

# 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. Configurarlos 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.

```
PA      EQU 30H
PB      EQU 31H
CA      EQU 32H
CB      EQU 33H

ORG 2000H
MOV AL, 0FFH ; PA entradas (Microconmutadores)
OUT CA, AL
MOV AL, 0     ; PB salidas (Luces)
OUT CB, AL
POLL: IN  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.

PIC      EQU 20H		
TIMER    EQU 10H		
PIO      EQU 30H		
N_CLK    EQU 10		
	ORG 40	
IP_CLK   DW  RUT_CLK		
	ORG 1000H	
INICIO   DB  0		
	ORG 2000H	
CLI		ORG 3000H
MOV AL, 0FDH		RUT_CLK: INC INICIO
OUT PIC+1, AL		CMP INICIO, 0FFH
MOV AL, N_CLK		JNZ LUCES
OUT PIC+5, AL		MOV INICIO, 0
MOV AL, 1		LUCES:  MOV AL, INICIO
OUT TIMER+1, AL		OUT PIO+1, AL
MOV AL, 0		MOV AL, 0
OUT PIO+3, AL		OUT TIMER, AL
OUT PIO+1, AL		MOV AL, 20H
OUT TIMER, AL		OUT PIC, AL
STI		IRET
LAZO:  JMP LAZO		END

- 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
MSJ       DB "ARQUITECTURA DE      "
          DB "COMPUTADORAS"
FIN       DB ?

                ORG 2000H
MOV AL, 0FDH           ; INICIALIZACION PIO PARA IMPRESORA
OUT PIO+2, AL
MOV AL, 0
OUT PIO+3, AL
IN AL, PIO
AND AL, 0FDH
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, 0FDH
      OUT PIO, AL         ; FIN PULSO
      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.

<pre> PIO      EQU 30H                  ORG 1000H NUM_CAR   DB 5 CAR       DB ?  ; SUBROUTINA DE INICIALIZACION ; PIO PARA IMPRESORA INI_IMP:  ORG 3000H           MOV AL, 0FDH           OUT PIO+2, AL           MOV AL, 0           OUT PIO+3, AL           IN AL, PIO           AND AL, 0FDH           OUT PIO, AL           RET </pre>	<pre> ; SUBROUTINA DE GENERACIÓN ; DE PULSO 'STROBE'           ORG 4000H PULSO:    IN AL, PIO           OR AL, 02H           OUT PIO, AL           IN AL, PIO           AND AL, 0FDH           OUT PIO, AL           RET </pre>
--	---

```

; PROGRAMA PRINCIPAL
    ORG 2000H
    PUSH AX
    CALL INI_IMP
    POP AX
    MOV BX, OFFSET CAR
    MOV CL, NUM_CAR
LAZO:   INT 6
POLL:   IN AL, PIO
        AND AL, 1
        JNZ POLL
        MOV AL, [BX]
        OUT PIO+1, AL
        PUSH AX
        CALL PULSO
        POP AX
        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		
HAND	EQU 40H		
N_HND	EQU 10		
IP_HND	DW RUT_HND	MSJ	DB "UNIVERSIDAD          "
			DB "NACIONAL DE LA PLATA"
		FIN	DB ?

```

                ORG 3000H
RUT_HND:  PUSH AX
          MOV AL, [BX]
          OUT HAND, AL
          INC BX
          DEC CL
          MOV AL, 20H
          OUT PIC, AL
          POP AX
          IRET

```

```

                ORG 2000H
          MOV BX, OFFSET MSJ
          MOV CL, OFFSET FIN-OFFSET MSJ
          CLI
          MOV AL, 0FBH
          OUT PIC+1, AL
          MOV AL, N_HND
          OUT PIC+6, AL
          MOV AL, 80H
          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.

<pre> PIC          EQU 20H DMA          EQU 50H N_DMA        EQU 20                  ORG 80  IP_DMA       DW  RUT_DMA                  ORG 1000H MSJ          DB  "FACULTAD DE"               DB  " INFORMATICA" FIN          DB  ? NCHAR        DB  ?                  ORG 1500H COPIA        DB  ?  ; rutina aten interrupción del CDMA RUT_DMA:     MOV AL, 0FFH ;inhabilita..               OUT PIC+1, AL ;interrupc de PIC               MOV BX, OFFSET COPIA               MOV AL, NCHAR               INT 7               MOV AL, 20H               OUT PIC, AL ; EOI               IRET </pre>	<pre>                 ORG 2000H           CLI           MOV AL, N_DMA           OUT PIC+7, AL ; reg INT3 de PIC           MOV AX, OFFSET MSJ           OUT DMA, AL ; dir comienzo ..           MOV AL, AH ; del bloque ..           OUT DMA+1, AL ; a transferir           MOV AX, OFFSET FIN-OFFSET MSJ           OUT DMA+2, AL ; cantidad ..           MOV AL, AH ; a ..           OUT DMA+3, AL ; transferir           MOV AX, OFFSET COPIA           OUT DMA+4, AL ; dir destino ..           MOV AL, AH ; del ..           OUT DMA+5, AL ; bloque           MOV AL, 0AH ; CDMA en transfer..           OUT DMA+6, AL ; mem-mem por bloque           MOV AL, 0F7H           OUT PIC+1, AL ; habilita INT3           STI           MOV BX, OFFSET MSJ           MOV AL, OFFSET FIN-OFFSET MSJ           MOV NCHAR, AL           INT 7 ; mensaje original           MOV AL, 7H           OUT DMA+7, AL ; arranque Transfer           INT 0           END </pre>
--	---

#### Cuestionario:

- Analizar minuciosamente cada línea del programa anterior.
- 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.

```

PIC      EQU 20H
HAND     EQU 40H
DMA      EQU 50H
N_DMA    EQU 20

IP_DMA   ORG 80
        DW  RUT_DMA

        ORG 1000H
MSJ       DB  " INFORMATICA"
FIN       DB  ?
FLAG      DB  0

; rutina atención interrupción del CDMA
RUT_DMA:  ORG 3000H
        MOV AL, 0          ;inhabilita..
        OUT HAND+1, AL    ;interrup de HAND
        MOV FLAG, 1
        MOV AL, 0FFH      ;inhabilita..
        OUT PIC+1, AL     ;interrup de PIC
        MOV AL, 20H
        OUT PIC, AL       ; EOI
        IRET

        ORG 2000H
        CLI
        MOV AL, N_DMA
        OUT PIC+7, AL     ; reg INT3 de PIC
        MOV AX, OFFSET MSJ
        OUT DMA, AL       ; dir comienzo ..
        MOV AL, AH        ; del bloque ..
        OUT DMA+1, AL     ; a transferir
        MOV AX, OFFSET FIN-OFFSET MSJ
        OUT DMA+2, AL     ; cantidad ..
        MOV AL, AH        ; a ..
        OUT DMA+3, AL     ; transferir
        MOV AL, 4         ; inicialización ..
        OUT DMA+6, AL     ; de control DMA
        MOV AL, 0F7H
        OUT PIC+1, AL     ; habilita INT3
        OUT DMA+7, AL     ; arranque Transfer
        MOV AL, 80H
        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?