

TELECONTROL DOMÓTICO DE CASA DE CAMPO.

Gómez Guillermo; Chóez Richard; Millán Marcos.
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil - Ecuador
{gagomez, mchoez, mmillan}@fiec.espol.edu.ec

Resumen

Este documento describe el diseño de un prototipo y la implementación de una solución domótica sobre una maqueta, que permite el telecontrol de una casa de campo, de manera que el usuario o propietario de la vivienda pueda realizar tareas de monitoreo y control remoto. Uno de los elementos claves en el diseño de esta solución, es el microcontrolador Arduino Yún, el cual permite utilizar conceptos domóticos, electrónicos y telemáticos, dentro de un diseño. Debido a estas ventajas y facilidades, se han integrado diversas tecnologías compatibles con Arduino, las cuales a pesar de haber sido creadas de manera independiente, forman un buen conjunto para poder diseñar una solución estable. Para este caso se procedió a diseñar una aplicación web, que le brinda al usuario una interfaz amigable, en la cual se pueden realizar tareas como, manipulación de interruptores, verificación de alarmas, visualización del estado de diversos sensores, y la presentación de mensajes que son parte de la aplicación, que le ayudan al usuario, a lograr un monitoreo del entorno y del interior de la vivienda.

Palabras Clave: *Solución Domótica, Telecontrol, Micro controlador, Arduino Yún.*

Abstract

This paper describes the design of a prototype and the implementation of an automation solution on a miniature that allows a remote control house, so that the user or homeowner can perform tasks of monitoring and remote control. One of the key elements in the design of this solution is the Yun Arduino microcontroller, which allows use automation, electronics and telematics concepts within a design. Because of these advantages and facilities they have been integrated various technologies compatible with Arduino, which despite having been created independently, form a good set to design a stable solution. For this case to be proceeded to design a web application that provides the user friendly interface, in which you can perform tasks such as handling switches, alarm verification, displaying the status of various sensors, and presentation of messages They are part of the application, which help the user to achieve a monitoring of the environment and the interior of the housing.

Keywords: *Remote Automatation Solution, Microcontroller, Arduino Yun.*

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad vivimos en un mundo, en el cual la tecnología se ha globalizado, y esto ha permitido que nuestro entorno, nuestras actividades diarias y nuestro modo de vida cambien, de acuerdo a la evolución y extensión del avance tecnológico..

Este documento describe el diseño y la implementación de una solución domótica en una vivienda familiar de un piso, así como la tecnología y protocolos usados, los dispositivos que conforman el

sistema domótico, y las aplicaciones y recomendaciones usadas para la implementación del mismo, además la integración de diferentes factores y conocimientos electrónicos, informáticos y de desarrollo de software.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El ritmo de vida de la sociedad actual, permite que haya la necesidad de la automatización y el control de procesos y la administración de recursos, no solo en el ámbito industrial o empresarial, sino también en las actividades diarias del individuo.

Esto involucra a oficinas, edificios y viviendas, en donde sus usuarios buscan no solo, una mayor optimización de recursos, sino también mejorar el confort, el modo de vida, y manipular funciones normales de las mismas, desde un dispositivo, panel o interfaz.

El escenario al cual estamos sometidos es el de un usuario el cual posee una casa en un lugar alejado a su hogar principal, esta es una casa de campo. En estas condiciones la vivienda está expuesta a diferentes factores los cuales impiden mantener un monitoreo constante, ya que está ubicada a varios kilómetros de distancia.

Debido a las responsabilidades de los usuarios en sus actividades cotidianas, usualmente no hay una correcta información del estado de la casa de campo, lo cual implica contratar a terceras personas para el cuidado de la misma, pero a pesar de esto aún existe la inseguridad de los propietarios de la casa de campo.

El proceso de visitar constantemente una casa de campo también es costoso, ya que al ser necesario recorrer varios kilómetros, se gastará una alta suma de dinero mensualmente si el propietario decide visitar la casa de campo varias veces en la semana.

3. SOLUCIÓN PROPUESTA

El desarrollo e implementación de este proyecto, se basa en poder automatizar y aplicar conceptos domóticos en una casa de campo con el fin de que la misma se convierta en una vivienda domótica e inteligente. Además esta solución permite demostrar la integración y compatibilidad de diversas tecnologías independientes las cuales son muy utilizadas por la comunidad de software libre.

La solución se desarrolla con software libre y hardware de bajo costo, ya que el ahorro es una de las ventajas que ofrece la domótica, aunque la gran variedad de dispositivos, marcas y modelos que existen para la implementación de soluciones domóticas nos indica que a mayor inversión se obtienen elementos que realizan mayor tipo de tareas y la solución se vuelve más compleja.

El controlador principal en nuestra solución es el Arduino, el cual es una tarjeta de bajo costo, que debido a sus características y fácil configuración y programación realiza diversas funciones que mejorarán el estilo de vida del usuario final.

4. DESCRIPCIÓN, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO.

A continuación describiremos en detalle el prototipo de la casa a la cual aplicamos el telecontrol domótico y el proceso de diseño de la misma.

El prototipo de la casa de campo está inspirado en una casa sencilla de una planta, conformada por la sala, comedor, cocina, garaje, dos habitaciones y dos baños, además de contar con una cerca que rodea el perímetro de la misma y una puerta principal, ubicada en una zona de clima cálido.

Al ser una casa de campo, está expuesta a diferentes variables las cuales son: temperatura, seguridad e iluminación.

Dentro de la casa de campo existe un sensor que nos permite estar al tanto de la temperatura en la misma, además de contar con un ventilador el cual podremos controlarlo desde la aplicación web.

La iluminación de la casa de campo está representada por LEDs, los cuales están en las diferentes habitaciones de la misma, la aplicación web nos muestra el estado de los leds en cada habitación y nos permite manipularlos.

El sistema de seguridad está compuesto por sensores de presencia, los cuales al momento de activarlos nos indican si existe algún intruso. Desde la aplicación web podemos activar o desactivar el sistema de alarma. También se tiene control de la entrada principal a la vivienda, la cual por medio de la aplicación web podemos abrir o cerrar la puerta.

En la figura 1 observamos la distribución de las habitaciones de la casa de campo en 2 dimensiones.

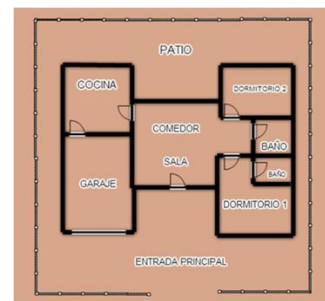


Figura 1. Distribución de habitaciones.

En la figura 2 observamos un diagrama de bloques, utilizado para diseñar la solución

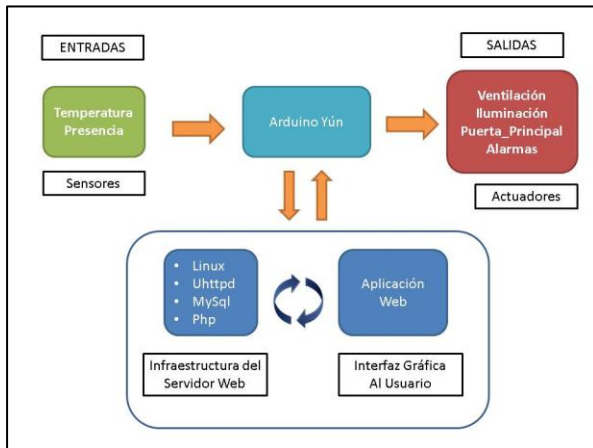


Figura 2. Diagrama General de Bloques.

5. DESCRIPCIÓN DE ARDUINO YÚN

Arduino brinda una familia de dispositivos de la cual, se ha elegido el Arduino Yún por sus características y ventajas, en donde una de las principales es que, Arduino Yún está compuesto por dos chips que en conjunto controlan el dispositivo, uno de estos es el chip ATmega32U4 (el mismo que utiliza el Arduino Leonardo) y un módulo que contiene una distribución en Linux basado en la distribución OpenWRT, además el Arduino Yún puede conectarse a la red mediante Ethernet o WiFi.

En la figura 3 podemos visualizar el aspecto de la placa Arduino Yún.

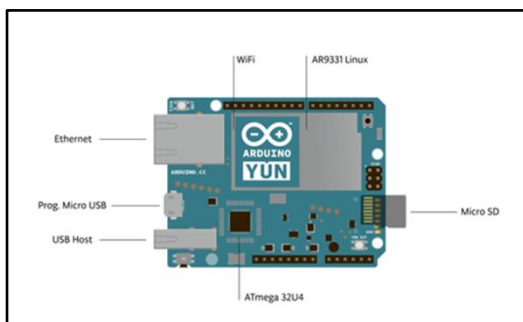


Figura 3. Placa Arduino Yún

El Arduino Yún, a través del módulo que posee la distribución de Linux, es posible establecer una configuración mediante WiFi, además de poseer una librería Bridge que es la que permite la interacción de ambos módulos, esto ayuda a que los procesos que utilicen comunicación web, de gran tamaño en comparación a lo que puede procesar el Arduino, sean delegados al módulo con Linux.

En la figura 4 observamos la comunicación entre los dos chips de la placa

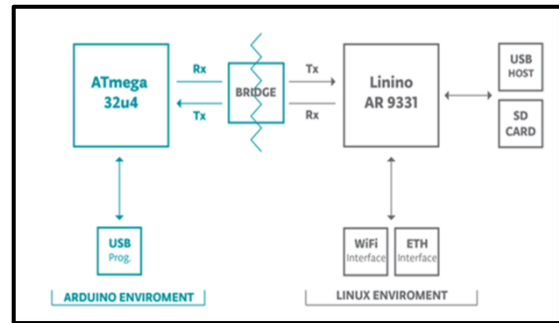


Figura 4. Ambiente de Comunicación de los chips de la placa Arduino Yún

5.1 Configuración y Programación de Arduino Yún

Arduino provee un software de código abierto llamado Arduino IDE, el cual puede ser instalado en diversos sistemas operativos Linux, MAC o Windows, este software es una vía que permite programar a través de líneas de código la configuración que debe llevar la placa y los pines de la misma.

Arduino IDE permite crear hojas de trabajo, las cuales son llamadas sketches y que mantienen un ambiente de desarrollo basado en Java, aquí se depositan todos los métodos, funciones, declaraciones de variables, utilización de librerías que son utilizadas para lograr la configuración y la programación según el propósito para el cual sea usada la placa Arduino.

Las diferentes versiones de Arduino contienen un puerto USB, el cual es útil para poder alimentar de energía a la placa Arduino y además para poder grabar en el micro controlador el sketch desarrollado. Estos sketches son grabados con una extensión de archivo .ino y luego de ser procesados y compilados, son subidos desde Arduino IDE a través de una conexión USB entre el dispositivo que contiene el software y la placa Arduino.

Para diseñar el sketch de nuestro Arduino se tomaron en cuenta los sensores utilizados, las funcionalidades y objetivos del sistema domótico, además el número de pines de la placa, así como el mapeo de los pines, para poder usar una programación con los registros de los puertos.

En la Tabla 1 observamos la asignación de pines configurados en el Arduino.

Tabla 1. Asignación de Pines.

Pin	Tipo	Función	Sector
2	Output	Ventilación	Sala
3	Output	Puerta Principal	Entrada Principal
4	Output	Luz Alarma	Sala
5	Input	Sensor de presencia	Garaje
6	Input	Sensor de presencia	Patio
7	Input	Sensor de presencia	Sala
8	Output	Iluminación	Luz exterior
9	Output	Iluminación	Garaje
10	Output	Iluminación	Cuarto2
11	Output	Iluminación	Cuarto1
12	Output	Iluminación	Cocina
13	Output	Iluminación	Sala
A0	Input	Temperatura	Sala

La programación del sketch trabaja con métodos y funciones, que son capaces de almacenar, actualizar, leer, editar y consultar información en la base de datos que se creó para este sistema, además permiten activar o desactivar el estado de los pines durante la ejecución y funcionamiento del sistema.

En la figura 5 podemos visualizar el diagrama esquemático de las conexiones de los sensores con la placa Arduino.

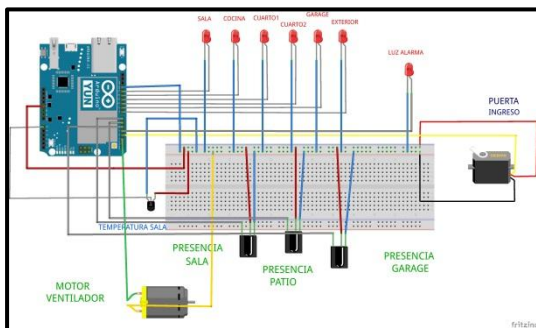


Figura 5. Diagrama Esquemático de placa Arduino

El código utilizado para el microcontrolador contiene tres bloques:

Declaración de variables: Aquellos datos que sirven como parámetros en las funciones, o valores obtenidos en métodos, contadores, resultados de operaciones, valores de entrada de un sensor o dispositivo externo.

Bloque de configuración: Aquí se establece los pines que son utilizados como entradas o como salidas, para este sketch se configura los pines a través de port registers, asignando a cada puerto un valor binario indicando 0 como entrada y 1 como salida. Además aquí se abre el puerto serial y se le asigna la velocidad en baudios.

Bloque de Ejecución: Este bloque es llamado loop o lazo y permite mantener en un ciclo infinito, las funciones y métodos incluidos dentro del mismo, aquí

se extrae datos de la base de datos como estados de los pines, también se extrae datos de sensores utilizados, y dependiendo de los valores de las variables o de los pines, se ejecutarán las funciones.

6. INFRAESTRUCTURA WEB

Para lograr establecer un diseño estable para la interfaz web se ha optado por utilizar LAMP, para poder establecer la infraestructura que requiera la aplicación



Figura 6. Elementos de una infraestructura web

6.1 Cambio de LAMP a LUMP

LAMP es una herramienta usada para implementar servidores web, basado en tecnologías que a pesar de ser independientes y que no han sido diseñadas con el objetivo de trabajar juntos, su combinación ha sido muy llamativa no solo para los usuarios que adquieren el software, sino también para los programadores y diseñadores.

LAMP contiene herramientas que son de código abierto, esto permite mucha flexibilidad al momento de programar y además implica un bajo coste de adquisición lo cual lo hace muy llamativo y se ha convertido en tendencia al momento de elegir una solución para implementar proyectos, aplicaciones y diseños.

Los elementos de LAMP, hacen referencia a las siglas de la herramienta.

- L: Linux
- A: Apache
- M: MySQL
- P: Php/Phyton/Perl

Para este diseño se utilizó como servidor web uhttpd que es el servidor por defecto de Open WRT y se empleó PHP como intérprete del servidor, permitiendo nombrar a la herramienta utilizada como LUMP.

En la figura 7 podemos observar los elementos utilizados para diseñar la infraestructura web de la solución.



Figura 7. Elementos de la Infraestructura Web

7. BASE DE DATOS EN MYSQL

Una vez instalado los paquetes de MySQL, se procedió a configurar la base de datos para alojar información acerca de los módulos y de los pines que se han utilizado en el proyecto.

Esta base de datos tiene la finalidad de poder almacenar los estados de los pines, además guarda la temperatura captada por el sensor de temperatura, y también los roles, la información de los usuarios y los privilegios de los mismos.

A pesar de que no existe un modelo relacional general, ya que son entidades independientes, se ha diseñado tablas dependiendo de los módulos que contiene la aplicación. Esta base fue diseñada a través de scripts ejecutados por consola.

En la Figura 8 observamos las tablas utilizadas en la creación de la base de datos.

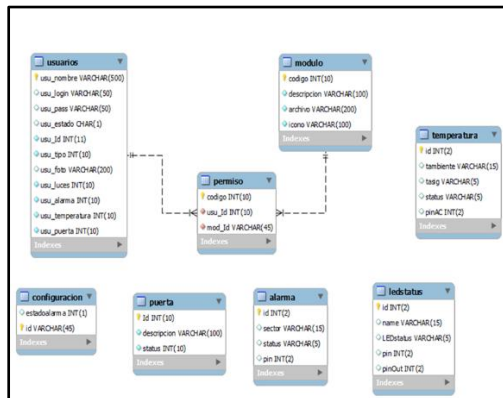


Figura 8. Modelo Entidad-Relación.

8. MÓDULOS DE LA APLICACIÓN

Para la elaboración de la aplicación web, así como la base de datos y la configuración del Arduino se ha utilizado un sistema modularizado, esto debido a que así tenemos organizado los diferentes grupos de sensores o actuadores por la funciones que realizan, y ayudara a facilitar el mantenimiento o la implementación de cambios.

8.1 ILUMINACION

Aquí el usuario puede manipular la iluminación de la casa de campo, desde la aplicación, estos LEDs son configurados en los pines de iluminación detallados en la tabla 1.

8.2 TEMPERATURA

Aquí se muestra la temperatura actual, además se permite activar un dispositivo de ventilación, el cual es un ventilador, además la aplicación tiene la opción de establecer una temperatura menor a la temperatura sensada, lo que ocasionara que se active la ventilación hasta que la temperatura ambiente sea igual a la establecida.

8.3 ALARMAS

Aquí trabajan los sensores de presencia los cuales se pueden configurar en modo activo o inactivo, cuando se encuentren en modo activo, se activaran los sensores y al momento de detectar un intruso, se encenderá la luz de alarma y en la aplicación nos mostrara en que sección de la vivienda se encuentra.

8.4 PUERTA

También se tiene el control de la puerta principal, la cual da acceso al terreno de la vivienda, desde la aplicación web podemos conocer el estado de la puerta principal y podemos abrir o cerrarla remotamente.

8.5 CUENTAS Y ROLES DE USUARIO

Este módulo permite agregar usuarios disponibles para que puedan usar la aplicación, además se pueden restringir accesos y asignar privilegios a través de permisos que son asignados por el Administrador.

9. PRUEBAS Y RESULTADOS

A continuación detallamos los resultados obtenidos al evaluar el funcionamiento de los módulos que conforman la solución domótica para la casa de campo.

9.1 PRUEBAS DE MÓDULO DE CONTROL DE ILUMINACIÓN

El módulo de iluminación está conformado por todos los LEDs ubicados en las habitaciones de la casa los cuales pueden ser encendidos y apagados individualmente desde la aplicación web, además existe una opción de encender y apagar todos los leds simultáneamente.

En la figura 9 observamos como encender los LEDs que representan la iluminación de la casa por medio de la aplicación web, y en la figura 10 observamos el ambiente de la aplicación web para el módulo de iluminación.



Figura 9. Iluminación de la casa de campo.

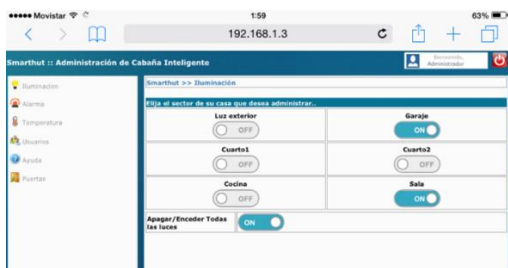


Figura 10. Módulo de Iluminación.

9.2 PRUEBAS DE MÓDULO DE CONTROL DE TEMPERATURA

El módulo de temperatura consiste en un sensor de temperatura y un sistema de ventilación, que está representado por un ventilador. Por medio de la aplicación web podremos estar informados de la

temperatura a la cual está sometido el cuarto en donde está ubicado el sensor.

Además de poder medir la temperatura, podemos activar desde la aplicación web la ventilación. La aplicación web también posee la opción de poder programar la ventilación para que se encienda hasta que el sensor de temperatura mida un valor inicialmente establecido.

En la figura 11 observamos la ubicación del sensor de temperatura y del ventilador en la casa de campo, además de un led indicador que se enciende cuando se enciende el ventilador. En la Figura 12 observamos el módulo de temperatura donde encontramos la temperatura sensada y la opción de encendido del ventilador.



Figura 11. Ubicación de sensor de temperatura y ventilador.

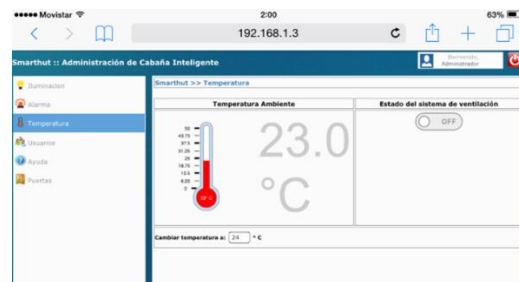


Figura 12. Módulo de Temperatura.

9.3 PRUEBAS DE MÓDULO DE CONTROL DE SEGURIDAD

El módulo de seguridad en la aplicación web nos ayuda a estar informados del estado de los sensores que cuenta la solución domótica. Para que los sensores de presencia empiecen a trabajar es necesario activar la seguridad por medio de una de las opciones en la aplicación web.

En la Figura 13 observamos la ubicación de los sensores de presencia y en la figura 14 observamos el módulo de control de seguridad en la aplicación web.



Figura 13. Ubicación de sensores de presencia.

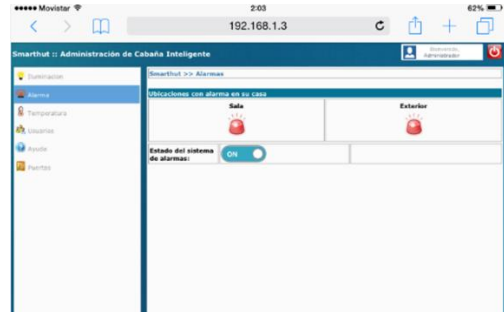


Figura 16. Alarma Encendida.

9.4 PRUEBAS DE CONTROL DE PUERTA PRINCIPAL

Por medio de la aplicación web tenemos conocimiento del estado de la puerta principal, si está abierta o cerrada, y podremos manipular la misma, en la Figura 17 observamos como desde la aplicación web se puede abrir la puerta principal.

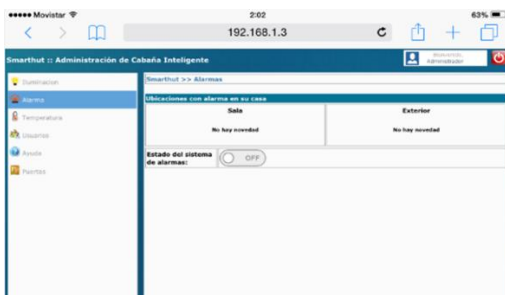


Figura 14. Módulo de Control de Seguridad

Al momento en que los sensores de presencia detecte algún intruso, en la aplicación web se mostrara un mensaje indicando la alarma, y se encenderá un led indicador ubicado en la sala de la casa.



Figura 17. Control de Puerta Principal.

En la Figura 15 observamos el mensaje de notificación de alarma, y en la Figura 16 observamos el módulo de control de seguridad cuando alguna de las alarmas esta activada.

9.5 PRUEBAS DE MÓDULO DE GESTIÓN DE USUARIOS

El módulo de gestión de usuarios que ofrece la aplicación web ayuda a crear, modificar y eliminar los diferentes usuarios que pueden acceder a la aplicación web. En la Figura 18 observamos los diferentes usuarios que pueden acceder a la aplicación web.

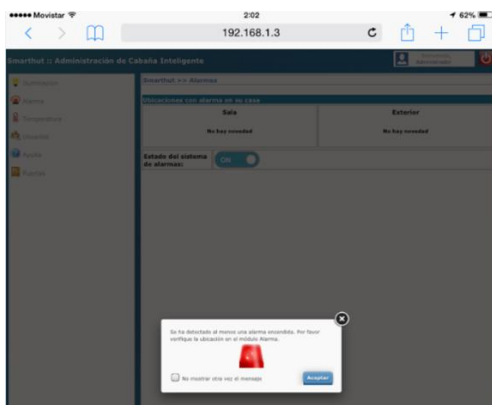


Figura 15. Notificación de Alarma.

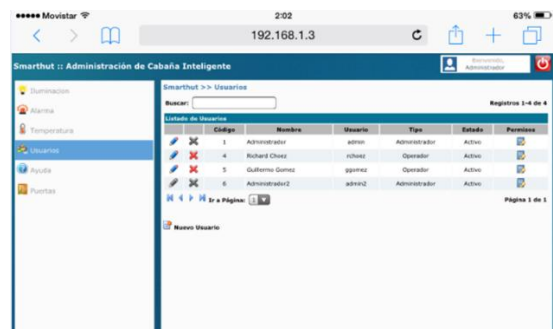


Figura 18. Módulo de Gestión de Usuarios.

9.6 PRUEBAS DE ERROR

Debido a que varios usuarios pueden acceder simultáneamente a la aplicación web, y manipular los diferentes elementos que comprenden la solución domótica, ya sea por medio del mismo usuario o de diferentes usuarios se realizó la siguiente prueba de error para conocer hasta qué punto nuestra aplicación es estable, o cuanto cambia el rendimiento según la cantidad de usuarios que estén accediendo a la misma.

Se realizaron dos escenarios diferentes para la prueba de error, el primero consiste en acceder a la aplicación web con el mismo usuario desde diferentes dispositivos simultáneamente, y el segundo escenario es acceder a la aplicación desde diferentes dispositivos y con diferentes usuarios.

Para los dos escenarios la prueba de error es la misma, utilizar el módulo de iluminación para conocer si existe algún tipo de retardo, o si el tiempo de respuesta aumenta a razón de la cantidad de usuarios que acceden a la aplicación.

En la Figura 19 observamos los tiempos de activación de los leds cuando se ingresa con el mismo usuario desde diferentes dispositivos simultáneamente.

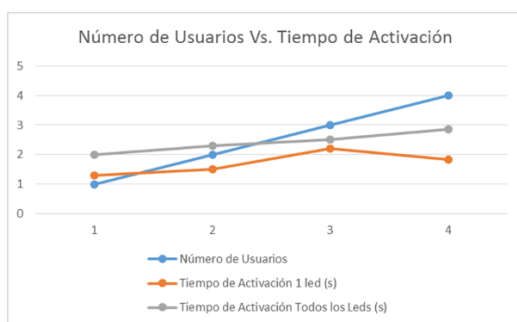


Figura 19. Número de Usuarios Vs. Tiempo de Activación – Mismo usuario en varios dispositivos.

En la Figura 20 observamos los tiempos de activación de los LEDs cuando se ingresa con distintos usuarios desde diferentes dispositivos simultáneamente.

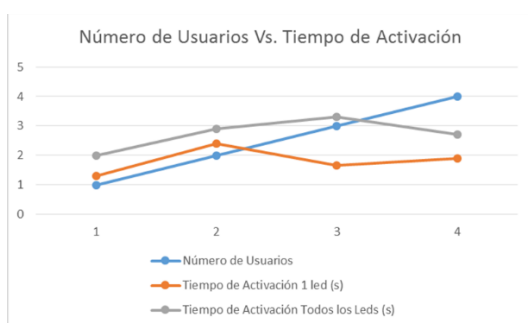


Figura 20. Número de Usuarios Vs. Tiempo de Activación – Diferentes usuarios en varios dispositivos.

10. CONCLUSIONES

El desarrollo de una aplicación web para el telecontrol del sistema domótico fue debido a que el usuario final puede acceder al mismo por medio de cualquier ordenador, de escritorio o portátil, y por medio de cualquier navegador web.

Arduino Yún posee características muy llamativas como flexibilidad, usabilidad y acoplamiento con sensores y actuadores, esto es esencial al momento de elegir un dispositivo que pueda soportar la integración de diferentes tecnologías.

Se eligió usar un sistema de tipo LUMP para el diseño de la infraestructura del servidor web, con la diferencia que se usó uhttpd en lugar de Apache ya que este servidor es fácil de configurar y trabaja muy bien con Open WRT.

Arduino trabaja con un reloj que toma en cuentas los ciclos al momento de ejecutar una sentencia, un cambio relevante dentro de la programación del sketch fue programar usando los diferentes puertos del Arduino como PORTD, PORTE, etc. ya que la función digitalWrite (PIN, LOW); consume mucho tiempo de respuesta y ejecución.

Después de las pruebas de error realizadas, concluimos que a mayor número de usuarios, los tiempos de activación van a variar, pero esta variación no es significativa, debido a que está en el orden de los milisegundos.

11. REFERENCIAS

- [1] Xataka Windows, Arduino, <http://www.xataka.com/robotica/arduino-yun-combina-la-potencia-de-arduino-con-la-de-linux>, fecha de consulta diciembre 2014
- [2] Arduino, Arduino Yún, <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardYun>, fecha de consulta diciembre 2014
- [3] OCW, Tecnologías Domóticas, <http://ocw.um.es/ingenierias/domotica/material-de-clase-1/tema-3-tecnologias-domoticas-parte-ii-vocw.pdf>, fecha de consulta diciembre 2014
- [4] Aplicaciones de la Telemetría, <https://moisesbm.wordpress.com/2011/06/18/telemetria-fl/>, fecha de consulta diciembre 2014
- [5] Interiorismos, Beneficios de la domótica en el hogar, <http://interiorismos.com/beneficios-de-la-domotica-en-el-hogar/>, fecha de consulta diciembre 2014
- [6] Equipo de desarrollo OpenWRT, OpenWRT, <https://openwrt.org/>, fecha de consulta marzo 2015
- [7] Equipo de Definición ABC, MySQL, <http://www.definicionabc.com/tecnologia/mysql.php>, fecha de consulta marzo 2015.