17-10-2021

Memoria EEPROM

Martínez Coronel Brayan Yosafat

3CM17 Introducción a los microcontroladores

FERNANDO AGUILAR SÁNCHEZ

Objetivo

Al término de la sesión, los integrantes del equipo contaran con la habilidad de hacer uso de la memoria EEPROM del microcontrolador.

Introducción teórica

EEPROM significa: memoria de solo lectura programable y borrable eléctricamente (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory). Se preguntarán: ¿cómo funciona la EEPROM?

En lugar de leer y escribir la información de manera magnética, la EEPROM almacena bits mediante la tecnología de semiconductores. La EEPROM no requiere de partes móviles, y al igual que el almacenamiento en HDD, puede mantener su estado a través de ciclos de energía.

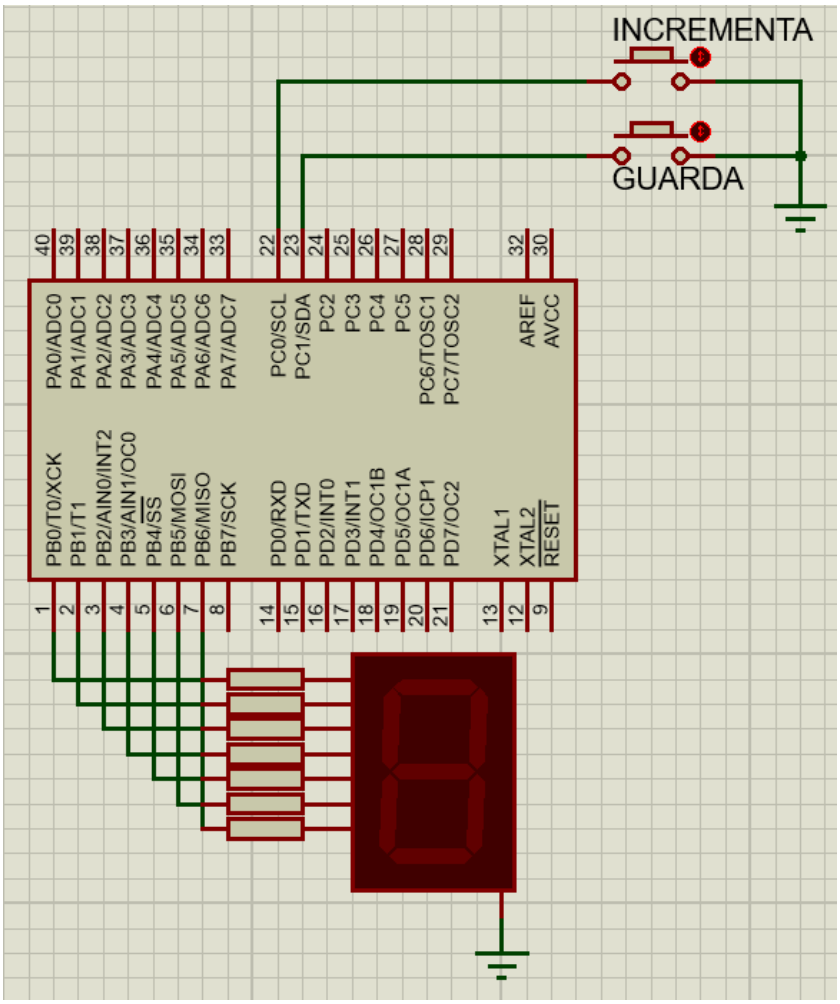
La EEPROM puede soportar muchos ciclos de escritura antes de fallar, algunos en el rango de 10 000 y otros hasta 1 000 000 o más. La EEPROM sirve incluso como base para la memoria flash utilizada en las unidades SSD que ahora están disponibles en capacidades de datos de un terabyte o más.

Materiales y Equipo empleado

- CodeVision AVR
- AVR Studio 4
- Microcontrolador ATmega 8535
- 1 Display cátodo común
- 2 botones
- 7 Resistores de 330 Ω a 1⁄4 W

Desarrollo experimental

Haga un programa en el cual con un botón conectado al pin C0 incrementará el valor en el display conectado en el puerto B y cuando se presione el botón C1 lo guarde en la memoria EEPROM. Después desconecte el microcontrolador de la energía eléctrica y vuélvalo a conectar para que observe que el dato se quedó guardado.



Estructura del programa

```
/*****************************************************
This program was created by the CodeWizardAVR V3.46a
Automatic Program Generator
© Copyright 1998-2021 Pavel Haiduc, HP InfoTech S.R.L.
http://www.hpinfotech.ro

Project :
Version :
Date    : 09/10/2021
Author  :
Company :
Comments:
```

```
Chip type               : ATmega8535
Program type            : Application
AVR Core Clock frequency: 1.000000 MHz
Memory model            : Small
External RAM size       : 0
Data Stack size         : 128
*****************************************************/

#include <mega8535.h>
#include <delay.h>
#define btn_incrementa PINC.0
#define btn_guarda PINC.1

bit pasado_i, actual_i, pasado_g, actual_g;
eeprom unsigned char guardable;
unsigned char index;
const char tabla7segmentos [10]={0x3f,0x06,0x5b,0x4f,0x66,0x6d,0x7d,0x07,0x7f,0x6f};

void main(void)
{
// Declare your local variables here

// Input/Output Ports initialization
// Port A initialization
// Function: Bit7=In Bit6=In Bit5=In Bit4=In Bit3=In Bit2=In Bit1=In Bit0=In
DDRA=(0<<DDA7) | (0<<DDA6) | (0<<DDA5) | (0<<DDA4) | (0<<DDA3) | (0<<DDA2) |
(0<<DDA1) | (0<<DDA0);
// State: Bit7=T Bit6=T Bit5=T Bit4=T Bit3=T Bit2=T Bit1=T Bit0=T
PORTA=(0<<PORTA7) | (0<<PORTA6) | (0<<PORTA5) | (0<<PORTA4) | (0<<PORTA3) |
(0<<PORTA2) | (0<<PORTA1) | (0<<PORTA0);

// Port B initialization
// Function: Bit7=Out Bit6=Out Bit5=Out Bit4=Out Bit3=Out Bit2=Out Bit1=Out Bit0=Out
DDRB=(1<<DDB7) | (1<<DDB6) | (1<<DDB5) | (1<<DDB4) | (1<<DDB3) | (1<<DDB2) |
(1<<DDB1) | (1<<DDB0);
// State: Bit7=0 Bit6=0 Bit5=0 Bit4=0 Bit3=0 Bit2=0 Bit1=0 Bit0=0
```

```
PORTB=(0<<PORTB7) | (0<<PORTB6) | (0<<PORTB5) | (0<<PORTB4) | (0<<PORTB3) |
(0<<PORTB2) | (0<<PORTB1) | (0<<PORTB0);

// Port C initialization
// Function: Bit7=In Bit6=In Bit5=In Bit4=In Bit3=In Bit2=In Bit1=In Bit0=In
DDRC=(0<<DDC7) | (0<<DDC6) | (0<<DDC5) | (0<<DDC4) | (0<<DDC3) | (0<<DDC2) |
(0<<DDC1) | (0<<DDC0);
// State: Bit7=P Bit6=P Bit5=P Bit4=P Bit3=P Bit2=P Bit1=P Bit0=P
PORTC=(1<<PORTC7) | (1<<PORTC6) | (1<<PORTC5) | (1<<PORTC4) | (1<<PORTC3) |
(1<<PORTC2) | (1<<PORTC1) | (1<<PORTC0);

// Port D initialization
// Function: Bit7=In Bit6=In Bit5=In Bit4=In Bit3=In Bit2=In Bit1=In Bit0=In
DDRD=(0<<DDD7) | (0<<DDD6) | (0<<DDD5) | (0<<DDD4) | (0<<DDD3) | (0<<DDD2) |
(0<<DDD1) | (0<<DDD0);
// State: Bit7=T Bit6=T Bit5=T Bit4=T Bit3=T Bit2=T Bit1=T Bit0=T
PORTD=(0<<PORTD7) | (0<<PORTD6) | (0<<PORTD5) | (0<<PORTD4) | (0<<PORTD3) |
(0<<PORTD2) | (0<<PORTD1) | (0<<PORTD0);

// Timer/Counter 0 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 0 Stopped
// Mode: Normal top=0xFF
// OC0 output: Disconnected
TCCR0=(0<<WGM00) | (0<<COM01) | (0<<COM00) | (0<<WGM01) | (0<<CS02) | (0<<CS01)
| (0<<CS00);
TCNT0=0x00;
OCR0=0x00;

// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer1 Stopped
// Mode: Normal top=0xFFFF
// OC1A output: Disconnected
// OC1B output: Disconnected
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
```

```
// Timer1 Overflow Interrupt: Off
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=(0<<COM1A1) | (0<<COM1A0) | (0<<COM1B1) | (0<<COM1B0) | (0<<WGM11) |
(0<<WGM10);
TCCR1B=(0<<ICNC1) | (0<<ICES1) | (0<<WGM13) | (0<<WGM12) | (0<<CS12) | (0<<CS11) |
(0<<CS10);
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;

// Timer/Counter 2 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer2 Stopped
// Mode: Normal top=0xFF
// OC2 output: Disconnected
ASSR=0<<AS2;
TCCR2=(0<<WGM20) | (0<<COM21) | (0<<COM20) | (0<<WGM21) | (0<<CS22) | (0<<CS21)
| (0<<CS20);
TCNT2=0x00;
OCR2=0x00;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=(0<<OCIE2) | (0<<TOIE2) | (0<<TICIE1) | (0<<OCIE1A) | (0<<OCIE1B) | (0<<TOIE1) |
(0<<OCIE0) | (0<<TOIE0);

// External Interrupt(s) initialization
// INT0: Off
// INT1: Off
// INT2: Off
MCUCR=(0<<ISC11) | (0<<ISC10) | (0<<ISC01) | (0<<ISC00);
```

```
MCUCSR=(0<<ISC2);

// USART initialization
// USART disabled
UCSRB=(0<<RXCIE) | (0<<TXCIE) | (0<<UDRIE) | (0<<RXEN) | (0<<TXEN) | (0<<UCSZ2) |
(0<<RXB8) | (0<<TXB8);

// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// The Analog Comparator's positive input is
// connected to the AIN0 pin
// The Analog Comparator's negative input is
// connected to the AIN1 pin
ACSR=(1<<ACD) | (0<<ACBG) | (0<<ACO) | (0<<ACI) | (0<<ACIE) | (0<<ACIC) | (0<<ACIS1) |
(0<<ACIS0);
SFIOR=(0<<ACME);

// ADC initialization
// ADC disabled
ADCSRA=(0<<ADEN) | (0<<ADSC) | (0<<ADATE) | (0<<ADIF) | (0<<ADIE) | (0<<ADPS2) |
(0<<ADPS1) | (0<<ADPS0);

// SPI initialization
// SPI disabled
SPCR=(0<<SPIE) | (0<<SPE) | (0<<DORD) | (0<<MSTR) | (0<<CPOL) | (0<<CPHA) |
(0<<SPR1) | (0<<SPR0);

// TWI initialization
// TWI disabled
TWCR=(0<<TWEA) | (0<<TWSTA) | (0<<TWSTO) | (0<<TWEN) | (0<<TWIE);

index = guardable;

while (1)
    {
      actual_i = btn_incrementa;
      actual_g = btn_guarda;
```

```
        //Boton de incremento
        if (pasado_i == 1 && actual_i == 0) {
            index++;
            if (index > 9) index = 0;
            delay_ms(40);
        }

        if (pasado_i == 0 && actual_i == 1) {
            delay_ms(40);
        }

        //Boton de guardado
        if (pasado_g == 1 && actual_g == 0) {
            guardable = index;
            delay_ms(40);
        }

        if (pasado_g == 0 && actual_g == 1) {
            delay_ms(40);
        }

        pasado_i = actual_i;
        pasado_g = actual_g;
        PORTB = tabla7segmentos[index];
      }
}
```

Observaciones y Conclusiones

No tenía ni idea de que estuviera esta funcionalidad del microcontrolador, ni tampoco cómo funcionaba la EEPROM, es bastante interesante, y tampoco tenía idea que el lenguaje C tuviera soporte para ese tipo de variables. Tiene mucho sentido que se mantuviera tanto tiempo a flote, esto simplifica considerablemente el uso de los microcontroladores.

Bibliografía

EEPROM: https://www.arrow.com/es-mx/research-and-events/articles/computer-memory-types-explained-flash-ssd-ram-eeprom-hdd