

DISEÑO DE UN CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE CON INTERFAZ HMI Y COMUNICACIÓN ETHERNET

Ing. Andrés Firman, Ing. Pedro Cossoli, Dr. Ing. Luís Vera, Ing. Daniel Matijasevic (*)

Palabras clave: Automatización, PLC, Ethernet, HMI, Modbus

Resumen:

El propósito del artículo es presentar el procedimiento seguido para el diseño y construcción de un controlador lógico programable (PLC del inglés *programmable logic controller*) que posee una terminal para Interface hombre máquina (HMI). Además, posee distintos tipos de entradas y salidas que pueden ser controladas a través de una red Ethernet. Se describen los parámetros de diseño de la terminal y del hardware implementado. Se exponen los principales resultados obtenidos en un banco de ensayo destinado a probar cada una de sus funcionalidades. Como conclusión se presenta el primer prototipo funcional desarrollado, el cual se satisface las premisas de diseño planteadas y la cual ha sido transferida a una empresa del medio.

Introducción:

El Grupo en Energías Renovables de la Universidad del Nordeste (GER-UNNE), entre sus diferentes actividades de investigación, formación y transferencia, también realiza el desarrollo de prototipos de equipos industriales con el fin de responder a

la demandada de soluciones tecnológicas regionales de interés. En este contexto, el GER-UNNE ha diseñado y construido un equipo cuya funcionalidad responde a los requerimientos de los PLC y que se comunica con una terminal HMI (por sus siglas en inglés *Human Machine Interface*) que forma parte de su gabinete. Este equipo posee entradas analógicas y digitales, salidas digitales, entrada de cuenta de pulsos. Además, la terminal desarrollada pueda ser controlada u operar en conjunto con otros dispositivos, por medio de una red Ethernet, funcionando en modo “Maestro” utilizando el protocolo Modbus, ampliamente difundido en automatización industrial.

Metodología:

Para el diseño del PLC que responda a los requerimientos de un sistema de tele-supervisión, que se comunique utilizando el protocolo Modbus TCP, se necesita desarrollar el hardware de un módulo HMI (*human machine interface*) que cumpla con ciertos requerimientos específicos, los cuales se definieron para este caso como; Pantalla de 2 líneas por 16 caracteres con teclado que permita la posibilidad de navegar por un menú previamente programado en la terminal, en la que puedan ser introduci-

(*) Facultad de Ciencias exactas y Naturales y Agrimensura - Grupo en Energías Renovables, Av. Libertad 5460, Corrientes Capital, CP: 3400. afirman@ger-unne.com.ar 0379-154400227, pcossoli@ger-unne.com.ar 0379-154690986, lvera@ger-unne.com.ar 0362-154660430.

dos valores numéricos. Dos entradas digitales, las cuales deben detectar señales lógicas. Estas entradas digitales deben ser común negativo de 24 V tipo 1 (IEC61131). Las entradas estarán aisladas con respecto a los circuitos internos con optoacoplador; con una tensión de aislamiento de 500 V. Lo mismo se presenta en el caso de una entrada de pulsos de hasta 1 kHz, lo que posibilita la conexión de cualquier tipo de sensor o medidor con salida de pulsos, como ser medidores de caudal o de volumen. Las salidas digitales son a relé para cargas nominales de $240\text{ Vca}/2\text{A}$ y $30\text{ Vcc}/2\text{A}$. Vida útil eléctrica mínimo de 100.000 operaciones. Una entrada analógica de corriente de 12 bits de resolución lo que permite el sensado de cualquier variable continua, como por ejemplo medidores de presión, medidores de nivel, medidores de temperatura, etc. La entrada analógica de corriente posee un rango de señal de entrada de 0 a 20 mA de corriente continua; y el error máximo a 25°C es menor de 0,2% de fondo de escala; para evitar ruidos eléctricos se ha proyectado un filtro que posee una aislación de 500V con el circuito interno, con una sobrecarga permanente máxima permitida es de 40 mA. El dispositivo incluye un puerto para comunicación Ethernet y su capacidad de memoria y procesamiento es suficiente para implementar los protocolos TCP/IP, de manera que la terminal pueda ser controlada o manejada de forma remota.

Se implementó un *Watchdog* interno, destinado a la supervisión del software que se ejecuta en la terminal. La alimentación del dispositivo se realiza a través de una fuente industrial de 24 V de corriente continua.

Una vez establecidos los parámetros que debe presentar la terminal se procedió el diseño de la misma. Se consideró conveniente, en base a sus prestaciones de memoria y puestos de entrada salida, utilizar para el control de la unidad un microcontrolador de montaje superficial ATmega2560, cuya programación, realizada en lenguaje "C" es muy versátil y en la actualidad existen diversos recursos de uso libre así como también de librerías de programación, lo que facilita establecer la comunicación Ethernet y además el protocolo Modbus TCP. El manejo del puerto Ethernet se realiza con una placa de desarrollo basada en el circuito integrado W5100 que cumple con el estándar de la IEEE802.3af y que presenta conector RJ45 para la conexión de la red. La fuente de alimentación del microcontrolador se realizó con MC34063, construyendo una fuente del tipo *switching*, de esta forma se consigue una forma eficiente de reducir los 24 Vcc de entrada a los 5 Vcc destinados al uso interno de la terminal, la topología elegida utiliza un transistor externo para manejar mayor potencia. Para la pantalla se recurre a un *display* normal inteligente de 2 líneas por 16 caracteres y el para el teclado se uti-

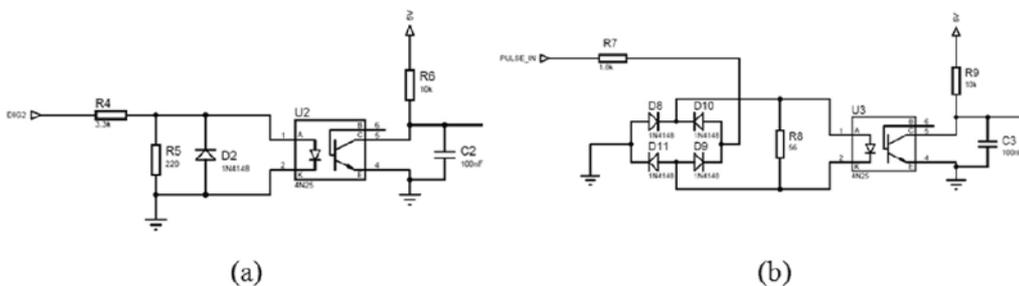


Figura 1: (a) Circuito de entrada digital diseñado con optoacoplador. (b) Circuito de entrada de pulsos.

liza un teclado de membrana de 16 teclas. Para el diseño de las entradas se siguieron las recomendaciones de la IEC61131 utilizando optoacopladores para obtener una elevada aislación, el circuito diseñado para las entradas digitales y la entrada de pulsos se indica respectivamente en la *Figura 1*.

Para la entrada analógica se incorporó el MCP3208, el cual es un conversor digital analógico de 12 bits con salida serial SPI.

funciones presentes en la terminal, de manera de comprobar su correcto funcionamiento, la misma, indica en la pantalla del dispositivo el carácter de la tecla pulsada de su teclado matricial. Por otra parte se indica el valor del registro cargado mediante el protocolo Modbus TCP. También se indican en forma de "X" la presencia de entradas digitales y de la misma manera se registra cuando se activa una de las salidas digita-



Figura 2: Fotografía de la terminal desarrollada en el GER-UNNE.

Resultados:

El prototipo HMI desarrollado se ha puesto en práctica por medio de la interfaz Ethernet que posee haciendo uso del protocolo Modbus TCP en modo esclavo, utilizando como Master una PC conectada a la misma red. Para lo cual se fabricó un mini banco de trabajo.

Se desarrolló, a nivel software, una aplicación demostrativa que abarca todas las

les a relé que posee el dispositivo, lo que se hace efectivo mediante la escritura de "coils" en el protocolo mencionado anteriormente. Así mismo, se indican en pantalla el valor de corriente, expresado en mA, registrado en sus entradas analógicas. Por último se indica la cuenta de los pulsos recibidos en su entrada destinada para tal fin. Una fotografía del prototipo de la terminal HMI desarrollada se aprecia en la *Figura 2*.

En todos los casos una vez configurado los parámetros de la red, como ser la dirección IP destinada, la dirección de la puerta de enlace y la máscara de subred, se establece la conexión Ethernet. En estas condiciones la terminal fue testeada exhaustivamente con resultados satisfactorios, sin producirse ni detectarse fallas en su operación. De esta manera, se logra simular su uso por medio del envío y recepción de registros a través de la red, acatando órdenes de un dispositivo actuando como Maestro, dentro de un proceso de automatización.

Conclusiones:

Se ha diseñado, desarrollado y probado con éxito el hardware de un PLC que dialoga con una terminal HMI y cuenta con

un puerto para comunicación Ethernet. Además de las correspondientes entradas digitales y analógicas de corriente de niveles industriales de 4 a 20 mA, salidas digitales, entrada de cuenta de pulsos, teclado y pantalla funcionado bajo el protocolo Modbus TCP en modo esclavo. De esta forma, el dispositivo desarrollado presenta una gran versatilidad debido a las múltiples funciones que ofrece, resultando en una excelente opción al momento de automatizar cualquier tipo de proceso de baja/mediana complejidad, o bien, como terminal de control remoto.

El equipo desarrollada ha sido transferida exitosamente a una empresa del medio dedicada al control y automatización de procesos industriales.

Referencias:

- John, K. H., & Tiegelkamp, M. (2010). IEC 61131-3: programming industrial automation systems: concepts and programming languages, requirements for programming systems, decision-making aids. Springer.
- International Electrotechnical Commission. (1993). IEC 61131-3. Programmable Controllers-Part, 3.
- Cuntan, C. D., Baciú, i., Panoiu, C., & Rat, C. L. The implementation of a set of controls in an Arduino ATMEGA 2560 microcontroller system.
- Balzano, J. M., & Noslier, Y. (1993). U.S. Patent No. 5,229,994. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Guan, X. M., Li, Y. Z., & Wang, X. J. (2010). Design of Power Supply Circuit based on MC34063 Used in Portable Instrument [J]. Journal of East China Institute of Technology (Natural Science), 1, 021.