

# Red de nodos para control y supervisión de consumo de energía eléctrica en dispositivos hogareños.

Peretti Gaston<sup>1</sup>, Gallina Sergio<sup>2</sup>, Depetris Leonardo<sup>1</sup>, Pipino Hugo<sup>1</sup>, Cervetto Mayco<sup>1</sup>

1) Departamento de Electrónica de Facultad Regional San Francisco de la Universidad Tecnológica Nacional.

2) Departamento de Electrónica Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas de la Universidad Nacional de Catamarca.

Av. De la Universidad 50- San Francisco (Pcia de Córdoba) – CP (2400)

Tel.: 03564-421147 / e-mails: [gastonperetti@gmail.com](mailto:gastonperetti@gmail.com)

## Resumen

En la actualidad existen una gran variedad de sistemas domóticos que utilizan distintos protocolos para controlar los dispositivos hogareños, pero no existen desarrollos que integren la medición de energía en tiempo real de cada dispositivo y el control sobre los mismos al mismo tiempo. El presente proyecto pretende desarrollar una red de nodos sensores y actuadores configurables en tiempo real, que permitan implementar funciones de control y supervisión de consumo energético de artefactos y dispositivos hogareños.

Adicionalmente, teniendo en cuenta la disponibilidad del acceso a la red global, implementar el acceso a la información a través de una página web sin la necesidad de un controlador central, tal cual es habitual encontrar en los sistemas domóticos de la actualidad, brindando autonomía e inteligencia a cada uno de ellos.

Se pretende en un paso posterior al proyecto actual el estudio de algoritmos que logren reducir el consumo energético aprovechando la posibilidad y flexibilidad del desarrollo del sistema que se está proponiendo.

**Palabras clave:** Eficiencia energética - Domótica - Control - Automatización

## Contexto

La investigación se enmarca dentro de la línea de comunicaciones, control y redes de información. El proyecto de investigación red de nodos para control y supervisión de consumo de energía en dispositivos electrodomésticos se lleva a cabo en el ámbito del Departamento de Electrónica de la Facultad Regional San Francisco en conjunto con el Departamento de Tecnología y Ciencias Aplicadas de la Universidad Nacional de Catamarca.

La Institución que acredita el proyecto de Investigación y desarrollo (PID) es Rectorado de la Universidad Tecnológica Nacional mediante la financiación del mismo con fecha de aprobación Junio del 2014.

## Introducción

Existe una tendencia a optimizar el consumo de energía eléctrica en las empresas, con determinación del gasto en cada sector o área y por ende también diversas empresas que prestan asesoramiento en este sentido ó que ofrecen soluciones para la supervisión y gestión de la energía [1]. Pero esta misma tendencia de optimización de la energía, no está tan fuertemente instaurada en el consumo eléctrico hogareño. Este es el principal motor de desarrollo del proyecto de investigación, debido a que no se han encontrado desarrollos de domótica que apunten a la posibilidad de conocer la información de consumo de cada elemento o dispositivo conectado a la red eléctrica en tiempo real, por medio de nodos que formen parte de una red domótica, interconectados a una red global, que permita el control de encendido y apagado de distintos dispositivos hogareños [2].

Para la realización del proyecto se propone considerar un concepto denominado “Internet de las cosas” [3], el cual propone el acceso a través de la red global a todos los elementos y productos utilizados en la vida cotidiana. Desde este punto de vista, otro aporte que esperamos realizar es proponer los aspectos técnicos necesarios para garantizar el acceso a Internet de la red domótica y de cada nodo en particular[4].

Podemos considerar que en la arquitectura de una red de dispositivos para aplicaciones de automatización de entornos residenciales, se distinguen tres capas[5]:

1. Capa de dispositivos hardware: En esta capa se encuentran los sensores que permiten recoger información, y los actuadores que permiten interactuar con el entorno.
2. Capa correspondiente a la plataforma software de base o firmware.
3. Capa de entorno de aplicación.

Nuestro trabajo estará centrado en las capas 1 y 2 de este modelo. Los detalles a tener en cuenta en el desarrollo están basados en los siguientes puntos:

- Costo reducido.
- Sin controlador maestro.
- Hardware reducido y de mínima ocupación de espacio físico.
- Protocolo de comunicación simple y de baja ocupación de ancho de banda.
- Funcionalidades de medición de corrientes, tensiones y potencia.
- Posibilidad de supervisión y control del consumo energético.
- Control de dispositivos hogareños (on/off y control de potencia)

Se propone desarrollar e implementar en una primera fase, la conexión de tres de nodos conectados a través de una red cableada por par trenzado, utilizando una capa física en RS-485, y alternativamente, conectividad inalámbrica utilizando tecnología zigbee [6].

Se prevee estudiar las necesidades de hardware que se requiere para cada una de las partes del sistema y

luego determinar los recursos mínimos para implementar las funcionalidades previstas.

En base a esta información, se seleccionará una plataforma de microcontroladores con la capacidad y características adecuadas para los requerimientos que surgen del estudio realizado, y se seleccionarán los componentes electrónicos para implementar la red prototipo [7]- [8].

Los Tipos de Nodos de la red domótica a desarrollar serán:

- Nodo actuador
- Nodo sensor
- Nodo Gateway

#### **Nodo actuador:**

- Control de encendido/apagado de artefactos de todo tipo.
- Control de potencia (dimmer)
- Medición de valor eficaz real de corriente y tensión. Cálculo de potencia activa y reactiva. Factor de potencia.
- Memoria con capacidad para Registro temporal de valores.
- Reloj de tiempo real sincronizado con la red.
- Tabla de parámetros para configuración.
- Conectividad por par trenzado e inalámbrica.

#### **Nodo sensor:**

- Lectura de entradas digitales (on/off).
- Lectura de entradas analógicas.
- Memoria para Registro temporal de valores.
- Reloj de tiempo real sincronizado con la red.
- Tabla de parámetros para configuración.
- Conectividad por par trenzado e inalámbrica.

#### **Nodo gateway:**

- Interfaz de acceso a Internet vía Ethernet ó WiFi.
- Fuente de alimentación de los nodos.

Un aspecto muy importante en el desarrollo a realizar es la medición y registro de valores de corrientes, tensiones y potencias, con vistas a la supervisión del consumo energético en cada punto de la red. Se prevé utilizar sensores de corriente integrados, que basan sus mediciones en el efecto Hall, y cuyas características de funcionamiento superan ampliamente a los transformadores de corriente que se utilizan también para este tipo de mediciones.

Se analizarán las ventajas y desventajas de realizar un diseño utilizando Circuitos Integrados con capacidad para realizar mediciones del valor eficaz verdadero (RMS) ó de hacerlo a través de software mediante técnicas de Procesamiento Digital de Señales (DSP), lo cual conlleva el requerimiento de procesadores más potentes y de mayor costo, para realizar los cálculos necesarios. Se evaluará comparativamente todos los aspectos (costo, espacio físico, precisión de las medidas, inmunidad a ruidos, etc.) Se diseñará un esquema experimental de laboratorio para realizar estas comparaciones, utilizando el instrumental adecuado. La metodología utilizada y los resultados obtenidos serán susceptibles de ser publicados y presentados en eventos científicos tecnológicos.

Otro aspecto relevante, es realizar un estudio de las alternativas que se disponen para establecer la comunicación entre nodos de modo que interactúen entre sí y además que dispongan de una dirección para el acceso a la red global por medio del dispositivo que actúe como Gateway.

El aporte del proyecto en cuanto al impacto del mismo sobre la sociedad, es que el desarrollo de una red domótica de este tipo permitiría un hogar de mayor confort y manejo eficiente de la energía eléctrica. La red además de administrar y controlar los dispositivos del hogar permitiría conocer en tiempo real los consumos de dispositivos, las horas picos y el tiempo de funcionamiento. Este dato no solo le proveería al usuario del consumo de energía por artefacto, sino que podría predecir incrementos de consumo, o fallas difíciles de detectar como por ejemplo el funcionamiento en forma continua de una heladera por algún problema en el automático, cierre de puertas, falta de ventilación, etc.

Además se podrían plantear, en proyectos posteriores al actual, algoritmos de ahorro energético a través del encendido y apagado de los dispositivos, en función de la estación del año, horarios de trabajos, período de vacaciones, etc.

En principio se podría esperar que la combinación de dispositivos eficientes, la automatización y la supervisión facilitarían ahorros importantes en el consumo energético. algo muy apreciado en nuestros días por ser la energía un bien escaso y alto impacto en la economía Argentina.

## Línea de Investigación y Desarrollo

Nuestro proyecto consta de los siguientes ejes:

1. Determinar las necesidades de hardware que se requieren para cada tipo de nodo de la red domótica.
2. Estudio de los dispositivos que pueden ser integrado en la comunicación, en base a la disponibilidad y oferta en Argentina
3. Desarrollo de los nodos e interfaces de comunicación (hardware + Software).
4. Desarrollo de software de control y datos de consumo eléctrico de los diferentes dispositivos (amigable con el usuario).

## Resultados y objetivos

**OBJETIVO GENERAL:** Proponer la utilización de una red para el hogar que aproveche la flexibilidad y la integración de sistemas que nos brindan las tecnologías aplicadas en la automatización y que no sólo considere aspectos de confort, sino que agregue elementos de interés social y comunitario como puede ser el manejo eficiente de los recursos y la energía.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:** Diseñar una red con nodos sensores y actuadores configurables para el control inteligente de los elementos sensoriales y de actuación en un hogar, combinándolo con los siguientes aspectos:

- Gestión eficiente de recursos energéticos y confort mediante el relevamiento de la información de consumo energético de cada artefacto

electrodoméstico presente en el hogar, sumado a acciones de control como la regulación automática de la intensidad lumínica, la climatización, apertura o cierre de ventanas.

- Gestión de la seguridad en el hogar con algoritmos de presencia como por ejemplo para encender las luces simulando personas en el hogar y disuadir a posibles intrusos.
- Gestión para la prevención de accidentes mediante la monitorización de humo y fugas de gas, agua, etc.
- Gestión de los nodos desde internet ya sea para la activación o desactivación de algún dispositivo o para la extracción de datos en tiempo real de consumo, tiempo de utilización, horario de encendido, etc.

Se desea que la propuesta de diseño de este sistema sea un primer paso para generar lineamientos de utilización de nodos inteligentes para el control y utilización eficiente de la energía en el hogar.

RESULTADOS: considerando que el proyecto se encuentra en fase inicial, los resultados que se esperan, se pueden resumir como:

- ✓ Concretar la experimentación y desarrollo de los nodos de la red domótica.
- ✓ Acceder en tiempo real desde la red global a los nodos, de modo de conocer el consumo eléctrico de los diferentes dispositivos de la red.
- ✓ Controlar el encendido, apagado y la potencia (dimmer) de cada dispositivo conectado a la red desde la red global, o a través de algún algoritmo de ahorro energético.
- ✓ Diseñar un software amigable con el usuario de modo de permitir al mismo elaborar una estrategia de reducción del consumo eléctrico hogareño.
- ✓ Planificar clases prácticas en asignaturas y cursos relacionados con la domótica y la automatización en general a fin de complementar la enseñanza en las carreras de grado de Ingeniería Electrónica e Informática.
- ✓ Realizar transferencia de tecnología a empresas del sector, desde los mismos grupos de investigación en distintas regiones (centro a través de la UTN San Francisco- Córdoba y norte del país a través de la UNCa).

## Formación de Recursos Humanos

El director del proyecto, Mg. Esp. Ing. Peretti Gastón Carlos realizó la Maestría en Ciencias de la Ingeniería, mención Telecomunicaciones en la Universidad Nacional de Córdoba. En la actualidad es docente de la carrera de Ing. Electrónica de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco, en la cátedra de Dispositivos Electrónicos y posee publicaciones en congresos y libros referidas a las líneas de investigación sistemas de control y comunicaciones. El Codirector del proyecto, Ing. Sergio H. Gallina ha cursado los módulos correspondientes a la Maestría en Ingeniería de software y a la especialidad en Gestión Estratégica de los Servicios de Telecomunicaciones, actualmente trabaja en la tesis de la especialización manteniendo una estrecha relación con otras instituciones tales como el Dpto. Electrónica de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de Córdoba y el Dpto. Electrónica de la UTN Facultad Regional San Francisco. El grupo de investigación también está conformado por alumnos avanzados de la carrera Ingeniería Electrónica de la Facultad Regional San Francisco.

El impacto esperado del proyecto se basa en la fundación de un grupo de trabajo interdisciplinario orientado al control y los sistemas de comunicaciones con un objetivo único y general que es el de generar conciencia en el manejo eficiente de los recursos energéticos en el entorno residencial. Respecto al potencial humano que conforma el grupo de trabajo, está formado por docentes y alumnos de la Universidad Nacional de Catamarca y Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco (Pcia. de Córdoba). Además se propone interactuar con grupos de trabajo en el área de otras universidades, principalmente con el Laboratorio de Investigación Matemática Aplicada a Control de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales (LIMAC-FCEFyN de la UNCba).

## Referencias

- [1] Romero Cristobal, Vazquez Francisco, *Domótica e inmótica*, Edición Alfaomega, Madrid, 2011.
- [2] Silveira Rubén, *Automatización de viviendas y edificios*, Edición Ceac, Barcelona, España, 2009.
- [3] Russel Jesse, Cohn Ronald, *Internet 0*, Edición Boskntlen publishin, Estados Unidos, 2012.
- [4] Junstrand Stefan, Passaret Xavier, Vazquez Daniel, *Domótica y Hogar Digital*, Edición Paraninfo, Madrid, 2005.
- [5] Hoya Huidobro, Tejedor Ramón, *Edificios inteligentes*, Creaciones Copyright, Madrid, 2004.
- [6] Zigbee Aliance, [www.zigbee.org](http://www.zigbee.org)
- [7] OSGI Aliance <http://www.osgi.org/>
- [8] Foro UPnP <http://www.upnp.org>.