



INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA DOMÓTICO DE UNA SALA DE CLASE UTILIZANDO TECNOLOGÍA DE BAJO COSTO

René A. Ayoroa^{b*}, Sergio E. Morel P.^a, Daisy I. Kang C.^a, Rubén D. Kang C.^a, Alejandro López^a, Eustaquio A. Martínez J.^a

^a Dirección de Investigación/Centro de Investigación, Ciudad del Este, 7000, Paraguay

* reneywamnz@gmail.com

Resumen

La energía eléctrica es un recurso muy valioso, el cual representa uno de los egresos fijos de dinero más importantes en algunas empresas, industrias, hoteles, viviendas, universidades, etc. Por consiguiente, la utilización eficaz de este recurso es necesaria para obtener mayores ganancias o para el ahorro. Una de las metodologías utilizadas para el uso eficiente de este recurso son los sistemas domóticos, pero debido a su alto costo, en nuestro país, no son muy utilizados en la actualidad. La Facultad Politécnica de la Universidad Nacional del Este cuenta con más de cincuenta salas de clase, que son utilizadas diariamente por más de mil personas entre estudiantes y profesores. La verificación de la utilización eficiente de los recursos de estas salas, no es una tarea trivial para los encargados, pues deben realizar controles permanentes. Con este proyecto se pretende ofrecer una solución a estos problemas en la Facultad Politécnica UNE; mediante la utilización de tecnologías libres, flexibles y de bajo costo. El sistema propuesto permitirá controlar el uso energético y la protección de los sistemas eléctricos; posibilitando que las personas encargadas de controlar estos recursos de forma manual puedan ocuparse de otras actividades. Actualmente, el prototipo de sala de clase permite el control remoto de los sistemas de iluminación y ventilación, disponibilizados mediante un servidor web. Además estos recursos pueden ser controlados de forma automática y calendarizada, mediante un sistema de control basado en una placa Arduino, sensores y un aplicativo web.

Palabras clave: Domótica; automatización; ahorro energético; aplicación web

Introducción

La energía eléctrica es un recurso muy valioso, el cual representa uno de los egresos fijos de dinero más importantes en empresas, industrias, hoteles, viviendas, universidades, entre otros. Por consiguiente, la utilización eficiente de este recurso es necesaria para obtener mayores ganancias o para el ahorro.

El ahorro energético es una práctica que se realiza mayormente utilizando los recursos energéticos de forma racional. Sin embargo, la mayoría de las veces los artefactos eléctricos y electrónicos son utilizados de forma inapropiada por usuarios que carecen de una conciencia de ahorro energético [2].

La Facultad Politécnica de la Universidad Nacional del Este cuenta con más de cincuenta salas de clase, que son utilizadas diariamente por más de mil personas entre estudiantes y profesores. La verificación de la utilización eficiente de los recursos de estas salas, no es una tarea trivial para los encargados, pues deben realizar controles permanentes para evitar desperdicios energéticos. Esta situación evidencia la necesidad de adoptar medidas de ahorro energético para reducir costos y promover sostenibilidad económica y ambiental de la institución.

Una de las metodologías utilizadas para el uso eficiente de la energía son los sistemas domóticos, los cuales permiten la utilización de aplicaciones electrónicas o informáticas para controlar los recursos. Actualmente, la mayoría de las herramientas o normas disponibles para la implementación de sistemas domóticos son propietarias, o requieren de costosos entrenamientos por parte de los fabricantes para su correcta implementación. Además la mayoría de dichas soluciones son dependientes de plataformas propietarias [3].

Por lo tanto, el desarrollo de soluciones basadas en tecnologías libres, además de no requerir aranceles, también brindan una mayor flexibilidad de adaptación a diferentes plataformas y requerimientos. Una opción libre, versátil y de costo accesible para el desarrollo de sistemas domóticos es la tecnología Arduino, y puede ser utilizada en diferentes proyectos de manera sencilla y rápida.

Con este proyecto se pretende ofrecer una solución a los problemas de control de los recursos energéticos, y a los problemas relacionados al uso ineficiente de la energía de la Facultad Politécnica



de la Universidad Nacional del Este (FPUNE); mediante la utilización de tecnologías libres y de bajo costo

Materiales y Métodos

Los materiales fueron seleccionados teniendo en cuenta la disponibilidad de los componentes en laboratorio y su bajo costo, entre los cuales podemos citar:

- Arduino mega
- Componentes electrónicos (para el circuito de interfaz).
- Computadora personal.
- Sensor de presencia.
- Herramientas e insumos.

Para el desarrollo del sistema domótico, primeramente se identificaron cuáles son los componentes de cada sala de clases de la FPUNE que requieren control para su racionamiento de consumo. En la Figura 1 se puede visualizar una sala de aula de la FPUNE. Se detectó que los sistemas de iluminación y de ventilación son los principales consumidores de recursos energéticos. Por este motivo el prototipo fue construido con el propósito de control de dichos sistemas.



Figura 1: Sala de aulas de la FPUNE.

Consecuentemente se definieron las características de funcionamiento (Prestaciones) del sistema de control como sigue:

- Los componentes distintos del sistema deben poder integrarse con facilidad, y permitir la incorporación de nuevos elementos conforme sea necesario para diferentes ambientes de automatización.
- El sistema debe contar con una comunicación centralizada en un servidor, el cual debe encargarse de direccionar los mensajes a los componentes de destino correspondientes
- El servidor central se debe encargarse de ejecutar listas de actividades calendarizadas para el control de los diferentes componentes del sistema de acuerdo a fechas y horas definidas.
- El sistema debe estar disponible de forma remota para el monitoreo, configuración y activación manual de los diferentes componentes del sistema según sea requerido.
- El sistema debe poder operar en modo de funcionamiento automático. En este modo el sistema de iluminación debe activarse cuándo el sensor de presencia detecta algún movimiento en la sala de clase.

- El sistema debe poder operar en modo de funcionamiento manual. En este modo el sistema debe poder ser controlado desde la sala de clase, mediante los interruptores convencionales, o vía web, mediante el acceso a la página web del sistema.
- Los componentes del sistema deben estar debidamente encapsulados para permitir la modificación de diferentes módulos sin la necesidad de realizar ajustes a los demás componentes.

Una vez definidos los requerimientos, se procedió a la fabricación de un prototipo que consiste en una maqueta de una sala de aulas y el sistema de control correspondiente. En la Figura 2 se puede observar el esquema general del hardware del prototipo creado.

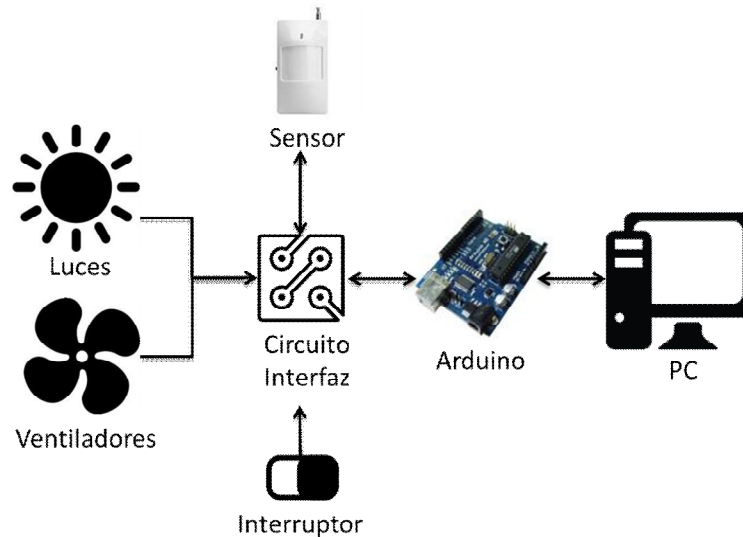


Figura 2: Esquema de Hardware del Prototipo.

El circuito interfaz: recibe las señales de los distintos periféricos conectados y los adapta en señales que puedan ser interpretadas por el *Arduino*. Además, recibe los comandos del *Arduino* y activa los distintos actuadores (Ejemplo: luces y ventiladores).

El Arduino: es la unidad encargada del control físico del sistema, el cual recibe todos los datos provenientes del *circuito interfaz* y de la *PC*. En base a esto toma las decisiones correspondientes para los actuadores de salida. Asimismo, se encarga de enviar el estado de los componentes del sistema domótico en tiempo real a la *PC*.

La *PC:* es la unidad encargada de recibir los datos provenientes del *Arduino*, y disponibilizarlos a través del servidor web, lo cual permite acceso remoto al sistema. Además, envía al *Arduino* las peticiones de los usuarios para controlar la iluminación y la ventilación del prototipo.

En la Figura 3 se pueden observar al *Arduino* conectado al *circuito interfaz*.



Figura 3: *Circuito interfaz conectado con el Arduino.*

El sistema de control fue desarrollado utilizando la distribución del sistema operativo Linux denominada Ubuntu, utilizando el lenguaje de programación Java. Este consiste en un aplicativo web que es alojado en un servidor web Apache Tomcat. El programa utiliza una librería de comunicación serial llamada RXTXcomm, la cual se puede obtener del IDE Arduino, disponible para descarga en [1]. La versión de la librería RXTXcomm fue obtenida teniendo en cuenta el sistema operativo utilizado. Para el correcto funcionamiento de dicha librería en el aplicativo web, fue necesario copiar los archivos de la librería en el directorio de la máquina virtual de java (JRE). En la Figura 4 se puede visualizar la interfaz monitoreo y control del sistema.



Figura 4: PC con software de control.

Resultados y Discusión

Durante el desarrollo del trabajo ha surgido la necesidad de realizar pruebas entre las distintas partes que compone el sistema, esto derivó en la construcción de una maqueta funcional de un aula de clases donde se pudiera observar la dinámica real de los componentes. Las pruebas realizadas en la misma permitieron el control de un sistema de luces y ventiladores a través de la página web de la computadora personal, además se pudo verificar que el flujo de datos entre la PC y el Arduino. Durante el desarrollo se han realizado modificaciones tanto en el software de control como en la elaboración de distintas placas electrónicas para la etapa de potencia del dispositivo logrando alcanzar el objetivo propuesto.



Conclusiones

Actualmente el sistema desarrollado cumple con todas las funcionalidades propuestas para automatizar una sala de clase de la Facultad Politécnica. El costo de desarrollo es bajo cuando se compara con las tecnologías de domótica disponibles en el mercado. El prototipo implementado muestra respuestas adecuadas a las situaciones establecida como prueba. Estos resultados posibilitan ampliar el alcance del proyecto con el fin de lograr el ahorro energético deseado en la FPUNE.

Referencias

- 1) SITIO WEB DEL PROYECTO ARDUINO. Proyecto Arduino 2014 [on line]. Disponible en: <http://www.arduino.cc/es/> [05 May. 2014].
- 2) KAMMEN, D. Renewable y Appropriate Energy Laboratory. California.[on line]. Disponible en: <http://rael.berkeley.edu/> [05 May 2009].
- 3) ROSIQUE M. 2012. DESARROLLO INTEGRAL DE APLICACIONES DOMÓTICAS: UNA PERSPECTIVA METODOLÓGICA. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA.