

**Como programar**

**“Frogger Eterno”**



V36

Jose Javier García Aranda

INDICE

[1 Historia de frogger 5](#_Toc4522015)

[2 Versión de frogger programada con 8BP 7](#_Toc4522016)

[3 Diseño de sprites 9](#_Toc4522017)

[4 Estructura de un videojuego 15](#_Toc4522018)

[5 Diseño general 17](#_Toc4522019)

[5.1 capa de marcadores 18](#_Toc4522020)

[5.2 Capa de layout (tile map) 19](#_Toc4522021)

[5.3 Capa de sprites 21](#_Toc4522022)

[6 Presentación 25](#_Toc4522023)

[7 Lógica del programa principal 29](#_Toc4522024)

[8 Control de la rana 31](#_Toc4522025)

[9 Rutina de colisión 35](#_Toc4522026)

[10 Lógica del ciclo de juego 37](#_Toc4522027)

[11 Rutas 39](#_Toc4522028)

[11.1 Tipologia de posibles Rutas 39](#_Toc4522029)

[11.2 Rutas de vehículos 39](#_Toc4522030)

[11.3 Rutas de tortugas 40](#_Toc4522031)

[11.4 Rutas de troncos 41](#_Toc4522032)

[12 A jugar y a programar!! 43](#_Toc4522033)

# Historia de frogger

Frogger fue un juego desarrollado por **Konami** en 1981 para maquina arcade basada en Z80. Se convirtió en un clásico, un juego de referencia en la historia de los videojuegos.

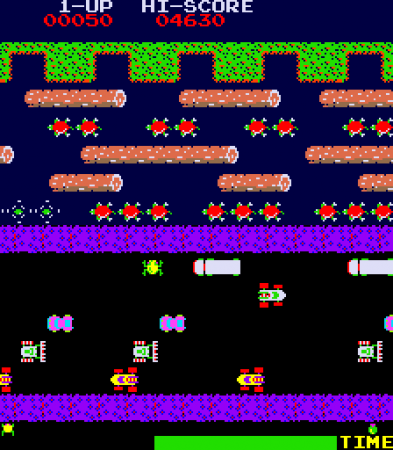
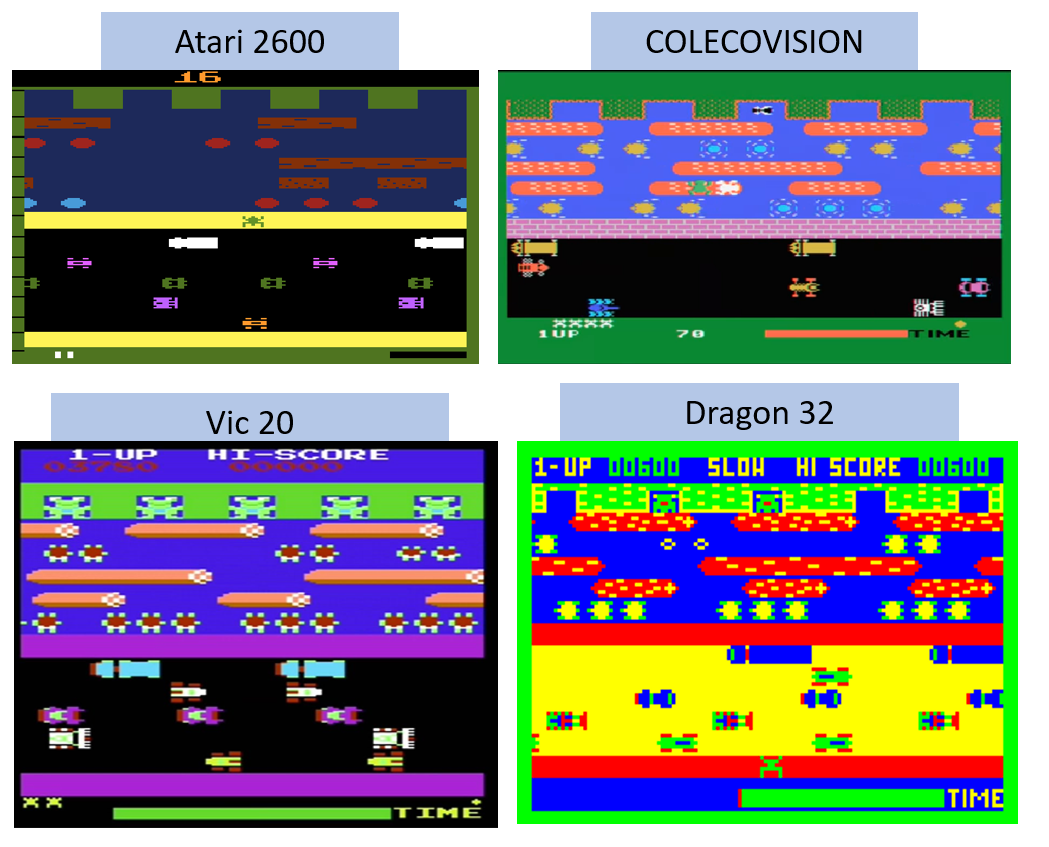
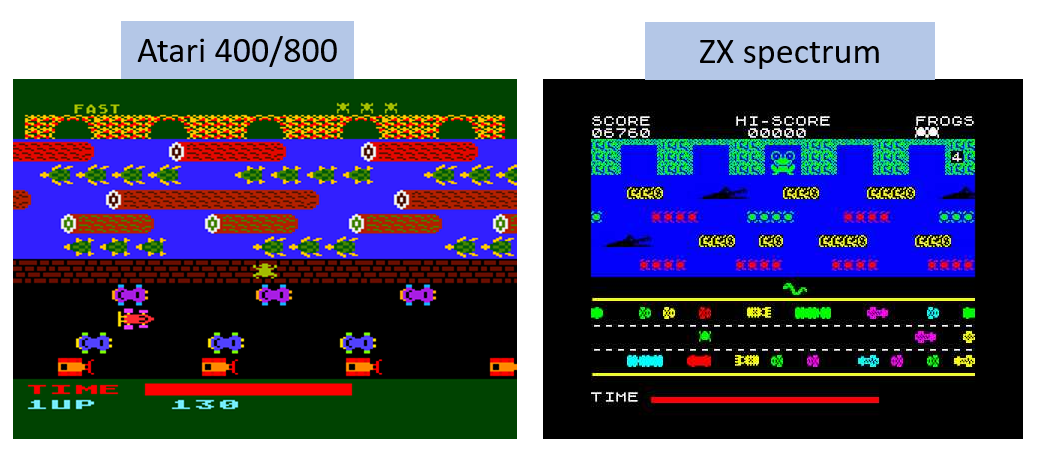


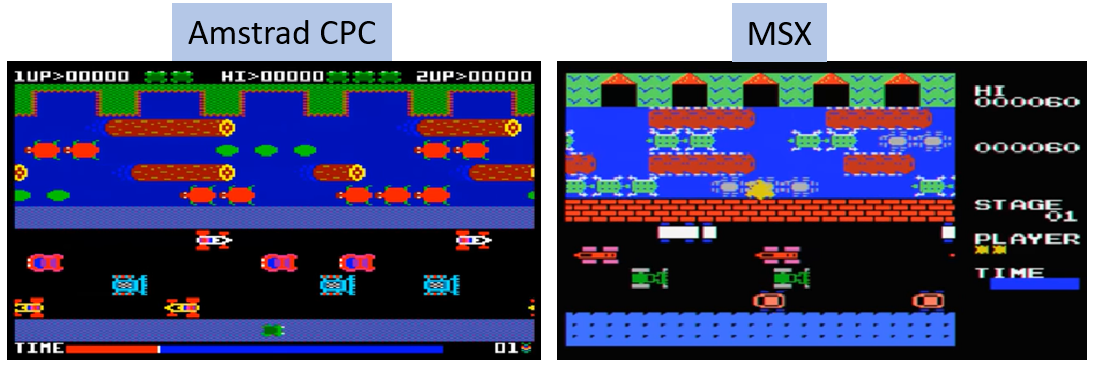
Fig. 1 El clásico “Frogger”

El planteamiento del juego es sencillo. Debes manejar una rana y cruzar una carretera por la que pasan coches, y posteriormente un rio lleno de peligros. Al final del rio hay unas moscas y cada vez que te comes una vuelves a la zona inferior de la pantalla. Cuando te comes todas pasas de nivel, incrementando la dificultad.

Hay versiones de frogger para todos los sistemas. Frogger es considerado como uno de los 10 mejores videojuegos de todos los tiempos según Killer List of Videogames ([KLOV](https://es.wikipedia.org/wiki/KLOV)). El KLOV es un sitio web creado en 1991 que se dedica a catalogar juegos pasados y presentes







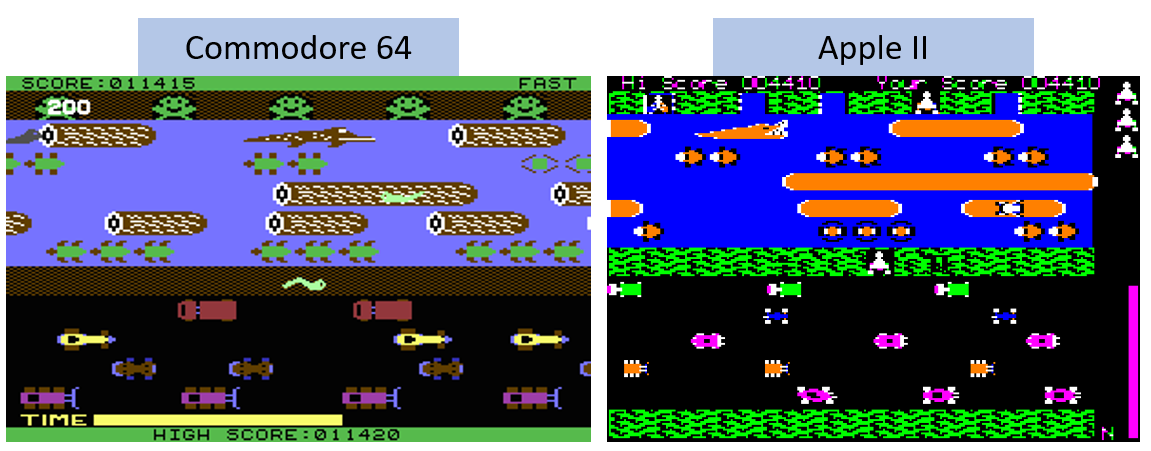


Fig. 2 distintas adaptaciones de frogger

# Versión de frogger programada con 8BP

La versión de frogger programada con 8BP ha sido titulada “frogger eterno”, en conmemoriación del evento “amstrad eterno” celebrado el 30 de marzo de 2019.

Es un juego desarrollado en MODE 1 (se aprecia en los gráficos de alta resolución) y su listado BASIC ocupa 10KB.

Aunque algunos de los elementos del frogger original no han sido incluidos, tales como los cocodrilos o la capacidad de las tortugas para sumergirse, el juego refleja bastante bien el espíritu del juego original.

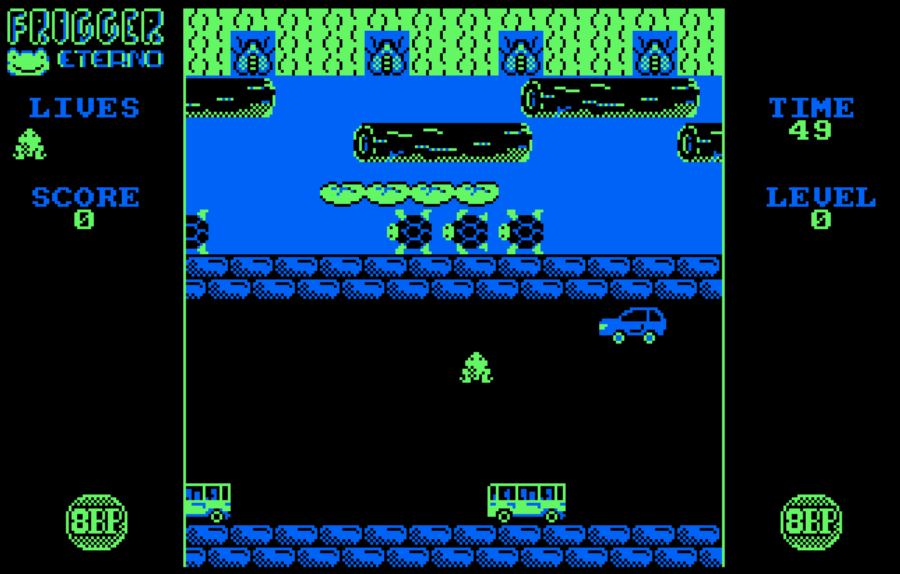


Fig. 3 Versión de frogger realizada con 8BP

Como puedes apreciar, el número de colores que aparecen en pantalla son 3 : negro, azul y verde. En mode 1 el Amstrad soporta 4 colores, pero para lograr que la rana sea capaz de soportar sobreescritura, es decir para que pueda pasar por encima de los ladrillos sin romperlos, 8BP utiliza una técnica que requiere de la reducción de colores simultáneos. A pesar de ello se pueden hacer buenos graficos con poco color.

Para programar con 8BP necesitas el WinApe (emulador/editor/ensamblador de amstrad para windows). Debes crear la estructura de carpetas de 8BP

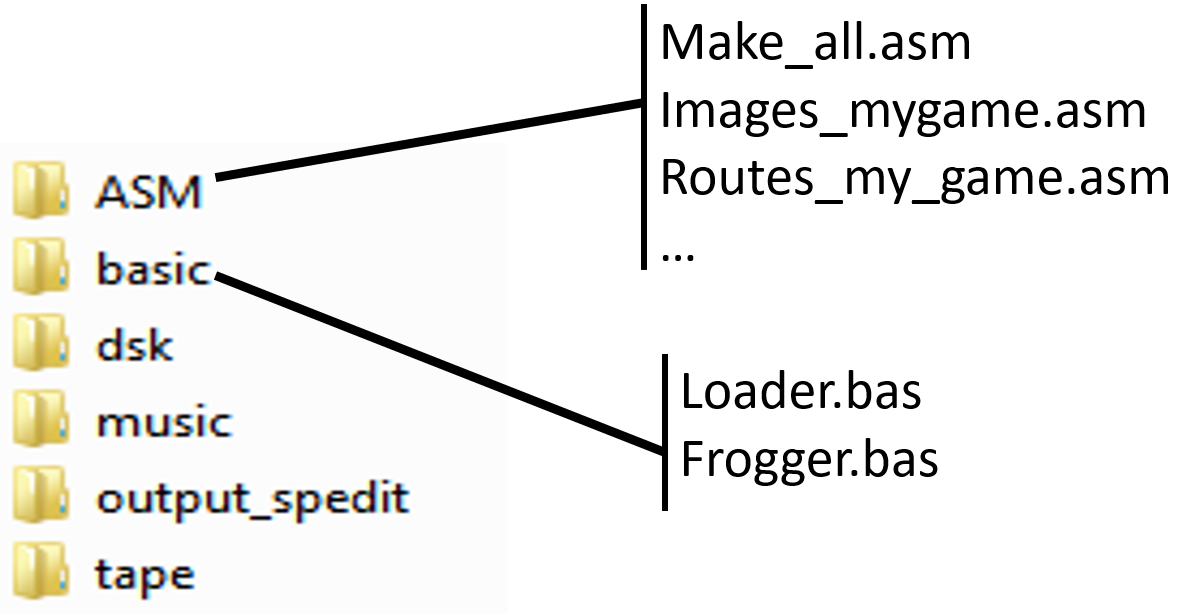


Fig. 4 Estructura de carpetas del juego

# Diseño de sprites

Todos los sprites de frogger han sido creados con la herramienta SPEDIT, que viene integrada en 8BP como una utilidad disponible en BASIC. Gracias a SPEDIT puedes crear tus propias imágenes y salvarlas en un fichero de texto.

La rana es el único sprite al que se le va a dotar de capacidad de transparencia durante el juego. Es por ello que la paleta de 4 colores se ve reducida a 3, ya que el tercer y cuarto color son iguales como se puede apreciar.



Una vez diseñada cualquier imagen, al pulsar “b”, se vuelca sobre el fichero de texto que tengas configurado en winape. Ello te genera un texto como el que se muestra a continuación, que es el correspondiente a la rana en reposo:

**;------ BEGIN IMAGE --------**

**db 4 ; ancho**

**db 16 ; alto**

**db 0 , 0 , 0 , 0**

**db 0 , 0 , 0 , 0**

**db 0 , 0 , 0 , 0**

**db 0 , 1 , 8 , 0**

**db 0 , 3 , 12 , 0**

**db 0 , 5 , 10 , 0**

**db 0 , 15 , 15 , 0**

**db 0 , 15 , 15 , 0**

**db 0 , 5 , 14 , 0**

**db 1 , 10 , 15 , 8**

**db 1 , 13 , 13 , 8**

**db 0 , 10 , 11 , 0**

**db 2 , 13 , 11 , 4**

**db 1 , 12 , 3 , 8**

**db 0 , 0 , 0 , 0**

**db 0 , 0 , 0 , 0**

**;------ END IMAGE --------**

Esta imagen debes pegarla en el fichero de imágenes del juego, que en mi caso se llama “images\_mygame.asm”

Además de pegarla, debes ponerla una “etiqueta” (un nombre) para poder referenciarla después, por ejemplo “FROG\_UP1”:

**;------ BEGIN IMAGE --------**

**FROG\_UP1**

**db 4 ; ancho**

**db 16 ; alto**

**db 0 , 0 , 0 , 0**

**db 0 , 0 , 0 , 0**

**db 0 , 0 , 0 , 0**

**db 0 , 1 , 8 , 0**

**db 0 , 3 , 12 , 0**

**db 0 , 5 , 10 , 0**

**db 0 , 15 , 15 , 0**

**db 0 , 15 , 15 , 0**

**db 0 , 5 , 14 , 0**

**db 1 , 10 , 15 , 8**

**db 1 , 13 , 13 , 8**

**db 0 , 10 , 11 , 0**

**db 2 , 13 , 11 , 4**

**db 1 , 12 , 3 , 8**

**db 0 , 0 , 0 , 0**

**db 0 , 0 , 0 , 0**

**;------ END IMAGE --------**

Al principio del fichero de imágenes aparece una relación de las imágenes que quieres usar. A cada una de ellas 8BP le asigna un numero empezando por el numero 16. Todo esto es ensamblador, pero no son instrucciones, solo datos. No necesitas saber ensamblador. Lo único que necesitas saber es el significado de la palabra “ensamblar”, que es simplemente “cargar datos en memoria”. Y eso es lo que haremos

Este es el fichero “images\_mygame.asm”

**IMAGE\_LIST**

**;---------------------------------------------------------------------------**

**; pondremos aqui una lista de las imagenes que queremos usar**

**; se empiezan a numerar en 16**

**; podemos usar hasta 255 imagenes especificadas de este modo**

**;---------------------------------------------------------------------------**

**DW FROG\_UP1;16**

**DW FROG\_UP2;17**

**DW STONE;18**

**DW STONE2;19**

**DW WATER;20**

**DW SAND;21**

**DW CAR1\_L;22**

**DW MONEDA;23**

**DW FROG\_L1\_DEL;24**

**DW FROG\_R1\_DEL;25**

**DW FROG\_L1;26**

**DW FROG\_L2;27**

**DW CAR1\_L;28**

**DW CAR1\_R;29**

**DW TRONCO;30**

**DW TURTLESA;31**

**DW MURO;32**

**DW HOJAS2;33**

**DW HOJAS4;34**

**DW RIVER;35**

**DW MOSCA;36**

**dw WATERMOSCA;37**

**DW FROGGER;38**

**; ahora las imagenes**

**IMAGE0**

**;---------------------------------------------------------------------------**

**; si no vas a usar el comando PRINTAT, sino simplemente los caracteres del**

**; amstrad, entonces puedes comentar la siguientes 3 lineas**

**\_BEGIN\_ALPHABET**

**read "alphabet\_default.asm"**

**\_END\_ALPHABET**

**;=================================================**

**\_SPRITE\_HEIGHTS\_TABLE ds 32 ; 32 bytes para almacenar las alturas de los sprites y poderlos ordenar. uso interno.**

**;=================================================**

**\_BEGIN\_FLIP\_IMAGES**

**;=================================================**

**; aqui pon las imagenes que se definen como otras existentes pero flipeadas**

**;horizontalmente.**

**FROG\_L1 dw FROG\_R1**

**FROG\_L2 dw FROG\_R2**

**FROG\_L1\_DEL dw FROG\_R1\_DEL**

**;=================================================**

**\_END\_FLIP\_IMAGES**

**;=================================================**

**\_BEGIN\_IMAGES**

**;------ BEGIN IMAGE --------**

**FROG\_UP2**

**db 4 ; ancho**

**db 16 ; alto**

**db 2 , 8 , 1 , 4**

**db 3 , 0 , 0 , 12**

**db 1 , 1 , 8 , 8**

**db 1 , 11 , 13 , 8**

**db 0 , 13 , 11 , 0**

**db 0 , 7 , 14 , 0**

**db 0 , 13 , 15 , 0**

**db 0 , 10 , 15 , 0**

**db 0 , 5 , 14 , 0**

**db 0 , 10 , 15 , 0**

**db 0 , 9 , 9 , 0**

**db 3 , 12 , 3 , 12**

**db 1 , 8 , 1 , 8**

**db 2 , 8 , 1 , 4**

**db 0 , 0 , 0 , 0**

**db 0 , 0 , 0 , 0**

**;------ END IMAGE --------**

A medida que vamos creando las imágenes, las incluimos en el fichero de imágenes. Y usarlas es tan sencillo como asignársela a un sprite e imprimirlo.

Por ejemplo, para imprimir el titulo del juego en los marcadores, simplemente hacemos:

**600 |SETUPSP,0,0,1:|SETUPSP,0,9,frogger:|PRINTSP,0,0,0**

Siendo la variable frogger = 38, que es el numero asignado a la imagen que usamos como titulo. Dicho valor se asigna al principio, en la línea 280



Fig. 5 imagen titulo del juego

No todos los sprites tienen un numero asignado pues no son referenciados desde BASIC, aunque aun asi se pueden usar. Por ejemplo, se puede crear una secuencia de animación que contenga las etiquetas (los nombres) de varias imágenes que no son incluidas en el listado inicial de imágenes y al asignar esa secuencia a un sprite, sus imágenes se usan. Y lo mismo pasa con una ruta en la que se definan imágenes. Si la ruta indica que imágenes se deben asignar al sprite, no hace falta mas que asignarle la ruta para que el sprite use esas imágenes.

Fíjate que he cometido el error de incluir “**CARL1\_L”** dos veces en la lista inicial del fichero **images\_mygame.asm**, por lo que se puede referenciar tanto con el numero 22 como con el 28.

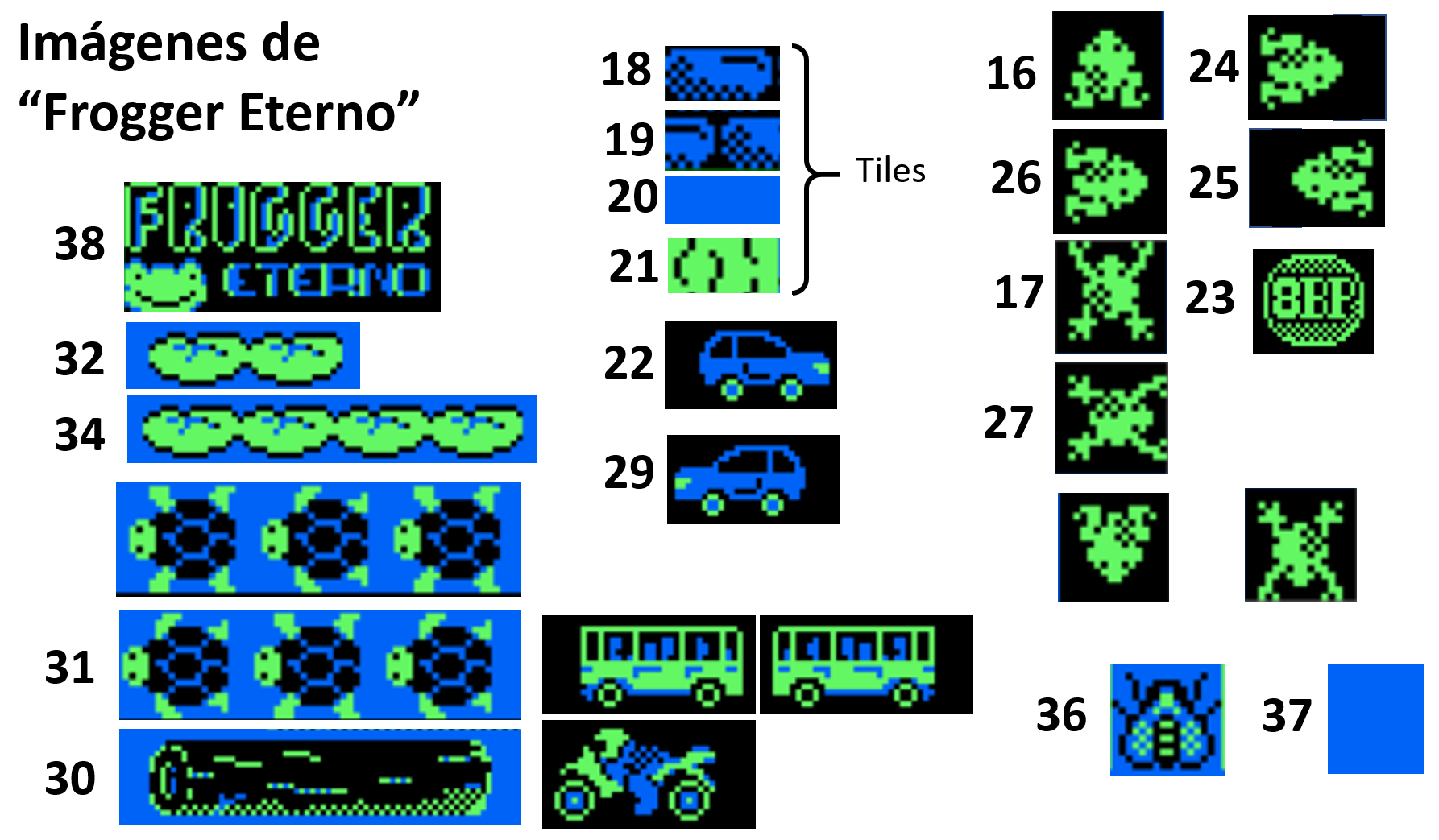


Fig. 6 imagenes de Frogger Eterno

Como puedes observar, los vehículos han sido dibujado sobre fondo negro, de modo que al desplazarse se borran a si mismos (borran su “rastro”) sobre una carretera negra. Por el contrario, las tortugas, los nenúfares y los troncos tienen fondo azul, para que al desplazarse se borren a si mismos dejando el rio del color que tiene, azul.

Algunos sprites no han sido creados, sino que simplemente se ha especificado que se use la versión flipeada del mismo sprite. Esto se indica en la sección de imágenes flipeadas del archivo de imágenes. En concreto se flipean 3 imágenes:

* la rana en horizontal en reposo (**FROG\_L1)**
* la rana en horizontal saltando **(FROG\_L2)**
* la rana en horizontal en reposo, pero con algo mas de ancho (**FROG\_L1\_DEL).** Esta imagen es auxiliar, de momento no le des importancia.

**;=================================================**

**\_BEGIN\_FLIP\_IMAGES**

**;=================================================**

**; aqui pon las imagenes que se definen como otras existentes pero flipeadas**

**;horizontalmente.**

**FROG\_L1 dw FROG\_R1**

**FROG\_L2 dw FROG\_R2**

**FROG\_L1\_DEL dw FROG\_R1\_DEL**

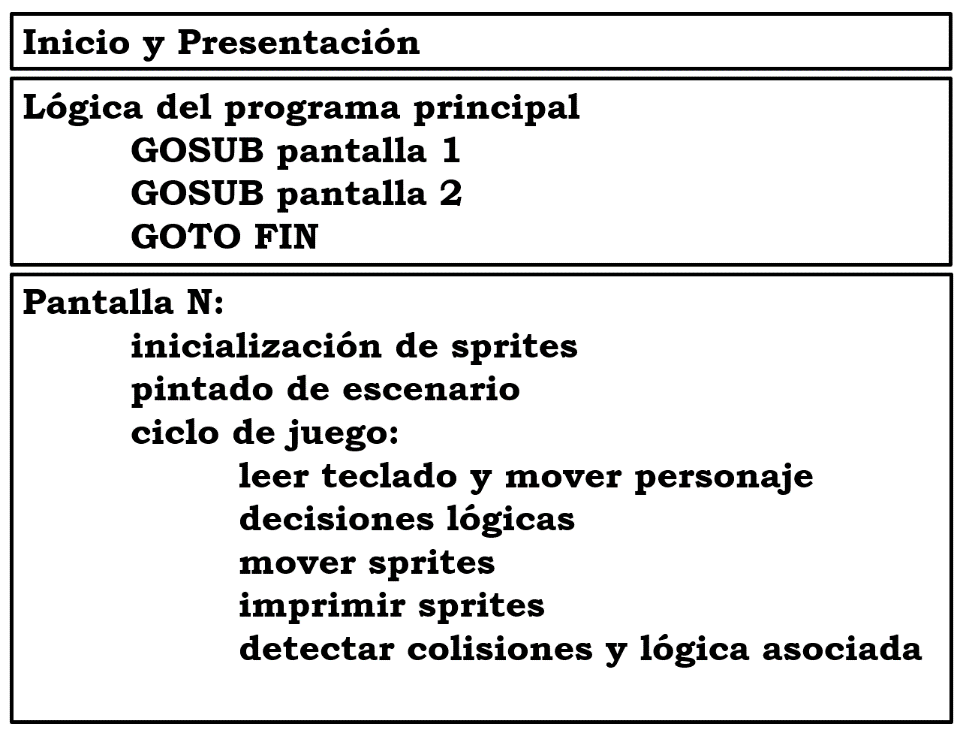
**;=================================================**

**\_END\_FLIP\_IMAGES**

Los coches y autobuses podrían haberse flipeado para ahorrar memoria, pero como este juego no consume muchos gráficos, decidí no usar el mecanismo de flipping en ellos y asi aumentar la velocidad, ya que el flipping es costoso y si lo usas masivamente se puede llegar a notar que el juego va algo mas despacio.

# Estructura de un videojuego

Aunque puedan existir ciertas variaciones, casi todos los videojuegos se pueden estructurar en varias partes que se presentan a continuación



La parte mas importante del juego es lo que llamamos el “ciclo de juego”, que es donde se realizan todas las tareas del juego, mientras que el resto de la estructura del programa es todo aquello que sirve para inicializar el juego y organizarlo en fases o pantallas.

Cada una de las partes del ciclo de juego pueden ser rutinas. De este modo podemos simplificar la escritura del ciclo de juego invocando a estas rutinas. Podemos hacer una rutina de lectura de teclado y movimiento del personaje, otra para la lógica de las colisiones, otra para tomar decisiones logicas tales como crear nuevos enemigos, etc. Todas estas pequeñas rutinas las invocaremos desde el ciclo de juego.

# Diseño general

Para programar el juego, podemos estructurar el juego que tenemos ante nosotros como una superposición de “capas”,

* **Capa de marcadores**
* **Capa de mapa de tiles**
* **Capa de sprites**

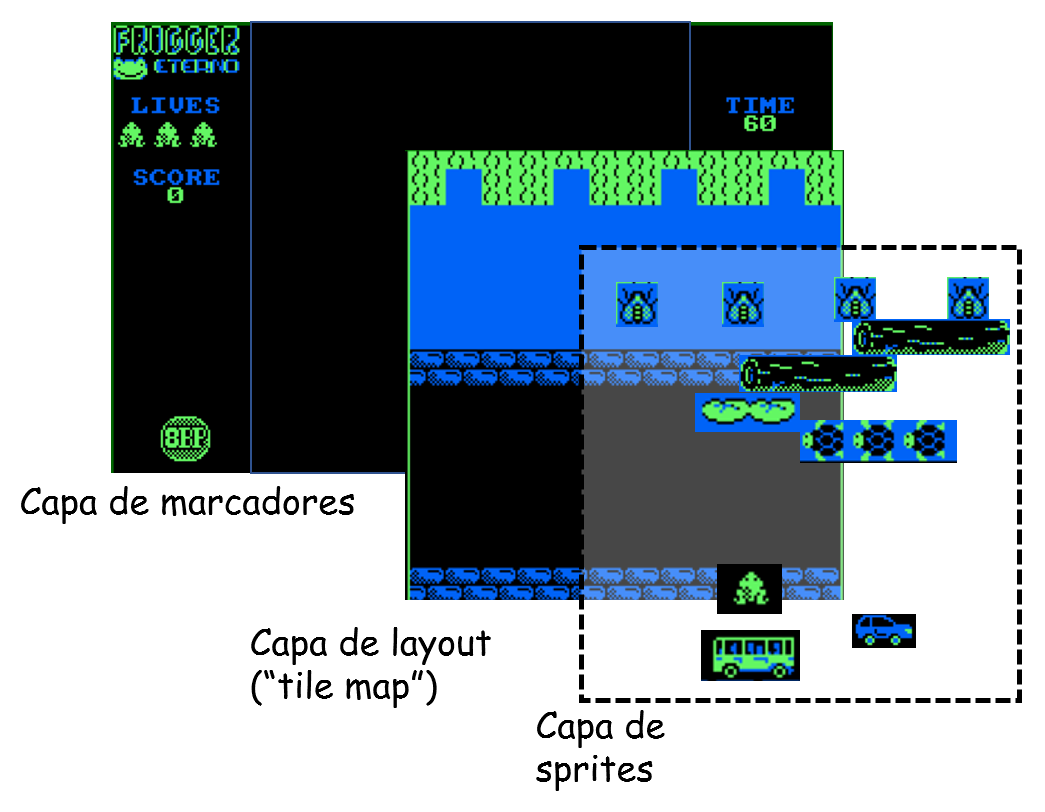


Fig. 7 Diferentes capas del juego

La capa de marcadores simplemente la imprimimos una vez al principio. Colocamos los textos y asignamos la imagen de la rana a un sprite que imprimimos 3 veces con **PRINTSP.** El titulo tambien es una imagen que asociamos a un sprite el cual imprimimos con **PRINTSP**. Durante el juego lo único que se va a actualizar periódicamente es el indicador de tiempo restante, lo cual consume poco tiempo.

El layout es un dibujo de fondo, que solo se imprime una vez mediante el comando **LAYOUT**. La rana utiliza impresión transparente y puede pasar por encima de los ladrillos que hacen de bordes de la carretera sin romperlos. Los colores de fondo son dos: azul y negro. La impresión transparente de 8BP en mode 1 permite respetar fondos construidos con dos colores. Tan solo la rana usa impresión transparente pues es el único sprite que lo necesita.

Por último, está la capa de sprites. En cada ciclo de juego imprimiremos todos los sprites, pero no uno por uno sino todos juntos mediante el comando **PRINTSPALL**

## capa de marcadores

Durante el juego se establecen los limites para el pintado de sprites en el área de juego, en la línea 940

**940 |SETLIMITS,16,64,0,200**

Sin embargo, los marcadores están fuera de esa área, en parte a la izquierda y en parte a la derecha. Es importante tener en cuenta que los limites establecidos en el comando SETLIMITS solo afectan al pintado de sprites, y no al texto que podamos imprimir con el comando PRINT de BASIC.

Puesto que dentro de los marcadores hay sprites (las vidas y el titulo del juego), la rutina que pinta los marcadores establece unos limites que abarcan toda la pantalla

**580 '--- marcadores**

**590 |SETLIMITS,0,80,0,200**

**600 |SETUPSP,0,0,1:|SETUPSP,0,9,frogger:|PRINTSP,0,0,0**

**610|SETUPSP,0,0,1:|SETUPSP,0,9,23:|PRINTSP,0,172,4:|PRINTSP,0,172,68: |SETUPSP,0,0,0**

**620 PEN 1:LOCATE 2,5: PRINT "LIVES": LOCATE 35,5:PRINT "TIME": PEN 2: LOCATE 35,6: PRINT t**

**630 LOCATE 2,9: PEN 1:PRINT "SCORE": LOCATE 3,10:PEN 2:PRINT score**

**640 LOCATE 35,9: PEN 1:PRINT "LEVEL": PEN 2:LOCATE 36,10:PRINT (30-dificultad)/5**

**650 FOR i=0 TO LIVES-1:|PRINTSP,31,40,i\*4:NEXT**

El resultado es el que se muestra a continuación:



Para poder disminuir el tiempo poco a poco, dentro de la lógica del juego hay un mecanismo que disminuye e imprime el tiempo cada 32 ciclos de juego ( cada 32 fotogramas)

**1280 IF ciclo AND 31 THEN 1300**

**1290 t=t-1:LOCATE 35,6:PRINT t: IF t=0 THEN t=tmax: GOTO 1520**

**1300 …**

La expresión “ciclo AND 31” solo vale 0 cuando ciclo es multiplo de 31 y por lo tanto solo uno de cada 32 ciclos se ejecuta la línea 1290, que es donde se reduce el tiempo y se imprime.

## Capa de layout (tile map)

La capa del layout se construye con cadenas de caracteres. Simplemente se asignan letras al los “tiles” del layout. Las letras representan sprites. Hay una correspondencia univoca entre las letras y los sprites. Por ejemplo, la letra “D” es el sprite 9. De modo que primero se asignan imágenes a los sprites y después se construye e imprime el layout.

**660 '---layout**

**670 col%=0:|COLAY,67,31,@col%**

**680 |SETUPSP,6,9,stone: |SETUPSP,7,9,water: |SETUPSP,8,9,stone2: |SETUPSP,9,9,sand**

**690 c$(0) =" DDDDDDDDDDDDDD "**

**700 c$(1) =" DDBDDBDDBDDBDD "**

**710 c$(2) =" DDBDDBDDBDDBDD "**

**720 c$(3) =" DBBBBBBBBBBBBD "**

**730 c$(4) =" DBBBBBBBBBBBBD "**

**740 c$(5) =" DBBBBBBBBBBBBD "**

**750 c$(6) =" DBBBBBBBBBBBBD "**

**760 c$(7) =" DBBBBBBBBBBBBD "**

**770 c$(8) =" DBBBBBBBBBBBBD "**

**780 c$(9) =" DBBBBBBBBBBBBD "**

**790 c$(10)=" DBBBBBBBBBBBBD "**

**800 c$(11)=" DAAAAAAAAAAAAD "**

**810 c$(12)=" DCCCCCCCCCCCCD "**

**820 c$(13)=" D D "**

**830 c$(14)=" D D "**

**840 c$(15)=" D D "**

**850 c$(16)=" D D "**

**860 c$(17)=" D D "**

**870 c$(18)=" D D "**

**880 c$(19)=" D D "**

**890 c$(20)=" D D "**

**900 c$(21)=" D D "**

**910 c$(22)=" D D "**

**920 c$(23)=" DAAAAAAAAAAAAD "**

**930 c$(24)=" DCCCCCCCCCCCCD "**

**940 |SETLIMITS,16,64,0,200**

**950 FOR i=0 TO 24:|LAYOUT,i,0,@c$(i):NEXT:'print layout**

**960 PLOT 31\*4+2,0,2:DRAW 31\*4+2,400**

**970 PLOT 640-32\*4,0,2:DRAW 640-32\*4,400**

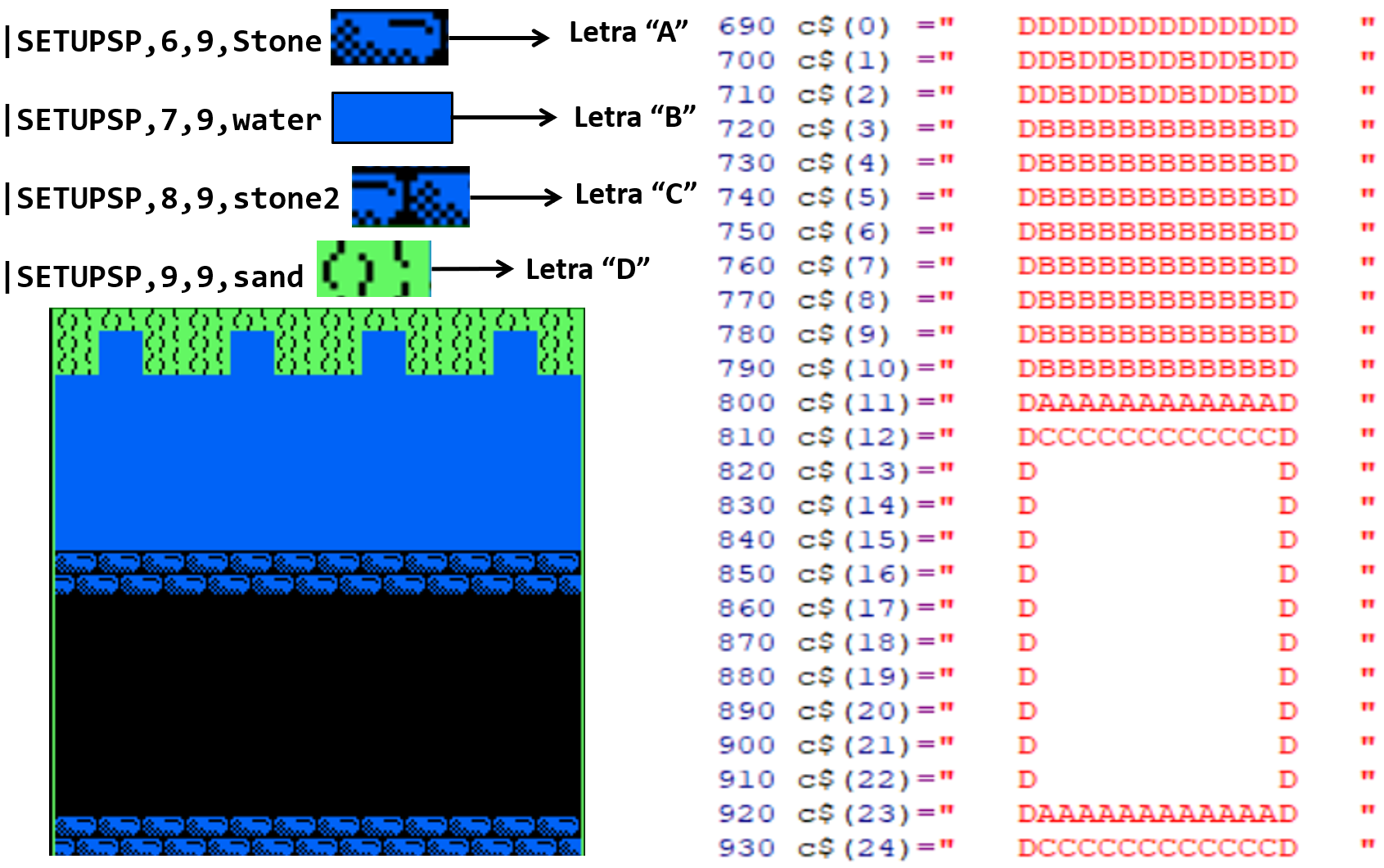
Para aclararlo aun mas lo mejor es ver la tabla de correspondencias. El hecho de que una letra se corresponda un cierto sprite, implica que la imagen que tenga el sprite en el momento de imprimirse el layout es la imagen que se usará cada vez que aparezca esa letra. Una vez impreso el layout, el sprite utilizado para una letra cualquiera puede ser reconfigurado para que tenga otra imagen, y da igual, pues el layout ya está impreso.

La primera vez que se invoca al comando COLAY, que sirve para detectar colisiones con el layout, se hace con un parámetro extra, el 67. Me refiero a la línea 670. Significa que las letras con ASCII menores o iguales a 67 no se considerarán colision (como es el caso de las letras A y C con las que se hacen los ladrillos.

**670 col%=0:|COLAY,67,31,@col%**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Caracter** | **Sprite id** | **Codigo ASCII** |
| “ “ | NINGUNO | 32 |
| “;” | 0 | 59 |
| “<” | 1 | 60 |
| “=” | 2 | 61 |
| “>” | 3 | 62 |
| “?” | 4 | 63 |
| “@” | 5 | 64 |
| “A” | 6 | 65 |
| “B” | 7 | 66 |
| “C” | 8 | 67🡨 hemos usado este como umbral de colisión |
| “D” | 9 | 68 |
| “E” | 10 | 69 |
| “F” | 11 | 70 |
| “G” | 12 | 71 |
| “H” | 13 | 72 |
| “I” | 14 | 73 |
| “J” | 15 | 74 |
| “K” | 16 | 75 |
| “L” | 17 | 76 |
| “M” | 18 | 77 |
| “N” | 19 | 78 |
| “O” | 20 | 79 |
| “P” | 21 | 80 |
| “Q” | 22 | 81 |
| “R” | 23 | 82 |
| “S” | 24 | 83 |
| “T” | 25 | 84 |
| “U” | 26 | 85 |
| “V” | 27 | 86 |
| “W” | 28 | 87 |
| “X” | 29 | 88 |
| “Y” | 30 | 89 |
| “Z” | 31 | 90 |

Tabla 1 correspondencia entre caracteres y Sprites para el comando |LAYOUT



## Capa de sprites

Los sprites en 8BP tiene un byte de estado que permite definir el comportamiento del sprite ante determinados comandos.

La rana usa el sprite 31 y su estado se configura en la línea 550. Se activan los flags de colisionador, transparencia y printable

**540 '--- setup frog**

**550 |SETUPSP,31,0,1+64+32:'colider,transp,printable**

**560 |SETUPSP,31,9,frogup1**



Fig. 8 Flags en el byte de estado

Los sprites como los coches, autobuses, motos se crean con el flag colisionable ( el bit 1) activo, de modo que la rana puede colisionar con ellos.

Hay unos sprites especiales en el juego que no se crean con el flag de imprimible, de modo que no se imprimen, pero tienen el flag de colisionable activo. De ese modo pueden matarnos, aunque no se impriman. Son “invisibles”: Estos sprites invisibles son dos muros a los lados del rio y 4 “ríos”

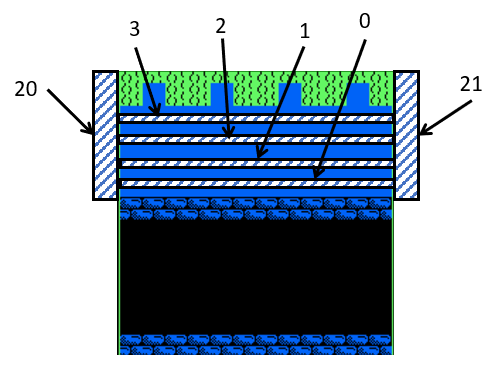


Fig. 9 sprites invisibles pero colisionables

Como no hace falta imprimirlos, estos sprites no le cuestan nada al comando **PRINTSPALL** aunque si que le hacen trabajar al comando **COLSPALL**.

Estos sprites se crean en las líneas:

**1070 |SETUPSP,0,0,2:|SETUPSP,0,9,river:|LOCATESP,0,72+4,16::'rio 4**

**1080 |SETUPSP,1,0,2:|SETUPSP,1,9,river:|LOCATESP,1,56+4,16::'rio 3**

**1090 |SETUPSP,2,0,2:|SETUPSP,2,9,river:|LOCATESP,2,40+4,16::'rio 2**

**1100 |SETUPSP,3,0,2:|SETUPSP,3,9,river:|LOCATESP,3,24+4,16::'rio 1**

**1110 |SETUPSP,20,0,2:|SETUPSP,20,9,muro:|LOCATESP,20,24,8:'MURO L**

**1120 |SETUPSP,21,0,2:|SETUPSP,21,9,muro:|LOCATESP,21,24,64:'MURO R**

Cuando se invoque el comando COLSPALL, tanto los 4 rios como los dos muros serán considerados en la colision, aunque no se impriman.

Las moscas también son sprites invisibles, pero se imprimen una vez al principio. Una vez impresas, puesto que no se mueven, ya no hace falta imprimirlas mas y por ello se crean con el flag de printable a cero.

Cuando te matan, tanto los ríos como los muros se vuelven a crear. En cuanto a las moscas, solo se crean aquellas que aun no te hayas comido. Veamos como se crea una mosca. Fíjate que solo se crea si mosca(0) vale algo diferente de cero.

**1130 IF mosca(0) THEN |SETUPSP,22,0,2:|SETUPSP,22,9,mosca:|LOCATESP,22,8,20:|PRINTSP,22: ELSE |PRINTSP,31,8,20:'MOSCA 1**

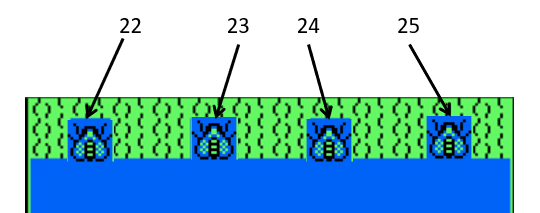


Fig. 10 moscas

Los vehículos (coches, motos, autobuses) se crean dinámicamente. Durante el ciclo de juego de forma periodica se invoca a la rutina de la línea 1540, la cual crea sprites desde el 12 hasta el 19 (ambos inclusive), pudiendo existir hasta 8 vehiculos a la vez. Fijate en como usa la lógica binaria (operación AND) para ir incrementando en 1 el identificador de sprite en cada invocación.

**1540 '--- new car**

**1550 car=1+car AND 7:'max simultaneos cars = 8**

**1560 carsp=car+12:'12 en adelante. 12+7=19, el 20 ya esta libre**

**1570 p=(p+1 + RND\*5) MOD 5:'pista**

**1580 |SETUPSP,carsp,9,16:|SETUPSP,carsp,0,128+8+2+1: |SETUPSP,carsp,15,r(p): |LOCATESP,carsp,yc(p),xc(p)**

**1590 RETURN**

Los vehículos se crean con el flag de ruta activo, el de movimiento automatico, el de colisionable y el de impresión.

La ruta asignada es aleatoria y la propia ruta contiene la imagen del vehiculo que se ha de mostrar asi como la descripción del movimiento (dirección y velocidad). Hay un total de 5 rutas definidas para los coches. Una por cada “pista” de la carretera.

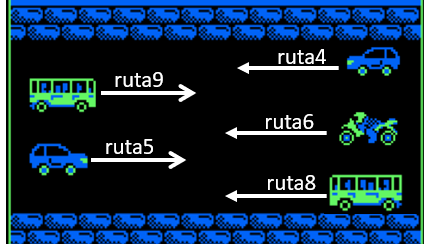


Fig. 11 Rutas de vehículos

Las rutas se guardan en el array r(p) y sus coordenadas iniciales en los arrays yc(p), xc(p), los cuales se crean al principio del juego:

**330 xc(0)=64:xc(1)=12:xc(2)=64:xc(3)=12:xc(4)=64**

**340 yc(0)=104:yc(1)=120:yc(2)=136:yc(3)=152:yc(4)=168**

**350 r(0)=4:r(1)=9:r(2)=6:r(3)=5:r(4)=8**

Veamos ahora los sprites asociados a los elementos móviles del rio.

Se crean a partir de la línea 980. Por ejemplo, en la línea 990 se crea el primer tronco.

**980 '--- setup river ---**

**990 |SETUPSP,4,0,128+8+2+1:|SETUPSP,4,9,tronco:|SETUPSP,4,15,10: |LOCATESP,4,24,0:'tronco 1A**

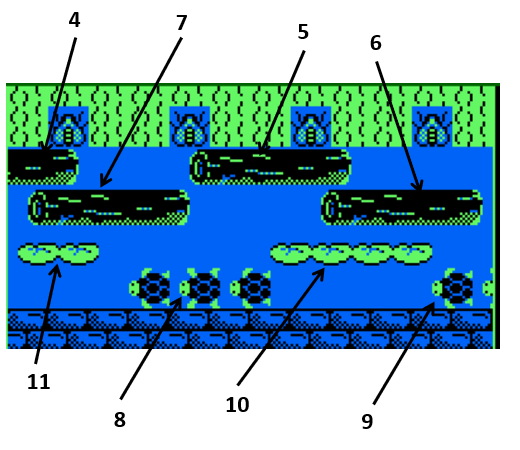
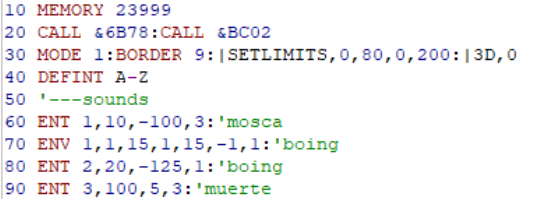


Fig. 12 sprites acuáticos

# Presentación

Antes de empezar el juego, se inicializa la librería 8BP, mediante el comando CALL &6B78. Justo después se inicializa la paleta de colores a los valores por defecto por si tuviesen algún valor anterior con CALL &BC02.

A continuación, se establecen los limites en los que se va a poder pintar sprites mediante el comando |SETLIMITS de 8BP y se desactiva el modo 3D. realmente no estaba activado y no era necesario desactivarlo. Fíjate que los limites establecidos en SETLIMITS son toda la pantalla (80 bytes de ancho y 200 lineas de alto). Es decir, inicialmente podemos imprimir sprites en toda la pantalla



La línea “**DEFINT A-Z**” es muy importante para que las variables del BASIC sean números enteros (no decimales) y asi todo funcione mas deprisa.

También se crean las envolventes de tono y sonido que se van a usar para los efectos de sonido especiales (comer una mosca, saltar y morir). Dichos sonidos serán creados mediante el comando SOUND.

A continuación, se imprime la siguiente pantalla de presentación:



La cual creamos con el siguiente listado:



Lo mas importante aquí es la forma de mostrar la tabla de puntuaciones. Se trata de un par de simples arrays de BASIC:

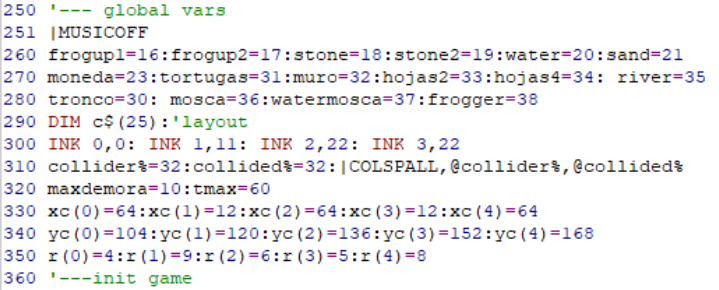
* El array **name$()** contiene los nombres de los jugadores
* El array **pts()** contiene sus puntuaciones.

La forma de cargar la tabla de puntuaciones en ambos arrays se encuentra en la rutina ubicada en la línea 2040, a la que se invoca mediante **GOSUB 2040**

Tras imprimir la tabla de scores se activa la música con el comando **|MUSIC** y nos quedamos a la espera de que el usuario pulse una tecla (línea 240). Para evitar leer una pulsación anterior del teclado, el buffer de lectura de teclas se limpia en la línea 180.

**180 b$=INKEY$: if B$<>”” THEN 180**

Tras pulsar una tecla se para la música (con el comando **|MUSICOFF**) y se crean las variables del juego



Las variables como “frogup1” o “moneda”, contienen el numero de imagen asignada al ensamblar las imágenes que hemos creado nosotros mismos.

Después se crea el array c$() que contiene el layout del juego (también llamado “mapa de tiles”) con el que se construye el escenario con el rio, la vegetación, los ladrillos a los bordes de la carretera

Las variables collider y collided son muy importantes. Las usa el comando **COLSPALL** para dejar el resultado del análisis de colision de sprites. Tras crear ambas variables, se inicializa el comando **COLSPALL** con ellas para indicarle donde debe dejar el resultado del análisis de colision.

Tenemos a continuación el tmax que son los segundos que tienes antes de que se te acabe el tiempo y pierdas una vida.

La variable maxdemora es el tiempo en fotogramas que has de esperar desde que tu rana comienza a saltar hasta que recuperas el control de la rana

Las variables xc e yc contienen posiciones donde aparecerán los coches de las cinco pistas que contiene la carretera y el array r() contiene las rutas que van a asignarse a cada una de las 5 pistas.

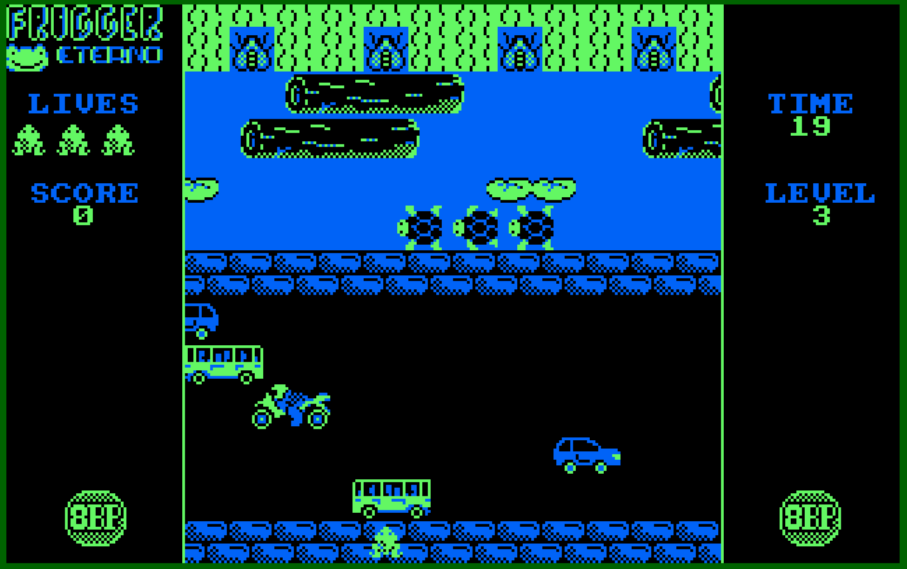


Fig. 13 tras la presentación, comienza el juego

# Lógica del programa principal

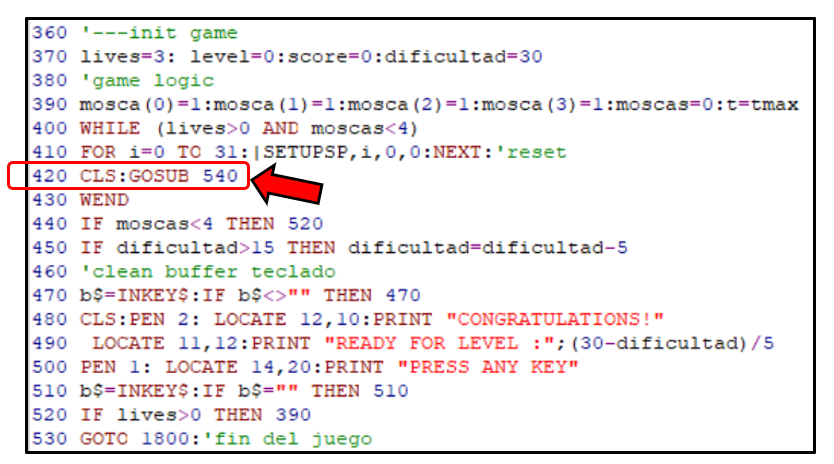
La lógica principal del juego se compone de un bucle en el que se ejecuta la subrutina ubicada en la línea 540, la cual contiene la lógica para pintar el escenario y mover los personajes.

En la línea 390 se inicializan las 4 moscas, y el numero de moscas devoradas se establece en cero. Esta línea debe ejecutarse al principio de cada nivel, pero no debe ejecutarse si simplemente pierdes una vida y aun te quedan un par de moscas por comer.

En la línea 400 se comprueba el numero de moscas que se ha comido la rana, que inicialmente es cero, y las vidas. Si la rana conserva alguna vida y las moscas devoradas no han llegado a 4, se ejecuta la rutina de la línea 540, es decir, se pinta el escenario y se juega. En caso de perder una vida, la rutina retornará y se ejecutará la línea 430.

En la línea 430 hay un WEND por lo que itera el bucle WHILE y se vuelven a comprobar las vidas y las moscas.

En caso de haberse comido todas las moscas, se incrementa la dificultad (línea 540) y se pasa de nivel, empezando desde el principio (GOTO a la 390 desde la 520), con las 4 moscas sin comer.



Ahora lo único que queda por entender es lo que hace la rutina ubicada en la línea 540. Esa es la rutina que contiene la construcción de los marcadores, el layout y la “logica del ciclo de juego”.

# Control de la rana

El control de la rana se hace usando instrucciones de BASIC, pero siempre tratando de reducir el numero de instrucciones a ejecutar. El mecanismo consiste en comprobar si esta pulsada una tecla sin efectuar ninguna comparación. Las siguientes dos instrucciones son equivalentes

* **IF INKEY(67) THEN 1660**
* **IF INKEY(67)>0 THEN 1660**

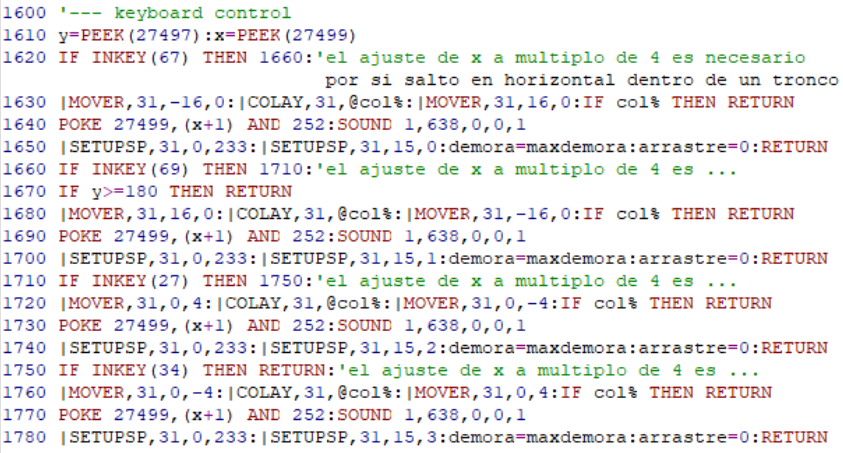
Pero la segunda es mas lenta que la primera. Teniendo esto en cuenta y que cuando pulsas una tecla la función INKEY(tecla) retorna un cero, la forma mas rápida de leer el teclado es:

**1620 IF INKEY(67) THEN 1660:**

**<Instrucciones si se pulsa Q y RETURN>**

**1660 IF INKEY(69) THEN 1710**

El listado de control de la rana es el que sigue:



Ahora vamos a ver que instrucciones debemos ejecutar cuando hemos pulsado una tecla. Concretamente vamos a analizar la pulsación hacia arriba (tecla Q)

**1610 y=PEEK(27497):x=PEEK(27499)**

**1620 IF INKEY(67) THEN 1660:**

**1630 |MOVER,31,-16,0:|COLAY,31,@col%:|MOVER,31,16,0:IF col% THEN RETURN**

**1640 POKE 27499,(x+1) AND 252:SOUND 1,638,0,0,1**

**1650 |SETUPSP,31,0,233:|SETUPSP,31,15,0:demora=maxdemora:arrastre=0:RETURN**

Con la instruccion **MOVER,31,-16,0** movemos la rana hacia arriba 16 lineas, al lugar que tendrá tras haber terminado el salto hacia arriba. A continuación, comprobamos la colision con el layout mediante la instrucción **COLAY**. Fijate que estamos colisionando la rana en un lugar donde aun no se encuentra impresa. Justo después dejamos la rana donde estaba con **MOVER,31,16,0**

La instrucción **COLAY** la hemos preparado para que deje el resultado de la colision en la variable col. Eso lo hicimos al empezar el juego, en la línea 670. El numero 67 que le pasamos a **COLAY** es un umbral ASCII para que considere que colisionar con los ladrillos del borde de la carretera esta permitido, la rana puede pasar por encima.

**670 col%=0:|COLAY,67,31,@col%**

A continuación, en la misma línea 1630 examinamos la colisión con el layout, que se encuentra en la variable col y si es mayor que cero es porque ha colisionado y no se puede saltar a ese lugar. Es posible que en ese lugar haya césped, por ejemplo. La rana no puede caminar sobre el césped.

En caso de que la instrucción COLAY retorne un cero en la variable col ejecutaremos la línea 1640. La línea 1640 lo primero que hace es mover a posición multiplo de 4 a la rana en su coordenada X antes de saltar. Esto lo hace por si acaso esta siendo arrastrada por un tronco y se encuentra en una posición que no es multiplo de 4. Decidí que ocurriera esto para que fuese mas fácil cazar las moscas. Para ello ejecuta:

**POKE 27499,(x+1) AND 252**

Básicamente esto lo que hace es sumar un 1 a la coordenada X y eliminar los 2 bits menos significativos. Por ejemplo:

* Si X= 3 (binario &x11) entonces X = (&x11) AND &x11111100 = &x100 =4
* Si X= 4 entonces X seguirá valiendo 4
* Si X= 5 (binario &x101) entonces X = (&x110) AND &x11111100 = &x100 =4
* Si X= 6 (&x110) entonces X = (&x111) AND &x11111100 = &x100 = 4
* Si X= 7 (&x111) entonces X =(&x1000) and &x11111100 = &x1000 =8
* Si X=8 se seguirá valiendo 8

En resumen, si te acercas a 4 (3,4,5,6) tomas el valor 4. Si te acercas a 8 (7,8,9,10) tomas el valor 8, si te acercas a 12 tomas el valor 12 y asi sucesivamente.

Por ultimo asignamos la ruta de salto a la rana y retornamos:

**1650 |SETUPSP,31,0,233:|SETUPSP,31,15,0: demora=maxdemora: arrastre=0: RETURN**

Esta línea hace varias cosas. La primera es **|SETUPSP,31,0,233**

El numero 233 en binario es 11101001. Por consiguiente, estamos asignado el estado rutable, sobreescritura, colisionador, movimiento automatico, imprimible, recuerda como van los bits de estado:



Fig. 14 Flags en el byte de estado

Después ejecuta **|SETUPSP,31,15,0**

Esta instrucción asocia la ruta 0, que es la de salto hacia arriba, de acuerdo con nuestro fichero de rutas **routes\_mygame.asm**

A continuación tienes la definición de la ruta 0:

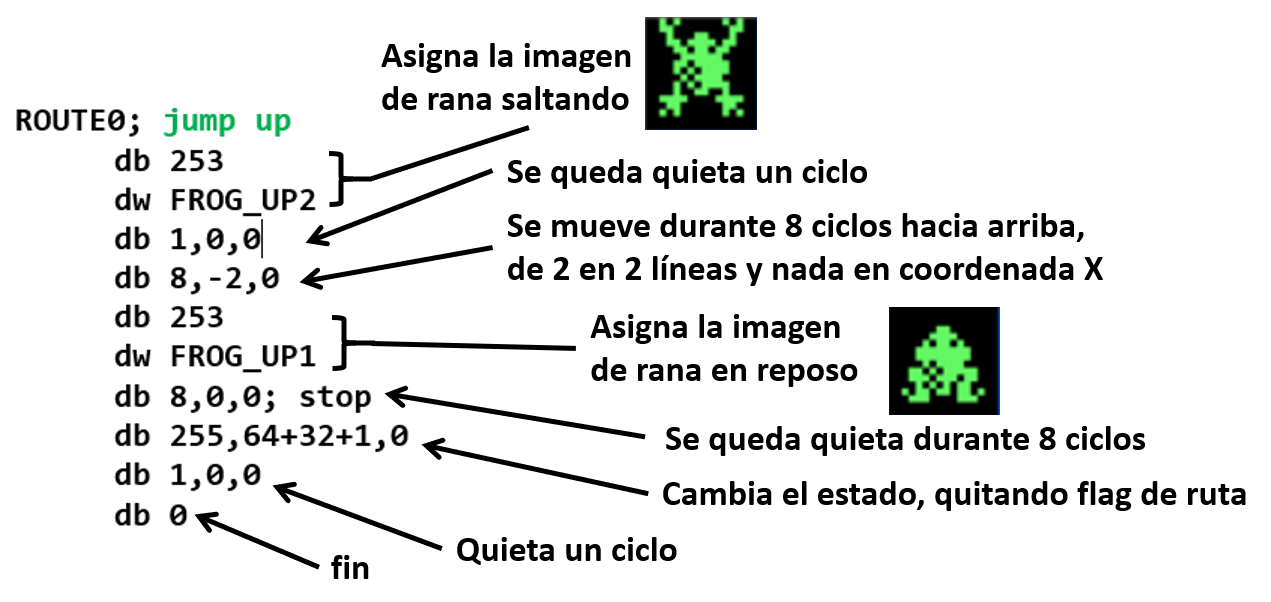


Fig. 15 ruta de salto hacia arriba de la rana

Por ultimo se establecen dos variables: **demora=maxdemora: arrastre=0**

La variable “demora” es el tiempo que ha de pasar hasta que nos sea permitido volver a saltar, ya que durante los próximos frames va a estar saltando y no se puede interrumpir un salto para cambiar de dirección. En cada ciclo de juego, demora se reduce en 1 mediante una instrucción en el bucle principal (línea 1120)

Con la asignacion **arrastre=0** lo que estamos haciendo es permitir que si al caer la rana ha caido en un tronco o similar (en la rutina de colisión, en linea 1340) , se le asociará una de las rutas de arrastre, la cual tendrá la dirección y velocidad del elemento (tronco, tortugas o nenúfares) en el que se haya subido. Una vez que se le asigne una ruta de arrastre en la rutina de colision, la variable arrastre se pondrá a 1.

Vamos a ver la rutina de colision para entender mejor el mecanismo de las rutas de arrastre

# Rutina de colisión

La rutina de colisión se invoca cuando el collider<32. Recordemos que el comando COLSPALL retorna 32 en la variable collider cuando no hay ninguna colision

Dentro del ciclo de juego la rutina de colision se invoca en la línea 1320

**1320 IF collider<32 THEN 1340**

La rutina de colisión debe tener encuenta todos los casos, que son:

* Colisión con enemigo (coche): debe morir
* Colisión con mosca: debe comérsela y volver abajo del todo
* Colisión con tronco, hojas o tortugas: debe asignarse una ruta de “arrastre” a la rana en función de la velocidad y dirección que lleve el elemento al que se ha subido
* Colisión con rio: en el caso de que colisionemos con uno de los 4 rios, debemos morir, siempre que no nos encontremos en mitad de un salto.
* Colisión con muros invisibles: debe morir

La rutina no es muy difícil de entender, pero lo mas importante es tener en cuenta que los ríos tienen un identificador de sprite inferior a troncos hojas y tortugas. Eso significa que aunque se solapen rio y tronco, la rana colisiona con el sprite mayor. Siempre con el mayor. Gracias a esto, cuando colisionamos con tronco detectamos el tronco y no el rio que esta “debajo”

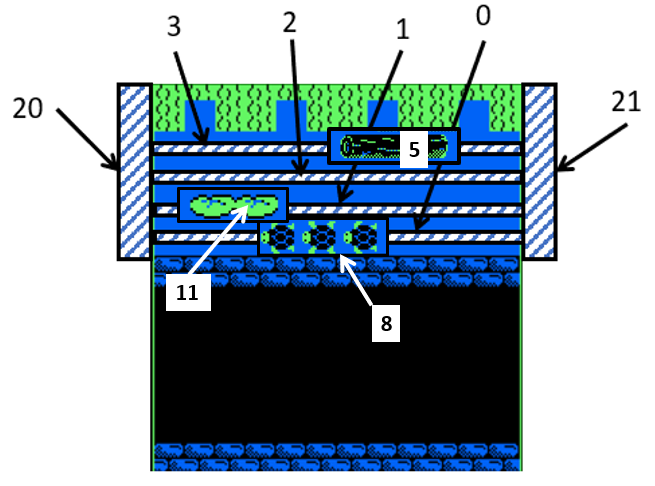


Fig. 16 Identificadores escogidos teniendo en cuenta el orden de colisión de COLSPALL

Veamos el listado. Cuando veas un goto 1210 es un salto para volver al ciclo de juego ya que como hemos saltado con GOTO debemos retornar con goto, no podemos volver con return. Podriamos haber entrado en esta rutina con GOSUB y quizás sería mas fácil de leer, pero funciona igual. El único RETURN que tiene la rutina es para volver al bucle principal cuando te matan, y es entonces cuando se reconstruye todo el layout y se comienza de nuevo

**1340 '--- collision routine**

**1350 IF collided>11 THEN 1440**

**1370 IF collided<4 THEN if demora<2 then 1510 else 1210:'rio**

**1371 'hemos subido a un tronco.**

**1380 IF (demora+arrastre) THEN 1210**

**1390 IF collided<6 THEN |SETUPSP,31,0,233:|SETUPSP,31,15,14: arrastre=1:GOTO 1210:'tronco R slow**

**1400 IF collided<8 THEN |SETUPSP,31,0,233:|SETUPSP,31,15,13: arrastre=1:GOTO 1210:'tronco L fast**

**1410 IF collided<10 THEN |SETUPSP,31,0,233:|SETUPSP,31,15,16: arrastre=1:GOTO 1210:'turtles L slow**

**1420 IF collided<12 THEN |SETUPSP,31,0,233:|SETUPSP,31,15,18: arrastre=1:GOTO 1210:'hojas R fast**

**1430 GOTO 1210**

**1440 'colision con mosca o con enemigo**

**1450 IF collided<22 THEN 1520:'check mosca**

**1460 |SETUPSP,collided,9,watermosca: |PRINTSP,collided:|SETUPSP,collided,0,0**

**1470 SOUND 1,638,30,15,0,1: mosca(collided-22)=0**

**1480 score=score+10:LOCATE 3,10:PEN 2:PRINT score**

**1490 WHILE demora :|AUTOALL,1:|PRINTSPALL: demora=demora-1:WEND:'termina salto**

**1500 moscas=moscas+1:IF moscas=4 THEN RETURN ELSE GOTO 1180**

**1510 'colision enemigo**

**1520 SOUND 1,142,100,15,0,3:FOR i=1 TO 20:BORDER 7:CALL &BD19:|PRINTSPALL,0,0,0,0,0:BORDER 0:CALL &BD19:NEXT**

**1530 lives=lives-1:RETURN**

Una vez que se le asigne una ruta de arrastre a la rana en la rutina de colision, la variable arrastre se pondrá a 1. Con ello aunque en cada ciclo la rana vuelva a colisionar con el tronco en el que está subido, no se le reasigna una ruta de arrastre, porque ya la tiene.

Si nos fijamos en la colisión con el rio, vemos una comprobación interesante

**IF collided<4 THEN if demora<2 then 1510 else 1210**

En el caso de que colisionemos con uno de los 4 rios, debemos morir, siempre que no nos encontremos en mitad de un salto, por ello se exige que demora sea cero o 1, ya que si es 1 es que justo vamos a terminar un salto y antes de que demos otro, debemos dar muerte a la rana.

# Lógica del ciclo de juego

Por increíble que parezca, lo mas sencillo de todo es la lógica del ciclo de juego

Preparación al ciclo de juego. Con estas dos líneas se configuran los comandos PRINTSPALL, COLSP y COLSPALL

**1190 |PRINTSPALL,0,0,0,0:|COLSP,34,3,3:|COLSPALL,@collider%,@collided%**

**1200 |COLSP,32,0,25:'mas alla del 25 no hay colisionables**

Y ahora si, entramos en el ciclo de juego. Todo el ciclo lo tienes aquí. No hay mas:

**1201 '--- game cycle**

**1210 ciclo=ciclo+1: |AUTOALL,1:|PRINTSPALL:|COLSPALL**

**1220 IF demora THEN demora=demora-1**

**1230 IF demora GOTO 1260**

**1240 GOSUB 1600**

**1260 IF ciclo MOD dificultad THEN 1280**

**1270 GOSUB 1550**

**1280 IF ciclo AND 31 THEN 1300**

**1290 t=t-1:LOCATE 35,6:PRINT t: IF t=0 THEN t=tmax: GOTO 1520**

**1300 IF PEEK(27147)<90 THEN 1320**

**1310 |LOCATESP,8,72,60:|LOCATESP,9,72,90:'recoloca turtle**

**1320 IF collider<32 THEN 1340**

**1330 GOTO 1210**

En la 1210 se incrementa en 1 la variable ciclo.

A continuación, se invoca el comando AUTOALL, 1, el cual enruta a los sprites actualizando su posición. Despues se invoca a PRINTSPALL que imprime todos los sprites de golpe y por ultimo se invoca a COLSPALL , que calcula las colisiones entre sprites y deja el resultado en las variables collider y collided, tal como fue configurado el comando en la línea 1190

A continuación, comprobamos si la variable demora es >0 y de ser asi, la decrementamos. Esa variable es >0 cuando la rana esta en mitad de un salto.

En la línea 1230 se comprueba si la demora es cero, si es cero, saltamos a la rutina de control de la rana por teclado, que se encuentra en la línea 1600

**1220 IF demora THEN demora=demora-1**

**1230 IF demora GOTO 1260**

**1240 GOSUB 1600**

Después se realiza la operacion

**1260 IF ciclo MOD dificultad THEN 1280**

**1270 GOSUB 1550**

Esto lo que hace es saltar a la 1280 casi todas las veces, salvo cuando ciclo MOD dificultad es cero, en cuyo caso ejecuta el GOSUB a la 1550, la cual crea un nuevo coche en pantalla.

Como dificultad empieza en 31, una de cada 32 ciclos crearemos un coche. En los siguientes niveles la dificultad llega a valer 15 por lo que se llegan a crear el doble de coches en el mismo tiempo.

A continuación, tenemos un par de líneas que se encargan de ir reduciendo el tiempo disponible para nuestra pobre rana

**1280 IF ciclo AND 31 THEN 1300**

**1290 t=t-1:LOCATE 35,6:PRINT t: IF t=0 THEN t=tmax: GOTO 1520**

Despues temenos la recolocacion de las tortugas, que se hace cada cierto tiempo, cuando la coordenada x del sprite 9 es >90, que es debido a que la x se hace negativa y debido a la representacion binaria de los números, estos son >=128 cuando son evaluados como si fuesen positivos.

La coordenada X ocupa 2 bytes, pero solo evaluamos el primero, pues para saber si ha pasado a negativo con comprobar que el primero (el menor) es negativo es suficiente. Recolocamos las dos tortugas a la vez

**1300 IF PEEK(27147)<90 THEN 1320**

**1310 |LOCATESP,8,72,60:|LOCATESP,9,72,90:'recoloca turtle**

Lo que ocurre con la coordenada X del sprite 9 es que cuando llega a cero, se transforma en -1 y puesto que se trata de una coordenada de 16 bit, hablamos del numero 65535, es decir -1 en binario es 65535. Eso son 2 bytes con valor 255 cada uno. Solo compruebo el menos significativo, el cual empieza valiendo 90 y llega hasta cero en el borde de la pantalla y justo después pasa a -1 (a 255 en realidad). Por lo tanto cuando dicho byte se hace 255 es mayor que 90 y acaba de cruzar el borde izquierdo de la pantalla. Es en ese momento cuando ejecutamos la 1310 para recolocar las tortugas ( sprites 8 y 9).

Te preguntarás porque es necesario recolocar las tortugas y no hace falta recolocar troncos ni hojas ni coches. Es debido a como están contruidas las rutas. En los troncos y hojas es la propia ruta la que recoloca al sprite y en el caso de los coches, simplemente se crean periódicamente, reemplazando coches que ya se fueron lejos de la pantalla por otros nuevos que toman su mismo identificador de sprite. En el capitulo de rutas lo detallaré mas

# Rutas

## Tipologia de posibles Rutas

Hay varios tipos de rutas posibles:

* **Rutas sin fin cíclicas**: recolocan al sprite o simplemente acaban en las mismas coordenadas donde empezaron
* **Rutas sin fin no cíclicas**: avanzan indefinidamente y no recolocan el sprite por lo que se pueden alejar infinitamente del área de juego, a menos que recoloquemos el sprite desde BASIC
* **Rutas con fin**: en el ultimo paso cambian el estado del sprite desactivando el flag de enrutamiento
* **Rutas encadenadas**: desde una ruta se puede saltar a otra y que esta segunda ruta sea cíclica o no cíclica o tenga fin, o incluso acabe saltando a una tercera ruta.

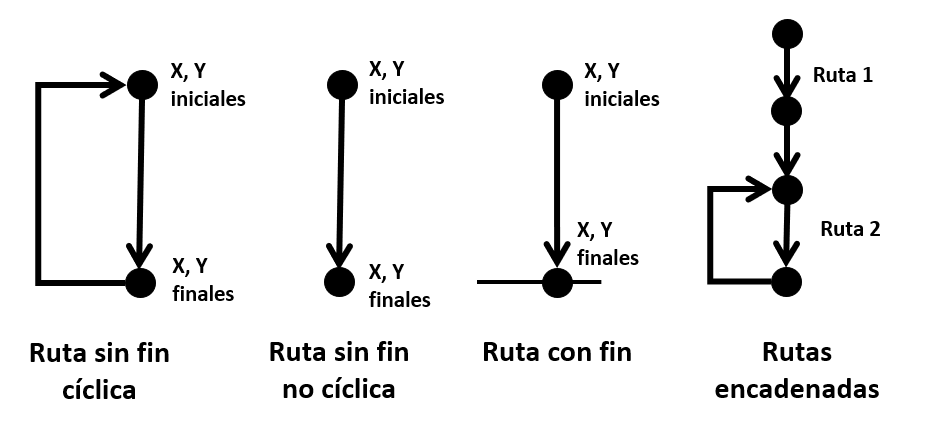
****

Fig. 17 Tipos de rutas

## Rutas de vehículos

Las rutas de los vehículos son todas muy similares. Se diferencian en la dirección del movimiento, la imagen asociada y la velocidad. Por ejemplo, aquí tenemos la ruta del autobus a la derecha (lento) y la de la moto corriendo hacia a la izquierda (muy rápida). Como puedes comprobar la ruta del autobús es una ruta no cíclica sin fin y la ruta de la moto es una ruta con fin.

Los autobuses usan una ruta no cíclica pero periódicamente se crean nuevos vehículos que se reubican y reutilizan los sprites de vehículos que ya están muy lejos del área de juego y que por lo tanto, no se ven.

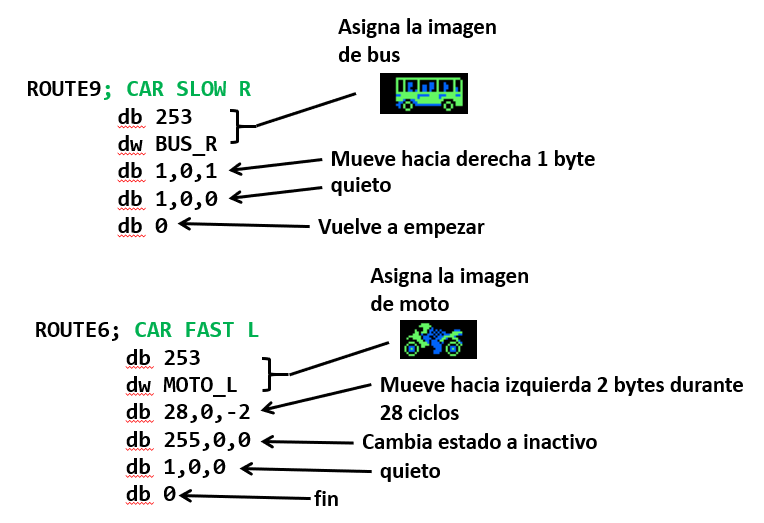


Fig. 18 rutas de vehiculos

Fíjate en la gran diferencia entre ambas rutas. La del autobús define un patron de movimiento con un paso en el que se desplaza y otro paso en el que no se desplaza y vuelta a empezar. Eso significa que no acaba nunca ( ruta no cíclica sin fin). Sin embargo, como el autobús desaparece de la pantalla deja de ser peligroso (aunque sigue moviéndose fuera del área visible) y al cabo de algunos ciclos la lógica reasigna el sprite a un nuevo vehiculo.

En el caso de la moto, como todos los pasos son iguales, se puede poner un 28 en el numero de pasos que vamos a dar y tras los 28 pasos se desactiva el sprite, no gastando potencia de CPU en moverlo, aunque se encuentre fuera del área de pantalla. Es por lo tanto, una ruta con fin.

## Rutas de tortugas

La ruta de las tortugas se parece a la del autobús, se trata de un patron de repetición compuesto por dos pasos en los que en uno se mueve y en otro están quietas, y dos cambios de imagen para que la tortuga parezca que mueva las aletas. Es una ruta no cíclica sin fin.



Fig. 19 ruta de tortugas

Esta ruta, como todas las no cíclicas sin fin, tiene un problema y es que desde BASIC debemos de recolocar a la tortuga, tal y como se ha explicado en la lógica del ciclo de juego

## Rutas de troncos

Las rutas de los troncos rapidos son similares a los de la moto, mientras que la ruta de los troncos lentos (sprites 4 y 5) se definen en base a un patron de pasos que se repite.

Para evitar recolocar el tronco desde BASIC, he querido definir esta ruta repitiendo todos los pasos necesarios para que el tronco salga de la pantalla y reubicarlo en su posición inicial. La ruta asi construida ahorra ciclos de BASIC porque no hace falta recolocar al tronco, pero gasta mas memoria.

Ojo, porque esto solo es posible hacerlo con un limite, y es que una ruta no puede ocupar mas de 255 bytes. Si queremos que sea mas larga, tenemos que encadenar varias rutas, como es el caso de la ruta de los troncos lentos: comienza con la ruta 10 y continua en la 11 y al terminar la 11 salta a la 10.

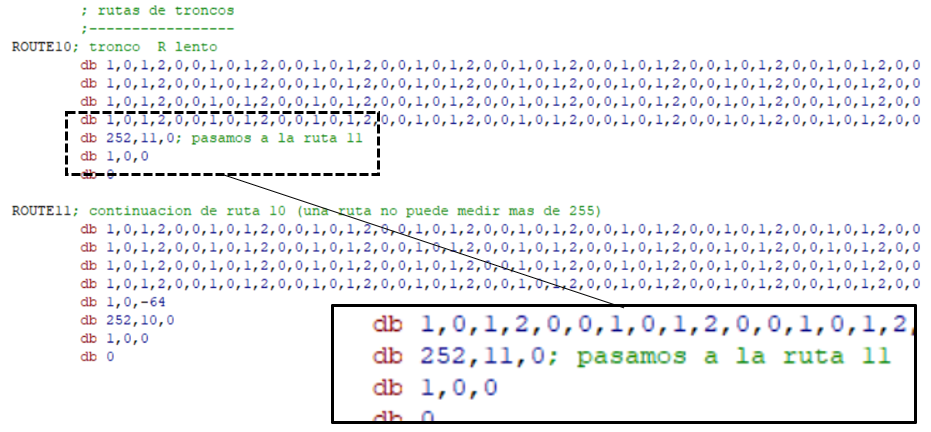


Fig. 20 ruta de tronco lento: sin fin cíclica y encadenada

# A jugar y a programar!!

Una vez entendido como funciona frogger, posiblemente te te ocurra como mejorarlo, como hacer un juego con mas opciones, nuevos niveles, etc. El primer paso para crear tus programas, tus ideas e innovaciones, es disfrutar jugando. De ahí nacerán las ideas.

Para crear tus propios juegos te daré un par de consejos:

1. No escatimes tiempo en la creación de graficos. Tus sprites si no bonitos le darán un aspecto muchísimo mejor al juego y lo harán mucho mas atractivo.
2. No seas muy ambicioso, piensa un proyecto grande…pero trata de hacer algo pequeño, que puedas materializar con relativamente poco esfuerzo. Es importante que veas resultados para no desanimarte y continuar tu proyecto hasta el final

Hasta pronto y felices juegos!

Jose Javier.