

## LA INTELIGENCIA DEL MICROPROCESADOR (una mirada rápida de la arquitectura)

Sabemos que las computadoras son capaces de comunicarse con otras máquinas y con las personas, utilizando para éstos menesteres los periféricos: impresoras, pantalla, teclado..., y los puertos de acceso.

También sabemos que las computadoras tienen memoria, unos mejor que otras en capacidad y calidad; y que adopta las formas más diversas: disco magnético, disco óptico, pendrive, memorias mini y micro sd, circuito integrado... Estas y otras muchas cualidades adornan la personalidad de cada máquina inteligente, pero detrás de todas ellas, controlando y supervisando su funcionamiento, se halla ¡siempre! EL CEREBRO (microprocesador).

### UN CEREBRO DE CABLES Y CIRCUITOS ELECTRÓNICOS.

Evidentemente, un procesador no será capaz de crear un pensamiento como puede hacer nuestro cerebro, pero existen algunas similitudes.

Nuestro cerebro recibe una serie de datos de los cinco sentidos; con éstos datos y la información contenida en nuestra memoria crea pensamientos y genera órdenes de acción, como moverse, hablar, etc.

La CPU (Unidad Central de Proceso), con sus rudimentarias neuronas artificiales, también recibe información del exterior, la compara con los datos almacenados en memoria y genera una serie de microórdenes que gobernarán el funcionamiento de los distintos elementos de la computadora.

El microprocesador propiamente dicho ¡es la CPU!. La misión de la CPU es controlar el funcionamiento de los restantes elementos de la computadora y realizar las operaciones necesarias para el procesamiento de los datos. Como es lógico, una labor tan importante, requiere perfeccionados sistemas de proceso y de control.

Estos dos elementos forman efectivamente parte de la CPU. Su estructura puede variar de un microprocesador a otro, pero existen elementos comunes a todos, como son:

-Una serie de registros destinados a contener temporalmente la operación que se está llevando a cabo. Unos son internos a la máquina y otros accesibles al usuario a través de las instrucciones del programa.

-La Unidad Aritmético Lógica, más conocida como UAL o ALU, es un circuito combinacional capaz de realizar operaciones aritméticas elementales: sumas, restas, complementos ... y lógicas: AND, OR, NOT, XOR, y sus combinaciones. La mayor parte de los procesadores utilizan la estructura denominada "de una dirección", representada por un registro especial denominado acumulador, que es el comodín del microprocesador. Este es siempre uno de los operandos, y además el resultado de la operación se introduce también en él.

-La Unidad de Control es el intermediario entre gobernador y gobernado. Recoge las órdenes que le envía el procesador en forma de instrucciones, las interpreta utilizando un decodificador y genera las señales pertinentes para que los elementos que han de ejecutarlas se pongan manos a la obra.

Para ésta operación la Unidad de Control recibe la ayuda del registro de instrucciones y el contador de programas.

El primero es el encargado de almacenar la instrucción en curso y pasarla seguidamente al decodificador de instrucciones para que la interprete. El segundo, también llamado PC, es el

registro que trabaja como contador, en el sentido que se actualiza automáticamente. El contador apunta a la dirección de memoria donde se encuentra la próxima orden que deba ser ejecutada. Cuando ya se ha ejecutado una instrucción, el contador se incrementa automáticamente para almacenar la dirección de la siguiente. No obstante, el contenido de éste registro se puede cambiar utilizando mecanismos hardware de la máquina o mediante programas, haciendo uso de las interrupciones.

-Como muchas de las instrucciones que ejecuta el procesador necesitan realizar intercambios con el exterior hay un Registro Temporal de Direcciones (TAR), donde se almacena la dirección del dato a transferir.

-Hay un último registro importante y es el denominado Registro de pila o Stack Pointer. En muchos ordenadores, la "pila" es un elemento físico más, concebido como una zona de memoria donde se guarda la dirección de regreso y el contenido de los registros más importantes, para que después de un salto de programas, el procesador no se despiste y sepa encontrar el camino de vuelta, al lugar del programa donde estaba.

-Y opcionalmente, más que nada como ayuda al usuario, el microprocesador puede llevar un registro de indicadores, formado por tantos elementos almacenadores (biestables), como informaciones distintas se quieran almacenar: el signo del resultado de la operación, si es par o impar, si hay acarreo, overflow, si es cero,...

#### -LOS AUXILIARES DE LA CPU-

Acabamos de conocer a los componentes más importantes del microprocesador, sin ellos no podría existir ni funcionar su inteligencia artificial.

En segundo plano hay toda una serie de colaboradores con utilidades específicas. También éstos son necesarios.

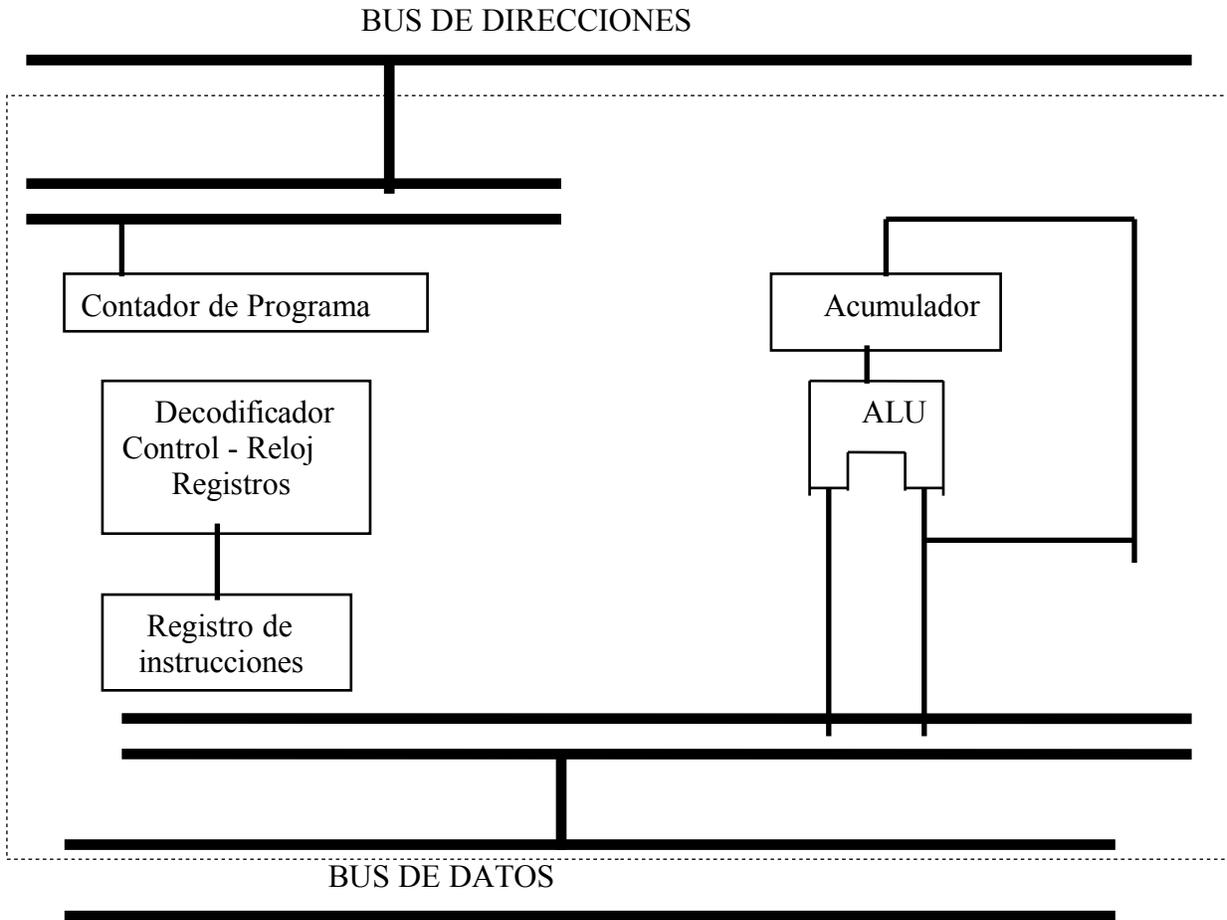
-Un Reloj, que no indica la hora para coordinar o sincronizar las operaciones internas de la CPU. Un microprocesador sólo puede realizar una cosa por vez, por lo tanto, el secuenciador indicará a qué operación le toca el turno en cada momento justo en que deba realizarse, ayudándose para ello del reloj.

Los circuitos del reloj están dotados de cristales de cuarzo que aseguran una gran estabilidad en la cuenta de impulsos. A la velocidad de trabajo de la computadora, la más mínima variación de frecuencia puede hacer errónea una operación. Según el tipo de ordenador, la frecuencia de éste reloj oscilará entre los 500 megaciclos por seg. y los 4000 megaciclos por seg., incluso algunos de ellos necesitarán varias señales de reloj distintas, pero esto se suele conseguir jugando con un único oscilador patrón.

-Otros registros para almacenamiento temporal de datos durante la ejecución de un programa. Dotar al procesador de éstos registros, tiene sus inconvenientes y sus ventajas: por una parte, al tenerlos aumenta bastante la velocidad de operación, pues le es más fácil hallar un dato almacenado en un registro temporal que realizar una búsqueda en memoria; mientras que por otra parte, su implementación complica considerablemente el circuito de la CPU.

Para que todos estos elementos que hemos visto que posee la CPU, puedan estar unidos, necesitan evidentemente unas conexiones.

---



Esto es lo que se denomina "Bus", una serie de cables donde se conectan todos los elementos y por los cuales circulan las diferentes señales: bus de datos, de direcciones y de control.

#### LA UNIDAD CENTRAL DE PROCESO

Una unidad de control de proceso no puede estar aislada del exterior, y ya sabemos que se debe conectar a los "buses", pero éstas conexiones no pueden ser realizadas en una forma cualquiera, sino que deben utilizarse unos dispositivos denominados de tres estados, los cuales dirigidos por una señal de control permiten el paso de información en el momento preciso o permanecen en el estado de "alta impedancia", es decir, como si no estuviesen conectados al bus. Esto evita posibles incursiones de señales intrusas que circulan por los buses, y que podrían inducir error a nuestro "cerebro".

#### UNA INSTRUCCION CUALQUIERA:

Veamos como se las ingeniería el procesador para ejecutarla.

También entre los ordenadores, cada maestrillo con su librillo, y en éste caso, sus ciclos de operación pueden incluir ciclos de búsqueda de instrucción, de escritura de memoria, de lectura, ciclos de entrada/salida, etc. Como podemos suponer, no todas las instrucciones necesitan realizar todo éstos ciclos; pero siempre se llevará a cabo la búsqueda de la instrucción apuntada por el contador de programa y la carga de la misma en el registro de

instrucciones, antes de proceder a la ejecución propiamente dicha. Para ésto último serán necesarios varios ciclos de operación, distintos según el caso.

Veamos cómo sería la ejecución de un pequeño programa en un microprocesador de 8 bits, que pueda utilizar instrucciones de ensamblador como LDA (cargar en el acumulador el contenido de una posición de memoria), ADD (sumar el acumulador con el contenido de un registro), STA (almacenar el acumulador en una posición de memoria).

El programa podría ser:

```
LDA 2000
ADD B
STA 3000
```

Traducido a nuestro idioma sería: cargar el acumulador con un dato que está en la posición 2000, sumar el acumulador con el contenido del registro B y almacenar el resultado en la posición 3000. Si suponemos que el programa está en la posición 1000, al ser el procesador de 8 bits, cada instrucción ocuparía varias posiciones de memoria, repartiéndose el dato o el código de la instrucción entre estas posiciones:

|      |               |
|------|---------------|
| 1000 | Código de LDA |
| 1001 | 20            |
| 1002 | 00            |
| 1003 | Código de ADD |
| 1004 | Código de STA |
| 1005 | 30            |
| 1006 | 00            |

Una vez iniciado el proceso de ejecución con un "reseteo" general del sistema, el contador de programa deberá contener la posición 1000, donde está la primera instrucción.

Supongamos que ya lo tiene, el siguiente paso será colocar el contenido del contador de programa en el registro de dirección de memoria (MAR), y en el bus de direcciones, tras lo cual se produce un ciclo de lectura de memoria, y el contenido de la posición 1000 (LDA) pasa al registro de instrucciones. Al terminar el ciclo de lectura, el contador de programa se incrementa en una unidad, pasando a contener la siguiente dirección de memoria.

Al decodificar la instrucción, la unidad de control se entera de la orden, debe cargar en el acumulador el dato que se encuentra en las posiciones indicadas. Una vez entendido ésto, inicia otro ciclo de búsqueda de la dirección; el contenido del contador de programa pasa al bus de direcciones y se activa la señal de lectura. El contador de programa vuelve a incrementarse.

Como la dirección tiene 16 bits y nuestra memoria tiene sólo 8, deberá ejecutarse otro ciclo de lectura idéntico para terminar de leerla, es decir, primero lee media dirección y después la otra media.

Una vez que posee la dirección completa en el registro de direcciones (TAR), se produce un nuevo ciclo de lectura y el contenido de la posición 2000 pasa por el bus de datos al acumulador. Con ésto finaliza la primera instrucción.

Para ejecutar la segunda, el contenido del contador de programa, que sería ahora 1003, pues se ha ido incrementando para el registro de direcciones, es leído y se almacena en el registro de instrucciones. Esta operación es más sencilla que la anterior, pues el registro B está dentro de la misma CPU y no deberá realizar nuevas lecturas de memoria. Al decodificar para interpretar la instrucción, únicamente debe colocar el contenido del registro

B en la puerta de la UAL y enviar la orden de suma.

La tercera instrucción sería similar a la primera: ciclo de lectura, decodificación, dos nuevos ciclos de lectura para conocer la dirección...y una vez leída la posición de memoria (3000 en nuestro caso) se produciría un ciclo de escritura en memoria, con el contenido del acumulador como dato.

Todo este proceso, podría parecerse muy complicado y puede ser que también nos parezca muy lento lo que no es en absoluto cierto. A pesar de realizar las operaciones paso a paso, la velocidad del procesador es tan alta que puede ejecutar ¡más de cuatro millones de instrucciones en un segundo!

En éste corto espacio de tiempo, se habrán producido múltiples señales y en tiempos muy precisos. Son las "microinstrucciones", las cuales sólo son importantes para el constructor de la computadora y para la propia máquina. El usuario sólo tendrá que introducir el programa en memoria, ordenar su ejecución y lo demás lo hará el procesador.

Nuestro programa ejemplo, estaría en algo parecido a un lenguaje ensamblador, si utilizáramos un lenguaje de alto nivel aún sería mucho más sencillo; pues únicamente tendríamos que dar una instrucción para realizar la misma operación y el software de la máquina se encargaría de pasarlos a ceros y unos, que es lo que en realidad entiende nuestro pseudo-inteligente amigo.

Como vimos, una CPU dista mucho de ser un cerebro humano, es únicamente un conjunto de cables y circuitos; pero los resultados pueden ser francamente asombrosos.

#### Cuestionario

1. ¿Qué función cumple el microprocesador o procesador dentro de una computadora?
2. ¿Que elementos forman parte del microprocesador?
3. ¿Que función cumplen los periféricos en la computadora?
4. ¿Cuál es la necesidad del reloj dentro de una computadora?
5. ¿Una computadora puede funcionar si un sistema de buses?