

Comunicación inalámbrica basada en tecnología Bluetooth para la automatización de procesos industriales

CRISTHIAN MANUEL DURÁN ACEVEDO*
REYNALDO ALFONSO CASTRO MIRANDA*



Resumen

Este artículo presenta básicamente la implementación de un sistema de comunicación inalámbrica a través de la configuración de un PC, PLC y SCADA, mediante la tecnología Bluetooth. La aplicación se realizó por el adaptador industrial PARANISD1000 y el PLC OMRON-CQM1H, CPU 51, acoplado a la interface hombre-máquina “Intouch”. El sistema de control y supervisión se acondicionó a partir de un proceso simulado, lo cual permitió validar la comunicación inalámbrica a través del tiempo de respuesta o latencia y estabilidad. Este tipo de aplicación abre un gran rango de posibilidades para ser implementado en diferentes campos de la automatización industrial.

Palabras clave: Automatización Industrial, Bluetooth, PLC, SCADA, Intouch.

* Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Grupo de Investigación en Sistemas Multisensoriales y Reconocimiento de Patrones. Universidad de Pamplona, Km 1 Vía Bucaramanga, Pamplona (N.S), Colombia (cmduran@unipamplona.edu.co)

Fecha de recepción: 30/04-12 • Fecha de aceptación: 04/09/12

Abstract

This article presents basically the implementation of a wireless communication system through the configuration of a PC, PLC and SCADA, using Bluetooth technology. The application was made by the industrial adapter PARANISD1000 and PLC OMRON-CQM1H, CPU 51, which was coupled to the Man-Machine interface "Intouch". The control and monitoring system was conditioned from a simulated process, thereby allowing wireless communication validate from latency or response time and stability. This type of application opens a range of possibilities for implementation in various fields of industrial automation.

Keywords: Industrial Automation, Bluetooth, PLC, SCADA, Intouch.

1. Introducción

En el entorno industrial los controladores lógicos programables (es decir, PLC) tienen un papel cada vez más importante debido a los cambios del mercado por el desarrollo de nuevas tecnologías y métodos de trabajo y las diferentes aplicaciones, cada vez más complejas. Por esta razón la eficiencia de los diferentes tipos de PLC no solo radica en su adaptación a los nuevos procesos y tecnologías, sino en aspectos como la eliminación de errores en cuanto a la seguridad, la reducción de los tiempos de respuesta o latencia, la flexibilidad en la programación, la optimización de los recursos, la simplificación de tareas, etc.

Actualmente los sistemas automatizados con tecnología inalámbrica están teniendo una amplia aceptación y gran desempeño en todos los sectores de la industria, dado que los beneficios de esta tecnología son claros desde el punto de vista de la eficiencia, es decir, ahorro de cableado, posibilidad de comunicarse con equipos de difícil acceso, flexibilidad en la instalación, confiabilidad, reducción del número de paradas no deseadas por fallos de comunicaciones, entre otros aspectos.

Hoy en día el uso de las redes inalámbricas puede facilitar la operación y programación de los PLC en lugares donde las computadoras no pueden permanecer en un solo sector de una plan-

ta industrial; por lo tanto, uno de los logros más importantes de los últimos tiempos en el sector industrial ha sido controlar diferentes procesos mediante esta tecnología.¹⁻³

La implementación de las redes inalámbricas es cada vez menos costosa y más simple y sencilla de configurar, ya que en la actualidad es posible diseñar e instalar una red en cualquier sitio remoto. En cuanto a las tecnologías inalámbricas, podemos destacar las redes que pertenecen al protocolo IEEE 802.15, las cuales son redes de área personal o Wireless Personal Area Networks (WPAN), que incluyen a las tecnologías Bluetooth y ZigBee. Entre estas dos tecnologías la más explorada es la ZigBee, por ser ampliamente usada en aplicaciones de control y automatización de procesos.⁴⁻⁷

En cuanto a las características similares entre ZigBee y Bluetooth, podemos destacar que operan a la misma banda de frecuencias (2,4 GHz) y los alcances son muy similares (es decir, 70-100 metros) pero con diferencias marcadas en velocidades de transmisión, desde 250 Kbps para el Zigbee y 3 Mbps para el Bluetooth.⁸

Aunque la tecnología Bluetooth solo permite a los usuarios realizar redes *Piconet* (es decir, red de dispositivos informáticos con un solo maestro), también tiene la posibilidad de transmitir voz, imagen, datos multimedia entre dispositivos portátiles y PDA (Asistente Digital Personal); a su vez, existe un futuro muy prometedor para este protocolo de comunicación, el cual puede ser aplicado al control y automatización de procesos industriales. De esta forma, la posibilidad de transmitir y recibir datos desde un PLC vía Bluetooth en un sector de la industria cumple con los objetivos de facilitar las comunicaciones entre dos equipos, ahorrar una cantidad considerable de cable y ofrecer la posibilidad de diseñar y desarrollar nuevas aplicaciones al sector industrial.

En el presente trabajo se utilizó la tecnología Bluetooth para programar un PLC OMRON-CQM1H, a través de un acceso remoto, para controlar un proceso industrial y con la opción de supervisar y monitorear constantemente las variables del proceso mediante una interface hombre-máquina.

Cabe anotar que de esta aplicación hace parte cada uno de los módulos básicos del hardware, el software y los diferentes requerimientos de interoperabilidad del sistema.

2. Materiales y métodos

Tal y como se observa en la Figura 1, el PLC utilizado para realizar la comunicación inalámbrica con el PC (computador personal) fue el PLC-OMRON modelo CQM1H-CPU51 con capacidad adaptación de hasta 512 entradas y salidas digitales, el cual cuenta con una gran flexibilidad en la configuración del sistema; a su vez es modular y permite un control distribuido mediante el uso de la función incorporada “*Controller Link*”.⁹



Figura 1. PLC CQM1H-CPU51.

El adaptador Bluetooth utilizado en las pruebas (Figura 2) fue el módulo compacto paraniSD1000, del fabricante Sena; es un dispositivo que convierte señales seriales RS-232 desde un conector DB9 (tipo hembra) a diferentes señales Bluetooth.

El adaptador utiliza directamente el servicio del puerto serie a través de la función RFCOMM (Radio Frequency Communication). Una de las ventajas del módulo inalámbrico es que permite eliminar el cable de comunicación entre el PC y los PLC correspondientes usando para ello el puerto serie HostLink. Algunos modelos del fabricante OMRON compatibles con este puerto son: CPM1 + CIF01, CPM1A + CIF01, CPM2A, CPM2A + CIF01, CJ1M-CPU22.¹⁰



Figura 2. Adaptador inalámbrico paraniSD1000.

Entre las características del dispositivo podemos destacar las siguientes:

- Es transparente el reemplazo del cable serie RS-232.
- Potencia básica: Máxima +18dBm, EDR y potencia de transmisión: Max+6dBm.
- Interoperabilidad con PDA y computadoras portátiles.
- Soporta la actualización firmware por medio del software Parani Updater, programación y monitorización de los PLC de las Series C, CS1/CJ1 de OMRON a 115 kbps, a través del Bluetooth y los demás dispositivos.
- Distancia activa nominal: 100 metros, y hasta 1.000 metros usando antenas opcionales.
- Portabilidad mejorada: Estándar y opciones de paquetes extendidos de batería.
- No requiere ningún controlador externo.
- La velocidad serial es de 921.6 kbps.
- Control de flujo CTS/RTS, DTR/DSR para ciclos y transferencia completa.
- Protocolo Bluetooth v2.0 + EDR (Enhanced Data Rate).

La distancia máxima en campo abierto del adaptador es de aproximadamente 1 km usando la antena con referencia PAT-G01R PAT-G01R. Para realizar las pruebas se utilizó la antena SAT-G01R SAT-G01R, con un alcance máximo de 100 metros. El adaptador Bluetooth también soporta hasta cuatro conexiones múltiples simultáneas sin que se presenten fluctuaciones o interferencias entre dispositivos. El sistema viene acondicionado con una función que permite al usuario configurar el dispositivo en los modos de autenticación y encriptación. Con esta función es difícil que una persona con un teléfono celular u otro medio de transmisión pueda alterar la comunicación entre los dispositivos.

2.1 Configuración del adaptador inalámbrico

Inicialmente se configuró el adaptador mediante el software ParaniWIN, que hace parte del módulo inalámbrico. Por lo tanto fue necesario configurar el módulo en el modo 3 de operación con los siguientes parámetros: bit sin paridad, un bit de paro y control de flujo. En este caso no se realizó el control de flujo en forma física.

Una vez fue establecido correctamente el adaptador Bluetooth, se acondicionó el puerto de comunicaciones del PLC con el software Cx-Programmer. Por defecto, el PLC OMRON está configurado a un valor de 7 bits de datos, 2 bits de paro y dos bits de paridad par (es decir, 1, 7, 2, E).

Para el buen funcionamiento en la comunicación fue necesario cambiar el puerto de comunicaciones a la misma velocidad en la que se configuró el adaptador Bluetooth; para tal caso se utilizó un valor de 8 bits de datos, un bit de stop y sin paridad (es decir, 1, 8, 1, N). La configuración en el modo Host Link se ilustra en la siguiente figura.



Figura 3. Configuración del PLC en Cx-Programmer.

A través de los parámetros del PLC y el adaptador Bluetooth configurados, se establece un puerto serial virtual en el PC y posteriormente el servicio de comunicación se activa automáticamente para asignar un puerto serie virtual al dispositivo Bluetooth.

2.2 Control del proceso de llenado de tanques para la validación de la comunicación inalámbrica

Para realizar el control del proceso de llenado de los tanques se emplearon dispositivos de control y automatización, con el objetivo de mantener en funcionamiento el sistema sin necesidad de la intervención de un operario. Tal y como se observa en la Figura 4, el proceso consiste de tres tanques que interactúan entre sí y realiza una acción de llenado a través de una banda transportadora.

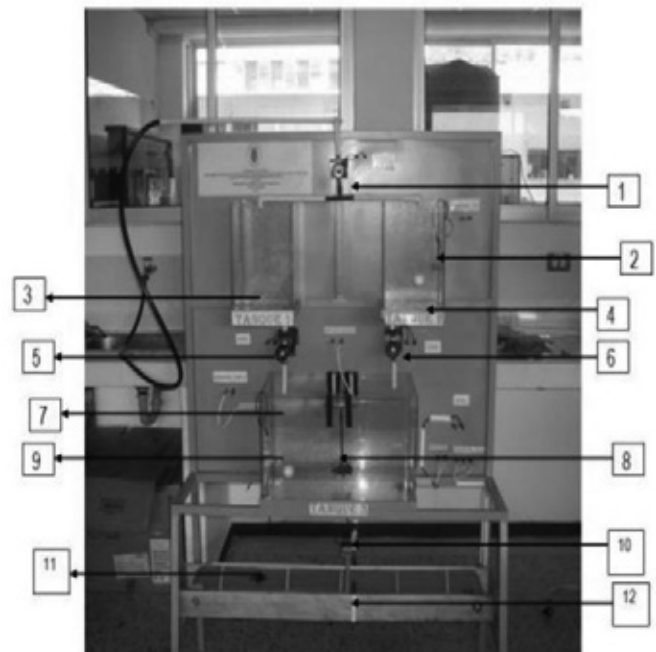


Figura 4. Proceso industrial simulado.

A continuación se relacionan los elementos que hacen parte del proceso:

- 1. Válvula superior.
- 2. Sensor de nivel tanque 2.
- 3. Tanque 1.
- 4. Tanque 2.
- 5. Válvula tanque 1.
- 6. Válvula tanque 2.
- 7. Tanque 3.
- 8. Mezclador (Motor DC).
- 9. Sensor de nivel tanque 3.
- 10. Válvula tanque 3.
- 11. Banda transportadora (Motor DC).
- 12. Sensor de proximidad óptico.

Este proceso consta de tres tanques: los dos tanques superiores tienen las mismas dimensiones y están ubicados sobre el tercer tanque, que posee una mayor altura. Uno de los tanques superiores está provisto de un sensor de nivel para el control de llenado, el cual determina el nivel máximo del líquido en el recipiente. En el otro tanque no fue necesario incluir un sensor, puesto que ambos se llenaban en forma simultánea; algo similar a la técnica de “vasos comunicantes”. En el interior del tercer tanque se incluyó un sensor de nivel máximo y otro sensor de nivel mínimo. En condiciones iniciales los tanques están vacíos y el proceso de llenado se realiza directamente desde el suministro de agua. El paso del líquido hacia los dos primeros tanques es controlado por una electroválvula, y la salida de cada uno de ellos está acondicionada con otras dos electroválvulas, evacuando de esta forma el líquido hacia el tercer tanque. Cuando el sensor de nivel de los tanques superiores detecta su máximo nivel, envía una señal que indica la desactivación de la electroválvula (es decir, permite el paso del líquido hacia ellos). De esta forma comienza a evacuar el líquido hacia el tercer tanque con la activación de las electroválvulas dispuestas en los dos tanques superiores.

Cuando el nivel máximo es controlado en el tercer tanque se activa un motor mezclador por un tiempo determinado, que al terminar su función activa una banda transportadora y detiene el motor mezclador. La electroválvula de salida de

este tanque suministra el líquido a los recipientes ubicados en la banda transportadora, la cual es provista de un sensor óptico que cumple con la función de interrumpir la señal al paso de cada recipiente. De esta forma se detiene la banda transportadora y se activa enseguida la apertura de la electroválvula del tercer tanque por un tiempo determinado, suficiente para llenar cada recipiente.

Una vez el valor del contador de botellas del programa llega al valor preseleccionado el sistema deberá empezar de nuevo el proceso de manera automática, hasta que se accione el pulsador de parada del proceso.

2.3 Sistema SCADA para el monitoreo de las variables del PLC, con comunicación inalámbrica vía Bluetooth

Los sistemas SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) son aplicaciones de software, diseñados con la finalidad de adquirir información, controlar y supervisar procesos industriales desde sitios remotos. El sistema SCADA utilizado para controlar el proceso fue el Intouch versión 9.5 de la casa comercial Wonderware.¹¹

3. Análisis y resultados

Al momento de realizar cada una de las pruebas con el adaptador Bluetooth acoplado al PLC, los tiempos de respuesta o latencia en la banda de frecuencias de 2,4 GHz con una velocidad de transmisión de 1 Mbps fueron de aproximadamente 15 ms, y se llegó a obtener una variación de hasta 900 ms en el tiempo de respuesta. Estos cambios fueron medidos a partir del incremento de las líneas de código del PLC y las funciones utilizadas en el dispositivo lógico (es decir, manejo de temporizadores y contadores).

La estabilidad en la comunicación inalámbrica a través de la activación de cada una de las pantallas o interfaces del sistema SCADA fue normal, en comparación del enlace entre el PC y PLC (sin comunicación inalámbrica), el cual generó similares tiempos de respuesta y tamaño de la información adquirida. El sistema basado en PLC y Bluetooth llegó a soportar la movilidad dentro del radio de cobertura, y permitió también dar una respuesta rápida a las comunicaciones punto a punto entre los equipos. Con esta interconexión se evitó el uso del cableado y se redujeron los costos considerablemente.

En la Figura 5 se muestra la conexión final del adaptador PARANISD1000 directamente con el PLC OMRON. El PLC se encuentra ubicado en un sitio del proceso diseñado, donde es controlado con el sistema SCADA a una distancia de 100 metros, aproximadamente.

Se puede observar en la Figura 6 cada uno de los objetos inteligentes o Wizards ubicados en la ventana de trabajo de Intouch, definidos con los respectivos *tags* correspondientes al proceso diseñado y a las variables de entrada y salida del PLC. El sistema cuenta con 5 entradas y 6 salidas; las dos primeras entradas corresponden a los pulsadores de INICIO y PARO. Las tres entradas restantes son los sensores de nivel de los tanques 2, 3 y el sensor óptico, respectivamente.

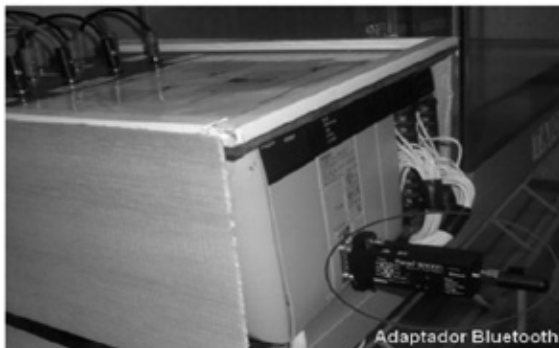


Figura 5. Implementación del adaptador Bluetooth al PLC.

El conjunto de salidas corresponden a las cuatro electroválvulas del sistema y los dos motores (mezclador y banda).

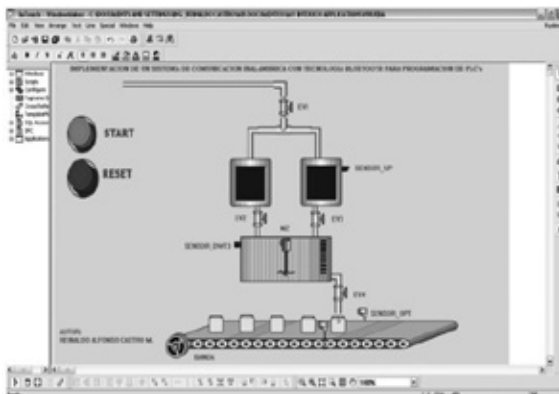


Figura 6. Ventana del proceso con el SCADA Intouch.

Por ejemplo, para que una variable del programa del PLC (es decir, pulsador de INICIO con dirección 0.00) pueda ser leída en el software Intouch es necesario tener un Driver de comuni-

caciones, para este caso se empleó el I/O Server con el complemento del puerto Host Link del PLC. Para tal fin se utilizó el nombre del acceso OMRHLINK y el nombre del ítem en Intouch definido para una entrada con dirección IR00000 con el protocolo seleccionado SuiteLink. Cada uno de los ítems del proceso definidos en el sistema SCADA fueron etiquetados según el tipo de variable (es decir, discreta, entera, real, entre otras).

4. Conclusiones

En este trabajo investigativo aplicado a la automatización industrial se realizaron cada una de las pruebas experimentales y se obtuvieron buenos resultados, a partir de la comunicación inalámbrica con un PLC OMRON CQM1H, mediante el puerto serie Hostlink, un computador portátil y un sistema SCADA bajo la acción de un convertidor de señales RS-232/Bluetooth PARANISD1000.

Es importante destacar que la confiabilidad del enlace inalámbrico fue adecuada puesto que se realizaron pruebas en campo abierto y cerrado, y en un ambiente de alta interferencia (es decir, uso de telefonía celular). Por lo tanto, en cada una de las pruebas la pérdida de la comunicación fue solamente atribuida al aumento en la distancia entre el PC y el PLC con el adaptador Bluetooth.

Esta aplicación permite programar un PLC de forma remota cuantas veces se requiera, sin la necesidad de desmontar el controlador lógico programable. Esta es una gran ventaja para aumentar la seguridad y eficiencia en las aplicaciones.

En un futuro la comunicación inalámbrica para la programación y monitoreo de señales controladas por los PLC será más utilizada, puesto que aplicaciones inalámbricas tan sencillas como la presentada en este estudio proporciona al sistema automático gran flexibilidad para manejar cualquier elemento de salida desde sitios remotos.

Aunque la comunicación inalámbrica basada en tecnología Bluetooth no tiene un amplio perfil industrial en comparación con otras tecnologías como la Zigbee, es necesario definir cuáles podrían ser las aplicaciones más importantes de esta tecnología en la industria. ⚙️

Agradecimientos

El grupo de investigación Sistemas Multi-sensoriales y Reconocimiento de Patrones, de la Universidad de Pamplona, agradece al ingeniero electrónico y operario de planta de la empresa Cerámica Italia (Sede Principal de Cúcuta), por su colaboración en el proyecto.

References

1. S. Palanisamy, S.S.Kumar, J.L. Narayanan, Secured wireless Communication for industrial automation and control, Electronics Computer Technology (ICECT), 3rd International Conference on, Vol: 5, pp. 168-171, (2011).
2. T. Ciardiello, Wireless communications for industrial control and monitoring, Computing & Control Engineering Journal, Vol.16, no.2, pp. 12-13, (2005).
3. A. Nagy, F. Ring, P. Loschmidt, A. Mahmood, G. Gaderer, W. Kastner, Integration aspects of wireless industrial automation, 37th Annual Conference on IEEE Industrial Electronics Society, pp. 2998-3003, (2011).
4. D. Caro, Wireless Networks for industrial Automation, 2nd Edition, ISA—The Instrumentation, Systems and Automation Society, pp.112, (2005).
5. B. Ramazan, C. Yucel, A water pumping control system with a programmable logic controller (PLC) and industrial wireless modules for industrial plants—An experimental setup, ISA Transactions, Vol. 50, Issue 2, pp. 321-328, (2011).
6. J.V. Capella, A. Bonastre, R. Ors, Industrial applications of wireless networks: a bridge crane distributed control system based on Bluetooth, Industrial Technology, IEEE ICIT '04. IEEE International Conference on, Vol. 2, pp: 824 – 829, (2004).
7. C. Laoudias, C. Psychalinos, “Filtro complejo con espejos de corriente de baja tensión Bluetooth / ZigBee”. Circuitos Sistemas (ISCAS), pp.1268-1271, (2010).
8. S.L. Jin, W.S. Yu, S.C. Chung, A Comparative Study of Wireless Protocols: Bluetooth, UWB, ZigBee, and Wi-Fi, Industrial Electronics Society, IECON 2007. 33rd Annual Conference of the IEEE, pp. 46- 51, (2007).
9. OMRON, <http://www.omron.com/about/index.html>.
10. C. Raya, Adaptador Bluetooth PromiSD/Parani SD a PLC OMRON, Universidad Politécnica de Cataluña, Diciembre, (2006).
11. Intouch, Wonderware. <http://www.wonderware.com>