

# 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		ORG 3000H
	CLI	RUT_CLK:	INC INICIO
	MOV AL, 0FDH		CMP INICIO, 0FFH
	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 PIO+1, AL		OUT PIC, 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
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 ?                  ORG 3000H INI_IMP:  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>                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	ORG 40	ORG 1000H
		MSJ	DB "UNIVERSIDAD      "
			DB "NACIONAL DE LA PLATA"
		FIN	DB ?

<pre> 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 </pre>	<pre> 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 </pre>
--	---

- 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           ORG 3000H 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
        ORG 3000H
RUT_DMA: 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?