

DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL POR TELEMETRIA

ING. ESPECIALISTA JORGE ENRIQUE HERRERA RUBIO
ING. JOSÉ DONNEY BRAÑA ARREDONDO
ING. WILMAR ADDIEL GARCÍA GALLEGO
ING. ANDRÉS EDUARDO GÓMEZ HERNÁNDEZ

Universidad de Pamplona
Ciudadela Universitaria El Buque Km. 1 vía a Bucaramanga
Jehr65@hotmail.com
wilmar_addiel@yahoo.com
aegh79@hotmail.com
Pamplona

ABSTRACT:

La filosofía del proyecto consiste en la implementación de un sistema de control por telemetría de aplicación general, el cual puede ser de uso específico si el usuario lo desea. La intención principal del proyecto ha sido hacer una transferencia de tecnología la cual busca adaptar los actuales sistemas de control por telemetría en el mundo a nuestras necesidades locales, con el mayor número de herramientas con las que se disponen en nuestro medio para benefició del usuario final ya que de esta forma los costos son más viables. El sistema consta de tres partes y son:

- **GUI** (Interfaz de Usuario Grafica).
- **HOST.**
- **UNIDAD REMOTA(UR)**
- **ACCESORIO DE POTENCIA (AP)**

KEYWORDS:

Telemetría, microcontroladores, RF, GUI, HOST, UR, control.

1. INTRODUCCIÓN

Muchos de los procesos tecnológicos han permitido realizar cambios estructurales en las empresas, el reto que se les a impuesto a cada una de ellas es el de mantenerse en un alto nivel ante un mundo con tendencias cada vez más variantes y competitivas. Para que una empresa continúe en el mercado debe optimizar sus procesos y recursos, para lo cual se deben

hacer inversiones tanto en infraestructura como en adquisición de nuevas tecnologías, las cuales de manera confiable incrementen la calidad de sus productos haciéndolas más competitivas ante las demás. Esta inversión en tecnologías emergentes debe ser minuciosamente analizada, para así poder determinar la viabilidad de su adquisición y el beneficio que se obtendrá con esta en función

de la empresa a mediano plazo. En la mayoría de las situaciones de control industrial, el transductor de medición y el dispositivo corrector final están en la misma zona. Hay aplicaciones ocasionales en las que el valor medio debe ser transmitido una distancia bastante grande, tal vez varios cientos de metros o más. En otros casos, por ejemplo en la distribución de potencia eléctrica, la medición debe ser transmitida muchos metros de regreso al controlador. Cuando se requiere enviar una medición a gran distancia, por alambre o por fibra óptica, no puede mantenerse en su forma analógica original.

El ruido y la degradación de la señal a través de distancias grandes debilitan la integridad de los voltajes analógicos. En cambio, el voltaje original debe ser convertido a un voltaje digitalmente codificado y transmitido bit por bit. La telemetría es la tecnología de cambio de una medición analógica a esta forma, transmitiendo a forma modificada a través de una gran distancia, y luego reconvirtiendo la información recibida a analógica.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Las tendencias del control industrial a nivel nacional tienden a modernizarse tratando de estar a la vanguardia de los patrones internacionales, debido al mundo globalizado en el cual se está desarrollando. Todo esto conlleva a que la industria nacional adopte medidas, como la de adquirir nuevos equipos, lo cual no contrasta con la actual situación económica del país. Los cambios en muchos aspectos, pero sobre todo en la infraestructura se deben concretar. Las principales razones por las que se desea diseñar e implantar este sistema son:

2.1 Económica

Se propone una nueva alternativa la cual va ligada a una relación costo-beneficio (apropiada para la economía regional o nacional), ya que el sistema a sido diseñado con las normas estándar de la región, como también parte de las internacionales, teniendo siempre en cuenta cada uno de los factores técnicos que al final determinan que un sistema de control es viable para una industria.

El sistema de control por Telemetría disminuye costos, los cuales son específicamente por infraestructura cableado, horas/hombre, logística, etc.). Como se ha recalado desde el principio el sistema está enfocado a las PYMES, las cuales con esta herramienta podrán observar a corto plazo que la inversión en tecnología nacional ha sido rentable.

2.2 Ingenieril

La versatilidad del sistema, como se ha dicho anteriormente, es una transferencia de tecnología. Este sistema ha sido realizado con la mayoría de los componentes con los cuales se cuenta en el mercado nacional, ofreciendo nuevas alternativas tecnológicas en la región.

Algunas de sus principales ventajas son:

- Permite a las empresas eliminar las barreras de distancia y costo que impiden o encarecen la transmisión móvil de datos.
- Agiliza la transmisión de datos y hace las operaciones más productivas y competitivas.
- La transmisión móvil de datos es veloz, confidencial, confiable y compatible.

Todo esto se traduce en mayores niveles de competitividad para una empresa, y además el sistema tiene como peculiaridad que cada una de las partes puede ser adaptada a la necesidad del usuario final.

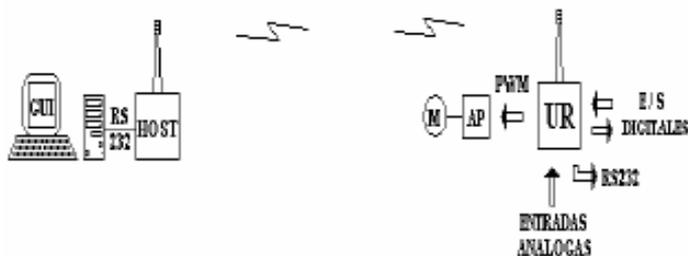


Figura 1. Sistema de Control por Telemetría.

3.1 GUI

2.3 Social

El aspecto social se enfoca en la incursión con tecnología propia en cada una de las pequeñas microempresas de la región, las cuales al optimizar cada uno de sus procesos podrán abarcar más espacios económicos en el medio. El proyecto también permite una reubicación estratégica del componente humano con el que se cuenta.

2.4 Científico

- Generalmente si una industria requiere de un sistema de control, monitoreo y adquisición de datos remoto, optaría por comprar al menos tres productos, es decir, un radio módem, una unidad controladora y una tarjeta de adquisición de datos. El sistema incorpora estos tres componentes en una sola unidad compacta, lo cual económicamente sería una solución viable para la industria local y nacional.
- Los componentes que integran la unidad remota son económicos y de fácil consecución en nuestro medio (a excepción de los módulos RF).
- Además de la operación por RF la unidad remota también puede ser controlada alámbricamente por medio de la interfaz RS232.
- Ningún equipo adicional a excepción de un accesorio de potencia para el PWM, es

necesario para controlar y monitorear remotamente sistemas con un número de Entradas/Salidas digitales y analógicas.

- La unidad remota dispone de un módulo para controlar motores DC por medio de una señal PWM manipulada desde la GUI.

3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El sistema básicamente está compuesto por los siguientes elementos: Figura 1. Sistema de Control por Telemetría.

3.1 GUI

Es la encargada de ejecutar cada una de las funciones del sistema en todas sus formas: **RF** (HDX) y **ALÁMBRICA** (FDX). Es de fácil manipulación por el usuario final, los datos de un canal análogo o son guardados en un historial, por nombrar algunas de sus ventajas. Gracias al entorno gráfico de LabVIEW se puede contar con una amplia gama de formas las cuales proporcionan un ambiente agradable y funcional.

3.2 HOST

Es el encargado de realizar la interfaz PC-UR (Con el PC por medio del puerto serial y con

la UR or medio de RF). Cuenta con un conector DB9 hembra para la interfaz RS232, un interruptor para elegir entre transmisión y recepción de datos cuando esta operando de forma RF, una antena omnidireccional tipo látigo color negro y su respectiva alimentación. Las dimensiones de la caja son 8cm x 8cm x 7cm y es de color gris con blanco.

3.3 UR

Es el encargado de ejecutar cada una de las instrucciones ordenadas por el usuario por medio de la GUI tanto en forma RF como de forma alámbrica. Cuenta con un banco de 42 conectores para entradas y salidas digitales, entradas diferenciales para los canales análogos, PWM y tierras; leds indicadores de salidas digitales, conector DB9 hembra, un interruptor para elegir entre transmisión y recepción de datos cuando esta operando de forma RF, un interruptor para elección entre modo alámbrico y modo RF, un pulsador para resetear el sistema, una antena omnidireccional tipo látigo color negro y sus respectivas alimentaciones. Las dimensiones de la caja son 10cm x 13cm x 19cm. Y es de color Iris.

3.4 AP

Es la etapa de salida de potencia de la señal PWM. Cuenta con una entrada de alimentación de voltaje, una entrada para la señal PWM y una salida de potencia. Las dimensiones de la caja son 7cm x 4cm x 5cm y es de color gris.

4. DESCRIPCIÓN DE LOS CIRCUITOS INTERNOS DEL SISTEMA

4.1 Modulo Host

El modulo host está compuesto básicamente de las siguientes etapas:

Etapa de interfaz con el computador. Esta compuesta por un conector para impreso DB9 hembra, el cual va conectado directamente al MAX232 el cual proporciona y recibe datos a la etapa de Comunicación RF.

Etapa de Alimentación. Está compuesta por un regulador LM7805 el cual está encargado de proporcionar alimentaciones al módulo receptor y al MAX232, éste regulador también proporciona la alimentación al módulo transmisor limitado por un diodo zener de 3.9v, la alimentación para el módulo RF receptor alterno va directamente con la entrada de alimentación.

Etapa de Comunicación RF. Esta compuesta por 2 módulos RF, un socket y un interruptor externo, el primero es un módulo transmisor TXM916ES el cual transmite todo lo que llega del computador a la unidad remota, un módulo receptor RXM916ES el cual proporciona al computador todo lo que recibe de la UR, un socket para el módulo RXM900HPHII y por último un interruptor para elegir entre transmisión y recepción de datos cuando esta operando de forma RF.

4.2 UR (unidad Remota)

Está compuesto básicamente por 3 tarjetas:

- Tarjeta Madre.
- Tarjeta optoacopladora.
- Tarjeta Acondicionadora de señales.

Tarjeta Madre. Compuesta básicamente de 5 etapas:

Etapa unidad inteligente. Compuesta por un microcontrolador MC68HC908MR32 el cual ejecuta cada una de las órdenes encomendadas por el usuario mediante la GUI, a su cargo están todas las funciones de la unidad remota como procesar todos datos de entrada /salida.

Etapa de Comunicación RF. Esta compuesta por 2 módulos RF, un socket y un interruptor externo, el primero es un módulo transmisor TXM916ES el cual transmite todo los datos recolectados por la unidad inteligente al módulo host, un módulo receptor RXM916ES el cual proporciona a la unidad inteligente todo lo que recibe del host y por último un socket para el módulo TXM900HP11 y un interruptor para elegir entre transmisión y recepción de datos cuando esta operando de forma RF.

Etapa de interfaz con el computador. Esta compuesta por un conector DB9 hembra externo el cual está conectado directamente a un C.I. MAX232 que proporciona y recibe datos de un PC. Un interruptor externo permite elegir entre comunicación RF o comunicación alámbrica.

Etapa de oscilación. Compuesta básicamente por el módulo cristal ECS-2200B el cual le proporciona la señal de reloj del microcontrolador. Este cristal oscila a 9.8304 MHz, en consecuencia de esto la tasa de baudios del enlace es de 38400bps.

Etapa de Reset. Compuesta básicamente por un NE555 configurado como multivibrador monoestable el cual tiene como función resetear el microcontrolador para obtener sincronismo en la comunicación.

Tarjeta Optoacopladora. Compuesta básicamente por 2 etapas:

tapa de Acoplamiento de entrada. Su función es proporcionar un aislamiento óptico entre el banco de conectores y las entradas de la unidad inteligente. Esta etapa es utilizada para

las entradas digitales. Consta de 5 optoacopladores dobles C.I. MCT6.

Etapa de acoplamiento de salida. Cumple la misma función de la etapa anterior con la diferencia que el acoplamiento es para las salidas digitales. Consta de 5 optoacopladores dobles C.I. MCT6 y 1 una configuración de interruptor con 1 2N2222 para cada uno de los optoacopladores.

Tarjeta Acondicionadora de Señales. Consta de 3 Etapas:

Etapa de Entrada diferencial. Compuesta de 2 multiplexores C.I. CD4051B un canal para cada pin de la entrada diferencial, constituyendo de ésta forma un multiplexor análogo con 8 canales diferenciales con su respectiva salida diferencial. La unidad inteligente le proporciona la selección del canal. *Etapa Amplificación.* Dispone de un amplificador de instrumentación constituido por un C.I. TL084CN el cual es un amplificador operacional cuádruple con entradas JFET y operación a bajo ruido. Esta conectado a la etapa de selección de ganancia, a la etapa de entrada diferencial y su salida al conversor análogo digital de la unidad inteligente.

Etapa de Selección de Ganancia. Consta de un Multiplexor CD4051B el cual es diseccionado por la unidad inteligente y para proporcionar 3 impedancias diferentes al amplificador de instrumentación obteniéndose así 3 tres valores de ganancia diferentes. *4.3 AP (Accesorio de Potencia)* En su interior dispone de un IGBT HGTD7N60C3S el cual cumple la función de aislamiento de la unidad inteligente con la potencia a manipular.

5. PROYECCIÓN

A corto plazo:

- Con un módulo cristal de 14.31818MHz la tasa de baudios del enlace pasaría de 38400bps a 55930bps lo cual también incrementaría el tiempo de muestreo de los canales análogos y el tiempo real sería aún más eficiente.

- Ya que el sistema propuesto no ofrece operación en modo full duplex debido a que la frecuencia de operación de los módulos con los que contamos es idéntica, proponemos cambiar una pareja de éstos por los módulos LINX TXM900HP11 y LINX RXM900HP11 respectivamente para conseguir dicho modo, ya que estos pueden operar a diferentes frecuencias en el rango de telemetría. En vista de ésta mejora, el diseño inicial del sistema cuenta con un espacio reservado para cada uno de éstos módulos tanto en el HOST como en la UR.

- La tarjeta optoacopladora debe ser mejorada.
- La manufactura de los componentes del sistema de control por telemetría debe ser mejorada si se desea comercializar.
- Rediseñar la etapa de alimentación de la Unidad Remota. A largo Plazo:
- El sistema se proyecta en un futuro para operar de forma punto - multipunto, es decir, un solo HOST y varias UR (operación F/FDX).
- Cambiar la Interfaz PC-HOST, de RS232 a otra, mejorando así la tasa de transferencia de datos.

- Ampliar el alcance de la(s) UR(s).
- Incrementar el número de E/S digitales y análogas, como también la resolución del conversor análogo digital.
- Disminución del tamaño de la(s) UR(s).
- Utilizar protocolo RS485.

6. CONCLUSIONES

- El uso de la interfaz utilizada en el proyecto cumplió con cada una de las expectativas buscadas ya que a pesar de que la interfaz RS232 cada día está siendo desplazada por otras interfaces más eficientes (USB, etc.), éstas últimas han creado híbridos para no desplazar por completa éste modo de comunicación con el ordenador.
- Cuando se hacen diseños de tarjetas basados en dispositivos RF, es de vital importancia tener un cuidado especial tanto de la ubicación como la distribución de las pistas, ya que esto podría provocar problemas de desempeño en dichos dispositivos. En consecuencia de esto sería de gran ayuda contar con una normatividad para estos casos.
- El uso de los microcontroladores Motorola ha sido una decisión bastante acertada ya que éste nos proporcionó una amplia gama de herramientas y facilidades en el momento de programarlos.
- El acabado de cada uno de los componentes que forman parte de un sistema electrónico contribuyen al desempeño del mismo.
- Todos los Objetivos propuestos se cumplieron.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MOTOROLA. Data Sheet Microcontrolador MC68HC908MR32. Rev 1.0. 2000

LÁZARO, A. (2001). LabVIEW 6i. Programación Gráfica para el control de instrumentación. Paraninfo.

LÁZARO, A. (1997). Problemas Resueltos de instrumentación y medidas electrónicas. Paraninfo.

MALONEY, T. (1997). Electrónica Industrial Moderna. Tercera Edición. Prentice Hall.

PEREZ, J. (2000). Simulación y Electrónica Analógica. Alfaomega.

CARDAMA, Á. (2000). Antenas. Alfaomega.

TOMASI, W. (1996). Sistemas de Comunicaciones Electrónicas. Segunda Edición. Prentice Hall.

TOCCI, R. (1996). Sistemas Digitales. Sexta Edición. Pearson Education.

MALVINO, A. (1994). Principios de Electrónica. Cuarta Edición. Mc GraW Hill

<http://www.motorola.com/>

<http://www.scadalink.com/sl%20span%201.htm>

<http://personal.redestb.es/efiguera/>

<http://www.pemicro.com/>

<http://www.boondog.com/./tutorials/dlltutor/dlltutor>.

<http://www.ni.com/>

<http://www.isocomptocouplers.com/isocom/mct6.ht>

http://www.shadoware.de/vb/tutorials/cpp_in_vb.html

<http://www.maxim-ic.com/>