Medidor LC Utilizando Pantalla LCD 2x16 para Visualización con Programa Embebido en un Microcontrolador

Adrián Arroyo Zambrano[1], Héctor Cabrera Ulloa[2], Carlos Valdiviezo[3]
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC)
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador
aarroyo@fiec.espol.edu.ec[1], hcabrera@fiec.espol.edu.ec[2], cvaldiv@espol.edu.ec[3]

Resumen

La finalidad del proyecto es desarrollar un medidor de capacitancias e inductancias (LC) comercial, capaz de tener una precisión igual a la mayoría de los medidores actuales del mercado, con el valor agregado de ser auto rango. Dicha medición se presentará a través de una pantalla LCD. La principal aplicación de este proyecto es la medición de componentes electrónicos pasivos (capacitores e inductores), y aunque es cierto que estos equipos existen en el mercado, su falta de disponibilidad y costo elevado lo alejan del poder adquisitivo de técnicos y estudiantes de ingeniería. Para llevar a cabo este proyecto utilizaremos un microcontrolador PIC 18F4520 de Microchip, que realizará las mediciones, cálculos y presentación de los resultados, un comparador LM311 y un oscilador NE7555, así como la herramienta de simulación Proteus y compilador CCS. Se realizarán las simulaciones de cada una de las partes, para compararlas con los resultados teóricos; y pruebas con el circuito armado para determinar la precisión del mismo comparándolo contra modelos existentes en el mercado.

Palabras claves: *PIC18F4520, LM311, NE7555, Proteus, auto rango, medidor de capacitancias e inductancias.*

Abstract

The goal of this project is thedevelopment of a commercial capacitance and inductance (LC) meter, capable of being as accurate as market´s actual LC meters, with the aggregate value of be auto range. Such measurement will be shown through a liquid crystal display commonly known as LCD. The main application of this project is the measurement of passive electronic components (capacitors and inductors), and although it is true that this equipments exist in the market, their lack of availability and high cost take them away of the purchase power of fellow technical and engineer students. To perform this project we will use a microcontroller PIC 18F4520 from Microchip, which will do the measurements, calculations and presentation of the results, a comparator LM311 and an oscillator NE7555, as well as the simulation tool Proteus and compiler CCS. Simulations of each part of the project will be made to compare those with the theoretical results; and tests of the fully armed circuit to determine its accuracy against market´s existing models.

Keywords: *PIC18F4520, LM311, NE7555, Proteus, auto range, capacitance and inductance meter.*

1. Introducción

El mundo actual exige la instrumentación dentro de cualquier proceso que necesite el control en la fabricación de diversos productos, proceso que es necesario controlar y mantener constantes varias magnitudes; y el estudiante exige el conocimiento práctico de los instrumentos que nos permiten cumplir este fin.

El manejo de instrumentos es fundamental en procesos industriales, ya que el estudiante debe mejorar el conocimiento práctico de los instrumentos, el mismo que podrá hacerlo en cualquier laboratorio de instrumentación; si no tiene conocimientos de medición y no ha adquirido conciencia de los instrumentos y métodos de medida de los que se dispone se encuentra en desventaja a un proceso o máquina nueva.

Por ello la necesidad de conocer los instrumentos de medición y control para saber su funcionamiento, rangos de aplicación, forma de instalación y además parámetros que dan una idea de la importancia de la instrumentación industrial dentro de nuestra formación académica.

El objetivo de un medidor LCes la medición de valores de capacitancia de capacitores de tipos polarizados y no polarizados, y de inductancia de inductores, choques y bobinas, para su posterior utilización en la implementación de circuitos eléctricos y electrónicosbrindando confiabilidad al mismo sabiendo que los elementos utilizados son de la medida solicitada, así como de poder comprobar si uno de estos elementos se encuentra defectuoso, así como entregar una herramienta de precisión y bajo costo para estudiantes y radiotécnicos, a la par de medidores de fabricantes de prestigio con elementos que se encuentran fácilmente en el mercado local y de fácil reemplazo, además de contar con una interfaz gráfica sencilla y vistosa.

Esta es una solución económica y práctica para aparatos de medición que en el mercado pueden llegar a costar cientos de dólares, con relativamente pocos componentes, buenas prestaciones y precisión.

2. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en la medición de los valores de capacitancia e inductancia de elementos pasivos [1] utilizando un microcontrolador avanzado 18F4520, un circuito oscilador basado en un oscilador tipo tanque y cuya salida está determinada por el circuito comparador de bajo voltaje LM311, adicional a esto, para capacitancias de alto valor por encima de 20ηF tenemos un circuito oscilador astable basado en el circuito 7555, que no es otra cosa que el circuito temporizador 555 pero basado en tecnología CMOS para una mejor respuesta ante voltajes de entrada de baja corriente.

La parte principal del medidor es el circuito tanque sintonizado formado por LC (100µH y 1ηF) y el circuito 7555, el cual genera una frecuencia que se utilizará como referencia.

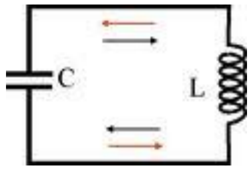

Figura 1. Oscilador tipo tanque

Cuando introducimos un componente a medir (inductor en serie y capacitor en paralelo a la referencia), se modifica esta frecuencia, la cual es medida y por medio de cálculos se puede determinar el valor del componente desconocido [2].

Este circuito se comporta a la perfección para capacitancias de hasta 20ηF e inductancias de hasta 50mH pero para la medición de capacitancias más altas nos servimos del circuito 7555 que en su modo astable posee la capacidad de que su frecuencia de oscilación tiene una relación inversamente proporcional al valor de capacitancia.

Entonces la base del medidor es determinar la frecuencia. Para ello hay dos maneras, midiendo el período de la señal o determinando la cantidad de pulsos en un determinado rango de tiempo.

3. Materiales utilizados

Para la realización de este proyecto se utilizarán los siguientes implementos y/o herramientas:

- Microcontrolador PIC 18F4520
- Pantalla de cristal líquido LCD 16 caracteres x 2 líneas
- Comparador LM311
- Temporizador NE7555
- Resistencias de distintos valores de acuerdo al circuito implementado
- Capacitores de distintos valores de acuerdo al circuito implementado
- Inductores de distintos valores de acuerdo al circuito implementado
- Relés de 5V para proceso de auto calibración y conmutación de modos
- Programador PICKIT 3
- Compilador en lenguaje C PCW CCS
- Simulador de circuitos Proteus

3.1 Microcontrolador PIC 18F4520

Este dispositivo pertenece a la familia de microcontroladores avanzados PIC18FXXXX, los cuales tienen un alto rendimiento computacional a un costo asequible.

Es un circuito integrado de alta escala de integración que incorpora la mayor parte de los elementos que conforman un controlador. Pertenece a la gama mejorada, poseen una arquitectura abierta pudiéndose expandir en el exterior al poder sacar los buses de datos, direcciones y control.

Es un computador dedicado. En su memoria reside un programa destinado a gobernar una aplicación determinada, una vez programado y configurado, el microcontrolador solamente sirve para gobernar dicha tarea.

Algunas características de este integrado son:

- Tecnología FLASH/EEPROM de baja potencia y alta velocidad
- Dos módulos para captura/comparación/PWM
- Bajo consumo de potencia
- Tres fuentes externas de interrupción
- Acepta cuatro tipos de osciladores de cristal (hasta 40MHz)
- Acepta dos tipos de osciladores RC externos (hasta 4MHz)
- Acepta dos tipos de relojes externos (hasta 40MHz)
- Amplio rango de voltaje de operación (2V a 5.5V)

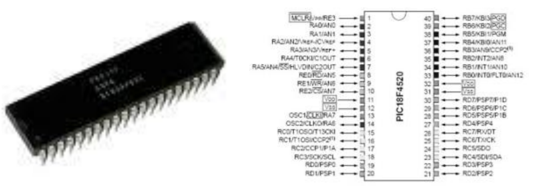

Figura 2. Microcontrolador PIC18F4520

3.2 Pantalla de cristal líquido LCD 16x2

Las pantallas de cristal líquido tienen la capacidad de mostrar cualquier caracter alfanumérico, permitiendo representar la información que genera cualquier equipo electrónico de una forma fácil y económica. La pantalla consta de una matriz de caracteres distribuidos en 2 líneas de 16 caracteres cada línea. El proceso de visualización es gobernado por un microcontrolador incorporado a la pantalla.

Se debe proveer 5V de alimentación para la pantalla, que opera a una velocidad de trabajo de 9600 o 2400 baudios. Para el control de la LCD se conecta un bus desde la salida de datos del microcontrolador a la entrada de datos del módulo. Mediante las señales apropiadas enviadas y recibidas mediante este bus la pantalla es capaz de representar caracteres, mostrar o esconder un cursor, borrar, etc. También contiene un pin que controla la intensidad de luz que por lo general va conectado a un potenciómetro lineal que permite regularla.

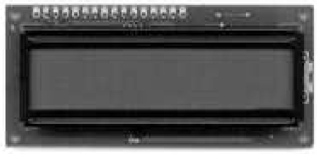

Figura 3. Pantalla de cristal líquido LCD

3.3 Temporizador 7555

Es un temporizador basado en tecnología CMOS que provee una significativa mejora sobre el estándar NE555, siendo al mismo tiempo un reemplazo directo para aquellos dispositivos en la mayoría de las aplicaciones.

Es un económico y versátil circuito integrado temporizador de 8 pines de bajo consumo al estar construido con tecnología CMOS.

Es sencillo de utilizar y requiere de sólo unos pocos componentes adicionales para realizar útiles tareas, no solo relacionadas con la temporización tales como osciladores astables, generadores de rampa y temporizadores secuenciales. A pesar de ser económico se consiguen temporizaciones estables frente a variaciones de tensión de alimentación y de temperatura.

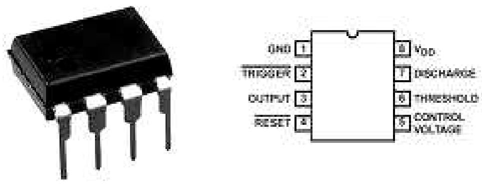

Figura 4. Temporizador 7555

3.4 Comparador LM311

Es un comparador estándar muy versátil, tiene una salida de colector abierto para poder ajustar la tensión de salida por lo que requiere una resistencia de pull up en la salida.

Su máxima corriente de salida es de 50mA, por lo que puede fácilmente excitar una salida de relé, también posee una terminal de habilitación, se alimenta de 5V a 36V y su tiempo de conmutación es de 200ηs con un consumo típico de 5mA.

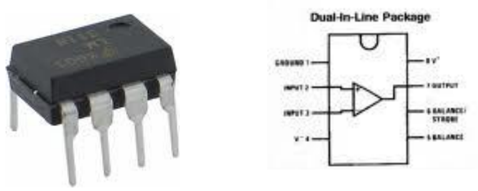

Figura 5. Comparador LM311

3.5 Compilador en lenguaje C PCW CCS

Herramienta para desarrollo de aplicaciones embebidas en microcontroladores PIC. Genera ficheros en formato hexadecimal, que es el necesario para programar un microcontrolador [3].

Trabaja en un entorno de desarrollo integrado (IDE), que nos permite desarrollar todas y cada una de las fases del programa, desde la edición hasta la compilación, pasando por la depuración de errores.

Este programa traduce el código C del archivo fuente (.C) a lenguaje máquina para los microcontroladores PIC, generando así un archivo en formato hexadecimal (.HEX).

3.6 Simulador de circuitos PROTEUS

Los paquetes de simulación electrónica no suelen incluir modelos de simulación de las diferentes familias de microcontroladores que existen en el mercado, lo que supone una barrera para los diseñadores electrónicos.

Esta limitación es superada por el entorno de desarrollo PROTEUS, que trata al microcontrolador como un componente más del circuito a desarrollar, ofreciendo la posibilidad de simular código microcontrolador de alto y bajo nivel. Esto permite el diseño tanto a nivel de hardware como software y realizar la simulación en un mismo y único entorno.

Para ello se suministran tres entornos como son:

- ISIS que es el módulo de captura de esquemas,
- VSM que es el módulo de simulación y
- ARES que es el módulo para la realización de circuitos impresos (PCB)

4. Funcionamiento del proyecto

El circuito del medidor está constituido por cuatro partes principales que realizan sistemáticamente cada operación necesaria para obtener el valor de la capacitancia o inductancia conectada al circuito. A continuación se detalla el diagrama de bloques explicando el mismo:

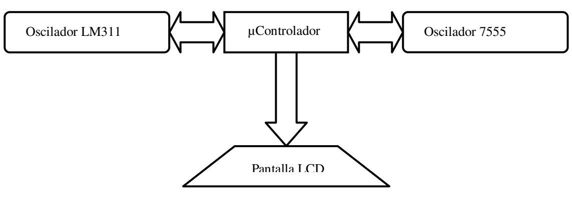

Figura 6. Diagrama de bloques del circuito

El programa inicia con la asignación de constantes y de variables así como la definición de la rutina de interrupción externa, posterior a esto realiza la calibración de ambos circuitos de oscilación.

Para calibrar el oscilador LM311 toma dos frecuencias, una con el capacitor y la inductancia de referencia (100µH y 1ηF), y luego cierra el relé que pone en paralelo a un capacitor de calibración, luego de esto calcula el valor de C y L y posteriormente procede a realizar la calibración del oscilador 7555, de la misma manera usando un relé de conmutación con un capacitor de mayor capacidad.

El siguiente paso con el oscilador LM311 es el valor de la capacitancia; si esta resulta ser menor de la que el circuito resonante necesita para oscilar (20ηF), conmuta este capacitor para ser medido con el oscilador 7555 (no sin antes haber preguntado por el modo si es capacitancia o inductancia), enseguida el 7555 calcula el valor de la capacitancia en base a la frecuencia; si la frecuencia es menor a un valor equivalente a un capacitor de 10µF esta se conmuta, no a medir frecuencia, sino el tiempo en alto [4], lo cual es logrado por la interrupción externa y un oscilador de 1KHz externo.

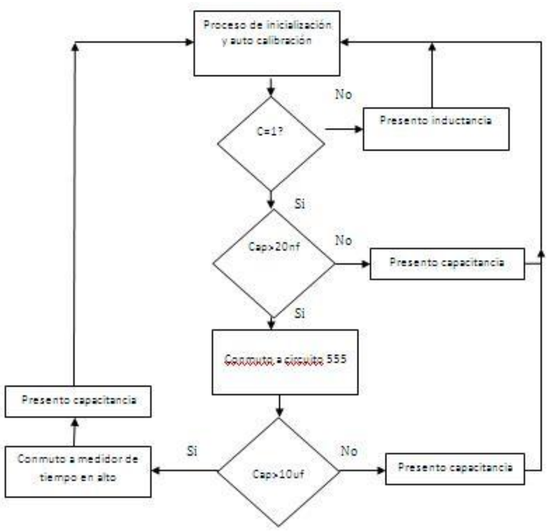

Figura 7. Diagrama de flujo del circuito

5. Implementación del proyecto

Para la implementación se utilizó el lenguaje de programación en C PCW CCS donde se elaboró el código del programa del microcontrolador.

Las pruebas y verificación de funcionamiento del circuito completo o por partes selas realizó con ayuda del simulador de circuitos Proteus, para luego construirlo en un protoboard y posteriormente con una placa de baquelita.

Los elementos utilizados para la implementación son fáciles de adquirir en el mercado local.

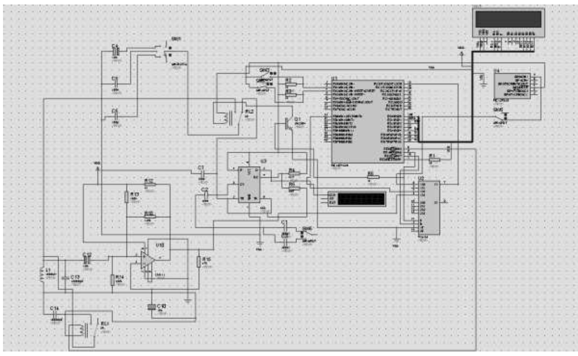

Figura 8. Esquemático del circuito

6. Resultados

Para realizar la simulación se debió tomar en cuenta lo siguiente: el oscilador LM311 no podía ser simulado, se usó su contraparte mejorada, el integrado LM111 y, al ser modelado el PIC18F4520 más el comparador la simulación se volvía demasiado lenta para los valores de 100µH y 1ηF, por lo que se optó por presentar los mismos multiplicados por diez para que así concluyera en un par de horas la simulación, caso contrario hubiera tomado diez veces ese tiempo.

A continuación se detallan los resultados obtenidos al medir distintos tipos de elementos con el circuito desarrollado:

Tabla 1. Resultados en la medición

Capacitor	Tolerancia	Medición
40ρF	2%	41ρF
820ρF	2%	836ρF
470ηF	10%	471ηF
12µF	10%	11µF
220µF	10%	214µF
3300 µF	10%	2950 µF
33µH	10%	32.9µH

Como se puede apreciar, las mediciones obtenidas con este medidor se encuentran dentro del rango de tolerancia de cada elemento medido.

7. Conclusiones

Se cumplió con el objetivo planteado: entregar una herramienta de precisión y bajo costo para estudiantes y radiotécnicos, a la par de medidores de fabricantes de prestigio, con elementos que se encuentran fácilmente en el mercado local y de fácil reemplazo, además de contar con una interfaz gráfica sencilla y vistosa.

Se logró ampliar el rango de medición y mejorar la precisión del medidor en comparación con equipos de otros fabricantes, tales como Fluke y BK Precision, tomando lo mejor de dos proyectos distintos: el rango del capacímetro con el temporizador 7555 y la precisión en la medición de pequeños elementos con el comparador LM311 integrándolos en un solo instrumento.

El microcontrolador utilizado en este proyecto brinda facilidades al programador por su fácil comprensión en su configuración interna y además se usó un lenguaje en C sencillo para programar el mismo.

El medidor desarrollado se presta para el uso en laboratorio por parte de estudiantes para la medición de elementos que son utilizados para implementar distintos proyectos requeridos por parte del instructor.

8. Referencias

[1] http://www.micros-designs.com.ar/medidor-lc/; Teoría medidor LC

[2] http://ironbark.bendigo.latrobe.edu.au/~rice/lc/; Construcción medidor LC

[3] http://www.ccsinfo.com/dccs_manual.pdf; Manual de referencia de CCS

[4] http://www.todopic.com.ar/foros/index.php; Medición de tiempo en alto