

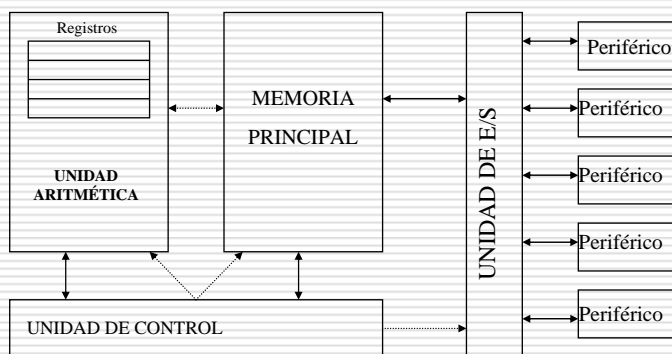


TEMA 4 ESTRUCTURA VON-NEUMANN DEL COMPUTADOR DIGITAL

- 1. ESTRUCTURA GENERAL DE UN COMPUTADOR VON-NEUMANN.**
 - Unidad de memoria (UM)
 - Unidad Aritmético Lógica (UAL)
 - Unidad de control (UC)
 - Buses.
 - Unidades de Entrada/Salida
- 2. FASES DE EJECUCIÓN DE LAS INSTRUCCIONES.**
 - Fase de búsqueda.
 - Fase de ejecución.
- 3. DISEÑO DE UN COMPUTADOR BÁSICO.**
- 4. JUEGO DE INSTRUCCIONES DEL COMPUTADOR DISEÑADO.**
 - Direccionamiento directo
 - Direccionamiento inmediato
 - Direccionamiento indirecto
- 5. CRONOGRAMAS COMPUTADOR DISEÑADO.**
- 6. DIFERENCIAS COMPUTADOR REAL – COMPUTADOR DISEÑADO**



1. ESTRUCTURA GENERAL DE UN COMPUTADOR VON-NEUMANN



- 1. UNIDAD DE MEMORIA PRINCIPAL**
- 2. UNIDAD ARITMÉTICO LÓGICA.**
- 3. UNIDAD DE CONTROL.**
- 4. UNIDAD DE ENTRADAS/SALIDAS.**
- 5. BUSES.**



1. ESTRUCTURA GENERAL DE UN COMPUTADOR VON-NEUMANN

1. UNIDAD DE MEMORIA PRINCIPAL

- Usada para almacenar información.
- Dividida en **celdas**, que se identifican mediante una **dirección**.
- La dirección nos permite acceder al contenido de la celda.
- En cada celda, se almacena una cantidad determinada de información
- Todas las celdas tienen el mismo tamaño y son idénticas.
- Las celdas pueden contener dos tipos de información: **Datos** e **instrucciones**.

2. UNIDAD ARITMÉTICO LÓGICA

- Encargada de realizar operaciones elementales, tanto aritméticas (suma, resta...) como lógicas (and, or...)
- Posee registros donde almacenar temporalmente los datos con los que debe operar (menor tiempo de acceso respecto memoria).



1. ESTRUCTURA GENERAL DE UN COMPUTADOR VON-NEUMANN

3. UNIDAD DE CONTROL

- Unidad que **gobierna y gestiona el comportamiento del computador**, coordinando al resto de elementos.
- **Lee de forma consecutiva las instrucciones** almacenadas en la memoria.
- Genera las señales eléctricas necesarias para ejecutar las instrucciones (**señales de control**) y las envía a los otros elementos.
- Posee un registro llamado **contador de programa** (CP), que almacena la dirección de memoria que contiene la siguiente instrucción que se debe ejecutar.



1. ESTRUCTURA GENERAL DE UN COMPUTADOR VON-NEUMANN

4. BUSES

- UM: Almacena la información necesaria.
- UAL: Realiza operaciones con esa información (y almacena resultados en UM)
→ Necesario un camino por el que se trasvase la información → **Buses.**
- 3 tipos de buses en función del tipo de información que circula por ellos:
 - Bus de datos.
 - Bus de direcciones.
 - Bus de control.

5. UNIDADES DE ENTRADA/SALIDA

- Con los elementos definidos anteriormente, el computador tiene plena **capacidad de funcionamiento a nivel interno**, pero no posee capacidad de comunicación con el entorno.
- Necesidad de abrir vías de comunicación con el exterior → **Periféricos.**
 - De comunicación.
 - De almacenamiento de información.
- **Unidades E/S:** Permiten la comunicación del computador con los periféricos.



1. ESTRUCTURA GENERAL DE UN COMPUTADOR VON-NEUMANN

$$\boxed{\text{U.C.}} + \boxed{\text{U.A.L.}} = \boxed{\text{CPU}}$$

CPU (UNIDAD CENTRAL DE PROCESO)

- La UC y la UAL forman un único bloque físico que se denomina **CPU o Procesador.**
- Si está realizado con tecnología de circuitos integrados se denomina **Microprocesador.**
- Este bloque está encargado de leer las instrucciones, realizar las operaciones necesarias y enviar las señales de control al resto de elementos para que se ejecuten las instrucciones.



2. FASES DE EJECUCIÓN DE LAS INSTRUCCIONES

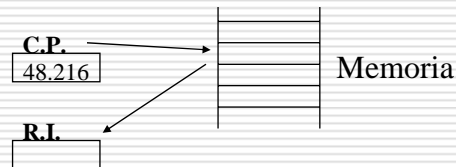
- **MISIÓN COMPUTADOR:** Ejecución de instrucciones sencillas.
- **PROGRAMA:** Secuencia de instrucciones que se almacena en memoria.
- Es necesario ejecutar dos fases sucesivamente.
 - Fase de búsqueda de la instrucción.
 - Fase de ejecución de la instrucción.

1. FASE DE BÚSQUEDA DE LA INSTRUCCIÓN.

- Objetivo: Recoger una instrucción de la celda donde está almacenada en memoria y llevarla a la unidad de control para que la interprete y la ejecute.
- El contador de programa contiene la dirección de memoria donde está almacenada la siguiente instrucción a ejecutar.

A) UC (CP) → BUS DE DIRECCIONES → MEMORIA.

B) MEMORIA → BUS DE DATOS → UC (RI)



2. FASES DE EJECUCIÓN DE LAS INSTRUCCIONES

2. FASE DE EJECUCIÓN DE LA INSTRUCCIÓN.

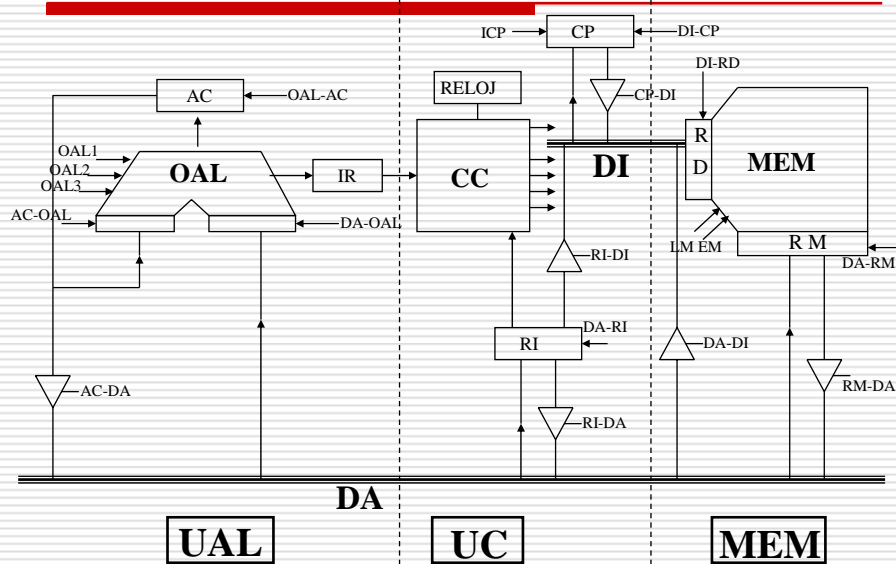
- Una vez la instrucción está en la UC, se procede a su decodificación para conocer el **tipo de instrucción** a realizar.
- Se envían las **órdenes** necesarias al resto de elementos para ejecutar la instrucción.
- Terminada la ejecución, se **incrementa el CP** para que apunte a la posición de memoria donde se encuentra la siguiente instrucción.

Estas dos fases (búsqueda y ejecución) se ejecutan continuamente.

- El computador sólo es capaz de ir ejecutando una **serie de instrucciones** almacenadas en memoria.
- Estas secuencias de instrucciones son los **programas**.



3. DISEÑO DE UN COMPUTADOR ELEMENTAL



3. DISEÑO DE UN COMPUTADOR ELEMENTAL

El computador básico tiene los siguientes componentes principales:

BLOQUE 1: UNIDAD ARITMÉTICO LÓGICA (UAL).

- Esta formado por:
 - 1. OAL (Operador Aritmético Lógico)**
 - ✓ Bloque encargado de realizar las operaciones.
 - ✓ Posee un registro de indicadores de resultado (IR), que indica si el resultado ha sido cero, negativo o ha tenido acarreo (Z, N, C).
 - ✓ Los datos que utiliza el OAL llegan por el bus de datos (DA).
 - 2. AC (Registro Acumulador).**
 - ✓ Lugar donde se almacena el resultado de la operación que se ha efectuado.
- Esta unidad no necesita trabajar con direcciones, por lo que no se encuentra físicamente conectada al bus de direcciones.



BLOQUE 2: UNIDAD DE CONTROL (UC).

- Esta formado por:
 - 1. CC (Circuito de control)**
 - ✓ Elemento encargado de generar todas las señales necesarias para coordinar el funcionamiento del resto de elementos del computador. (Manda órdenes al resto de elementos).
 - 2. RELOJ.**
 - ✓ Marca el tiempo para la realización de las diferentes operaciones en cada instante por el computador (las señales deben estar sincronizadas).
 - 3. CP (Contador de Programa)**
 - ✓ Lugar donde se almacena la dirección donde se encuentra la instrucción que debe ejecutarse después de la actual. (Puntero a la instrucción siguiente).
 - 4. RI (Registro de Instrucciones).**
 - ✓ Lugar donde se almacena la instrucción en curso. (Última instrucción leída de memoria).
- Esta unidad necesita acceder tanto al bus de direcciones como al bus de datos.



BLOQUE 3: UNIDAD DE MEMORIA (UM).

- Unidad encargada de almacenar tanto los datos como las instrucciones necesarias para la ejecución de un programa.
- Por el bus de direcciones le llega la dirección de la celda a la que debe acceder.
- Por el bus de datos le llegan los datos que debe escribir y por donde salen los datos que se acaban de leer.
- Presenta dos registros:
 - 1. RD (Registro de direcciones).**
 - ✓ Lugar donde se almacena la dirección a la cual tiene que acceder la unidad de memoria en una operación de escritura o en una de lectura.
 - 2. RM (Registro de memoria).**
 - ✓ Si se realiza una operación de lectura, en el RM se ubica el dato que se acaba de leer. Si es una escritura, el dato que se desea almacenar.



OTROS ELEMENTOS:

- **BUSES:**

- Vías por las que se transmite la información.
 - Bus de direcciones (DI).
 - Bus de datos (DA).
 - En nuestro computador elemental admitimos que ambos tienen un tamaño de 16 bits.

- **PUERTAS TRIESTADO:**

- Controlan el acceso a los buses.
- Objetivo: Evitar que dos elementos intenten escribir en un bus al mismo tiempo (en la lectura no hay problema).



- Además, el computador básico consta de una serie de señales de control, generadas por el CC, que controlan al resto de elementos.

1. **Señales que controlan la UAL:**

- ✓ Señales de trasvase de datos:
OAL-AC, DA-OAL, AC-OAL, AC-DA
- ✓ Señales que controlan el tipo de operación a realizar:
OAL1, OAL2, OAL3

2. **Señales que controlan la UC:**

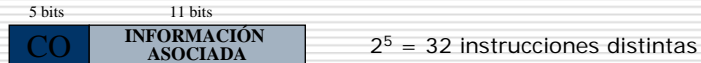
- ✓ Señales de trasvase de datos:
DI-CP, CP-DI, RI-DI, DA-RI, RI-DA
- ✓ Incremento del contador de programa:
ICP

3. **Señales que controlan la UM:**

- ✓ Señales de trasvase de datos:
DI-RD, DA-RM, DA-DI, RM-DA
- ✓ Señales que controlan operación a realizar
EM, LM

4. JUEGO DE INSTRUCCIONES DEL COMPUTADOR DISEÑADO

- Un computador debe soportar un conjunto de instrucciones determinado.
- Las instrucciones son los elementos necesarios para el funcionamiento.
- Un programa estará compuesto por una secuencia de instrucciones.
- Cada instrucción ocupará una posición de memoria. (16 bits).



- El primer campo permite conocer el tipo de operación y el segundo el operando asociado.
- En operaciones que requieran dos operandos, se supone que uno de ellos se encuentra previamente en el acumulador de la UAL.
- **Tipos de instrucciones** según direccionamiento:
 - Instrucciones con direccionamiento **directo**.
 - Instrucciones con direccionamiento **indirecto**.
 - Instrucciones con direccionamiento **inmediato**.

4. JUEGO DE INSTRUCCIONES DEL COMPUTADOR DISEÑADO

1. INSTRUCCIONES CON DIRECCIONAMIENTO DIRECTO:

- La información asociada (11 bits) representa la dirección de memoria donde está el operando con que se debe ejecutar la operación.
- Elegimos las siguientes instrucciones con direccionamiento directo para nuestro ordenador:

Transferencia:

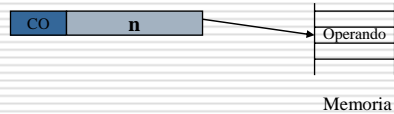
LOAD A, (n) AC ← (n)
LOAD (n), A (n) ← AC

Aritmético Lógicas:

ADD A, (n) AC ← AC+(n)
SUB A, (n) AC ← AC-(n)
ADDC A, (n) AC ← AC+(n)+c
SUBC A, (n) AC ← AC-(n)-c
OR A, (n) AC ← AC & (n)
AND A, (n) AC ← AC || (n)

Instrucciones de salto:

JUMP (n) CP ← (n)
JZERO (n)
JNEG (n)
JCY (n)





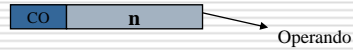
4. JUEGO DE INSTRUCCIONES DEL COMPUTADOR DISEÑO

2. INSTRUCCIONES CON DIRECCIONAMIENTO INMEDIATO:

- La información asociada (11 bits) representa directamente el operando con el que se debe realizar la operación.
- Elegimos las siguientes instrucciones con direccionamiento inmediato para nuestro ordenador:

Transferencia:

LOAD A,n AC ← n



Aritmético Lógicas:

ADD A,n AC ← AC+n
 SUB A,n AC ← AC-n
 ADDC A,n AC ← AC+n+c
 SUBC A,n AC ← AC-n-c
 OR A,n AC ← AC & n
 AND A,n AC ← AC || n

Instrucciones de salto:

JUMP n CP ← n
 JZERO n
 JNEG n
 JCY n



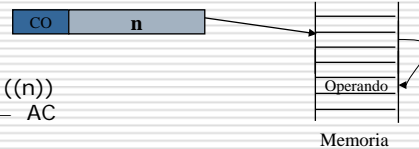
4. JUEGO DE INSTRUCCIONES DEL COMPUTADOR DISEÑO

3. INSTRUCCIONES CON DIRECCIONAMIENTO INDIRECTO:

- La información asociada (11 bits) representa una dirección de memoria en la que está la dirección donde se encuentra el operando.
- Elegimos las siguientes instrucciones con direccionamiento indirecto para nuestro ordenador:

Transferencia:

LOAD A,((n)) AC ← ((n))
 LOAD ((n)),A ((n)) ← AC



Aritmético Lógicas:

ADD A,((n)) AC ← AC+((n))
 SUB A,((n)) AC ← AC-((n))
 ADDC A,((n)) AC ← AC+((n))+c
 SUBC A,((n)) AC ← AC-((n))-c
 OR A,((n)) AC ← AC & ((n))
 AND A,((n)) AC ← AC || ((n))

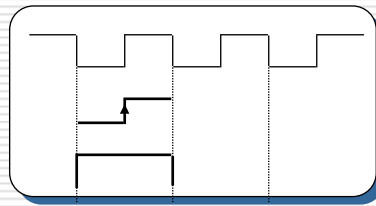


5. CRONOGRAMAS DEL COMPUTADOR DISEÑADO

- El computador diseñado ha de ser capaz de **ejecutar las instrucciones** de las que se ha dotado.
- Estas instrucciones estarán almacenadas en la memoria.
- Se debe establecer un **mecanismo para recoger estas instrucciones de la memoria, interpretarlas y ejecutarlas**.
- **La gestión de estos procesos la realiza la UC**, que debe lanzar las ordenes al resto de componentes. Estas señales de control deben activarse en intervalos de tiempo concretos y de forma sincronizada para que su acción conjunta provoque la ejecución de la instrucción.
- **El secuenciamiento de las señales con control en el tiempo es lo que se conoce como CRONOGRAMA.**

- TIPOS DE SEÑALES EN UN CRONOGRAMA:

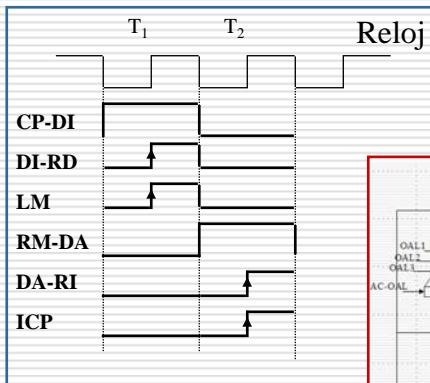
- **Órdenes:** Actúan de forma instantánea.
- **Señales de estado:** Permanecen activas durante un cierto tiempo.



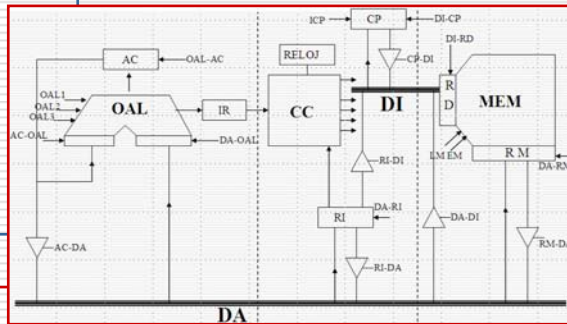
5. CRONOGRAMAS DEL COMPUTADOR DISEÑADO

1. CRONOGRAMA 'FASE DE BÚSQUEDA DE UNA INSTRUCCIÓN'

- La ejecución de una instrucción consta siempre de dos fases: búsqueda y ejecución.
- La fase de búsqueda es igual para todas las instrucciones.



- El objetivo es leer la posición de memoria indicada por el CP (la instrucción) y llevarla al RI.

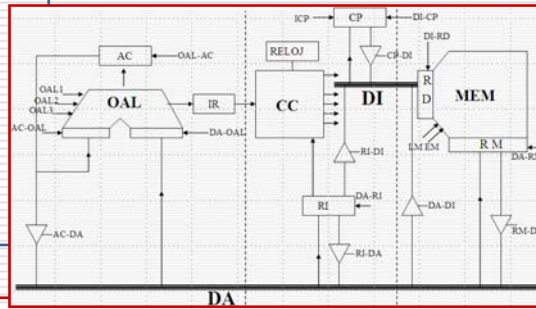
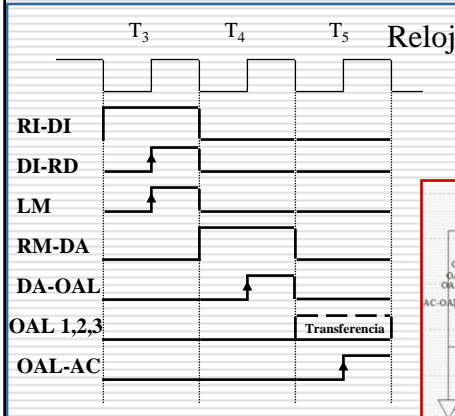




5. CRONOGRAMAS DEL COMPUTADOR DISEÑADO

2. CRONOGRAMA 'LOAD A, (n)'

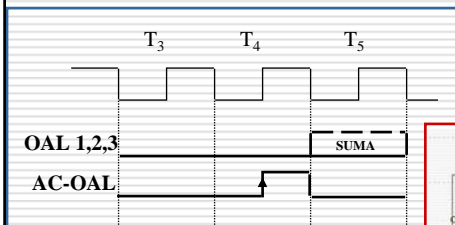
- El objetivo es trasvasar el contenido de la posición de memoria 'n' hacia el acumulador.



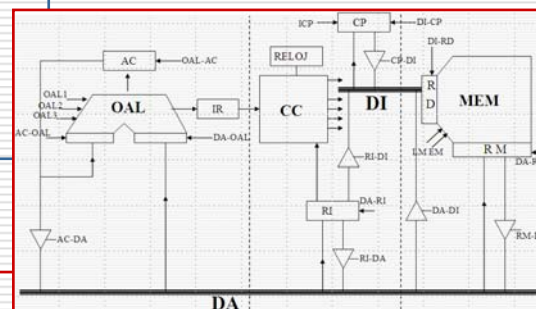
5. CRONOGRAMAS DEL COMPUTADOR DISEÑADO

3. CRONOGRAMA 'ADD A, (n)'

- Solo cambian las señales OAL 1, 2, 3.
- Además, hay que transferir el 2º dato a sumar al OAL. Ese dato está inicialmente en el AC.
- Posibilidad de solape de instrucciones. La búsqueda de la siguiente instrucción puede comenzar en el T4 de ésta.



- El solape es posible siempre y cuando las señales involucradas en cada periodo de reloj no accedan a elementos comunes.

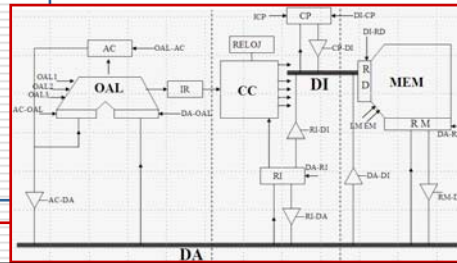
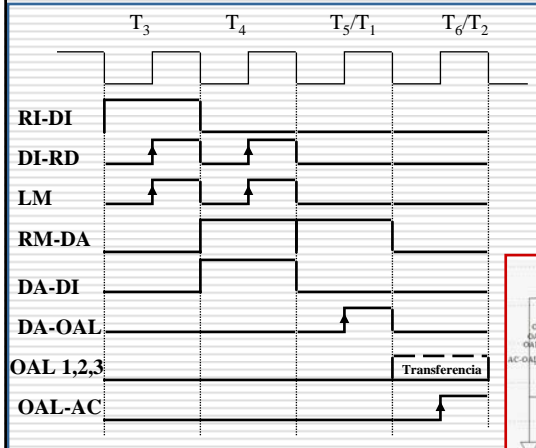




5. CRONOGRAMAS DEL COMPUTADOR DISEÑADO

4. CRONOGRAMA 'LOAD A, ((n))'

- Necesario realizar una doble lectura en memoria para conocer el dato que hay que llevar al AC.



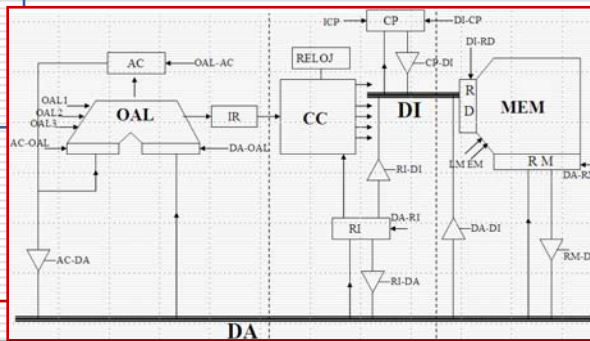
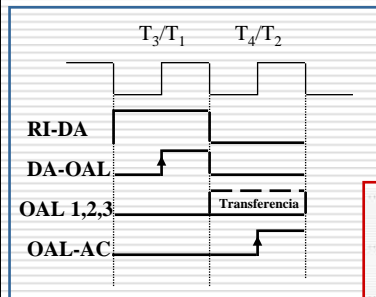
FUNDAMENTOS DE INFORMÁTICA. TEMA 4



5. CRONOGRAMAS DEL COMPUTADOR DISEÑADO

4. CRONOGRAMA 'LOAD A, n'

- No es necesario realizar una lectura de memoria, la propia instrucción contiene el dato a cargar en el AC.



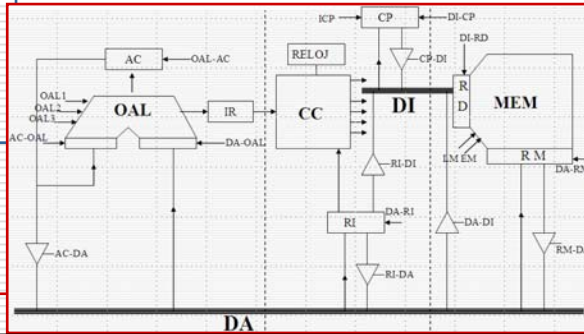
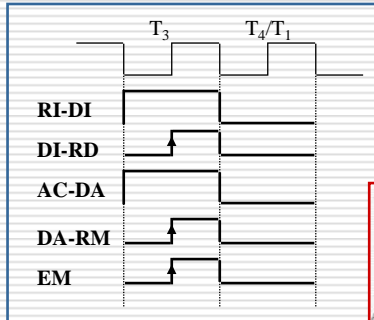
FUNDAMENTOS DE INFORMÁTICA. TEMA 4



5. CRONOGRAMAS DEL COMPUTADOR DISEÑADO

4. CRONOGRAMA 'LOAD (n), A'

- Hay que almacenar en la dirección de memoria indicada por 'n' el valor que está en el acumulador. (Escritura en memoria).



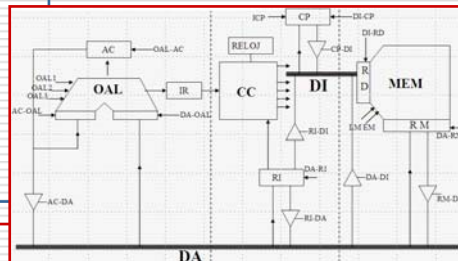
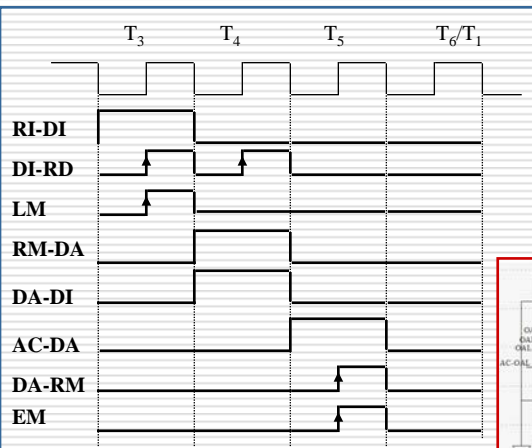
FUNDAMENTOS DE INFORMÁTICA. TEMA 4



5. CRONOGRAMAS DEL COMPUTADOR DISEÑADO

4. CRONOGRAMA 'LOAD ((n)), A'

- En primer lugar hay que realizar una lectura de memoria para conocer la dirección donde debo guardar el dato del AC.



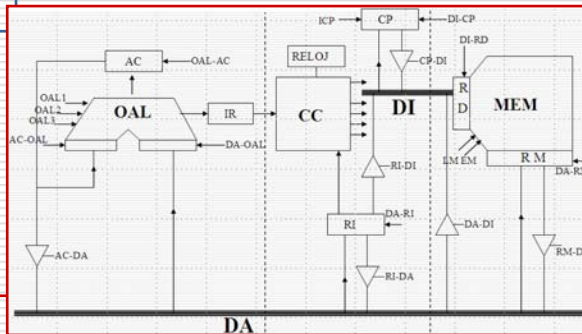
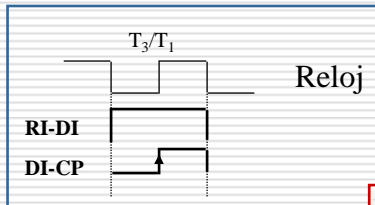
FUNDAMENTOS DE INFORMÁTICA. TEMA 4



5. CRONOGRAMAS DEL COMPUTADOR DISEÑADO

4. CRONOGRAMA 'JUMP, n'

- El valor de 'n' que está en el RI es la dirección donde se encuentra la instrucción que se debe ejecutar a continuación.



6. DIFERENCIAS COMPUTADOR REAL – COMPUTADOR DISEÑADO

- **Bus de datos y direcciones:**
 - El real tiene un mayor tamaño del bus DI.
 - En nuestro computador, con 16 bits, podemos direccionar 64K de memoria.
 - Cuanto mayor sea el tamaño del bus de datos, mayor la capacidad de las operaciones realizables por el computador.
- **Juego de instrucciones:**
 - El ordenador estudiado tiene 31.
 - En ordenadores reales, este número es mucho mayor.
 - Máquinas RISC (Reduced Instruction Set Computer).
 - Máquinas CISC (Complex Instruction Set Computer).
- **OAL:**
 - En nuestro computador posee 8 operaciones como máximo.
 - En la realidad, permite más operaciones (multiplicación, desplazamiento, lógicas...).
- Los computadores reales tienen muchos más **registros intermedios**.
- No se han tenido en cuenta las operaciones de **entrada/salida**.