

Trabajo Académico

Diseño e implementación de un sistema de control domótico

Design and implementation of a home automation control system

Marco Contreras - Dennys Paúl Cuvi - Ruth Buñay

Tecnología en construcción, Instituto Superior Tecnológico Andrés F. Córdova, Azogues, Ecuador

marco.contreras@institutoscanar.ec

dennys.cuvi@institutoscanar.ec

ruth.bunay@institutoscanar.ec

RESUMEN

El presente trabajo realiza el diseño e implementación de un sistema de control domótico con aplicaciones de seguridad y gestión energética, considerando las siguientes especificaciones: el prototipo consta de un sistema de seguridad (alarma básica) y control de circuitos de iluminación, y tomacorrientes. Las interfaces de control y monitoreo para el sistema domótico planteados son: un teclado matricial, una pantalla de cristal líquido, un dispositivo móvil, una laptop o una Tablet, la interconexión planteada para comunicación entre dispositivos utiliza tecnología inalámbrico como: bluetooth en conjunto con el desarrollo de una aplicación para dispositivo móvil con sistema operativo Android y el sistema de procesamiento de información o central domótica será una placa denominada Arduino Mega basada en un microcontrolador ATmega2560.

Palabras Claves

Circuitos eléctricos, control domótico, programación

ABSTRAC

This paper proposes the design and implementation of a home automation control system with security applications and energy management, considering the following specifications: the prototype consists of a security system (basic alarm) and control of lighting circuits, and outlets. The control and monitoring interfaces for the home automation system are: a matrix key-pad, a liquid crystal display, a mobile device, a laptop or a Tablet, the interconnection proposed for communication between devices uses wireless technology such as: Bluetooth in conjunction with the development of an application for mobile device with android operating system and the information processing system or home automation center will be performed by a microcontroller board based on ATmega2560, called Arduino Mega.

Keywords

Electrical circuits, home automation control, programming

I. Introducción

El desarrollo mundial en sus múltiples facetas se ha dado por, el ingenio humano, al crear soluciones innovadoras a problemas, los cuales la humanidad se enfrenta cotidianamente e inherente a este hecho el desarrollo, creación y la utilización de la tecnología y dispositivos, el auge de las Tics (tecnologías de la información y la comunicación) y su penetración prácticamente en todos los ámbitos, ya sea: militar[1], médico[2], civil, industrial[3], educación, social, en fin en todo campo en el que el hombre mediante la disposición de la misma pueda facilitar ya sea las labores diarias, hasta complejos procesos y problemas.

La aplicación y utilización de la tecnología concretamente en el ámbito del hogar es una realidad cada vez más común mediante la implementación de la domótica, [4] cuyo fin es el de facilitar el monitoreo y control de procesos, el confort, gestión energética y la seguridad de sus usuarios, razones por las cuales es de gran ventaja y ayuda la implementación de este tipo de sistemas.

En nuestro medio la disposición y utilización de este tipo de sistemas no se realiza frecuentemente debido a los precios elevados de los sistemas y dispositivos domóticos, ya que deben ser importados, razón que justifica ser dispendioso, el limitado desarrollo o producción local también es otro factor que limita el mercado, por otro lado en el caso de la producción, generación y administración de la de energía eléctrica que implica procesos que afectan directamente el ecosistema, el medio ambiente en el que vivimos, la economía personal y familiar directamente, el desarrollo de sistemas electrónicos en el ámbito de la domótica a nivel local, concibe ser la base de posteriores investigaciones.

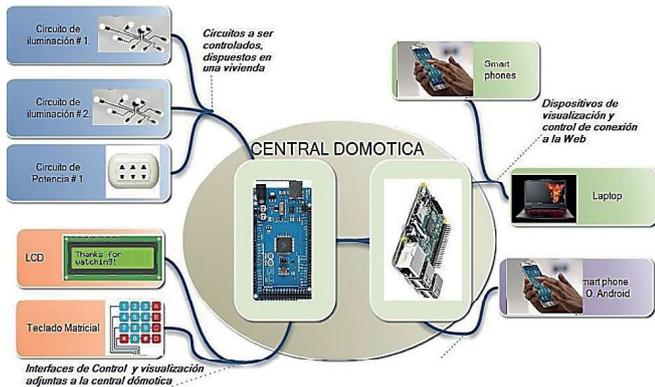


Fig. 1. Estructura del sistema de control Domótico

II. Método

El trabajo desarrollado está dividido en dos etapas la primera que considera el diseño de los sistemas y la segunda que refiere a la implementación.

A. Diseño

El sistema a desarrollar consta de dos dispositivos base, el raspberry Pi, en el cual se instalará la base de datos, un servidor web, una página web, plataformas para gestión de información y un arduino mega, mismo que contará con la conexión a dispositivos bluetooth, circuitos preactuadores, sensores y actuadores del sistema de seguridad.

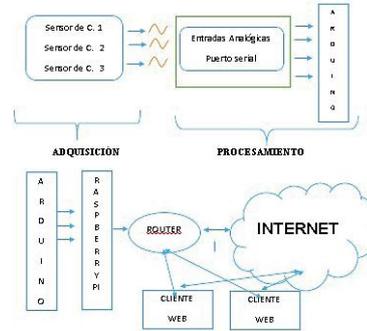


Fig. 2. Diagrama de Bloques general del Sistema Domótico

El sistema general planteado para la adquisición y procesamiento de datos se puede observar en el siguiente diagrama de bloques, en el que se indican el flujo de información entre dispositivos, los sensores dispuestos son para la medición de corriente que circula por un determinado circuito el objetivo de medir el la corriente que circula por un determinado circuito de iluminación o potencia, están conectados al Arduino mega, mismo que se encarga del control de los circuitos a través de los preactuadores y de la alarma básica.

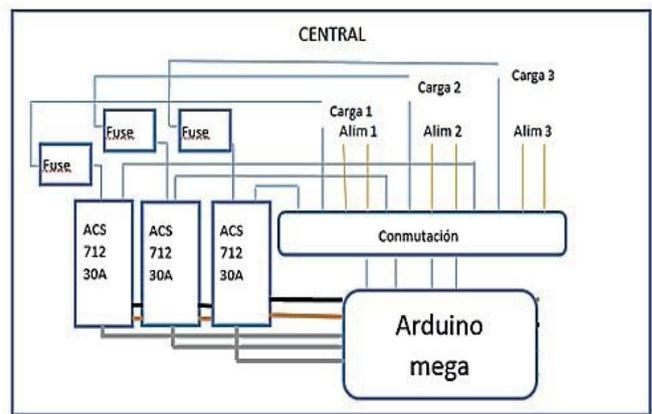


Fig. 3. Diagrama de Bloques para la conexión del arduino mega con el sistema de medición y el sistema de conmutación

Tabla I. Características de los encapsulados [5]

Número de parte	Ta (°c)	Optimized Range, IP(A)	Sensitivity, Sens (Typ) (mv/A)
ACS 712 E L C - TR-05B-T	-40 a 85	±5	185
ACS 712 E L C - TR-20A-T	-40 a 85	±20	100
ACS 712 E L C - TR-30A-T	-40 a 85	±30	66

El sistema de medición de corriente se debe probar en un entorno real, para el efecto se ha seleccionado un circuito de iluminación de correspondiente a una vivienda.

El control de los circuitos eléctricos identificado como el bloque de conmutación en el diagrama, se realiza mediante el preactuador que es un relé de estado sólido integrado por optoacopladores (MOC 3010)[6] resistencias y triacs (BTA 16) [7] con el fin de controlar tensiones alternas de 120VCA a 60Hz, con señales digitales de 5VCC. La orden de control se emitirá desde un dispositivo móvil con sistema operativo android que tenga una aplicación que se desarrollará con este fin exclusivamente, activa y desactiva únicamente los circuitos de iluminación de interiores y de tomacorrientes de manera independiente.

Los circuitos básicos a controlar son: de iluminación de exteriores formado por un interruptor con 3 luminarias y de potencia formado por 3 tomacorrientes.

El sistema de seguridad básico a implementar consta de un par de sensores magnéticos y un sensor infrarrojo de movimiento, un actuador sirena, un teclado matricial y un LCD, mismos que serán comandados por el Arduino mega.

Para realizar las pruebas de los sistemas e implementar las instalaciones civiles se procede a realizar el diseño de una vivienda simple de una planta a escala 1:75[8].

B. Implementación

La implementación de la maqueta, los circuitos de instalaciones civiles y el sistema de seguridad básico se integraron físicamente como se puede ver en la siguiente figura.



Fig. 4. Integración circuitos eléctricos civiles y sistema de seguridad básico en una maqueta de escala 1:75

Para el sistema de sensores Hall de 30A se desarrolló un algoritmo que, considera una medición de intensidad de CA promedio basado en las siguientes ecuaciones.

$$V_{pp} = 2\sqrt{2}V_{rms} \quad (1)$$

$$V_{pp} = \pi V_{avr} \quad (2)$$

$$V_{rms} = \frac{\pi V_{avr}}{2\sqrt{2}} = 1.1107(V_{avr}) \quad (3)$$

$$I_{rms} = \frac{\pi I_{avr}}{2\sqrt{2}} = 1.1107(I_{avr}) \quad (4)$$

Para medir la corriente instantánea se usa la siguiente expresión, ya que tenemos un ADC con resolución de 10 bits, voltaje de referencia de 5 volts y sensibilidad de 66 mV. [9]

$$I_{inst} = \frac{V_{ref}}{2^n - 1} * \frac{1}{sensibi} (ADC_{mu} - 512)$$

$$I_{inst} = 0.07405(ADC_{muestra} - 512) \quad (5)$$

La información calculada se envía a través del puerto serial al dispositivo Raspberry PI B para ser almacenada en una base de datos.

El sistema de comunicación y monitoreo planteado se realizará mediante la implementación de una base de datos en un dispositivo SBC llamado Raspberry PI B que es un ordenador pequeño que gestionará los datos obtenidos en la etapa de adquisición.

El sistema de medición de corriente instalado para la adquisición de datos de un circuito de iluminación en una vivienda real durante un periodo de 17 días se resume en la siguiente figura.

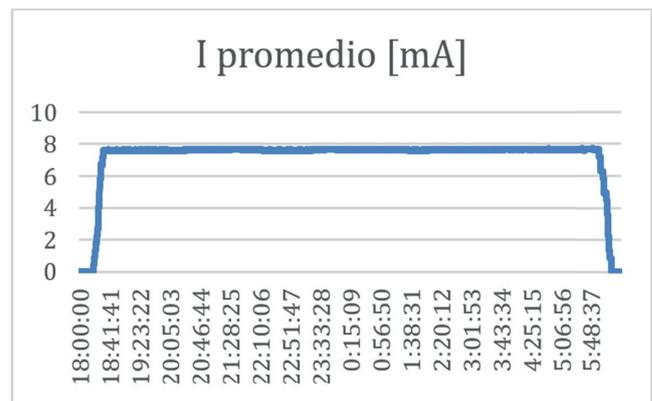


Fig. 5. Mediciones realizadas de la corriente de un circuito de iluminación

La corriente promedio del circuito estimado a partir de las mediciones es de 7.18mA considerando un periodo de tiempo desde las 18:00 hasta las 06:30 y la corriente promedio medida con un dispositivo multímetro es de 7.57mA.

Para el de control de circuitos como dispositivo pre actuador se presenta el esquema de un relé de esta-

do sólido cuyo funcionamiento se describe a continuación: Cada salida digital estará conectada en serie a una resistencia y a un diodo LED cuya conexión va al optoacoplador que emitirá la señal de activación o desactivación al triac encargado de permitir o impedir el flujo de CA.

Cabe resaltar la utilización de una red RC (Snubber) necesaria para cargas inductivas, funcionará como circuito de absorción de energía procedente de elementos reactivos, (controlan la reactancia del circuito) durante el proceso de conmutación controlando parámetros tales como la evolución de la tensión o corriente en el interruptor, o bien limitando los valores máximos de tensión que ha de soportar, en la siguiente figura se puede apreciar el diagrama de conexión del circuito preactuador.

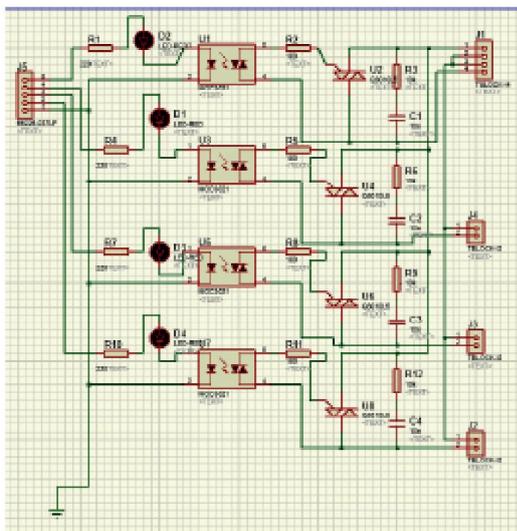


Fig. 6. Esquema implementado para el circuito de control (preactuador)

En la siguiente figura se puede apreciar el diagrama de conexión de los elementos para realización de pruebas previo a la implementación del sistema.

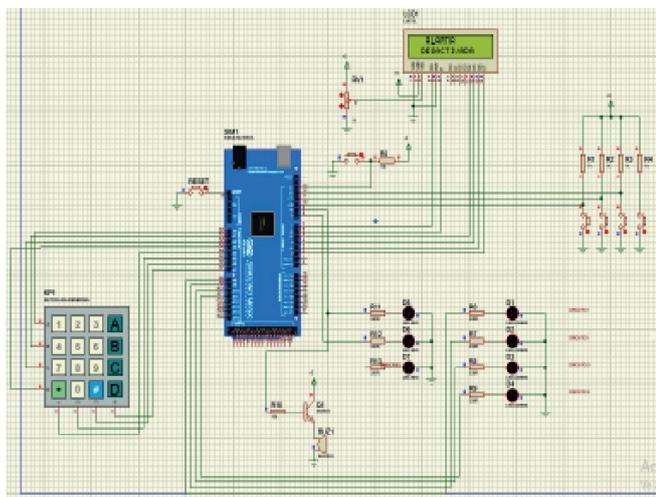


Fig.7. Diagrama de conexión general del Sistema Domótico.

III. Análisis de resultados

Los resultados obtenidos del desarrollo son un sistema de control de control flujo de para circuitos de corriente alterna con flujo máximo 10A a 13A, funcional cuyas señales de control son digitales de 0 a 5v;

Un sistema de seguridad básico que consta de sensores magnéticos y de movimiento y una sirena, un teclado matricial y una pantalla de cristal líquido.

Los sistemas antes mencionados pueden ser controlados para activación y desactivación mediante un dispositivo móvil vía bluetooth.

Para el sistema de adquisición de datos las fórmulas obtenidas para el cálculo de la corriente a partir de la información que proviene de los sensores presenta errores a nivel de los miliamperios, es por ello que para la implementación real se modificaron algunos valores de la formula calculada.

Establecer un rango de mediciones con sensores ACS712, ya que estos por defecto emiten lecturas que son prácticamente erróneas, la circulación de corriente es nula cuando están en vacío.

Configurar una velocidad de 800 MHz procesamiento u overclocking Raspberry Pi B, ya que posee una memoria RAM de 512MB para obtener un mejor rendimiento.

La diferencia entre los valores de corriente promedio calculado a partir de las mediciones y el valor medido con un dispositivo multímetro se deben a que la implementación del sistema de medición de corriente sobre un circuito comandado por una fotocélula difiere en el tiempo de encendido y pagado por las condiciones ambientales.

IV. Conclusiones

El sistema de seguridad, el control de circuitos, el desarrollo de la aplicación para dispositivos móviles se implementa y valida en la maqueta a escala, mientras que la medición de corriente y el almacenamiento de información se prueban y validan en un circuito de iluminación de una vivienda real.

Se recalca que el consumo del sistema es de apenas 1.98mA promedio, dando como resultado una potencia instantánea de 0.23W, con un voltaje constante de 110VCA. Si se considera el hecho de que el dispositivo puede funcionar todo el día consume 5.52 W, todos los días durante un mes 165.41W, representando un consumo muy bajo, que puede ser considerado despreciable.

Considerar que el tiempo de muestreo para un sistema de medición de corriente debe ser mayor a 1 segundo con el objetivo de no generar gran cantidad de datos repetidos, recalando que la fluctuación en las mediciones es

pequeña y su tasa de ocurrencia no es menor a 1 segundo.

El rango de operación para el control de circuitos y para activación y desactivación de la alarma no debe exceder en 6m debido a la tecnología utilizada para la comunicación y por las pérdidas generadas por el entorno, adicionalmente, el control no puede ejecutarse por varios usuarios a la vez los dispositivos utilizados permiten únicamente que un solo usuario controle el funcionamiento del sistema.

V. Referencias

- [1] J. Kolkus and J. Melichar, "Military Technology Evolution Assessment under Growing Uncertainty and Complexity," 2017.
- [2] T. Cohen, "Medical and Information Technologies Converge," no. June, pp. 59–65, 2004.
- [3] X. Wu and Z. Gu, "The Construction of Innovation Networks and the Improvement of Technology Capabilities of Industrial Clusters in the Developing Countries," pp. 965–968, 2006.
- [4] D. Chacón, O. González, and P. Campoverde, "Domotic Application for the Monitoring and Control of Residential Electrical Loads," 2017.
- [5] Allegro, "ACS712ELCTR-30A-T datasheet ALLEGRO | Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor with 2.1 kVRMS Voltage Isolation and a Low-Resistance Current Conductor." [En Línea]. Disponible en: <https://html.alldatasheet.com/html-pdf/168329/ALLEGRO/ACS712ELCTR-30A-T/614/2/ACS712ELCTR-30A-T.html>. [Accedido: 19-Apr-2020].
- [6] "MOC3010 pdf, MOC3010 description, MOC3010 datasheets, MOC3010 view ALLDATASHEET" [En Línea]. Disponible en: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/35282/QT/MOC3010.html>. [Accedido: 19-Apr-2020].
- [7] "BTA16 pdf, BTA16 description, BTA16 datasheets, BTA16 view ALLDATASHEET" [En Línea]. Disponible en: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/22039/STMICROELECTRONICS/BTA16.html>. [Accedido: 19-Apr-2020].
- [8] C. Dennys, "Implementación de un Sistema de control domótico para una Vivienda Unifamiliar, mediante una aplicación móvil," 2018.
- [9] "Medidor-de-corriente-con-el-sensor-ACS712-de-efecto-Hall-para-el-sistema-Bolt-18F2550-PUNTO-FLOTANTE-S.A." [En Línea]. Disponible en: <http://www.puntoflotante.net/SENSOR-DE-CORRIENTE-ACS712.htm>. [Accedido: 19-Apr-2020].