

Practica 3 - Interrupciones

19 de septiembre de 2025

- Mecanismo mediante el cual se puede interrumpir el procesamiento normal de la CPU
- Pueden ser de origen interno o externo
- Las interrupciones estan jerarquizadas por importancia
 - ▶ Algunas se pueden inhibir (enmascarables)
 - ▶ Otras no

- Las interrupciones las podemos clasificar en
 - ▶ Interrupciones por Software
 - ★ Generalmente usadas para hacer llamadas a servicios del Sistema Operativo o monitor
 - ★ Tienen una instrucción específica para invocar la interrupción
 - ★ En el VonSim usamos las interrupciones para pedirle servicios al programa monitor
 - ▶ Interrupciones por Hardware
 - ★ Pedidos de Interrupcion: Son generadas por dispositivos de Entrada / Salida
 - ★ Traps: Interrupciones creadas por el procesador en respuesta a ciertos eventos (ej. división por cero)

Vector de Interrupción

- El proceso de atención de las interrupciones en el simulador es vectorizado.
- Las interrupciones pueden ser de 256 tipos distintos (un byte): 0 a 255
- La tabla de vectores de interrupción es el nexo entre el tipo de interrupción y el procedimiento designado para atenderlo (manejador de interrupciones)
- Esta tabla esta alojada en la posición de memoria 0000h
- La tabla posee 256 entradas (una por cada tipo)
- Cada entrada ocupa 4 bytes:
 - ▶ 2 bytes para la dirección donde esta el manejador de ese tipo de interrupción
 - ▶ 2 bytes siempre en 00h (por compatibilidad)

Interrupciones por Software

- Para pedir una interrupción usamos la instrucción *INT n*. Donde n es el número de interrupción a invocar.
- El simulador VonSim nos provee 4 interrupciones por Software
 - ▶ *Tipo 0*: Finalizar el programa actual
 - ▶ *Tipo 3*: Hacer puntos de parada en nuestro programa
 - ▶ *Tipo 6*: Lectura de un Caracter
 - ▶ *Tipo 7*: Escribe en la pantalla de comandos un bloque de datos
- El resto de las interrupciones estan libres para ser usadas

Interrupciones por Hardware

- El simulador utiliza un Controlador de Interrupciones (conectado a la Entrada/Salida) para manejar las interrupciones
- Para comunicarnos con el PIC y otros dispositivos vamos a usar las instrucciones de entrada / salida
- También vamos a necesitar más instrucciones para controlar las interrupciones

Instrucciones para manejo de Interrupciones

- El simulador puede desactivar la atención de interrupciones enmascarables
- Normalmente esto se utiliza mientras estamos configurando los dispositivos
- Es raro mantener las interrupciones desactivadas por mucho tiempo
- Se utilizan 2 instrucciones para activar o desactivar las interrupciones enmascarables
 - ▶ *STI* - Activamos las interrupciones enmascarables
 - ▶ *CLI* - Desactivamos las interrupciones enmascarables

Instrucciones para manejo de Interrupciones

- Si configuramos un dispositivo para que nos genere una interrupción es porque estamos interesados en hacer algo cuando ocurre el evento.
- Ejemplo: Si queremos tener un contador, podemos usar el dispositivo *TIMER* para mantener la cuenta
- Se llama manejador de interrupciones a esta subrutina.
- La dirección de inicio de esta subrutina se carga en el vector de interrupción correspondiente
- Hay una instrucción especial para volver desde el manejador de interrupciones. Esta instrucción es *IRET*

Controlador de Interrupciones

- El encargado de administrar las interrupciones es el Controlador Programable de Interrupciones (PIC)
- Los dispositivos que pueden interrumpir al procesador se conectan directamente al PIC, el PIC se conecta a la CPU.
- El PIC puede manejar 8 peticiones de interrupción independientes, numeradas de 0 a 7 (INT0 a INT7)
- El PIC además de la señal de interrupción, coloca en el bus de datos un identificador de la interrupción (vector)
- Se atiende una interrupción a la vez. El número de interrupción es la prioridad, teniendo prioridad los números más bajos.
- El manejador de la interrupción llamado deberá indicarle al PIC cuando termina de procesar la interrupción.
- Hasta que no se termine de atender a esta interrupción no se podrá atender a la siguiente interrupción.

- El PIC tiene conectados los siguientes dispositivos a sus líneas de petición de interrupción:
 - ▶ *INT0* Conectado a la tecla F-10
 - ▶ *INT1* TIMER, Contador de Eventos
 - ▶ *INT2* HANDSHAKE

Registros del Controlador de Interrupciones

- El PIC posee varios registros donde podemos configurar u obtener su estado (con las instrucciones OUT e IN)
- EL PIC está conectado al bus de Entrada Salida a partir de la dirección 20h.
- Tiene 12 registros en total. Los registros se encuentran ubicados en forma consecutiva a partir de la dirección base (20h).
- Todos los registros son de 8 bits.

Registros del Controlador de Interrupciones

- *EOI* (20h) Fin de Interrupción. Solo para escribir, se debe mandar el comando de fin de interrupción cuando se termino de servir la interrupción. (Valor 20h)
- *IMR* (21h) Registro de Mascara de Interrupciones. Permite enmascarar selectivamente las interrupciones que va a recibir el PIC. Cada bit de este registro representa una linea de interrupción. Si el valor es puesto en 1, esa interrupción estará inhibida.
- *IRR* (22h) Registro de Peticion de Interrupciones. Almacena las interrupciones pendientes. Cada bit de este registro representa una linea de interrupción. Cuando la interrupción se satisface, el bit de dicha línea se pone a cero.

Registros del Controlador de Interrupciones

- *ISR* (23h) Registro de Interrupción en Servicio. El bit que representa la línea de interrupción que se está atendiendo estará en 1. El resto en 0.
- *INT0..7* (24h-2Bh) Cada uno de estos registros contiene el valor del *vector de interrupción* correspondiente a la entrada del mismo nombre.

¿Como programamos el PIC?

- Primero desactivamos las interrupciones
- Configuramos el registro *IMR* para tener activas solo las interrupciones que nos interesen
- Configuramos el o los vectores de interrupcion elegidos en los registros INT0 a INT7 (según corresponda)
- Por último, volvemos a activar las interrupciones

¿Como programo el manejador de interrupción?

- Tenemos que poner la dirección del manejador de interrupciones en el vector correspondiente.
- Para saber la dirección multiplicamos por 4 al vector de interrupción (recordar que cada entrada ocupa 4 bytes).
- El resultado es la posición de memoria dentro de la tabla de vectores de interrupción.
- En esa posición de memoria debo guardar el *offset* de la subrutina que va a manejar la interrupción

Ejemplo

```
ORG 40          ; Desplazamiento 40
                ; Vector de Interrupción 10
DW RUTINA_F10
```

¿Como programo el manejador de interrupción?

El controlador de interrupciones debe tener las siguientes condiciones

- Debe terminar con la instrucción *IRET*.
- Se debe enviar el comando de fin de interrupción al PIC para que pueda procesar la siguiente interrupción.
- Normalmente no deberíamos cambiar ningún registro, ya que estamos interrumpiendo al programa en cualquier momento.

¿Como programo el manejador de interrupción?

Ejemplo

```
ORG 3000H
; Manejador de F-10
RUTINA_F10: INC  CONTADOR
            PUSH AX
            MOV  AL, 20h
            OUT  20h, AL
            POP  AX
            IRET
```

- Es la interrupción mas simple que tiene el simulador
- La interrupción se genera cada vez que apretamos la tecla F-10.
- Ver el ejemplo en el simulador

- Es un dispositivo contador de eventos.
- Posee dos registros (de 8 bits)
 - ▶ *CONT*: Registro contador, que se incrementa cada 1 segundo
 - ▶ *COMP*: Registro de comparación, cuando *COMP* y *CONT* son iguales, se genera una interrupción.
- El registro *CONT* está en la dirección 10h y el registro *COMP* en la dirección 11h
- El registro *CONT* no vuelve a cero cuando se genera una interrupción.

Para utilizar el TIMER:

- Habilitar la interrupción en el PIC
- Configurar el registro *COMP* para que nos llame en el intervalo deseado
- Poner a cero el registro *CONT*
- Programar el manejador de interrupción.

Como usar el HAND-SHAKE con interrupciones

- Configurar el HAND-SHAKE para que utilice interrupciones
- Debemos programar el PIC para que habilite la interrupción de nivel 2 (INT2)
- Debemos cargar la dirección de la rutina en el vector de interrupciones correspondiente
- En la rutina de la interrupción escribimos el caracter a enviar a la impresora

Configurar PIC

- Habilitar la INT 2 del PIC en el IMR
- Cargar el vector correspondiente a la interrupción en el registro INT2

```
CLI
...
MOV AL, 0FBh ; 1111 1011
OUT IMR, AL
MOV AL, 10
OUT INT2, AL
...
```

Configurar con interrupciones

- Para configurar el HAND-SHAKE para que utilice interrupciones, debemos poner a 1 el bit 7 de EST

```
IN AL, EST  
OR AL, 80h  
OUT EST, AL
```

Como usar el HAND-SHAKE con interrupciones

- En la rutina de la interrupción escribimos el caracter a enviar a la impresora

```
RUT_HAND:
    ...
    MOV AL, PROX_CAR
    OUT DATO, AL
    ...
    IRET
```