

# 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) **Uso de las luces y las llaves a través del PIO.** Ejecutar los programas bajo la configuración P1 C0 del simulador, que conecta las llaves al puerto PA del PIO y a las luces al puerto PB.

- a) \* Escribir un programa que encienda las luces con el patrón 11000011, o sea, solo las primeras y las últimas dos luces deben prenderse, y el resto deben apagarse.
- b) \* Escribir un programa que verifique si la llave de más a la izquierda está prendida. Si es así, mostrar en pantalla el mensaje “Llave prendida”, y de lo contrario mostrar “Llave apagada”. Solo importa el valor de la llave de más a la izquierda (bit más significativo). Recordar que las llaves se manejan con las teclas 0-7.
- c) \* Escribir un programa que permite encender y apagar las luces mediante las llaves. El programa no deberá terminar nunca, y continuamente revisar el estado de las llaves, y actualizar de forma consecuente el estado de las luces. La actualización se realiza simplemente prendiendo la luz *i* si la llave *i* correspondiente está encendida (valor 1), y apagándola en caso contrario. Por ejemplo, si solo la primera llave está encendida, entonces solo la primera luz se debe quedar encendida.
- d) \* Escribir un programa que implemente un encendido y apagado sincronizado de las luces. Un contador, que inicializa en cero, se incrementa en uno una vez por segundo. Por cada incremento, se muestra a través de las luces, prendiendo solo aquellas luces donde el valor de las llaves es 1. Entonces, primero se enciende solo la luz de más a la derecha, correspondiente al patrón 00000001. Luego se continúa con los patrones 00000010, 00000011, y así sucesivamente. El programa termina al llegar al patrón 11111111.
- e) 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 de bits: 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-..., es decir, 00000001, 00000010, 00000100, etc. Cada luz debe estar encendida durante un segundo. El programa nunca termina.

2) **Uso de la impresora a través de la PIO.** Ejecutar los programas en la configuración P1 C1 del simulador. En esta configuración, el puerto de datos de la impresora se conecta al puerto PB del PIO, y los bits de busy y strobe de la misma se conectan a los bits 0 y 1 respectivamente del puerto PA. Presionar F5 para mostrar la salida en papel. El papel se puede blanquear ingresando el comando BI.

- a) \* Escribir un programa para imprimir la letra “A” utilizando la impresora a través de la PIO.
- b) \* Escribir un programa para imprimir el mensaje “ORGANIZACION Y ARQUITECTURA DE COMPUTADORAS” utilizando la impresora a través de la PIO.
- c) \* Escribir un 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.
- d) \* 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.

3) **Uso de la impresora a través del HAND-SHAKE.** Ejecutar los programas en configuración P1 C2.

- a) \* Escribir un programa que imprime “INGENIERIA E INFORMATICA” en la impresora a través del HAND-SHAKE. La comunicación se establece por **consulta de estado** (polling). ¿Qué diferencias encuentra con el ejercicio 2b?

- b) ¿Cuál es la ventaja en utilizar el HAND-SHAKE con respecto al PIO para comunicarse con la impresora? Sacando eso de lado, ¿Qué ventajas tiene el PIO, en general, con respecto al HAND-SHAKE?
  - c) \* Escribir un programa que imprime "UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA" en 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.
  - d) 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. Utilizar el HAND-SHAKE en modo **consulta de estado**. ¿Qué diferencias encuentra con el ejercicio 2c?
  - e) Idem d), pero ahora utilizar el HAND-SHAKE en modo **interrupciones**.
- 4) **Uso de la impresora a través del dispositivo USART por consulta de estado.** Ejecutar en configuración P1 C4 y utilizar el comando PI que corresponda en cada caso (ver uso de Comando PI en el simulador).
- a) \* Escribir un programa que imprima el carácter "A" en la impresora a través de la USART usando el protocolo **DTR**. La comunicación es por **consulta de estado**.
  - b) \* Escribir un programa que imprima la cadena "USART DTR POLLING" en la impresora a través de la USART usando el protocolo **DTR**. La comunicación es por **consulta de estado**.
  - c) \* Escribir un programa que imprima la cadena "USART XON/XOFF POLLING" en la impresora a través de la USART usando el protocolo **XON/XOFF** realizando la comunicación entre CPU y USART por **consulta de estado**.

**Nota: Los ejercicios marcados con \* tienen una solución propuesta.**

## 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 ..
		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 ..
FIN	DB ?	MOV AL, AH ; a ..
NCHAR	DB ?	OUT DMA+3, AL ; transferir
		MOV AX, OFFSET COPIA
	ORG 1500H	OUT DMA+4, AL ; dir destino ..
COPIA	DB ?	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   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?

**3. \* Configuración del CDMA.** Indique cómo configurar el registro **Control** del CDMA para las siguientes transferencias:

- Transferencia Memoria → Memoria, por robo de ciclo
- Transferencia Periférico → Memoria, por ráfagas
- Transferencia Memoria → Periférico, por robo de ciclo