

Estructura de un equipo microinformático

SUMARIO

- Historia de los ordenadores
- La arquitectura von Neumann
- La CPU
- La memoria
- Los buses y el sistema de E/S
- Diagrama de bloques de una CPU actual

OBJETIVOS

- Conocer la historia de los ordenadores.
- Saber diferenciar los bloques que componen los ordenadores modernos.
- Conocer la función y las características de cada bloque del ordenador.
- Conocer los pasos a seguir a la hora de ejecutar una instrucción.
- Conocer el diagrama de bloques de las CPU actuales.



Sugerencias didácticas

El objetivo de esta unidad es que el alumnado adquiera una idea del desarrollo histórico de los ordenadores, desde su origen hasta los modernos dispositivos y que conozca los bloques que componen los microprocesadores modernos y sepa el modo de funcionamiento interno de cada uno de ellos.

Para realizar una introducción a los conceptos y contenidos que van a ser analizados en la unidad, puede ser muy útil realizar una presentación de la unidad utilizando como documento de apoyo la página de Ideas clave del libro del alumno.

El desarrollo de los contenidos de la unidad comienza con un recorrido por la historia y evolución de los ordenadores, desde sus orígenes hasta el presente. Esta historia se divide en dos grandes fases y en varias generaciones, de las que se deberán conocer sus características, duración y ordenadores o dispositivos típicos de la época.

La historia de los ordenadores no es un tema cerrado, ya que diferentes autores tienen diferentes versiones sobre ella: número de generaciones existentes, fecha de inicio y fin de cada una de ellas, etc. Por estos motivos, es interesante que el alumno consulte en Internet varias páginas que hablen sobre la historia de los ordenadores y las compare, extrayendo sus propias conclusiones. No hay una versión buena y otras erróneas. Son temas subjetivos, que bien argumentados tienen su validez.

Lo importante no es que el alumno memorice todos los nombres de las máquinas y sus constructores, fechas de construcción, características técnicas, etc. Lo que el alumno debería conocer son los hitos básicos que marcaron las sucesivas etapas de la evolución de los ordenadores, así como los modelos más representativos de cada una de estas etapas.

El segundo bloque se dedica al estudio de la arquitectura von Neumann y sus componentes. La aparición de esta arquitectura marcó un hito muy importante en la historia de los ordenadores. Supuso un cambio radical en su manera de construcción y sigue vigente todavía hoy en día.

El tercer y último bloque de la unidad trata sobre los diferentes tipos de software, con la intención de que el alumno adquiera los conceptos básicos sobre este elemento del sistema informático.

Esta unidad es muy teórica, así que debe apoyarse con constantes consultas en Internet para realizar ejercicios y dar más dinamismo a las clases. Es importante recalcar a los alumnos que deben leer cada página y realizar esquemas resumen o tablas, no solo copiar y pegar contenidos, ya que de esta manera no se asimilan los conceptos ni se extraen conclusiones propias. Por ejemplo, en el tema de las generaciones de los ordenadores, cada alumno podría indicar cuántas existen en su opinión, dando sus propios argumentos, que pueden ser igual de válidos que los del autor de un libro o una página web.

La mayoría de actividades de esta unidad se prestan a hacerse en grupos reducidos de alumnos. Sin embargo, es importante controlar que, aunque las búsquedas en Internet se hagan en grupo, cada alumno presente la solución a sus ejercicios individualmente y con sus propias conclusiones.

Una vez expuestos los contenidos de la unidad se deben realizar las actividades finales, así como leer el texto de la revista del final de cada unidad, comentarlo y contestar las preguntas que en esa página se plantean.

Por último, con el fin de fijar los conceptos estudiados en la unidad, puede ser muy útil realizar un repaso a lo visto volviendo a emplear como documento de apoyo la página de Ideas clave del libro del alumno.

Finalmente, recomendamos la realización de test del CD *Generador de pruebas de evaluación* para comprobar si los alumnos han alcanzado los objetivos propuestos.

A continuación se muestra una tabla resumen con todos los recursos para esta unidad.

Recursos de la unidad 1	
CD <i>Recursos Multimedia</i>	Presentaciones multimedia
<i>Generador de pruebas de evaluación</i>	

Solucionario a las actividades propuestas

1 >> Historia de los ordenadores

Sugerencias didácticas

En las siguientes actividades, hay que recordarle al alumnado que debe consultar varias páginas web y que los datos que encuentre en ellas pueden diferir ligeramente, por lo que deberá escoger el que crea más adecuado según su criterio, criterio que deberá saber argumentar.

Es importante que al alumno le suenen estos nombres y fechas, y para asegurarse de ello deben rellenar una tabla de este estilo, bien creada por ellos mismos, bien facilitada por el profesor. De esta manera, se intenta evitar que los alumnos copien y peguen sin tan siquiera leer lo que copian.

1•• Haz una tabla resumen con los diferentes elementos de la historia de los ordenadores, su fecha y su autor.

Invento	Fecha	Autor
Ábaco chino	3500 AC	Anónimo
Bastoncillos de Napier	1617	John Napier
Primera calculadora	1623	Wilhelm Schickard
Máquina aritmética de Pascal	1642	Blaise Pascal
Máquina aritmética de Leibniz	1694	Gottfried Wilhelm Leibniz
Telar de Jacquard	1790	Joseph Marie Jacquard
Máquina diferencial de Babbage	1822	Charles Babbage
Máquina tabuladota mecánica de Hollerith	1890	Herman Hollerith
Analizador diferencial	1931	Vannevar Bush
ABC	1939	John Atanasoff y Clifford Berry
Mark I	1944	Howard Aiken
Colossus	1943	Bletchley Park
ENIAC	1946	Dr. John Mauchly y J. Presper Eckert
EDVAC	1951	John von Neumann
UNIVAC I	1951	Remington Rand
UNIVAC II	1952	Remington Rand
Primeros modelos de IBM	1955	IBM

2·· ¿Cuál fue el primer ordenador digital totalmente electrónico? ¿Y el primer PC?

El primer ordenador digital totalmente electrónico fue el Colossus, mientras que el primer PC fue el IBM 5150.

3·· ¿Cuál es el elemento que caracteriza cada una de las generaciones de computadores?

Generación	Característica
1. ^a generación	Válvulas de vacío
2. ^a generación	Transistores
3. ^a generación	Circuitos integrados (SSI)
4. ^a generación	Circuitos integrados (LSI)
5. ^a generación	Circuitos integrados (VLSI)

4·· Realiza una tabla resumen con los principales ordenadores de cada generación.

Generación	Ordenadores	
1. ^a generación	ABC Mark I ENIAC	EDVAC UNIVAC I IBM 701
2. ^a generación	UNIVAC LARC IBM STRETCH (o 7030) Burroughs D-825 ATLAS	CDC 1604, 3600, 6600 IBM 1410, 1620 PDP-1 de DEC Serie 1100 de UNIVAC
3. ^a generación	IBM 360 CDC 6600 de Control Data	PDP-8, PDP-11
4. ^a generación	IBM PC, AT, XT y compatibles APPLE Macintosh SINCLAIR Spectrum	También puede hablarse de las familias de microprocesadores: MOTOROLA 6800, 68000, 68030 INTEL 4004, 8008, 8080, 8085, 8086, 8088, 80186, 80286, 80386 ZiLOG Z-80, Z-8000
5. ^a generación	PSI-I: 30 KLIPS (<i>Logical Inference Per Second</i>) PSI-II: PSI-I + CPU VLSI CHI-I: 285 KLIPS PIM-D, PIM-R DELTA PSI-III CHI-II: 490 KLIPS Multi-PSI	Máquinas en paralelo: PIM/p: 512 microprocesadores RISC, 256 MB de memoria PIM/m: 256 microprocesadores CISC, 80 MB de memoria PIM/k: 16 microprocesadores RISC, 1 GB de memoria PIM/i: 16 microprocesadores RISC (tipo LIW), 320 MB de memoria

2 >> La arquitectura von Neumann

5·· ¿Qué elementos integran la CPU? ¿Para qué sirve cada uno de ellos?

La unidad central de proceso (CPU) está formada por:

- **La unidad de control (CU)**, que busca las instrucciones almacenadas en la memoria principal, las interpreta y las ejecuta.
- **La unidad aritmético-lógica (ALU)**, que es la encargada de realizar las operaciones aritméticas (sumas, restas, etc.) y lógicas (y, o, o exclusivo, no) con los datos que recibe y generar los resultados.
- **Los registros del sistema**, encargados de almacenar temporalmente pequeñas cantidades de datos (normalmente, resultados intermedios de operaciones) dentro de la CPU. Hay registros de trabajo de propósito general y registros especiales no visibles al programador.

6·· ¿Qué operaciones pueden realizar las ALU modernas? ¿Qué unidades ayudan a la ALU?

Las ALU modernas pueden realizar operaciones aritméticas con números enteros (sumas, restas y algunas multiplicaciones y divisiones), operaciones lógicas y desplazamientos.

El trabajo con números reales lo realiza la FPU o unidad de coma flotante, antiguamente conocida como coprocesador matemático.

7·· Busca información en Internet sobre cuántos registros generales suelen tener las CPU actuales.

En esta actividad se pretende que el alumno investigue para obtener una información muy técnica que no suele indicarse en las características básicas de los procesadores.

La búsqueda debe realizarse partiendo del modelo y arquitectura del procesador, escribiendo los nombres de estos en el buscador, además de las palabras "registros de propósito general" o su equivalente en inglés "*general purpose registers*" o "GPR".

Por ejemplo, en los procesadores AMD64 hay 16 registros de propósito general, mientras que en los Intel64 tan solo hay 8.

8·· Enumera los distintos tipos de buses que existen en un ordenador.

Bus de control, bus de datos y bus de direcciones.

9·· ¿Cuál es la memoria direccionable por un bus de direcciones de 32 bits?

Con un bus de direcciones de 32 bits podemos acceder a 2^{32} bytes, es decir, 4 294 967 296 bytes, o 4 GB.

10·· Investiga en Internet cuánta memoria RAM como máximo se puede instalar en una placa Intel® Desktop Board DX58SO2.

La memoria máxima instalable en esta placa es de 24 GB.

11·· ¿Qué tipo de memoria se utiliza para almacenar la BIOS? ¿Por qué?

La BIOS se almacena en memoria EPROM o RAM-CMOS, la cual consume muy poca energía y puede ser alimentada por la pila de botón de la placa base, para mantener así los datos que contiene.

12·· "La memoria caché se puede configurar como *write-back* o *write-through*." Investiga en Internet sobre el significado de esta expresión.

La escritura retardada o *write-back* consiste en modificar los datos tan solo en la memoria caché y no en la RAM. Cuando el bloque de la caché vaya a ser reemplazado por otro se modifican los datos en la RAM.

La escritura inmediata o *write-through* consiste en modificar al mismo tiempo los datos tanto en la caché como en la RAM.

Sugerencias didácticas

En la próxima actividad, hay que tener en cuenta que la definición de procesadores segmentados es sencilla, pero existen muchos procesadores segmentados en el mercado y cada uno de ellos puede tener dividida la ejecución de las instrucciones en diferentes etapas.

Por lo tanto, se les deberá indicar a los alumnos que busquen un ejemplo concreto de entre todos los existentes.

13·· Busca en Internet información sobre los procesadores segmentados. ¿Qué etapas tiene en ellos la ejecución de una instrucción?

La segmentación consiste en descomponer la ejecución de cada instrucción en varias etapas para poder empezar a procesar una instrucción diferente en cada una de ellas y trabajar con varias a la vez. Así, un procesador segmentado está dividido en varias unidades independientes que ejecutan etapas diferentes de una instrucción.

En el caso del procesador DLX podemos encontrar las siguientes etapas en una instrucción:

- **IF:** búsqueda.
- **ID:** decodificación.
- **EX:** ejecución en la unidad aritmético lógica.
- **MEM:** memoria.
- **WB:** escritura.

Cada una de estas etapas de la instrucción usa en exclusiva un hardware determinado del procesador, de tal forma que la ejecución de cada una de las etapas en principio no interfiere en la ejecución del resto.

Sugerencias didácticas

Esta actividad puede realizarse individualmente o en grupos. Es importante que se corrija en la pizarra y que los alumnos completen su tabla con los periféricos que no tenían.

14·· Haz una tabla con todos los periféricos de entrada y salida que conozcas, creando una columna para cada una de las categorías: entrada, salida, almacenamiento y comunicación.

Entrada	Salida	Almacenamiento	Comunicación
Teclado Ratón Micrófono Escáner Cámara web	Pantalla Impresora Altavoces Auriculares Plóter	Disco duro Disquete CD/DVD Blu-ray Pendrive	Módem Router Tarjeta de red Tarjeta WiFi Tarjeta bluetooth

3 >> El software

Sugerencias didácticas

Existen muchos sistemas operativos en el mercado, pero con esta actividad se pretende recopilar los más utilizados. Se trata de que el alumno conozca la existencia de todos estos sistemas operativos y sus características básicas, aunque finalmente se decante por el uso únicamente de uno de ellos.

15·· Busca en Internet información sobre los sistemas operativos y realiza una tabla comparativa de los más utilizados y sus versiones más actuales, indicando el tipo de licencia de cada uno y qué empresa o institución lo creó.

Empresa o comunidad	Ámbito	Sistema operativo	Licencia
MICROSOFT	Desktop	Windows 7 SP1	Microsoft CLUF (EULA)
MICROSOFT	Server	Windows 2008 Server SP2	Microsoft CLUF (EULA)
OpenBSD	Server	Unix OpenBSD 5.0	BSD
NetBSD	Server	Unix NetBSD 5.1	BSD
FreeBSD	Server	Unix FreeBSD 8.2	BSD
ORACLE	Server	Unix OpenSolaris 2009.06	CDDL
NOVELL y AMD	Desktop y Server	Linux OpenSUSE 12.1	GNU GPL y otras
CANONICAL	Desktop y Server	Linux Ubuntu 11.10	GNU GPL y otras
REDHAT	Desktop y Server	Linux Fedora 16	GNU GPL y otras
APPLE	Desktop y Server	Mac OS X 10.7.2	Apple CLUF
IBM y MICROSOFT	Desktop y Server	OS/2 Warp 4.52	Software no libre
ORACLE	Server	Solaris 10	CDDL y otras

Sugerencias didácticas

La siguiente actividad pretende que los alumnos conozcan los diferentes tipos de licencias que existen en el mercado. Para ello, deben rellenar una tabla como la que se propone, bien creada por ellos mismos, bien facilitada por el profesor.

De esta manera, se intenta evitar que los alumnos copien y peguen sin tan siquiera leer lo que copian. Sería interesante, a posteriori, montar un debate sobre las bondades y carencias de cada tipo de licencia, así como la elaboración de una lista de programas para identificar la licencia que tienen.

16·· Entra en la página web del Proyecto GNU (<http://www.gnu.org/>) y realiza una tabla comparativa con los tipos de licencias de software que existen en el mercado y las características de cada una de ellas.

Software libre (*free software*)

Es un software con autorización para ser usado, copiado y distribuido, ya sea con o sin modificaciones, gratuitamente o mediante una retribución. El código fuente debe estar disponible.

Software de código abierto (*open source*)

Es parecido al software libre pero que no acepta algunos tipos de licencias que sí están admitidas en el software libre debido a que las consideran demasiado restrictivas. Aún así, casi todo el software libre es de código abierto y casi todo el software de código abierto es libre.



Software de dominio público

Se trata de software que no está protegido por derechos de autor y, por tanto, está a disposición de cualquiera. No es el mismo caso que en los dos anteriores porque en estos sí existen derechos de autor. Además, puede darse la circunstancia de que un software de dominio público esté disponible únicamente en formato binario y, por tanto, no se pueda acceder a su código, por lo que tampoco cumpliría el requisito de tener código abierto.

Software protegido con *copyleft*

La licencia de tipo *copyleft* surge por oposición al *copyright* y no solo se aplica al software, sino que puede emplearse en cualquier creación intelectual (libros, música, etc.). Es un concepto genérico puesto que engloba diferentes tipos de licencias que indican lo que se puede y lo que no se puede hacer con el software (generar obra derivada, hacer uso comercial, etc.), pero siempre garantizando que todas las copias de las versiones son software libre.

Software libre no protegido con *copyleft*

No todo el software libre usa licencias *copyleft*. Existen desarrollos que permiten la distribución libremente y que no restringen el uso de los productos derivados. Por tanto, el software no protegido con *copyleft* puede usarse dentro de un programa que posteriormente sea protegido con una licencia comercial de uso privativo.

Software cubierto por la GPL

La GPL (*General Public License*) o licencia pública general de GNU es un conjunto específico de términos de distribución empleados para proteger un programa con *copyleft*. En otras palabras, se trata de un subconjunto dentro del *copyleft*.

Software de GNU

Es el software liberado bajo el auspicio del Proyecto GNU, un proyecto de desarrollo de un sistema operativo totalmente libre y de sus programas asociados. A un programa que sea software de GNU, también lo denominamos programa GNU o paquete GNU. La mayoría del software de GNU está protegido por *copyleft*, pero no todo; sin embargo, todo el software GNU debe ser software libre.

Software no libre

Es cualquier software que no es libre. Esto incluye al software semilibre y el software privativo.

Software semilibre

Es software que no es libre, pero incluye autorización para que los particulares lo usen, lo copien, lo distribuyan y lo modifiquen siempre y cuando lo hagan sin propósitos lucrativos.

Software privativo

Es software que no es libre ni semilibre. Su uso, redistribución o modificación están prohibidos o requieren de una autorización.

Freeware

No tiene una definición clara aceptada, pero es usado comúnmente para referirse a paquetes que se pueden distribuir pero no modificar y cuyo código fuente no está disponible. Estos paquetes no son software libre puesto que, como se ha visto, para que sea considerado software libre es imprescindible que esté disponible el código fuente.

Shareware

Es software comercial del que se permite redistribuir copias, pero que por cada copia utilizada, el usuario debe pagar un cargo por licencia. El *shareware* muchas veces consiste en versiones de evaluación o con una funcionalidad reducida de programas comerciales cuya finalidad es que el usuario lo pruebe y acabe comprándolo. También existe una modalidad de *shareware* en la que se permite el uso del programa pero se le solicita a cambio al usuario un pago voluntario. Finalmente, un último tipo de *shareware* es aquel que permite su uso gratuito a cambio de incrustar publicidad.

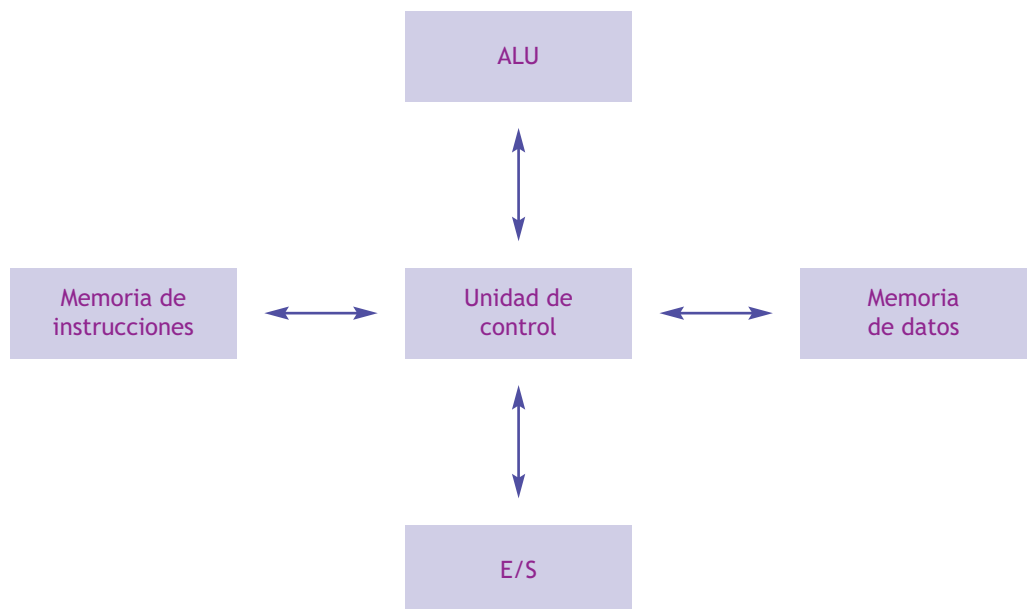
Software privado
El software privado, o a medida, es software desarrollado para un usuario, generalmente una organización o una compañía. Este usuario lo tiene en su poder y no lo libera al público.
Software comercial
Es software desarrollado por un negocio que pretende obtener dinero de su utilización. Comercial y privativo no son lo mismo. La mayoría del software comercial es privativo, pero hay software libre comercial y hay software no libre no comercial.

Solucionario a las actividades finales

∴ CONSOLIDACIÓN ∴

1·∴ ¿Qué es la arquitectura Harvard? ¿En qué se diferencia de la arquitectura von Neumann?

El término proviene de la computadora Harvard Mark I. La arquitectura Harvard utiliza dispositivos de almacenamiento físicamente separados para las instrucciones y para los datos.



La arquitectura von Neumann, por el contrario, usa una memoria común para los datos y las instrucciones. Este hecho permitió empezar a hacer programas software almacenados en memoria, en vez de los programas hardware existentes hasta el momento (conexiones, tarjetas perforadas, etc.).

2·∴ ¿Por qué fue tan importante el desarrollo del álgebra de Boole para la computación moderna?

El álgebra de Boole es un sistema matemático que consiste en un método para resolver problemas de lógica que recurre solamente a los valores binarios 1 y 0, y a tres operadores básicos: AND (y), OR (o) y NOT (no). Aplicando este álgebra, podemos implementar cualquier circuito electrónico: el 1 y el 0 se representan con la existencia o ausencia de corriente eléctrica, mientras que los operandos se implementan mediante biestables y puertas lógicas.

3•• ¿Cuáles son los componentes de la unidad de control? ¿Qué función tiene cada uno de ellos?

- **Decodificador de instrucción (DI).** Unidad encargada de leer e interpretar el código de operación de la instrucción contenida en el IR. En función de la operación que sea, se generan las señales de control necesarias para ejecutar correctamente la instrucción.
- **Reloj (CLK).** Sucesión de impulsos eléctricos con una frecuencia constante. Marca los instantes en los que se ejecutan los pasos a realizar para cada instrucción. La velocidad del reloj se mide en megahercios (MHz) o gigahercios (GHz).
- **Secuenciador (S).** Unidad que genera las microórdenes elementales que, sincronizadas con el reloj, hacen que se ejecute paso a paso y ordenadamente la instrucción contenida en el IR.
- **El registro de instrucción (IR).** Contiene la instrucción que se está ejecutando en ese momento.
- **El contador de programa (PC).** Contiene la dirección de memoria de la siguiente instrucción a ejecutar.

4•• ¿Cuál es la importancia del reloj en la CPU?

Es el elemento que marca la velocidad a la que se van a ejecutar las instrucciones en el ordenador. Su importancia radica en que a mayor frecuencia de reloj, mayor velocidad de procesamiento, por lo que el procesador será más rápido.

5•• ¿Qué es la FPU?

La FPU (*Floating Point Unit*) es la unidad que realiza las operaciones en coma flotante.

Sugerencias didácticas

Esta actividad pretende que los alumnos conozcan el significado de estos términos, su localización y su importancia en las características de un procesador.

Se debe recordar a los alumnos que en función del fabricante de procesadores consultado, algunos nombres de componentes pueden diferir, pero la función de los mismos básicamente seguirá siendo la misma.

6•• Busca en Internet información sobre el FSB y el BSB. ¿Para qué sirven? ¿Dónde están situados?

El FSB (*Front Side Bus*) o bus frontal comunica el micro con el *chipset* de la placa base.

El BSB (*Back Side Bus*) o bus trasero comunica el núcleo de la CPU con la memoria caché externa.

Sugerencias didácticas

Es importante recordar a los alumnos, antes de empezar a realizar esta actividad, que la cantidad, tamaño y situación de los diferentes niveles de memoria caché no es estándar y que en función del modelo y marca de procesador estos valores pueden ser diferentes.

Los alumnos deben consultar varios modelos actuales para decidir cuál de ellos es el más común actualmente, ya sea en general o según las diferentes marcas y modelos de procesadores.

7•• ¿Qué tipos de memoria caché podemos encontrarnos en los microprocesadores actuales? ¿Dónde están situadas?

- Caché L1 dentro del micro y dividida para instrucciones y datos.
- Caché L2 en la placa base. La CPU se comunica con ella a través del BSB.
- Algunos micros tienen dos niveles de caché dentro del micro (L1 y L2) y otro nivel en la placa base (L3).

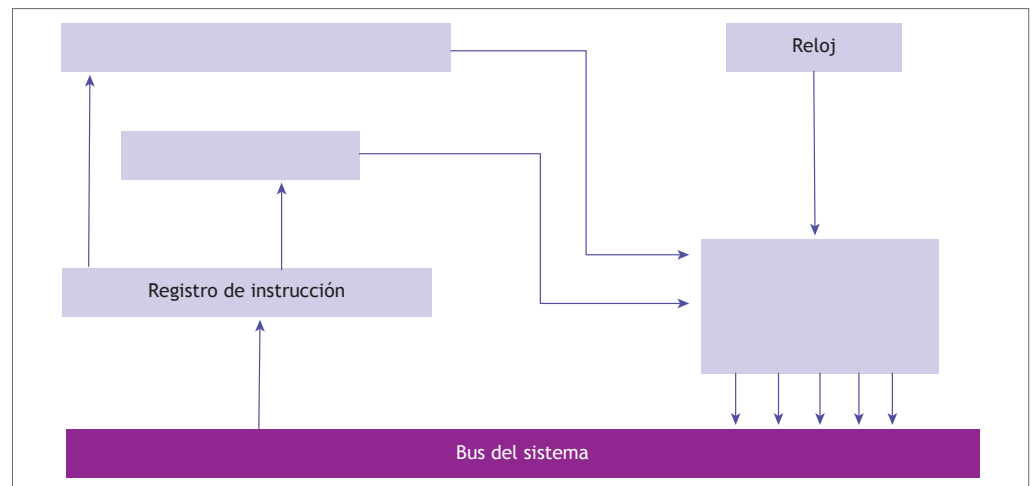
8•• ¿Qué son MFLOPS? ¿Y MIPS?

MFLOPS (*Million Floating-point Operations Per Second*, millones de operaciones en coma flotante por segundo) expresa la potencia de cálculo científico de un computador.

MIPS (*Million Instructions Per Second*, millones de instrucciones por segundo) expresa la velocidad de ejecución de las instrucciones de una máquina.

.: APLICACIÓN .:

1•• Copia en tu cuaderno el siguiente esquema de la unidad de control de un microprocesador y rellena los cuadros vacíos con el nombre del componente correspondiente. Explica brevemente el funcionamiento de estos componentes.



- Decodificador de la instrucción (DI): cada instrucción está dividida en dos partes, el código de operación y la dirección de los operandos (si los requiere la instrucción). El decodificador interpreta o decodifica el campo del código de operación para averiguar cuál es la operación a realizar.
- Secuenciador (S): genera las microórdenes necesarias para ejecutar, paso a paso y de forma sincronizada, la instrucción.
- Registros de estado (RE): registran las diferentes condiciones de estado de la última operación.

2.· Indica los pasos que seguiría la CPU para ejecutar el siguiente programa.

Dirección de memoria	Contenido	Dirección de memoria	Contenido
101	Leer Dato1	105	Fin del programa
102	Leer Dato2	106	Dato1
103	Calcular Dato2 – Dato1	107	Dato2
104	Guardar el resultado como Result	108	Result

Inicio del programa PC=101.

Búsqueda 1

- Se pasa el contenido del PC al registro MAR a través del bus de direcciones.
- Se indica al MS que queremos realizar una lectura en memoria.
- El dato leído se carga en el MDR y se pasa al IR a través del bus de datos.
- El decodificador ve que queremos efectuar una lectura de Dato1.
- Se incrementa PC=102.

Ejecución 1

- Se carga la dirección de Dato1 en MAR=106 a través del bus de direcciones.
- Se indica al MS que queremos realizar una lectura en memoria.
- El dato leído se carga en el MDR y se pasa a REN1 a través del bus de datos.

Búsqueda 2

- Se pasa el contenido del PC al registro MAR a través del bus de direcciones.
- Se indica al MS que queremos realizar una lectura en memoria.
- El dato leído se carga en el MDR y se pasa al IR a través del bus de datos.
- El decodificador ve que queremos efectuar una lectura de Dato2.
- Se incrementa PC=103.

Ejecución 2

- Se carga la dirección de Dato2 en MAR=107 a través del bus de direcciones.
- Se indica al MS que queremos realizar una lectura en memoria.
- El dato leído se carga en el MDR y se pasa a REN2 a través del bus de datos.

Búsqueda 3

- Se pasa el contenido del PC al registro MAR a través del bus de direcciones.
- Se indica al MS que queremos realizar una lectura en memoria.
- El dato leído se carga en el MDR y se pasa al IR a través del bus de datos.
- El decodificador ve que queremos efectuar un cálculo Dato2 – Dato1.
- Se incrementa PC=104.

Ejecución 3

- A través del bus de control, se ordena a la ALU que pase REN1 y REN2 al circuito operacional y manda una operación de resta.
- El resultado se carga en el registro Acumulador.

Búsqueda 4

- Se pasa el contenido del PC al registro MAR a través del bus de direcciones.
- Se indica al MS que queremos realizar una lectura en memoria.
- El dato leído se carga en el MDR y se pasa al IR a través del bus de datos.
- El decodificador ve que queremos efectuar una escritura de AC en Result.
- Se incrementa PC=105.

Ejecución 4

- Se carga la dirección de Result en MAR=108 a través del bus de direcciones.
- Se carga el contenido de AC en MDR a través del bus de datos.
- Se indica al MS que queremos realizar una escritura en memoria.

Solucionario a las actividades de la revista informática**Sugerencias didácticas**

El objetivo de este apartado es que el alumnado lea el texto que se proporciona, relacionado con el contenido de la unidad y, a continuación, conteste a las preguntas que se plantean.

Según algunos autores, la historia de los ordenadores se divide en cuatro generaciones. Otros autores argumentan que han existido cinco generaciones y hay quienes dicen que la quinta generación ya se ha acabado debido a que los logros que se pretendían conseguir no se han alcanzado o a que el costo de los mismos supera el beneficio obtenido.

Uno de estos logros que pretendían conseguir los ordenadores de la quinta generación es el control mental de los ordenadores. Existen actualmente muchos estudios centrados en este tema, pero la mayoría están todavía en desarrollo y requieren de grandes inversiones para llevarlos a cabo.

Este artículo habla sobre uno de estos implantes o prótesis que permiten a personas con parálisis cerebral controlar ciertos dispositivos, y pretende que el alumno conozca alguna de estas investigaciones que hay en curso y que pueden traer notables beneficios a la humanidad, pero que para ello hace falta mucho tiempo, dinero y personal dedicado a ello.

1·· ¿Cómo se llama la tecnología utilizada en el implante?

BrainGate.

2·· ¿A qué tipo de personas va dirigido?

A personas con tetraplejía.

3·· ¿Qué causó el fracaso de otros prototipos de implantes?

La humedad y otros peligros del medio interno.

4·· ¿A qué otro tipo de investigaciones se dedica este grupo de científicos?

Al control de prótesis y de dispositivos de estimulación eléctrica funcional para personas con lesión de la médula espinal.