# **PRACTICA 3**

# Entrada/Salida y DMA

Objetivos: Comprender la comunicación entre el microprocesador y los periféricos externos (luces, microconmutadores e impresora). Configurar la interfaz de entrada/salida (PIO) y el dispositivo de handshaking (HAND-SHAKE) para el intercambio de información entre el microprocesador y el mundo exterior. Comprender el funcionamiento del Controlador de Acceso Directo a Memoria (CDMA) incluido en el simulador MSX88. Configurarlo para la transferencia de datos memoria-memoria y memoria-periférico en modo bloque y bajo demanda. Escribir programas en el lenguaje assembly del simulador MSX88. Ejecutarlos y verificar los resultados, analizando el flujo de información entre los distintos componentes del sistema.

1) Encendido/apagado de las luces (periférico de salida) mediante la barra de microconmutadores (periférico de entrada), ambos comunicados con el microprocesador a través de los puertos paralelos de la PIO. Implementar un programa en el lenguaje assembly del simulador MSX88 que configure la PIO para leer el estado de los microconmutadores y escribirlo en la barra de luces. El programa se debe ejecutar bajo la configuración P1 C0 del simulador. Los microconmutadores se manejan con las teclas 0-7.

```
EQU 30H
PA
PΒ
       EQU 31H
CA
       EQU 32H
СВ
       EQU 33H
       ORG 2000H
       MOV AL, OFFH
                     ; PA entradas (Microconmutadores)
       OUT CA, AL
       MOV AL,
               0
                      ; PB salidas (Luces)
       OUT CB, AL
POLL:
       ΙN
           AL, PA
       OUT PB, AL
       JMP POLL
       END
```

2) Encendido/apagado sincronizado de las luces. Implementar un contador que incremente la cuenta en uno una vez por segundo y la visualice a través de las luces conectadas a uno de los puertos paralelos del simulador. Ejecutar en configuración P1 C0.

```
EQU 20H
PIC
TIMER
        EQU 10H
PIO
        EQU 30H
N CLK
        EQU 10
        ORG 40
IP CLK
             RUT CLK
        ORG 1000H
INICIO
        DB
        ORG 2000H
                                                 ORG 3000H
        CLI
                                      RUT CLK:
                                                 INC INICIO
        MOV AL, OFDH
                                                 CMP INICIO, OFFH
        OUT PIC+1, AL
                                                 JNZ LUCES
        MOV AL, N CLK
                                                 MOV INICIO, 0
        OUT PIC+5, AL
                                      LUCES:
                                                 MOV AL, INICIO
        MOV AL, 1
                                                 OUT PIO+1, AL
        OUT TIMER+1, AL
                                                 MOV AL, 0
        MOV AL, 0
                                                 OUT TIMER, AL
        OUT PIO+3, AL
                                                 MOV AL, 20H
                                                 OUT PIC, AL
        OUT PIO+1, AL
        OUT TIMER, AL
                                                 IRET
        STI
                                                 END
LAZO:
        JMP LAZO
```

3) Escribir un programa que encienda una luz a la vez, de las ocho conectadas al puerto paralelo del microprocesador a través de la PIO, en el siguiente orden: 0-1-2-3-4-5-6-7-6-5-4-3-2-1-0-1-2-3-4-5-6-7-6-5-4-3-2-1-0-1-... Cada luz debe estar encendida durante un segundo. Ejecutar en la configuración P1 C0 del simulador.

### Uso de la impresora a través de la PIO

4) . Escribir un programa que envíe datos a la impresora a través de la PIO. La PIO debe cumplir las funciones de temporización que requiere la impresora para la comunicación. Ejecutar en configuración P1 C1 del simulador y presionar F5 para mostrar la salida en papel. El papel se puede blanquear ingresando el comando BI.

```
PIO
       EQU 30H
       ORG 1000H
           "ARQUITECTURA DE
MSJ
           "COMPUTADORAS"
       DB
FIN
       DB
       ORG 2000H
       MOV AL, OFDH
                                       ; INICIALIZACION PIO PARA IMPRESORA
       OUT PIO+2, AL
       MOV AL, 0
       OUT PIO+3, AL
       IN AL, PIO
       AND AL, OFDH
       OUT PIO, AL
                                       ; FIN INICIALIZACION
       MOV BX, OFFSET MSJ
       MOV CL, OFFSET FIN-OFFSET MSJ
POLL:
       IN AL, PIO
       AND AL, 1
       JNZ POLL
       MOV AL, [BX]
       OUT PIO+1, AL
       IN AL, PIO
                                       ; PULSO 'STROBE'
       OR AL, 02H
       OUT PIO, AL
       IN AL, PIO
       AND AL, OFDH
                                       ; FIN PULSO
       OUT PIO, AL
       INC BX
       DEC CL
       JNZ POLL
       INT 0
       END
```

5) Escribir un programa que solicite el ingreso de cinco caracteres por teclado y los envíe de a uno por vez a la impresora a través de la PIO a medida que se van ingresando. No es necesario mostrar los caracteres en la pantalla. Ejecutar en configuración P1 C1.

```
PIO
          EQU 30H
          ORG 1000H
          DB
NUM CAR
              ?
CAR
          DB
; SUBRUTINA DE INICIALIZACION
                                       ; SUBRUTINA DE GENERACIÓN
                                       ; DE PULSO 'STROBE'
; PIO PARA IMPRESORA
          ORG 3000H
                                                ORG 4000H
INI IMP:
          MOV AL, OFDH
                                       PULSO:
                                                IN AL, PIO
          OUT PIO+2, AL
                                                   AL, 02H
                                                OR
          MOV AL, 0
                                                OUT PIO, AL
          OUT PIO+3, AL
                                                IN AL, PIO
          IN AL, PIO
                                                AND AL, OFDH
          AND AL, OFDH
                                                OUT PIO, AL
          OUT PIO, AL
                                                RET
          RET
```

```
; PROGRAMA PRINCIPAL
          ORG 2000H
          PUSH AX
          CALL INI IMP
          POP
               ΑX
          VOM
                BX, OFFSET CAR
          VOM
                CL, NUM CAR
LAZO:
          INT
POLL:
          ΙN
                AL, PIO
          AND
               AL, 1
                POLL
          JNZ
          MOV
                AL, [BX]
               PIO+1, AL
          OUT
          PUSH AX
          CALL PULSO
          POP
               ΑX
          DEC
               CL
          JNZ
                LAZO
          INT
                0
          END
```

6) Escribir un programa que solicite ingresar caracteres por teclado y que recién al presionar la tecla F10 los envíe a la impresora a través de la PIO. No es necesario mostrar los caracteres en la pantalla. Ejecutar en configuración P1 C1 del simulador.

Uso de la impresora a través del dispositivo de hand-shaking por consulta de estado.

7) Escribir un programa que envíe datos a la impresora a través del HAND-SHAKE. La comunicación se debe establecer por consulta de estado (polling). Ejecutar en configuración P1 C2.

```
HAND
       EQU 40H
       ORG 1000H
MSJ
       DB
           "FACULTAD DE
       DB
           "INFORMATICA"
FIN
       DB
       ORG 2000H
       IN AL, HAND+1
       AND AL, 7FH
       OUT HAND+1, AL
       MOV BX, OFFSET MSJ
       MOV CL, OFFSET FIN-OFFSET MSJ
POLL:
       IN AL, HAND+1
       AND AL, 1
       JNZ POLL
       MOV AL, [BX]
       OUT HAND, AL
       INC BX
       DEC CL
       JNZ POLL
       INT 0
       END
```

Uso de la impresora a través del dispositivo de hand-shaking por interrupción.

8) Escribir un programa que envíe datos a la impresora a través del HAND-SHAKE. La comunicación se debe establecer por interrupciones emitidas desde el HAND-SHAKE cada vez que la impresora se desocupa. Ejecutar en configuración P1 C2.

```
PIC
          EQU 20H
          EQU 40H
HAND
N HND
          EQU 10
          ORG 40
                                       ORG 1000H
IP HND
                               MSJ
                                            "UNIVERSIDAD
          DW
             RUT HND
                                       DB
                                            "NACIONAL DE LA PLATA"
                                       DB
                               FIN
                                       DB
```

```
ORG 3000H
                                      ORG 2000H
RUT HND:
          PUSH AX
                                      MOV BX, OFFSET MSJ
          MOV AL, [BX]
                                      MOV CL, OFFSET FIN-OFFSET MSJ
          OUT HAND, AL
                                      CLI
          INC BX
                                      MOV AL, OFBH
          DEC CL
                                      OUT PIC+1, AL
          MOV AL, 20H
                                      MOV AL, N HND
          OUT PIC, AL
                                      OUT PIC+6, AL
          POP AX
                                      MOV AL, 80H
          IRET
                                      OUT HAND+1, AL
                                      STI
                              LAZO:
                                      CMP CL, 0
                                      JNZ LAZO
                                      IN AL, HAND+1
                                      AND AL, 7FH
                                      OUT HAND+1, AL
                                      INT 0
                                      END
```

9) Escribir un programa que solicite el ingreso de cinco caracteres por teclado y los almacene en memoria. Una vez ingresados, que los envíe a la impresora a través del HAND-SHAKE, en primer lugar tal cual fueron ingresados y a continuación en sentido inverso. Implementar dos versiones, una por consulta de estado y otra por interrupción, en lo que se refiere a la comunicación entre el HAND-SHAKE y el microprocesador.

#### 10) **DMA**. Transferencia de datos memoria-memoria.

Escribir un programa que copie una cadena de caracteres almacenada a partir de la dirección 1000H en otra parte de la memoria, utilizando el CDMA en modo de transferencia por bloque. La cadena original se debe mostrar en la pantalla de comandos antes de la transferencia. Una vez finalizada, se debe visualizar en la pantalla la cadena copiada para verificar el resultado de la operación. Ejecutar el programa en la configuración P1 C3.

```
PTC
          EQU 20H
                                             ORG 2000H
          EQU 50H
DMA
                                             CLT
N DMA
          EQU 20
                                             MOV AL, N DMA
                                             OUT PIC+7, AL
                                                                ; reg INT3 de PIC
          ORG 80
                                             MOV AX, OFFSET
                                             MSJ
IP DMA
          DW
              RUT DMA
                                             OUT DMA, AL
                                                               ; dir comienzo ..
                                             MOV AL, AH
                                                               ; del bloque ..
          ORG 1000H
                                             OUT DMA+1, AL
                                                                ; a transferir
MSJ
          DB
              "FACULTAD DE"
                                             MOV AX, OFFSET FIN-OFFSET MSJ
          DB
              " INFORMATICA"
                                             OUT DMA+2, AL
                                                              ; cantidad ..
          DB
FIN
                                             MOV AL, AH
                                                               ; a ..
                                             OUT DMA+3, AL
NCHAR
                                                               ; transferir
                                             MOV AX, OFFSET COPIA
          ORG 1500H
                                             OUT DMA+4, AL
                                                               ; dir destino ..
                                                               ; del ..
COPIA
                                             MOV AL, AH
                                             OUT DMA+5, AL
                                                               ; bloque
                                                               ; CDMA en transfer..
; rutina aten interrupción del CDMA
                                             MOV AL, OAH
          ORG 3000H
                                             OUT DMA+6, AL
                                                               ; mem-mem por bloque
                         ;inhabilita..
RUT DMA:
          MOV AL, OFFH
                                             MOV AL, OF7H
          OUT PIC+1, AL ;interrupc de PIC
                                             OUT PIC+1, AL
                                                                ; habilita INT3
          MOV BX, OFFSET COPIA
                                             STI
          MOV AL, NCHAR
                                             MOV BX, OFFSET MSJ
          INT 7
                                             MOV AL, OFFSET FIN-OFFSET MSJ
                                             MOV NCHAR, AL
          MOV AL, 20H
          OUT PIC, AL
                         ; EOI
                                             INT 7
                                                                ; mensaje original
          IRET
                                             MOV AL, 7H
                                             OUT DMA+7, AL
                                                                ; arranque Transfer
                                             INT 0
                                             END
```

#### Cuestionario:

- a) Analizar minuciosamente cada línea del programa anterior.
- b) Explicar qué función cumple cada registro del CDMA e indicar su dirección.

- c) Describir el significado de los bits del registro CTRL.
- d) ¿Qué diferencia hay entre transferencia de datos por bloque y bajo demanda?
- e) ¿Cómo se le indica al CDMA desde el programa que debe arrancar la transferencia de datos?
- f) ¿Qué le indica el CDMA a la CPU a través de la línea hrq? ¿Qué significa la respuesta que le envía la CPU a través de la línea hlda?
- g) Explicar detalladamente cada paso de la operación de transferencia de un byte desde una celda a otra de la memoria. Verificar que en esta operación intervienen el bus de direcciones, el bus de datos y las líneas mrd y mwr.
- h) ¿Qué sucede con los registros RF, CONT y RD del CDMA después de transferido un byte?
- i) ¿Qué evento hace que el CDMA emita una interrupción y a través de qué línea de control lo hace?
- j) ¿Cómo se configura el PIC para atender la interrupción del CDMA?
- k) ¿Qué hace la rutina de interrupción del CDMA del programa anterior?

#### 11) **DMA**. Transferencia de datos memoria-periférico.

Escribir un programa que transfiera datos desde la memoria hacia la impresora sin intervención de la CPU, utilizando el CDMA en modo de transferencia bajo demanda.

```
EQU 20H
PIC
          EOU 40H
HAND
          EQU 50H
DMA
          EQU 20
N DMA
                                              ORG 2000H
                                              CLI
          ORG 80
                                              MOV AL, N DMA
IP DMA
          DW
              RUT DMA
                                              OUT PIC+7, AL
                                                               ; reg INT3 de PIC
          ORG 1000H
                                              MOV AX, OFFSET MSJ
              " INFORMATICA"
MSJ
          DB
                                              OUT DMA, AL
                                                               ; dir comienzo ..
              2
FIN
          DB
                                              MOV AL, AH
                                                               ; del bloque ..
FLAG
          DB
              0
                                              OUT DMA+1, AL
                                                               ; a transferir
                                              MOV AX, OFFSET FIN-OFFSET MSJ
; rutina atención interrupción del CDMA
                                              OUT DMA+2, AL
                                                               ; cantidad ..
          ORG 3000H
                                              MOV AL, AH
                                                               ; a ..
RUT DMA:
          MOV AL, 0
                           ;inhabilita..
                                              OUT DMA+3, AL
                                                               ; transferir
          OUT HAND+1, AL ;interrup de HAND
                                              MOV AL, 4
                                                               ; inicialización ...
          MOV FLAG, 1
                                              OUT DMA+6, AL
                                                               ; de control DMA
          MOV AL, OFFH
                           ;inhabilita..
                                              MOV AL, OF7H
          OUT PIC+1, AL
                           ;interrup de PIC
                                              OUT PIC+1, AL
                                                               ; habilita INT3
          MOV AL, 20H
                                              OUT DMA+7, AL
                                                               ; arranque Transfer
          OUT PIC, AL
                                              MOV AL, 80H
                            ; EOI
          IRET
                                              OUT HAND+1, AL
                                                               ; interrup de HAND
                                              STI
                                      LAZO:
                                              CMP FLAG, 1
                                              JNZ LAZO
                                              INT 0
                                              END
```

## Cuestionario:

- a) Analizar minuciosamente cada línea del programa anterior.
- b) ¿Qué debe suceder para que el HAND-SHAKE emita una interrupción al CDMA?
- c) ¿Cómo demanda el periférico, en este caso el HAND-SHAKE, la transferencia de datos desde memoria? ¿A través de qué líneas se comunican con el CDMA ante cada pedido?
- d) Explicar detalladamente cada paso de la operación de transferencia de un byte desde una celda de memoria hacia el HAND-SHAKE y la impresora.
- e) ¿Qué evento hace que el CDMA emita una interrupción al PIC?
- f) ¿Cuándo finaliza la ejecución del LAZO?