

REGISTRADOR DE DATOS (DATALOGGER) MEDIANTE UN DSPIC

M.Sc. Carlos Valdivieso¹, Julio Arteaga², Carlos Nieto³
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC)
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, vía Perimetral Km. 30.5, Guayaquil, Ecuador.
cvaldivi@espol.edu.ec¹, jaarateg@espol.edu.ec², cnieto@espol.edu.ec³

Resumen

Este proyecto consiste fundamentalmente en el almacenamiento de las señales de voltaje de fase y corriente de línea de un motor trifásico con una alimentación trifásica configurada en estrella. El prototipo tiene limitaciones con respecto a los valores de voltaje a medir (120 Vrms) y con la manera de medición de la corriente, la cual está basada en la utilización de una sonda de corriente (Fluke 80i-110s). Los datos son registrados y almacenados en la memoria EEPROM de un DsPic 30F4011 por pares. Un pulsador realiza la selección de una de las 3 fases a medir (corriente y voltaje), durante un período de tiempo establecido por el usuario. Los datos de las señales son recopilados solamente a partir de un cruce por cero ascendente de cada señal. Una vez almacenados todos los datos posibles, estos son enviados mediante un pulsador a un computador utilizando como comunicación un MAX - 232. Las gráficas finales son mostradas a través de un programa realizado en Visual Basic 6.0 para su análisis posterior.

Palabras claves: Dspic, cruce por cero, alimentación trifásica, Fluke 80i-110s, MAX - 232.

Abstract

The main purpose of this project is the storage of phase voltages and line currents for a three-phase power set to star. The prototype has limitations with regard to the values of measured voltage (120 Vrms) and the way of measuring the current, which is based on using a current probe (Fluke 80i-110s). The data are recorded and stored for pairs in the EEPROM memory of a DsPic 30F4011. A button will select one of the 3-phase measurement (current and voltage), for a period of time set by the user. The data signals are collected only from a rising zero crossing of each signal. Once all the data possible, these are sent through a switch to using a computer as a communication MAX - 232. The graphics are displayed through the end of a program in Visual Basic 6.0 for further analysis.

1. Introducción

Hoy en día ninguna industria puede darse el lujo de no contar con equipos de medición para monitorear su perfecto desempeño durante las horas de trabajo. El motor es una de las máquinas eléctricas más utilizadas en las industrias para diferentes etapas de un proceso en general, esto nos lleva a la necesidad de contar con un equipo que nos permita registrar el desarrollo del motor y verificar en lo posible en todo momento alguna anomalía con respecto a su funcionamiento en condiciones normales.

La medición de variables físicas tales como Voltaje, Corriente, Presión, Temperatura, Humedad, etc; es una tarea fundamental en la industria, en laboratorios, centros de investigación y en algunas actividades agrícolas, entre otros. En algunos casos, dichas mediciones deben realizarse de forma secuencial para determinar el comportamiento de la variable correspondiente en un período de tiempo específico.

En este proyecto se realizaron las mediciones de los voltajes de fase y corrientes de fase de un motor trifásico con alimentación de línea a línea de 220 voltios y se almacenaron los datos obtenidos tanto de voltajes como de corriente en el circuito implementado (Datalogger).

Se desarrolló una interfaz gráfica amigable de interacción con el usuario que permitió la visualización total de los datos grabados para su posterior análisis, garantizando totalmente la adquisición y almacenamiento de los datos durante todo el tiempo de muestreo. Este prototipo es un equipo electrónico capaz de realizar mediciones de voltaje y corriente, con almacenamiento de datos limitados a la capacidad del DsPic 30F4011 pero que puede ser mejorado implementando una tarjeta de memoria externa la cual permita guardar mayor cantidad de datos posibles en tiempos más prolongados.

2. Diseño

La Unidad de Control está comandada por un DSPIC30F4011^[1] y su respectivo oscilador interno FRC (8MHz). Se ha elegido este DSPIC porque posee una memoria EEPROM de fácil borrado y escritura y con una capacidad de grabación de datos suficientes para su utilización. Además presenta un menor desgaste por cada ciclo de lectura escritura, lo que implica un aumento en su vida útil.

Las funciones que desempeña el DSPIC30F4011 son leer el dato del convertidor analógico digital, leer los botones que indican la función que debe realizar, configurar el tiempo de muestreo, almacenar en la memoria EEPROM los datos leídos y recuperarlos para que sean enviados vía MAX – 232 hacia la computadora.

2.1 Diagrama de bloques

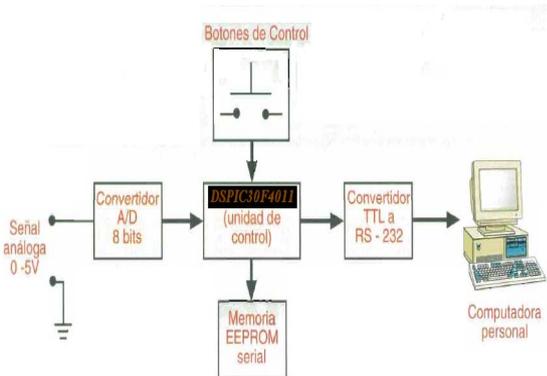


Figura 1. Diagrama de bloques

2.2 Acondionamiento de la señal

La señal de voltaje de fase del motor es reducida a través de un transformador reductor 110Vrms/6Vrms, luego esta a su vez es acondicionada entre un nivel máximo de voltaje DC de 5 voltios aplicando el principio de la resistencia de Thevenin al voltaje de pico a pico de la señal reducida.

Una vez que la señal está en el rango deseado se colocó un capacitor como un acople de impedancia el cual mientras más grande es provoca que la reactancia tienda a cero, llegando a ser un cortocircuito lo cual le da estabilidad a la señal.

Por último a esta señal le damos un nivel DC de 2,5 voltios para mantener la señal estable teniendo como eje horizontal 2,5 voltios, teniendo así una onda DC que puede ser leída por el DSPIC30F4011.

En la figura 2 se muestra el esquema del circuito utilizado para acondicionar la señal de voltaje del motor.

$$V_o = \left[\left(V_i * \left(\frac{N_1}{N_2} \right) \right) * \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) \right] + 2.5$$

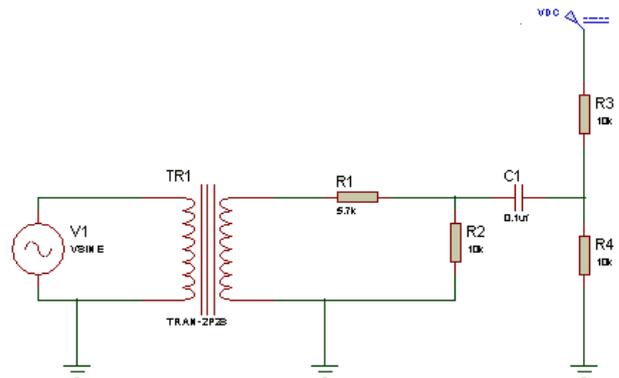


Figura 2. Señal Acondionada

2.3 Acople de impedancia

La utilización de filtros capacitivos es necesaria para evitar los ruidos y estabilizar la señal adquirida. Además se utilizó las capacitancias como acople de impedancias tal como se muestra en la figura 3

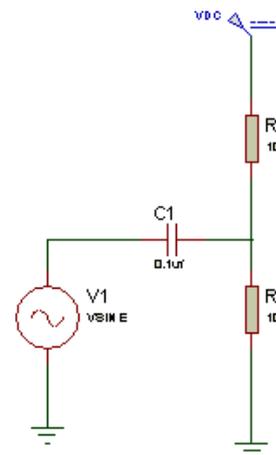


Figura 3.- Acople de Impedancia

El voltaje de salida se calcula de la siguiente manera:

$$V_o = V_i + 2.5$$

2.4 Sonda de corriente

La Fluke 80i-110s es una Sonda de corriente de CA/CC de pinza diseñada para reproducir formas de onda de corriente encontradas en sistemas comerciales e industriales modernos de distribución de energía eléctrica.

El funcionamiento de la sonda se ha optimizado para la reproducción precisa de corrientes a la frecuencia de red y hasta el quincuagésimo armónico.

La 80i-110s es compatible también con cualquier instrumento capaz de medir milivoltios. La Sonda de corriente (que se muestra en la Figura 5.1) presenta las siguientes ventajas:

- Mediciones de corriente exactas de CA, CC y CA+CC para aplicaciones eléctricas, electrónicas y de automoción.
- Blindada para proporcionar una alta inmunidad a las interferencias en las proximidades de dispositivos electrónicos de accionamiento por motor y sistemas de encendido.
- Amplio rango de medida entre 50 miliamperios y 100 amperios; útil para 10 miliamperios.
- Mandíbula diseñada con una forma que permite un fácil acceso a espacios estrechos.
- Conector BNC aislado para 600 voltios con diseño de seguridad – compatible con los ScopeMeter de Fluke, analizadores de componentes armónicas de potencia, y osciloscopios.
- Salida seleccionable de 10 milivoltios por cada 1 amperio para el rango de 100 A, y 100 milivoltios por cada 1 amperio para el rango de 10 A.

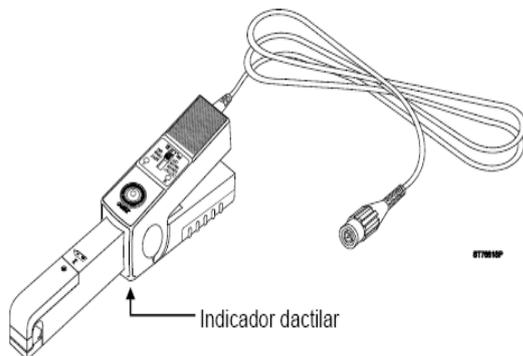


Figura 4.- Fluke 80i-110s

2.5 Amplificador UA741

Como acople de impedancia con las entradas analógicas del DsPic se utilizó un amplificador operacional UA741^[2] como se muestra en la figura 5, polarizado entre 5 voltios DC y tierra, utilizando una configuración de seguidor de Voltaje.

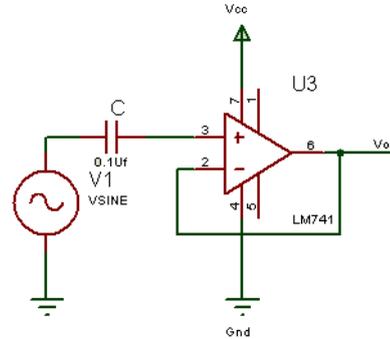


Figura 5.- Diagrama del DSPIC 30F4011

2.6 Módulo analógico - digital

La conversión analógica a digital (ADC) se realiza a través del DsPic30F4011, ver figura 6, el cual se encarga de tomar una muestra de las señales analógicas (señales de voltaje y de corriente de las tres fases del motor) y convertirla en un número digital de 8 bits.

El DsPic 30F4011^[3] posee un módulo conversor A/D de 10 bits y 500 Ksps, con 2 ó 4 muestras simultáneas y hasta 16 canales de entrada, incluso con conversión posible en el modo SLEEP.

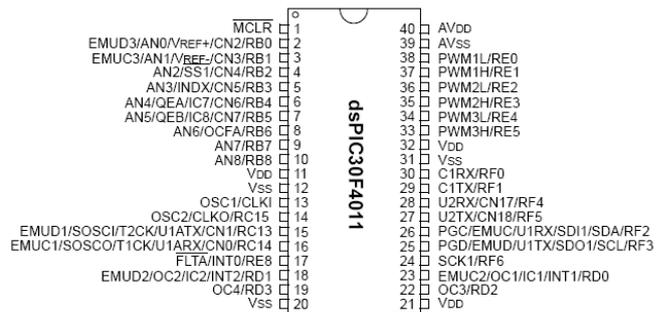


Figura 6.- Diagrama del DSPIC 30F4011

El DsPic 30F4011 tiene 9 entradas analógicas; se usan desde la patita 2 hasta la patita 7 para el ingreso de las señales analógicas, en donde cada entrada del DsPic internamente tiene un condensador el cual se carga a un valor igual al voltaje de la señal de entrada, el voltaje almacenado por el condensador es la entrada al módulo interno de conversión analógico a digital del integrado, la conversión es realizada a través de aproximaciones sucesivas.

2.7 Almacenamiento de datos

La memoria EEPROM de datos está mapeada en el espacio de la memoria de programa y está en palabras de 16 bits pudiendo alcanzar un tamaño de 2K palabras (4KB), según el modelo de DSPIC30F.

Para grabar la memoria EEPROM se usan las instrucciones de lectura y escritura de Tabla, pero como las posiciones de la EEPROM son de 16 bits, no serán necesarias las instrucciones TBLWTH y TBLRDH. Los procedimientos para la escritura y borrado de la EEPROM son similares a los del método RTSP de la memoria FLASH, pero en la EEPROM el acceso a los datos es más rápido y a diferencia de lo que ocurría con la memoria FLASH, la CPU no se detiene durante una operación de escritura/borrado de la EEPROM.

Las operaciones que puede realizar en la memoria EEPROM son:

- Borrar una palabra.
- Borrar una línea (16 palabras).
- Escribir una palabra.
- Escribir una línea (16 palabras)

El programa del usuario es responsable de esperar a que la operación de escritura/borrado se complete. Para ello, el fin de las operaciones de escritura/borrado en la EEPROM se puede detectar mediante uno de estos tres métodos:

- Explorar el bit WR por software. El bit WR será borrado cuando la operación se complete.
- Explorar el bit NVMF por software. Este bit será activado cuando la operación se complete.
- Habilitar las interrupciones NVM. La CPU recibirá una interrupción cuando la operación se complete.

2.8 Módulo de comunicación Uart

El UART (Transmisor Receptor Universal Asíncrono) es un módulo para la comunicación serie asíncrona disponible en los DSPIC30F^[4]. Funciona como un sistema full – duplex o bidireccional asíncrono que puede adaptarse a multitud de periféricos, como ordenadores personales o interfaces RS – 232 y RS – 485.

Estas son las principales características del módulo UART:

- Funcionamiento en modo full – duplex con datos de 8 o 9 bits.
- Posibilidad de trabajar con paridad par, impar o sin paridad.
- Uno o dos bits de STOP.

Contiene un generador de baudios con un pre-escalador de 16 bits que se encarga de generar la frecuencia de trabajo del módulo.

Buffer de transmisión con capacidad para 4 caracteres.

Buffer de recepción con capacidad para 4 caracteres.

Posibilidad de emplear interrupciones para indicar la finalización de la transmisión o de la recepción.
Patitas específicas TX y RX para transmitir y para recibir.

Las transferencias de información se realizan sobre dos líneas, UTX (transmisión) y URX (recepción), saliendo y entrando los bits por dichas líneas al ritmo de una frecuencia controlada internamente por el UART.

Cada palabra o dato de información se envía independientemente de los demás. Suele constar de 8 o 9 bits y van precedidos por un bit de START (inicio) y detrás de ellos se coloca un bit de STOP (parada), de acuerdo a las normas del formato estándar NRZ. Los bits son transmitidos a una frecuencia fija y normalizada.

El módulo UART está formado por estos tres grandes bloques que se muestran en la figura 7

- Generador de baudios.
- Transmisor asíncrono.
- Receptor asíncrono.

Éste es el aspecto del diagrama de bloques que compone el módulo UART simplificado.

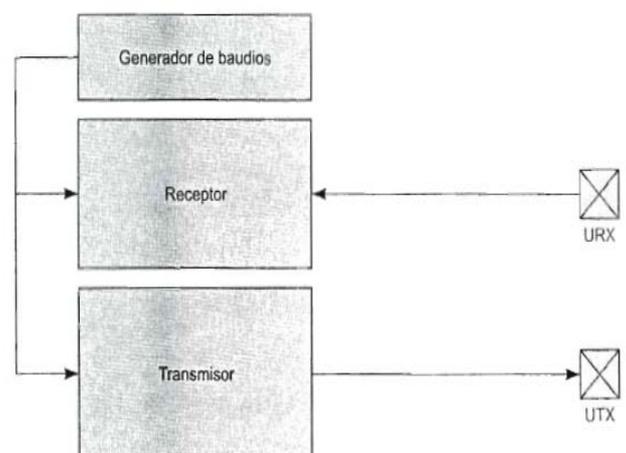


Figura 7.- Módulo UART.

5. Conclusiones

Se logró implementar una tarjeta electrónica capaz de adquirir los datos de la prueba de medición de los voltajes de fase y corriente de fase de un motor trifásico; con esta tarjeta se logró obtener una solución económica y confiable para este tipo de prueba que es practicada en la actualidad por industrias en general.

Debido a las características internas del DSPIC30F4011, no fue necesario agregar módulos complementarios, tales como para la transferencias de datos, logrando ahorro en la implementación de la tarjeta y que la PCB sea de menor coste debido a que sus dimensiones se redujeron.

Se aplicaron las bases adquiridas y se mejoraron los conocimientos en mikrobasic y mikrobasic para DSPIC, que es un programador de gran utilidad y de manejo muy sencillo.

Para la transferencia de los datos almacenados en la memoria EEPROM del DSPIC hacia la computadora fue de gran utilidad el integrado MAX 232 el cual nos brinda un buen soporte en la transmisión de datos garantizando así el envío correcto de los mismos.

Mediante el desarrollo del proyecto se pudo mejorar los conocimientos adquiridos sobre electrónica tanto análoga como digital, además se trabajo con algunos tipos de herramientas tanto eléctricas como mecánicas logrando así un mejor desempeño con el manejo de las mismas, además se logró profundizar el manejo de PROTEUS para la realización de circuitos impresos (PCB).

Una modificación en el datalogger puede ser implementar una tarjeta de memoria flash, en donde se almacenaría mayor cantidad de datos de las pruebas, la misma que posteriormente sería retirada y llevada a un computador para el análisis posterior de los datos obtenidos.

6. Referencias

[1]Micro controladores Avanzados DsPic: Diseño práctico de aplicaciones, 1era edición. Ed. McGraw-Hill. 54-55, 308-310, 339-342, 364-368, 444-448.

[2]Datasheetcatalog, Hoja de datos del UA741 http://www.datasheetcatalog.net/es/datasheets_pdf/UA741.shtml

[3]Microchip, Hoja de datos del dsPIC30F4011 <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/70135F.pdf>.

[4]Microchip, Manual de referencia de la familia dsPIC30F <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/70046E.pdf>.

[5]Curso práctico de Visual Basic 6.0 <http://mat21.etsii.upm.es/ayudainf/aprendainf/VisualBasic6/vbasic60.pdf>

[6] Ing. Ramos Guillermo, Ing. Hernández Jorge, Ing. Castaño Juan Andrés. Curso Práctico de Electrónica Industrial Y Automatización: Proyectos, Tomo 3. CEKIT S.A. 2002 Pereira – Colombia. Pag: 193-196.

[7] Angulo Usátegui José, Begoña García Zapirain, Sáez Javier Vicente y Angulo Martínez Ignacio. Microcontroladores Avanzados dsPIC: Diseño práctico de aplicaciones, 1era edición. Ed. McGraw-Hill. 54-55, 308-310, 336, 364-366.

[8] Comunicación - MAX232 - Conversor TTLRS232 Descripción por Eduardo J. Carletti disponible en: http://robotsargentina.com.ar/Comunicacion_max232.htm