

# PRACTICA 3

## Entrada/Salida

*Objetivos: Comprender la comunicación entre el microprocesador y los periféricos externos (luces, microconmutadores e impresora). Configurar la interfaz de entrada/salida (PIO), el dispositivo de handshaking (HAND-SHAKE) y el dispositivo de comunicación serie (USART) para el intercambio de información entre el microprocesador y el mundo exterior. 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 micro-conmutadores (periférico de entrada), ambos comunicados con el microprocesador a través de los puertos paralelos de la PIO. Programa en el lenguaje assembly del simulador MSX88 que configura la PIO para leer el estado de los micro-conmutadores y escribirlo en la barra de luces. El programa se debe ejecutar bajo la configuración P1 C0 del simulador. Los micro-conmutadores 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 (Micro-conmutadores)
      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. Un contador incrementa en uno la cuenta, una vez por segundo y la muestra a través de las luces conectadas a uno de los puertos paralelos del simulador. Ejecutar en configuración P1 C0.

<pre>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       MOV AL, 0FDH       OUT PIC+1, AL       MOV AL, N_CLK       OUT PIC+5, AL       MOV AL, 1       OUT TIMER+1, AL       MOV AL, 0       OUT PIO+3, AL       OUT PIO+1, AL       OUT TIMER, AL       STI LAZO:    JMP LAZO</pre>	<pre>      ORG 3000H RUT_CLK: INC INICIO       CMP INICIO, 0FFH       JNZ LUCES       MOV INICIO, 0 LUCES:  MOV AL, INICIO       OUT PIO+1, AL       MOV AL, 0       OUT TIMER, AL       MOV AL, 20H       OUT PIC, AL       IRET       END</pre>
--	---

- 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) Un programa envía 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 "CONCEPTOS DE      "
        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) Programa que solicita el ingreso de cinco caracteres por teclado y los envía 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         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          ; PROGRAMA PRINCIPAL         ORG 2000H         PUSH AX </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>
---	--

```

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) Programa que envía datos a la impresora a través del HAND-SHAKE. La comunicación se establece por consulta de estado (polling). Ejecutar en configuración P1 C2.

```

HAND  EQU 40H
ORG 1000H
MSJ   DB "INGENIERIA E      "
      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) Programa que envía datos a la impresora a través del HAND-SHAKE. La comunicación se establece 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		ORG 2000H
RUT_HND:	PUSH AX		MOV BX, OFFSET MSJ

<pre> MOV AL, [BX] OUT HAND, AL INC BX DEC CL JNZ FINAL MOV AL, 0FFH OUT PIC+1, AL FINAL:  MOV AL, 20H OUT PIC, AL POP AX IRET </pre>	<pre> 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.

Uso de la impresora a través del dispositivo USART con el protocolo DTR por consulta de estado. Ver uso de Comando PI.

- 10) Programa que envía datos a la impresora a través de la USART usando el protocolo DTR. La comunicación es por consulta de estado. Ejecutar en configuración P1 C4 y utilizar el comando PI que corresponda.

```

USART    EQU 60H

        ORG 1000H
SACADOS  DW 0
TABLA    DB "Comunicacion serie a"
        DB "traves del protocolo"
        DB "DTR por consulta de estado"
FIN      DB ?

                                ; programa principal

        ORG 2000H
INICIO:  MOV BX, OFFSET TABLA
        MOV SACADOS, 0

                                ; programo la USART
                                ; binario=01010001
        MOV AL, 51H
        OUT USART+2, AL
TEST:    IN AL, USART+2
        AND AL, 81H
        CMP AL, 81H
        JNZ TEST
        MOV AL, [BX]
        OUT USART+1, AL
        INC BX
        INC SACADOS
        CMP SACADOS, OFFSET FIN-OFFSET TABLA
        JNZ TEST
        INT 0
        END

```

Uso de la impresora a través del dispositivo USART con el protocolo XON/XOFF por consulta de estado.

- 11) Programa que envía datos a la impresora a través de la USART usando el protocolo XON/XOFF realizando la comunicación entre CPU y USART por consulta de estado. Ejecutar en configuración P1 C4 y utilizar el comando PI que corresponda.

```

USART    EQU 60H
XON      EQU 11H
XOFF     EQU 13H

        ; definición de datos
        ORG 1000H
caracteres DW 0

```

```
TABLA      DB  "Comunicacion serie a traves"
           DB  "del protocolo XON/XOFF"
           DB  "con consulta de estado."
FIN        DB  ?

; PROGRAMA PRINCIPAL
          ORG 2000H
INICIO:   MOV BX, OFFSET TABLA      ; puntero a Tabla
; programo la USART
          MOV AL, 51H                ;binario= 01010001
          OUT USART+2, AL
TEST:     IN  AL, USART+2            ; espero a que se
          AND AL, 01H                ; envíe el carácter
          CMP AL, 01H                ; a la impresora.
          JNZ TEST
          MOV AL, [BX]
          OUT USART+1, AL
          INC BX
          INC caracteres
          CMP caracteres, (OFFSET FIN)-(OFFSET TABLA)
          JZ  FINAL
          IN  AL, USART+2            ; Consulto si RxRDY
          AND AL, 02H                ; se activó. De ser
          CMP AL, 02H                ; así, la impresora
          JZ  RXON                   ; transmite un XON ó
          JMP TEST                   ; un XOFF al CPU.
; espera recibir XON
RECIBIR:  IN  AL, USART+2
          AND AL, 02H
          CMP AL, 02H
          JNZ RECIBIR
RXON:     IN  AL, USART
          MOV AH, AL
          CMP AL, XON                ; si es XON sigo
          JZ  TEST                   ; la impresión.
          CMP AH, XOFF               ; si es XOFF espero
          JZ  RECIBIR                ; que libere el buffer
FINAL:    INT 0
          END
```

## Anexo DMA

*Objetivos: 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- DMA. Transferencia de datos memoria-memoria.

Programa que copia 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.

PIC	EQU 20H	ORG 2000H
DMA	EQU 50H	CLI
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 ..
	ORG 1000H	MOV AL, AH ; del bloque ..
MSJ	DB "FACULTAD DE"	OUT DMA+1, AL ; a transferir
	DB " INFORMATICA"	MOV AX, OFFSET FIN-OFFSET MSJ
FIN	DB ?	OUT DMA+2, AL ; cantidad ..
NCHAR	DB ?	MOV AL, AH ; a ..
		OUT DMA+3, AL ; transferir
	ORG 1500H	MOV AX, OFFSET COPIA
COPIA	DB ?	OUT DMA+4, AL ; dir destino ..
		MOV AL, AH ; del ..
		OUT DMA+5, AL ; bloque
; rutina aten interrupción del CDMA		MOV AL, 0AH ; CDMA en transfer..
	ORG 3000H	OUT DMA+6, AL ; mem-mem por bloque
RUT_DMA:	MOV AL, 0FFH ;inhabilita..	MOV AL, 0F7H
	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 AL, 20H	MOV NCHAR, AL
	OUT PIC, AL ; EOI	INT 7 ; mensaje original
	IRET	MOV AL, 7H
		OUT DMA+7, AL ; arranque Transfer
		INT 0
		END

### Cuestionario:

- Analizar minuciosamente cada línea del programa anterior.
- Explicar qué función cumple cada registro del CDMA e indicar su dirección.
- Describir el significado de los bits del registro CTRL.
- ¿Qué diferencia hay entre transferencia de datos por bloque y bajo demanda?
- ¿Cómo se le indica al CDMA desde el programa que debe arrancar la transferencia de datos?
- ¿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?
- 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.
- ¿Qué sucede con los registros RF, CONT y RD del CDMA después de transferido un byte?
- ¿Qué evento hace que el CDMA emita una interrupción y a través de qué línea de control lo hace?
- ¿Cómo se configura el PIC para atender la interrupción del CDMA?
- ¿Qué hace la rutina de interrupción del CDMA del programa anterior?

**2- DMA.** Transferencia de datos memoria-periférico.

Programa que transfiere 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:**

- Analizar minuciosamente cada línea del programa anterior.
- ¿Qué debe suceder para que el HAND-SHAKE emita una interrupción al CDMA?
- ¿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?
- Explicar detalladamente cada paso de la operación de transferencia de un byte desde una celda de memoria hacia el HAND-SHAKE y la impresora.
- ¿Qué evento hace que el CDMA emita una interrupción al PIC?
- ¿Cuándo finaliza la ejecución del LAZO?