

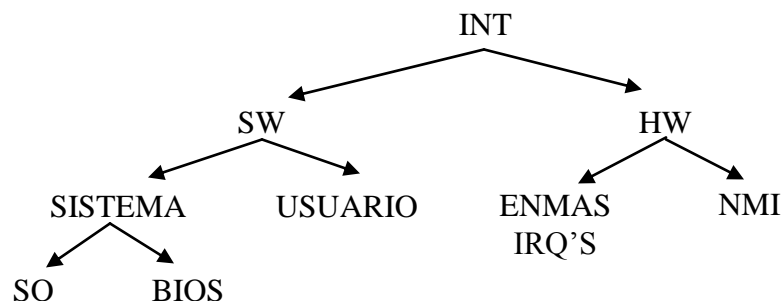
# Ensamblador

## Interrupciones

**Definición:** Una interrupción es el rompimiento en la secuencia de un programa para ejecutar un programa especial llamando una rutina de servicio cuya característica principal es que al finalizar regresa al punto donde se interrumpió el programa.

Dentro de una computadora existen dos clases de interrupciones:

- **Interrupciones por software:** Son aquellas programadas por el usuario, es decir, el usuario decide cuando y donde ejecutarlas, generalmente son usadas para realizar entrada y salida.
- **Interrupciones por hardware:** Son aquellas que son provocadas por dispositivos externos al procesador su característica principal es que no son programadas, esto es, pueden ocurrir en cualquier momento en el programa. Existen dos clases de interrupciones de este tipo:
  - Interrupciones por hardware enmascarables: Aquellas en las que el usuario decide si quiere o no ser interrumpido.
  - Interrupciones por hardware no enmascarables (NMI): Aquellas que siempre interrumpen al programa.



Las interrupciones por software se ejecutan con ayuda de las instrucciones: INT e IRET, además se tiene 256 interrupciones: de la 00 a la FF.

Asociado al concepto de interrupción se tiene un área de memoria llamada **vector de interrupciones**; la cual contiene las direcciones de las rutinas de servicio de cada interrupción. Esta área se encuentra en el segmento 0000:0000.

Para cada una de las direcciones se utilizan 4 bytes, dos bytes para el segmento y 2 para el desplazamiento. La instrucción INT *tipo*, realiza las siguientes tareas:

1. Salvar el registro de banderas.

2. Salvar el IP de la dirección de regreso.
3. Salvar el CS de la dirección de regreso.
4. Salva los registros.
5. Calcula el área donde esta la dirección de la rutina de servicio de la siguiente manera:  $tipo * 4$ , en el vector de interrupciones.
6. Ejecuta la rutina de servicio.

A su vez, IRET, que regresa de la interrupción, ejecuta lo siguiente:

1. Desempila los registros.
2. Desempila la dirección de regreso.
3. Desempila el registro de bandera.

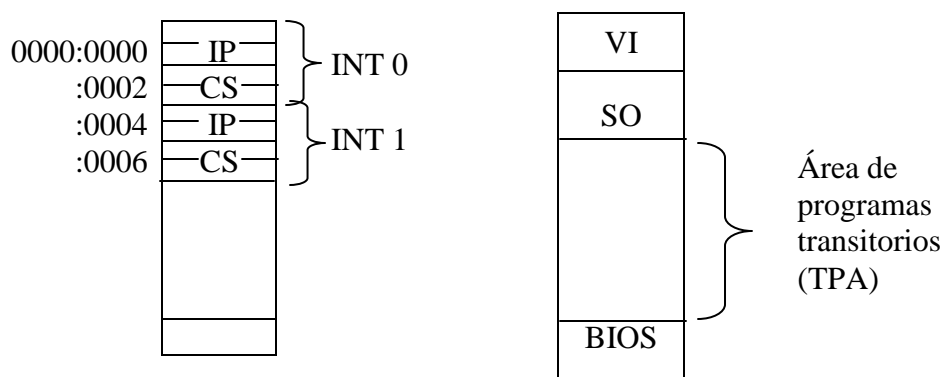


Tabla de interrupciones del sistema.

TIPO	DIRECCIÓN	USO	SISTEMA
0	0000	División por cero	BIOS
1	0004	Single Step	DEBUG
2	0008	NMI	BIOS
3	000C	Puntos de ruptura	DEBUG
4	0010	Overflow	BIOS
5	0014	Print Screen	BIOS
6 – 7		No usadas	
8	0020	Timer	BIOS
9	0024	Teclado	BIOS
A – D		No usadas	
E	0038	Disco	BIOS
F	003C	Impresora	BIOS
10	0040	E/S video	BIOS
11	0044	Lista de equipo	BIOS
12	0048	Tamaño de memoria	BIOS
13	004C	E/S disco	BIOS
14	0050	E/S serial	BIOS
15	0054	E/S cassette	BIOS
16	0058	E/S teclado	BIOS
17	005C	Salida impresora	BIOS
18	0060	ROM BASIC	BASIC
19	0064	Boot strap (reset)	BIOS
1A	0068	Fecha y hora	BIOS

1B	006C	Break (teclado)	BIOS
1C	0070	Int de Timer	BIOS
1D	0074	Tabla del video	BIOS
1E	0078	Tabla de disco	BIOS
1F	007C	Tabla del video	BIOS
20	0080	Termina programa	DOS
21	0084	Funciones	DOS
22	0088	Dir de regreso	DOS
23	008C	Control C	DOS
24	0090	Errores críticos	DOS
25	0094	Lectura absoluta de disco	DOS
26	0098	Escritura absoluta de disco	DOS
27	009C	Termina programa y deja residente	DOS

Al encender la computadora se ejecuta un programa; llamada rutina iniciadora; que inicia todo el sistema dicho programa esta almacenado en la memoria ROM, y forma parte del BIOS que es un conjunto de rutinas básicas para realizar E/S a dispositivos. Las funciones son:

1. Realiza una prueba de memoria.
2. Inicia el vector de interrupciones.
3. Inicia circuitos de soporte y dispositivos de E/S.
4. Realiza el proceso conocido como el BOOT STRAP que consiste en leer el sector del disco en memoria, dicho sector contiene un programa que pasará el sistema operativo a la memoria y le transfiere el control.

Las interrupciones del BIOS siempre están disponibles al usuario, en cambio las del sistema operativo, sólo si es sistema se ha cargado en memoria. BIOS permite realizar entrada y salida a dispositivos, el acceso a éstas rutinas es también por medio de interrupciones de software y enviando parámetros a través de los registros.

La interrupción 21h permite leer de teclado, escribir en vídeo, escribir en impresora, leer y escribir de dispositivo auxiliar, además realizar cambios en el vector de interrupciones, obtener y poner tanto la fecha como la hora.

### Manejo de Vídeo

Las computadoras usan los llamados al **sistema de vídeo** o **adaptadores de display**, para desplegar información en la pantalla. La función de tales adaptadores es conectar la computadora a un monitor. Dichos sistemas están formados por una serie de circuitos integrados entre los que destacan el **controlador de display**, puertos de E/S programables, una ROM generadora de caracteres y una memoria RAM para mantener la información desplegada. La función del controlador del display es definir el tipo de pantalla usada, definir y controlar el cursor, asignar color y generar los caracteres.

Los sistemas de vídeo pueden trabajar la pantalla en:

- Modo texto: Caracteres alfanuméricos.
- Modo gráfico: Despliega puntos.

El controlador de display controla al cursor, que nos dice donde se va a escribir el siguiente carácter. Los caracteres pueden verse como la unión de punto dentro de una matriz para formar el carácter deseado.

En los dos modos de vídeo se tienen dos tipos de resolución: Alta y mediana resolución, aunque ya no se utiliza la resolución mediana; la resolución, nos brinda mejor imagen. La pantalla se puede ver como si fuera una matriz de puntos o caracteres.

Cada elemento en la matriz se encuentra almacenado en la memoria RAM del adaptador de vídeo, de ahí se toma para ser enviado a la pantalla. En modo texto cada elemento ocupa solo 2 bytes, uno mantiene el código ASCII del carácter y el otro un atributo con el que se desplegará dicho carácter. El modo gráfico utiliza 4 bytes, 3 bytes para el color y el cuarto es para el atributo.

Atributos: Background (fondo) y Foreground (frente).

000	Negro	001	Azul
010	Verde	011	Violeta
100	Rojo	101	Magenta
110	Café	111	Gris
1	Parpadea	1	Intensidad alta
0	Normal	0	Intensidad normal

La matriz de vídeo se mapea en memoria por renglones, es decir, primero se almacena el renglón cero, enseguida el renglón uno y así sucesivamente. Escribir un carácter en vídeo equivale a escribir en la RAM de vídeo. Todos los sistemas de vídeo tienen RAM para almacenar más de una pantalla; cada pantalla se distingue por un número y se le conoce como **página**. Para escribir un carácter en directo a RAM se necesita:

$$\text{Dir}(i, j) = \text{Dir\_inicial\_de\_vídeo} + 80 * 2 * i + j * 2.$$

Si se escribe un carácter de esta forma se le conoce como **manejo directo de memoria**. Para este tipo de acceso, se puede utilizar las funciones de la interrupción 10h.

Las formas que se tienen para escribir un carácter son:

- En lenguaje de alto nivel por medio de una instrucción.
- En lenguaje de bajo nivel con la INT 21h del sistema operativo DOS.
- Con funciones del BIOS con la INT 10h.
- Con el manejo directo de vídeo metiendo el carácter en memoria.

## Manejo de Teclado

La interrupción 16h sirve para el manejo de teclado, también se manejan por medio de funciones. El teclado envía un carácter al CPU y lleva el código de barrido (Scan Code) que sólo es un número y después lo transforma a ASCII.

## Interrupciones por Hardware

En las PC que trabajan con el procesador, se tienen 2 tipos de interrupciones, como ya se mencionó; las NMI llegan a través de una línea directamente al procesador y cuando ésta se activa, el CPU provoca una interrupción por software del tipo 2.

Además, se tienen 8 líneas que reciben las interrupciones enmascarables, también llamadas IRQ (Interrupt ReQuest), asociada a éstas líneas se tiene una bandera IF (Interrupt Flag) para determinar si se acepta o no las interrupciones.

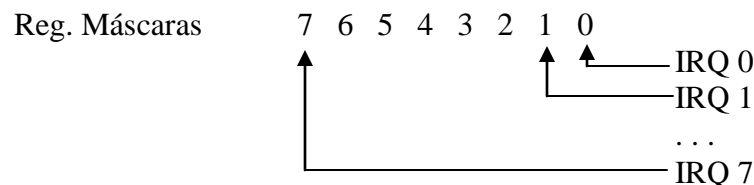
- Si IF = 1 entonces IRQ's están habilitadas
- Si IF = 0 entonces IRQ's deshabilitadas.

Esta bandera se manipula con las instrucciones:

- STI             IF = 1
- CLI             IF = 0

Las 8 líneas de IRQ llegan directamente al CPU, antes son detenidas por un circuito llamado el control de interrupciones. La función de este circuito es determinar cual de las 8 líneas puede entrar a interrumpir al CPU en caso de provocarse dos o más interrupciones a la vez. Esta determinación se lleva a cabo en base en dos cosas:

- **Prioridad:** Las IRQ están numeradas:  
     IRQ 0  
     IRQ 1  
     ...  
     IRQ 7  
     Las de más alta prioridad es la IRQ 0 y la de más baja prioridad es la IRQ 7.
- **Habilitación en el registro de máscaras:** El controlador de interrupciones contiene un registro de máscaras de 8 bits en el que cada bit representa una máscara para una línea IRQ.



Si bit  $i = 0$  entonces IRQ  $i$  esta habilitada.  
 Si bit  $i = 1$  entonces IRQ  $i$  esta deshabilitada.

Por lo tanto las IRQ pueden ser habilitadas por grupo mediante la IF o individualmente por medio del registro de máscaras.

Una vez que el controlador de interrupciones ya decidió cual IRQ interrumpe, la envía al CPU y si la bandera  $IF = 1$ , la interrupción se acepta y se le asocia una interrupción por software:

➤ IRQ 0	→	INT 8
➤ IRQ 1	→	INT 9
➤ IRQ 2	→	INT A
➤ IRQ 3	→	INT B
➤ IRQ 4	→	INT C
➤ IRQ 5	→	INT D
➤ IRQ 6	→	INT E
➤ IRQ 7	→	INT F

El registro de máscaras, se puede leer o escribir en el **puerto 21h**. Además de que el registro de máscaras habilita o deshabilita el CPU. El IRQ 0 esta conectado a un circuito que es el **TIMER**. El IRQ 1 está conectado con una línea al teclado. El IRQ 6 está conectado a las unidades de disco.

**Timer (INT 8):** Las PC tiene internamente un circuito que es el Timer, y el cual tiene la función de interrumpir el CPU, un número de veces determinado por segundo. Su rutina de servicio tiene la función de actualizar contadores en variables internas de la computadora para que puedan usarse en la actualización de la fecha y la hora; además de apagar el motor que mueve el disco si este no es usado, finalmente provoca una interrupción por software, la INT 1Ch, quien inicialmente puede usarse en rutinas de usuario que requieren sincronización con el tiempo.

El contador empieza con un número y cada pulso que le da el timer, éste se decrementa y cuando llega a cero entonces el timer, interrumpe y ejecuta la INT 8, sólo en caso de que sea aceptado por el CPU y después vuelve el contador con el valor inicial. Además, apaga el motor y el foco de las unidades del disco.

Las rutinas de servicio de las interrupciones por hardware deben ser transparentes al usuario, esto es, deben preservar todos sus registros.

**Teclado:** El teclado tiene incluido un procesador, cuya función es estar censando continuamente las teclas y si alguna de ellas se presiona entonces provoca una interrupción IRQ 1 y además le envía al procesador central a través del puerto 60h, el código de barrido asociado a esa tecla. Entonces se ejecuta una INT 9, cuya función es leer el código de barrido del puerto y convertirlo a código ASCII, si es el caso, o bien interpretar el código de barrido para cambiar el estado del teclado. Finalmente, ambos códigos se colocan en un buffer para que puedan leerse por medio de la INT 16h.