

Módulo domótico compacto con comunicación y programación por PLC

Fernando Gallardo¹, Griselda Pistoia¹, César Reale¹ y Pablo Petrashin¹

¹ *Departamento de Electrónica, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba*

Fecha de recepción del manuscrito: 29/04/2015

Fecha de aceptación del manuscrito: 01/12/2015

Fecha de publicación: 15/03/2015

Resumen— En este artículo se presenta el diseño de un prototipo para control domótico configurable vía PC, preparado para desempeñarse interactuando dentro de un sistema del tipo red de sensores. La interactividad con diversos tipos de sensores, su programabilidad remota, la conectividad vía la red eléctrica domiciliaria y el uso de componentes de última tecnología, todo ello integrado en un único sistema, hacen de este dispositivo algo novedoso.

El sistema electrónico diseñado toma muestras de las variables de entorno como temperatura, luminosidad ambiente, corriente consumida, etc. y permite el control automático de las luces de un sistema de iluminación para reducir el consumo energético, aumentar el confort y la seguridad de las instalaciones eléctricas teniendo además la capacidad de realizar cualquier función que se le solicite utilizando la red eléctrica como medio físico de transmisión.

Cada módulo se programa de manera independiente a través de un puerto USB 2.0 según su identificación, lo que permite conformar una red de estos dispositivos de control. Las salidas presentan funciones como: interruptor, interruptor programado, “DIMMER” para control de tensión aplicada a las luminarias incandescentes (luminarias que acepten variaciones de tensión para el control de su intensidad). Las entradas son luminosidad del ambiente, tensión-corriente en la carga deseada (cualquier tipo de carga) y detectores de presencia.

Palabras clave— Domótica, USB, Programabilidad, PLC, Redes de Sensores.

Abstract— In this paper we present the design of a prototype for domotic control, configurable via PC and prepared in order to behave interacting in a sensors-network-like system. The interactivity with various types of sensors, its remote programmability, the connectivity through the Housing Power Line and the use of state of the art components, all this integrated in a unique system, characterizes the system as something new.

The designed electronic system takes samples of the environmental variables such as temperature, ambience light, power consumption, etc., and allows the automatic control of an illumination system in order to reduce power consumption and increase the comfort and safety, all through Power Line Communication (PLC).

Each module is programmed in an independent way through a USB port, upon its identification. This allows to build a network of such devices. The possible outputs are switch, dimming for existing lights and the possible inputs are ambience lighting, voltage-current desired at the load (any kind of load) and presence detectors.

Keywords— Domotic, USB, Programmability, PLC, Sensor Network.

INTRODUCCIÓN

Por estos días, es cada vez mayor la necesidad energética de la civilización en general, y de los países en desarrollo en particular. Ya sea por el pronto agotamiento de las energías no renovables como el petróleo, gas o carbón, como por el eficiente aprovechamiento de aquellas energías llamadas renovables, como la hídrica, eólica, solar, marítima o geotérmica, se impone un aprovechamiento eficaz de la energía. Esto no sólo es por una cuestión de

principios, sino que debido al aumento exponencial de la población del mundo el número de joules disponibles por cada ser humano en la tierra es cada vez menor y se hace indispensable una gestión energética inteligente.

Se plantea el uso de la red eléctrica como medio físico de transmisión, ya que brinda la posibilidad de establecer procesos de comunicación utilizando infraestructura ya existente, convirtiendo el cableado de distribución doméstico en una red de área local, y cada tomacorriente en un punto de acceso a esta red; permitiendo llegar a diferentes puntos donde otros medios de transmisión no llegarían tan fácilmente.

Este sistema de control se puede incorporar al equipamiento de industrias, oficinas, edificios corporativos, alumbrado público, conformando así una automatización de inmuebles

Dirección de contacto:

Cesar Reale, Avenida Vélez Sarsfield 1611 Ciudad Universitaria, X5016 CGA. Tel: 5353800

o instalaciones con alta tecnología. El mismo consta de una unidad central realizada con un Raspberry PI con una interfaz de comunicación de PLC (Power Line Communications), USB y Ethernet y los módulos domóticos que también cuentan con sistema de comunicación PLC, más una etapa de potencia que permite conectar cargas, un sensor de luminosidad y un terminal adicional para conexión de sensores de presencia.

Cada módulo domótico es controlado por un microcontrolador ARM del tipo Córtex M3 y está en capacidad de realizar funciones especiales tales como el control de la intensidad luminosa de lámparas incandescentes interactuando con el sensor de luminosidad, programación del encendido y apagado de las diferentes cargas, sensado instantáneo de la potencia en la carga (Activa, Reactiva, Aparente).

Cabe destacar que el presente escrito forma parte del trabajo realizado por los dos primeros autores para la obtención del título de Ingeniero Electrónico de la UNC, presentado en marzo de 2015.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA

Este sistema de control permite instalar un módulo en cada uno de los recintos a controlar (por ejemplo: un módulo por habitación). Cada módulo está constituido por 4 entradas. Dos de ellas utilizadas para sensar la potencia de 2 cargas, otra para el sensor de presencia y la cuarta para el sensor de luminosidad del ambiente. Las salidas nos permiten controlar el encendido o apagado de las luminarias de acuerdo al nivel de iluminación del ambiente detectado por el sensor de luminosidad. El nivel de luminosidad para realizar el encendido y apagado es configurable como se describir  más en detalle en la descripción de la programación. Estas salidas también pueden ser programadas por horario, o comandadas cuando sea requerido por el usuario.

La configuración y control del sistema domótico se efectúa mediante una PC. A través de esta, es posible comunicarse, controlar y configurar via USB, WiFi o Ethernet cada una de las salidas y módulos en forma automática y/o manual según horarios de utilización de los diferentes recintos.

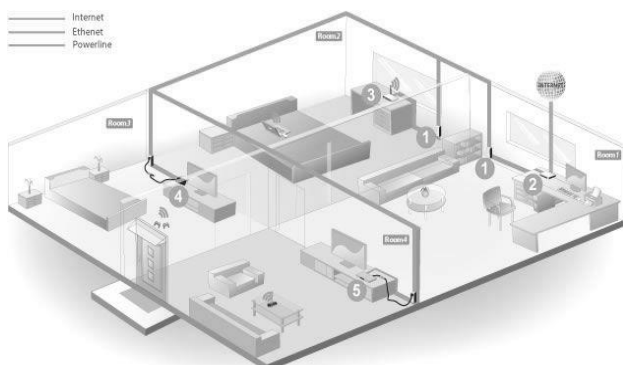


Fig. 1. Redes de conexión utilizada en el sistema Domótico.

Este sistema domótico permite dotar a una vivienda o instalación de un sistema de control capaz de comandar encendido y apagado de electrodomésticos como heladeras y ventiladores de techo, calderas con encendido eléctrico, luces, activar o desactivar tomacorrientes de la red eléctrica para seguridad de niños por ejemplo.

Con esto es posible confeccionar una gran red de módulos interconectados entre sí, no sólo a una vivienda como se muestra en la figura 1, sino por ejemplo, extenderlo a un barrio cerrado, donde se podría contar con un sistema de monitoreo de alarma comunitario, y/o mensajería que permita mantener comunicadas a las personas que integran esta red.

La unidad principal de este sistema domótico, consta de una Raspberry PI (detallada más adelante) que permite el acceso remoto (Wifi, Ethernet) a la red de módulos y además se encarga de registrar y almacenar todos los datos que se obtienen de estos.

Es posible también hacer una red de módulos domóticos sin necesidad de una unidad principal pero se perderían funciones de acceso remoto al sistema domótico y de almacenamiento de datos de los consumos de los artefactos conectados. Por eso se describe en este documento el sistema domótico con la incorporación de una unidad principal.

DISEÑO DEL SISTEMA DOMÓTICO

El sistema domótico está constituido por 2 bloques funcionales; uno es la unidad principal y el otro es el módulo domótico. Este esquema de conexión es mostrado en la figura 2 donde se observa una unidad principal y una red de módulos, todos estos interconectados través de PLC.

A continuación se describen estos dos bloques funcionales (módulo domótico y unidad principal).

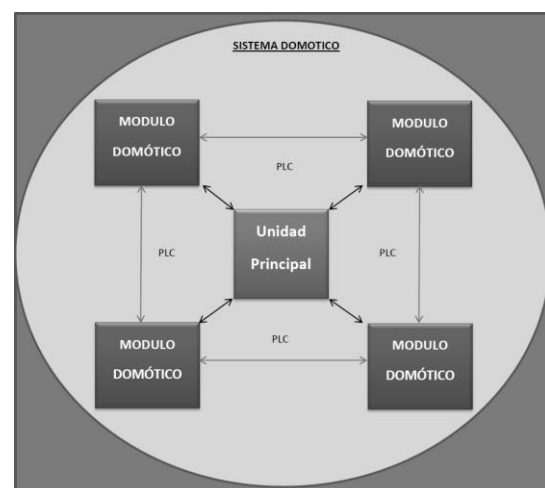


Fig. 2. Sistema de Control

Módulo Domótico

En la figura 3 se ilustran los diferentes componentes del módulo domótico. El núcleo del módulo domótico es el llamado "Mainboard" que está constituido por un microcontrolador del tipo ARM Córtex M3, que es el

encargado de gestionar y administrar la información que proviene de los diferentes sensores e interfaces de comunicación (USB y PLC).

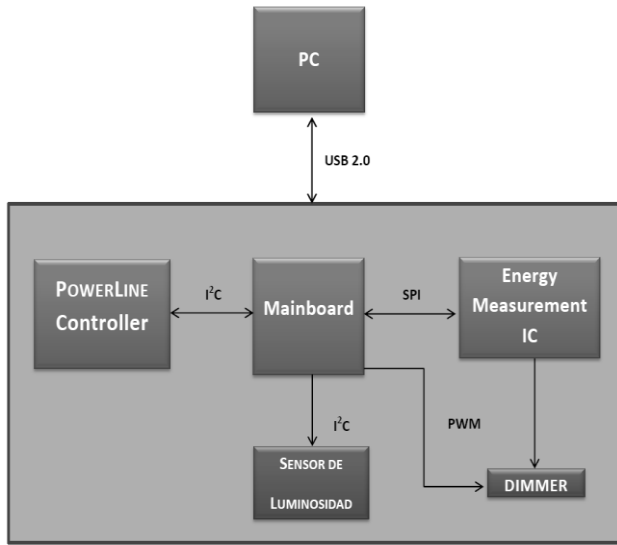


Fig. 3. Módulo Domótico.

La interacción con los artefactos a controlar se realiza a través de los puertos GPIO (General Purpose Input Output) del microcontrolador.

La interfaz PLC se comunica con la “Mainboard” mediante un bus de comunicaciones serie I2C, transmitiendo y recibiendo datos a través de la red eléctrica. Está constituida por una etapa de Alta Tensión con fuente de alimentación, un amplificador de transmisión y un filtro. Un esquema simplificado puede observarse en la fig. 4.

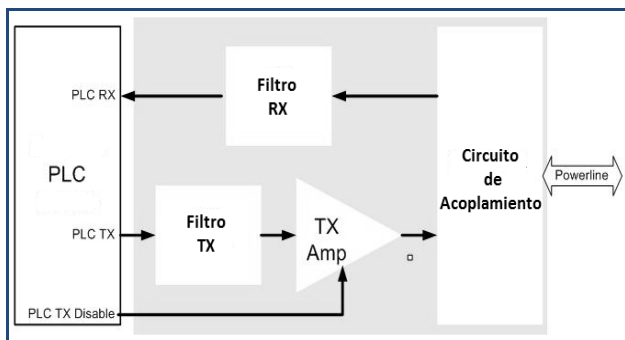


Fig. 4. Controlador de PLC.

Para obtener los valores Tensión o Corriente que circulan por una determinada carga, se utilizó un circuito integrado dedicado (CS5484 de Cirrus Logic), capaz de medir potencia y con una interfaz de comunicación SPI (Serial Peripheral Interface) para la transmisión de la información medida a la Mainboard. Con este circuito integrado se obtienen valores RMS de Tensión - Corriente, Potencia Activa, Reactiva y Aparente, Factor de potencia, detección de cruce por cero, Frecuencia de la línea y Tensión - Corriente instantánea. Para poder utilizar este circuito se hizo necesaria una etapa de adaptación de los niveles de tensión y corriente a valores admitidos por el mencionado circuito.

La luminosidad del ambiente es medida por medio de un circuito integrado detallado en la figura 5 que envía la información de la intensidad de la luminosidad al “mainboard” a través del bus I2C pudiendo interactuar con la salida de DIMMER que posee el módulo domótico.

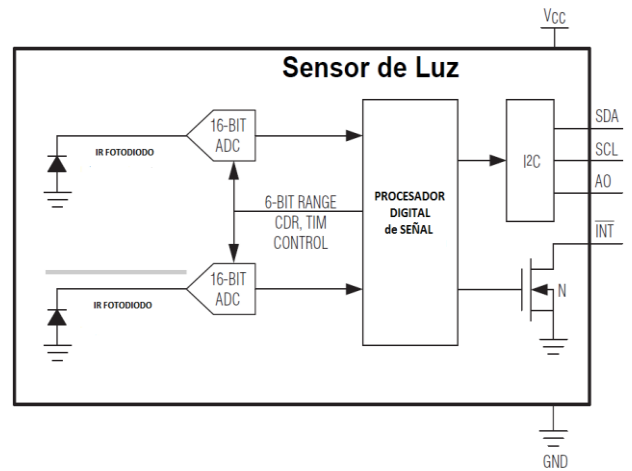


Fig. 5. Esquema del sensor de luz.

Unidad Principal

La unidad principal del sistema domótico está constituida por una placa de desarrollo Raspberry PI que se comunica con el “Power Line Controller” a través de un bus I2C para enviar datos de control al módulo domótico (y a todos los que integren el sistema domótico). Esto puede visualizarse en la figura 6.

A través de esta unidad principal es posible acceder remotamente a los artefactos a controlar. Es decir que, si se dispone de una red local con conexión “WiFi” y la unidad principal conectada a esta, se podrá comandar todo el sistema de módulos domóticos a través de la red inalámbrica con una notebook. De igual manera se podrá extender esto a un comando remoto a través de la red de Internet.

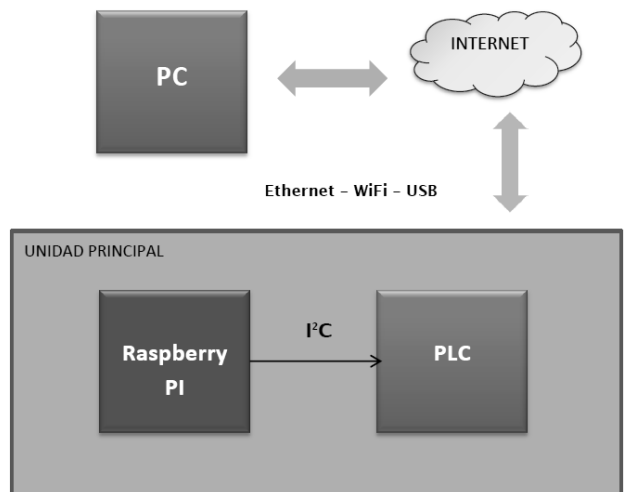


Fig. 6. Diagrama de bloques de la Unidad Principal

CONTROL DE LOS DISPOSITIVOS DEL SISTEMA

El sistema domótico permite controlar dispositivos externos mediante dos formas:

De manera cableada

Conectando el módulo domótico al puerto USB de una PC. A través de la PC se abre el puerto de comunicación y mediante comandos de consola que se detallan más adelante se procede a la configuración del módulo domótico. Esta configuración es realizada para que el módulo domótico trabaje de acuerdo a la función de control que se requiera que trabajando de forma autónoma.

De manera inalámbrica

Accediendo a través de WiFi, Ethernet o USB a la unidad Principal mediante una PC. Esta unidad principal es la que se encarga de procesar los comandos y enviarles a cada módulo domótico los parámetros de configuración usando la funcionalidad del PLC.

Cuando se accede de esta forma es necesario conocer el número ID que identifica a cada módulo domótico para su programación.

Comunicación y programación

La programación de la interacción de los sensores con los artefactos a controlar, se realiza a través de una PC conectada al puerto USB. Se muestra en la figura 7 un ejemplo de visualización de la pantalla de comandos.

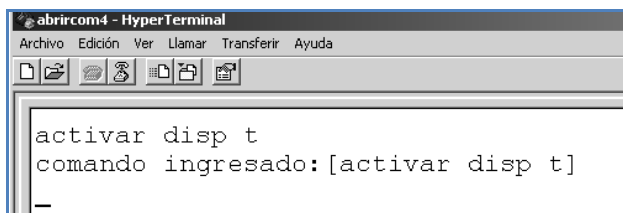


Fig. 7. Ejemplo de pantalla de comandos.

Una vez establecida la comunicación entre el "Mainboard" y el puerto USB, es posible interactuar con los artefactos a controlar a través de los comandos detallados a continuación:

Comando "activar"

Para el ejemplo mostrado en la figura 7, el comando "activar" tiene como parámetros el dispositivo (disp) que se desea encender, y el tiempo (t) que determina cuanto se desea que permanezca encendido. Si "t" no está definida, se lo considera como encendido continuo.

Comando "enlazar"

Este permite la interacción del dispositivo con los sensores a utilizar. Este comando tiene como parámetros el dispositivo (disp) a controlar, el sensor "l" de luminosidad o "p" de presencia. El parámetro "l" se puede configurar de

manera automática (parámetro "a"), cuya función es sensar la luz y mantener la luminosidad de la sala constante.

El parámetro "n" (nivel) activa el dispositivo por nivel. Si la luminosidad es baja se activa, y si es alta se apaga automáticamente en forma autónoma.

Comando "setup"

El nivel de luminosidad al que el dispositivo trabajará encendido o apagado se configura mediante el comando "setup" "n" "on" que establece el nivel de luminosidad por el cual dispositivo se activa.

Con "setup" "n" "off" se determina el nivel de luminosidad para el apagado. Por ejemplo "setup n off 800". El sensor de presencia "p" es configurado a través del comando "setup" "p" "time" donde time es el tiempo en minutos que permanece encendido el dispositivo enlazado a este sensor.

Comando "apagar disp"

El comando "apagar disp." Selecciona el artefacto que se quiere desenergizar.

Comando "consumo display"

El comando "consumo disp" nos muestra en pantalla la potencia del dispositivo.

En la unidad principal está ejecutándose un driver, que abre un socket TCP-IP para recibir parámetros de configuración para los módulos domóticos. Esto presenta como posibilidad a futuro el disponer una página web que, con un entorno visual, permita ejecutar los comandos de configuración para los módulos domóticos.

Este driver que está ejecutándose, convierte los datos recibidos desde el socket TCP-IP y se encarga de enviarlos por la interface PLC. Los módulos reciben estos paquetes de datos, los procesan y se configuran según el contenido de los mismos.

También el driver incluye comandos para almacenar consumos históricos de los artefactos conectados a los sensores que tiene el módulo domótico. Esta función se realiza haciendo "polling" a los módulos domóticos para obtener información de su estado y consumos.

CONCLUSIONES

Se ha presentado aquí un prototipo para un dispositivo electrónico de control domótico configurable por una computadora y de comunicación por la red eléctrica domiciliaria. Las experiencias obtenidas en el transcurso de este trabajo han permitido verificar que, en muchos casos, no es necesario sustituir los aparatos o sistemas del hogar por otros que consuman menos sino una gestión eficiente de los mismos. Para posteriores estudios se dejaron temas como la racionalización de cargas eléctricas: desconexión

de equipos de uso no prioritario en función del consumo eléctrico en un momento dado, Gestión de tarifas, derivando el funcionamiento de algunos aparatos a horas de tarifa reducida. Se ha priorizado para el desarrollo del trabajo el uso de energías renovables.

Posibles mejoras a futuro incluirán también cuestiones como apagado general de todas las luces de la vivienda, automatización del apagado/encendido en cada punto de luz y automatización de todos los distintos sistemas, instalaciones y equipos dotándolos de control eficiente y de fácil manejo, así como también de control vía Internet.

REFERENCIAS

- [1] Stallings, William. “Comunicaciones y Redes de Computadoras”. 6ed. Madrid, España: Pearson Educación 2000. ISBN 84-205-2986-9.
- [2] Lamas, Javier. “Sistemas de Control para Viviendas y Edificios”. 1ed. México. Ed. Paraninfo.1998. ISBN 84-283-2515-4.
- [3] Araujo, A. et Al. “Domotic platform based on multipurpose wireless technology with distributed processing capabilities”. 15th IEEE International Symposium on Personal Indoor and Mobile Radio Communications, 2004. PIMRC 2004. pp. 3003 - 3007 Vol.4, ISBN 0-7803-8523-3.
- [4] Lorente, S. “Key issues regarding Domotic applications”. Proceedings of the International Conference on Information and Communication Technologies: From Theory to Applications 2004. pp. 121 – 122. ISBN:0-7803-8482-2
- [5] Bonino, D. et Al. “Automatic domotic device interoperation”. Transactions on Consumer Electronics, IEEE (Volume: 55 , Issue: 2). pp. 499 – 506.
- [6] Bolzani, C.A.M. et Al. “Domotics Over IEEE 802.15.4 - A Spread Spectrum Home Automation Application”. Ninth International Symposium on Spread Spectrum Techniques and Applications, 2006 IEEE. pp. 396 – 400. E-ISBN: 0-7803-9780-0
- [7] AlShu'eili, H et Al. “Voice recognition based wireless home automation system” 2011 4th International Conference On Mechatronics (ICOM), pp. 1 – 6, ISBN: 978-1-61284-435-0
- [8] Giorgetti, G. et Al. “An integrated solution for home automation”, IEEE International Symposium on Consumer Electronics, 2008. ISCE 2008, pp. 1 – 4, E-ISBN: 978-1-4244-2422-1