



UT01: Introducción a la Arquitectura de Computadores

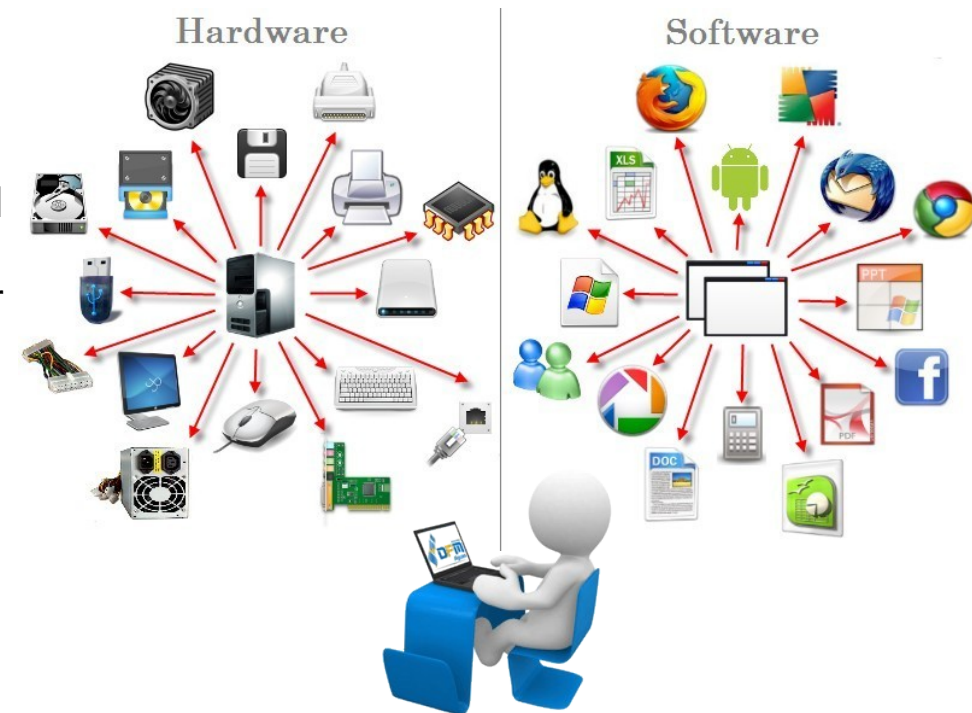
Fundamentos de hardware

Mario Alfonso Lasso Mesa e Irene Lidia Estepa Guillén
CFGS Administración de Sistemas Informáticos en Red
IES Ciudad Jardín

El sistema informático: SW y HW

Un sistema informático es el conjunto de elementos que hace posible el tratamiento automático de la información. Está formado por tres elementos: HW, SW y RRHH.

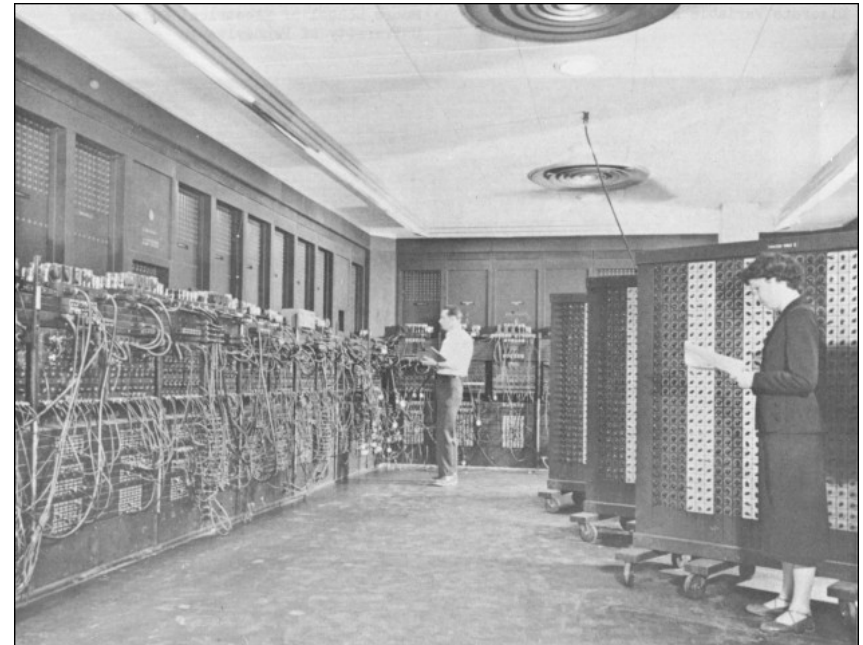
- El **hardware** o soporte físico es el conjunto de los componentes que integran la parte material de un sistema microinformático, es decir, el conjunto de dispositivos electrónicos que forman el computador (procesadores, memoria, sistemas de almacenamiento externo, cables de red, etc).
- El **software** o soporte lógico de un sistema informático es el conjunto de los programas y datos que permiten manejar el hardware, controlando y coordinando su funcionamiento. Los programas (del sistema operativo, de utilidades y de los usuarios) proporcionan las instrucciones a ejecutar junto con los datos asociados para realizar tareas con el hardware. De este modo, el software es todo aquello que es "intangible".
- El **Sistema Operativo (SO)**: es el conjunto de programas que controla los recursos hardware del ordenador y sirve de base para la ejecución de los programas de aplicación, permitiendo a los usuarios interactuar con el hardware.
- Entre el software y el hardware se tiene el **firmware**, que consiste en software introducido en los componentes hardware (ROM-BIOS, por ejemplo.)
- El **soporte humano** incluye al personal técnico que crea y mantiene el sistema (analistas, programadores, operarios, etc.) y a los usuarios que lo utilizan.



Historia de los ordenadores

- **Orígenes:** Ábaco; Calculadora mecánica (Blaise Pascal - 1642); Calculadora de Leibnitz (1671); Máquina de diferencias (Babbage - 1812); Máquina analítica (Babbage - 1834); Máquina censo USA (Hollerith - 1890); Máquina Von Neumann (1945) con base binaria, memoria de datos y programas. UNIVAC (1951) fue el primer ordenador comercial (General Electric). Vídeo [Evolución de la Informática a lo largo de la historia](#)
- **Primera generación** (1946 - 1958): Uso de válvulas de vacío como conmutadores, programación cableada, grandes tamaños, pocos periféricos, grandes costos de mantenimiento y consumo, poco fiables y frecuentes averías. Potencia de cálculo menor que una calculadora de bolsillo. ENIAC (1939 - 1946) con 18000 tubos de vacío y 30 toneladas de peso, cableado directo, base decimal, capaz de realizar 5000 sumas por segundo, 457 multiplicaciones por segundo y 38 divisiones por segundo. Primeros lenguajes de alto nivel: Fortran I (1956) y Algol (1958).

ENIAC, construido para la II Guerra Mundial



Historia de los ordenadores

- **Segunda generación** (1958 - 1964): Aparición del transistor como conmutador, programación lógica, reducción de tamaño (una habitación), periféricos de gran capacidad: cintas y discos. Lenguaje ensamblador y lenguajes de alto nivel: Cobol (1960). S.O. por lotes aumentando el rendimiento al evitar tener que montar y desmontar las cintas de los compiladores y montadores. Ejemplos: IBM 7090.
- **Tercera generación** (1964 - 1971): Aparición del circuito integrado con decenas de transistores, técnicas de tiempo compartido (entre distintos usuarios) y multiprogramación (varios trabajos en la memoria principal para aprovechar el tiempo en las operaciones de E/S), generalización de periféricos, teleproceso y discos flexibles. Perfeccionamiento de lenguajes de alto nivel: BASIC, C, PASCAL. SS.OO. con multiprogramación transparente al usuario, spooling, tiempo compartido (MULTICS). Ejemplos: IBM 360.
- **Cuarta generación** (1971 - 1983): Circuitos integrados a gran escala, microprocesadores integrados en un solo chip con millones de transistores, disminución de tamaño y precios económicos. S.O. UNIX de propósito general escrito en lenguaje C de alto nivel. Paquetes software de gestión, lenguajes estructurados, de acceso a datos (SQL), de inteligencia artificial (PROLOG).
- **Quinta generación** (1984 - 1999): Primer PC de IBM (1981) con SO MS-DOS. Reducción de tecnología de integración en transistores, optimización y diversificación de periféricos, universalización de las redes de datos (Internet). SS.OO. multiusuario, multitarea, distribuidos, en red, programación OO, generalización de GUIs (Windows), máquinas virtuales, aparición de entornos integrados de desarrollo.

Historia de los ordenadores

- **Sexta generación (1999 -):** La sexta generación difiere de las anteriores en aspectos como el tamaño, la capacidad de procesamiento, la complejidad de las tareas que son capaces de realizar las computadoras. En todas las generaciones se ha ido cumpliendo la Ley de Moore, que predice que aproximadamente cada 18-24 meses se duplica el número de transistores que pueden integrarse en un chip, lo que significa que la potencia de cálculo de los microprocesadores crece exponencialmente después de cortos espacios de tiempo. Los últimos transistores pueden llegar a implementarse en litografías de hasta 10nm (intel) y 14nm (AMD). Tienen una estructura 3D (no son planos) y mejoran el consumo de energía, el espacio y el calor generado.
- Sin embargo, actualmente se están alcanzando los límites mínimos de integración y las estrategias de desarrollo de los fabricantes ya no se centran en el aumento de los transistores dentro de un chip debido a la dificultad para disipar el calor generado y a los enormes costes de fabricación que conlleva. Por ello, se están explorando otras técnicas como el paralelismo en la ejecución (pipeline) mediante integración de **varios núcleos en un mismo chip**.
- En la actualidad se habla de la [ropa inteligente](#), del [internet de las cosas](#), de [robots con sentimientos](#), del [BigData](#), de la [Inteligencia Artificial](#), o de conseguir que [internet](#) tenga una [cobertura planetaria del 100%](#). Muchos de estos objetivos o ya se han conseguido, o hay proyectos firmes para alcanzarlos. Pero el salto fundamental probablemente se dé cuando seamos capaces de superar la Ley de Moore.
Es muy posible que esta generación termine y empiece la nueva séptima generación cuando la computación cuántica sea una realidad.

[En qué estado actual se encuentra la computación cuántica y qué podemos esperar.](#)

Tipos de ordenadores

Si nos centramos en el hardware podemos encontrar distintos tipos de ordenador:

- **Superordenadores:** Son ordenadores con gran capacidad de cálculo. De hecho, la velocidad de estas máquinas se mide en petaflops o mil billones de operaciones por segundo. mediante la estadística, sirvan para predecir un tsunami o buscar planetas, entre otras acciones.

[supercomputadoras-que-son-y-cuales-son-las-mas-potentes](#)



- **Servidores:** Son ordenadores que forman parte de una red a través de la cual ofrecen servicios a otros ordenadores (equipos cliente). Disponen de hardware redundante para proporcionar una alta disponibilidad de los servicios que prestan. Suelen desempeñar roles específicos dentro de la red: servidor de ficheros (NAS), de impresión, de base de datos, web, correo, etc. En grandes empresas como bancos o compañías de seguros podemos encontrar servidores mainframe con mucha potencia de cálculo y capacidad de almacenamiento utilizados para procesar grandes volúmenes de datos y prestar servicios críticos de la empresa.

Sin embargo, muchas empresas están actualmente apostando por migrar sus servicios a la nube (**cloud computing**), lo que les ofrece mayor flexibilidad, escalabilidad y ahorro en costes de mantenimiento, además de una mayor accesibilidad de los servicios.

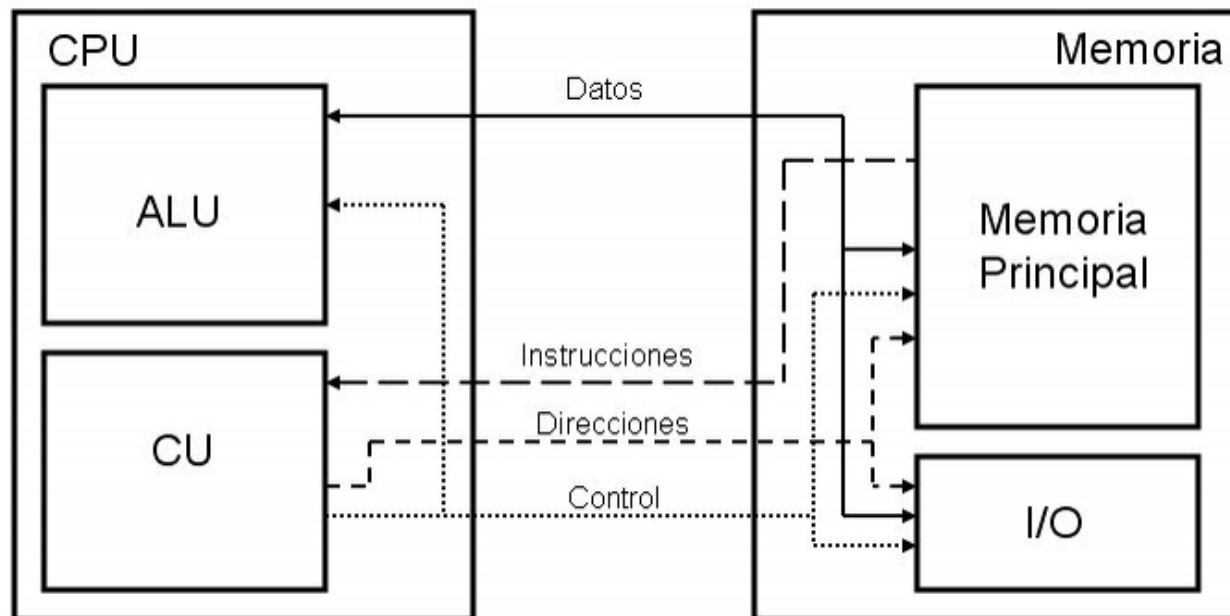
Tipos de ordenadores

- **Ordenadores personales (PCs):** Utilizados por un usuario, encontramos PCs de sobremesa (ubicación fija) y portátiles (netbooks, ultrabooks, convertibles)
- **Portátiles:** Con características distintas a los PCs ya que se potencian las características de autonomía y movilidad con respecto a la potencia.
- **Barebones:** Pequeños PCs que buscan realizar una tarea sencilla que no necesite mucha potencia. Se busca que sean visualmente discretos, no hagan ruido y no consuman energía en exceso.
- **Embebidos:** No son ordenadores de propósito general, sino que están diseñados para funciones específicas. máquinas de vending, cajeros automáticos, ordenadores de abordo de un vehículo, etc.
- Smartphones, wearables, ¿son un ordenador? ([La revolución de la ropa inteligente](#))



Arquitectura de Von Neumann

- El modelo básico de arquitectura que todavía emplean la mayoría de los fabricantes de sistemas informáticos fue establecido en 1945 por el matemático John Von Neumann. Esta arquitectura se fundamenta en tres ideas claves:
- En la memoria principal se almacenan simultáneamente **datos e instrucciones**.
- A la información contenida en memoria se accede especificando la **dirección** donde se encuentra almacenada.
- La ejecución de un **programa** se realiza de forma **secuencial** pasando de una instrucción a la que le sigue. Cuando ejecutamos un programa en el ordenador se pasa una copia de este desde el **almacenamiento secundario** (disco duro) a la **memoria principal** (RAM). Las instrucciones del programa pasan a la CPU para su ejecución desde la memoria principal de forma **mucho más rápida** que si lo hicieran desde los dispositivos de almacenamiento secundario.



Elementos funcionales de un ordenador

El ordenador es capaz de ejecutar una serie de órdenes elementales llamadas instrucciones de máquina, que deben estar almacenadas en la memoria principal (programa almacenado) para poder ser leídas y ejecutadas. El poder ejecutar distintos programas hace que el modelo de Von Neumann sea de propósito general. La idea es conectar permanentemente las unidades del ordenador, de manera que su funcionamiento esté coordinado bajo un control central. Esta máquina está compuesta por las siguientes unidades:

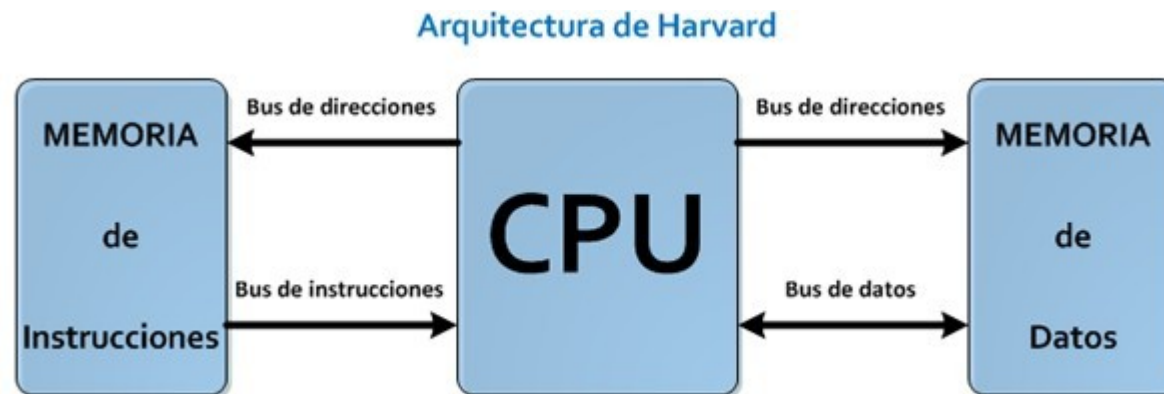
- **Unidad Central de Proceso** (CPU, Central Processing Unit): Bloque encargado del procesamiento de los datos y la ejecución de las instrucciones de los programas, controlando el funcionamiento del resto de componentes del sistema. Físicamente, el microprocesador es el elemento hardware que contiene en un chip o circuito integrado una o varias CPU, denominándose como **núcleo** a cada CPU. A su vez, la CPU se compone de las siguientes unidades funcionales:
 - **Unidad de Control** (UC): se encarga de leer las instrucciones de máquina de los programas almacenadas en la memoria principal, de interpretarlas y de generar las señales de control al resto de componentes para la ejecución de la instrucción. Para conocer la posición de memoria en la que está almacenada la instrucción a ejecutar, existe un registro llamado **contador de programa** que contiene esta dirección.
 - **Unidad Aritmético-Lógica** (ALU): permite realizar operaciones aritméticas (+, -, *, /, cambio de signo, desplazamientos, etc.) y lógicas (AND, OR, NOT, XOR, etc.) Los datos sobre los que opera esta unidad provienen de la memoria principal y pueden ser almacenados de forma temporal en algunos registros de la propia unidad aritmética.
 - Los **registros**, que almacenan información temporal, constituyendo el almacenamiento interno de la CPU. Actualmente son de 32 ó 64 bits.

Elementos funcionales de un ordenador

- **Memoria principal** o memoria **RAM** (*Ramdon Access Memory*): Almacena el programa o secuencia de instrucciones máquina a ejecutar y los datos que manejan dichas instrucciones. Está compuesta por un conjunto de celdas idénticas. Cada celda se compone de un conjunto de puntos de memoria que almacenan bits. Para seleccionar una de las celdas se emplea una dirección de memoria que la identifica. Sobre la celda seleccionada se puede realizar una operación de lectura o de escritura. Cuando se apaga el ordenador, el contenido de la RAM desaparece, ya que se trata de una memoria volátil.
- **Unidades de entrada/salida** (E/S): Realizan la transferencia de información entre los dispositivos exteriores (periféricos) y el resto de componentes del ordenador, lo que permite cargar datos y programas en la memoria principal y sacar resultados por pantalla o impresos. Ejemplos de periféricos son las impresoras, los discos duros para almacenar información y las pantallas para mostrar información al usuario.
- **Buses**: Canales de comunicación que sirven para transferir información (instrucciones y datos) entre los distintos componentes de un ordenador (procesador, memoria y periféricos). Sus características principales son el número de líneas que los componen y la frecuencia (MHz) a la que trabajan. Se puede distinguir entre buses paralelos (PCI, IDE, SCSI) y serie (PCIe, USB, SATA, Thunderbolt)
- A nivel físico, la **placa base** (motherboard o mainboard) es el elemento que sirve como soporte para la interconexión de todos los demás dispositivos que conforman un ordenador. Se trata de una oblea de material sintético sobre la cual existe un circuito electrónico impreso y una serie de conectores internos y externos.

Arquitectura Harvard

- Tradicionalmente los sistemas con microprocesadores se basan en la arquitectura de Von Neumann, en la cual la CPU está conectada a una memoria principal única (casi siempre sólo RAM) donde se guardan las instrucciones del programa y los datos. A dicha memoria se accede a través de un sistema de buses único (control, direcciones y datos).
- En el **modelo Harvard** la CPU está conectada a dos memorias (una con instrucciones y otra con los datos) por medio de dos buses diferentes. La ventaja de esta arquitectura es que permite leer en paralelo datos e instrucciones, por lo que puede ser más rápida que la arquitectura de Von Neumann, que sólo dispone de una memoria.
- El inconveniente que tiene es que no se aprovecha bien la memoria disponible. Puede sobrar un tipo de memoria (por ejemplo, de instrucciones) y en cambio faltar del otro tipo (por ejemplo, de datos). Este inconveniente ha hecho que se haya limitado esta arquitectura a procesadores digitales de señal (DSP), aunque el modelo Harvard está tomando importancia en el diseño interno de los nuevos ordenadores.



Unidad de Control

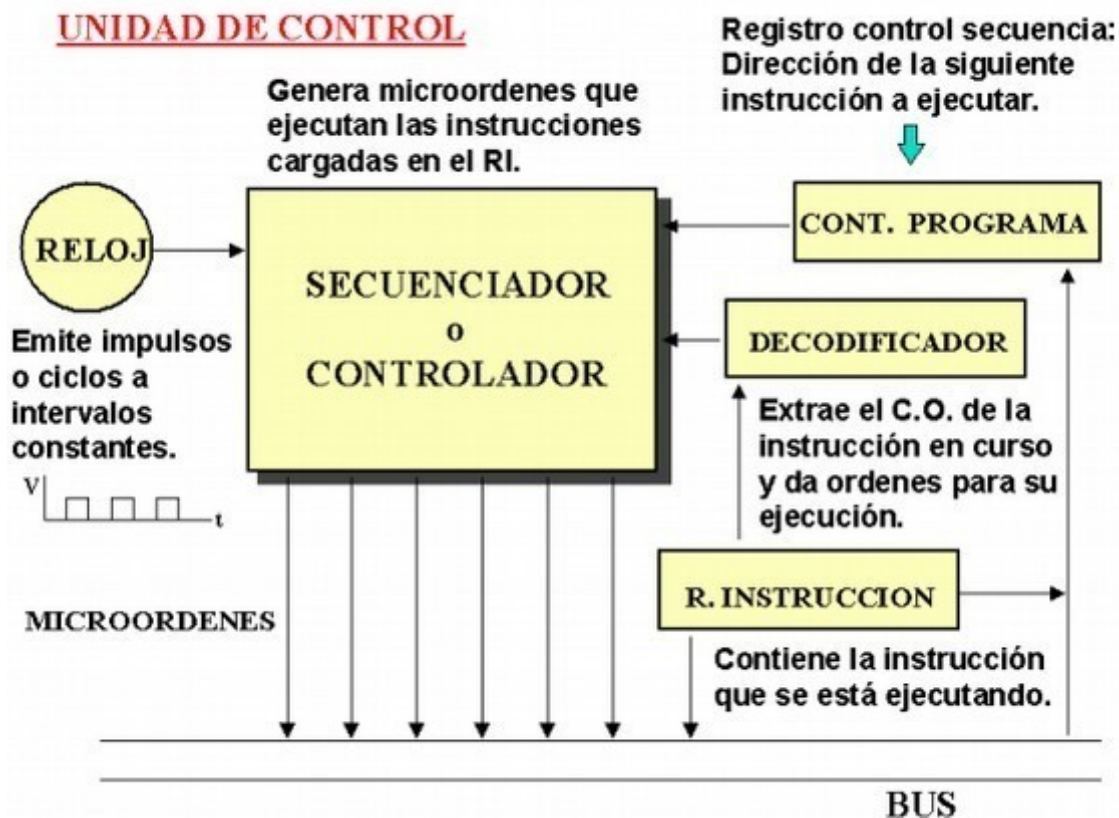
- Las funciones de la unidad de control son:
 - Controlar la secuencia en que se ejecutan las instrucciones.
 - Controlar el acceso del procesador (CPU) a la memoria principal.
 - Regular las temporizaciones de todas las operaciones que ejecuta la CPU.
 - Enviar señales de control y recibir señales de estado del resto de las unidades, que indican su situación o condición de funcionamiento.
- Todas las etapas necesarias para la ejecución de cada instrucción tienen que realizarse según una secuencia muy precisa de señales de control que establece la UC.
- La UC examina las instrucciones (órdenes) almacenadas en la memoria y genera, de acuerdo con el código de operación de la instrucción captada y con las señales de estado, las señales (microórdenes) precisas para que las otras unidades ejecuten la instrucción, monitorizando las operaciones que implican la ejecución de una instrucción.
- Para realizar estas funciones, la UC consta de los siguientes elementos:
 - **Contador de programa** (PC, Program Counter): contiene en cada momento la dirección de memoria donde se encuentra la instrucción siguiente a ejecutar. Al iniciar la ejecución de un programa toma la dirección de su primera instrucción. Incrementa su valor de forma automática cada vez que concluye una instrucción, salvo que la instrucción que se esté ejecutando sea de salto o de ruptura.
 - **Puntero a pila** (SP, Stack Pointer): Es un contador binario ascendente con la opción de carga en paralelo que apunta al último elemento de la pila (LIFO) que se mantiene en la memoria principal y que guarda la dirección de retorno y las variables de una subrutina a la que se ha hecho una llamada.

Unidad de Control

- **Registro de instrucción (RI):** Almacena temporalmente la instrucción que la UC está interpretando o ejecutando en ese momento. El programa que se está ejecutando reside en memoria principal y la UC va buscando y captando las instrucciones secuencialmente para interpretarlas y generar las órdenes de ejecución. La captación de una instrucción implica leerla en la memoria y almacenarla en el registro de instrucción. La instrucción que se está ejecutando lleva consigo un código de operación y unos operandos o la dirección de memoria de los mismos.
- **Decodificador:** Es el que interpreta realmente la instrucción. Se encarga de extraer el código de operación de la instrucción en curso (RI), lo analiza y emite las señales necesarias al resto de los elementos para su ejecución a través del secuenciador.
- **Reloj:** Proporciona una sucesión de impulsos eléctricos o ciclos a intervalos regulares en la forma de una onda cuadrada periódica. Los ciclos de reloj indican los instantes en que han de comenzar los distintos pasos de que consta cada instrucción, marcando el ritmo de funcionamiento del decodificador de instrucción. Además, la señal de reloj sincroniza todo el sistema y establece la rapidez con que se pueden procesar los datos. La velocidad de reloj se mide en GHz. Los microprocesadores actuales pueden funcionar a velocidades superiores a 3 GHz. Otro factor fundamental para comparar la velocidad de dos microprocesadores es el número de microinstrucciones en cada ciclo.
- **Secuenciador:** En este dispositivo se generan órdenes muy elementales (microórdenes) que sincronizadas por el reloj hacen que se vaya ejecutando paso a paso la instrucción que está cargada en el registro de instrucción.

Unidad de Control

- Para ejecutar una instrucción, la UC ejecuta un microprograma asociado a esa instrucción. Dicho programa está formado por una secuencia de microinstrucciones almacenadas en una memoria de control. El microcódigo o firmware de la memoria de control puede modificarse para cambiar el juego de microinstrucciones de la máquina. La memoria de control debe ser más rápida que la memoria principal, ya que durante cada ciclo de memoria principal debe producirse una secuencia de microórdenes.



Unidad Aritmético-Lógica

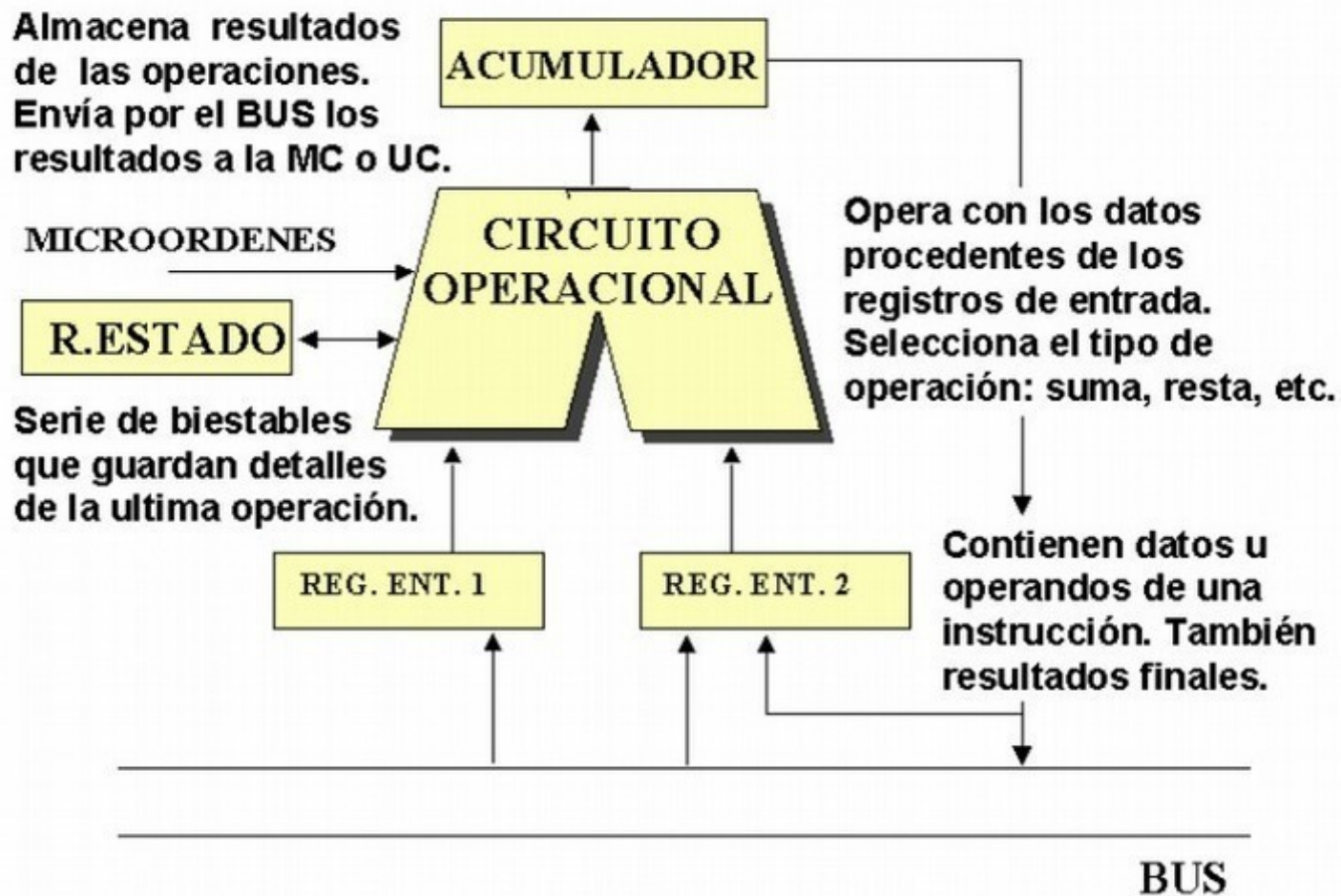
La ALU (Arithmetic Logic Unit) es la unidad encargada de realizar las operaciones elementales de tipo aritmético (suma, resta, multiplicación, división, etc) y lógico (comparaciones del álgebra de Boole: $>$, $<$, $>=$, NOT, AND, OR). Utiliza el bus de datos para recibir los operandos o datos desde la memoria principal o las unidades de E/S. La operación a realizar por la ALU se decide mediante las señales de control enviadas por la UC según el código que indique la operación aritmética o lógica a ejecutar. La ALU se compone de los siguientes elementos:

- **Circuito operacional:** Formado por los circuitos necesarios para realizar operaciones (suma, resta, inversor, desplazamientos, comparaciones, etc.) con los datos procedentes de los registros de entrada. También acepta órdenes como entrada para seleccionar el tipo de operación que debe realizar.
- **Registros de entrada:** Contienen los datos u operandos que intervienen en una instrucción antes de que se realice la operación por parte del circuito operacional. También se emplean para almacenar resultados intermedios o finales de las operaciones.
- **Registro acumulador** o registro temporal: Almacena en cada momento los resultados de las operaciones realizadas por el circuito operacional. Está conectado con los registros de entrada, lo que permite una realimentación para las operaciones encadenadas. También está conectado directamente al bus de datos para el envío de los resultados a la memoria principal o a la UC.
- **Unidad de coma flotante** o FPU (Floating-Point Unit), la cual es un coprocesador matemático integrado en el microprocesador capaz de realizar operaciones en coma flotante (números fraccionarios, operaciones matemáticas trigonométricas y logarítmicas) más rápido que la ALU.

Unidad Aritmético-Lógica

Registro de estado o biestables indicadores de condición: Conjunto de biestables (indicadores flip-flop) en los que se guardan las condiciones que se dieron en la última operación realizada y que habrán de tenerse en cuenta en operaciones posteriores (indicadores de acarreo, de signo, de cero, de paridad, de desbordamiento, etc.). Dependiendo de la última operación indican su estado a 1 ó 0:

UNIDAD ARITMETICO-LOGICA (UAL)



Memoria principal

- **RAM** (Random Access Memory): Se llama de acceso aleatorio porque el procesador accede a la información que está en la memoria en cualquier punto sin tener que acceder a la información anterior y posterior. Es una **memoria volátil**, ya que la información se pierde cuando se desconecta la alimentación, y está organizada en grupos de **celdas** denominados palabras de memoria que están identificadas de forma individual por una dirección única. Una **palabra** es el conjunto de bits que se pueden leer o memorizar, y su número de bits (16, 32 ó 64) se denomina **ancho o longitud de palabra**. La memoria RAM es **de acceso rápido** pudiendo transferir información desde y hacia la CPU mucho más rápido que los dispositivos de almacenamiento secundario.
- Entre el procesador y la memoria principal se encuentra la memoria caché, la cual es de poco tamaño (unos pocos MB) y gran velocidad. La memoria caché sirve para mantener la información (instrucciones y datos involucrados) **usada con más frecuencia** por el procesador, evitando así accesos a la memoria principal que son lentos (de 30 a 200 ns) respecto a los tiempos de acceso a los registros del procesador (entre 0,25 y 0,5 ns, es decir, de 15 a 60 veces más rápido). Cada vez que el procesador solicita un dato de la memoria principal, se busca primero en la memoria caché. Si no se encuentra, se lee de la memoria principal el bloque completo que contiene el dato solicitado y se guarda en la caché.



Acceso a la memoria

- La memoria principal y los periféricos se conectan con el procesador por medio de dos buses: uno de direcciones y otro de datos, además de las señales de control. Para el buen funcionamiento y comunicación con dichos buses, el sistema de memoria dispone de los siguientes elementos:
- **Registro de direcciones de memoria:** Antes de realizar una operación de lectura/escritura, se ha de colocar en este registro la dirección de la celda que va a intervenir en la operación. Dependiendo del número de bits que contenga el registro de dirección (condicionado por el bus de dirección), se tendrá una determinada capacidad de memoria.
- **Decodificador de dirección o selector de memoria:** Se activa cada vez que se produce una orden de lectura/escritura, conectando la celda de memoria, cuya dirección se encuentra en el registro de dirección, con el registro de datos y posibilitando la transferencia de datos en un sentido u otro.
- **Registro de datos:** Guarda el dato o instrucción que se ha leído de la memoria o de un puerto de entrada, o que se va a escribir en la memoria o en un puerto de salida.

Para la lectura de un dato almacenado en memoria:

1. Se pasa la dirección al registro de dirección a través del bus de direcciones.
2. Mediante el decodificador se accede a la dirección.
3. Se vuelca el dato en esa dirección al registro de datos y éste viaja por el bus de datos.

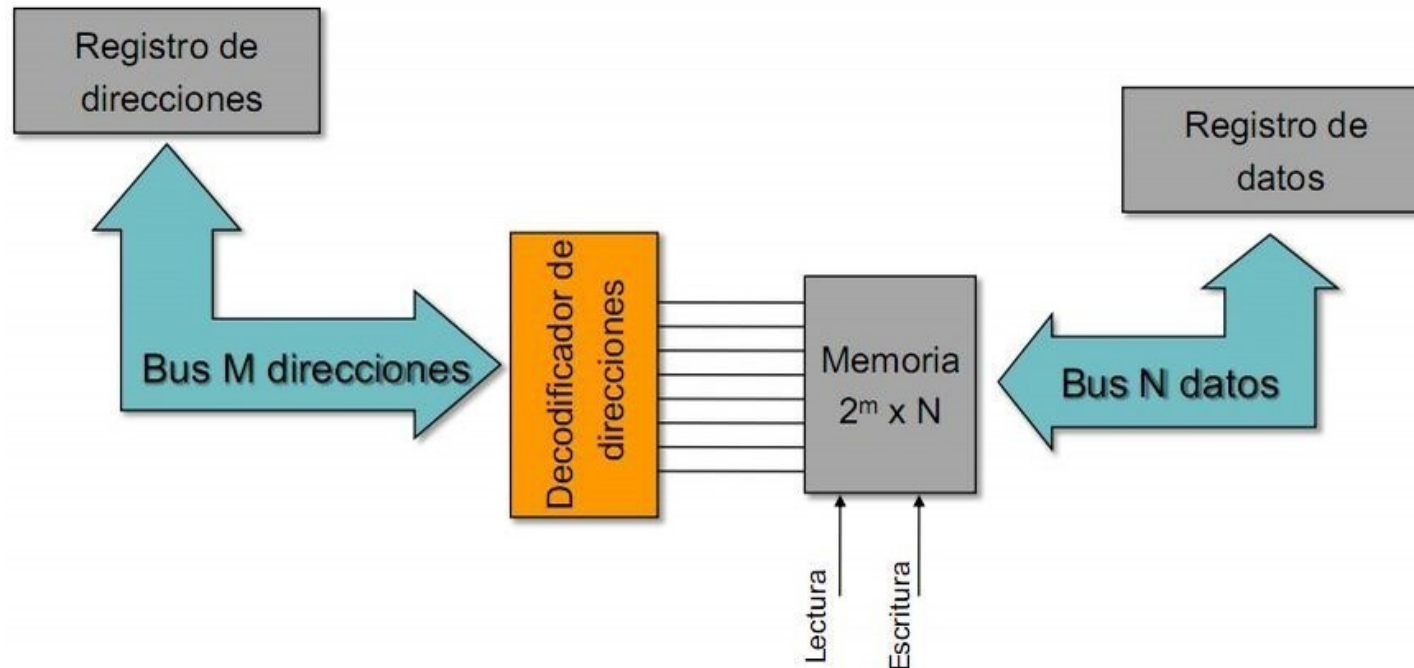
Para la escritura de un dato en memoria:

4. Se transfiere la dirección por el bus de direcciones al registro de dirección.
5. Se transfiere el dato a escribir al registro de datos.
6. Se pasa el contenido del registro de datos por el bus de datos a la dirección de memoria que contiene el registro de dirección.

Acceso a la memoria

En el acceso a una posición de memoria intervienen el **bus de direcciones**, proporcionando la dirección de la celda, el **bus de datos**, con la entrada o salida de palabras grabadas en la memoria, y el **bus de control** para indicar si se trata de una operación de lectura o de escritura. Para poder realizar operaciones de lectura o de escritura en una celda de memoria, se utiliza el registro de direcciones de memoria, el registro de datos y el selector de memoria o decodificador de direcciones, que es el dispositivo que conecta la celda de memoria cuya dirección figura en el registro de direcciones de memoria con el registro de datos, y que posibilita la transferencia de los datos en un sentido o en otro dependiendo de la operación de lectura o de escritura.

Esquema de funcionamiento de una memoria: lectura/escritura



Buses de comunicación

- La interconexión de las unidades funcionales se hace a través de un medio de transmisión compartido formado por “vías” o “canales” denominados buses que son, físicamente, un conjunto de líneas eléctricas por las que se comunica información binaria de una instrucción, un dato, o una dirección, en un instante dado. El ancho de un bus es el número de hilos o bits que transmite simultáneamente. Se pueden distinguir los siguientes buses:

→ **Bus de datos** (bidireccional): Transporta los datos procedentes de o con destino a la memoria principal y unidades de E/S, así como instrucciones a la UC y operandos a la ALU. Cada instrucción de un programa y cada byte de datos viaja por este bus.

La velocidad del bus de datos se mide en MHz o GHz y es crítica para la velocidad de transmisión (MB/s) entre el procesador y la memoria RAM, lo cual tiene un impacto

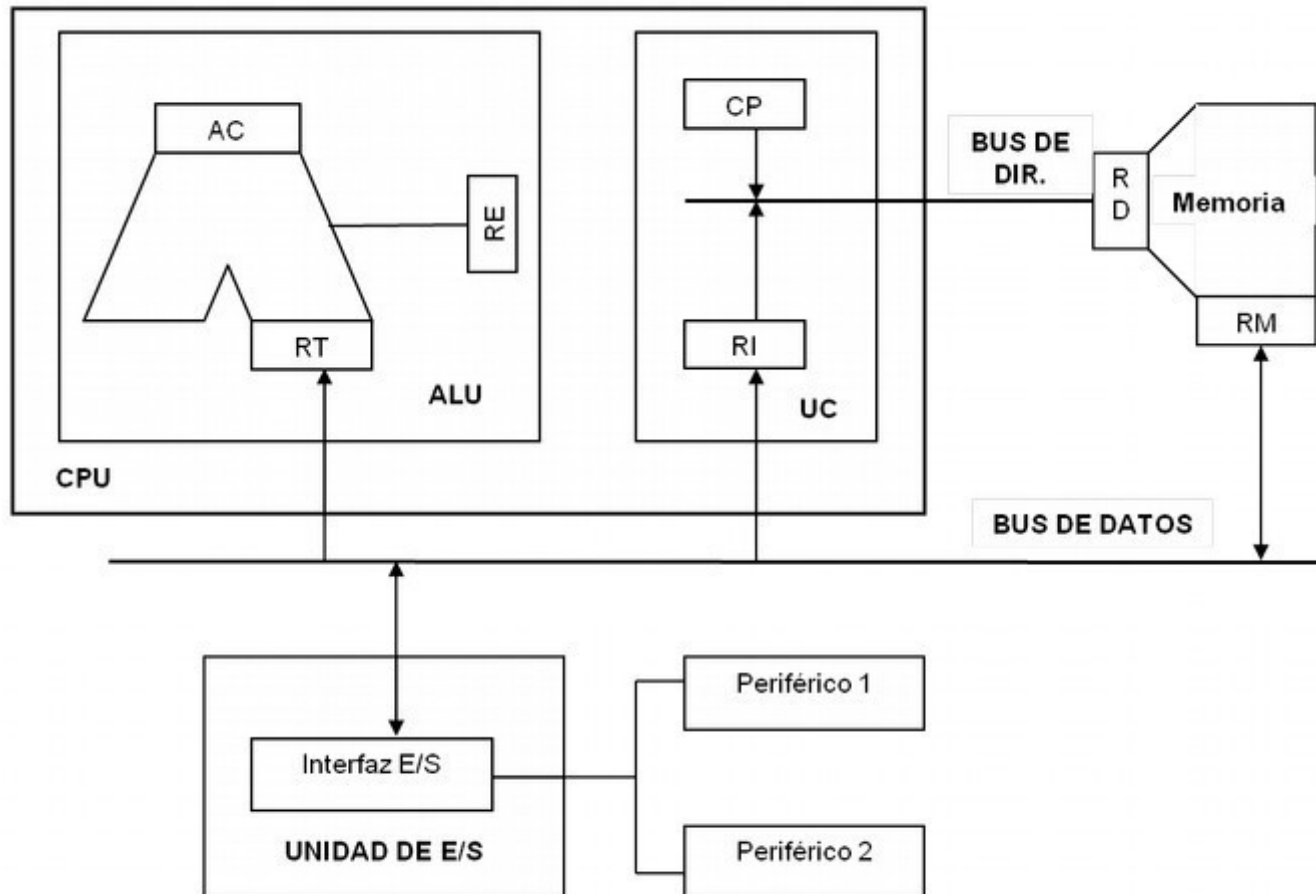
~~Directo en el rendimiento del sistema~~
El ancho de banda del bus de datos de la CPU es el número de bits que transfiere simultáneamente a través de este bus. Las CPUs de los primeros PC tenían un bus de 8 bits y sólo podían transferir un byte por cada ciclo de reloj. Los microprocesadores actuales tienen un bus de datos de 64 bits, con lo que pueden transferir en un ciclo de reloj hasta 8 bytes.

→ **Bus de direcciones** (unidireccional): Transporta las direcciones de la unidad de control a la memoria principal o a los periféricos, permitiendo a la CPU seleccionar la fuente o el destino de la información (dirección de memoria o dispositivo de E/S) con el cual va a intercambiar información a través del bus de datos. El bus de direcciones funciona sincronizado con el bus de datos, ya que es necesario para conocer las direcciones de los datos que se envían o que se reciben desde la CPU.

Buses de comunicación

Cuanto mayor sea el número de bits del bus de direcciones, mayor será el rango de memoria direccionable. Con 64 bits se puede direccionar memoria casi infinita (2^{64}), mientras que con 32 bits el máximo de RAM se limita a 4 GB (2^{32}).

→ **Bus de control** (bidireccional): Transporta las señales de control (microórdenes) generadas por la UC, así como información de temporización y señales de estado de las distintas unidades.



Periféricos de entrada/salida

- El PC actual se compone de los elementos internos a la torre y de **periféricos** que permiten la interacción exterior con el hombre. Se consideran periféricos tanto a las unidades o dispositivos a través de los cuales la computadora se comunica con el mundo exterior, como a los sistemas que almacenan o archivan la información, sirviendo de memoria auxiliar de la memoria principal.

Los periféricos pueden clasificarse en las siguientes categorías:

- **Entrada:** Captan y digitalizan los datos introducidos por el usuario o por otro dispositivo y los envían a la memoria del ordenador para ser procesados. Ejemplos: ratón, teclado, escáner, micrófono, webcam, cámaras de televisión, etc.
- **Salida:** Son dispositivos que muestran o proyectan hacia el exterior del ordenador información de la memoria después de que ésta haya sido procesada, codificándola para que sea entendible por el usuario. Ejemplos: monitor, impresora, altavoces, auriculares, etc.
- **Entrada/salida:** Capaces de introducir información y extraerla una vez procesada. Ejemplos: impresoras multifunción, auriculares con micrófono incorporado, pantalla táctil, etc.
- **Memoria masiva auxiliar:** Almacena grandes cantidades de información, que podrá ser requerida posteriormente por la CPU, no necesitando alimentación para mantener la información. Por ejemplo, memoria USB, disco duro, CD y DVD, etc.

Periféricos de entrada/salida

- Para hacer compatibles las características (velocidad, formato de datos) entre periféricos y CPU se usan las **unidades de E/S**. Cada unidad de E/S está formada por un controlador de E/S, al que se conecta el periférico, y por la interfaz de E/S, encargada de gestionar la transferencia entre la CPU y el periférico. Cada periférico necesita su propio controlador específico para comunicarse con la CPU y la memoria.
- Cada controlador se conecta al bus del sistema o a un conmutador centralizado y supervisa a uno o más dispositivos periféricos. Un controlador de E/S no es simplemente una conexión física entre un dispositivo externo y el bus del sistema, sino que contiene cierta “inteligencia”. Es decir, dispone de la lógica necesaria para realizar una función de comunicación entre los periféricos del computador y el bus.
- La transferencia de información se realiza físicamente a través de **puertos de E/S**, que son registros conectados a los buses de la computadora. Cada puerto tiene asociada una dirección, de forma que el procesador ve al periférico como un puerto o un conjunto de puertos con sus correspondientes direcciones para acceder a sus datos.
- La comunicación con el controlador de E/S se efectúa mediante **señales de datos, de control y de estado** del dispositivo. Las señales de control determinan la función que realiza el dispositivo, mientras que las señales de estado indican el estado en que se encuentra el dispositivo. La CPU envía una orden de E/S y continúa ejecutando otras instrucciones hasta que es interrumpida por el controlador de E/S al finalizar su tarea.
- Los aspectos de la función de control de más bajo nivel se implementan en hardware, habitualmente mediante tarjetas o integrados en la placa base. Los de más alto nivel se reservan al software en forma de unos programas específicos llamados **drivers** dependientes del sistema operativo. Los drivers permiten al sistema operativo reconocer al periférico y utilizarlo de forma correcta.

Ciclo de una instrucción

El ciclo de ejecución de una instrucción se puede dividir en cuatro fases o pasos:

1) Búsqueda o lectura (fetch) de la instrucción: La UC envía a la memoria principal la dirección contenida en el registro contador de programa (PC), es decir, la dirección de la instrucción a ejecutar, y activa las señales de control necesarias para que la memoria entregue la instrucción. Se transfiere entonces la instrucción desde la memoria al registro de instrucción de la UC.

2) Decodificación de la instrucción: La UC recibe la instrucción, la analiza y, en su caso, lee los operandos de la memoria principal, enviando su dirección y activando las señales de control correspondientes.

El siguiente paso consiste en incrementar el PC (Program Counter), con lo que se puede pasar a ejecutar la instrucción siguiente. Existen instrucciones que pueden

modificar el contenido del PC, dando lugar a bifurcaciones. Hay bifurcaciones no programadas por causa de interrupciones externas e internas (traps). Para que el proceso comience, es necesario inicializar el PC con la primera dirección de código, donde comienza el programa.

3) Búsqueda de los operandos: La UC ordena el envío de los operandos a la ALU para que realice la operación sobre éstos. Según el tipo de direccionamiento, la instrucción puede contener los operandos (direccionamiento inmediato), o la dirección donde se encuentran (direccionamiento directo), o la dirección de una posición de memoria que contiene la dirección de los operandos (direccionamiento indirecto), o una dirección a sumar a un valor fijo guardado en un registro especial (direccionamiento relativo).

4) Ejecución de la instrucción: En esta fase se realiza la operación indicada por la instrucción y si ésta lo precisa se almacena el resultado en los registros internos de la CPU o en la memoria.

Ciclo de una instrucción

Ejemplo: SUMAR 033 992 993 (sumar los contenidos de las posiciones de memoria 033 y 992, almacenando el resultado en la posición 993).

Código de operación (CO): SUMAR

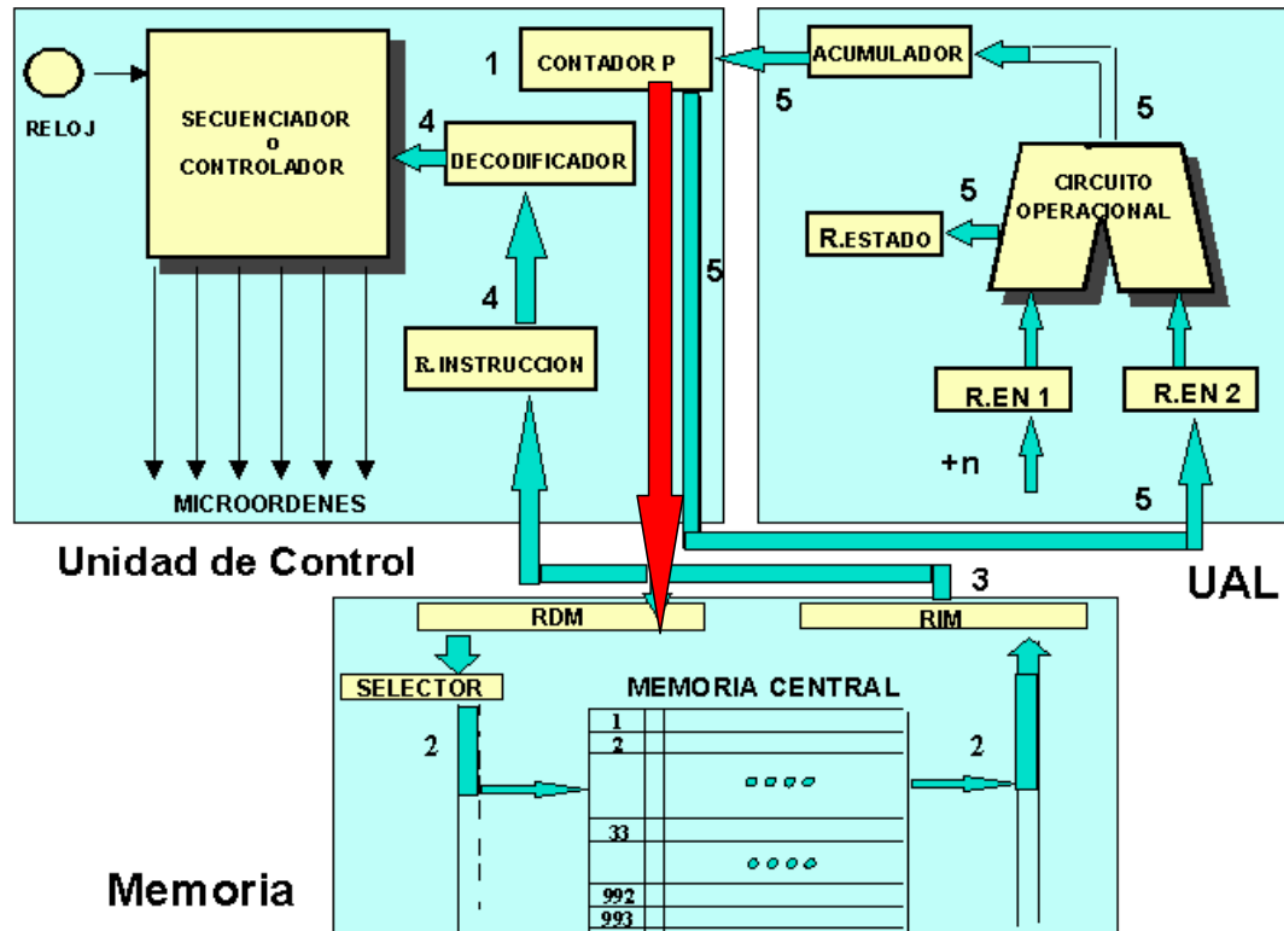
Dirección del primer sumando (OP1): 033

Dirección del segundo sumando (OP2): 992

Dirección del resultado (OP3): 993

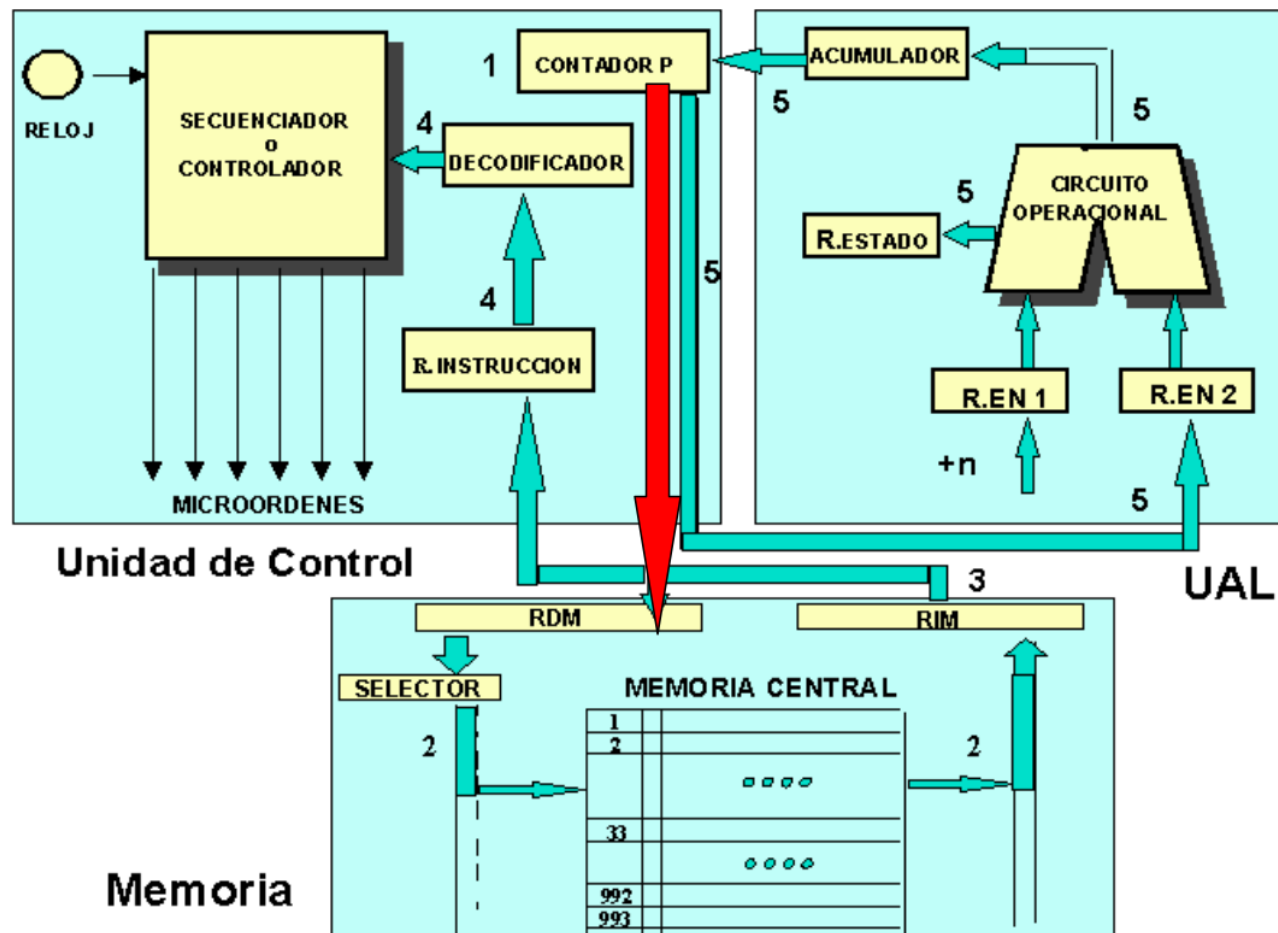
FASE DE BÚSQUEDA

1. La UC envía una microorden para que el contenido del registro contador de programa que contiene la dirección de la siguiente instrucción, sea transferido al registro de dirección de memoria.



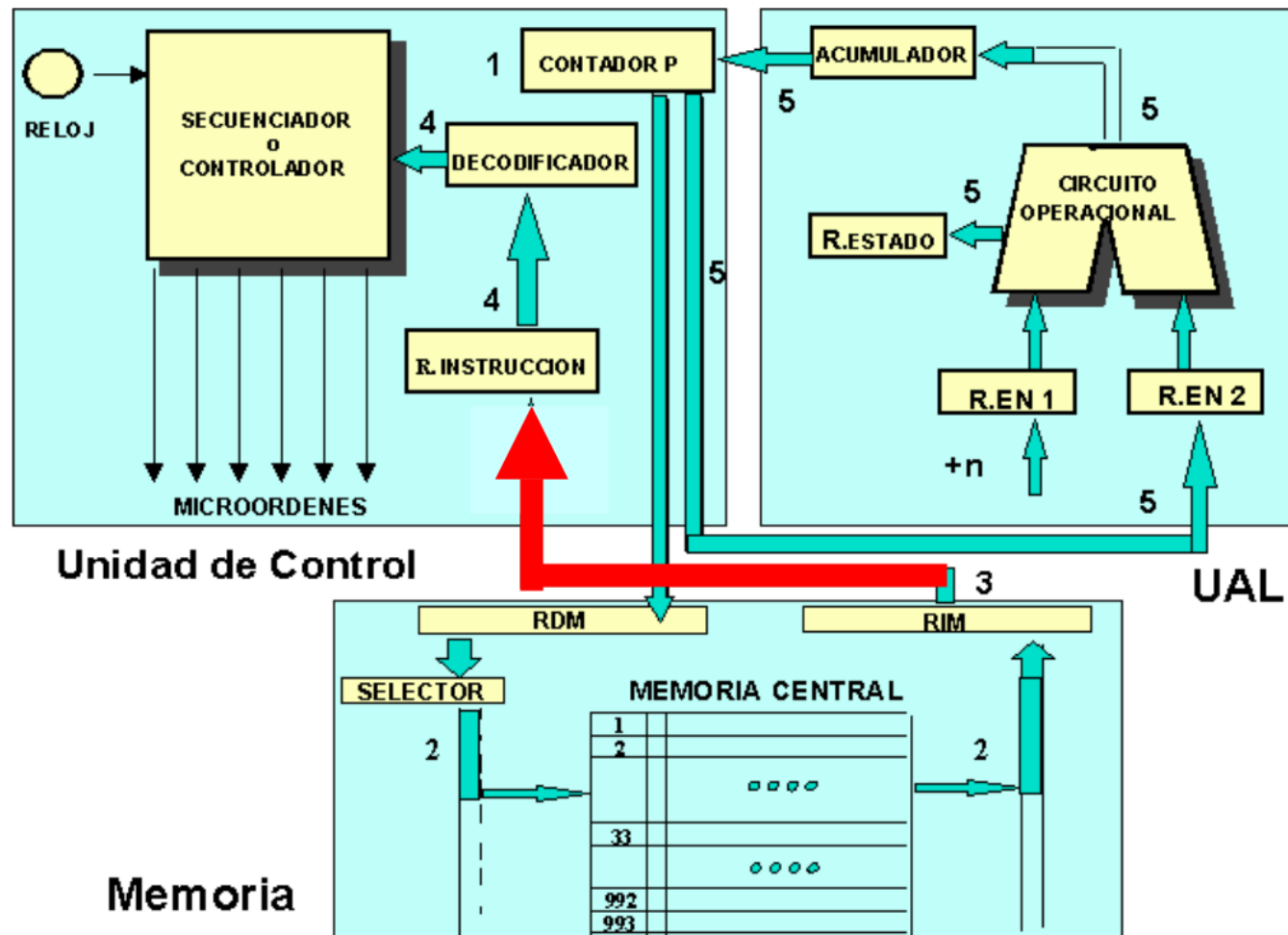
Ciclo de una instrucción

2. La posición de memoria que figura en el registro de dirección de memoria es utilizada por el selector para transferir su contenido al registro de intercambio de memoria.



Ciclo de una instrucción

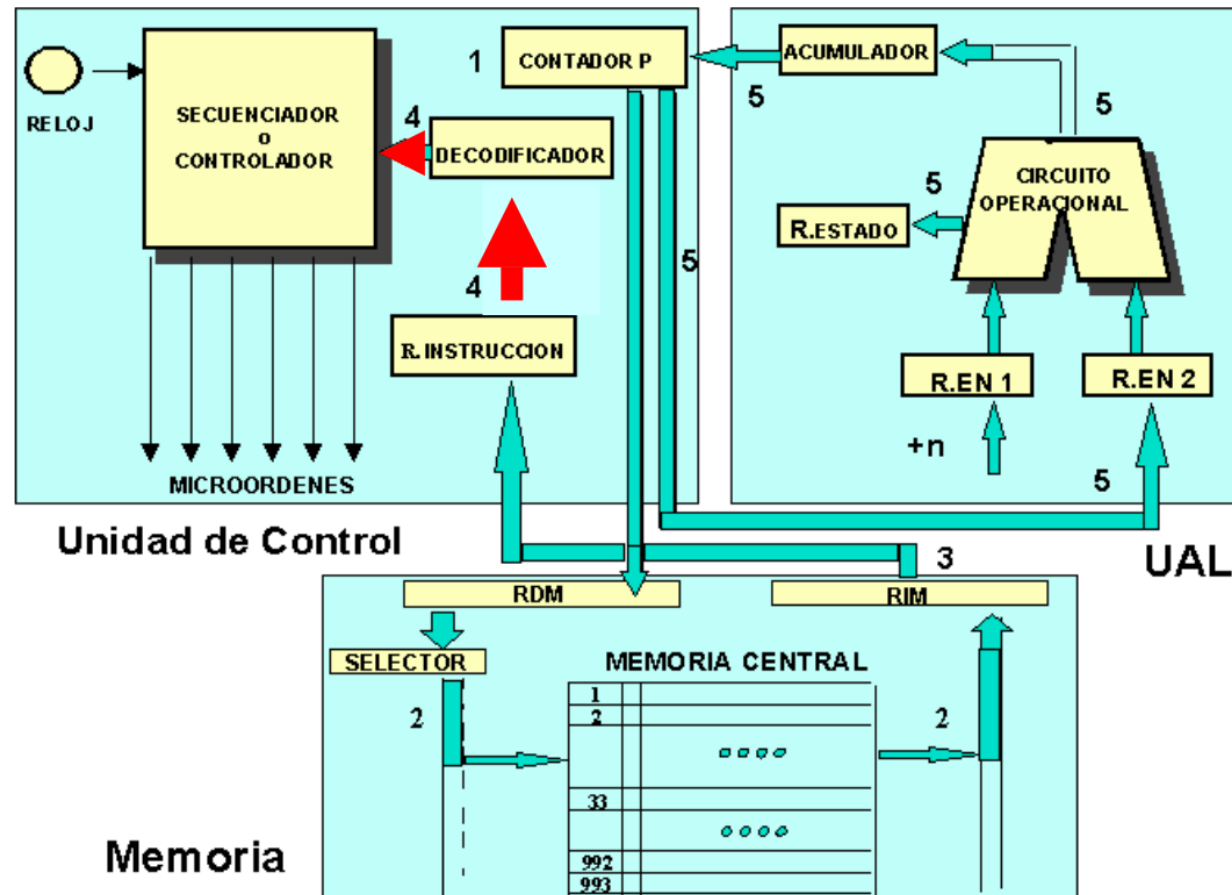
3. Se transfiere la instrucción desde el registro de intercambio de memoria al registro de instrucción.



Ciclo de una instrucción

4. Posteriormente el decodificador procede a interpretar la instrucción que acaba de llegar al registro de instrucción, en este caso SUMAR, quedando dispuesto para la activación del circuito sumador de la ALU e informando al secuenciador.

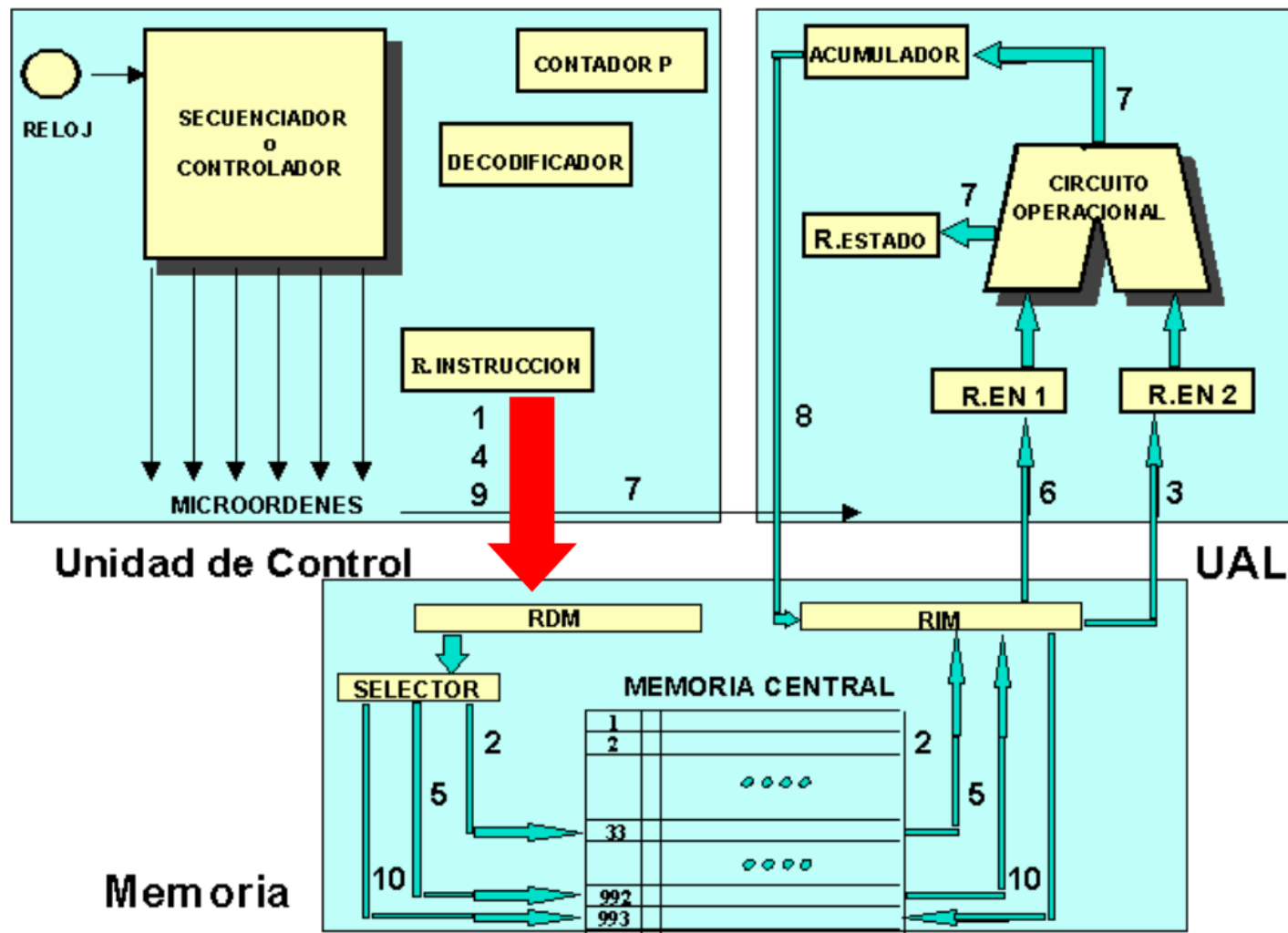
5. El registro contador de programa se autoincrementa con un valor 1 de tal forma que quede apuntado a la siguiente instrucción situada consecutivamente en memoria. Si la instrucción en ejecución es de ruptura de secuencia, el contador de programa se cargará con la dirección que corresponda.



Ciclo de una instrucción

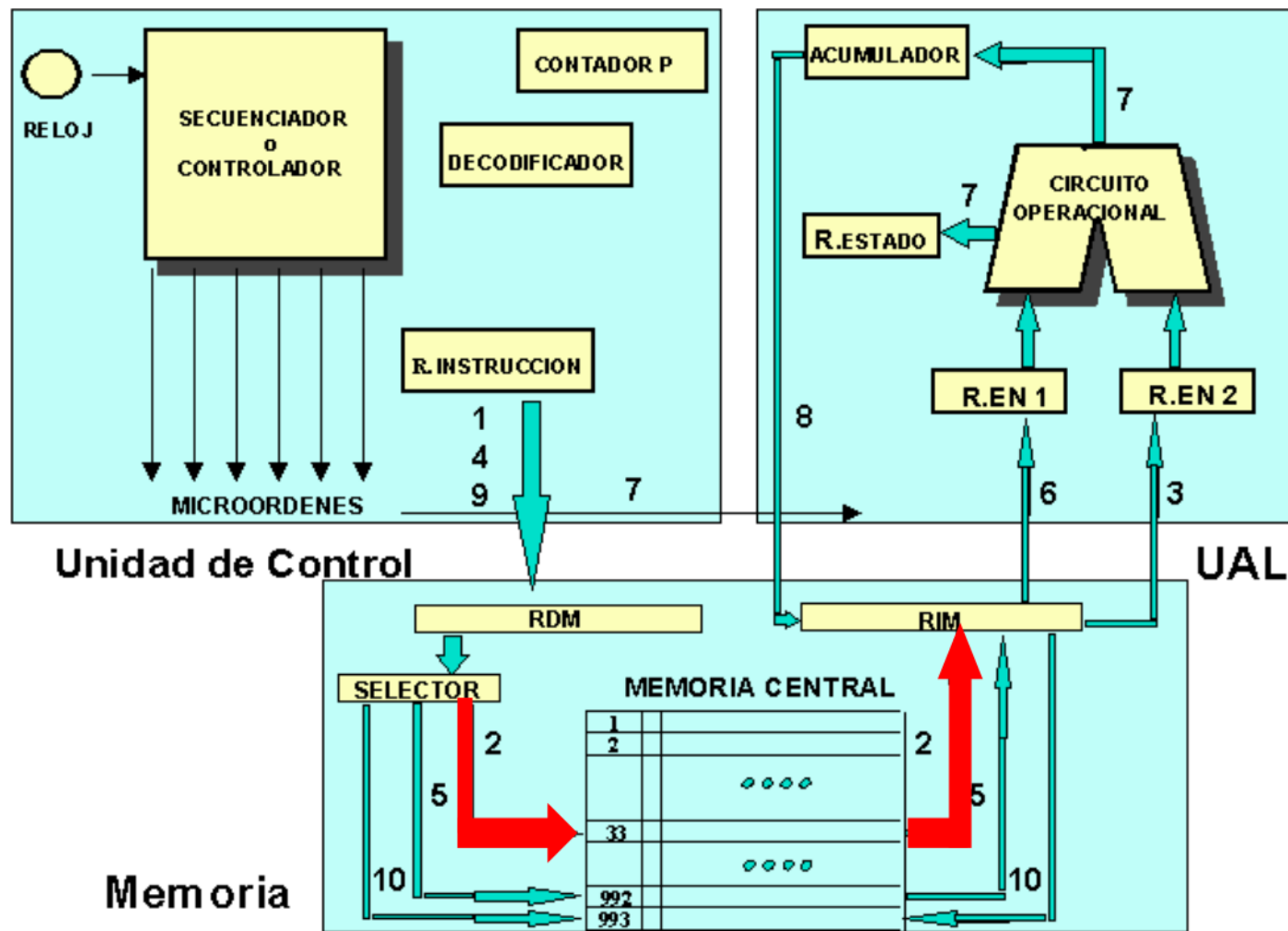
FASE DE EJECUCIÓN

1. Se transfiere la dirección del primer operando desde el registro de instrucción al registro de dirección de memoria.



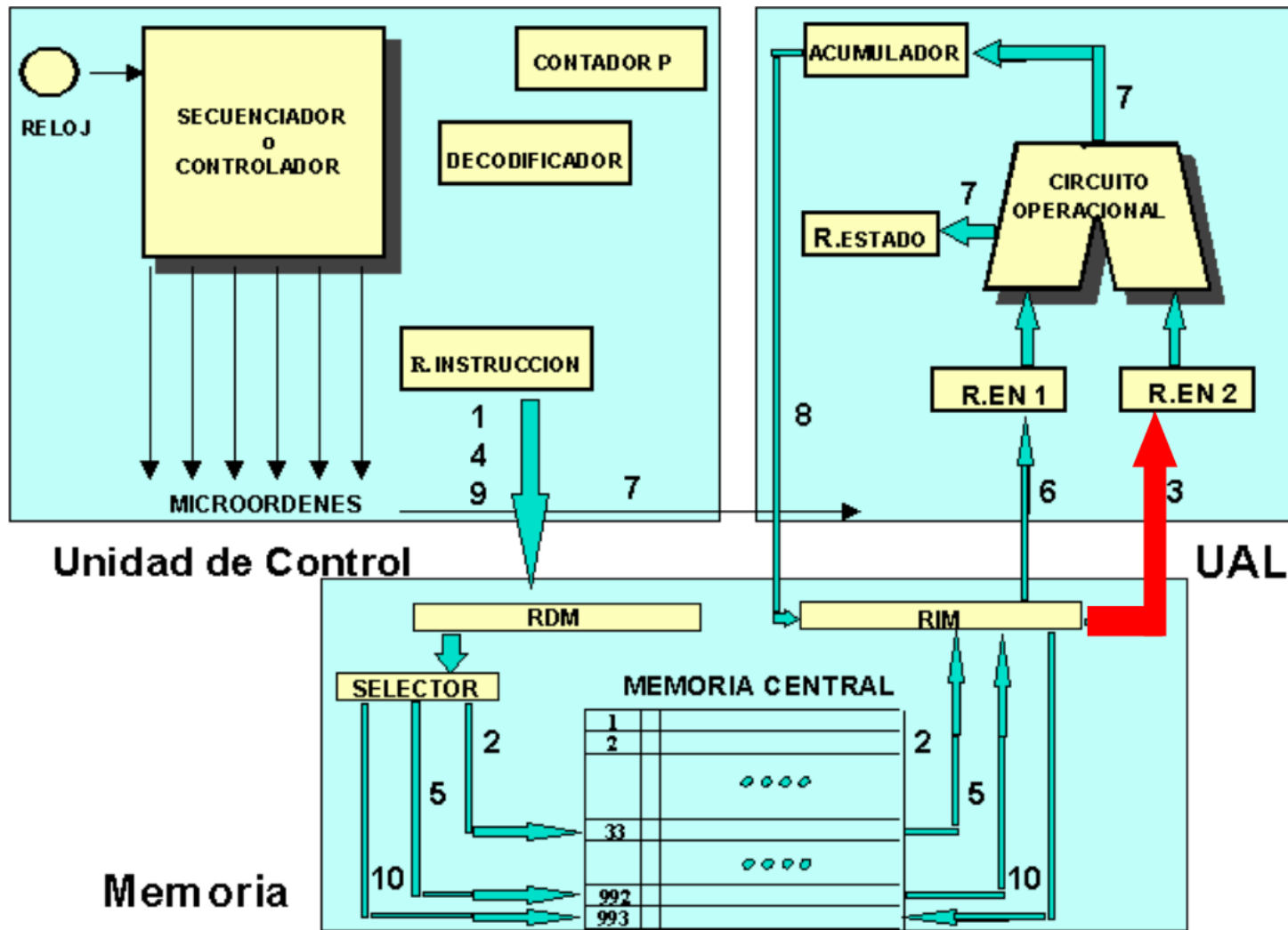
Ciclo de una instrucción

2. El selector extrae de la memoria dicho dato depositándolo en el registro de intercambio de memoria.



Ciclo de una instrucción

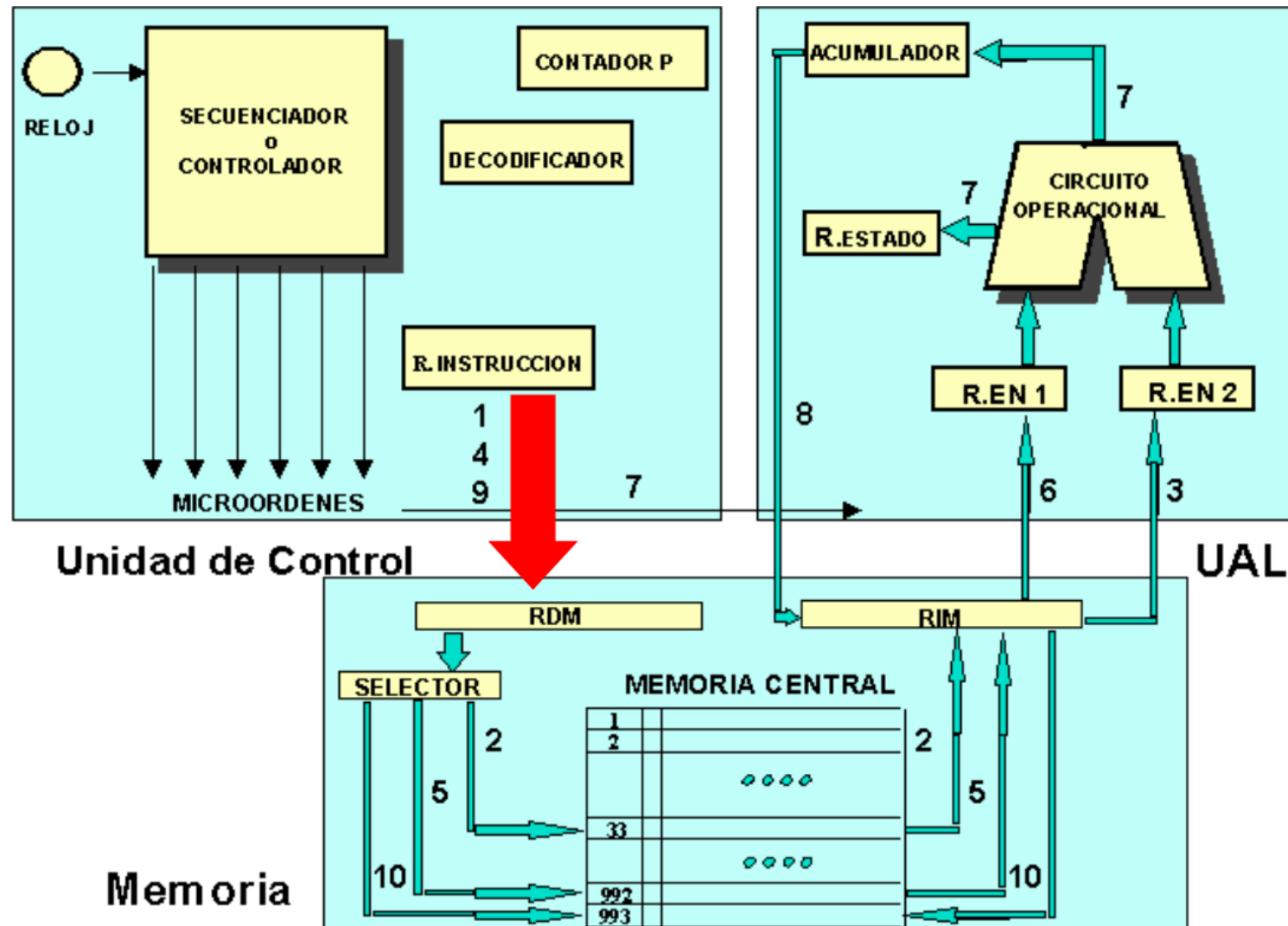
3. Se lleva este operando desde este registro al registro de entrada 1 de la ALU.





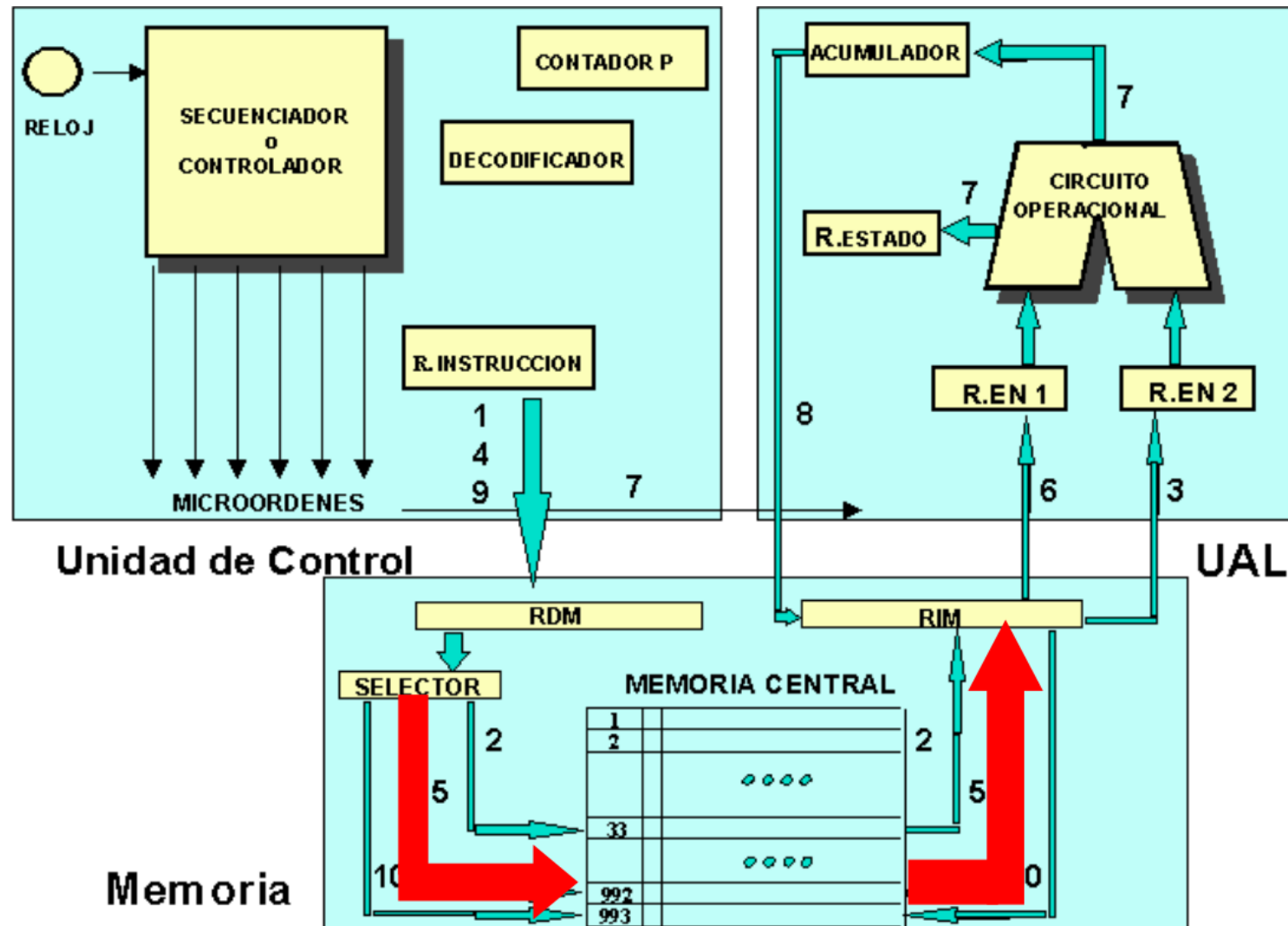
Ciclo de una instrucción

4. Se transfiere la dirección del segundo operando desde el registro de instrucción al registro de memoria.



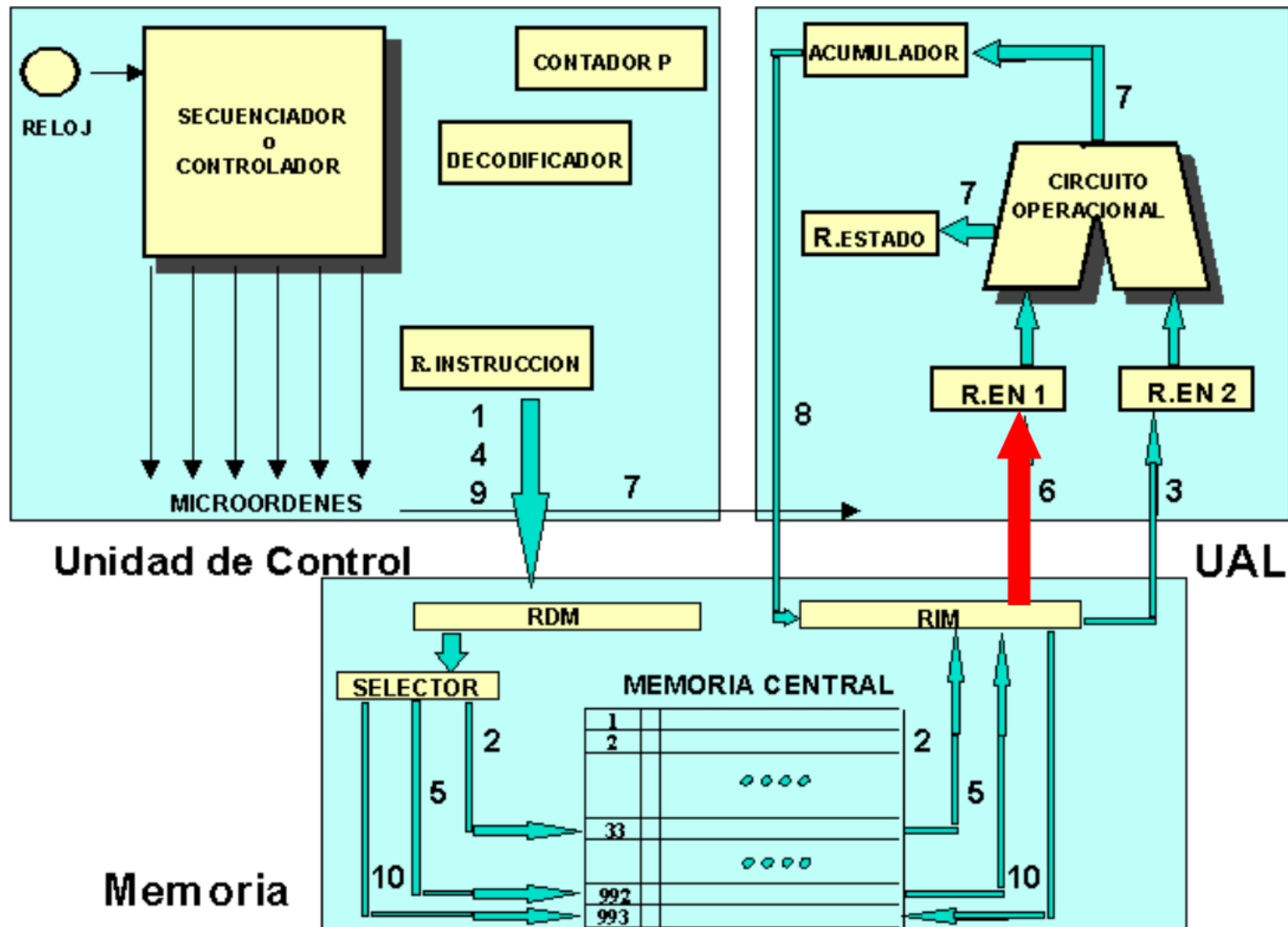
Ciclo de una instrucción

5. El selector extrae de la memoria dicho dato y lo deposita en el registro de intercambio de memoria



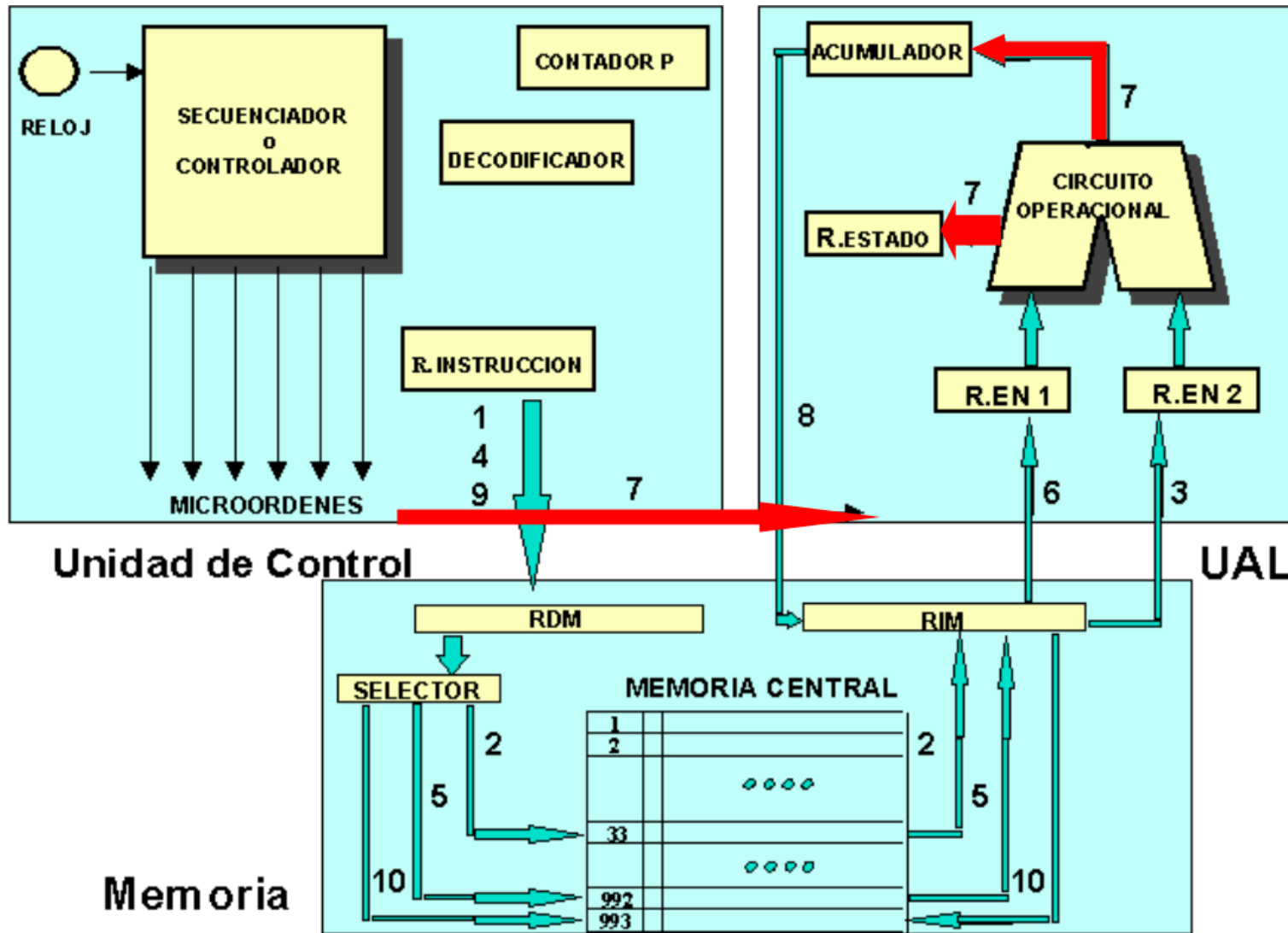
Ciclo de una instrucción

6. Se lleva este operando desde este registro al registro de entrada 2 de la ALU.



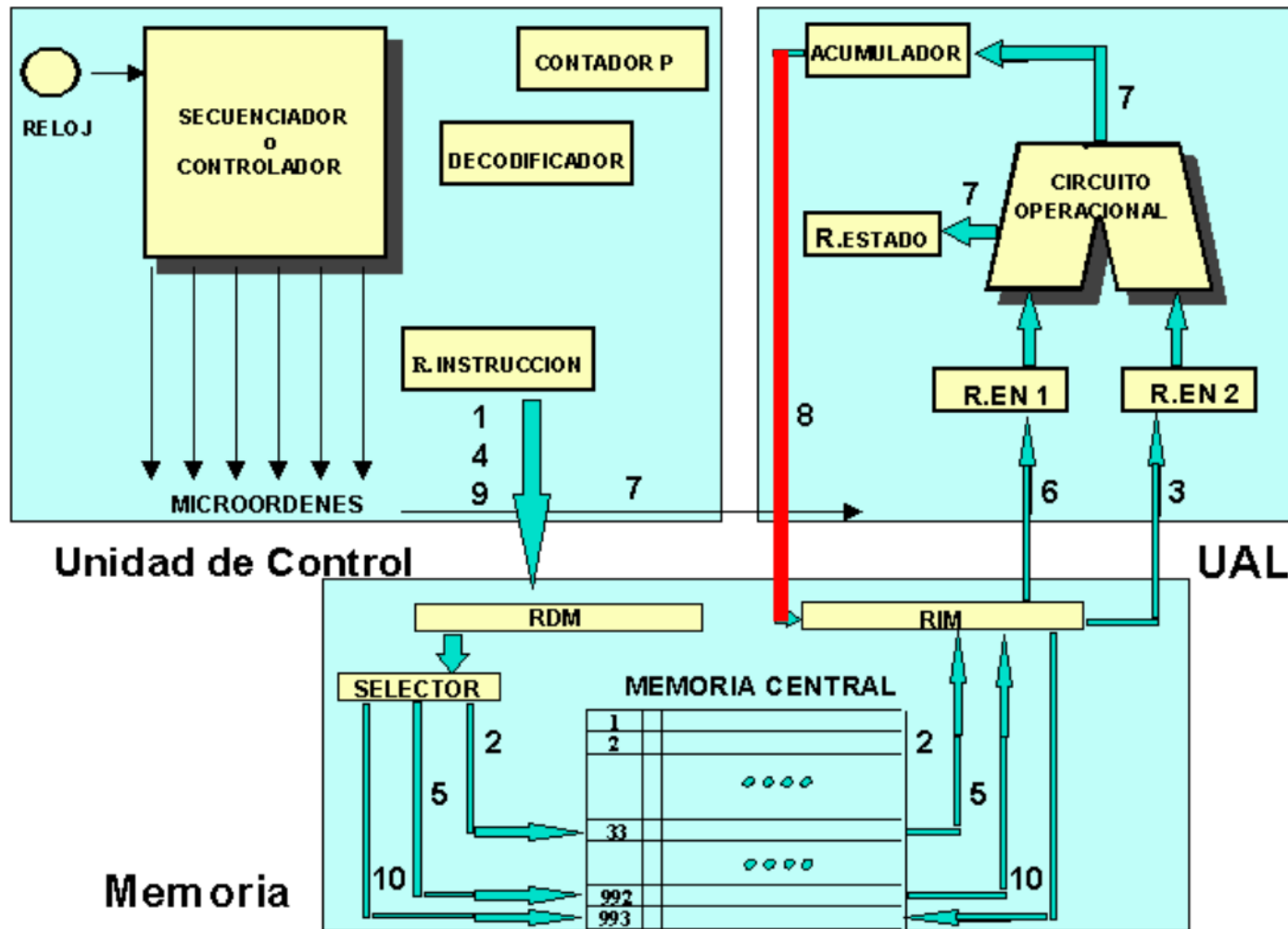
Ciclo de una instrucción

7. El secuenciador envía una microorden a la ALU para que se ejecute la operación. El resultado de la operación queda almacenado en el acumulador.



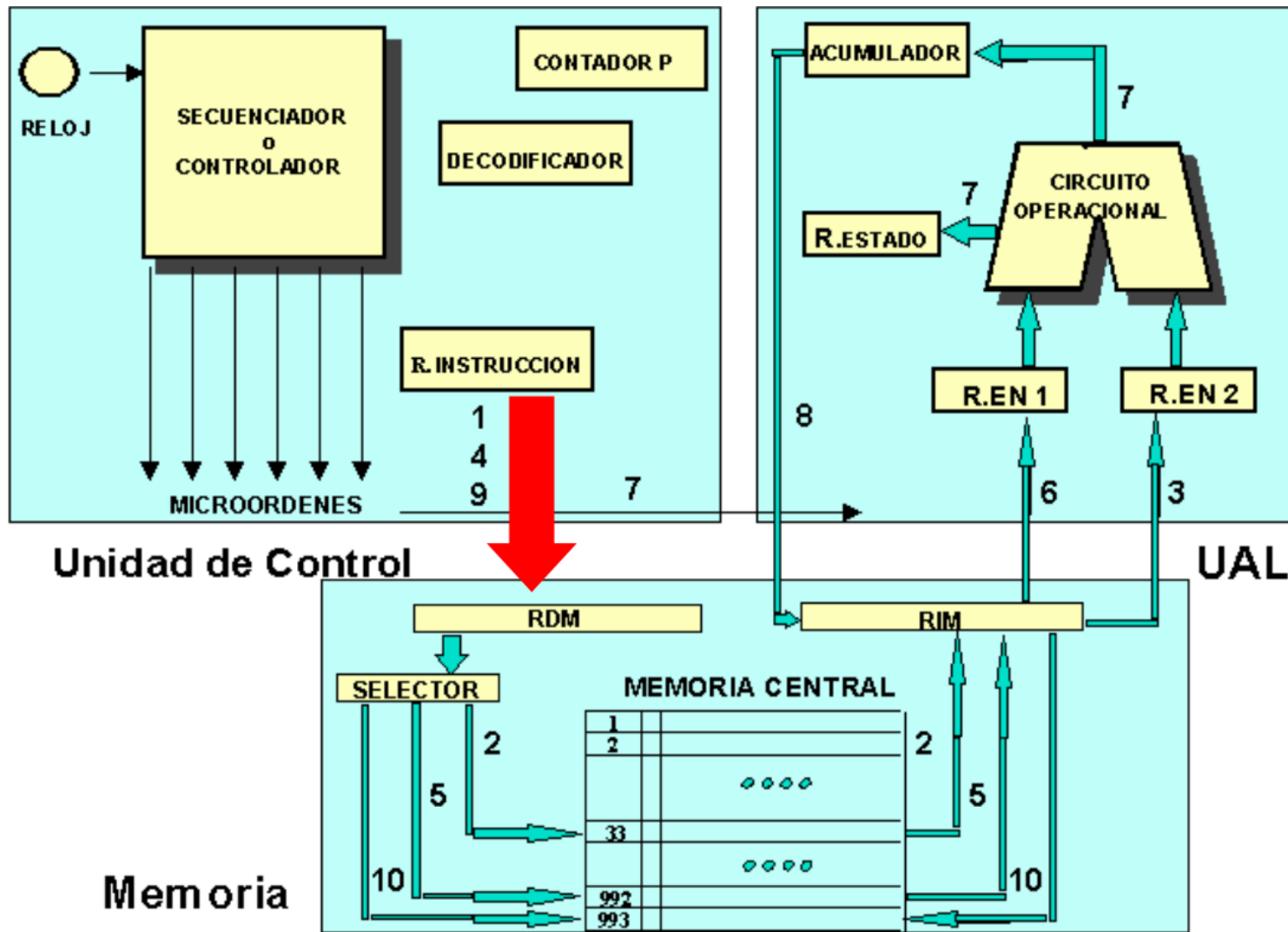
Ciclo de una instrucción

8. Este resultado se envía desde el acumulador al registro de intercambio de memoria.



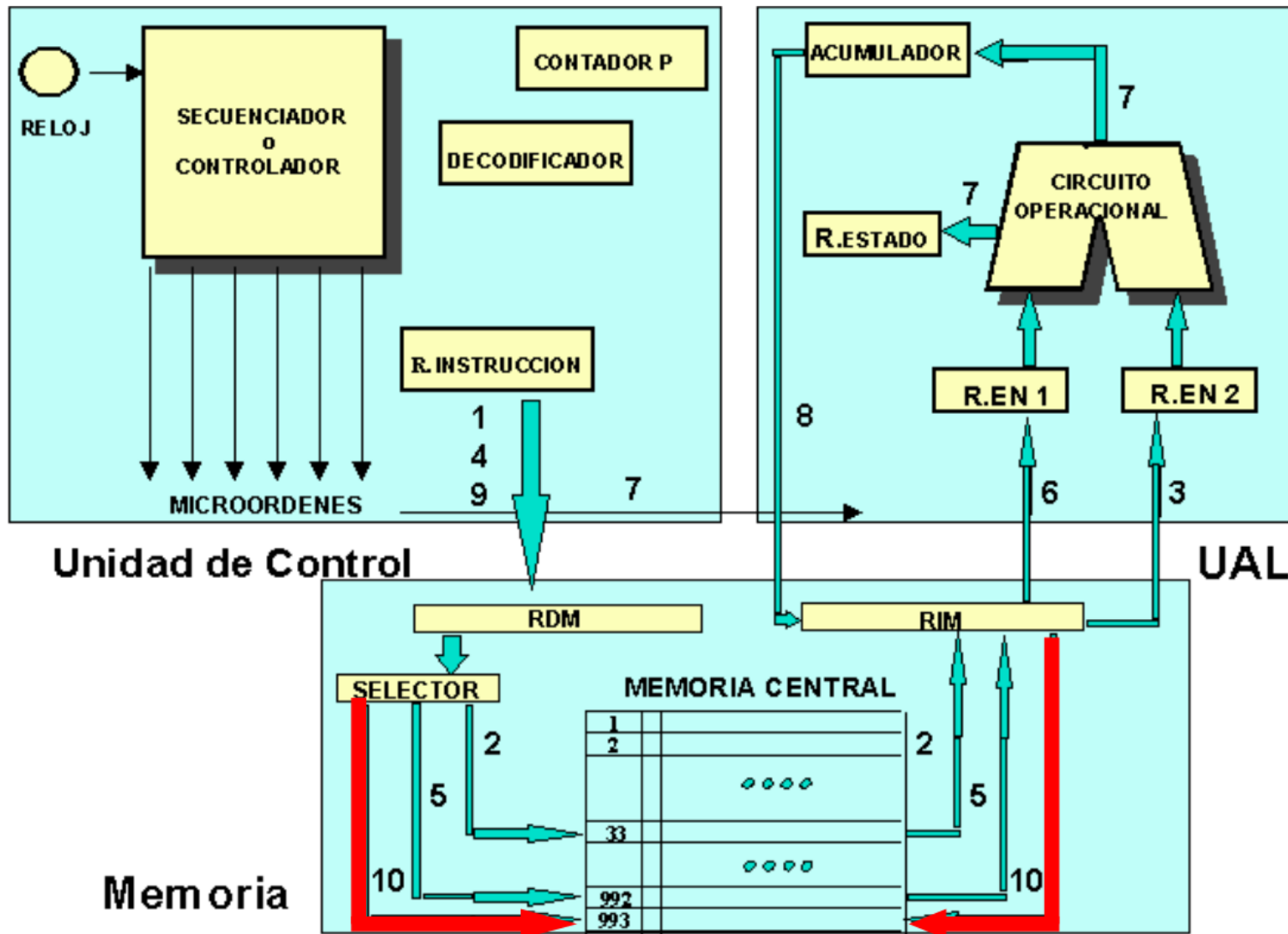
Ciclo de una instrucción

9. Se transfiere desde el registro de instrucción al registro de dirección de memoria la dirección donde ha de almacenarse el resultado en la memoria.



Ciclo de una instrucción

10. Se transfiere el resultado desde el registro de intercambio de memoria a la dirección de memoria indicada en el registro de dirección de memoria.



A photograph of a server room with blue ambient lighting. Several server racks are visible, with some doors open, revealing internal components. The room has a high ceiling with exposed metal beams and cables.

¿Preguntas?

Mario Alfonso Lasso Mesa mlaso83@iesciudadjardin.com