

Trabajo Práctico N° 2: **Interrupciones.**

Ejercicio 1: Escritura de Datos en la Pantalla de Comandos.

Implementar un programa en el lenguaje Assembler del simulador MSX88 que muestre, en la pantalla de comandos, un mensaje previamente almacenado en memoria de datos, aplicando la interrupción por software INT 7.

```
org 1000h
MSJ DB "ARQUITECTURA DE COMPUTADORAS - "
DB "FACULTAD DE INFORMÁTICA - "
DB 55h
DB 4Eh
DB 4Ch
DB 50h
FIN DB ?
```

```
org 2000h
mov bx, offset MSJ
mov al, offset FIN - offset MSJ
int 7
int 0
end
```

Ejercicio 2.

Escribir un programa que muestre, en pantalla, todos los caracteres disponibles en el simulador MSX88, comenzando con el carácter cuyo código es el número 01h.

```
org 1000h
CHAR DW 01h

org 2000h
mov al, 1
mov bx, offset CHAR
LAZO:
int 7
inc CHAR
cmp CHAR, 256
jnz LAZO
int 0
end
```

Ejercicio 3.

Escribir un programa que muestre, en pantalla, las letras del abecedario, sin espacios, intercalando mayúsculas y minúsculas (AaBB...), sin incluir texto en la memoria de datos del programa. Tener en cuenta que el código de “A” es 41h, el de “a” es 61h y que el resto de los códigos son correlativos según el abecedario.

```
org 1000h
MAY DB 41h
MIN DB 61h

org 2000h
mov bx, offset MAY
mov al, 2
LAZO:
int 7
inc MAY
inc MIN
cmp MAY, 5Bh
jnz LAZO
int 0
end
```

Ejercicio 4: Lectura de Datos desde el Teclado.

Escribir un programa que solicite el ingreso de un número (de un dígito) por teclado e, inmediatamente, lo muestre en la pantalla de comandos, haciendo uso de las interrupciones por software INT 6 e INT 7.

```
org 1000h
MSJ DB "INGRESAR UN NÚMERO (de un dígito): "
FIN DB ?
NUM DB ?
```

```
org 2000h
mov bx, offset MSJ
mov al, offset FIN - offset MSJ
int 7
mov bx, offset NUM
int 6
mov al, 1
int 7
mov cl, NUM
int 0
end
```

Responder brevemente:

(a) *Con referencia a la interrupción INT 7, ¿qué se almacena en los registros BX y AL?*

En los registros BX y AL, se almacena la dirección de memoria del carácter inicial de MSJ y el tamaño del mensaje, respectivamente.

(b) *Con referencia a la interrupción INT 6, ¿qué se almacena en BX?*

En BX, se almacena la dirección de memoria de NUM.

(c) *En el programa anterior, ¿qué hace la segunda interrupción INT 7? ¿qué queda almacenado en el registro CL?*

La segunda interrupción INT 7 lo que hace es imprimir el número (de un dígito) que se ingresó por teclado. Lo que queda almacenado en registro CL es el código ASCII correspondiente al número (como carácter) ingresado por teclado.

Ejercicio 5.

Modificar el programa anterior agregando una subrutina llamada ES_NUM que verifique si el carácter ingresado es, realmente, un número. De no serlo, el programa debe mostrar el mensaje “CARACTER NO VÁLIDO”. La subrutina debe recibir el código del carácter por referencia desde el programa principal y debe devolver, vía registro, el valor 0FFh, en caso de tratarse de un número, o el valor 00h, en caso contrario. Tener en cuenta que el código del “0” es 30h y el del “9” es 39h.

```
org 1000h
MSJ1 DB "INGRESAR UN NÚMERO (de un dígito): "
FIN1 DB ?
MSJ2 DB "CARACTER NO VÁLIDO"
FIN2 DB ?
NUM DB ?

ES_NUM: org 3000h
        mov ah, 0FFh
        cmp byte ptr [bx], 30h
        js ERROR
        cmp byte ptr [bx], 3Ah
        jns ERROR
        jmp FIN
ERROR:  mov ah, 00h
        mov bx, offset MSJ2
        mov al, offset FIN2 - offset MSJ2
        int 7
FIN:    ret

        org 2000h
        mov bx, offset MSJ1
        mov al, offset FIN1 - offset MSJ1
        int 7
        mov bx, offset NUM
        int 6
        call ES_NUM
        mov al, 1
        int 7
        int 0
end
```

Ejercicio 6.

Escribir un programa que solicite el ingreso de un número (de un dígito) por teclado y muestre, en pantalla, dicho número expresado en letras. Luego, que solicite el ingreso de otro y así sucesivamente. Se debe finalizar la ejecución al ingresarse, en dos vueltas consecutivas, el número cero.

```
org 1000h
CERO DB "CERO "
DB "UNO "
DB "DOS "
DB "TRES "
DB "CUATRO"
DB "CINCO "
DB "SEIS "
DB "SIETE "
DB "OCHO "
DB "NUEVE "
MSJ DB "INGRESAR UN NÚMERO (de un dígito): "
FIN DB ?
NUM DB ?

org 2000h
mov cl, 0
OTRO: mov bx, offset MSJ
      mov al, offset FIN - offset MSJ
      int 7
      mov bx, offset NUM
      int 6
      cmp NUM, 30h
      jnz NO_CERO
      inc cl
      jmp SEGUIR
NO_CERO: mov cl, 0
SEGUIR:  mov bx, offset CERO
          mov al, 6
LAZO:   cmp NUM, 30h
          jz IMPRIME
          add bx, 6
          dec NUM
          jmp LAZO
IMPRIMIR: int 7
           cmp cl, 2
           jnz OTRO
           int 0
           end
```

Ejercicio 7.

Escribir un programa que efectúe la suma de dos números (de un dígito cada uno) ingresados por teclado y muestre el resultado en la pantalla de comandos. Recordar que el código de cada carácter ingresado no coincide con el número que representa y que el resultado puede necesitar ser expresado con 2 dígitos.

```
org 1000h
MSJ1 DB "INGRESAR UN NÚMERO (de un dígito): "
FIN1 DB ?
MSJ2 DB 10, "INGRESAR OTRO NÚMERO (de un dígito): "
FIN2 DB ?
MSJ3 DB 10, "RESULTADO DE LA SUMA DE AMBOS NÚMEROS
INGRESADOS: "
RES_D DB "0"
RES_U DB ?
FIN3 DB ?
NUM1 DB ?
NUM2 DB ?

org 2000h
mov bx, offset MSJ1
mov al, offset FIN1 - offset MSJ1
int 7
mov bx, offset NUM1
int 6
mov al, 1
int 7
mov bx, offset MSJ2
mov al, offset FIN2 - offset MSJ2
int 7
mov bx, offset NUM2
int 6
mov al, 1
int 7
mov al, NUM1
sub al, 30h
add al, NUM2
cmp al, 3Ah
js UNIDAD
sub al, 10
inc RES_D
UNIDAD: mov RES_U, al
        mov bx, offset MSJ3
        mov al, offset FIN3 - offset MSJ3
        int 7
        int 0
end
```

Ejercicio 8.

Escribir un programa que efectúe la resta de dos números (de un dígito cada uno) ingresados por teclado y muestre el resultado en la pantalla de comandos. Antes de visualizarlo, el programa debe verificar si el resultado es positivo o negativo y anteponer, al valor, el signo correspondiente.

```
org 1000h
MSJ1 DB ‘NUM1: “
FIN1 DB ?
MSJ2 DB 10, “NUM2: ”
FIN2 DB ?
MSJ3 DB 10, “RESTA: ”
SIGNO DB “+”
RES DB ?
FIN3 DB ?
NUM1 DB ?
NUM2 DB ?

org 2000h
mov bx, offset MSJ1
mov al, offset FIN1 - offset MSJ1
int 7
mov bx, offset NUM1
int 6
mov al, 1
int 7
mov bx, offset MSJ2
mov al, offset FIN2 - offset MSJ2
int 7
mov bx, offset NUM2
int 6
mov al, 1
int 7
mov al, NUM1
mov ah, NUM2
cmp al, ah
js NEGATIVO
sub al, ah
mov RES, al
jmp FIN
NEGATIVO: sub ah, al
mov RES, ah
FIN: add RES, 30h
mov bx, offset MSJ3
mov al, offset FIN3 - offset MSJ3
int 7
int 0
end
```

Ejercicio 9.

Escribir un programa que aguarde el ingreso de una clave de cuatro caracteres por teclado sin visualizarla en pantalla. En caso de coincidir con una clave predefinida (y guardada en memoria), que muestre el mensaje “Acceso permitido”, caso contrario el mensaje “Acceso denegado”.

```
org 1000h
CLAVE_PRE DB "1234"
MSJ1 DB "INGRESAR UNA CLAVE (de cuatro caracteres): "
FIN1 DB ?
MSJ2 DB 10, "ACCESO PERMITIDO"
FIN2 DB ?
MSJ3 DB 10, "ACCESO DENEGADO"
FIN3 DB ?
CLAVE DB ?,?,?,?

org 2000h
mov bx, offset MSJ1
mov al, offset FIN1 - offset MSJ1
int 7
mov bx, offset CLAVE
mov ah, 4
LAZO1:
int 6
mov al, 1
int 7
inc bx
dec ah
cmp ah, 0
jnz LAZO1
mov al, CLAVE
mov cx, 0
LAZO2:
mov bx, offset CLAVE_PRE
add bx, cx
mov dl, [bx]
mov bx, offset CLAVE
add bx, cx
mov dh, [bx]
cmp dl, dh
jnz DENEGADO
inc cx
cmp cx, 4
jnz LAZO2
mov bx, offset MSJ2
mov al, offset FIN2 - offset MSJ2
int 7
jmp FIN
DENEGADO:
mov bx, offset MSJ3
mov al, offset FIN3 - offset MSJ3
```

FIN:
 int 7
 int 0
 end

Ejercicio 10: Interrupción por Hardware (Tecla F10).

Escribir un programa que, mientras ejecuta un lazo infinito, cuente el número de veces que se presiona la tecla F10 y acumule este valor en el registro DX.

PIC EQU 20H
EOI EQU 20H
N_F10 EQU 10

ORG 40
IP_F10 DW RUT_F10

RUT_F10:
ORG 3000H
PUSH AX
INC DX
MOV AL, EOI
OUT EOI, AL
POP AX
IRET

ORG 2000H
CLI
MOV AL, 0FEH
OUT PIC+1, AL
MOV AL, N_F10
OUT PIC+4, AL
MOV DX, 0
STI
LAZO:
JMP LAZO
END

Explicar detalladamente:

(a) La función de los registros del PIC: ISR, IRR, IMR, INT0-INT7, EOI. Indicar la dirección de cada uno.

La función de los registros del PIC es:

- ISR (23h): Indicar la interrupciones en ejecución.
- IRR (22h): Indicar la interrupciones pedidas.
- IMR (21h): Indicar la interrupciones habilitadas.
- INT0-INT7 (24h-31h): Indicar el ID de interrupción de cada dispositivo.
- EOI (20h): Indicar la finalización de la interrupción.

(b) Cuáles de estos registros son programables y cómo trabaja la instrucción OUT.

De estos registros, son programables el IMR, INT0-INT7 y el EOI. La instrucción OUT trabaja moviendo contenido del registro AL al PIC.

(c) Qué hacen y para qué se usan las instrucciones CLI y STI.

Las instrucciones CLI y STI se usan para deshabilitar y habilitar interrupciones, respectivamente.

Ejercicio 11.

Escribir un programa que permita seleccionar una letra del abecedario al azar. El código de la letra debe generarse en un registro que incremente su valor desde el código de A hasta el de Z continuamente. La letra debe quedar seleccionada al presionarse la tecla F10 y debe mostrarse, de inmediato, en la pantalla de comandos.

```
EOI EQU 20h
IMR EQU 21h
INT0 EQU 24h
N_F10 EQU 10

org 40
IP_F10 DW RUT_F10

org 1000h
LETRA DB ?

RUT_F10:    org 3000h
              push ax
              push bx
              inc cl
              mov LETRA, ah
              mov bx, offset LETRA
              mov al, 1
              int 7
              mov al, EOI
              out EOI, al
              pop bx
              pop ax
              iret

ABCDE:      org 4000h
              mov ah, 65
LAZO:        cmp cl, 1
              jz FIN
              inc ah
              cmp ah, 90
              jnz LAZO
              jmp ABCDE
FIN:         ret

org 2000h
cli
mov al, 0FEh
out IMR, al
mov al, N_F10
out INT0, al
mov cl, 0
```

```
sti  
call ABCDE  
int 0  
end
```

Ejercicio 12: Interrupción por Hardware (Timer).

Implementar, a través de un programa, un reloj segundero que muestre, en pantalla, los segundos transcurridos (00-59 seg.) desde el inicio de la ejecución.

```
TIMER EQU 10H
PIC EQU 20H
EOI EQU 20H
N_CLK EQU 10

ORG 40
IP_CLK DW RUT_CLK

ORG 1000H
SEG DB 30H
DB 30H
FIN DB ?

ORG 3000H
RUT_CLK:
    PUSH AX
    INC SEG+1
    CMP SEG+1, 3AH
    JNZ RESET
    MOV SEG+1, 30H
    INC SEG
    CMP SEG, 36H
    JNZ RESET
    MOV SEG, 30H

RESET:
    INT 7
    MOV AL, 0
    OUT TIMER, AL
    MOV AL, EOI
    OUT PIC, AL
    POP AX
    IRET

ORG 2000H
CLI
MOV AL, 0FDH
OUT PIC+1, AL
MOV AL, N_CLK
OUT PIC+5, AL
MOV AL, 10
OUT TIMER+1, AL
MOV AL, 0
OUT TIMER, AL
MOV BX, OFFSET SEG
MOV AL, OFFSET FIN - OFFSET SEG
STI

LAZO:
    JMP LAZO
```

END

Explicar detalladamente:

(a) *Cómo funciona el TIMER y cuándo emite una interrupción a la CPU.*

El Timer es otro dispositivo de ES como el F10. Se utiliza como un reloj despertador para la CPU. Se configura para contar una cantidad determinada de segundos y, cuando finaliza la cuenta, emite una interrupción. El Timer tiene dos registros, CONT (registro contador) y COMP (registro de comparación), con direcciones de la memoria de ES 10h y 11h, respectivamente.

(b) *La función que cumplen sus registros, la dirección de cada uno y cómo se programan.*

La función de los registros del Timer es:

- CONT (10h): Se incrementa, automáticamente, una vez por segundo, para contar tiempo transcurrido.
- COMP (11h): Contiene el tiempo límite del Timer. Cuando CONT vale igual que COMP, se dispara la interrupción.

Ejercicio 13.

Modificar el programa anterior para que también cuente minutos (00:00-59:59), pero que actualice la visualización en pantalla cada 10 segundos.

```
CONT EQU 10h
COMP EQU 11h
EOI EQU 20h
IMR EQU 21h
INT1 EQU 25h
N_CLK EQU 10

org 40
IP_CLK DW RUT_CLK

org 1000h
MIN_D DB 30h
MIN_U DB 30h, 58
SEG_D DB 30h
SEG_U DB 30h, 32
FIN DB ?

RUT_CLK: org 3000h
        push ax
        inc SEG_D
        cmp SEG_D, 36h
        jnz IMPRIMIR
        mov SEG_D, 30h
        inc MIN_U
        cmp MIN_U, 3Ah
        jnz IMPRIMIR
        mov MIN_U, 30h
        inc MIN_D
        cmp MIN_D, 36h
        jnz IMPRIMIR
        mov MIN_D, 30h

IMPRIMIR: int 7
          mov al, 0
          out CONT, al
          mov al, EOI
          out EOI, al
          pop ax
          iret

org 2000h
cli
mov al, 0FDh
out IMR, al
mov al, N_CLK
```

```
out INT1, al
mov al, 0
out CONT, al
mov al, 10
out COMP, al
mov bx, offset MIN_D
mov al, offset FIN - offset MIN_D
sti
LAZO: jmp LAZO
int 0
end
```

Ejercicio 14.

Implementar un reloj similar al utilizado en los partidos de básquet, que arranque y detenga su marcha al presionar sucesivas veces la tecla F10 y que finalice el conteo al alcanzar los 30 segundos.

```
CONT EQU 10h
COMP EQU 11h
EOI EQU 20h
IMR EQU 21h
INT0 EQU 24h
INT1 EQU 25h
N_CLK EQU 10
N_F10 EQU 20

org 40
IP_CLK DW RUT_CLK

org 80
IP_F10 DW RUT_F10

org 1000h
SEG_D DB 30h
SEG_U DB 30h, 32
FIN DB ?

RUT_CLK: org 3000h
          push ax
          inc SEG_U
          cmp SEG_U, 3Ah
          jnz IMPRIMIR
          mov SEG_U, 30h
          inc SEG_D
          cmp SEG_D, 33h
          jnz IMPRIMIR
          mov cl, 1
          mov al, 0FFh
          out IMR, al
IMPRIMIR: int 7
           mov al, 0
           out CONT, al
           mov al, EOI
           out EOI, al
           pop ax
           iret

RUT_F10:  org 4000h
           push ax
           in al, IMR
```

```
xor al, 00000010b
out IMR, al
mov al, EOI
out EOI, al
pop ax
iret

org 2000h
cli
mov al, 0FCh
out IMR, al
mov al, N_F10
out INT0, al
mov al, N_CLK
out INT1, al
mov al, 0
out CONT, al
mov al, 10
out COMP, al
mov bx, offset SEG_D
mov al, offset FIN - offset SEG_D
mov cl, 0
sti
LAZO: cmp cl, 0
jz LAZO
int 0
end
```

Ejercicio 15.

Escribir un programa que implemente un conteo regresivo a partir de un valor ingresado desde el teclado. El conteo debe comenzar al presionarse la tecla F10. El tiempo transcurrido debe mostrarse en pantalla, actualizándose el valor cada segundo.

```
CONT EQU 10h
COMP EQU 11h
EOI EQU 20h
IMR EQU 21h
INT0 EQU 24h
INT1 EQU 25h
N_CLK EQU 10
N_F10 EQU 20

org 40
IP_CLK DW RUT_CLK

org 80
IP_F10 DW RUT_F10

org 1000h
NUM DB ?, 32
FIN_NUM DB ?

RUT_CLK: org 3000h
          push ax
          int 7
          dec cl
          cmp cl, 30h
          jns SEGUIR
          mov al, 0FFh
          out IMR, al
          jmp FIN
SEGUIR:   mov NUM, cl
          mov al, 0
          out CONT, al
FIN:      mov al, EOI
          out EOI, al
          pop ax
          iret

RUT_F10:  org 4000h
          push ax
          in al, IMR
          xor al, 00000010b
          out IMR, al
          mov al, EOI
          out EOI, al
```

```
pop ax
iret

org 2000h
cli
mov al, 0FEh
out IMR, al
mov al, N_F10
out INT0, al
mov al, N_CLK
out INT1, al
mov al, 0
out CONT, al
mov al, 10
out COMP, al
mov bx, offset NUM
int 6
mov bx, offset NUM
mov al, offset FIN_NUM - offset NUM
mov cl, NUM
sti
LAZO: cmp cl, 30h
jns LAZO
int 0
end
```