

Sistema de Telemetría y Radio Control para PLC

Automatización de Control

Fidel Wilivaldo Pérez Tovar¹, Ángel David Huerta Aguilar¹, José Carlos Quezada Quezada¹

fidelwpt@gmail.com, qquezada@gmail.com

¹ UAEH- Escuela Superior de Tizayuca, Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones, kilómetro 2.5 de la carretera federal Tizayuca – Pachuca, Hgo.

Resumen: Se presenta el diseño y desarrollo de un sistema electrónico de radio control y telemetría, con microcontroladores para conexión a un controlador lógico programable (PLC) de gama media. El sistema cuenta con una interfaz que permite la supervisión y manipulación de manera remota de variables digitales y analógicas que son usadas por un PLC, lo que permite emplear el sistema en aplicaciones industriales de alto riesgo para el operador. Son mostrados los diagramas electrónicos y las pruebas realizadas al sistema.

Palabras clave: PLC, telemetría, radiocontrol.

1 Introducción

Los sistemas de control y monitoreo han tomado una gran importancia en el sector industrial, sobre todo en aplicaciones donde la seguridad de los operadores es una prioridad, algunos ejemplos son líneas de ensamblado en serie y control automático de temperatura en calderas. Un número importante de estos sistemas son controlados por PLC, que implementan la lógica necesaria para monitorear variables físicas, sincronizar y activar actuadores de acuerdo a un programa almacenado en su memoria [5]. Algunos PLC –como el usado en este trabajo - tienen incorporado como parte de sus características la estrategia de control utilizada en la industria; Proporcional + Integral + Derivativa (PID) para procesos continuos con variables físicas analógicas [4].

El sistema desarrollado permite conexión con PLCs para monitoreo remoto de las variables analógicas de consigna (SP – Set Point) y controlada (CV – Control Variable), para lo cual utilizan módulos de Radio Frecuencia (RF), microcontroladores y circuitos auxiliares. Se muestra en las siguientes secciones, una descripción del sistema acompañada de diagramas en Lenguaje de Modelado Unificado (UML) y electrónicos para mostrar la arquitectura del sistema [10].

2 Diagrama a bloques del sistema

El sistema desarrollado está conformado por dos subsistemas: Figura 1.

El *subsistema A* tiene la función de presentar al usuario una interfaz para monitorear en línea el valor de la variable controlada, que en el caso particular de la aplicación demostrativa, es una señal de corriente de 4-20 mA, introducida al PLC por una de sus entradas analógicas y proveniente de un inversor para control de motores trifásicos. [6]

Por medio del subsistema A, también es posible establecer el valor de la variable de consigna, y comunicarse con el subsistema B, por medio de un teclado matricial y módulos de RF.

El *subsistema B* se encuentra conectado al PLC y módulos de RF. Este módulo es el encargado de leer señales analógicas y establecer comunicación con el PLC para modificar la variable de consigna.

El usuario del sistema tiene una interacción con éste de tres formas: cambiar el modo de operación del bloque PID en Automático/Manual (A/M), modificar y monitorear los valores de las variables de consigna SP y de control VC. [3]

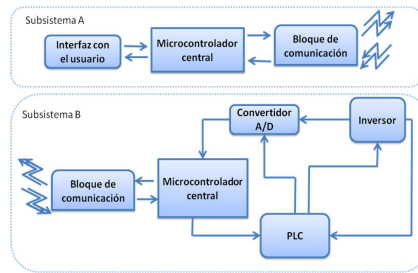


Figura 1: Diagrama a bloques del sistema desarrollado.

2.1 Interfaz con el usuario (subsistema A)

La interfaz es el conjunto de periféricos de entrada y de salida por medio de los cuales el usuario puede alterar las condiciones de operación del sistema y/o visualizar la condición en que se encuentra, cabe mencionar que aunque se muestra como un bloque independiente, éste depende del microcontrolador central para su operación, tal como se ve en el diagrama de colaboración UML siguiente (Figura 2).

Se observa que los periféricos de la interfaz están compuestos por un teclado y pantallas LCD. Por el teclado matricial se introducen datos y el microcontrolador central los interpreta, para controlar el bloque de comunicación, mientras que las pantallas LCD muestran el valor del SP y VC, así como el estado del sistema. [8]

Por medio de los módulos de RF se transmiten y reciben datos de manera inalámbrica, estos datos se envían al otro subsistema (bloque de comunicaciones B) y provienen del microcontrolador central, el bloque depende en su totalidad del microcontrolador, ya que, le indica cuando transmitir datos (provenientes de la interfaz

de comunicaciones), aunque el bloque recibe datos de forma continua también el microcontrolador central decide cuando tomar los datos.

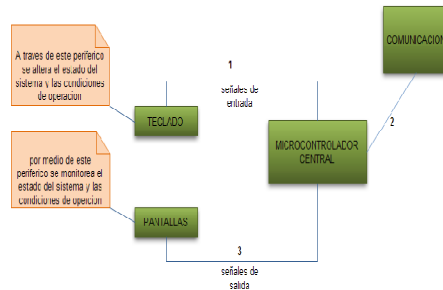


Figura 2: Diagrama UML de colaboración de la interfaz con el usuario.

En el diagrama de actividades de la Figura 3, se muestra el ciclo que cumple el bloque de comunicaciones. En la actividad “enviar datos de prueba” se transmiten los datos de la prueba de inicio, de igual modo se reciben datos de prueba provenientes del otro subsistema. Al cumplir la actividad el bloque detiene la transmisión de datos de prueba y pasa a la actividad de decisión “recepción de datos”, si la trama de datos es verdadera los datos recibidos se imprimen, si es falsa el bloque verifica en la actividad de decisión “recibe comando”, si el usuario oprime un botón del teclado el comando es transmitido, si no se cumple, el bloque regresa a la actividad de decisión “recepción de datos” y ejecuta el ciclo nuevamente.

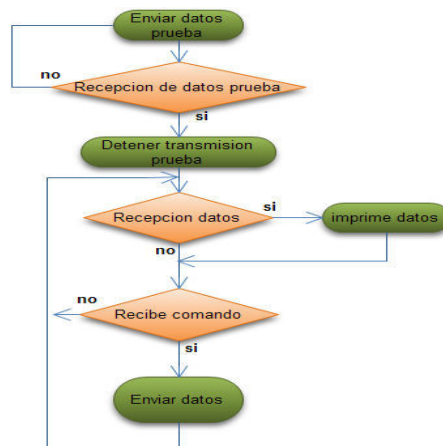


Figura 3: Diagrama de actividades del bloque de comunicaciones.

2.2 Conexión electrónica del subsistema A

En el microcontrolador central se aloja el firmware necesario para la manipulación de la interfaz de usuario y el envío y recepción de datos al bloque de comunicación compuesto por el respectivo transmisor y receptor.

En la Figura 4, se muestra la conexión electrónica del microcontrolador central.

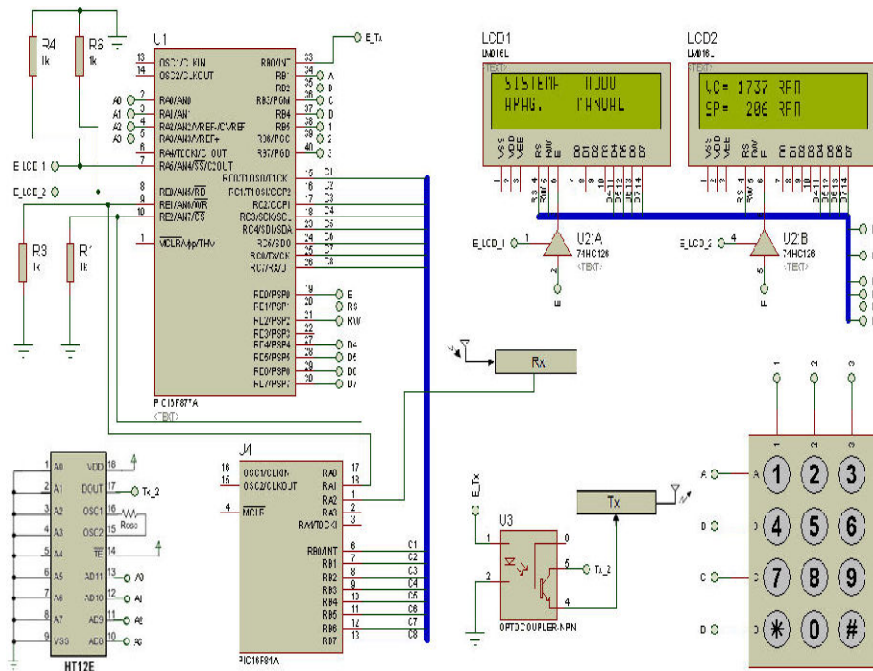


Figura 4: Diagrama de conexión electrónica del microcontrolador central.

2.4 Bloque de comunicación (subsistema B)

Este bloque de comunicaciones realiza la operación contraria a su homólogo del subsistema A, recibe los comandos, si se trata de un comando válido, el PLC los interpreta como instrucciones, utilizándolas para modificar las condiciones de operación del sistema, así como también a los valores de las variables SP y CV. El transmisor del bloque de comunicaciones transmite los datos provenientes del microcontrolador central. Esto se observa en el diagrama de actividades de la Figura 5.

La recepción y transmisión, la decide el microcontrolador central en un determinado tiempo, así mismo, esta decisión es considerada de acuerdo a la tarea efectuada, ya sea, si es recepción de un comando o enviar los datos de conversión y esta operación se repite de manera infinita ya que en el microcontrolador central existe un ciclo infinito.

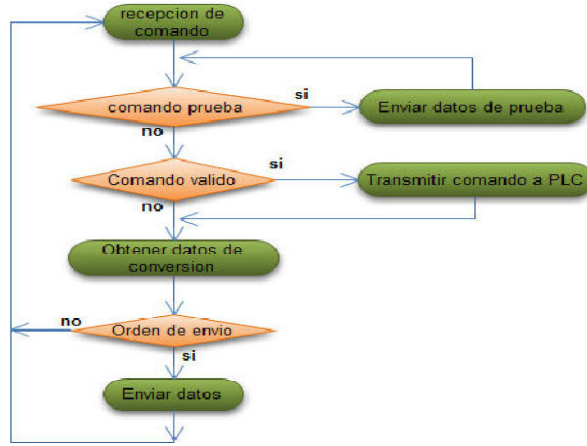


Figura 5: Diagrama de actividades del bloque de comunicaciones.

2.4 Conexión electrónica del subsistema B

En el microcontrolador central del subsistema B se encuentra alojado el programa necesario para la conversión analógico digital de las señales provenientes del PLC, después traslada el resultado de la conversión al bloque de comunicaciones, es importante mencionar que aunque en la Figura 1 el convertidor analógico digital esta fuera del microcontrolador central en realidad es un solo bloque, se presenta así para efectos puramente ilustrativos.

El transmisor del bloque de comunicaciones se encuentra conectado con el puerto B del microcontrolador, mientras que el receptor está asociado en el puerto D como se observa en el diagrama electrónico de la Figura 6. [7]

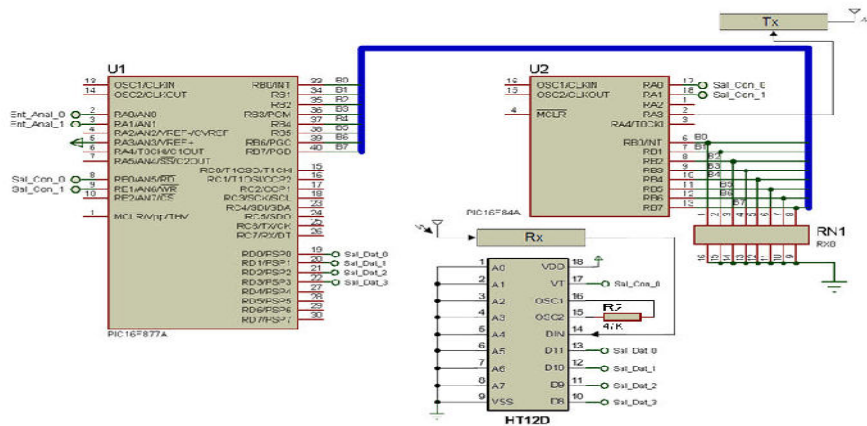


Figura 6: Diagrama de conexión electrónica del microcontrolador central.

2.5 PLC

Este sistema es el encargado de procesar los comandos provenientes del microcontrolador central, con base en estos modifica las condiciones de operación y el valor de las variables SP y CV, esto de acuerdo al comando recibido, cabe mencionar que solo en modo manual se puede alterar los valores de las variables controladas. [5]

3 Descripción General

El sistema que se propone tiene como objetivo manipular y monitorear la operación de un PLC de forma inalámbrica. Se muestra una vista general del sistema en la Figura 7, para posteriormente detallar el modo en que cada parte opera.

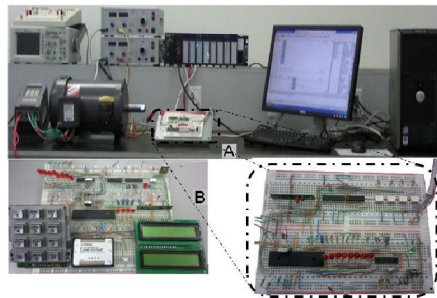


Figura 7: Vista general del sistema propuesto.

De primera vista el sistema se interconecta con el PLC por medio de dos tarjetas, una tarjeta de entradas discretas de 120 VCA y otra tarjeta de señales analógicas de corriente y de voltaje. La tarjeta de entradas discretas recibe los comandos de la placa de pruebas por medio de cuatro optotriacs como se observa en la Figura 8 [6], por medio de las cuatro entradas es posible obtener hasta dieciséis comandos, en la aplicación propuesta el PLC solo reconoce los siguientes comandos:

- Arranque.
- Paro.
- Paro de emergencia.
- Modo manual.
- Modo automático.
- Aumentar punto de consigna.
- Disminuir punto de consigna.
- Aumentar variable controlada.
- Disminuir variable controlada.

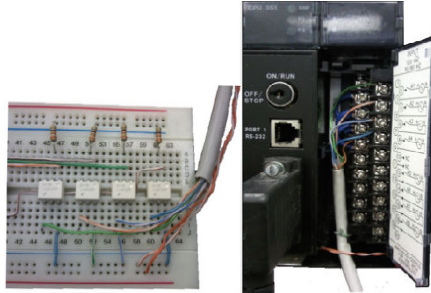


Figura 8: Conexión del sistema con la tarjeta de entradas discretas.

Por medio de la tarjeta de señales analógicas, el PLC suministra el valor de la CV y del SP en forma de voltaje de 0 a 5 VCD, este valor equivale al rango de 0 a 1750 RPM (velocidad del motor utilizado). Las señales de voltaje se introducen al microcontrolador por los canales analógicos, para realizar la conversión y obtener la equivalencia binaria de 8 bits. [1]

4 Pruebas realizadas

Las pruebas realizadas fueron:

Prueba en modo de operación manual: en esta prueba se verifica la operación del sistema cuando el PLC se encuentra en modo manual.

Prueba en modo de operación automático: en esta prueba se verifica la operación del sistema cuando el PLC se encuentra en modo automático.

Prueba de medición: durante esta se verifica que las variables monitoreadas (SP y CV) coincidan en valor en ambos subsistemas.

4.1 Prueba en modo de operación (manual o automático)

Al pulsar el botón cero del teclado matricial (TM) en la pantalla se muestra el estado del sistema (Encendido o Apagado) y el modo de operación (Manual o Automático), en la Figura 9 se muestra el bloque PID del PLC en sus dos estados, cuando esta activado el contacto de modo manual, es posible modificar el valor de CV y del SP a través de los comandos correspondientes. Cuando el bloque PID del PLC está operando en modo automático la CV depende del valor del SP y de la PV, en esta condición no se puede modificar el valor de ningunas de estas variables.

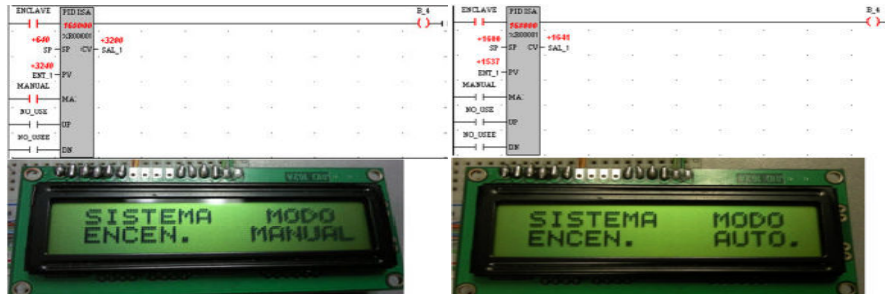


Figura 9: Visualización del estado del bloque PID del PLC.

4.2 Medición de variables

En la pantalla se observa el valor de CV y SP, el valor de la CV se compara con el valor que se muestra en la pantalla del inversor. Existe una pequeña variación entre las dos lecturas, como se observa en la Figura 10 (variación es de una revolución), esta variación se debe al error de conversión de la señal correspondiente, al escalar el convertidor analógico-digital se obtiene que cada bit representa siete revoluciones.

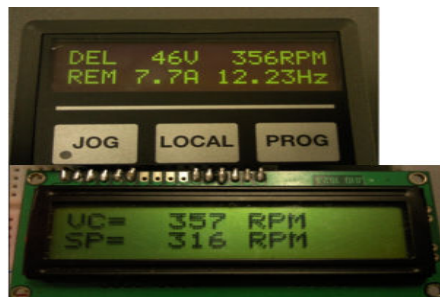


Figura 10: Comparación de velocidad de la variable controlada.

5 Conclusiones y Trabajo Futuro

El sistema electrónico desarrollado permite manipular y monitorear un bloque PID del PLC de manera remota e inalámbricamente. Para lograrlo se emplearon módulos de RF que operan en las frecuencias de 433 y 315 MHz, acoplados con microcontroladores mediante circuitos codificadores y decodificadores.

Los microcontroladores que componen al sistema cuentan con firmware capaz de interpretar y ejecutar comandos dados por el usuario, mismos que son introducidos por medio de una interfaz compuesta por un TM.

Para visualizar las variables del bloque PID (CV y SP), el microcontrolador recibe por medio de los módulos de RF la información que corresponde a la conversión A/D

que se realiza en el microcontrolador central del *subsistema B*, la cual interpreta y visualiza por medio de pantallas (LCD) en las que se muestra el valor de las variables medidas, así como el estado del bloque PID y las opciones de comandos que el usuario utiliza para el control del mismo.

La comunicación utilizada es de tipo Hall-dúplex, por lo que se utiliza una frecuencia para el envío de los comandos del sistema y otra para la transmitir los valores de las variables monitoreadas.

Como trabajo futuro se plantea la opción de no sólo modificar condiciones del bloque PID del PLC como arranque, paro, cambio del modo de operación y manipulación de CV y SP; sino la posibilidad de modificar de forma inalámbrica otros registros del bloque PID, como los relacionados con valores de las ganancias proporcional, integral y derivativa. Respecto a los componentes utilizados se encuentra la sustitución de los módulos de RF para migrar a otra tecnología como Bluetooth o ZigBee, y el uso de un microcontrolador de gama alta en el cual se ejecuten las tareas de conversión analógico-digital, interfaz de entrada y salida, comunicaciones sobre un sistema operativo o kernel para sistemas embebidos.

Bibliografía

- [1] Albert Paul Malvino (2000), *Principios de Electronica* (6a Ed.), Editorial: McGraw Hill
- [2] James Rumbaugh (1999), *The Unified Modeling Language Reference Manual*, Editorial: Addison Wesley.
- [3] Manual GFK-0467Q-SP (2000), *Juego de instrucciones de la CPU, PLC Series 90-30*.
- [4] Manual GFK-0898Q-SP (2000), *Especificaciones del módulo E/S, PLC Series 90-30*.
- [5] Marcos Acevedo Jorge (1999), *Controladores lógicos y autómatas programables* (2a Ed.), Editorial: Alfa Omega.
- [6] Muhammad H. Rashid (2004), *Electrónica de Potencia* (3a Ed.), Editorial: Pearson Education.
- [7] Thomas L. Floyd (2001), *Dispositivos Electrónicos* (3a Ed.), Editorial: Limusa.
- [8] Conceptos básicos de control Recuperado el 12 de febrero del 2009
<http://www.uhu.es/antonio.barragan>
- [9] Microchip Technology Inc.(2003), *Hoja de datos PIC16F84A* (1a Ed.).
- [10] Microchip Technology Inc.(2003), *Hoja de datos PIC16F877A* (1a Ed.).
- [11] Lainpac Technology Inc. (2004), *Hoja de datos RF ASK Hibrid Modules for Radio Control* (1a Ed.).
- [12] Holtek Semiconductor Inc. (2003), *Hoja de datos codificador HT12E* (1a Ed.).
- [13] Holtek Semiconductor Inc. (2003), *Hoja de datos decodificador HT12D* (1a Ed.).