

EJEMPLO DE DISEÑO

CAPITULO XV

JUEGO DE PING-PONG EN EL 8080

RAFAEL MARTINEZ  
JUAN SANTOS SUAREZ  
E.T.S.I.T.-U.P.M.

**1. ESPECIFICACION FUNCIONAL DEL SISTEMA.****2. DIAGRAMA DE BLOQUES****3. ANALISIS DE LOS REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA.****4. SELECCION DEL MICROPROCESADOR.****5. SELECCION DE LOS INTERFACES HARDWARE.****6. ESTRUCTURA HARDWARE DEL SISTEMA.****7. DEFINICION DE LAS FUNCIONES SOFTWARE.**

## 1. ESPECIFICACION FUNCIONAL DEL SISTEMA

El objetivo de este proyecto es el diseño de un juego de ping-pong controlado por un microprocesador y presentado en un tubo de rayos catódicos de un osciloscopio.

Las reglas del juego y el formato de presentación se describen a continuación:

a) Reglas del juego. La partida debe durar hasta que uno de los jugadores obtenga 21 puntos, con una diferencia sobre su rival de al menos dos puntos. Si una vez alcanzados los 21 puntos por algún jugador la diferencia en el marcador fuera menor de 2 puntos proseguiría la partida hasta que se establezca una diferencia de 2 puntos. Si en esta situación se llegara hasta 99 puntos comenzaría de nuevo la partida.

La pelota debe rebotar sobre los límites del rectángulo de juego siguiendo las leyes de la reflexión especular. Las raquetas solo tendrán un grado de libertad, la coordenada Y, y se simulará el efecto de borde. Al rebotar la pelota sobre la raqueta seguirá las leyes de la reflexión especular solamente en el centro de ésta. A medida que el rebote se produce más alejado del centro disminuirá la componente Y de la velocidad de la raqueta después del rebote. Por último, en el caso de rebote en el borde la velocidad será horizontal.

Después de cada tanto el saque de la pelota será aleatorio en posición y dirección de la velocidad. La posición de sa

que será desde el campo del jugador que haya perdido el tanto y en la dirección del vencedor.

b) Formato de presentación. El campo de juego será un rectángulo de proporciones 4x3. En el centro se dibujará una red mediante trazos verticales. Las raquetas se representarán a cierta distancia de los fondos laterales y dispondrán de movimiento en el eje Y. La pelota tendrá una forma cuadrada y a efectos de los rebotes se comportará como un punto definido por su centro geométrico. Después de cada tanto se producirá un cierto retardo antes de comenzar el siguiente saque.

El marcador se representará como dos parejas de dígitos en la parte superior central del campo correspondiente a cada jugador. Una vez acabada la partida, desaparecerá la pelota y quedará el rectángulo y la red, mientras que el marcador, con el resultado de la partida, quedará parpadeando.

Se deberá evitar el parpadeo de la imagen por lo que toda la información deberá renovarse en el CRT al menos 25 veces por segundo.

## 2. DIAGRAMA DE BLOQUES

En la Fig. 1 se muestra un diagrama de bloques del sistema en que se puede apreciar las interconexiones entre los distintos elementos que componen el sistema.

### 3. ANALISIS DE LOS REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

El juego de ping-pong desarrollado consiste en esencia en el manejo de información, operaciones de entrada/salida y operaciones aritméticas elementales. Se está por tanto en una aplicación típica de los microprocesadores. Se necesitará una CPU - de microprocesador con los generadores de reloj y controladores si no estuviesen integrados en el chip de la CPU.

El programa del juego se grabará sobre una PROM, cuya capacidad vendrá dada por la longitud del programa. En nuestro caso ha resultado ser de 1K byte. Será necesario disponer de cierta cantidad de memoria RAM para almacenar algunos datos variables como las coordenadas de las raquetas, la velocidad de la pelota, la posición aleatoria del saque, los contadores para el marcador y para el stack con el objeto de posibilitar el uso de subrutinas y disponer de una zona rápida de almacenamiento de los registros de la CPU. Los requerimientos de memoria RAM no son muy altos, por lo que se ha elegido un tamaño de 256 bytes por ser una de las configuraciones típicas de memoria RAM de baja capacidad.

El juego de ping-pong se desarrolla en dos dimensiones por lo que se precisarán dos puertas de salida conectadas a dos conversores D/A que traducirán las coordenadas (X,Y) de cada punto en dos voltajes ( $V_x$ ,  $V_y$ ) que se llevarán a los ejes horizontal y vertical de un osciloscopio.

La posición de las raquetas se controlará con dos poten

ciómetros manejados por los jugadores. La tensión de estos potenciómetros se traducirá a información binaria mediante un conversor A/D, cuya entrada analógica se multiplexará mediante un multiplexor analógico, con lo que se evitará utilizar dos conversores A/D. La salida del conversor A/D irá a una puerta de entrada, mientras que otra puerta de salida se utilizará para controlar el conversor A/D y el multiplexor analógico mediante el microprocesador. Por último se necesitará un CRT como display.

A continuación se da una lista de los componentes utilizados para la realización del juego del ping-pong con el sistema microprocesador 8080 de INTEL.

1x8080A	CPU
1x8224	Clock Generator
1x8228	BI-DIRECTIONAL BUS DRIVER AND SYSTEM CONTROLLER.
1x8205	DECODER 1-8
1x8708	1024x8 BIT RROM
2x8111-2	256x4 BIT RAM
3x74100	8-BIT LATCH
2x74126	QUAD BUFFER TRI-STATE
1x7402	QUAD 2-INPUT NOR GATE
1x7432	QUAD 2-INPUT OR GATE
1x7404	HEX INVERTER
2	CONVERSORES D/A
1	CONVERSION A/D
1xLM3900	QUAD NORTON AMPLIFIER

#### 4. SELECCION DEL MICROPROCESADOR

Para desarrollar un juego de cualquier tipo sobre un CRT no se precisa gran resolución. Con una longitud de palabra de 8 bits se obtiene una resolución adecuada con la ventaja de que este número permite aprovechar al máximo los circuitos TTL standard empleados en las puertas en Entrada/Salida y que los conversores A/D y D/A de 8 bits son muy comunes. Los requerimientos de tiempo no son muy altos pues para evitar el parpadeo basta un programa cuyo tiempo de ejecución sea menor de 40mseg. Resumiendo, cualquier microprocesador de longitud de palabra de 8 bits será adecuado para esta aplicación.

#### 5. SELECCION DE LOS INTERFACES HARDWARE

En la Fig. 4 se muestra un mapa de la interface Entrada/Salida que resulta de las consideraciones expuestas anteriormente.

#### 6. ESTRUCTURA HARDWARE DEL SISTEMA

A lo largo de las Figs. 2,3 y 4 puede apreciarse los detalles circuitales del sistema desarrollado con la familia 8080 de INTEL y con algunos circuitos integrados TTL standard.

#### 7. DEFINICION DE LAS FUNCIONES SOFTWARE

Al final de estos apuntes se ofrece un organigrama operativo del juego de ping-pong desarrollado, la estructura de -

las subrutinas más importantes y un listado completo del lenguaje fuente compilado con el Macro-Assembler del sistema MDS de INTEL.

En todo momento el estado del juego queda definido por las coordenadas de la pelota ( $P_x, P_y$ ), la velocidad de la pelota ( $V_x, V_y$ ), el tanteo parcial y las coordenadas Y del centro de las raquetas ( $R_{y1}, R_{y2}$ ). Esta información se almacenará en registros de la CPU o en palabras de la memoria RAM. En cada paso de la ejecución del lazo del programa principal debe actualizarse de forma conveniente esta información. Así, la nueva posición de la pelota se obtiene sumando a la posición antigua los valores de la velocidad:

$$P'_x = P_x + V_x$$

$$P'_y = P_y + V_y$$

El rebote especular se obtiene invirtiendo el signo de la componente de la velocidad adecuada. Así, al rebotar la pelota con la parte superior del rectángulo, la velocidad pasará de valer ( $V_x, V_y$ ) a valer ( $V_x, -V_y$ ).

Para comprobar el posible rebote con las raquetas se comparará, una vez que  $P_x$  sea igual al valor fijo de la coordenada X de las raquetas, si  $P_y$  cae en el margen de anchura asignado a las raquetas.

Por último, el comienzo del programa de inicialización de nueva partida se colocará en la posición cero de memoria, con

lo que la activación del RESET con un pulsador dará lugar al comienzo de una partida.

### PROGRAMA PRINCIPAL

El flujo del programa se muestra en la Fig. 5. El del programa principal en la Fig.6. Después de producido el reset el programa inicializa la posición del stack y pone el marcador a cero. A continuación se llama a la subrutina de números aleatorios LP para determinar a que jugador va a corresponder el saque inicial. De aquí se salta al interior del programa principal (a LOOP 3 ó LOOP 4) que efectúa el control del movimiento de la pelota.

Una vez en el programa principal se vuelve a llamar a la subrutina LP obteniéndose la posición inicial o de salida de la pelota, y determinándose así mismo según los valores de los números aleatorios obtenidos si el movimiento de la pelota se iniciará subiendo o bajando. Las velocidades vertical y horizontal serán inicialmente de 4 y 4. Antes de poner en juego la pelota se llama a la subrutina STOP cuya misión es dibujar ochenta veces consecutivas el marcador, el rectángulo, las paletas y la red, con lo que se consigue que haya un cierto intervalo de tiempo entre el reset o bien el final de una jugada y el comienzo de la siguiente. De esta forma se concede un cierto tiempo para que los jugadores se preparen antes de ponerse en juego la pelota.

A continuación comienza a moverse la pelota de una de las cuatro maneras posibles:

- Hacia arriba y la derecha (LA)
- Hacia abajo y la derecha (LB)

- Hacia arriba y la izquierda (LC)
- Hacia abajo y la izquierda (LD)

Para hacer esto, existen cuatro bucles especializados en cada uno de los tipos de movimiento.

Cada vez que se va a mover la pelota las subrutinas correspondientes efectúan antes, un dibujo completo de la pelota, marcador, rectángulo, paletas y red, estas subrutinas son llamadas por DBOL.

Nada más alterar en una unidad la posición de la pelota se comprueba si ha llegado a los laterales donde se encuentran las paletas, ó bien si se ha alcanzado alguna de las bases. En este último caso se produce una reflexión especular sobre la base. En el primer caso se comprueba si la pelota rebota en la paleta, es decir, se comprueba si su posición vertical está dentro del espacio abarcado por la paleta. Estas comprobaciones se hacen dentro de cada uno de los bloques LA, LB, LC, LD. Hay que mencionar que en el caso de rebote en la paleta se llama a la subrutina MINY modificándose la velocidad  $V_y$  en un valor que depende de la zona de la paleta donde se produzca el rebote. Si la pelota golpea justo en el borde de la paleta, la pelota se devuelve perfectamente horizontal y aumentando además su velocidad  $V_x$ . En caso de que no ocurra el rebote en la paleta, se produce un tanto por lo que se salta a LOOP1 ó LOOP2 (según el sentido del movimiento que traía la pelota) incrementándose el marcador correspondiente. Se realiza así mismo la comprobación de si ha finalizado la partida. Para ello -

en el caso de que el marcador alcance los 21 puntos, se llama a la subrutina COMP que determina si la ventaja sobre el contrario es superior a un tanto, en este caso se da por terminada la partida saltando a FINPA; lo cual hace entrar al programa en un bucle permanente presentando intermitentemente el marcador, tal - como quedó, hasta que se produzca una nueva señal de "Reset". - Este efecto de intermitencia del marcador se consigue haciendo que se sibujen alternativamente, diez veces seguidas el marcador, rectángulo, paletas, y red, y otras diez sólo el rectángulo, paletas y red. Si la partida no hubiera terminado se entra de nuevo en LOOP3 y LOOP4, reproduciéndose todo lo explicado.

SUBROUTINAS DBOL, MINY, COMP, STOP, LP.

Son las subrutinas directamente utilizadas por el programa principal. Sus organigramas generales se muestran en las figuras 7,8,9,10 y 11.

La subrutina DBOL es llamada por el programa principal cada vez que se produce un movimiento de la pelota. Su misión es dibujar la pelota en la pantalla.

Para ello toma la posición de la pelota, y coloca el haz del osciloscopio en coincidencia con la posición de la - pelota, haciendo unas salidas de dichos valores a las puertas  $\phi$  y 1 que es donde se encuentran conectados los conversores D/A - de los canales horizontal y vertical del osciloscopio. Se dibujá entonces alrededor de dicho punto un cuadrado con cinco puntos por lado, haciendo sucesivas salidas a dichas puertas. Des-

pues de ejecutarse DBOL, se entra en CDIS, donde se llama a la subrutina DISM para dibujar el marcador, dibujándose también - luego el rectángulo, las paletas y la red.

La subrutina MINY altera el valor de la velocidad vertical de la pelota  $V_y$  disminuyéndola tanto más cuanto más - próximo al borde de la paleta sea el rebote. Para ello se divide por dos el módulo de la diferencia entre la posición de la pelota y la raqueta. Si este valor es 4 se aumenta la velocidad horizontal. La nueva velocidad vertical es 5 menos el valor calculado anteriormente.

La subrutina COMP realiza simplemente la comprobación de si el módulo de la diferencia entre los marcadores es mayor o igual que dos, en cuyo caso se ordena el final de la - partida saltando a FINPA, o bien autoriza una nueva jugada llamando a STOP. La comparación puede parecer complicada pero es así porque los números que se encuentran en el marcador están codificados en BCD para facilitar su representación en la pantalla.

LP es una subrutina para generación de números -- pseudoaleatorios. Genera un par de números aleatorios que se utilizan en las puestas en juego de la pelota lográndose así una - mayor variedad en el comienzo de cada jugada.

La generación de estos números se realiza efectuando una serie de manipulaciones (desplazamientos y operaciones -

lógicas) sobre una cadena de bits.

### SUBROUTINA DISM

Su organigrama general se da en la Fig. 12. Es llamada en CDIS y va a dibujar en pantalla cuatro dígitos decimales, agrupados en dos parejas. Esta subrutina está dividida en varias partes. Hay una parte principal que obtiene el número a representar. El marcador se encuentra almacenado en dos posiciones consecutivas de memoria, estando en cada una de ellas, los dos dígitos en código BCD. La parte de la subrutina que comentamos obtiene - los 4 bits del número a dibujar y carga en un par de registros la posición del vértice inferior del dígito a representar. Se llama entonces para cada uno de los cuatro dígitos a la subrutina DIS. Esta subrutina según el valor del dígito (0 a 9) va transferir - el control a la zona adecuada del programa. Para ello existe una tabla TAB donde están las direcciones de comienzo (DISØ a DIS9) - de los bloques que efectúan la representación de cada tipo de dígito. Direccionando la posición adecuada de la tabla se consigue el valor adecuado con el que hay que cargar el contador de programa PC para dibujar el número correspondiente. Los dígitos se presentan en formato de siete segmentos. Los segmentos verticales tienen nueve puntos y los horizontales siete. Se puede dibujar - cuatro tipos de segmentos:

- Segmento vertical, desplazando el haz hacia arriba (DISA).
- Segmento vertical, moviendo el haz hacia abajo (DISB).
- Segmento horizontal, de izquierda a derecha (DISC)

- Segmento horizontal, trazado de derecha a izquierda (DISD).

- También se puede desplazar el haz bruscamente hacia abajo por lo que no aparece ningún segmento en la pantalla (DOWN).

Los bloques que dibujan cada tipo de número, llaman a las subrutinas adecuadas de las arriba indicadas para dibujar los segmentos correspondientes. Después de ejecutarse DISM se pasa a ejecutar la subrutina RECT.

#### SUBROUTINA RECT

Dibuja el contorno del campo o rectángulo. Primero dibuja la base inferior desplazando el haz de izquierda derecha (L1), se dibuja a continuación el lateral derecho (L2), la base superior (L3), y el lateral izquierdo (L4), volviéndose al punto de partida. El organigrama queda pues como la Fig. 13. El dibujo se hace punto a punto incrementando cada vez en una unidad la posición X ó Y del haz, según se dibuje un segmento horizontal o vertical. RECT llama a la subrutina PAL.

#### SUBROUTINA PAL

Realiza las siguientes funciones:

- Control del multiplexor analógico de la entrada.
- Generación de la señal de comienzo de conversión CDC para el control del conversor A/D.
- Lectura del valor de la posición de cada una de

las paletas  $R_{y1}$ ,  $R_{y2}$ .

- Llamar a la subrutina RED que dibuja la red.
- Dibujar las paletas.

La subrutina comienza leyendo la posición de una de las paletas, haciendo una lectura del conversor. Leída la posición de esa paleta se conmuta el multiplexor analógico y se genera un pulso de comienzo de conversión. Esto se logra sacando sucesivamente por la puerta de salida 2 las palabras de control apropiadas. Se llama entonces a la subrutina RED, con lo cual se consigue un intervalo de tiempo suficiente para que el conversor A/D pueda completar la conversión. Ejecutada RED se lee la posición de la segunda paleta, se vuelve a conmutar el multiplexor y se da una nueva orden de comienzo de conversión, para preparar el valor de la posición de la primera paleta que se leerá al volver a ejecutar PAL. Se dibujan después las paletas. Están formadas por un segmento de 20 puntos centrado en las posiciones leídas por el conversor. La subrutina PAL devuelve al control a RECT que a su vez devuelve el control al punto del programa principal que llamase a todo este bloque de subrutinas.

#### SUBROUTINA RED

La subrutina RED dibuja la línea de trazos que sirve de separación de los comapos, utilizando métodos ya comentados. Dibuja desde abajo hacia arriba, segmentos de diez puntos con saltos en blanco de diez unidades.

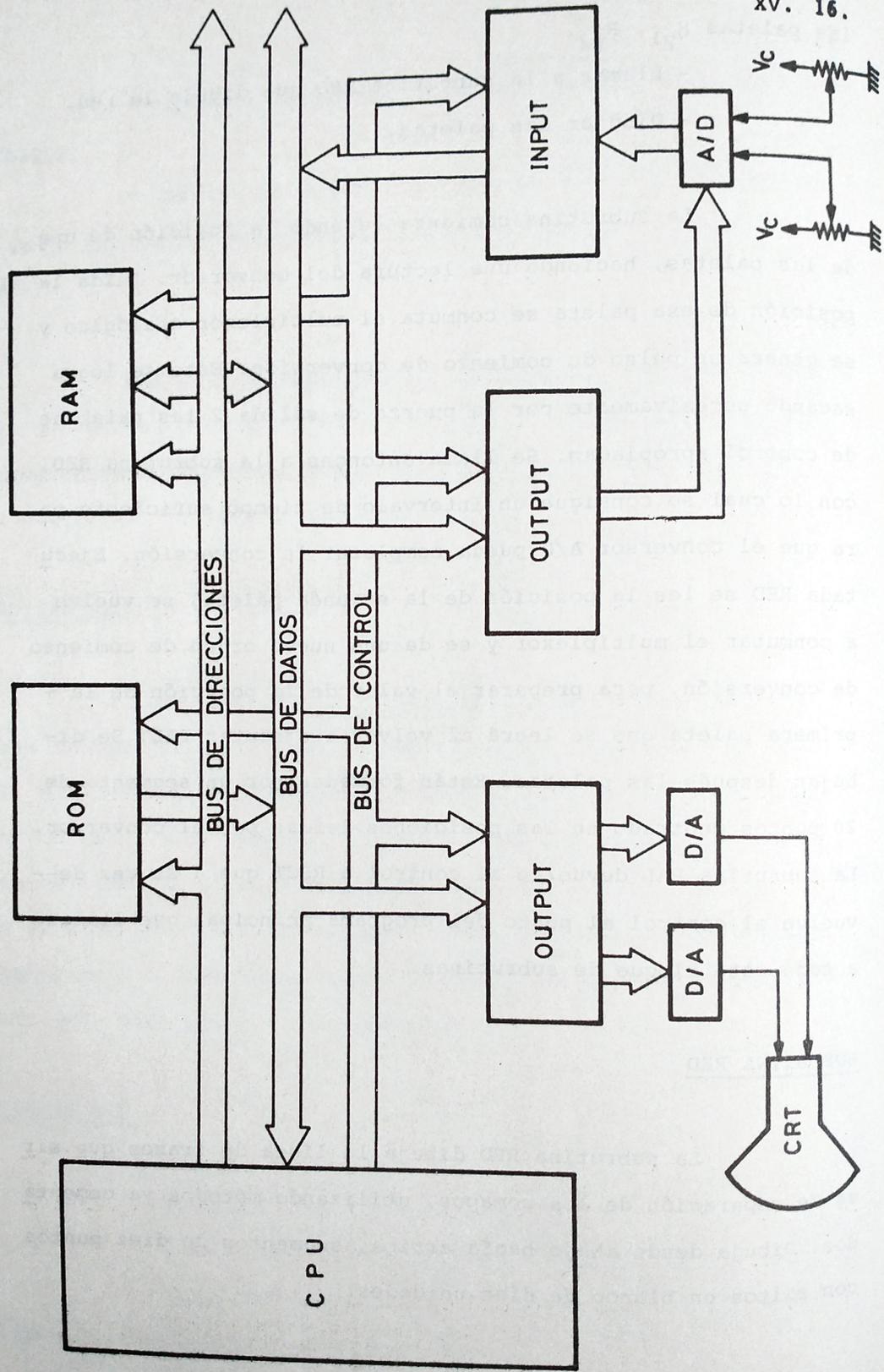


FIG. 1.- ESQUEMA DE BLOQUES GENERAL DEL SISTEMA.

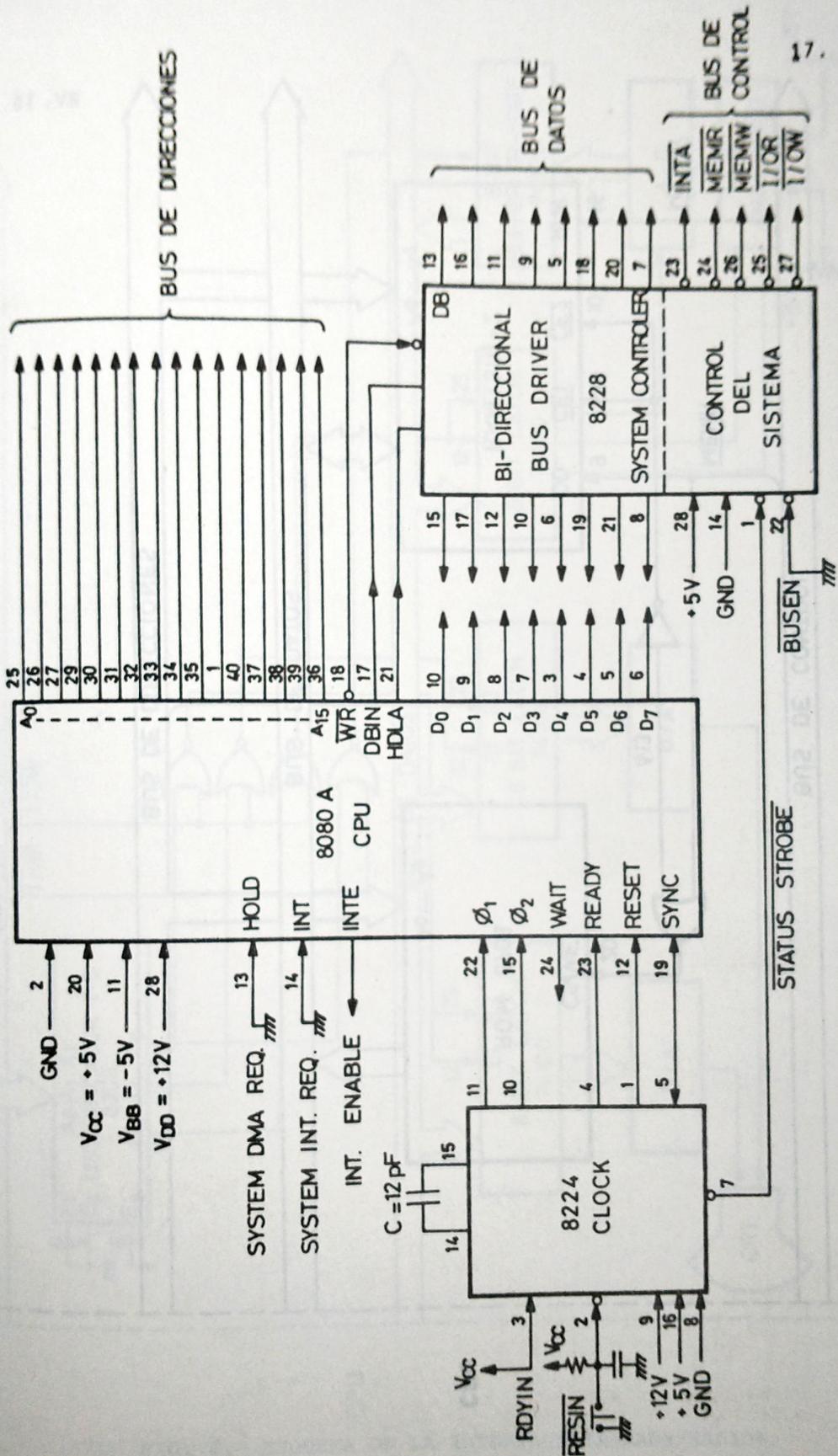


FIG. 2.- ESQUEMA DE LA CPU, RELOJ Y CONTROLADOR DEL SISTEMA.

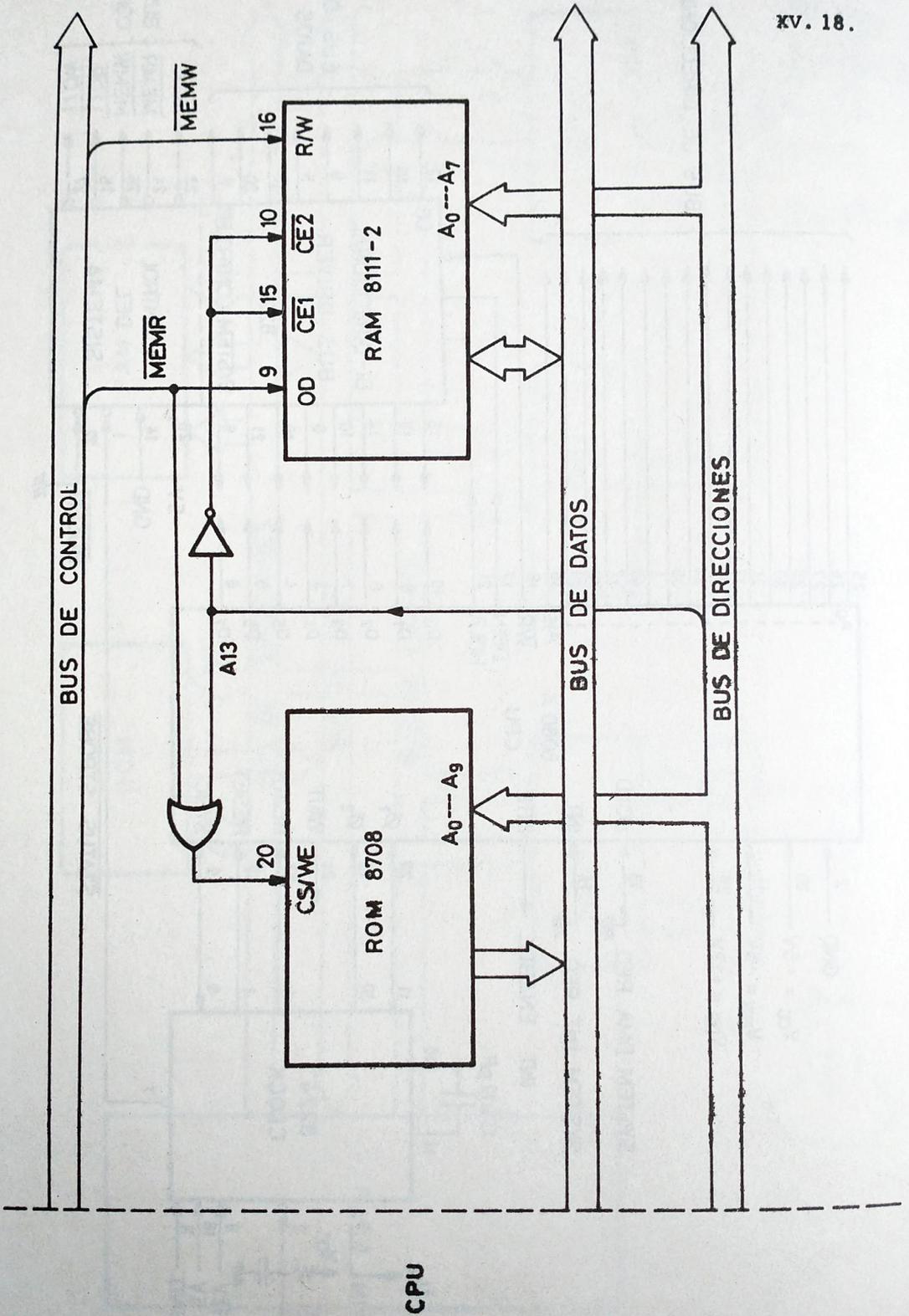


FIG. 3.- ESQUEMA DE LOS ELEMENTOS DE MEMORIA.

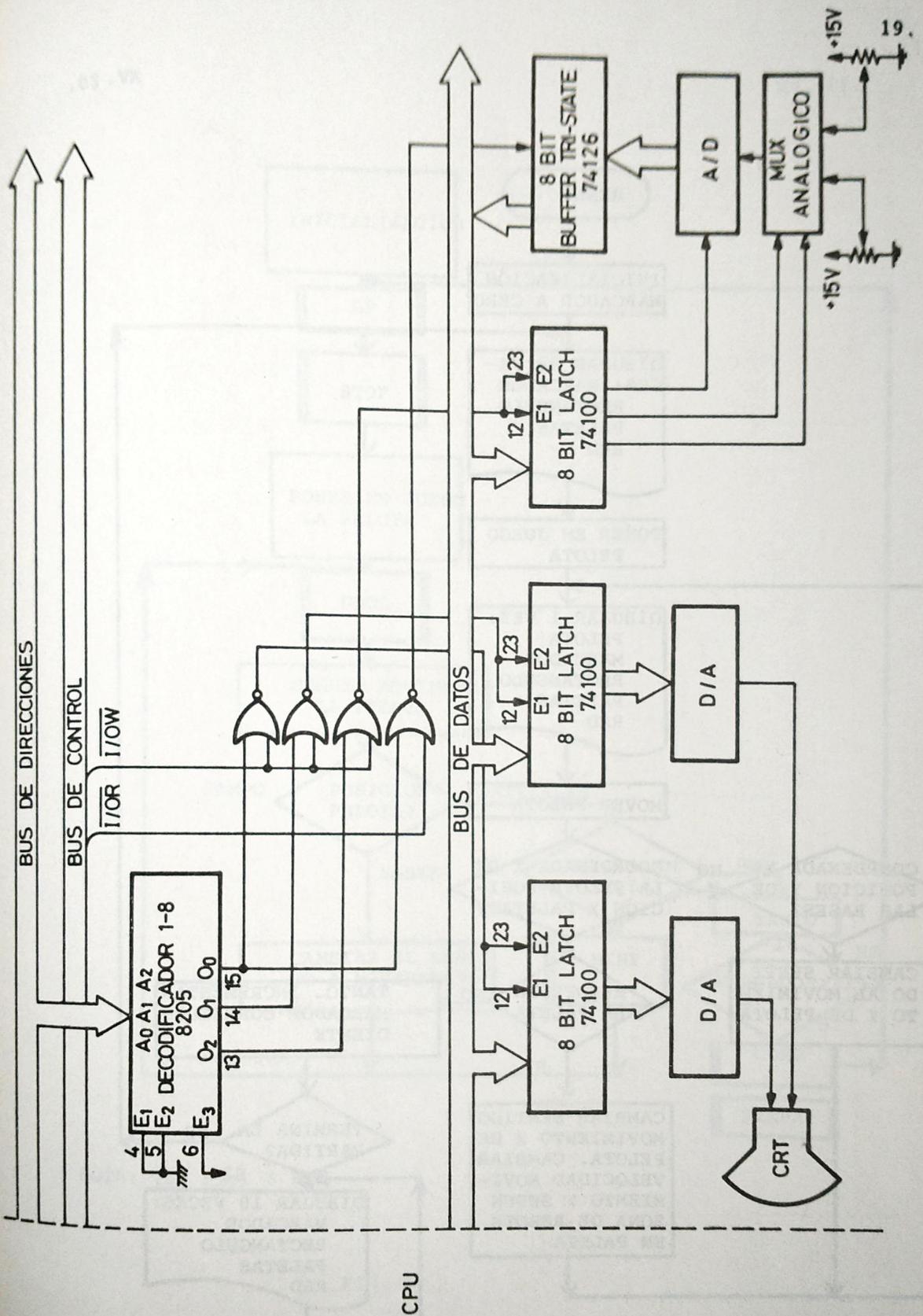


FIG. 4.- ESQUEMA DE LA INTERFACE ENTRADA/SALIDA.

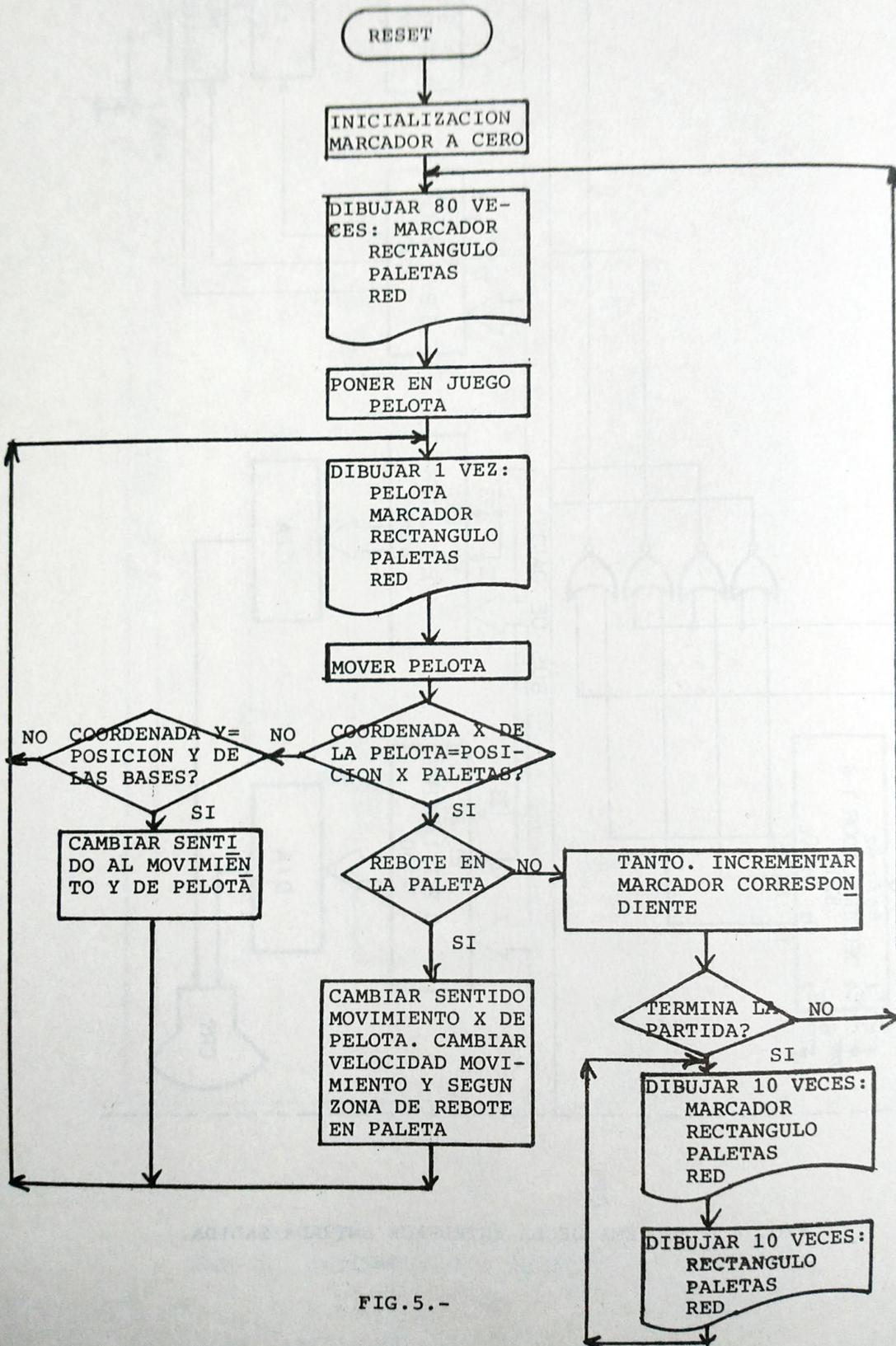
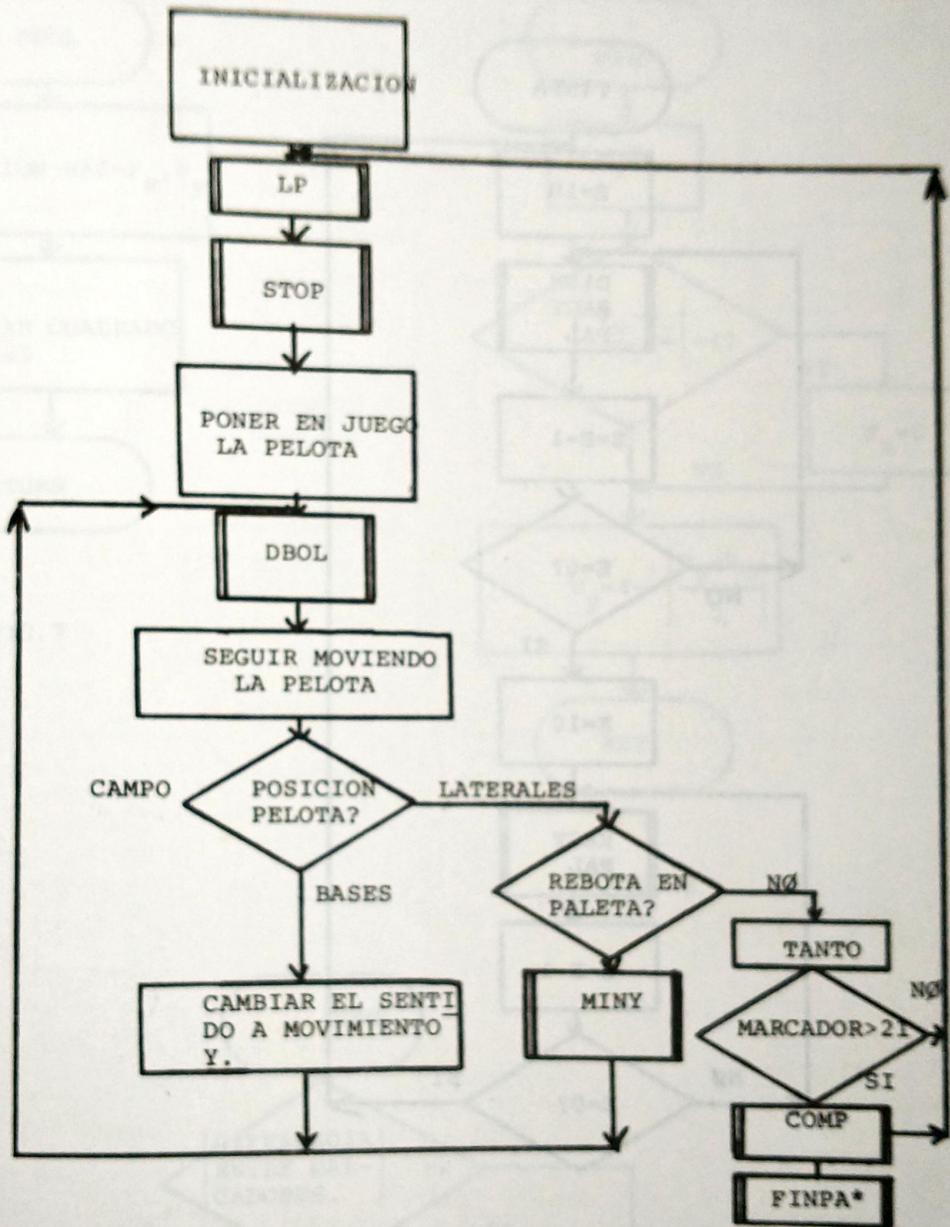


FIG. 5.-



\* NOTA: Ver Fig. 6 Bis

FIG. 6

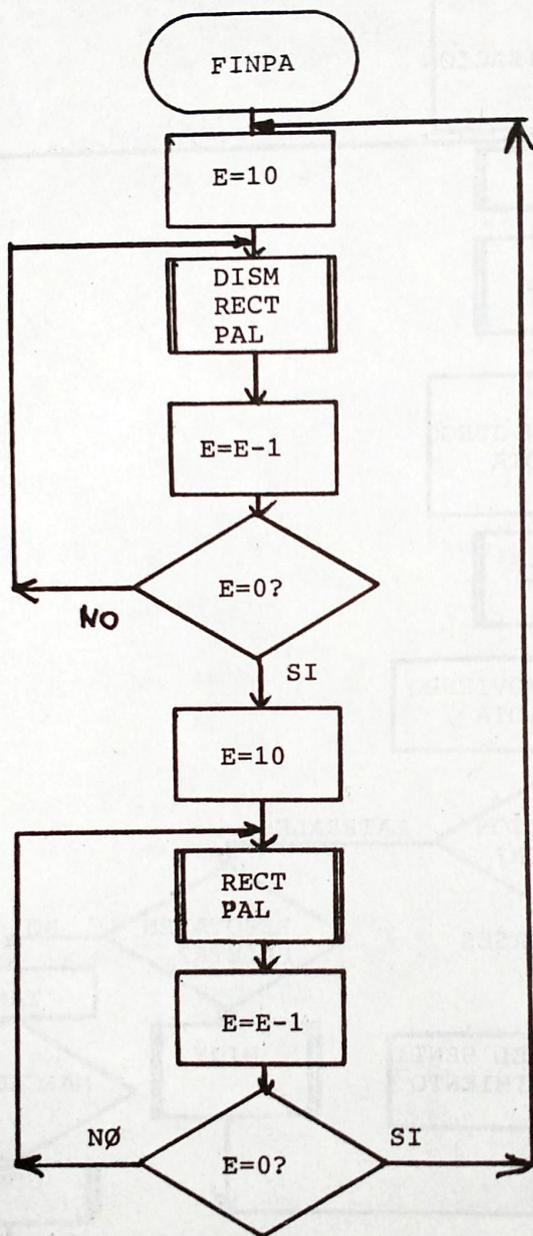


FIG. 6BIS

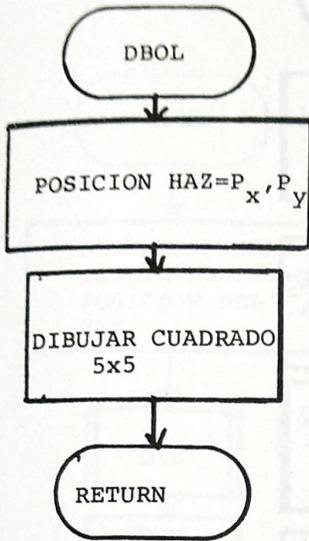


FIG. 7

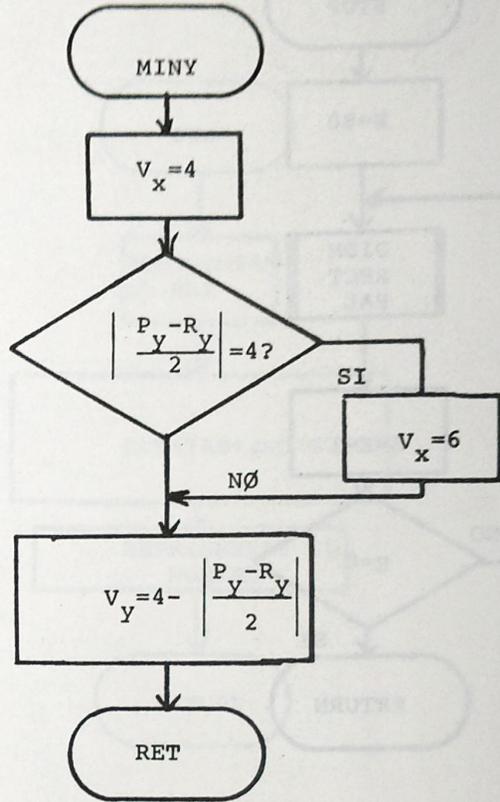


FIG. 8

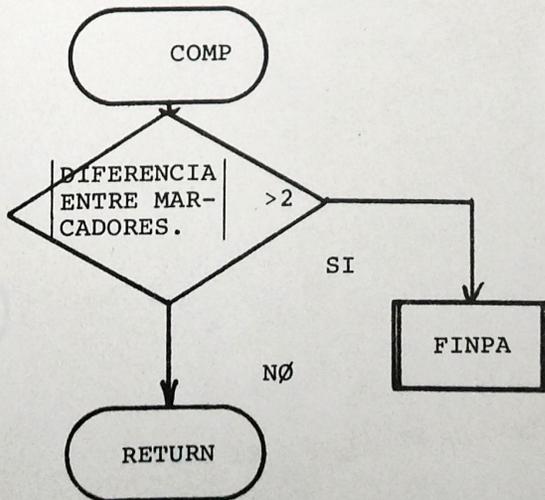


FIG. 9

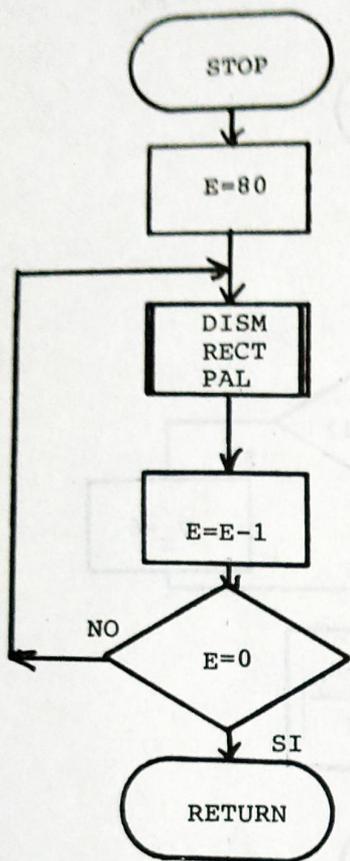


FIG. 10

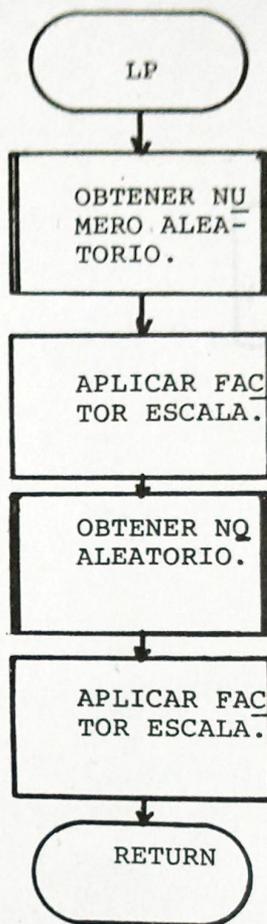


FIG. 11

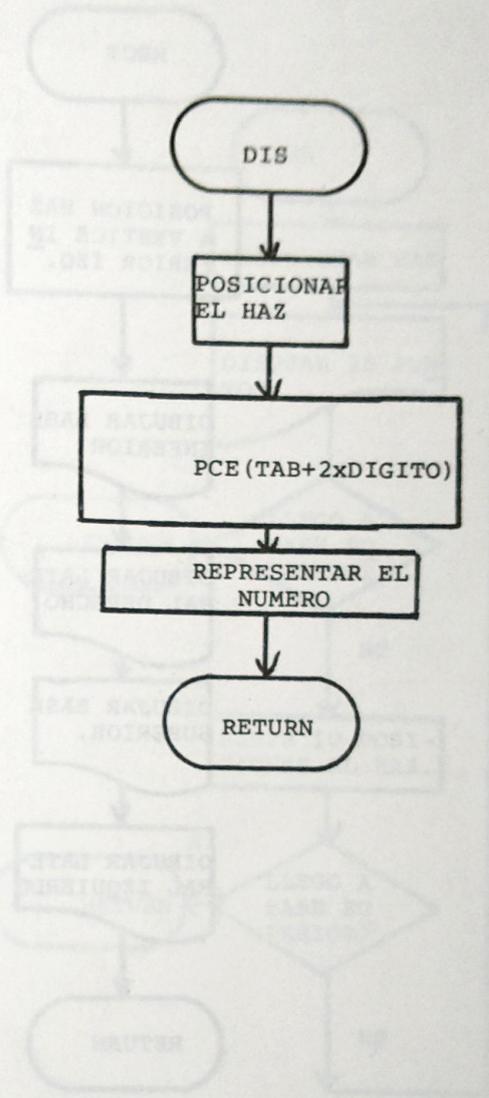
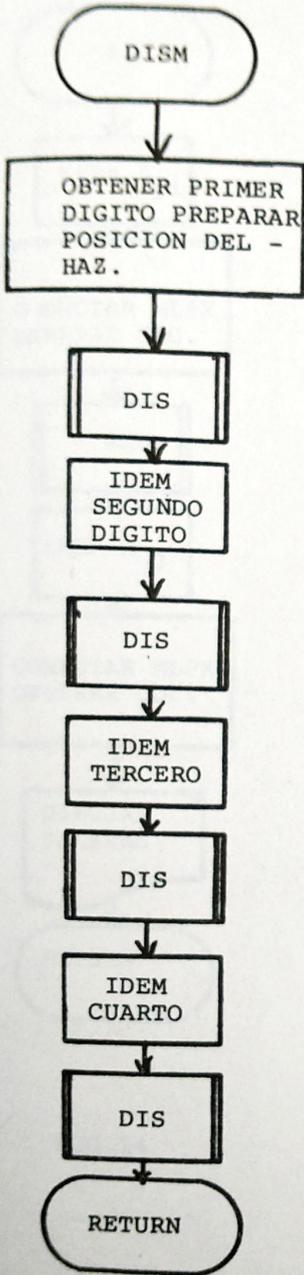


FIG. 12

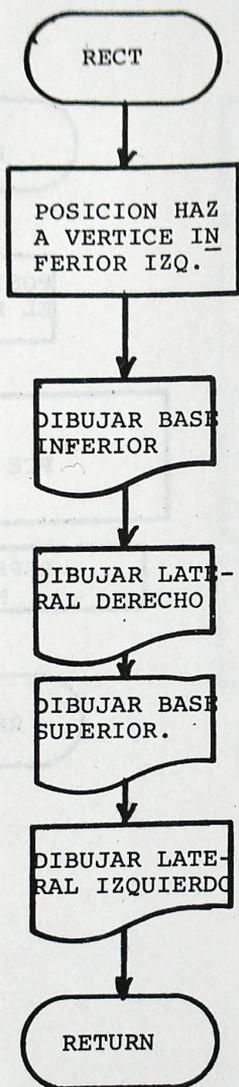


FIG. 13

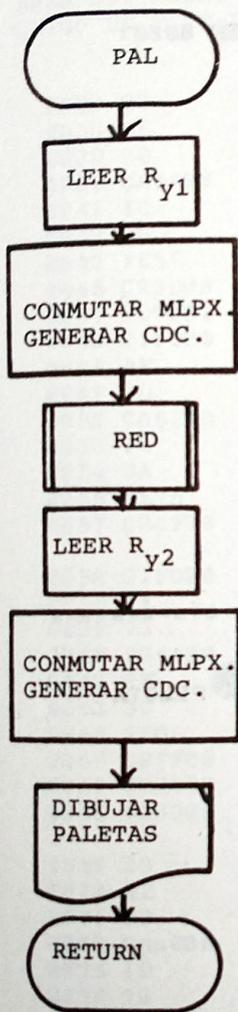


FIG. 14

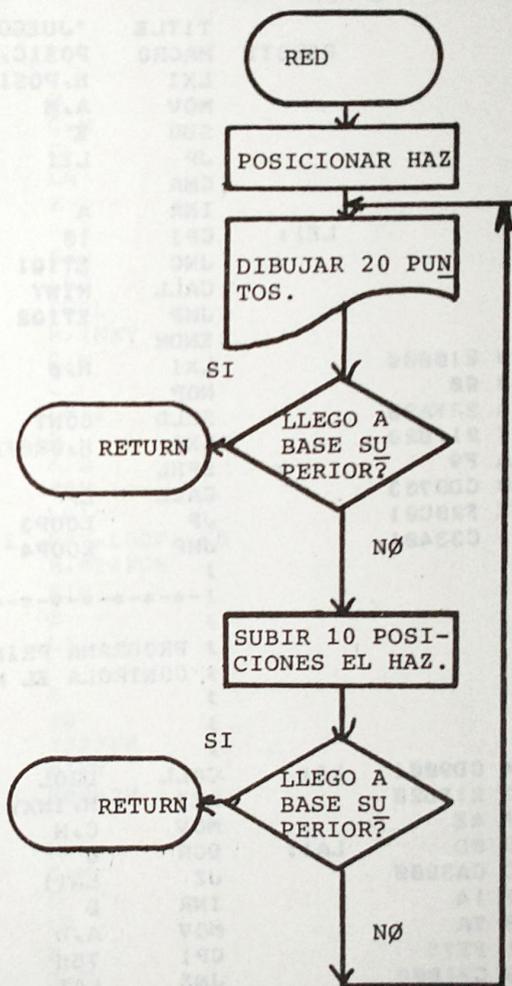


FIG. 15

```

                                TITLE      'JUEGO DE PING-PONG EN 8080:
REBOTE MACRO POSIC, ETIQ1, ETIQ2
                                LXI        H, POSIC
                                MOV        A, M
                                SUB        E
                                JP         LE1
                                CMA
                                INR        A
                                LE1:      CPI        10
                                JNC        ETIQ1
                                CALL       MINY
                                JMP        ETIQ2
                                ENDM
                                LXI        H, 0
                                NOP
                                SHLD       CONT
                                LXI        H, 020F8H
                                SPHL
                                CALL       LP
                                JP         LOOP3
                                JMP        LOOP4
                                ;
                                ;-----*
                                ;
                                ; PROGRAMA PRINCIPAL
                                ; CONTROLA EL MOVIMIENTO DE LA PELOTA
                                ;
                                ;
                                ;
                                LA:      CALL       DBOL
                                LXI        H, INXY
                                MOV        C, M
                                LA1:     DCR        C
                                JZ         LA11
                                INR        D
                                MOV        A, D
                                CPI        75H
                                JNZ        LA1
                                +
                                REBOTE   PXY, LOOP1, LC
                                LXI        H, 020FCH
                                MOV        A, M
                                SUB        E
                                JP         LE1
                                CMA
                                INR        A
                                +LE1:   CPI        10
                                JNC        000FFH
                                CALL       MINY
                                +
                                JMP        0007FH
  
```

```

0000 210000
0003 00
0004 22FA20
0007 21F820
000A F9
000B CDB703
000E F20C01
0011 C33401
  
```

```

0014 CD9001
0017 21F820
001A 4E
001B 0D
001C CA3B00
001F 14
0020 7A
0021 FE75
0023 C21B00
+
0026 21FC20
0029 7E
002A 93
002B F23000
002E 2F
002F 3C
0030 FE0A
0032 D2FF00
0035 CDEA00
0038 C37F00
+
+
+
+
+
+
+
+
+
+
  
```

```

LA:
LA1:
+LE1:
  
```



8080 MDS MACRO ASSEMBLER, V2.2  
 JUEGO DE PING-PONG EN 8080

PAGE 2

003B 23	LA11:	INX	H
003C 4E		MOV	C,M
003D 0D	LA2:	DCR	C
003E CA1400		JZ	LA
0041 1C		INR	E
0042 7B		MOV	A,E
0043 FE5E		CPI	5EH
0045 C23D00		JNZ	LA2
0048 CD9001	LB:	CALL	DBOL
004B 21F820		LXI	H,INXY
004E 4E		MOV	C,M
004F 0D	LB1:	DCR	C
0050 CA6F00		JZ	LB11
0053 14		INR	D
0054 7A		MOV	A,D
0055 FE75		CPI	75H
0057 C24F00		JNZ	LB1
	+	REBOTE	PXY,LOOP1,LD
005A 21FC20	+	LXI	H,020FCH
005D 7E	+	MOV	A,M
005E 93	+	SUB	E
005F F26400	+	JP	LE1
0062 2F	+	CMA	
0063 3C	+	INR	A
0064 FE0A	+LE1:	CPI	10
0066 D2FF00	+	JNC	000FFH
0069 CDEA00	+	CALL	MINY
006C C3B300	+	JMP	000B3H
006F 23	LB11:	INX	H
0070 4E		MOV	C,M
0071 0D	LB2:	DCR	C
0072 CA4800		JZ	LB
0075 1D		DCR	E
0076 7B		MOV	A,E
0077 FEA2		CPI	0A2H
0079 CA1400		JZ	LA
007C C37100		JMP	LB2
007F CD9001	LC:	CALL	DBOL
0082 21F820		LXI	H,INXY
0085 4E		MOV	C,M
0086 0D	LC1:	DCR	C
0087 CAA600		JZ	LC11
008A 15		DCR	D
008B 7A		MOV	A,D
008C FE8A		CPI	8AH
008E C28600		JNZ	LC1
	+	REBOTE	PXY+1,LOOP2,LA
0091 21FD20	+	LXI	H,020FDH
0094 7E	+	MOV	A,M

8080 MDS MACRO ASSEMBLER, V2.2  
 JUEGO DE PING-PONG EN 8080

```

0095 93      +      SUB      E
0096 F29B00  +      JP       LE1
0099 2F      +      CMA
009A 3C      +      INR      A
009B FE0A    +LE1:  CPI      10
009D D22701  +      JNC     00127H
00A0 CDEA00  +      CALL    MINY
00A3 C31400  +      JMP     00014H

00A6 23      LC11:  INX      H
00A7 4E      MOV     C,M
00A8 0D      LC2:   DCR     C
00A9 CA7F00  JZ      LC
00AC 1C      INR     E
00AD 7B      MOV     A,E
00AE FE5E    CPI     5EH
00B0 C2A800  JNZ     LC2
00B3 CD9001  LD:    CALL   DBOL
00B6 21F820  LXI    H,INXY
00B9 4E      MOV     C,M
00BA 0D      LD1:   DCR     C
00BB CADA00  JZ      LD11
00BE 15      DCR     D
00BF 7A      MOV     A,D
00C0 FE8A    CPI     8AH
00C2 C2BA00  JNZ     LD1
+          REBOTE  PXY+1,LOOP2,LB
00C5 21FD20  +      LXI    H,020FDH
00C8 7E      +      MOV     A,M
00C9 93      +      SUB     E
00CA F2CF00  +      JP     LE1
00CD 2F      +      CMA
00CE 3C      +      INR     A
00CF FE0A    +LE1:  CPI     10
00D1 D22701  +      JNC     00127H
00D4 CDEA00  +      CALL    MINY
00D7 C34800  +      JMP     00048H

00DA 23      LD11:  INX      H
00DB 4E      MOV     C,M
00DC 0D      LD2:   DCR     C
00DD CAB300  JZ      LD
00E0 1D      DCR     E
00E1 7B      MOV     A,E
00E2 FEA2    CPI     0A2H
00E4 CA7F00  JZ      LC
00E7 C3DC00  JMP     LD2
;
;-----;
;

```

-----  
 ;-----  
 ;

```

; SUBROUTINA MINY. PRODUCE EL EFECTO DE
; REBOTE NO ESPECULAR EN LA PALETA, SE-
; GUN LA PROXIMIDAD DEL REBOTE AL BORDE
; DE LA MISMA
;
;
;
00EA 21F820  MINY:  LXI    H,INXY
00ED B7      ORA    A
00EE 1F      RAR
00EF 3605    MVI    M,5
00F1 FE04    CPI    4
00F3 C2F800 JNZ    MINY1
00F6 34      INR    M
00F7 34      INR    M
00F8 23      MINY1: INX    H
00F9 DE05    SBI    5
00FB 2F      CMA
00FC 3C      INR    A
00FD 77      MOV    M,A
00FE C9      RET
00FF 21FA20  LOOP1:  LXI    H,CONT
0102 AF      XRA    A
0103 7E      MOV    A,M
0104 3C      INR    A
0105 27      DAA
0106 77      MOV    M,A
0107 FE21    CPI    21H
0109 D44F01  CNC    COMP
010C CDB703  LOOP3:  CALL   LP
010F 21FF20  LXI    H,AZD+1
0112 E67F    ANI    7FH
0114 57      MOV    D,A
0115 5E      MOV    E,M
0116 CD8401  CALL   STOP
0119 210505  LXI    H,0505H
011C 22F820  SHLD  INXY
011F 7B      MOV    A,E
0120 1F      RAR
0121 DAB300  JC     LD
0124 C37F00  JMP    LC
0127 21FB20  LOOP2:  LXI    H,CONT+1
012A AF      XRA    A
012B 7E      MOV    A,M
012C 3C      INR    A
012D 27      DAA
012E 77      MOV    M,A
012F FE21    CPI    21H
0131 D44F01  CNC    COMP
0134 CDB703  LOOP4:  CALL   LP
    
```

```

0137 21FF20      LXI      H,AZD+1
013A F680        ORI      80H
013C 57          MOV      D,A
013D 5E          MOV      E,M
013E CD8401      CALL     STOP
0141 210505      LXI      H,0505H
0144 22F820      SHLD    INXY
0147 7B          MOV      A,E
0148 1F          RAR
0149 DA4800      JC       LB
014C C31400      JMP      LA
    
```

```

;
;-----;
;
    
```

```

; COMP EXIGE QUE PARA GANAR LA PARTIDA
; HAYA UNA VENTAJA DE POR LO MENOS DOS
; PUNTOS EN EL MARACADOR
;
;
;
    
```

```

014F 21FA20      COMP:  LXI      H,CONT
0152 7E          MOV      A,M
0153 47          MOV      B,A
0154 23          INX      H
0155 4E          MOV      C,M
0156 B9          CMP      C
0157 C8          RZ
0158 DA6601      JC       COMP1
015B AF          XRA      A
015C 79          MOV      A,C
015D 3C          INR      A
015E 27          DAA
015F 4F          MOV      C,A
0160 78          MOV      A,B
0161 B9          CMP      C
0162 C8          RZ
0163 C36F01      JMP      FINPA
0166 AF          COMP1: XRA      A
0167 78          MOV      A,B
0168 3C          INR      A
0169 27          DAA
016A B9          CMP      C
016B C8          RZ
016C C36F01      JMP      FINPA
    
```

```

;
;-----;
;
    
```

```

; BUCLE PARA FINAL DE PARTIDA
;
;
    
```

```

;
016F 1E0A    FINPA: MVI     E,10
0171 CDCB01  FINP1: CALL    CDIS
0174 1D      DCR     E
0175 C27101  JNZ     FINP1
0178 1E0A    MVI     E,10
017A CDCE01  FINP2: CALL    RECT
017D 1D      DCR     E
017E C27A01  JNZ     FINP2
0181 C36F01  JMP     FINPA
;
;-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*
;
; RETARDO ENTRE FIN DE UNA JUGADA Y
; SAQUE DE LA SIGUIENTE
;
;
;
0184 D5      STOP:  PUSH   D
0185 1E50    MVI     E,050H
0187 CDCB01  STOP1: CALL    CDIS
018A 1D      DCR     E
018B C28701  JNZ     STOP1
018E D1      POP     D
018F C9      RET
;
;-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*
;
; DBOL EFECTUA LA PRESENTACION EN PANTALLA
; DE LA PELOTA
;
;
;
0190 7A      DBOL:  MOV     A,D
0191 D300    OUT    0
0193 7B      MOV     A,E
0194 D301    OUT    1
0196 15      DCR     D
0197 15      DCR     D
0198 1D      DCR     E
0199 1D      DCR     E
019A 7B      MOV     A,E
019B D301    OUT    1
019D 7A      MOV     A,D
019E 0605    MVI     B,5
01A0 D300    L11:  OUT    0
01A2 3C      INR     A
01A3 05      DCR     B
01A4 C2A001  JNZ     L11
01A7 4F      MOV     C,A
    
```

```

01A8 7B          MOV      A,E
01A9 8605        MVI      B,5
01AB D301        L12:    OUT      1
01AD 3C          INR      A
01AE 05          DCR      B
01AF C2A001      JNZ      L12
01B2 0605        MVI      B,5
01B4 67          MOV      H,A
01B5 79          MOV      A,C
01B6 D300        L13:    OUT      0
01B8 3D          DCR      A
01B9 05          DCR      B
01BA C2B601      JNZ      L13
01BD 0605        MVI      B,5
01BF 7C          MOV      A,H
01C0 D301        L14:    OUT      1
01C2 3D          DCR      A
01C3 05          DCR      B
01C4 C2C001      JNZ      L14
01C7 14          INR      D
01C8 14          INR      D
01C9 1C          INR      E
01CA 1C          INR      E
;
;-----;
; CDIS LLAMA A LA SUBROUTINA DE PRESEN-
; TACION DEL MARACADOR EN LA PANTALLA
;
;
;
01CB CD5C02      CDIS:   CALL     DISM
;
;-----;
; RECT DIBUJA EL RECTANGULO
;
;
;
01CE 3EA0        RECT:   MVI      A,0A0H
01D0 D301        OUT      1
01D2 3E80        MVI      A,80H
01D4 D300        L1:    OUT      0
01D6 3C          INR      A
01D7 FE7F        CPI      7FH
01D9 C2D401      JNZ      L1
01DC 3EA0        MVI      A,0A0H
01DE D301        L2:    OUT      1
01E0 3C          INR      A
01E1 FE60        CPI      60H
    
```



8080 MDS MACRO ASSEMBLER, V2.2  
 JUEGO DE PING-PONG EN 8080

```

022B CDFE01      CALL      RED
022E DB00        IN          0
0230 23          INX         H
0231 77          MOV         M,A
0232 3E21        MVI         A,21H
0234 D302        OUT         2
0236 3E01        MVI         A,01H
0238 D302        OUT         2
023A 3E88        MVI         A,88H
023C D300        OUT         0
023E 7E          MOV         A,M
023F D60A        SUI         10
0241 0614        MVI         B,20
0243 D301      L23:      OUT         1
0245 3C          INR         A
0246 05          DCR         B
0247 C24302      JNZ         L23
024A 3E77        MVI         A,77H
024C D300        OUT         0
024E 0614        MVI         B,20
0250 2B          DCX         H
0251 7E          MOV         A,M
0252 D60A        SUI         10
0254 D301      L24:      OUT         1
0256 3C          INR         A
0257 05          DCR         B
0258 C25402      JNZ         L24
025B C9          RET
;
;-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*
;
; DISM EFECTUA LA PRESENTACION DEL
; MARCADOR EN LA PANTALLA
;
;
;
025C D5          DISM:   PUSH        D
025D 21FA20      LXI         H,CONT
0260 16E0        MVI         D,0E0H
0262 1E40        MVI         E,40H
0264 7E          MOV         A,M
0265 E60F        ANI         0FH
0267 CD9B02      CALL        DIS
026A 21FA20      LXI         H,CONT
026D 16D0        MVI         D,0D0H
026F 1E40        MVI         E,40H
0271 7E          MOV         A,M
0272 07          RLC
0273 07          RLC
0274 07          RLC
    
```

0275 07		RLC	
0276 E60F		ANI	0FH
0278 CD9B02		CALL	DIS
027B 21FB20		LXI	H, CONT+1
027E 1620		MVI	D, 20H
0280 1E40		MVI	E, 40H
0282 7E		MOV	A, M
0283 07		RLC	
0284 07		RLC	
0285 07		RLC	
0286 07		RLC	
0287 E60F		ANI	0FH
0289 CD9B02		CALL	DIS
028C 21FB20		LXI	H, CONT+1
028F 1630		MVI	D, 30H
0291 1E40		MVI	E, 40H
0293 7E		MOV	A, M
0294 E60F		ANI	0FH
0296 CD9B02		CALL	DIS
0299 D1		POP	D
029A C9		RET	
029B 17	DIS:	RAL	
029C 21A203		LXI	H, TAB
029F 010000		LXI	B, 0
02A2 4F		MOV	C, A
02A3 09		DAD	B
02A4 7E		MOV	A, M
02A5 23		INX	H
02A6 66		MOV	H, M
02A7 6F		MOV	L, A
02A8 7A		MOV	A, D
02A9 D300		OUT	0
02AB 7B		MOV	A, E
02AC D301		OUT	1
02AE E9		PCHL	
02AF 0609	DISA:	MVI	B, 9
02B1 14	DISA1:	INR	D
02B2 7A		MOV	A, D
02B3 D300		OUT	0
02B5 05		DCR	B
02B6 C2B102		JNZ	DISA1
02B9 C9		RET	
02BA 0609	DISB:	MVI	B, 9
02BC 15	DISB1:	DCR	D
02BD 7A		MOV	A, D
02BE D300		OUT	0
02C0 05		DCR	B
02C1 C2BC02		JNZ	DISB1
02C4 C9		RET	
02C5 0607	DISC:	MVI	B, 7

8080 MDS MACRO ASSEMBLER, V2.2  
 JUEGO DE PING-PONG EN 8080

02C7	1C	DISC1:	INR	E
02C8	7B		MOV	A, E
02C9	D301		OUT	1
02CB	05		DCR	B
02CC	C2C702		JNZ	DISC1
02CF	C9		RET	
02D0	0607	DISD:	MVI	B, 7
02D2	1D	DISD1:	DCR	E
02D3	7B		MOV	A, E
02D4	D301		OUT	1
02D6	05		DCR	B
02D7	C2D202		JNZ	DISD1
02DA	C9		RET	
02DB	7B	DOWN:	MOV	A, E
02DC	DE07		SBI	7
02DE	5F		MOV	E, A
02DF	D301		OUT	1
02E1	C9		RET	
02E2	CDC502	DIS0:	CALL	DISC
02E5	CDC502		CALL	DISC
02E8	CDBA02		CALL	DISB
02EB	CDD002		CALL	DISD
02EE	CDD002		CALL	DISD
02F1	CDAF02		CALL	DISA
02F4	C3B603		JMP	FIN
02F7	CDC502	DIS1:	CALL	DISC
02FA	CDC502		CALL	DISC
02FD	C3B603		JMP	FIN
0300	CDBA02	DIS2:	CALL	DISB
0303	CDC502		CALL	DISC
0306	CDAF02		CALL	DISA
0309	CDC502		CALL	DISC
030C	CDBA02		CALL	DISB
030F	C3B603		JMP	FIN
0312	CDC502	DIS3:	CALL	DISC
0315	CDC502		CALL	DISC
0318	CDBA02		CALL	DISB
031B	CDDB02		CALL	DOWN
031E	CDAF02		CALL	DISA
0321	CDDB02		CALL	DOWN
0324	CDBA02		CALL	DISB
0327	C3B603		JMP	FIN
032A	CDC502	DIS4:	CALL	DISC
032D	CDC502		CALL	DISC
0330	CDDB02		CALL	DOWN
0333	CDBA02		CALL	DISB
0336	CDC502		CALL	DISC
0339	C3B603		JMP	FIN
033C	CDC502	DIS5:	CALL	DISC
033F	CDBA02		CALL	DISB

```

0342 CDC502          CALL    DISC
0345 CDAF02          CALL    DISA
0348 Cddb02          CALL    DOWN
034B Cddb02          CALL    DOWN
034E CDBA02          CALL    DISB
0351 C3B603          JMP     FIN
0354 CDC502          DIS6:   CALL    DISC
0357 CDBA02          CALL    DISB
035A CDC502          CALL    DISC
035D Cddb02          CALL    DOWN
0360 CDD002          CALL    DISD
0363 CDAF02          CALL    DISA
0366 C3B603          JMP     FIN
0369 CDC502          DIS7:   CALL    DISC
036C CDC502          CALL    DISC
036F CDBA02          CALL    DISB
0372 C3B603          JMP     FIN
0375 CDC502          DIS8:   CALL    DISC
0378 CDBA02          CALL    DISB
037B CDC502          CALL    DISC
037E CDAF02          CALL    DISA
0381 CDD002          CALL    DISD
0384 Cddb02          CALL    DOWN
0387 CDBA02          CALL    DISB
038A CDC502          CALL    DISC
038D C3B603          JMP     FIN
0390 CDC502          DIS9:   CALL    DISC
0393 CDC502          CALL    DISC
0396 CDBA02          CALL    DISB
0399 CDD002          CALL    DISD
039C CDAF02          CALL    DISA
039F C3B603          JMP     FIN
03A2 E202           TAB:   DW     DIS0
03A4 F702           DW     DIS1
03A6 0003           DW     DIS2
03A8 1203           DW     DIS3
03AA 2A03           DW     DIS4
03AC 3C03           DW     DIS5
03AE 5403           DW     DIS6
03B0 6903           DW     DIS7
03B2 7503           DW     DIS8
03B4 9003           DW     DIS9
03B6 C9             FIN:   RET

```

```

;
;-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*
;
; LP OBTIENE UN PAR DE NUMEROS
; SEUDOALEATORIOS
;
;

```

8080 MDS MACRO ASSEMBLER, V2.2  
 JUEGO DE PING-PONG EN 8080

PAGE 13

```

;
03B7 21FE20 LP: LXI H,AZD
03BA CDC603 CALL ALE
03BD 77 MOV M,A
03BE 21FF20 LXI H,AZE
03C1 CDC603 CALL ALE
03C4 77 MOV M,A
03C5 C9 RET
03C6 0E00 ALE: MVI C,0
03C8 7E MOV A,M
03C9 FE00 CPI 0
03CB C2D003 JNZ SK
03CE 3EFF MVI A,0FFH
03D0 47 SK: MOV B,A
03D1 E61D ANI 1DH
03D3 EAD803 JPE PAR
03D6 0E80 MVI C,80H
03D8 78 PAR: MOV A,B
03D9 0F RRC
03DA E67F ANI 7FH
03DC 81 ADD C
03DD 47 MOV B,A
03DE 17 RAL
03DF 78 MOV A,B
03E0 D2E603 JNC POS
03E3 F6C0 ORI 0C0H
03E5 C9 RET
03E6 E63F POS: ANI 3FH
03E8 C9 RET
20F8 ORG 020F8H
20F8 INXY: DS 2
20FA CONT: DS 2
20FC PXY: DS 2
20FE AZD: DS 1
20FF AZE: DS 1
0000 END

```

8080 MDS MACRO ASSEMBLER, V2.2  
 JUEGO DE PING-PONG EN 8080

PAGE 14

ALE	03C6	AZD	20FE	AZE	20FF	CDIS	01CB
COMP	014F	COMP1	0166	CONT	20FA	DB0L	0190
DIS	029B	DIS0	02E2	DIS1	02F7	DIS2	0300
DIS3	0312	DIS4	032A	DIS5	033C	DIS6	0354
DIS7	0369	DIS8	0375	DIS9	0390	DISA	02AF
DISA1	02B1	DISB	02BA	DISB1	02BC	DISC	02C5
DISC1	02C7	DISD	02D0	DISD1	02D2	DISM	025C
DOWN	02DB	FIN	03B6	FINP1	0171	FINP2	017A
FINPA	016F	FINR	021C	INXY	20F8	LI	01D4
L11	01A0	L12	01AB	L13	01B6	L14	01C0
L2	01DE	L23	0243	L24	0254	L3	01E8
L4	01F2	LA	0014	LA1	001B	LA11	003B
LA2	003D	LB	0048	LB1	004F	LB11	006F
LB2	0071	LC	007F	LC1	0086	LC11	00A6
LC2	00A8	LD	00B3	LD1	00BA	LD11	00DA
LD2	00DC	LOOP1	00FF	LOOP2	0127	LOOP3	010C
LOOP4	0134	LP	03B7	MINY	00EA	MINY1	00F8
PAL	021D	PAR	03D8	POS	03E6	PXY	20FC
R1	0206	R2	0204	REBOT	3E60	RECT	01CE
RED	01FE	SK	03D0	STOP	0184	STOP1	0187
TAB	03A2						

LE1 0030

LE1 0064

LE1 009B

LE1 00CF