

Laboratorio de microprocesadores

86.07

Guía de Trabajos Prácticos

1er cuatrimestre

Año 2022

## Trabajo Práctico N° 2 - Interrupciones externas y memoria EEPROM

### Objetivo

Utilizar las interrupciones del microcontrolador y realizar una lectura/escritura de información de la memoria EEPROM.

### Práctica

#### Antes de codificar

Como primer punto se evaluará si un puerto de este micro puede manejar un display de 7 segmentos con una conexión directa y alimentando cada segmento a su máximo brillo de 20mA, o si se debe repartir los segmentos entre 2 puertos para no superar las limitaciones de corriente

Debido a que algunos de los pines de los puertos están utilizados por otras funcionalidades se armará el circuito utilizando la opción 2 y resistores de 220 ohms.

#### Tabla en EEPROM

Para la implementación del trabajo práctico se necesita tener una TABLA guardada en memoria EEPROM. El programa en su etapa de inicialización deberá verificar si la tabla ya está guardada en memoria chequeando los dos primeros bytes de la EEPROM correspondientes a la firma. Si la firma encontrada en memoria no corresponde con los caracteres 0x20, 0x21, el mismo programa deberá guardar la tabla en memoria. La tabla a guardar contiene números de 1 byte entre 0x00 y 0x0F y se especifica más adelante. Una vez que la tabla ha sido guardada también se deberá grabar la firma para señalar que la tabla ya está en memoria.

#### Chequeo del display 7 segmentos

Luego de verificar, y en caso que corresponda guardar, la tabla en EEPROM, el programa debe verificar el correcto funcionamiento del display de 7 segmentos. Para esto mostrará una vez la secuencia 'A', 'B', 'C', 'D', 'E', 'F', manteniendo cada caracter por un tiempo a determinar por el programador. Una vez finalizada la secuencia el display mostrará el último número seleccionado antes del último apagado según se explica en la siguiente sección, si es la primera vez que se corre el programa se mostrará el primer número de la tabla.

#### Funcionamiento continuo

En el display se irán mostrando los números/caracteres guardados en la tabla en EEPROM según un puntero manejado por el programa. El puntero será movido utilizando los pulsadores que deberán ser leídos utilizando las INTERRUPCIONES EXTERNAS.

La lógica es la siguiente

- Cuando se detecta que se presionó el pulsador 1 correspondiente a la interrupción externa 0, se incrementará en uno el puntero a la EEPROM y se mostrará el número/caracter apuntado hasta llegar al final de la tabla. A partir de este valor al presionar el pulsador no se ejecutará acción alguna.
- Cuando se detecta que se presionó el pulsador 2 correspondiente a la interrupción externa 1, se decrementará en uno el puntero a la EEPROM y se mostrará el número/caracter apuntado hasta llegar al inicio de la tabla. A partir de este valor al presionar el pulsador no se ejecutará acción alguna.

### Guardado del puntero

Cada vez que el puntero es modificado se deberá guardar la nueva posición en la memoria EEPROM. De esta manera al volver a encender el microcontrolador podrá retomar desde el último carácter mostrado. En caso que sea la primera vez que se ejecuta el programa iniciar la secuencia desde la posición 0 de la tabla.

### Display 7 segmentos

Para encender los segmentos del display y formar los números o caracteres, se deberá guardar en memoria de código una tabla que asocie la posición a los segmentos a prender.

Por ejemplo, para un display de cátodo común y suponiendo que todos los segmentos están conectados a un mismo puerto como indica la figura:

- Posición 0x00 => xgfedcba = 00111111 muestra un 0
- Posición 0x01 => xgfedcba = 00000110 muestra un 1
- ...

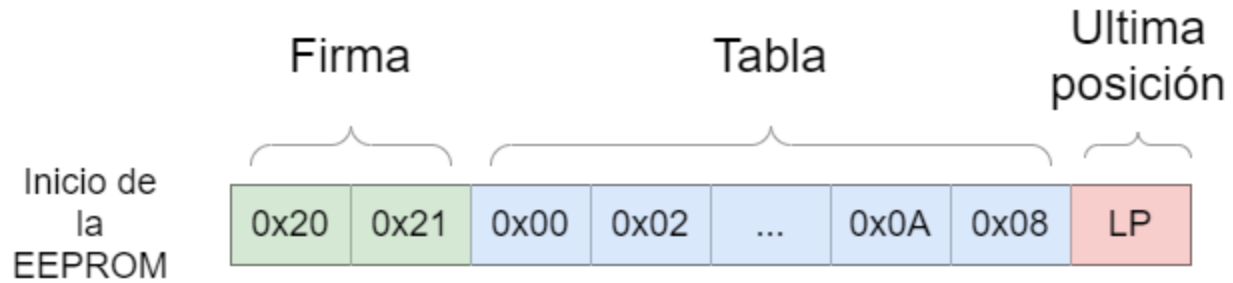
### Memoria EEPROM

En la memoria EEPROM se deberá guardar la firma, la tabla de valores a mostrar y el puntero al último carácter mostrado.

La tabla de valores a mostrar tiene 21 bytes y es la siguiente (todos los valores están en hexadecimal):

0,2,4,6,8,A,C,E,F,D,B,9,7,5,3,1,0,F,0,A,8

Por lo tanto la conformación de la memoria EEPROM quedará:



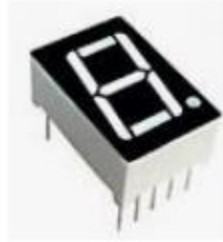
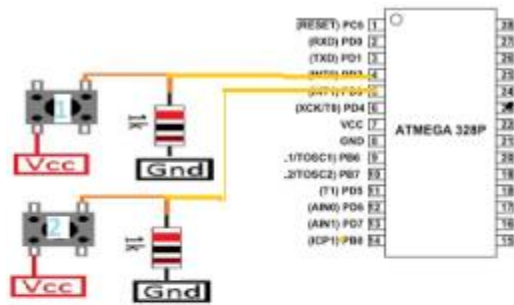
### Ejemplo de funcionamiento

1. El programa arranca por primera vez, lee la posición 0x00 y 0x01 de la memoria EEPROM y obtiene los valores 0x66 y 0x78.
2. Los valores son diferentes a la firma esperada
3. El programa graba la tabla "0,2,4,6,8,A,C,E,F,D,B,9,7,5,3,1,0,F,0,A,8" a partir de la posición 0x02 de la EEPROM, graba la firma en la posición 0x00 y 0x01 para señalar que la tabla ya ha sido inicializada, y LP=0 (puntero al elemento a mostrar)
4. Se muestra en el display 7 segmentos la secuencia 'A', 'B', 'C', 'D', 'E', 'F'
5. Se muestra en el display 7 segmentos el último carácter mostrado de la tabla. Como es la primera vez que se ejecuta el programa se mostrará el carácter correspondiente al inicio de la tabla, que es '0'.
6. El programa queda bloqueado esperando que el usuario presione un pulsador.
7. El usuario presiona el pulsador 2, como ya se está al inicio de la tabla se ignora el comando
8. El usuario presiona el pulsador 1. Se incrementa el puntero a la posición 1 de la tabla y se muestra en el display el siguiente carácter que es el '2'. Se guarda en la eeprom en el campo de última posición que el último carácter mostrado es el de la posición 1 de la tabla.
9. Se quita la alimentación al circuito
10. Se vuelve conectar el circuito
11. El programa lee la posición 0x00 y 0x01 de la memoria EEPROM
12. Los valores son los de la firma que espera, no se hace nada con la memoria.
13. Se muestra en el display 7 segmentos la secuencia 'A', 'B', 'C', 'D', 'E', 'F'
14. Se obtiene de la memoria EEPROM el índice del último carácter mostrado, en este caso el índice es 0x01, por lo que se muestra el carácter en esa posición, el '2'.
15. El programa queda bloqueado esperando que el usuario presione un pulsador.
16. ...

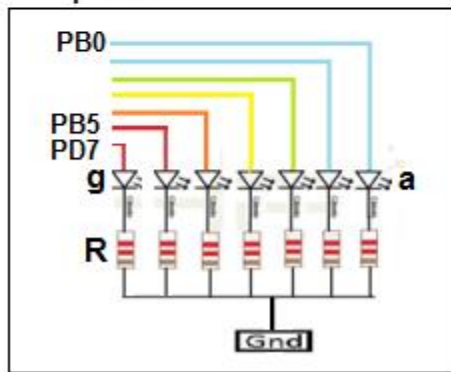
### Materiales

- Display 7 segmentos
- 2 resistores de 1K ohm
- 6 resistores de 220 ohm

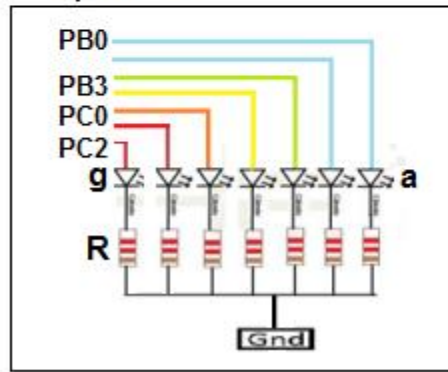
## Diagrama esquemático



opción 1



opción 2



## Lectura recomendada

"The AVR microcontroller and embedded systems. Embedded system using Assembly and C".  
Autores: MUHAMMAD ALI MAZIDI, SARMAD NAIMI, SEPEHR NAIMI

## Capítulo 4