

APRENDE A PROGRAMAR

SONIDO

SINTETIZADOR



ANAYA

PARA MSX
Y SPECTRUM

Diseño: Cooper West
Edición: Nigel Cawthorne
Programas: Marcus Milton
David Rosam
Programas MSX Angel García García
Ilustraciones: Gerard Brown

Traducción: Angel García García

El traductor desea expresar su agradecimiento a
Gustavo Flores Maza por su colaboración en este libro

Queda prohibida la reproducción total o parcial de la presente obra bajo cualquiera de sus formas, gráfica o audiovisual, sin la autorización previa y escrita del editor, excepto citas en revistas, diarios o libros, siempre que se mencione la procedencia de la misma.

Título original: SOUND
© 1985, Aladdin Books Ltd.
© 1986, de la edición española, E. G. Anaya.
Villafranca, 22. 28028 Madrid.
I.S.B.N.: 84-7525-360-1
Depósito legal: M. 20983-1986
Impreso por: Edime, S. A. Calle D, esquina a F.
Polígono Industrial Arroyomolinos. Móstoles (Madrid)
Impreso en España - Printed in Spain.

APRENDE A PROGRAMAR

Obsequio de
El Sol

SONIDO

SINTETIZADOR



David Rosam

ANAYA

The background of the page is a colorful illustration. It features a spiral-bound notebook with yellow pages and a silver metal spiral binding on the left. Below the notebook is a sheet of blue graph paper. In the bottom right corner, there are three pencils: a blue one, a pink one, and an orange one. In the bottom left corner, there is a yellow cassette tape with a black label area and a silver metal frame.

Introducción

Tu ordenador es capaz de generar sonidos. Esto se puede emplear bien para añadir interés a un juego o para interpretar música. En este libro encontrarás cómo transformar tu ordenador en un instrumento musical empleando el teclado de la máquina como si se tratase del de un instrumento como un piano o un sintetizador. El programa se da tanto en el sistema MSX como para el Sinclair Spectrum, y emplea las capacidades de sonido de ambas máquinas por completo.

También te dará una idea sobre la programación en tiempo real. Esto significa que el ordenador tiene que seguir el paso al mundo real, respondiendo a tus instrucciones según se las des. ¡El instrumento sería inútil si hubiese, por ejemplo, un retraso de cinco segundos hasta oír la nota pulsada!

El programa ha sido desglosado en bloques lógicos, y el texto explica cómo funciona cada sección. El escribir un programa en bloques lógicos no sólo facilita su comprensión tanto al programador como a otras personas; también reduce la posibilidad de error del mismo.

Al finalizar alguno de los apartados puedes probar la sección de programa que acabas de teclear (incluso el error más pequeño puede hacer que el programa no funcione como debiera). Si algo falla examina el listado con cuidado para asegurarte de que tu programa se corresponde exactamente con el del libro.

Contenido

El teclado MSX	8
El teclado del SPECTRUM	10
El organigrama	12
COMO «CONSTRUIR» TU INSTRUMENTO	13
MSX	14
SPECTRUM	18
INTERPRETACION Y GRABACION	23
MSX	24
SPECTRUM	27
EFFECTOS	29
MSX	30
SPECTRUM	32
PRESENTACION EN PANTALLA	33
MSX	34
SPECTRUM	36
Listado de los programas	40

```
30 GOSUB 1000: REM ENTRADA
40 GOSUB 2000: REM SELECCION
50 IF FG<>1 AND FP<>1 THEN GOTO 30
60 GOSUB 5500: REM FIN
70 STOP
1000 REM *****ENTRADA*****
1010 VB$="": NO$="": R$=""
1020 INPUT "QUE HAGO AHORA ? ";R$
1030 FOR I=1 TO LEN(R$)
1040 IF MID$(R$,I,1)=" " THEN VB$=LEFT$(R$,3):
NO$=RIGHT$(R$,I+1): GOSUB 1500: I=LEN(R$)
1050 NEXT I
1060 IF NO$<>"" THEN RETURN
1070 R$=LEFT$(R$,3)
1080 IF R$=" " THEN RETURN
```


El teclado MSX

Cuando introduzcas el programa que contiene este libro, tu MSX se convertirá en un teclado sintetizador. El instrumento se puede limitar a tocar, pero también puede grabar y reproducir las notas pulsadas. Al «rodar» el programa tu ordenador será capaz de grabar hasta 100 notas (si tiene una memoria de más de 16K puedes ampliar esta cota). Las notas suenan al pulsar las teclas de las dos últimas filas del teclado, durando cada una un tiempo fijo una vez pulsada. No tienes por qué usar la opción de reproducir si no lo deseas.

El programa opera mediante acceso directo al generador de sonido programable (PSG). Los registros del mismo que emplearemos serán los siguientes:

- registros 0 y 1: controlan la frecuencia del sonido producido por el canal 1;
- registro 7: lo emplearemos para activar únicamente el canal 1;
- registro 8: controla la amplitud del sonido producido por el canal 1;
- 12 y 13: controlan la forma de la envolvente del sonido.

El acceso a estos registros se consigue mediante el comando **SOUND**. Este va seguido de dos números; el primero indica el registro a programar y el segundo el valor a introducir en el mismo.

Si no conoces el funcionamiento del PSG únicamente necesitas saber que para producir un sonido en cualquiera de los tres canales hay que programarlo introduciendo los valores correspondientes en los registros de control de frecuencia (0 a 5) y establecer la amplitud del sonido en el registro oportuno (8 a 10). Para activar los canales seleccionados usaremos el registro 7, y si queremos que el sonido tenga una forma específica habrá que elegir la envolvente a emplear con los registros 11, 12 y 13.

MUSICA MSX
ESTADO: GRABANDO



PULSA F1 PARA SUBIR UNA OCTAVA
PULSA F2 PARA BAJAR UNA OCTAVA
PULSA 0 PARA SALIR

SOLO REPRODUCCION
PULSA F3 PARA SUBIR VOLUMEN
PULSA F4 PARA BAJAR VOLUMEN
PULSA F5 PARA SUBIR TEMPO
PULSA F6 PARA BAJAR TEMPO



La pantalla muestra las características del instrumento así como su estado. Si estás tocando aparece un punto sobre la nota del teclado pulsada.

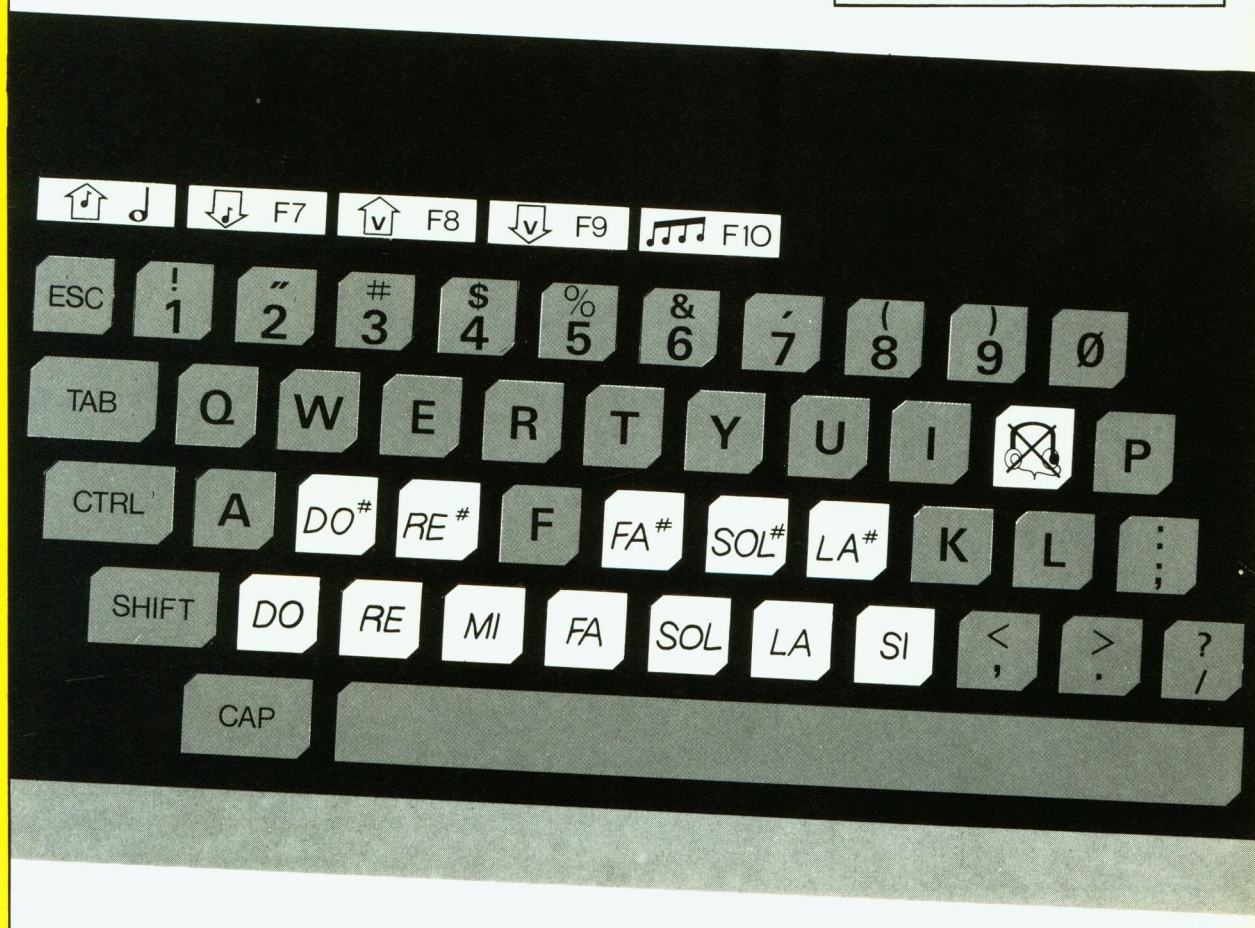
Cómo tocar

Cuando ejecutes el programa entrarás en el modo de grabación; una vez hayas acabado de tocar (o el número de notas sea el máximo) el ordenador te preguntará si quieres escuchar lo grabado. En ese caso te ofrecerá la posibilidad de cambiar de sonido, y una vez seleccionada una de las diez posibilidades éste interpretará lo que acabas de tocar. En esta etapa es posible subir o bajar el volumen (sólo si empleas el sonido original) pulsando F3 o F4 y acelerar o decelerar la melodía pulsando F5 o F6. Si pulsas la tecla «0» pondrás fin a la reproducción.

El programa trabaja con los caracteres en mayúsculas, por lo que debes pulsar «CAP»; en caso contrario no lograrás obtener ningún sonido.

Los símbolos

-  F1 sube una octava
-  F2 baja una octava
-  F3 sube volumen
-  F4 baja volumen
-  F5 sube tempo
-  F6 baja tempo
-  finaliza la grabación o reproducción
-  notas del teclado



El teclado del Spectrum

Cuando introduzcas el programa que contiene este libro tu Spectrum se convertirá en un instrumento de teclado con el que podrás interpretar música así como grabar y reproducir las notas que hayas tocado.

Al ejecutar el programa el instrumento será capaz de grabar un máximo de 1.000 notas y todos los silencios entre ellas. Las notas suenan al pulsar las teclas de las dos últimas filas del teclado. Cada nota dura un tiempo fijo una vez pulsada.

El Spectrum tiene un sólo comando de sonido, **BEEP**, que va seguido de dos números. El primero de ellos indica la longitud de la nota, y el segundo el tono de la misma.

El instrumento se ha diseñado con dos modos de operación: grabación y reproducción. Al comenzar el programa nos encontramos en el primero de ellos, y grabaremos lo que estemos tocando. Una vez finalizada la melodía (o llegado al máximo posible) pasaremos al modo de reproducción, en el que es posible escuchar lo grabado.

Parte del programa provoca un efecto especial de acorde que consiste en tocar consecutivamente una serie de notas cortas en lugar de una única nota larga. Este efecto, así como el de acelerar la melodía, sólo se consigue en el modo de reproducción.

Si encuentras que el sonido de tu Spectrum es demasiado débil puedes emplear el altavoz del cassette. Para ello conecta entre sí las clavijas «MIC» de ambos y pulsa **PLAY** en el cassette (éste no debe tener ninguna cinta), y el sonido saldrá por su altavoz a mayor volumen.

SPECTRAMUSICA
ESTADO: GRABANDO



PULSA 1 PARA SUBIR UNA OCTAVA
PULSA 2 PARA ESCALA NORMAL
PULSA 0 PARA SALIR

SOLO REPRODUCCION

PULSA 3 PARA SUBIR TEMPO
PULSA 4 PARA TEMPO NORMAL
PULSA 5 PARA EFECTOS
PULSA 6 PARA BORRAR EFECTOS

La pantalla muestra las características del instrumento así, como su estado. Si estás tocando, aparece un punto sobre la nota del teclado pulsada.

Cómo tocar

Cuando ejecutes el programa tendrás que esperar hasta que se inicialice el instrumento; tan pronto como éste esté preparado verás aparecer en pantalla un gráfico. Debes prestar especial atención a la línea «ESTADO», que te indicará qué es lo que está haciendo el ordenador en cada momento —puede estar grabando, reproduciendo o preparado para que comiences a grabar o reproducir. Cuando hayas introducido el máximo de notas, o cuando indiques que has acabado de tocar, te preguntará si quieres reproducir lo grabado. En ese caso escucharás lo que acabas de tocar, pudiendo alterarlo si lo deseas pulsando las teclas correspondientes.

En cada etapa tendrás en pantalla lo que debes hacer. La siguiente tabla indica la correspondencia entre teclas y efectos conseguidos, y el diagrama de abajo la disposición de las notas en el teclado. Puedes marcar éstas con papel adhesivo que indique su tono para facilitar la interpretación.

Los símbolos

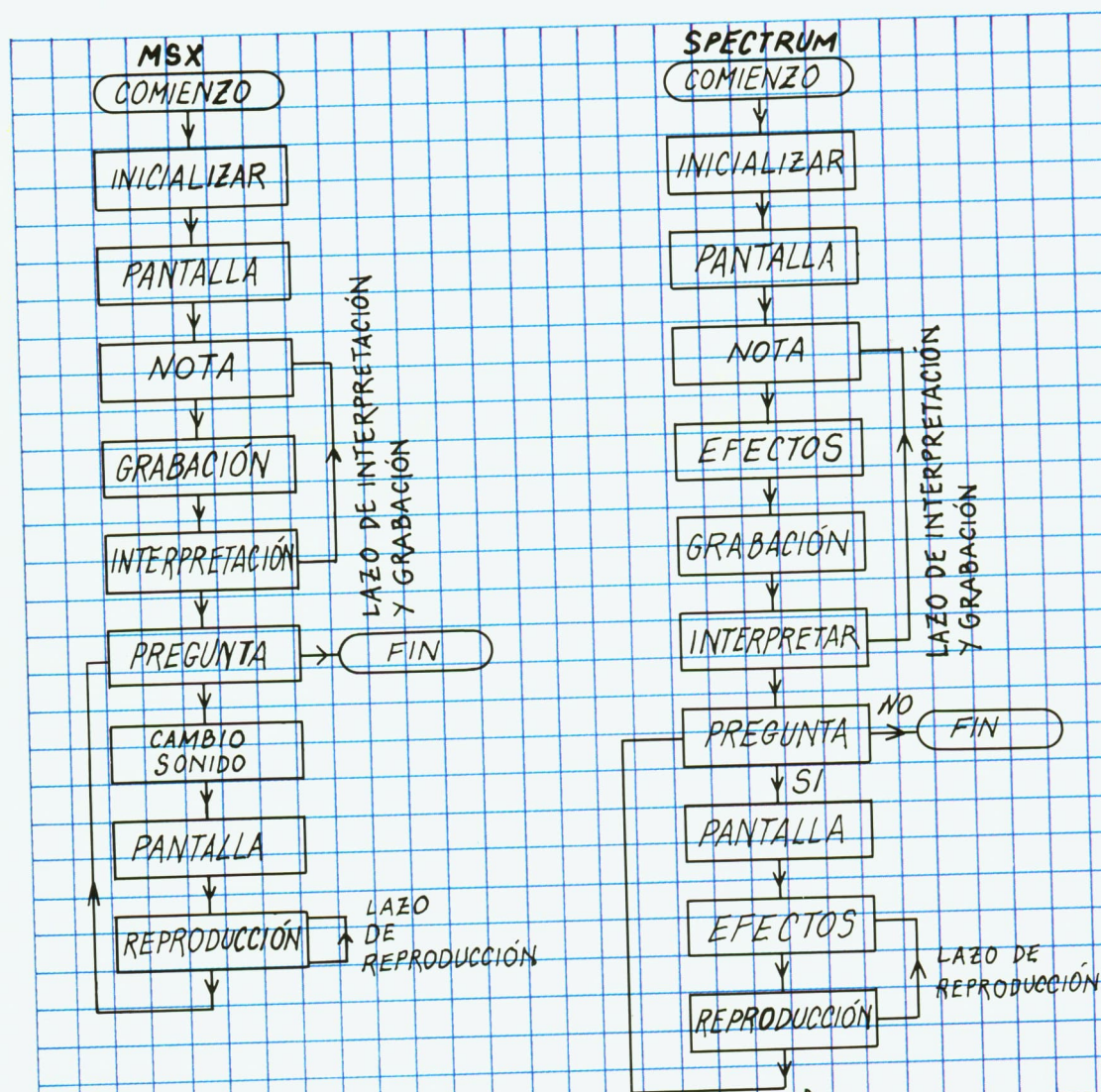
-  1 Sube una octava
-  2 Baja una octava
-  3 Sube tempo (Sólo reproducción)
-  4 Tempo normal (Sólo reproducción)
-  5 Efecto (Sólo reproducción)
-  6 Borra efecto (Sólo reproducción)
-  0 Fin de grabación o reproducción
-  Notas del teclado

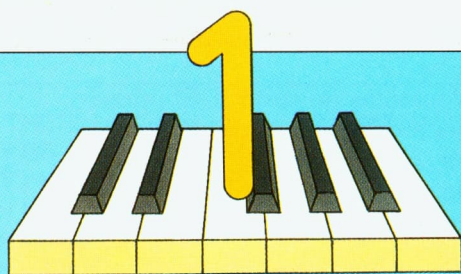
ZX Spectrum



El organigrama

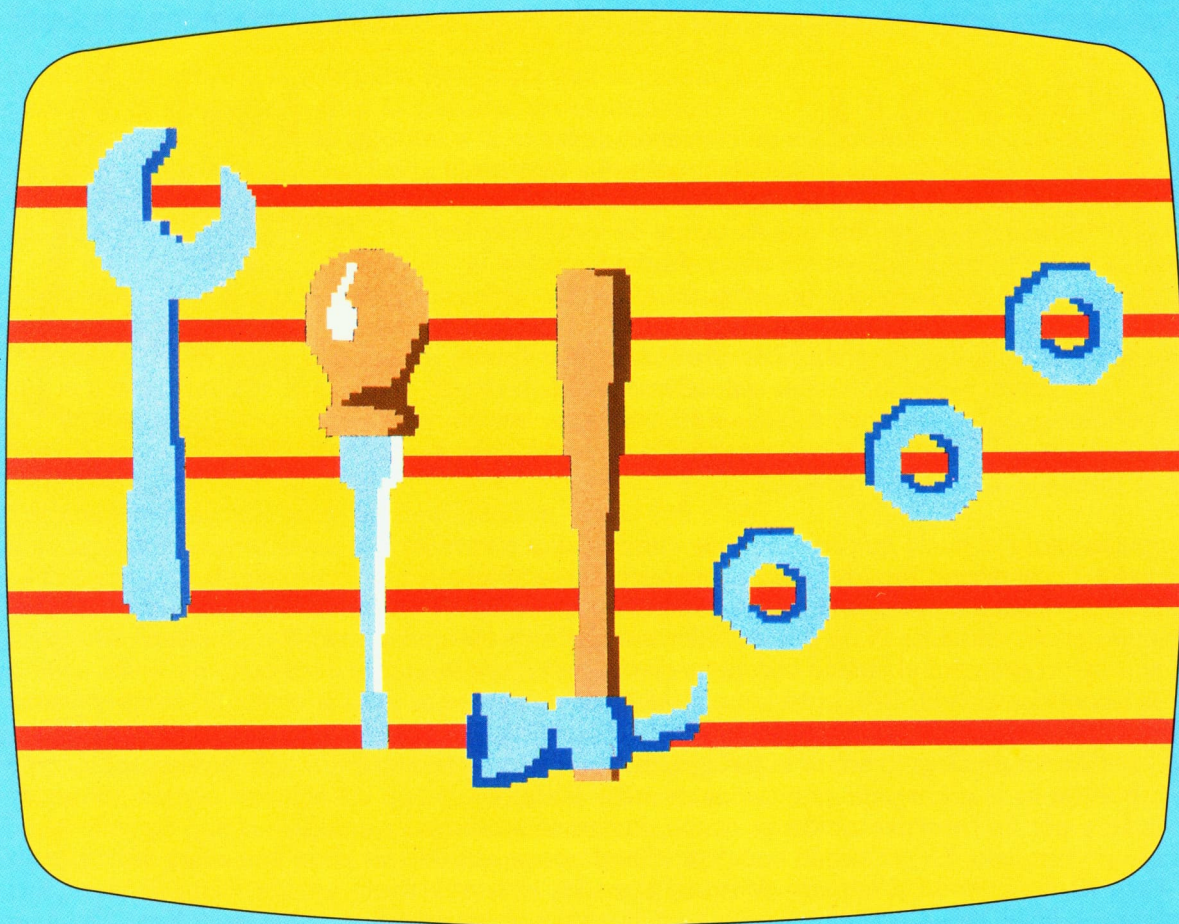
Cualquier programa que hagas ha de ser cuidadosamente estructurado. La mejor forma de hacerlo es emplear un organigrama como los de la figura. Cuando hagas un organigrama debes estudiar todas las labores repetitivas del programa que puedan ser ejecutadas por subrutinas y limitarte a disponer la secuencia de ejecución de las mismas, prestando especial atención a los lazos o bucles de control. Previamente programarás cada subrutina en concreto de modo que realice la tarea para la que ha sido pensada.





COMO «CONSTRUIR» TU INSTRUMENTO

Afortunadamente no tienes que construir nada físico. Todo el hardware que necesitas se encuentra en tu ordenador. Sin embargo, debes elaborar un programa estructurado para hacer que éste se comporte como un piano electrónico. Así que en lugar de emplear martillo y clavos, debes usar tu mente.

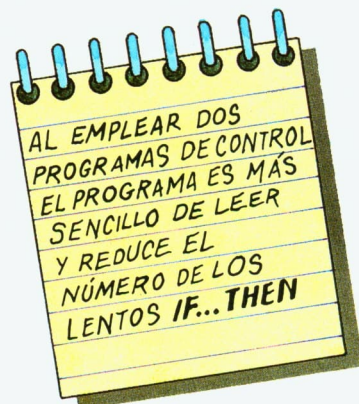


El listado comienza con dos programas de control. El primero, entre las líneas 70 y 120, se ocupa de la interpretación y grabación; el segundo, entre las líneas 220 y 250, lo hace de la reproducción. Se han empleado sólo dos bucles de control de modo que haya el mínimo número de sentencias IF-THEN, que son bastante lentas.

```

10  REM Programa principal
20  ON KEY GOSUB 410,420,430,460,490,500:REM Rutinas
    atencion funciones
30  GOSUB 8010:REM Inicializar
40  GOSUB 6010:REM Pantalla
50  PT=2:TIME=0
60  KEY (1) ON:KEY (2) ON:REM Activa octavas
65  REM Lazo de interpretacion
70  IF T$="0" THEN GOTO 150
80  GOSUB 1010:REM Nota
90  IF N1<300 THEN GOSUB 3010:REM Punto
100 GOSUB 2010:REM Grabacion
110 GOSUB 4010:REM Interpretacion
120 IF PT<100 THEN GOTO 70
130 SCREEN 0,,0:CLS

```



La línea 20 indica las direcciones de comienzo de las subrutinas de atención a las teclas de función que más tarde estudiaremos. El instrumento lo inicializamos mediante la línea 30, que llama a una subrutina que se ocupa de establecer los valores de las notas y algunas variables. Ahora hacemos la presentación en **Pantalla** que nos dibujará el teclado y el menú. La línea 50 establece el puntero de grabación —PT— al comienzo de la matriz de grabación, además resetea el reloj interno actuando sobre la variable del sistema TIME. La línea 60 permite las interrupciones debidas a F1 y F2 (que habían sido inhibidas en la rutina de inicialización) para poder subir o bajar una octava mientras tocamos.

Empieza ahora el bucle que se ocupa de interpretar y grabar la melodía. En el mismo llamaremos a cuatro subrutinas. **Nota** explora el teclado y determina qué nota se está pulsando, dejando en las variables **N1** y **N2** los valores a partir de los cuales se programará el sonido correspondiente a dicha nota. Si **N1** contiene el valor 300, la tecla pulsada no debe generar ningún sonido. En caso contrario la subrutina **Punto** dibujará en pantalla un rectángulo sobre la tecla pulsada. La subrutina **Grabación** es la encargada de guardar en memoria la nota tocada, y por fin **Interpretación** se ocupa de que se produzca el sonido deseado. La grabación concluye cuando se pulsa «0» —línea 70— o cuando el número de notas grabadas alcanza el máximo —línea 120—.


```

140 IF PT=100 THEN LOCATE 5,10,0:PRINT "GRABACION
    COMPLETA":FOR I=1 TO 500:NEXT I
150 KEY (1) OFF:KEY (2) OFF
160 GOSUB 7010:REM Pregunta
170 IF RP=0 THEN GOTO 270
175 GOSUB 9000:REM Cambio de sonido
180 IF RP=1 THEN GOSUB 6010:REM Pantalla
190 CT=2
200 FOR F=3 TO 6:KEY (F) ON:NEXT F
210 TIME=0
220 REM Lazo de reproduccion
230 IF INKEY$="0" THEN GOTO 270
240 GOSUB 5010:REM Reproduccion
250 IF CT<PT THEN GOTO 230
260 GOTO 160
270 CLS:SCREEN 0,,1
280 END

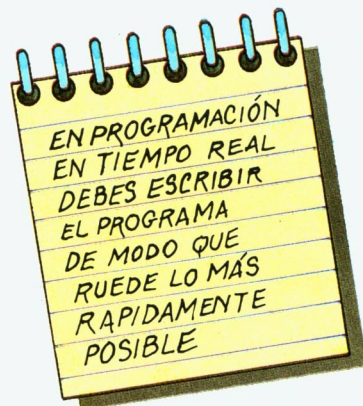
```

Si se ha llegado al límite, las líneas 130 y 140 pasan al modo texto —SCREEN 0—, borran la pantalla e imprimen el mensaje «GRABACION COMPLETA», esperando unos segundos para dar tiempo a su lectura. Inhibimos ahora en la línea 150 F1 y F2, pues ya no es necesario actuar sobre las octavas. En la línea 160 llamamos a la subrutina **Pregunta** que se ocupa de ofrecer la opción de escuchar lo grabado; si contestamos negativamente la variable **RP** estará a 0, en cuyo caso saltaremos a la línea 270 que borra la pantalla y recupera el «click» de las teclas desactivado durante todo el programa, finalizando así el mismo.

Mediante la línea 175 podemos cambiar el sonido con el que se va a reproducir la melodía. Llamamos de nuevo a la subrutina **Pantalla** e inicializamos el contador de reproducción. La línea 200 activa las interrupciones F3 a F6 para poder actuar sobre la melodía en reproducción —subir o bajar volumen y subir o bajar tiempo— y la línea 210 pone a cero de nuevo el reloj.

Entramos ahora en el bucle de reproducción, líneas 230 a 250. Este lazo únicamente llama a la subrutina **Reproducción**, que es la encargada de recuperar la melodía grabada. Saldremos de este lazo si pulsamos la tecla «0» —línea 230— con lo que el programa finalizará, o si hemos reproducido toda la melodía —línea 250— en cuyo caso saltaremos a la línea 160 en que consultaremos de nuevo si se desea escuchar lo grabado.

Uno de los puntos más importantes del programa es que está escrito en *tiempo real*. De ahí que el reloj del MSX juegue un papel vital, ya que la máquina sabe exactamente en qué momento se pulsa una nota, de ahí que pueda modificar el tiempo de ejecución al reproducir. Hay que observar que el reloj se pone a cero antes de interpretar/grabar o reproducir.




```

8010 REM Inicializar
8020 FOR F=1 TO 10:KEY(F) OFF:NEXT F:KEY OFF
8030 SCREEN 0:COLOR 15,4,4:CLS
8040 LOCATE 12,12,0:PRINT "ESPERA POR FAVOR"
8050 DIM GN(100):DIM GT(100):DIM OB(122):DIM OA(122):
      DIM X(90):DIM Y(90):DIM E(10):DIM P(10,2)
8060 FOR F=1 TO 122:REM Teclado MSX
8070 OB(F)=.3:OA(F)=.3:NEXT F
8080 FOR F=66 TO 90:REM Teclado seleccionado
8090 READ OB(F),OA(F):NEXT F
8100 FOR F=1 TO 100:REM Matrices de grabacion
8110 GN(F)=.3:GT(F)=0:NEXT F
8120 FOR F=66 TO 90:REM Datos posicion teclas
8130 READ X(F),Y(F):NEXT F
8140 FOR F=1 TO 10:REM Datos sonidos
8150 READ E(F),P(F,1),P(F,2):NEXT F
8160 RP=0:OC=0:TI=1:V=8:VR=0

```

La subrutina de inicialización comienza desactivando en la línea 8020 las interrupciones debidas a las teclas de función. En la línea 8050 dimensiona las siguientes matrices: **GN** es la matriz de grabación que contendrá las notas pulsadas; **GT** también es de grabación y almacenará el instante en que fue tocada cada nota —el rango de ambas es 100, que es el número máximo de notas que podremos grabar—. **OB** y **OA** van a guardar los valores de los tonos correspondientes a las teclas que se emplearán como teclado musical, **OB** los de la octava baja y **OA** los de la alta. **X** e **Y** se emplearán para representar la nota pulsada en pantalla; **E** y **P** contendrán los valores necesarios para ofrecer los diez sonidos disponibles.

El significado de uno cualquiera de los elementos de las matrices **OA** y **OB** es el siguiente: la parte entera y la fraccionaria son los valores a introducir en los registros 1 y 0 respectivamente para conseguir la frecuencia del sonido correspondiente a cada tecla. Estos valores se guardan en la matriz en el lugar que indique el código ASCII de la misma. Las líneas 8060 y 8070 rellenan las matrices **OB** y **OA** con el valor 0.300, y las líneas 8080 y 8090 se encargan de modificar los elementos de dichas matrices que corresponden al teclado seleccionado introduciendo los valores oportunos. A las teclas que no deben generar sonido se les asigna el valor arbitrario 0.300, que emplearemos para representar las teclas que no pertenecen al teclado del instrumento.

```

8170 SCREEN 3,0
8180 OPEN "GRP:" FOR OUTPUT AS #1
8190 PRESET (50,24):PRINT #1, "MUSICA":PRESET (90,120):
      PRINT #1, "MSX"
8200 CLOSE #1
8220 SOUND 7,&B10111110:SOUND 8,0
8230 RETURN

```


Los valores iniciales de las matrices de grabación **GN** y **GT** se asignan en las líneas 8100 y 8110 —0.300 significa, como hemos visto, que no se ha pulsado ninguna nota. A continuación se rellenan con coordenadas las dos matrices empleadas en la representación en pantalla. Como antes el índice se corresponde con el código ASCII de cada tecla, y los valores de las matrices nos darán las coordenadas X e Y del rectángulo a dibujar sobre la tecla pulsada. Los valores 0 y 209 indican que dicho rectángulo no debe aparecer por

10000 REM ****DATOS FRECUENCIA TONOS****

10010 DATA 1.029,0.143,1.083,0.170,1.104,0.180,0.300,
0.300,0.300,0.300,1.046,0.151,1.013,0.135,0.300,
0.300,0.240,0.120,0.300,0.300,0.300,0.300,0.227,
0.113,0.254,0.127,0.300,0.300,0.300,0.300

10020 DATA 0.300,0.300,0.300,0.300,1.148,0.202,0.300,
0.300,0.300,0.300,1.064,0.160,0.300,0.300,1.125,
0.190,0.300,0.300,1.172,0.214

10030 REM ****DATOS POSICION TECLAS****

10040 DATA 144,64,112,64,100,48,0,209,132,48,148,
48,0,209,164,48,0,209,0,209,176,64,160,64,0,209,
0,209,0,209,0,209,84,48,0,209,0,209,128,64,0,209,
96,64,0,209,80,64

10050 REM ****DATOS SONIDOS****

10060 DATA 14,255,0,14,235,3,8,115,27,8,235,3,11,215,7,
10,100,0,12,245,1,8,215,7,4,215,7,1,215,7

corresponder a una tecla que no pertenece al teclado. Las líneas 8140 y 8150 asignan los valores necesarios para variar los sonidos en el modo de reproducción. El programa inicializa ahora una serie de indicadores (*flags*) en la línea 8160 cuyo significado veremos posteriormente.

Las líneas 8170 a 8200 realizan la presentación del instrumento imprimiendo un mensaje. La línea 8220 actúa sobre los registros 7 y 8 del PSG activando únicamente el canal 1 y poniendo a 0 el volumen.

El resto de las líneas contiene los datos necesarios para las matrices. Ya hemos visto el significado de los correspondientes a las frecuencias de los tonos y posición de las teclas. Los 30 datos de sonidos se agrupan de 3 en 3; el primero de cada terna indica el tipo de envolvente elegida y los dos segundos la variación de la amplitud para dicha envolvente.



El listado comienza con dos programas de control —el primero, entre las líneas 80 y 150, se ocupa de la interpretación y grabación; el segundo entre las líneas 240 y 280 lo hace de la reproducción. Se han empleado sólo dos bucles de control de modo que haya el mínimo número de sentencias IF-THEN, que son bastante lentas.

```

10 REM Teclado del Spectrum
20 POKE 23658,8
30 GO SUB 1050: REM inicializar
40 GO SUB 620: REM pantalla
50 LET pt=2
60 LET un=99
70 POKE 23672,0: POKE 23673,0
80 REM lazo interpretacion
90 IF INKEY$="0" THEN GO TO 180
100 GO SUB 330: REM nota
110 IF no<>un AND no<>99 THEN GO SUB 500: REM punto
120 GO SUB 420: REM efectos
130 GO SUB 390: REM grabacion
140 GO SUB 540: REM interpretar
150 IF pt<1000 THEN GO TO 90
160 CLS

```

La línea 20 activa las mayúsculas, de modo que se evita el tener que pulsar la tecla CAPS LOCK cada vez que se desea tocar, ya que el programa trabaja con minúsculas. Ahora debemos inicializar el instrumento. Para ello llamamos en la línea 30 a la subrutina **inicializar** que establece el valor de las notas y de ciertas variables. En la línea 40 nos ocupamos de la presentación llamando a la subrutina **pantalla**.

Las líneas 50 y 60 localizan el puntero de grabación —**pt**— al comienzo de la matriz de grabación y establecen el valor de la última nota —**un**— a 99 (nota nula). Es decir, al ejecutar el programa, el ordenador comenzará a almacenar notas desde el comienzo de dicha matriz. La línea 70 resetea el reloj del Spectrum, poniendo a 0 las dos posiciones de memoria correspondientes. El bucle entre las líneas 90 y 150 se ocupa de la interpretación y grabación; cada nota que se toque quedará grabada. La grabación se detiene cuando se hayan introducido 1.000 notas (**pt** = 1.000) o cuando se pulse «0» (líneas 150 y 90 respectivamente).

Cada vez que el ordenador ejecute el bucle se llamará a cinco subrutinas. La subrutina **nota** explora el teclado y determina qué nota se está pulsando (si es que se está pulsando alguna). La subrutina **punto** dibuja un asterisco en la pantalla que indica la nota pulsada. La subrutina **efectos** en esta fase permite subir una octava —en otra fase permitirá seleccionar los efectos deseados—. La subrutina **grabación** almacena la nota pulsada en una matriz. Y finalmente la subrutina **interpretar** hace que suene la nota y borra el asterisco.


```

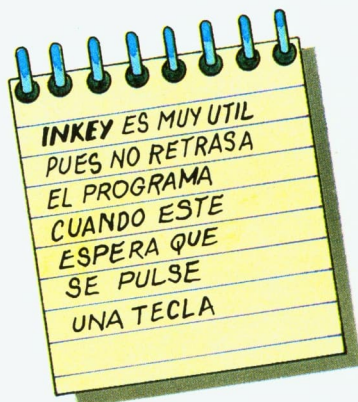
170 IF pt=1000 THEN PRINT AT 10,7;"GRABACION COMPLETA
    ": BEEP 3,20: PAUSE 10
180 PAPER 1: INK 7
190 GO SUB 970: REM pregunta
200 IF rp=0 THEN GO TO 300
210 IF rp=1 THEN GO SUB 620: REM pantalla
220 LET ct=2
230 POKE 23672,0: POKE 23673,0
240 REM lazo de reproduccion
250 IF INKEY$="0" THEN GO TO 300
260 GO SUB 410: REM efectos
270 GO SUB 580: REM reproduccion
280 IF ct<pt THEN GO TO 250
290 GO TO 190
300 BORDER 7: PAPER 7: INK 0
310 CLS
320 STOP

```

La línea 170 saca en pantalla el mensaje «GRABACION COMPLETA» si se tocan más de 1.000 notas. En ese instante suena un **BEEP** y el programa se detiene el tiempo necesario para leer el mensaje. La línea 180 cambia los colores de la pantalla. Mediante la subrutina **pregunta** podemos elegir si escuchar o no lo que acabamos de tocar. Esta subrutina activa el flag de reproducción —**rp**— según la respuesta dada —«SI» lo pondría a 1 y «NO» a 0—. En caso de responder negativamente, la línea 200 hace que saltemos a la 300, que es el fin del programa. Si en cambio, queremos escuchar lo grabado, la línea 210 llama a **pantalla** y las líneas 220 y 230 inicializan el contador de reproducción —**ct**— a dos y ponen en marcha el reloj de nuevo.

Las líneas 250 a 280 constituyen el bucle de reproducción. Cada vez que se pasa por este bucle se llama a las subrutinas **efectos** y **reproducción**. En esta fase la subrutina **efectos** permite seleccionar los efectos deseados. La subrutina **reproducción** se limita a leer los valores de las notas almacenadas en la matriz y hacer sonar el altavoz con los tonos y efectos correspondientes. La línea 280 estudia si el valor de **ct** es menor que el de **pt**, que ha quedado con el valor del número total de notas, y vuelve al comienzo del bucle en ese caso. El bucle finaliza tanto si se llega al tope como si la línea 250 detecta que se ha pulsado la tecla «0». Una vez finalizado el bucle el programa salta a la línea 190 para llamar de nuevo a **pregunta**. Si no se desean más reproducciones el programa finaliza una vez que la máquina es reseteada.

Uno de los puntos más importantes del programa es que está escrito en *tiempo real*. De ahí que el reloj del Spectrum juegue un papel vital, ya que la máquina sabe exactamente en qué momento se pulsó una nota, gracias a lo cual puede modificar el tiempo de ejecución al reproducir. Hay que observar que el reloj se pone a cero antes de interpretar/grabar o reproducir.




```

1050 REM inicializar
1060 BORDER 1: PAPER 1: INK 7
1070 CLS
1080 PRINT AT 10,11;"ESPERA POR FAVOR"
1090 DIM g(1000,2): DIM t(110): DIM e(4): DIM x(105):
      DIM y(105)
1100 FOR f=1 TO 110
1110 LET t(f)=99
1120 NEXT f
1130 FOR f=67 TO 91
1140 READ dato
1150 LET t(f)=dato
1160 NEXT f
1170 FOR f=1 TO 4
1180 READ dato
1190 LET e(f)=dato

```

La subrutina de inicialización comienza preparando cinco matrices. La matriz **g** de grabación es capaz de contener los valores de 1.000 notas, así como el instante en que fue tocada cada una; de ahí que sea bidimensional. La matriz **t** va a guardar los valores de los tonos correspondientes a las teclas que se emplearán como teclado musical. La matriz **e** se emplea para uno de los efectos. Las matrices **x** e **y** se utilizarán para representar la tecla pulsada en pantalla.

Las líneas 1100 a 1120 rellenan la matriz **t** con el valor 99 —valor elegido para representar una tecla pulsada que no pertenece al teclado del instrumento. Todas las teclas que quieras que formen parte del teclado y que suenen al pulsarlas necesitan el valor del tono correspondiente, que se introduce en la matriz **t**. Las líneas 1130 a 1160 rellenan ciertos elementos de la matriz. El lugar que ocupan en ésta es el correspondiente al código ASCII disminuido en una unidad, y es relleno con el tono asignado. Por ejemplo, el elemento 67 de la matriz corresponde a la B de código ASCII 66 y es relleno con el valor -5, que es el tono de SOL.

```

1200 NEXT f
1210 FOR f=1 TO 1000
1220 LET g(f,1)=99: LET g(f,2)=0
1230 NEXT f
1240 FOR f=67 TO 91
1250 READ dato
1260 LET y(f)=dato
1270 READ dato
1280 LET x(f)=dato
1290 NEXT f
1300 LET rp=0: LET oc=0: LET ti=1: LET ac=0
1310 RETURN

```


Los valores necesarios para el efecto de acorde son introducidos en la matriz **e** mediante las líneas 1170 a 1200. Los valores iniciales de la matriz **g** de grabación se asignan en las líneas 1210 a 1230 (99 significa que no se ha tocado ninguna nota y 0 que no ha durado nada), de este modo la matriz se inicializa con datos nulos. Posteriormente en esta matriz se introducirán los tonos correspondientes a las notas pulsadas. A continuación se rellenan con coordenadas las dos matrices empleadas en la representación en pantalla. Cada vez que se pulse una tecla y suene una nota aparecerá un asterisco en el lugar oportuno de la pantalla; esto lo lleva a cabo la subrutina **punto**. El programa ahora inicializa una serie de indicadores (*flags*) en la línea 1300. El *flag* de reproducción se pone a 0 indicando que no se quiere reproducir. El significado del resto de los *flags* lo veremos posteriormente.

1315 REM ****DATOS TONO****

1320 DATA -5,-8,-9,99,99,-6,-4,99,-2,99,99,-1,-3,99,99,
99,99,-11,99,99,-7,99,-10,99,-12

1340 REM ****DATOS EFECTOS****

1350 DATA 0,4,7,12

1360 REM ****DATOS POSICION****

1370 DATA 8,18,8,14,6,13,0,0,0,0,6,17,6,19,0,0

1380 DATA 6,21,0,0,0,0,8,22,8,20,0,0,0,0,0,0,6,11,
0,0,0,0

1390 DATA 8,16,0,0,8,12,0,0,8,10

El resto de las líneas contienen los datos necesarios para las matrices. La línea 1320 contiene los datos correspondientes a los tonos. Los valores de éstos van de -12 a -1 y son los de una escala completa; para subir una octava emplearemos la variable **oc**, como luego veremos.

La línea 1350 contiene los valores necesarios para el efecto de acorde. Estos cuatro valores se añadirán al tono básico de la nota pulsada en la fase de reproducción si se selecciona este efecto. Los datos de posición de las líneas 1370 a 1390 son pares de coordenadas que se emplean para colocar el punto en la tecla correspondiente del gráfico en pantalla. El primer valor de cada par es la coordenada *y*, el segundo la *x*.



Tonos y notas

Los valores de los tonos introducidos al inicializar el instrumento permiten a tu ordenador tocar notas musicales. Estas notas suenan al pulsar ciertas teclas. Las siguientes tablas contienen los valores de los tonos que corresponden a notas musicales para cada ordenador, así como la nota que sonará al pulsar cada tecla en particular y el código ASCII de la misma. Por supuesto si pulsas una tecla que no aparezca en la tabla no sonará ninguna nota. El último diagrama muestra sobre un pentagrama el rango de notas que es capaz de tocar cada máquina.

MSX

OCTAVA BAJA		OCTAVA ALTA		NOTA	TECLA
REGISTRO 0	REGISTRO 1	REGISTRO 0	REGISTRO 1		
1	172	0	214	DO	Z
1	148	0	202	DO [#]	S
1	125	0	190	RE	X
1	104	0	180	RE [#]	D
1	83	0	170	MI	C
1	64	0	160	FA	V
1	46	0	151	FA [#]	G
1	29	0	143	SOL	B
1	13	0	135	SOL [#]	H
0	254	0	127	LA	N
0	240	0	120	LA [#]	J
0	227	0	113	SI	M

SPECTRUM

TONO	NOTA	TECLA	COD. ASCII
-12	DO	Z	90
-11	DO [#]	S	82
-10	RE	X	88
-9	RE [#]	D	68
-8	MI	C	67
-7	FA	V	70
-6	FA [#]	G	86
-5	SOL	B	66
-4	SOL [#]	H	72
-3	LA	N	78
-2	LA [#]	J	74
-1	SI	M	77

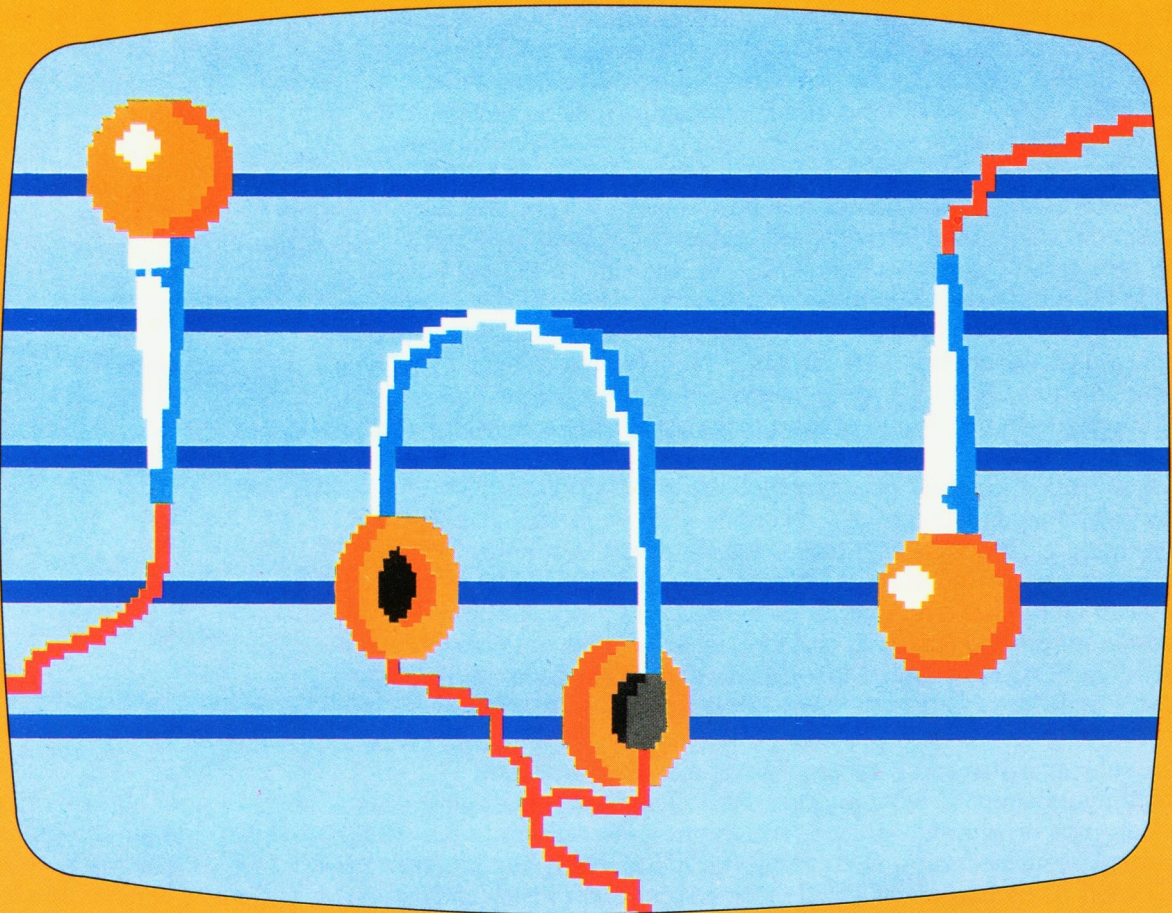


DO DO[#] RE RE[#] MI FA FA[#] SOL SOL[#] LA LA[#] SI



INTERPRETACION Y GRABACION

Lo primero que deseamos que haga nuestro instrumento es interpretar las notas correspondientes a las teclas pulsadas en el teclado. Pero un instrumento basado en ordenador puede ir mucho más lejos: puede recordar la melodía tocada. Por supuesto necesitamos programar más para lograr guardar todos los detalles de la misma.



Las siguientes subrutinas son las llamadas desde el programa de control de grabación, que abarcaba las líneas 70 a 120 como habíamos visto. Al definir las subrutinas de este modo tendremos bloques de programa autocontenidos e independientes del programa principal, además conseguimos dividir el programa en secciones lógicas de forma que sea más sencillo estudiar los efectos de una posterior modificación del mismo.

```

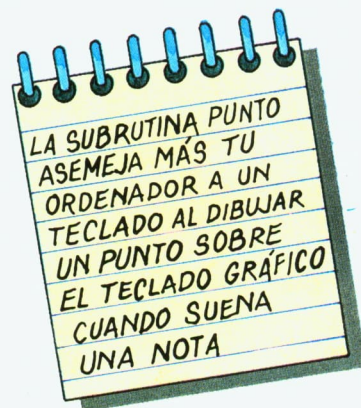
1010 REM Nota
1020 T$=INPUT$(1)
1030 TC=ASC(T$)
1040 IF OC=1 THEN N2=INT(OA(TC)):N1=1000*(OA(TC)-N2)
1050 IF OC=0 THEN N2=INT(OB(TC)):N1=1000*(OB(TC)-N2)
1060 RETURN
2010 REM Grabacion
2020 IF N1<300 AND N1<>GN(PT) THEN GN(PT)=N2+(N1/1000):
    GT(PT)=TIME:PT=PT+1
2030 RETURN

```

La subrutina **Nota** se encarga de encontrar qué nota se está pulsando. Las líneas 1020 y 1030 dan a la variable **TC** el código ASCII de la tecla pulsada, que será el lugar que ocupa en las matrices **OA** y **OB** el tono que corresponde a dicha tecla. La línea 1040 estudia si hemos seleccionado la octava alta (el *flag* **OC** estará a 1), en cuyo caso asigna a las variables **N2** y **N1** los valores correspondientes a la parte entera y fraccionaria respectivamente del elemento de la matriz. La línea 1050 hace lo propio para la octava baja (**OC** = 0). El valor de **N1** será 300 si la tecla pulsada no debe generar ningún sonido. Si por ejemplo pulsamos la tecla v, **TC** valdrá 70 —código ASCII de r—, y asignaremos a las variables **N1** y **N2** los valores 1 y 64 (suponiendo **OC** = 0) que, al introducirlos en los registros 1 y 0 conseguirán que suene el tono de FA, asignado a la letra F.

La subrutina **Grabación** comprueba si la tecla pulsada corresponde a alguna nota —**N1**<300— en cuyo caso recupera el formato de almacenamiento de los tonos —un número con parte entera y fraccionaria— y lo almacena en la matriz **GN**. Asimismo guarda en la matriz **GT** el instante en que la nota fue pulsada, asignándole el valor de la variable del sistema **TIME**. Por último incrementa el puntero de la matriz de grabación.

La subrutina **Punto** se encarga de dibujar en pantalla un rectángulo sobre la tecla pulsada. Al acceder a esta subrutina estaremos en el modo gráfico, con lo que para escribir en pantalla será necesario el comando **OPEN «GRP:»**, que junto a **CLOSE #1** se han empleado de forma independiente en cada subrutina para que éstas sean autocontenidas.

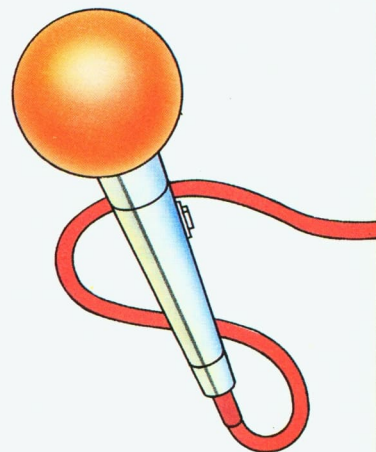



```

3010 REM Punto
3015 OPEN "GRP:" AS #1
3020 PRESET (X(TC),Y(TC)):COLOR 7,1: PRINT #1,"■"
3030 CLOSE #1:RETURN
4010 REM Interpretacion
4020 IF N1=300 THEN RETURN
4030 SOUND 8,8:SOUND 0,N1:SOUND 1,N2
4040 FOR I=0 TO 40:NEXT I
4050 OPEN "GRP:" AS #1
4060 PRESET (X(TC),Y(TC)):COLOR .875*Y(TC)-41:
      PRINT #1,"■"
4070 CLOSE #1:SOUND 8,0:RETURN

```

La subrutina **Interpretación** es la encargada de tocar la nota pulsada; para ello estudia si la variable **N1** vale 300, en cuyo caso no se debe generar ningún sonido. De no ser así altera los valores de los registros 0 y 1 asignándoles el contenido de las variables **N1** y **N2**, que debe ser el necesario para generar el sonido. Para que éste se oiga debemos fijar el valor del registro de control de amplitud —registro 8— con lo que escucharemos el tono elegido. La línea 4040 es un bucle de retardo que podemos alterar si queremos controlar la longitud de cada nota. Las líneas 4050 y 4060 borran el rectángulo de la pantalla dibujando encima del mismo uno igual en blanco o negro según haya sido la tecla pulsada. Por fin la línea 4070 desactiva el sonido fijando su volumen a 0.



```

5010 REM Reproduccion
5020 IF VR=0 AND TIME*TI>=GT(CT) THEN SOUND 8,V:
      SOUND 0,(GN(CT)-INT (GN(CT)))*1000:
      SOUND 1,INT (GN(CT)):CT=CT+1
5030 IF VR=1 AND TIME*TI>=GT(CT) THEN SOUND 13,B:
      SOUND 11,C:SOUND 12,D:
      SOUND 0,(GN(CT)-INT (GN(CT)))*1000:
      SOUND 1,INT (GN(CT)):SOUND 8,16:CT=CT+1
5040 FOR I=0 TO 80:NEXT I
5050 SOUND 8,0:RETURN

```

El proceso de reproducción se va a basar en comparar el tiempo en que fue tocada una nota con el tiempo transcurrido desde la entrada en este modo (recuerda que el reloj se pone a 0 al entrar en el bucle de reproducción); cuando estos dos tiempos coincidan sonará la nota correspondiente. Con esto

conseguimos que la secuencia de notas almacenadas suenen en la misma forma en que fueron tocadas. Podemos reproducir lo grabado de dos formas diferentes: emplear el sonido original o variar el mismo. Para distinguir entre una u otra estudiaremos el flag **VR**, que estará a 0 en el primer caso y a 1 en el segundo. En ambas opciones hay que seleccionar la frecuencia del tono modificando los registros 0 y 1; estos se cargarán con la parte fraccionaria y entera del valor guardado en la matriz **GN**. Si queremos usar el sonido original habrá que activar el volumen actuando sobre el registro 8. Este se cargará con el contenido de la variable **V** que, como luego veremos, podemos alterar dentro de unos márgenes. Si el sonido va a ser distinto hay que modificar los registros 11, 12 y 13 del PSG para seleccionar la forma y amplitud de la envolvente. Los valores a introducir los encontramos en las variables **C**, **D** y **B**. Posteriormente veremos cómo podemos acceder a las mismas en la subrutina de cambio de sonido.

```

7010 REM Pregunta
7020 COLOR 15,4,4:CLS:SCREEN 0
7030 LOCATE 5,10,0:PRINT "QUIERES REPRODUCIRLO? (S\N)"
7040 INPUT R$
7050 IF R$<>"S" AND R$<>"N" THEN GOTO 7020
7060 IF R$="S" THEN RP=1:GOTO 7080
7070 RP=0
7080 RETURN

```

Una vez programados todos los registros que definen la frecuencia y forma del sonido éste sale por el altavoz; tras un intervalo de tiempo debemos desactivarlo. Lo haremos mediante las líneas 5040 y 5050; la primera es un simple bucle de retardo y con la segunda conseguimos que el sonido se detenga.

Para alterar el *tempo* de la melodía emplearemos la variable **TI** que, en principio, toma el valor 1 (ritmo con el que fue grabada), pero que podemos subir o bajar con las subrutinas de efectos.

La subrutina **Pregunta** invita a escuchar la grabación y actúa sobre el flag **RP** en consecuencia. La línea 7030 saca en pantalla la pregunta y la 7040 recoge la respuesta. Según ésta sea afirmativa o negativa, **RP** se pone a 1 o a 0 respectivamente.



Las siguientes subrutinas son las llamadas desde el programa de control de grabación, de las líneas 90 a 150, como habíamos visto. Es necesario añadir estas subrutinas para conseguir un instrumento que pueda grabar y posteriormente reproducir.

```

330 REM nota
340 LET t$=INKEY$
350 LET tc=CODE (t$)+1
360 LET no=t(tc)
370 RETURN
380 REM grabacion
390 IF no<99 AND no<>g(pt,1) THEN LET g(pt,1)=no:
    LET g(pt,2)=PEEK 23672+256*PEEK 23673: LET pt=pt+1
400 RETURN

```

La subrutina **nota** se encarga de encontrar qué nota se está tocando en caso de tocarse alguna. Las líneas 340 y 350 dan a la variable **tc** el código ASCII de la tecla pulsada aumentado en una unidad, que será el lugar que ocupa en la matriz **t** el tono que corresponde a dicha tecla y que es almacenado, según 360 en **no**. El valor de **no** será 99 si la tecla pulsada no debe generar ningún sonido; en cualquier otro caso contendrá el tono oportuno.

La subrutina **grabación** comprueba si la tecla pulsada corresponde a alguna nota y si no se está pulsando constantemente la misma tecla; en ese caso almacena el valor del tono y el tiempo en que la nota fue pulsada en la matriz **g**. Este tiempo lo obtiene estudiando los bytes que ocupan las posiciones 23672 y 23673, siendo éste último el más significativo; de ahí que se multiplique por 256. Por último incrementa el puntero de la matriz de grabación.

La subrutina **punto** entre las líneas 490 y 520 se encarga de sacar en pantalla el asterisco sobre la tecla pulsada. La subrutina **interpretar** es la que toca la nota pulsada; para ello estudia si se está pulsando la misma nota que antes, en cuyo caso esta nota no sonará. Si son diferentes, la línea 550 da a la variable que indica la última nota **un** el valor de la actual **no** y mediante la línea 560 toca la nota pulsada si el valor de **no** es diferente de 99. Cada nota dura 0.3 segundos y el asterisco se borra en la línea 560 tan pronto como suena la nota correspondiente.

```

490 REM punto
500 INK 2: PAPER 6
510 PRINT AT y(tc),x(tc);"*"
520 RETURN
530 REM interpretar
540 IF no=un THEN GO TO 570
550 LET un=no
560 IF no<>99 THEN BEEP .3,no+oc: PRINT PAPER
    (y(tc)-6)*3.5;AT y(tc),x(tc);" ": REM espacio
570 RETURN

```



```

580 REM reproduccion
590 IF (PEEK 23672+256*PEEK 23673)*ti>=g(ct,2) AND
    ac=0 THEN BEEP .3/ti,g(ct,1)+oc: LET ct=ct+1:
    GO TO 610
600 IF (PEEK 23672+256*PEEK 23673)*ti>=g(ct,2) AND
    ac=1 THEN FOR p=1 TO 4:
    BEEP .01/ti,g(ct,1)+oc+e(p): NEXT p: LET ct=ct+1
610 RETURN

```

El proceso de reproducción se va a basar en comparar el tiempo en que fue tocada una nota con el tiempo transcurrido desde la entrada en este modo —recuerda que el reloj se pone a 0 al entrar en el bucle de reproducción—; cuando estos dos tiempos coincidan sonará la nota correspondiente. Con esto conseguimos que la secuencia de notas almacenadas suene en el mismo instante en que fueron tocadas. Hay dos formas de reproducir lo grabado: usar un único tono como al interpretar y grabar —línea 590—, o emplear un efecto especial de acorde —línea 600—. Este consiste en tocar consecutivamente las tres notas de que consta el acorde mayor de la nota pulsada. Para conseguirlo se entra en un bucle por cada tono almacenado y

```

970 REM Preguntar
980 CLS
990 PRINT AT 10,0;"QUIERES REPRODUCIRLO? (S/N)"
1000 INPUT r$
1010 IF r$<>"S" AND r$<>"N" THEN GO TO 980
1020 IF r$="S" THEN LET rp=1: GO TO 1040
1030 LET rp=0
1040 RETURN

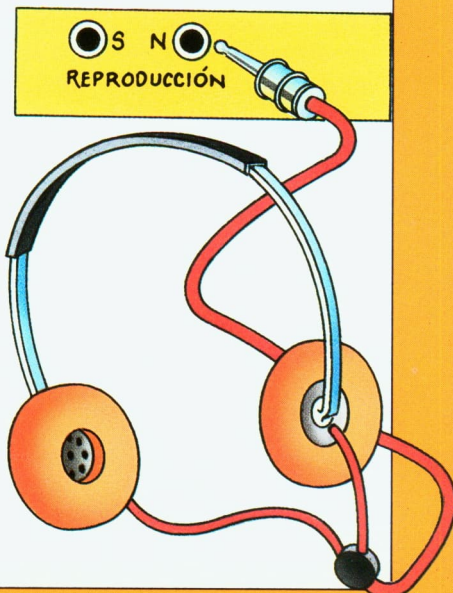
```

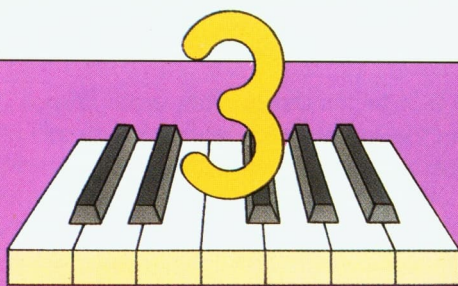
suenan las notas de dicho acorde durante un corto intervalo de tiempo. **ac** es el *flag* que activa este efecto.

ti, en las líneas 590 y 600, permite acelerar o recuperar el ritmo de la melodía; en principio toma el valor 1, pero la subrutina de efectos puede asignarle el valor 1.5, con lo que se acelera el *tempo*.

La subrutina **pregunta** invita a escuchar la grabación y actúa sobre el *flag* **rp** en consecuencia. La línea 990 saca en pantalla la pregunta y la 1000 recoge la respuesta. Según ésta sea afirmativa o negativa, **rp** se pone a 1 o a 0 respectivamente.

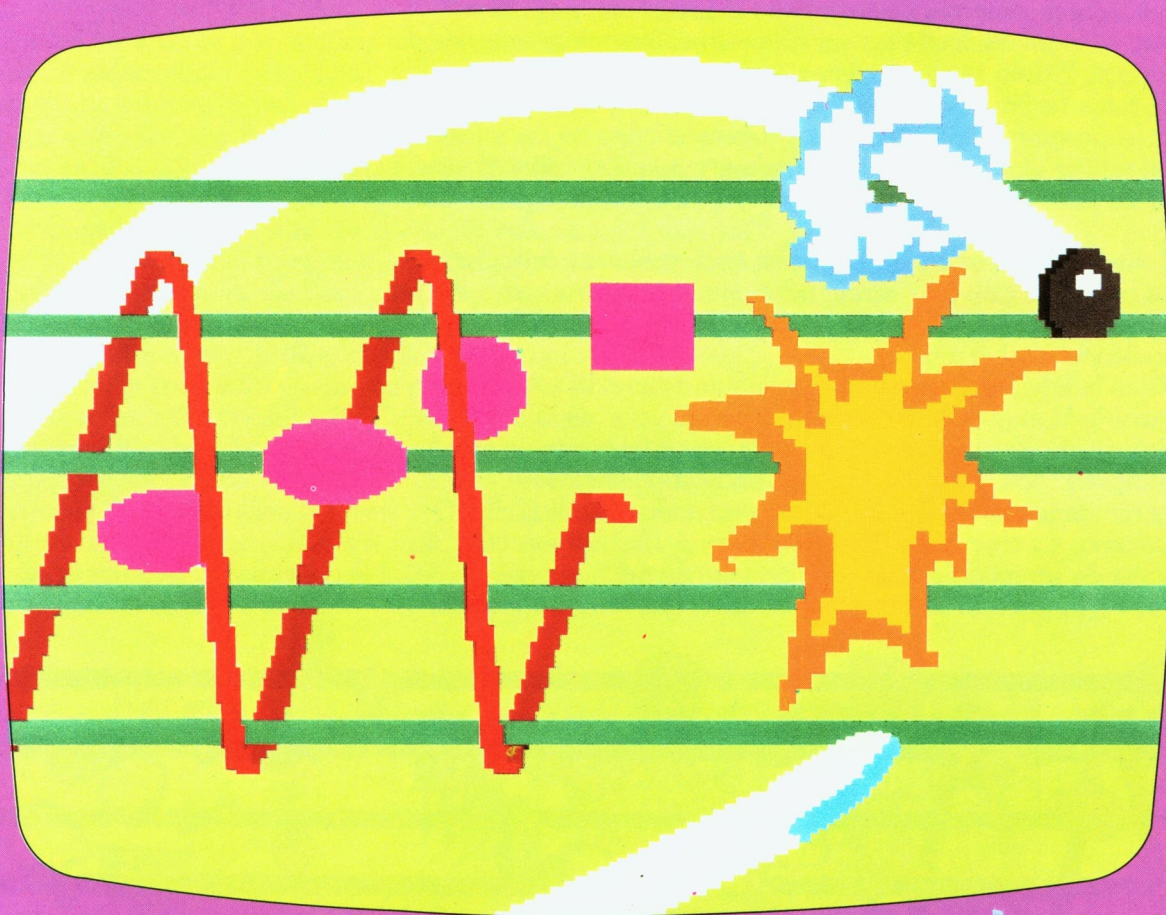
Ya están descritas todas las subrutinas básicas y tu instrumento comienza a tomar forma. No obstante, tal y como está ahora resulta un poco aburrido. Lo que tienes en tus manos es un teclado que se limita a tocar una nota tras otra. Incluso las personas poco aficionadas a la música lo encontrarían limitado. Así que, antes de probar el programa, sería una buena idea añadir algunos efectos acústicos más sofisticados.





EFFECTOS

Los métodos de generar sonido en el sistema MSX son muy sofisticados. Se puede modelar cada nota mediante el comando `PLAY`. Pero incluso con el comando `BEEP` del Spectrum, más modesto, puedes generar algún efecto interesante.



Sin las subrutinas de atención a la teclas de función, en el caso del MSX, o la subrutina de efectos, en el caso del Spectrum, el instrumento únicamente generaría tonos puros. Estas dos rutinas te dan una gran variedad de sonidos para tu máquina, así como un mayor control sobre la forma de reproducción.

```

400 REM Subrutinas atencion F1-F6
410 OC=1:RETURN:REM F1
420 OC=0:RETURN:REM F2
430 V=V+1:IF V>15 THEN V=15:REM F3
440 SOUND 8,V
450 RETURN
460 V=V-1:IF V<0 THEN V=0:REM F4
470 SOUND 8,V
480 RETURN
490 TI=TI+.05:RETURN:REM F5
500 TI=TI-.05:IF TI<=0 THEN TI= .05:REM F6
510 RETURN

```

A lo largo de todo el programa hemos hablado de una serie de *flags* y variables que determinaban la forma de ejecución de la melodía. Te habrás preguntado cómo variar todos estos indicadores mientras está rodando el programa; pues bien, esto se logra mediante las subrutinas de atención a las teclas de función. Como sabrás, si éstas están activadas, al pulsar una de estas teclas pasaremos a ejecutar la rutina correspondiente. En el programa principal ya nos hemos encargado de activar y desactivar dichas funciones cuando era oportuno; únicamente queda pues realizar el programa de atención a cada una de ellas.

Comencemos por F1 y F2, que se encargaban de seleccionar las octavas alta y baja respectivamente. Las subrutinas son muy simples; las líneas 410 y 420 modifican el *flag OC* poniéndolo a 1 o a 0.

F3 es la encargada de subir el volumen actuando sobre la variable *V* empleada en reproducción. El valor de la misma se introducirá en el registro 8; éste admite únicamente valores comprendidos entre 0 y 15, por lo que en la línea 430 incrementamos el valor de *V* comprobando si ha llegado al máximo, en cuyo caso fijamos su valor a 15. La subrutina F4 actúa de un modo similar.

Por fin F5 y F6 deben cambiar la velocidad de reproducción;

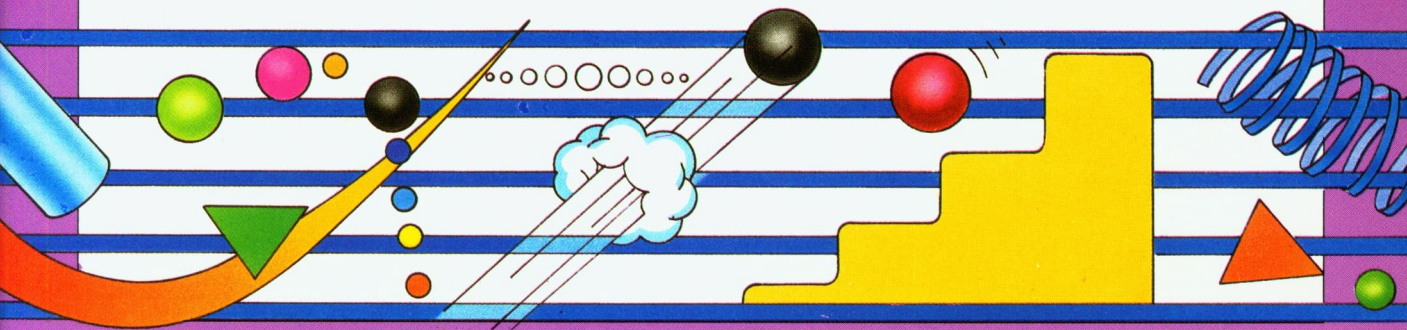


para ello modifican el valor del flag **TI** incrementando o decrementando el mismo. En el caso de F6 hay que comprobar que no sea negativo, pues no tendría sentido; en ese caso habrá que darle el valor del incremento empleado (0.05). El funcionamiento de este *flag* es bien simple: cuando valga 1, el instrumento reproducirá la melodía a velocidad normal, mientras que si aumentamos su valor el tiempo de referencia al reproducir se acortará, lo que se traduce en una mayor velocidad en la melodía. Análogamente en el caso de disminuirlo ésta se retardaría.

```

9000 REM Cambio de sonido
9010 CLS
9020 LOCATE 5,10,0:
      INPUT "QUIERES CAMBIAR EL SONIDO? (S/N)";H$
9030 IF H$<>"S" AND H$<>"N" THEN GOTO 9020
9040 IF H$="N" THEN RETURN
9050 IF H$="S" THEN CLS:LOCATE 3,10,0:
      INPUT "SELECCIONA UN SONIDO ENTRE 1 Y 10";A
9060 IF A<1 OR A>10 THEN GOTO 9050
9070 B=E(A):C=P(A,1):D=P(A,2):VR=1
9080 RETURN
  
```

Queda únicamente por analizar la subrutina que provoca el cambio de sonido. A esta subrutina accedemos desde el programa principal antes de reproducir y con ella podemos elegir entre diez posibilidades a la hora de escuchar lo grabado. Comienza la subrutina preguntando en la línea 9020 si se desea el cambio de sonido. La línea 9030 se encarga de aceptar únicamente las respuestas «S» o «N». Si ésta ha sido negativa —«N»— volvemos al programa principal sin haber alterado el sonido que teníamos. En caso contrario (H\$ = «S») la línea 9050 pregunta qué opción deseamos. Esta sólo puede estar comprendida entre 1 y 10, y de ello se encarga la línea 9060. Por fin en la línea 9070 y una vez determinada la variable **A**, asignaremos a las variables **B**, **C** y **D** los valores correspondientes a la forma y tamaño de la envolvente para el sonido elegido; como vimos estos valores se encuentran en las matrices **E** y **P**; **B** indica la forma y **C** y **D** el tamaño. Por último activamos el *flag* **VR** indicando que hemos introducido una variación en el sonido y éste no debe ser un tono puro al reproducirlo.



Esta última subrutina modifica el sonido emitido de varias formas. Para ello explora el teclado y estudia si se han pulsado ciertas teclas, activando las *flags* correspondientes. Estos *flags* son empleados cuando se llama a la subrutinas **interpretación** y **reproducción** desde el bucle de control para generar el sonido.

```

410 REM efectos
420 IF INKEY$="1" THEN LET oc=12
430 IF INKEY$="2" THEN LET oc=0
440 IF INKEY$="3" THEN LET ti=1.5
450 IF INKEY$="4" THEN LET ti=1
460 IF INKEY$="5" THEN LET ac=1
470 IF INKEY$="6" THEN LET ac=0
480 RETURN

```

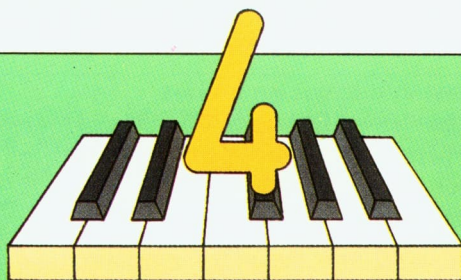
La subrutina **efectos** responde a presiones de ciertos números del teclado. Esto lo realiza una serie de funciones de tipo **INKEY** entre las líneas 420 y 470.

Al pulsar 1 o 2 cambia **oc**, variable que controla la octava en que toca el instrumento. El valor de **oc** se añade al tono antes de generar el sonido; así, si **oc** = 12 el instrumento toca en una octava más alta que lo usual (12 semitonos son una octava), y si **oc** = 0 el instrumento toca en la octava normal.

Pulsando 3 o 4 cambiará la velocidad de reproducción de las notas grabadas. Para ello emplearemos la variable **ti**. Cuando ésta valga 1 el instrumento reproducirá a velocidad normal, mientras que cuando valga 1.5 el tiempo de referencia al reproducir se acortará, lo que se traduce en una mayor velocidad en la melodía.

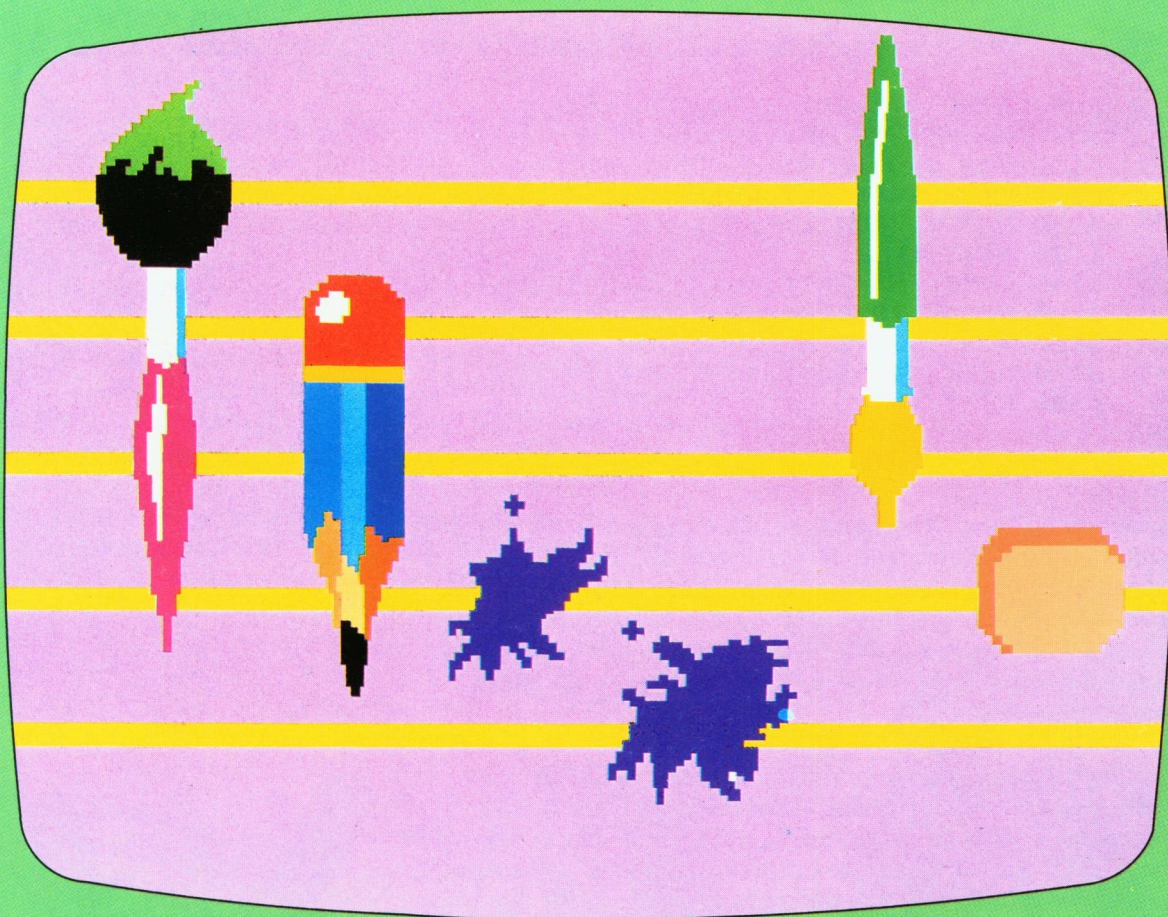
Por último, pulsando 5 o 6 se activará el *flag* de acorde **ac**. Si **ac** = 1 el instrumento generará el acorde al reproducir, mientras que si **ac** = 0 este efecto no se empleará.

Si tienes alguna duda de cómo actúan estas variables a la hora de modificar el sonido repasa las subrutinas de **interpretación** y **reproducción**. Ten en cuenta que los efectos de acorde y variación del tempo sólo se obtendrán en reproducción; no así el de octava, que también aparece al interpretar.



PRESENTACION EN PANTALLA

Aunque éste es un programa esencialmente musical, necesita de algunos gráficos para ayudar a tocar el ordenador como un instrumento. La sección de gráficos del programa dibuja un teclado musical en la pantalla e indica qué tecla se está pulsando.



Las subrutinas **Pantalla** son bastante largas en ambos programas, pero vale la pena diseñar un instrumento que sea sencillo de utilizar. Como este programa está escrito en tiempo real, todos los gráficos animados se deben reducir al mínimo, pues consumen demasiado tiempo de proceso.

```

6010 REM Pantalla
6020 SCREEN 2,0,0
6030 CLS
6040 OPEN "GRP:" AS #1
6050 PRESET (88,9):PRINT #1,"MUSICA MSX"
6060 PRESET (60,25):PRINT #1,"ESTADO: PREPARADO"

```

Esta primera parte de la subrutina **Pantalla** establece en la línea 6020 el modo de pantalla gráfica y desactiva el «click» de las teclas, que sería bastante molesto a la hora de escuchar cada nota. Como estamos en el modo gráfico, cualquier texto que se quiera imprimir en pantalla habrá que introducirlo mediante el comando OPEN «GRP»: (línea 6040). A continuación presentamos el instrumento y la línea de estado mediante las líneas 6050 y 6060.

Pasamos ahora a dibujar el teclado. Las líneas 6080 y 6090 dibujan el rectángulo blanco empleado como fondo del mismo.

```

6080 LINE (72,40)-(184,72),15,B
6090 PAINT (90,60),15
6100 FOR I=0 TO 5
6110 LINE (84+16*I,40)-(92+16*I,56),1,B
6120 PAINT (85+16*I,50),1
6130 NEXT I
6140 LINE (84+2*16,40)-(92+2*16,56),15,B
6150 PAINT (85+2*16,50),15
6160 FOR I=0 TO 5
6170 LINE (88+16*I,40)-(88+16*I,72),1
6180 NEXT I

```

A continuación las líneas 6100 a 6130 dibujan seis rectángulos negros que representan las teclas negras del teclado del instrumento. Como sólo debe haber cinco, las líneas 6140 y 6150 imprimen un rectángulo blanco sobre el negro que sobraba. Únicamente queda dividir el rectángulo blanco base en teclas; para ello las líneas 6160 a 6180 trazan las líneas negras divisorias.

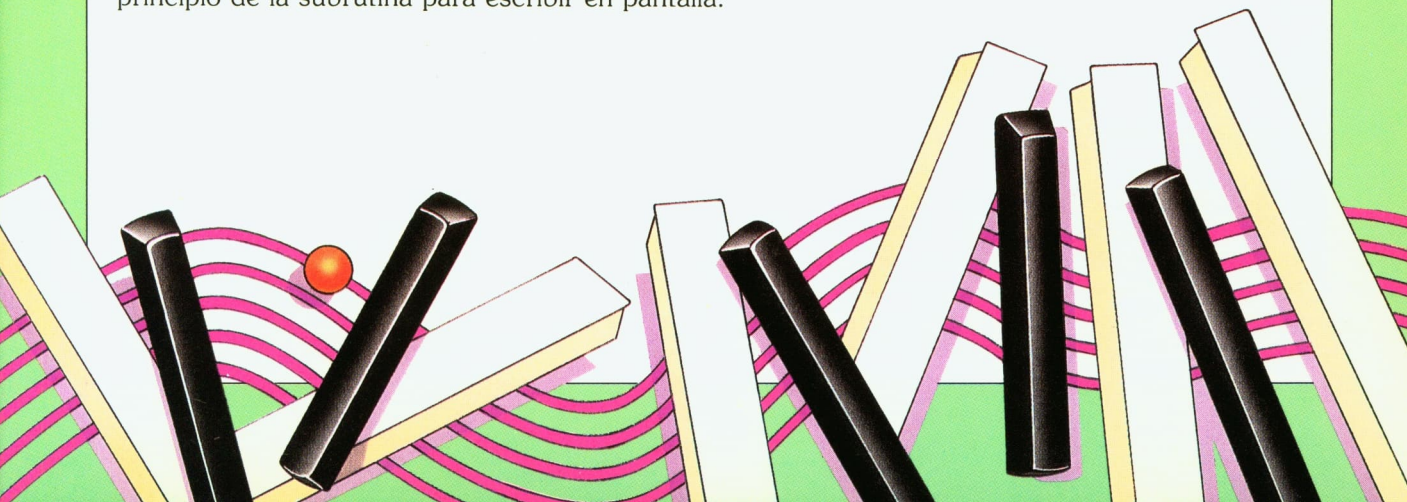
Las líneas 6200 y 6210 imprimen el mensaje «PULSA CUALQUIER TECLA PARA COMENZAR». Para que el programa se detenga hasta que se pulse una tecla, la línea 6230 comprueba que no estábamos pulsando ninguna previamente y la 6240 constituye un bucle del que no se sale hasta que no se actúe sobre una nueva tecla.


```

6200 PRESET (44,80): PRINT #1,"PULSA CUALQUIER TECLA"
6210 PRESET (44,88): PRINT #1,"PARA COMENZAR"
6230 IF INKEY$<>"" THEN GOTO 6230
6240 IF INKEY$= "" THEN GOTO 6240
6250 IF RP=0 THEN PRESET (124,25):COLOR 4,4,4:
    PRINT #1,"PREPARADO":COLOR 15,4,4:PRESET (124,25):
    PRINT #1,"GRABANDO":GOTO 6270
6260 PRESET (124,25):COLOR 4,4,4:PRINT #1,"PREPARADO":
    COLOR 15,4,4:PRESET (124,25):
    PRINT #1,"REPRODUCIENDO"
6270 COLOR 4,4,4:PRESET (44,80):
    PRINT #1,"PULSA CUALQUIER TECLA":PRESET (44,88):
    PRINT #1,"PARA COMENZAR":COLOR 15,4,4
6280 PRESET (16,80):
    PRINT #1,"PULSA F1 PARA SUBIR UNA OCTAVA"
6290 PRESET (16,88):
    PRINT #1,"PULSA F2 PARA BAJAR UNA OCTAVA"
6300 PRESET (16,96):PRINT #1,"PULSA O PARA SALIR"
6310 PRESET (80,112):PRINT #1,"SOLO REPRODUCCION"
6320 PRESET (16,120):
    PRINT #1,"PULSA F3 PARA SUBIR VOLUMEN"
6330 PRESET (16,128):
    PRINT #1,"PULSA F4 PARA BAJAR VOLUMEN"
6340 PRESET (16,136):
    PRINT #1,"PULSA F5 PARA SUBIR TEMPO"
6350 PRESET (16,144):
    PRINT #1,"PULSA F6 PARA BAJAR TEMPO"
6370 CLOSE #1:RETURN

```

Las líneas 6250 y 6260 imprimen el estado del instrumento —«GRABANDO» o «REPRODUCIENDO»— según indique el **flag RP**. En ambos casos hay que borrar el estado anterior —PREPARADO— escribiendo dicho mensaje en el mismo lugar pero con el color del papel. Un proceso análogo se sigue en la línea 6270 para borrar el mensaje «PULSA CUALQUIER TECLA PARA COMENZAR». Las sentencias restantes son las encargadas de presentar el menú de opciones informando de las teclas de función que hay que pulsar para conseguir variar la octava, el volumen o el *tempo*. También indica la tecla a pulsar para salir de uno cualquiera de los modos. Por último la sentencia 6370 cierra el fichero que abrimos al principio de la subrutina para escribir en pantalla.

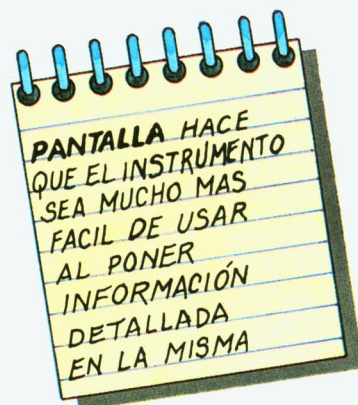


Las subrutinas **pantalla** son bastante largas en ambos programas, pero vale la pena diseñar un instrumento que sea sencillo de utilizar. Como este programa está escrito en tiempo real y necesita que el ordenador responda inmediatamente, todos los gráficos animados se deben reducir al mínimo (consumen demasiado tiempo de proceso).

```
620 REM pantalla
630 INK 7: PAPER 1
640 CLS
650 PRINT AT 1,11;"SPECTRAMUSICA"
660 PRINT AT 3,5;"ESTADO: "
670 PRINT AT 3,13;"PREPARADO"
```

Esta parte de la subrutina **pantalla** establece los colores del fondo y la tinta en la línea 630, y borra la pantalla en la línea 640. Las líneas 650 a 670 muestran el nombre del instrumento y la línea de «ESTADO». Las líneas 680 a 720 dibujan en la pantalla un rectángulo blanco empleado como fondo del teclado. Este rectángulo se consigue con tres filas de doce cuadrados blancos. A continuación las líneas 730 a 750 dibujan seis cuadrados negros que representan las teclas negras del teclado del instrumento. De hecho sólo debería haber cinco cuadros, de ahí que la línea 760 imprima un cuadro blanco sobre el negro que sobraba.

Sólo queda dividir el rectángulo blanco en teclas. Las líneas 770 a 810 dibujan una serie de líneas negras que van de la parte superior a la inferior del teclado. Estas líneas emplean el trazado de alta resolución del Spectrum, en lugar del trazado de texto empleado con anterioridad. En cada caso se ha empleado el modo más simple y compacto de dibujar la pantalla para ahorrar tiempo de procesado.



```
680 FOR f=6 TO 8
690 FOR g=10 TO 22
700 PRINT PAPER 7;AT f,g;" "
710 NEXT g
720 NEXT f
730 FOR f=11 TO 21 STEP 2
740 PRINT PAPER 0;AT 6,f;" "
750 NEXT f
760 PRINT PAPER 7;AT 6,15;" "
770 INK 0
780 FOR x=91 TO 177 STEP 16
790 PLOT x,103: DRAW 0,24
800 PLOT x+1,103: DRAW 0,24
810 NEXT x
```

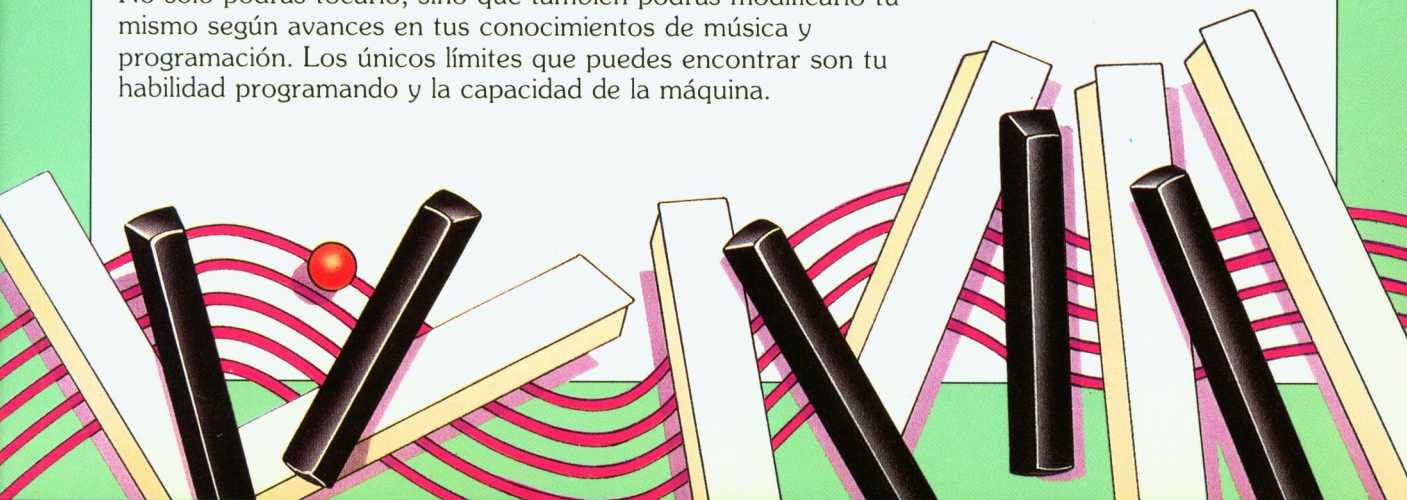

Tras cambiar el color de la tinta a blanco en la línea 820, la línea 830 imprime el mensaje «PULSA CUALQUIER TECLA PARA COMENZAR». Antes de pasar a la siguiente sentencia la línea 840 se asegura de que no has dejado el dedo sobre una tecla comprobando que no se está pulsando ninguna con el comando **INKEY**. Y la línea 850 hace que el programa se detenga hasta que se pulse una nueva tecla.

Las líneas 860 y 870 imprimen el estado del instrumento —puede estar «GRABANDO» o «REPRODUCIENDO»— según el **flag rp**. Las restantes líneas constituyen el menú de opciones disponibles, distinguiendo las que se pueden emplear tanto en grabación como en reproducción, de las que sólo lo son en reproducción. Esto te informará de las teclas a pulsar para subir o bajar una octava, acelerar o recuperar el tiempo y comenzar el efecto de acorde o detenerlo. También te dirá cómo salir de la opción elegida.

```

820 INK 7
830 PRINT AT 11,3;"PULSA CUALQUIER TECLA PARA
    COMENZAR"
840 IF INKEY$<>"" THEN GO TO 840
850 IF INKEY$="" THEN GO TO 850
860 IF rp=0 THEN PRINT AT 3,13;"GRABANDO": GO TO 880
870 PRINT AT 3,13;"REPRODUCIENDO"
880 PRINT AT 11,3;"PULSA 1 PARA SUBIR UNA OCTAVA"
890 PRINT AT 12,3;"PULSA 2 PARA ESCALA NORMAL"
900 PRINT AT 13,3;"PULSA 0 PARA SALIR"
910 PRINT AT 15,10;"SOLO REPRODUCIR"
920 PRINT AT 16,3;"PULSA 3 PARA SUBIR TEMPO"
930 PRINT AT 17,3;"PULSA 4 PARA TEMPO NORMAL"
940 PRINT AT 18,3;"PULSA 5 PARA EFECTOS"
950 PRINT AT 19,3;"PULSA 6 PARA BORRAR EFECTOS"
960 RETURN
  
```

Una vez que hayas introducido todo el programa —y buscado los posibles fallos— tendrás un instrumento musical completo. No sólo podrás tocarlo, sino que también podrás modificarlo tú mismo según avances en tus conocimientos de música y programación. Los únicos límites que puedes encontrar son tu habilidad programando y la capacidad de la máquina.





Efectos extra

MSX

No hemos incluido ningún efecto especial pues complicaría excesivamente el programa. Esta complicación se debe esencialmente a la dificultad de acceso al PSG y la «arbitrariedad» de los valores necesarios para controlar las frecuencias de los tonos, que hacen excesivamente largo el tiempo para conseguir, por ejemplo, un efecto de acorde empleando los tres canales.

Unicamente se han añadido tres líneas —8210, 8211 y 8215— que se encargan de tocar una melodía en la presentación del instrumento.

```
8210 PLAY "T150S8M700006L4F.L8GL4FGA.L8B-L4A.R8A.L8B-L4
      AB-L407C.L8DL4C.R8DR8L16DR64D8R8D8R8L32DCR64CR64CR
      6406L4B-AG2"
8211 PLAY "R4L4G.L8AL4GAB-.L807CL406B-.R8F.L8GL4FGA.L8B
      -L4A.R8ER8L16FR64E8R8F8R8L8GR64GR64AR64B-R64AR64GR
      64F2"
8215 FOR I=1 TO 3500:NEXT I
```

SPECTRUM

Por fin has completado tu instrumento. Aunque el comando **BEEP** del Spectrum pueda parecer poco prometedor a la hora de buscar algunos efectos extra hay muchas variaciones que puedes incorporar. El efecto de acorde que ya has introducido es un excelente punto de partida para agregar más cosas; aquí tienes una posible variación para dar un efecto de dos tonos.

```
471 IF INKEY$="7" THEN LET dt=1
472 IF INKEY$="8" THEN LET dt=0
```

Las líneas 471 y 472 se añaden a la subrutina de efectos y permiten activar y desactivar esta nueva variación. **dt** es el *flag* que utiliza el ordenador para averiguar si lo queremos o no, y es activado como respuesta a determinadas teclas. El efecto se consigue pulsando la tecla «7» y se elimina pulsando «8».


```

581 IF (PEEK 23672+256*PEEK 23673)*ti >=g(ct,2)
    AND dt=1 THEN BEEP .15/ti,g(ct,1)+oc+2:
    BEEP .15/ti,g(ct,1)+oc-2: LET ct=ct+1: GO TO 610

```

La línea 581 se añade a la subrutina **reproducción**, y se encarga de reproducir el efecto si **dt** se ha puesto a 1. Esta línea estudia si ha acabado ya la última nota y si **dt** está a uno, en cuyo caso emplea el efecto de dos tonos cuando toca la siguiente nota. En lugar de tocar el tono simple o emplear el efecto de acorde, el ordenador toca dos notas (la primera dos semitonos por encima de la nota a interpretar, y la segunda dos por debajo).

```

951 PRINT AT 20,3;"PULSA 7 PARA 2-TONOS"
952 PRINT AT 21,3;"PULSA 8 PARA BORRAR 2-TONOS"

```

Por último hay que añadir dos líneas extra en la subrutina **pantalla** y una más en **inicializar**. Las líneas 951 y 952 imprimen la nueva opción como parte del menú y la línea 1301 inicializa el **flag** de dos tonos **dt**.

```

1301 LET dt=0

```

Eliminación de errores

Si ves que el instrumento no funciona, o que hay problemas con los efectos especiales, debe ser porque hay algún error en el programa introducido. Debes entonces compararlo con el que hay en el libro, buscando con mucho cuidado cualquier diferencia por pequeña que sea.

Si lo que obtienes es un mensaje de error, estudia la línea en cuestión, aunque el error puede estar en cualquier parte. Es muy fácil cometer un error al teclear los datos del final del programa (o puede que en los bucles FOR-NEXT que leen dichos datos). Si ves que las teclas que generan sonido no se corresponden con el teclado que te mostramos al principio del libro, debe ser por que has cometido un error con los datos de los tonos. Si el punto aparece en pantalla en un sitio incorrecto repasa los datos de posición.

Almacena tus programas

Una vez hayas acabado de teclear el programa es conveniente almacenarlo ("salvarlo") en cinta, disco o microdrive. El método exacto de hacerlo depende tanto de tu ordenador como de tus procedimientos de almacenar datos. A continuación se da el listado completo del programa para cada máquina una vez incorporados los efectos adicionales.



Listados de los programas

MSX

```
10 REM Programa principal
20 ON KEY GOSUB 410,420,430,460,490,500:REM Rutinas
   atencion funciones
30 GOSUB 8010:REM Inicializar
40 GOSUB 6010:REM Pantalla
50 PT=2:TIME=0
60 KEY (1) ON:KEY (2) ON:REM Activa octavas
65 REM Lazo de interpretacion
70 IF T$="0" THEN GOTO 150
80 GOSUB 1010:REM Nota
90 IF N1<300 THEN GOSUB 3010:REM Punto
100 GOSUB 2010:REM Grabacion
110 GOSUB 4010:REM Interpretacion
120 IF PT<100 THEN GOTO 70
130 SCREEN 0,,0:CLS
140 IF PT=100 THEN LOCATE 5,10,0:PRINT "GRABACION
   COMPLETA":FOR I=1 TO 500:NEXT I
150 KEY (1) OFF:KEY (2) OFF
160 GOSUB 7010:REM Pregunta
170 IF RP=0 THEN GOTO 270
175 GOSUB 9000:REM Cambio de sonido
180 IF RP=1 THEN GOSUB 6010:REM Pantalla
190 CT=2
200 FOR F=3 TO 6:KEY (F) ON:NEXT F
210 TIME=0
220 REM Lazo de reproduccion
230 IF INKEY$="0" THEN GOTO 270
240 GOSUB 5010:REM Reproduccion
250 IF CT<PT THEN GOTO 230
260 GOTO 160
270 CLS:SCREEN 0,,1
280 END
400 REM Subrutinas atencion F1-F6
410 OC=1:RETURN:REM F1
420 OC=0:RETURN:REM F2
430 V=V+1:IF V>15 THEN V=15:REM F3
440 SOUND 8,V
450 RETURN
460 V=V-1:IF V<0 THEN V=0:REM F4
470 SOUND 8,V
480 RETURN
490 TI=TI+.05:RETURN:REM F5
500 TI=TI-.05:IF TI<=0 THEN TI= .05:REM F6
510 RETURN
1010 REM Nota
1020 T$=INPUT$(1)
1030 TC=ASC(T$)
1040 IF OC=1 THEN N2=INT(0A(TC)):N1=1000*(0A(TC)-N2)
1050 IF OC=0 THEN N2=INT(0B(TC)):N1=1000*(0B(TC)-N2)
1060 RETURN
2010 REM Grabacion
```


Continuación MSX

```

2020 IF N1<300 AND N1<>GN(PT) THEN GN(PT)=N2+(N1/1000):
      GT(PT)=TIME:PT=PT+1
2030 RETURN
3010 REM Punto
3015 OPEN "GRP:" AS #1
3020 PRESET (X(TC),Y(TC)):COLOR 7,1: PRINT #1,"■"
3030 CLOSE #1:RETURN
4010 REM Interpretacion
4020 IF N1=300 THEN RETURN
4030 SOUND 8,8:SOUND 0,N1:SOUND 1,N2
4040 FOR I=0 TO 40:NEXT I
4050 OPEN "GRP:" AS #1
4060 PRESET (X(TC),Y(TC)):COLOR .875*Y(TC)-41:
      PRINT #1,"■"
4070 CLOSE #1:SOUND 8,0:RETURN
5010 REM Reproduccion
5020 IF VR=0 AND TIME*TI>=GT(CT) THEN SOUND 8,V:
      SOUND 0,(GN(CT)-INT (GN(CT)))*1000:
      SOUND 1,INT (GN(CT)):CT=CT+1
5030 IF VR=1 AND TIME*TI>=GT(CT) THEN SOUND 13,B:
      SOUND 11,C:SOUND 12,D:
      SOUND 0,(GN(CT)-INT(GN(CT)))*1000:
      SOUND 1,INT (GN(CT)):SOUND 8,16:CT=CT+1
5040 FOR I=0 TO 80:NEXT I
5050 SOUND 8,0:RETURN
6010 REM Pantalla
6020 SCREEN 2,0,0
6030 CLS
6040 OPEN "GRP:" AS #1
6050 PRESET (88,9):PRINT #1,"MUSICA MSX"
6060 PRESET (60,25):PRINT #1,"ESTADO: PREPARADO"
6080 LINE (72,40)-(184,72),15,B
6090 PAINT (90,60),15
6100 FOR I=0 TO 5
6110 LINE (84+16*I,40)-(92+16*I,56),1,B
6120 PAINT (85+16*I,50),1
6130 NEXT I
6140 LINE (84+2*16,40)-(92+2*16,56),15,B
6150 PAINT (85+2*16,50),15
6160 FOR I=0 TO 5
6170 LINE (88+16*I,40)-(88+16*I,72),1
6180 NEXT I
6200 PRESET (44,80): PRINT #1,"PULSA CUALQUIER TECLA"
6210 PRESET (44,88): PRINT #1,"PARA COMENZAR"
6230 IF INKEY$<>" " THEN GOTO 6230
6240 IF INKEY$= " " THEN GOTO 6240
6250 IF RP=0 THEN PRESET (124,25):COLOR 4,4,4:
      PRINT #1,"PREPARADO":COLOR 15,4,4:PRESET (124,25):
      PRINT #1,"GRABANDO":GOTO 6270
6260 PRESET (124,25):COLOR 4,4,4:PRINT #1,"PREPARADO":
      COLOR 15,4,4:PRESET (124,25):
      PRINT #1,"REPRODUCIENDO"
6270 COLOR 4,4,4:PRESET (44,80):
      PRINT #1,"PULSA CUALQUIER TECLA":PRESET (44,88):
      PRINT #1,"PARA COMENZAR":COLOR 15,4,4
6280 PRESET (16,80):
      PRINT #1,"PULSA F1 PARA SUBIR UNA OCTAVA"
6290 PRESET (16,88):
      PRINT #1,"PULSA F2 PARA BAJAR UNA OCTAVA"
6300 PRESET (16,96):PRINT #1,"PULSA O PARA SALIR"
6310 PRESET (80,112):PRINT #1,"SOLO REPRODUCCION"
6320 PRESET (16,120):
      PRINT #1,"PULSA F3 PARA SUBIR VOLUMEN"
6330 PRESET (16,128):
      PRINT #1,"PULSA F4 PARA BAJAR VOLUMEN"
6340 PRESET (16,136):
      PRINT #1,"PULSA F5 PARA SUBIR TEMPO"
6350 PRESET (16,144):
      PRINT #1,"PULSA F6 PARA BAJAR TEMPO"
6370 CLOSE #1:RETURN
7010 REM Pregunta
7020 COLOR 15,4,4:CLS:SCREEN 0
7030 LOCATE 5,10,0:PRINT "QUIERES REPRODUCIRLO? (S\N)"
7040 INPUT R$
7050 IF R$<>"S" AND R$<>"N" THEN GOTO 7020

```


Continuación MSX

```

7060 IF R$="S" THEN RP=1:GOTO 7080
7070 RP=0
7080 RETURN
8010 REM Inicializar
8020 FOR F=1 TO 10:KEY(F) OFF:NEXT F:KEY OFF
8030 SCREEN 0:COLOR 15,4,4:CLS
8040 LOCATE 12,12,0:PRINT "ESPERA POR FAVOR"
8050 DIM GN(100):DIM GT(100):DIM OB(122):DIM OA(122):
    DIM X(90):DIM Y(90):DIM E(10):DIM P(10,2)
8060 FOR F=1 TO 122:REM Teclado MSX
8070 OB(F)=.3:OA(F)=.3:NEXT F
8080 FOR F=66 TO 90:REM Teclado seleccionado
8090 READ OB(F),OA(F):NEXT F
8100 FOR F=1 TO 100:REM Matrices de grabacion
8110 GN(F)=.3:GT(F)=0:NEXT F
8120 FOR F=66 TO 90:REM Datos posicion teclas
8130 READ X(F),Y(F):NEXT F
8140 FOR F=1 TO 10:REM Datos sonidos
8150 READ E(F),P(F,1),P(F,2):NEXT F
8160 RP=0:OC=0:TI=1:V=8:VR=0
8170 SCREEN 3,0
8180 OPEN "GRP:" FOR OUTPUT AS #1
8190 PRESET (50,24):PRINT #1, "MUSICA":PRESET (90,120):
    PRINT #1, "MSX"
8200 CLOSE #1
8210 PLAY "T150S8M700006L4F.L8GL4FGA.L8B-L4A.R8A.L8B-L4
    AB-L407C.L8DL4C.R8DR8L16DR64D8R8D8R8L32DCR64CR64CR
    6406L4B-A62"
8211 PLAY "R4L4G.L8AL4GAB-.L807CL406B-.R8F.L8GL4FGA.L8B
    -L4A.R8ER8L16FR64E8R8F8R8L8GR64GR64AR64B-R64AR64GR
    64F2"
8215 FOR I=1 TO 3500:NEXT I
8220 SOUND 7,&B101111110:SOUND 8,0
8230 RETURN
9000 REM Cambio de sonido
9010 CLS
9020 LOCATE 5,10,0:
    INPUT "QUIERES CAMBIAR EL SONIDO? (S/N)";H$
9030 IF H$<>"S" AND H$<>"N" THEN GOTO 9020
9040 IF H$="N" THEN RETURN
9050 IF H$="S" THEN CLS:LOCATE 3,10,0:
    INPUT "SELECCIONA UN SONIDO ENTRE 1 Y 10";A
9060 IF A<1 OR A>10 THEN GOTO 9050
9070 B=E(A):C=P(A,1):D=P(A,2):VR=1
9080 RETURN
10000 REM *****DATOS FRECUENCIA TONOS*****
10010 DATA 1.029,0.143,1.083,0.170,1.104,0.180,0.300,
    0.300,0.300,0.300,1.046,0.151,1.013,0.135,0.300,
    0.300,0.240,0.120,0.300,0.300,0.300,0.300,0.227,
    0.113,0.254,0.127,0.300,0.300,0.300,0.300
10020 DATA 0.300,0.300,0.300,0.300,1.148,0.202,0.300,
    0.300,0.300,0.300,1.064,0.160,0.300,0.300,1.125,
    0.190,0.300,0.300,1.172,0.214
10030 REM *****DATOS POSICION TECLAS*****
10040 DATA 144,64,112,64,100,48,0,209,0,209,132,48,148,
    48,0,209,164,48,0,209,0,209,176,64,160,64,0,209,
    0,209,0,209,0,209,84,48,0,209,0,209,128,64,0,209,
    96,64,0,209,80,64
10050 REM *****DATOS SONIDOS*****
10060 DATA 14,255,0,14,235,3,8,115,27,8,235,3,11,215,7,
    10,100,0,12,245,1,8,215,7,4,215,7,1,215,7

```

SPECTRUM

```

10 REM Teclado del Spectrum
20 POKE 23658,8
30 GO SUB 1050: REM inicializar
40 GO SUB 620: REM pantalla
50 LET pt=2
60 LET un=99
70 POKE 23672,0: POKE 23673,0
80 REM lazo interpretacion

```


Continuación Spectrum

```

90 IF INKEY$="0" THEN GO TO 180
100 GO SUB 330: REM nota
110 IF no<>un AND no<>99 THEN GO SUB 500: REM punto
120 GO SUB 420: REM efectos
130 GO SUB 390: REM grabacion
140 GO SUB 540: REM interpretar
150 IF pt<1000 THEN GO TO 90
160 CLS
170 IF pt=1000 THEN PRINT AT 10,7;"GRABACION COMPLETA
": BEEP 3,20: PAUSE 10
180 PAPER 1: INK 7
190 GO SUB 970: REM pregunta
200 IF rp=0 THEN GO TO 300
210 IF rp=1 THEN GO SUB 620: REM pantalla
220 LET ct=2
230 POKE 23672,0: POKE 23673,0
240 REM lazo de reproduccion
250 IF INKEY$="0" THEN GO TO 300
260 GO SUB 410: REM efectos
270 GO SUB 580: REM reproduccion
280 IF ct<pt THEN GO TO 250
290 GO TO 190
300 BORDER 7: PAPER 7: INK 0
310 CLS
320 STOP
330 REM nota
340 LET t$=INKEY$
350 LET tc=CODE (t$)+1
360 LET no=t(tc)
370 RETURN
380 REM grabacion
390 IF no<99 AND no<>g(pt,1) THEN LET g(pt,1)=no:
LET g(pt,2)=PEEK 23672+256*PEEK 23673: LET pt=pt+1
400 RETURN
410 REM efectos
420 IF INKEY$="1" THEN LET oc=12
430 IF INKEY$="2" THEN LET oc=0
440 IF INKEY$="3" THEN LET ti=1.5
450 IF INKEY$="4" THEN LET ti=1
460 IF INKEY$="5" THEN LET ac=1
470 IF INKEY$="6" THEN LET ac=0
471 IF INKEY$="7" THEN LET dt=1
472 IF INKEY$="8" THEN LET dt=0
480 RETURN
490 REM punto
500 INK 2: PAPER 6
510 PRINT AT y(tc),x(tc);"*"
520 RETURN
530 REM interpretar
540 IF no=un THEN GO TO 570
550 LET un=no
560 IF no<>99 THEN BEEP .3,no+oc: PRINT PAPER
(y(tc)-6)*3.5:AT y(tc),x(tc);" ": REM espacio
570 RETURN
580 REM reproduccion
581 IF (PEEK 23672+256*PEEK 23673)*ti>=g(ct,2)
AND dt=1 THEN BEEP .15/ti,g(ct,1)+oc+2:
BEEP .15/ti,g(ct,1)+oc-2: LET ct=ct+1: GO TO 610
590 IF (PEEK 23672+256*PEEK 23673)*ti>=g(ct,2) AND
ac=0 THEN BEEP .3/ti,g(ct,1)+oc: LET ct=ct+1:
GO TO 610
600 IF (PEEK 23672+256*PEEK 23673)*ti>=g(ct,2) AND
ac=1 THEN FOR p=1 TO 4:
BEEP .01/ti,g(ct,1)+oc+e(p): NEXT p: LET ct=ct+1
610 RETURN
620 REM pantalla
630 INK 7: PAPER 1
640 CLS
650 PRINT AT 1,11;"SPECTRAMUSICA"
660 PRINT AT 3,5;"ESTADO: "
670 PRINT AT 3,13;"PREPARADO"
680 FOR f=6 TO 8
690 FOR g=10 TO 22
700 PRINT PAPER 7:AT f,g;" "
710 NEXT g

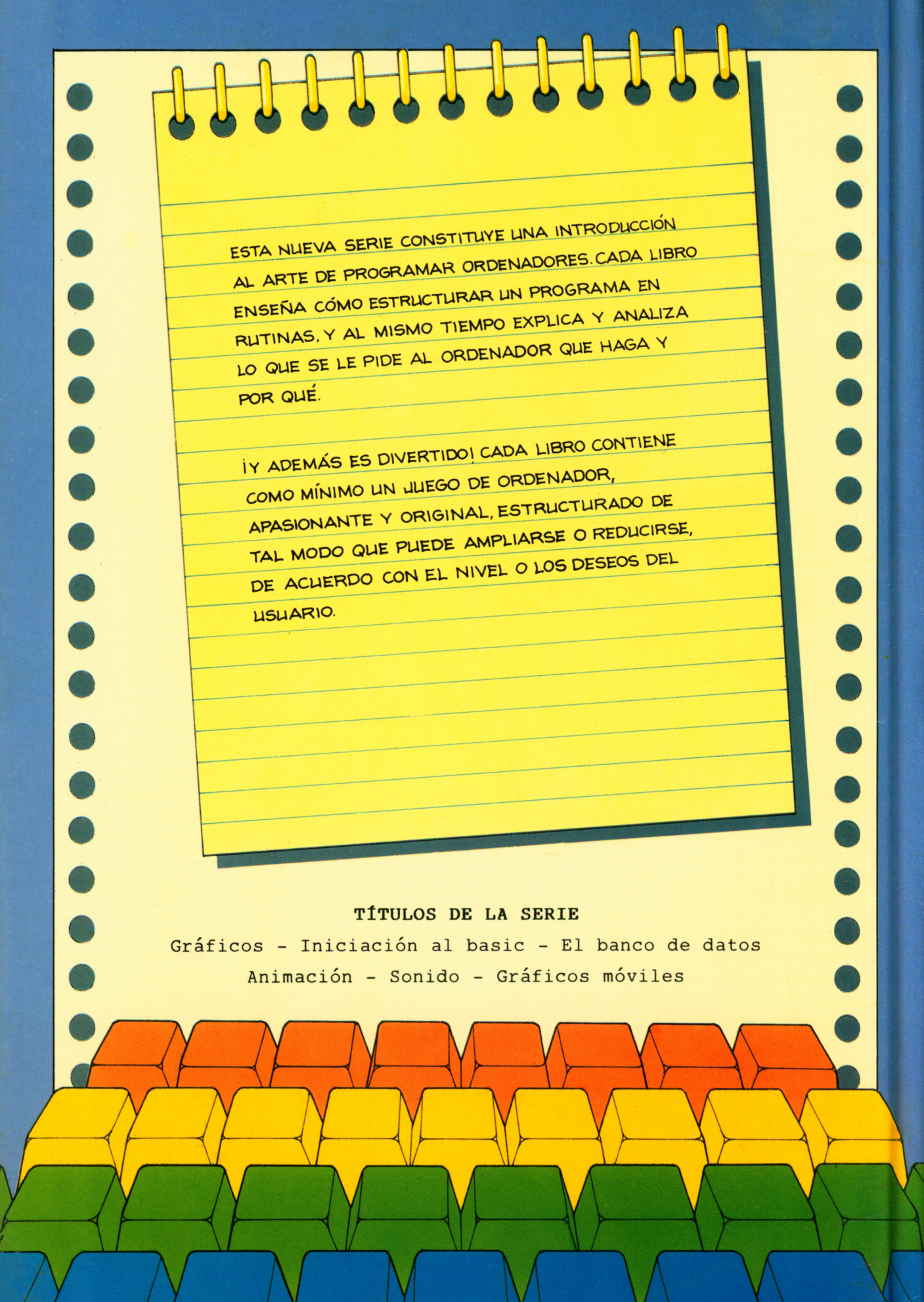
```


Continuación Spectrum

```

720 NEXT f
730 FOR f=11 TO 21 STEP 2
740 PRINT PAPER 0;AT 6,f;" "
750 NEXT f
760 PRINT PAPER 7;AT 6,15;" "
770 INK 0
780 FOR x=91 TO 177 STEP 16
790 PLOT x,103: DRAW 0,24
800 PLOT x+1,103: DRAW 0,24
810 NEXT x
820 INK 7
830 PRINT AT 11,3;"PULSA CUALQUIER TECLA PARA
    COMENZAR"
840 IF INKEY$<>" " THEN GO TO 840
850 IF INKEY$="" THEN GO TO 850
860 IF rp=0 THEN PRINT AT 3,13;"GRABANDO": GO TO 880
870 PRINT AT 3,13;"REPRODUCIENDO"
880 PRINT AT 11,3;"PULSA 1 PARA SUBIR UNA OCTAVA"
890 PRINT AT 12,3;"PULSA 2 PARA ESCALA NORMAL"
900 PRINT AT 13,3;"PULSA 0 PARA SALIR"
910 PRINT AT 15,10;"SOLO REPRODUCIR"
920 PRINT AT 16,3;"PULSA 3 PARA SUBIR TEMPO"
930 PRINT AT 17,3;"PULSA 4 PARA TEMPO NORMAL"
940 PRINT AT 18,3;"PULSA 5 PARA EFECTOS"
950 PRINT AT 19,3;"PULSA 6 PARA BORRAR EFECTOS"
951 PRINT AT 20,3;"PULSA 7 PARA 2-TONOS"
952 PRINT AT 21,3;"PULSA 8 PARA BORRAR 2-TONOS"
960 RETURN
970 REM Pregunta
980 CLS
990 PRINT AT 10,0;"QUIERES REPRODUCIRLO? (S/N)"
1000 INPUT r$
1010 IF r$<>"S" AND r$<>"N" THEN GO TO 980
1020 IF r$="S" THEN LET rp=1: GO TO 1040
1030 LET rp=0
1040 RETURN
1050 REM inicializar
1060 BORDER 1: PAPER 1: INK 7
1070 CLS
1080 PRINT AT 10,11;"ESPERA POR FAVOR"
1090 DIM g(1000,2): DIM t(110): DIM e(4): DIM x(105):
    DIM y(105)
1100 FOR f=1 TO 110
1110 LET t(f)=99
1120 NEXT f
1130 FOR f=67 TO 91
1140 READ dato
1150 LET t(f)=dato
1160 NEXT f
1170 FOR f=1 TO 4
1180 READ dato
1190 LET e(f)=dato
1200 NEXT f
1210 FOR f=1 TO 1000
1220 LET g(f,1)=99: LET g(f,2)=0
1230 NEXT f
1240 FOR f=67 TO 91
1250 READ dato
1260 LET y(f)=dato
1270 READ dato
1280 LET x(f)=dato
1290 NEXT f
1300 LET rp=0: LET oc=0: LET ti=1: LET ac=0
1301 LET dt=0
1310 RETURN
1315 REM ****DATOS TONO****
1320 DATA -5,-8,-9,99,99,-6,-4,99,-2,99,99,-1,-3,99,99,
    99,99,-11,99,99,-7,99,-10,99,-12
1340 REM ****DATOS EFECTOS****
1350 DATA 0,4,7,12
1360 REM ****DATOS POSICION****
1370 DATA 8,18,8,14,6,13,0,0,0,0,6,17,6,19,0,0
1380 DATA 6,21,0,0,0,0,8,22,8,20,0,0,0,0,0,0,0,6,11,
    0,0,0,0
1390 DATA 8,16,0,0,8,12,0,0,8,10

```

ESTA NUEVA SERIE CONSTITUYE UNA INTRODUCCIÓN
AL ARTE DE PROGRAMAR ORDENADORES. CADA LIBRO
ENSEÑA CÓMO ESTRUCTURAR UN PROGRAMA EN
ROUTINAS, Y AL MISMO TIEMPO EXPLICA Y ANALIZA
LO QUE SE LE PIDE AL ORDENADOR QUE HAGA Y
POR QUÉ.

¡Y ADEMÁS ES DIVERTIDO! CADA LIBRO CONTIENE
COMO MÍNIMO UN JUEGO DE ORDENADOR,
APASIONANTE Y ORIGINAL, ESTRUCTURADO DE
TAL MODO QUE PUEDE AMPLIARSE O REDUCIRSE,
DE ACUERDO CON EL NIVEL O LOS DESEOS DEL
USUARIO.

TÍTULOS DE LA SERIE

Gráficos - Iniciación al basic - El banco de datos
Animación - Sonido - Gráficos móviles