

IMPLEMENTACIÓN DE UN CAUDALÍMETRO DIGITAL MEDIANTE EL PIC18F4550

Rogelio Ernesto García Chávez, Angel Adrián Orta Quintana, Erik Reyes Reyes, Victor Manuel Hernández Guzmán, Ramón Silva Ortigoza, Magdalena Marciano Melchor

CIDETEC Laboratorio de Mecatrónica y Energía Renovable / Facultad de Ingeniería
Instituto Politécnico Nacional / Universidad Autónoma de Querétaro Centro Universitario
rgarciac1301@alumno.ipn.mx

García, R., Orta A., Reyes, E., Hernández, V., Silva, R. & Marciano, M. (1 de noviembre de 2023). Implementación de un caudalímetro digital mediante el PIC18F4550. Boletín UPIITA. 18 (99).

Resumen

Un caudalímetro digital construido con base en el PIC18F4550 es presentado en este trabajo. Se detalla la construcción del prototipo describiendo los materiales utilizados y el software requerido para su implementación. También se muestran los códigos fuentes en lenguaje C y una alternativa para simular el caudalímetro en Proteus. El prototipo desarrollado se destaca como una alternativa de bajo costo para medir la velocidad de flujo de caudal.

1. Introducción

Un microcontrolador es un chip electrónico que funciona como una pequeña computadora y contiene una unidad de procesamiento, memorias, puertos de entrada y salida (E/S), periféricos, osciladores, módulos de comunicación, entre otros. Se utiliza para controlar el funcionamiento de una tarea específica y gracias a su reducido tamaño, suele ir incorporado en el propio dispositivo que gobierna. Es utilizado en una amplia variedad de dispositivos, desde robots hasta electrodomésticos. El microcontrolador ejecuta órdenes que fueron grabadas en su memoria [1]. Algunas de las aplicaciones de los microcontroladores son:

- I. Sistemas de control industrial: Los microcontroladores se usan para monitorear y controlar procesos industriales como la temperatura, la presión, el nivel de líquidos, el flujo de gases, etc.
- II. Sistemas de comunicación: Los microcontroladores se usan para implementar protocolos de comunicación como UART, SPI, I2C, CAN, USB, Ethernet, etc. También se usan para manejar dispositivos como módems, transceptores, antenas, etc.
- III. Sistemas de seguridad: Los microcontroladores se usan para implementar sistemas de seguridad como alarmas, sensores de movimiento, cámaras, cerraduras electrónicas, etc.
- IV. Sistemas de entretenimiento: Los microcontroladores se usan para crear juegos, reproductores de música, televisores inteligentes, consolas de videojuegos, etc.
- V. Sistemas médicos: Los microcontroladores se usan para medir y controlar parámetros vitales como el ritmo cardíaco, la presión arterial, la glucosa en sangre, etc. También se usan para controlar dispositivos médicos como bombas de infusión, marcapasos, respiradores artificiales, etc.
- VI. Sistemas automotrices: Los microcontroladores se usan para controlar funciones del vehículo como el encendido, la inyección de combustible, el frenado antibloqueo, el control de tracción, el control de estabilidad, etc.

En este artículo, se muestra la aplicación de un microcontrolador en la creación de un caudalímetro digital. Lo que resta del trabajo se encuentra seccionado de la forma siguiente. La Sección II versa sobre los materiales y software utilizados. En la Sección III se muestran los códigos en lenguaje C y los resultados de simulación obtenidos. Finalmente, las conclusiones son presentadas en la Sección IV.

2. Materiales y software utilizados

La elaboración del caudalímetro digital se llevó a cabo mediante el altamente usado microcontrolador de la marca microchip PIC18F4550 y material electrónico de bajo costo. Para la elaboración de un caudalímetro digital se requirió lo siguiente:

- I. Flow sensor YF-S201.
- II. PIC18F4550.
- III. Protoboard.
- IV. Alambre de cobre del calibre 12.
- V. Display LCD 16x2.
- VI. Fuente de alimentación de 5 V a 1 A.

El instrumento de flujo utilizado (YF-S201), nos permite realizar la adquisición de datos hacia el PIC18F4550. Por su parte, la tablilla de pruebas (protoboard) nos permite montar los componentes y realizar las conexiones pertinentes mediante el alambre de cobre. Por su parte, el Display LCD se usa para visualizar los resultados obtenidos, tras el procesamiento del PIC18F4550. Finalmente, la fuente de 5 V, nos permite alimentar a todo el prototipo.

De manera complementaria, para escribir y compilar el código fuente se hace uso del IDE MikroC y para simular el prototipo se utiliza el programa Proteus.



Figura 1 Flow sensor modelo YF-S201.

3. Programación y simulación del prototipo

En la Figura siguiente se presenta el segmento de código asociado a la asignación de puertos para el display LCD, declaración de variables globales y la rutina interrupt.

```

// LCD CONEXIONES
sbit LCD_RS at LATA1_bit;
sbit LCD_EN at LATA2_bit;
sbit LCD_D4 at LATA4_bit;
sbit LCD_D5 at LATA5_bit;
sbit LCD_D6 at LATA6_bit;
sbit LCD_D7 at LATC0_bit;

sbit LCD_RS_Direction at TRISA1_bit;
sbit LCD_EN_Direction at TRISA2_bit;
sbit LCD_D4_Direction at TRISA4_bit;
sbit LCD_D5_Direction at TRISA5_bit;
sbit LCD_D6_Direction at TRISA6_bit;
sbit LCD_D7_Direction at TRISC0_bit;
// FIN LCD CONEXIONES
//VARIABLES PARA PROGRAMA PRINCIPAL
char *vel;
int n0 = 0,t0=0;
float P0 = 0.0,s0=0.0,k0=0.0;
void caudalimetro();
//FIN VARIABLES PARA PROGRAMA PRINCIPAL
void interrupt() {
    if(INT0IF_bit)
    {
        n0++;
        INT0IF_bit=0;
    }
}
    
```

Figura 2 Código de configuración de puertos y función interrupt.

La rutina interrupt hace uso de las interrupciones externas. Esta rutina evalúa si existe un cambio de valor lógico en el pin asignado e incrementa un contador cada que esto sucede.

En la Figura mostrada a continuación podemos ver el segmento de código que contiene algunas configuraciones asociadas al funcionamiento del PIC. En estas líneas de código también se programan los mensajes de bienvenida a mostrarse en el display LCD y se hace la invocación a la función "caudalimetro" que será descrita más adelante.

```

void main() {
    OSCCON=0XFF;
    ADCON1 = 0x0f; //ANO A AN12 DIGITALES
    CMCON = 7; // DESHABILITAR COMPARADORES
    GIE_bit=1;
    INTOIE_bit=1;
    INTEDG0_bit=1;
    TRISA = 0x00;
    TRISC = 0X00;
    PORTC = 0;
    PORTA = 0;
    PORTB = 0; // PORTB is output
    TRISE = 0;
    PORTE = 0;
    PORTD = 0;
    Delay_ms(50);
    Lcd_Init(); // INICIALIZAR LCD
    Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR); // LIMPIAR display
    Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF); // CURSOR APAGADO
    Lcd_Out(1,2,"CAUDALIMETRO"); // ESCRIBIR TEXTO "CAUDALIMETRO"
    Lcd_Out(2,4,"DIGITAL"); // ESCRIBIR TEXTO "DIGITAL."
    Delay_ms(1000);
    Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);
    caudalimetro();
}
    
```

Figura 3 Función "main"del programa.

Para finalizar la descripción de nuestro programa, en la Figura siguiente se presenta la rutina que contiene el funcionamiento primario del caudalímetro. Aquí se realiza el sensado del YF-S201 y se traduce a unidades de flujo de caudal. También, en el display LCD se muestra la velocidad del caudal del agua (L/m) cada 2 segundos. Esto, haciendo uso de la fórmula siguiente que nos brinda el fabricante (Velocidad de caudal = frecuencia de pulso * 7.5) [2].

```

void caudalimetro() {
    while(1)
    {
        Lcd_Out(1,2,"VELOCIDAD L/m");
        for (t0=0;t0<3;t0++)
        {
            s0=t0;
            Delay_ms (1000);
        }
        P0=n0;
        P0=P0*7.5; //Pulsos * 7.5 = Velocidad (L/m)
        if(s0==2)
        {
            FloatToStr(P0, vel);
            Lcd_Out(2,1,vel);
            n0=0;
        }
    }
}
    
```

Figura 4 Función "caudalimetro"del programa.

Ahora, para comprobar el buen funcionamiento del prototipo se muestra la simulación a nivel de componentes del caudalímetro digital en Proteus.

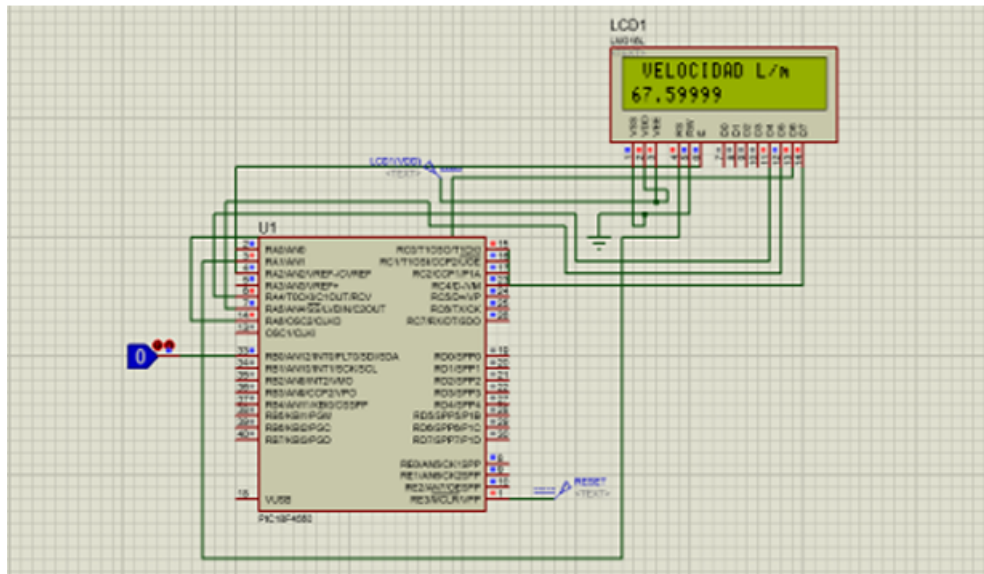


Figura 5 Simulación del caudalímetro digital en Proteus 8.

Cabe destacar que en esta simulación se reemplazó el sensor de flujo por una señal lógica que permite activar las interrupciones externas en el pin RB0. Como se observa en la imagen, el display LCD muestra la velocidad del caudal en razón de la frecuencia de pulso con la que giran las aspas del sensor de flujo y que se interpretan en pulsos lógicos.

4. Conclusiones

La construcción de un caudalímetro digital basado en el PIC18F4550 representa una opción de bajo costo al ponerlo en comparación con dispositivos similares que se venden de forma comercial. Al mismo tiempo, la implementación de este dispositivo resulta interesante debido al gran auge que tienen los proyectos en materia de energía renovable.

Referencias

1. Pérez, E. M. (2007). *Microcontroladores PIC: Sistema Integrado para el Autoaprendizaje*. Marcombo.
2. s.a. (s.f.). Sensor de Flujo de Agua 30L/MIN. Carrod. Recuperado de: <https://www.carrod.mx/products/sensor-de-flujo-de>