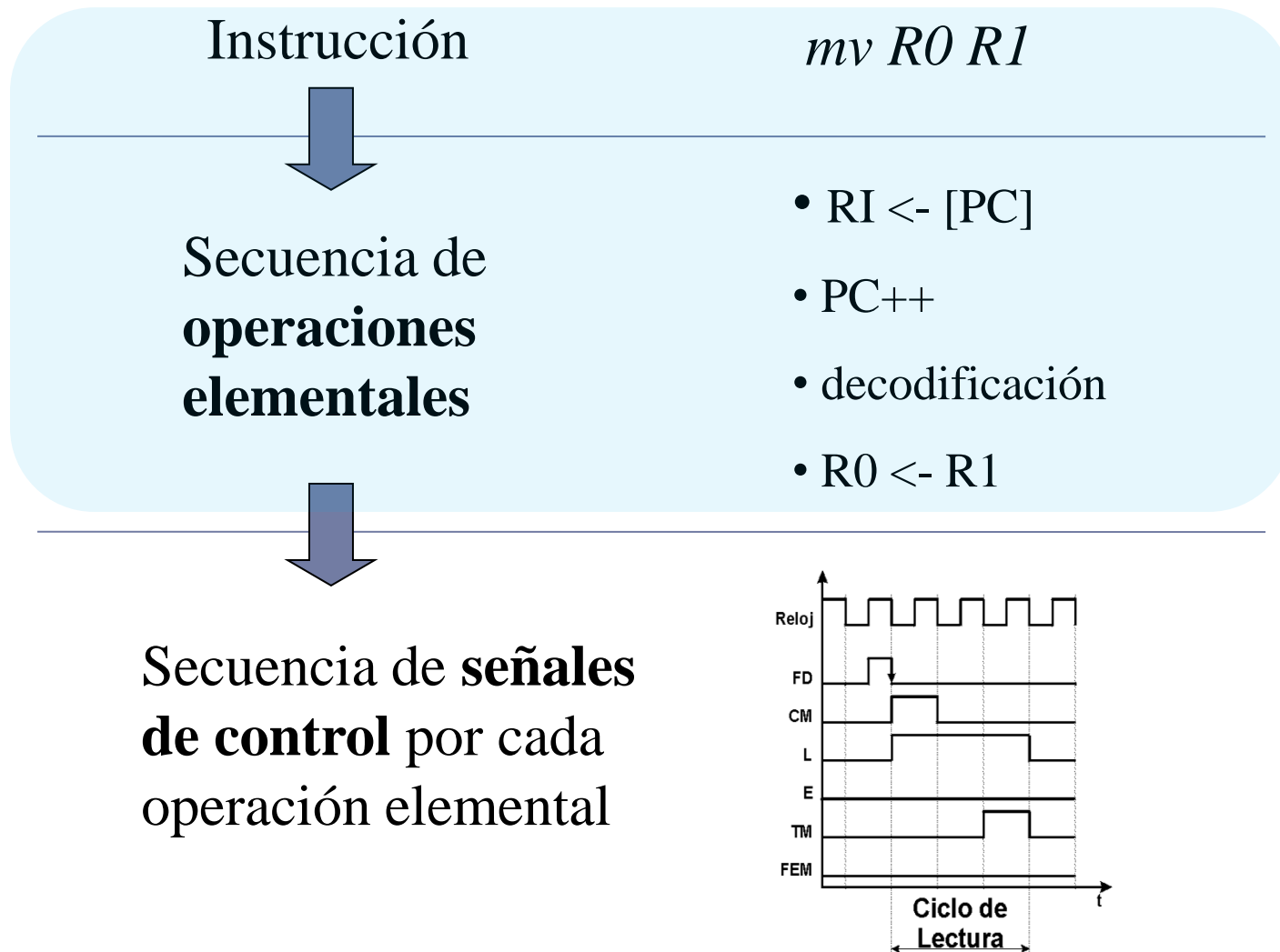


Secuencia de **señales de control** por cada operación elemental



+ nivel de detalle Hw.

# Descripción de la actividad de la U.C.



# Operaciones elementales asociadas a una instrucción de ensamblador

ADD (R<sub>2</sub>) R<sub>3</sub> (R<sub>4</sub>)

## A. Fetch

- 1.-  $MAR \leftarrow PC$
- 2.-  $RI \leftarrow Memoria(MAR)$
- 3.-  $PC \leftarrow PC + 'I'$
- 4.- Decodificación de la instrucción

## B. Traer operandos

- 5.-  $MAR \leftarrow R_4$
- 6.-  $R_{tmp} \leftarrow Memoria(MAR)$
- 7.-  $PC \leftarrow PC + 'I'$  (si es necesario...)

## C. Ejecutar

- 8.-  $R_{tmp} \leftarrow R_3 + R_{tmp}$

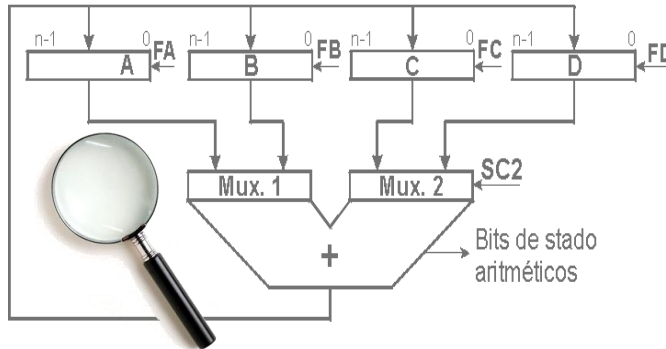
## D. Guardar resultados

- 9.-  $MBR \leftarrow R_{tmp}$
- 10.-  $MAR \leftarrow R_2$
- 11.-  $Memoria(MAR) \leftarrow MBR$

# Operaciones elementales asociadas a una instrucción de ensamblador

ADD (R<sub>2</sub>) R<sub>3</sub> (R<sub>4</sub>)

- Es preciso conocer que operaciones elementales son posibles en una arquitectura:



A ← A + C  
B ← A + D  
A ← A + B  
A ← C + D + A  
A ← D + D

1.- MAR ← PC  
2.- RI ← Memoria(MAR)  
3.- PC ← PC + 'I'  
4.- Decodificación de la instrucción

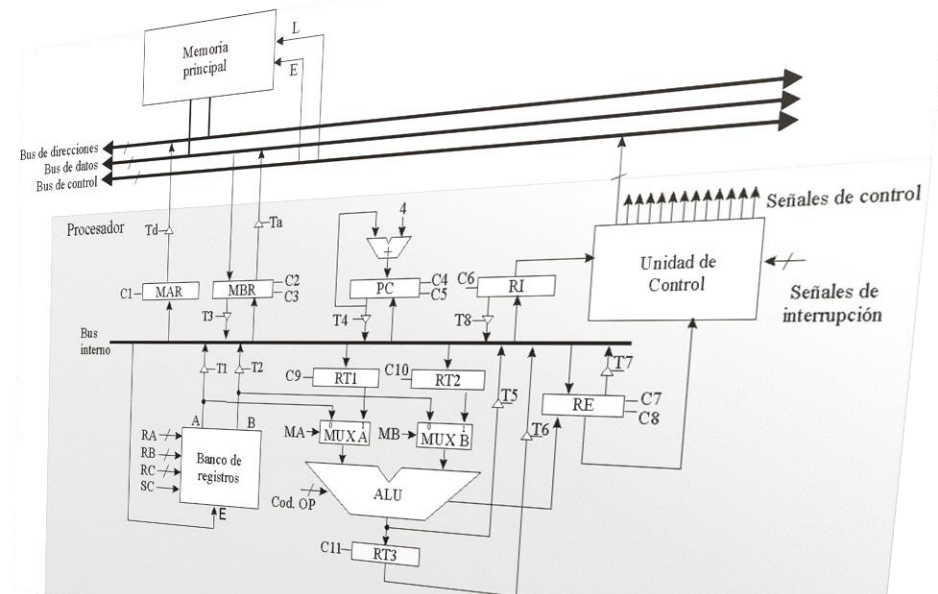
5.- MAR ← R<sub>4</sub>  
6.- R<sub>tmp</sub> ← Memoria(MAR)  
7.- PC ← PC + 'I' (si es necesario...)

8.- R<sub>tmp</sub> ← R<sub>3</sub> + R<sub>tmp</sub>

9.- MBR ← R<sub>tmp</sub>  
10.- MAR ← R<sub>2</sub>  
11.- Memoria(MAR) ← MBR

# Ejemplos de describir las O.E. asociadas a una instrucción

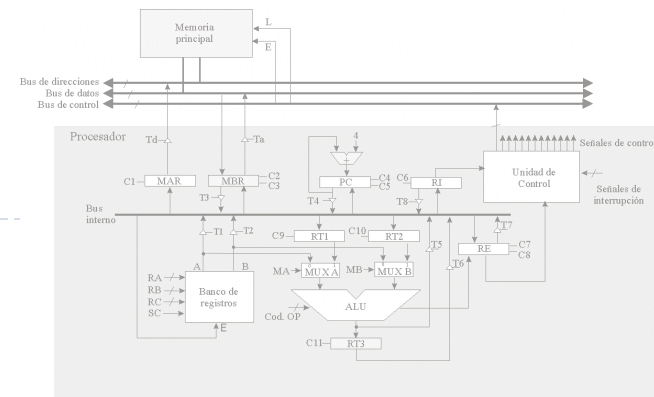
- ▶ ADD .4,.7
- ▶ LD .3,#734[.4++]
- ▶ SUB .12,[#1734[.13]]
- ▶ BZ #1342[.6]





# ADD .4,.7 (Operaciones elementales)

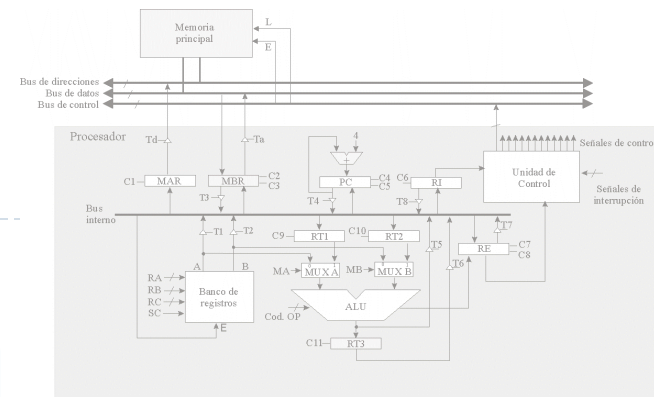
1.  $MAR \leftarrow PC$
2.  $L, PC \leftarrow PC + 'I'$
3.  $MBR \leftarrow \text{memoria}(MAR)$
4.  $RI \leftarrow MBR$
5. Decodificación de la instrucción leída
6.  $R_4 \leftarrow R_4 + R_7, RE \leftarrow \text{Bits de estado aritméticos}$



# LD .3,#734[.4++]

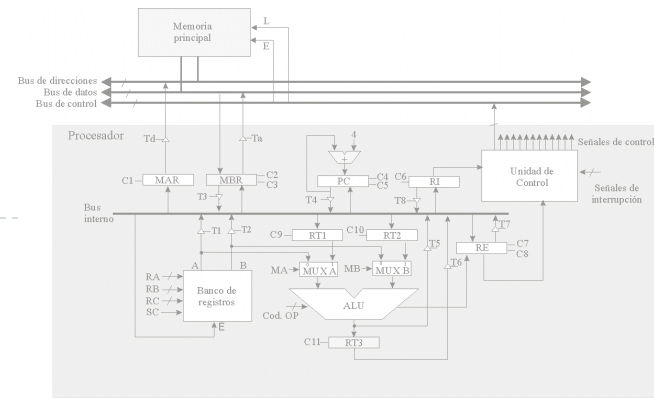
## (Operaciones elementales)

1.  $MAR \leftarrow PC$
2.  $L, PC \leftarrow PC + 'I'$
3.  $MBR \leftarrow \text{memoria}(MAR)$
4.  $RI \leftarrow MBR$
5. Decodificación de la instrucción leída
6.  $RT2 \leftarrow RI(734)$
7.  $MAR \leftarrow RT2 + R_4$
8. L
9.  $L, MBR \leftarrow \text{memoria}(MAR)$
10.  $R_3 \leftarrow MBR$
11.  $R_4 \leftarrow R_4 + I$



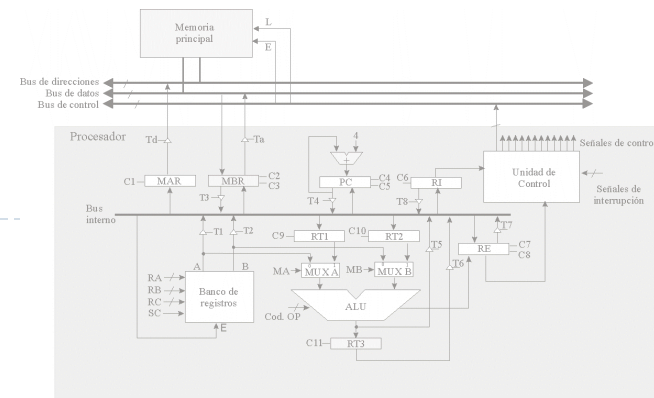
## (Operaciones elementales)

1.  $MAR \leftarrow PC$
2.  $L, PC \leftarrow PC + 'I'$
3.  $L, MBR \leftarrow memoria(MAR)$
4.  $RI \leftarrow MBR$
5. Decodificación de la instrucción leída
6.  $MAR \leftarrow PC$
7.  $L, PC \leftarrow PC + 'I'$
8.  $L, MBR \leftarrow memoria(MAR)$
9.  $RT2 \leftarrow MBR$
10.  $MAR \leftarrow RT2 + R_4$
11.  $L, R_4 \leftarrow R_4 + I$
12.  $L, MBR \leftarrow memoria(MAR)$
13.  $R_3 \leftarrow MBR$

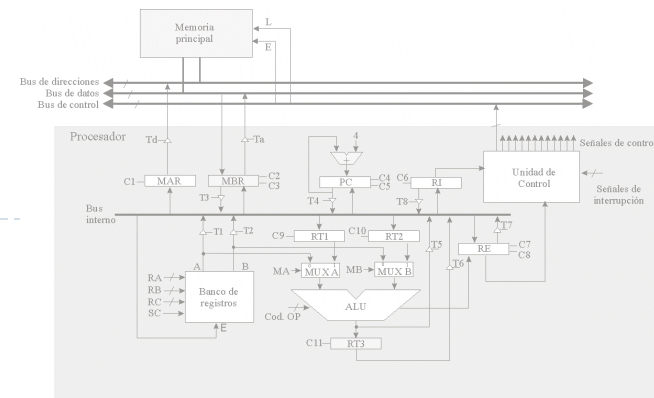


# SUB .12,[#1734[.13]] (Operaciones elementales)


1.  $MAR \leftarrow PC$
2.  $L, PC \leftarrow PC + 'I'$
3.  $L, MBR \leftarrow memoria(MAR)$
4.  $RI \leftarrow MBR$
5. Decodificación de la instrucción leída
6.  $RT2 \leftarrow RI(1734)$
7.  $MAR \leftarrow RT2 + R_{13}$
8. L
9.  $L, MBR \leftarrow memoria(MAR)$
10.  $MAR \leftarrow MBR$
11. L
12.  $L, MBR \leftarrow memoria(MAR)$
13.  $RT2 \leftarrow MBR$
14.  $R_{12} \leftarrow R_{12} - RT2$



# BZ #1342[.6] (Operaciones elementales)



1.  $MAR \leftarrow PC$
2.  $L, PC \leftarrow PC + 'I'$
3.  $MBR \leftarrow memoria(MAR)$
4.  $RI \leftarrow MBR$
5. Decodificación de la instrucción leída
6. Si no se cumple la condición, *entonces* saltar a FETCH
7.  $RT2 \leftarrow RI(I342)$
8.  $PC \leftarrow RT2 + R_6$
9. saltar a FETCH



# Tema 4 (I) El procesador



Grupo ARCOS

Estructura de Computadores  
Grado en Ingeniería Informática  
Universidad Carlos III de Madrid