

Problema 4: Piano polifónico

Se propone trabajar con un teclado de piano “*NDS Easy Piano option pack*”, que se puede conectar a la NDS como tarjeta de expansión GBA.



El programa a realizar debe consultar periódicamente el registro de 16 bits específico del piano, que se encuentra en la posición $0 \times 09FFFFFE$, el cual proporciona un bit para cada una de las 13 teclas del piano:

Bit	Campo	Nota	Código de nota
0	PIANO_C	Do	0
1	PIANO_CS	Do#	1
2	PIANO_D	Re	2
3	PIANO_DS	Re#	3
4	PIANO_E	Mi	4
5	PIANO_F	Fa	5
6	PIANO_FS	Fa#	6
7	PIANO_G	Sol	7
8	PIANO_GS	Sol#	8
9	PIANO_A	La	9
10	PIANO_AS	La#	10
13	PIANO_B	Si	11
14	PIANO_C2	Do (segunda escala)	12

Se dispone de las siguientes rutinas, ya implementadas:

<i>Rutina</i>	<i>Descripción</i>
<code>inicializaciones()</code>	Realiza inicializaciones del <i>hardware</i>
<code>tareas_independientes()</code>	Tareas que no dependen del control de teclas (ej. visualizar una partitura)
<code>swiWaitForVBlank()</code>	Espera retroceso vertical
<code>generar_nota(char codigo, short volumen)</code>	Inicia la reproducción de una nota de piano según el código de nota y el volumen inicial
<code>modular_volumen(char codigo, short volumen)</code>	Cambia el volumen de una nota

Los códigos de nota son los mostrados en la primera tabla (primera columna). Los valores de volumen oscilan entre 16 y 0, donde 16 es el volumen máximo, 1 es el mínimo y 0 indica que la nota debe estar en silencio.

Para realizar la detección de las pulsaciones o liberaciones de las teclas del piano se propone utilizar la rutina de servicio de interrupción RSI del retroceso vertical (60 Hz), puesto que el piano no genera interrupciones.

Hay que tener en cuenta que el generador de notas de la NDS dispone de 16 canales independientes, de modo que podemos utilizar 13 de ellos, uno para cada nota. De este modo se podrán tocar hasta 13 notas simultáneamente (polifonía).

La activación de los canales de sonido, con sus respectivas frecuencias y volúmenes, se gestionará con las dos rutinas proporcionadas `generar_nota()` y `modular_volumen()`. Estas rutinas tardan menos de 5 microsegundos en ejecutarse.

Las tareas que tiene que controlar el programa son la siguientes:

- detección de las teclas del piano pulsadas / liberadas
- detección del tiempo de pulsación de cada tecla del piano

En la primera tarea, cuando se detecta el inicio de la pulsación de una tecla del piano hay que activar la generación de la nota correspondiente al volumen máximo, y cuando se detecta la liberación de una tecla previamente pulsada hay que parar la generación de la nota correspondiente fijando su volumen a 0.

En la segunda tarea, a medida que transcurre el tiempo en que se mantiene una tecla de piano pulsada hay que reducir su volumen progresivamente, a razón de un nivel cada dos décimas de segundo, es decir, que cada nota se extinguirá después de 32 décimas de segundo, a no ser que soltemos la tecla antes de este límite temporal.

Para cada nota se debe utilizar una estructura de información con los siguientes campos:

```
typedef struct {  
    short bit_masc;      // máscara del bit de la nota  
    short pressed;       // =1 indica que está pulsada  
    short cont_ret;      // contador de retrocesos de la pulsación  
    short volumen;       // volumen actual  
} info_nota;
```

Se debe implementar una función específica para realizar este cálculo para cada nota, `actualizar_volumen(info_nota *nota, char codigo)`, la cual se invocará a cada retroceso vertical para las teclas pulsadas activas.

Se pide:

Programa principal en C, RSI del retroceso vertical y rutina `actualizar_volumen()` en ensamblador.