

# Desarrollo e Implementación de un Sistema de Seguridad y Confort para Hogares Monitoreado y Administrado a través de una Aplicación Web

M. Carpio<sup>1</sup>, T. Cárdenas<sup>2</sup>, P. Chávez<sup>3</sup>

<sup>1-2</sup>Miembros del Proyecto de Graduación

<sup>3</sup>Director, profesor de la ESPOL

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

mecarpio@fiec.espol.edu.ec<sup>1</sup>, tcardenas@espol.edu.ec<sup>2</sup>, pchavez@fiec.espol.edu.ec<sup>3</sup>

## Resumen

*El presente trabajo expone el desarrollo e implementación de un sistema de seguridad y confort para hogares monitoreado y administrado a través de una aplicación Web. Se describe los antecedentes de delitos contra la propiedad en la ciudad de Guayaquil y se introduce al presente proyecto con su justificación y objetivos. Nuestro sistema de seguridad y confort se lo diseñó en base al desarrollo y estudio de diagramas de bloques y diagramas de procesos, de donde se determinó como el Hardware y Software interactúan estableciendo un modelo por capas, este modelo se dividió en dos arquitecturas: Arquitectura de Hardware y Arquitectura de Software. Luego se cumplió con el objetivo de usar Software libre y código abierto para el desarrollo del Software lo cual evita costos en el desarrollo, actualización del sistema y licencias para el usuario final generando facilidades en la adquisición de la Aplicación. Posteriormente se realizó la implementación del Hardware, se mostraron las simulaciones de cada periférico y la interacción del usuario con el sistema; se realizó la integración de las arquitecturas, la comunicación cliente Arduino-Servidor y cliente Usuario-Servidor. Finalmente se concluyó con las pruebas de simulación, sincronización de información y el tiempo de respuesta del Hardware, que el sistema demuestra un óptimo desempeño, obteniendo un sistema que nos permite administrar, monitorear y realizar funciones inteligentes y automatizadas a un hogar, convirtiéndolo en un hogar inteligente.*

**Palabras Claves:** Sistema domótico, Arduino, Microcontrolador, Software libre, código abierto, MVC, Base de datos, Apache Tomcat, HTML5, CSS3, AJAX, JSP, Servlet.

## Abstract

*This paper presents the development and implementation of a security and home comfort system monitored and managed through a Web application. It describes the history of property crimes in the city of Guayaquil and introduced to this project with justification and objectives. Our security and home comfort system designed it based on the development and study of block diagrams and process diagrams from which was determined as the Hardware and Software interact establishing a layered model, this model was divided into two architectures: Hardware and Software Architecture. Then we used free software and open source for the developed of de system software which prevents costs of development, updating the system and end-user licenses generating facilities in the acquisition of the Web Application. Later was performed the implementation of Hardware, simulations of peripheral, and user interaction with the system; the integrated architectures, client communication Arduino-Server and User-Server. Finally we concluded with simulation testing, synchronization of information and the response time of hardware, that the system shows an excellent performance, obtaining a system that allows us to manage, monitor and perform intelligent and automated functions to a home, making it a smart home.*

**Keywords:** Home automation system, Arduino, Microcontroller, Free software, open source, MVC, Database, Apache Tomcat, HTML5, CSS3, AJAX, JSP, Servlet.

## 1. Introducción

El avance de la tecnología ha generado un gran impacto sobre el estilo de vida de las personas, mejorando la calidad de vida e incluso comportándose como una extensión de nuestro cuerpo. Este poder y avance de la tecnología se ve reflejada sobre las comunicaciones entre personas y el mundo exterior. La

tecnología en la actualidad nos permite manejar cualquier tipo de objeto dentro de una Red de Datos ya no solo desde un computador, sino a través de dispositivos móviles como teléfonos inteligentes con la ayuda de aplicaciones.

Todo este avance tecnológico ha desarrollado técnicas para una eficiente comunicación entre Hardware y Software. Este proyecto tiene como

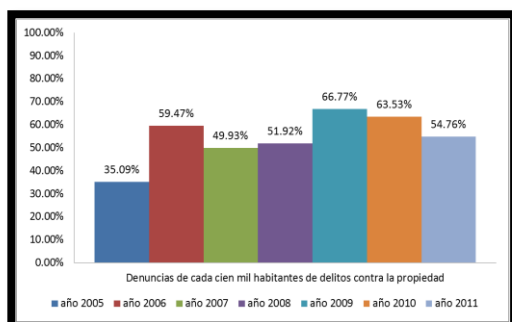
objetivo usar Software libre y código abierto para desarrollar un Sistema de Seguridad y Confort que nos permita administrar, monitorear y realizar funciones inteligentes y automatizadas a nuestro hogar a través de una aplicación Web, convirtiéndolo en un hogar inteligente, integrando servicios de alarmas y controles de acceso, puertas, ventanas y luces; permitiendo al usuario, sin importar donde se encuentre estar informado de los eventos que suceden en su hogar a través del historial de eventos del sistema o mediante el envío de mensajes SMS y correos electrónicos en tiempo real.

Los dispositivos móviles y la comodidad han generado una tendencia de las personas a querer controlar todo con un click; por esta razón se desarrolló nuestro proyecto con una interfaz Web que le permitirá manejar nuestro sistema desde cualquier dispositivo conectado a la Red de Datos y que posea un Browser.

Para la comprensión y actualización de nuestro sistema, se lo desarrolló en 5 capas que abarcan la arquitectura de Hardware y Software, donde la arquitectura de Hardware presenta un sistema centralizado controlado por una tarjeta electrónica programable Arduino y simulación de periféricos. Y la Arquitectura de Software sigue el Modelo Vista Controlador.

## 2. Antecedentes y justificación.

En los últimos años, los índices de inseguridad en la ciudad de Guayaquil han aumentado considerablemente, reflejando en las estadísticas y delitos de la ciudad del Centro de Estudio e Investigaciones Estadísticas del ICM - ESPOL (Instituto de Ciencias Matemáticas de la ESPOL) del año 2011 que los “delitos contra la propiedad” representan el 20,08% del “gran total de los delitos”, siendo el Robo en Domicilio el 3.68% de los delitos denunciados. En los últimos 7 años de cada cien mil habitantes se ha registrado un total de 35.09% de denuncias en el 2005, 59.47% en el 2006, 49.93% en el 2007, 51.92% en el 2008, 66.77% en el 2009, 63.53% en el 2010, y un 54.76% en el 2011. Como se puede observar en la Figura 1 existe una gran variación de delitos año tras año. [1]



**Figura 1.** Estadísticas de los robos y denuncias en la ciudad de Guayaquil del Centro de Estudio e Investigaciones Estadísticas del ICM – ESPOL. [1].

Con el Sistema de Seguridad y Confort se pretende brindar ayuda para que más hogares no sufran estos ataques y además de esto permitir a las personas monitorear sus hogares. Se pretende proteger al hogar y al usuario usando recursos adecuados y necesarios para la detección de intrusos con sensores de movimiento, cámaras de vigilancia, control de acceso al hogar, botones de pánico, sensores de humo para la detección de incendios, y sensores de suministro de energía eléctrica y de temperatura. Además una manera de brindar confort a las personas del hogar es permitiéndoles controlar luces, puertas y ventanas de una manera sencilla a través de una aplicación Web.

Nuestro sistema está orientado a las familias que aún piensan que por su economía es imposible acceder a una casa inteligente, la mayoría de las personas en Ecuador consideran que las casas inteligentes son un tema de exclusividad y sobre todo de altos costos; se desconoce que actualmente sea posible tener un hogar de vanguardia con tecnología y estética con presupuesto moderado. Una gran ventaja que tiene nuestro proyecto es que no requiere de cuotas, ni anualidades para hacer uso de los servicios ya que es desarrollado y utiliza Software libre.

## 3. Metodología.

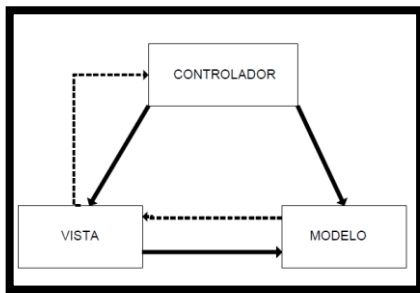
El Sistema de Seguridad y Confort estará constituido por 5 capas o niveles; las tres primeras correspondientes a la arquitectura del Software (Capa 1: Vista, Capa 2: Controlador, Capa 3: Modelo) y las dos restantes correspondientes a la arquitectura del Hardware (Capa 4: Módulo Electrónico Programable - Microcontrolador, Capa 5: Dispositivos periféricos).

La aplicación Web estará basada en páginas JSP tecnología que permite colocar código Java dentro de código HTML. Se utilizará el modelo MVC (Modelo Vista Controlador) Ver Figura 2, que es un patrón de arquitectura de Software de tres capas que separa los datos de una aplicación, la interfaz de usuario, y la lógica de control en tres componentes distintos. Donde la vista o capa 1 es la página HTML o JSP, junto con el código que provee de datos dinámicos a la página. El controlador o capa 2 es el responsable de enviar y recibir los eventos de entrada hacia y desde la vista. El modelo o capa 3 es el Sistema de Gestión de Base de Datos y la Lógica del sistema.

Con el desarrollo de Servlets se manejará sesiones para la seguridad y autenticación en la administración del sistema, lo cual se asegurará que sólo los administradores y las personas que conforman el hogar podrán obtener acceso a la información de eventos y control del hogar.

La capa 4, El módulo electrónico principal del sistema estará constituido por una tarjeta electrónica programable Arduino Mega 2560 R3, basada en el Atmega2560 (Microcontrolador) cuenta con 54 entradas / salidas digitales pines (de los cuales 14 se pueden utilizar como salidas PWM), 16 entradas

analógicas, 4 UARTs (puertos de Hardware de serie), un oscilador de cristal de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, una cabecera de ICSP, y un botón de reinicio. Conectada a su extensión Arduino Ethernet Shield R3 que permite a la placa Arduino conectarse a Internet. Se basa en el chip Wiznet W5100 Ethernet. El W5100 Wiznet proporciona una red (IP) capaz de soportar TCP y UDP la cual permitirá que la tarjeta sea administrada por otro dispositivo en la red. [2].



**Figura 2.** Modelo Vista Controlador.

Para probar el correcto funcionamiento de nuestro sistema se conectará a nuestro módulo electrónico programable, botones y Leds que al ser activados o desactivados simularan los altos y bajos que deberían enviar o recibir los dispositivos periféricos de la capa 5 como sensores de movimiento, humo, botones de pánico, flujo de corriente eléctrica, luces y puertas. Se conectarán las cámaras de vigilancia a la red por lo que el usuario podrá monitorearlas desde la página Web.

La idea en general es que el usuario pueda manejar el sistema vía Web, lo que implicaría que nuestro servidor pueda dar órdenes y recibir datos de nuestro módulo electrónico principal y este a la vez procese la información entregada por el servidor e interactúe con los demás módulos del sistema. Para realizar la comunicación entre el servidor y la tarjeta electrónica Arduino se hará uso del protocolo HTTP aprovechando la capacidad de la tarjeta Arduino Ethernet Shield de funcionar como cliente Web.

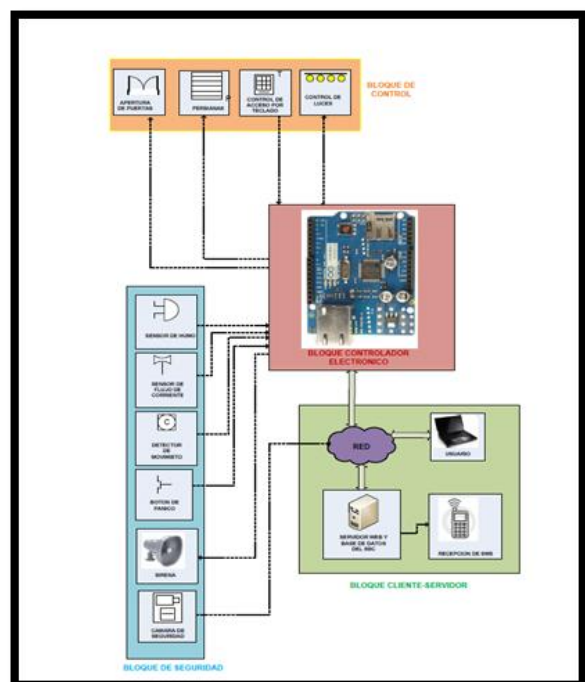
Las pruebas del sistema se realizarán en una maqueta de una casa de dos pisos, donde se integrarán todos los módulos y se simularán puertas, ventanas y luces; se espera crear eventos que permitan simular presencia y que el sistema aprenda del comportamiento de los integrantes del hogar a fin de que la simulación sea lo más cercano a la realidad. Además se observará la eficiencia del sistema y se buscará mejoras en el mismo se tomarán datos de tiempo de reacción de los disparadores, alarmas, correos, mensajes SMS y sincronización del sistema.

#### 4. Descripción General del Sistema.

El Sistema de Seguridad y Confort se ha desarrollado en base a un sistema centralizado, es decir, los actuadores y sensores del hogar se conectan

directamente al controlador. En este proyecto tenemos como controlador a la tarjeta programable Arduino; esta tarjeta electrónica es capaz de leer una variedad de datos provenientes de los diferentes periféricos que se han ubicado en el hogar. Procesa las señales que tomó de los diferentes sensores y actuadores, y envía esa información al servidor por peticiones, utilizando el protocolo HTTP. El servidor se encuentra conformado por una aplicación Web MVC, que le permite al usuario interactuar con el sistema mediante un browser; el usuario tendrá las opciones de encender, apagar, cerrar, abrir, silenciar actuadores como luces, puertas, persianas, sirenas respectivamente.

El Sistema de Seguridad y Confort presenta cuatro bloques, los cuales son el bloque de control, el bloque de seguridad, el bloque controlador electrónico y el bloque servidor. Los bloques de control y de seguridad interactúan con conexión directa con el bloque controlador electrónico, excepto por la cámara de vigilancia que se encuentra conectada a la red de datos del hogar. El bloque controlador electrónico y el bloque servidor se conectan a la red del hogar para poder intercambiar información y ejecutar lo demandado por el usuario. Observar la Figura 3.



**Figura 3.** Diagrama de bloques del Sistema de Seguridad y Confort.

Los procesos que realiza el sistema lo hemos dividido en cuatro diagramas de flujo donde se detallan de forma corta qué acciones se dan cuando se activa un sensor o se pide a un actuador que realice cierta acción. Los diagramas de procesos del Sistema de Confort cuyo manejo se realiza a través de interruptores se lo puede observar en la Figura 4, a través de la aplicación Web en la Figura 5. El

diagrama de procesos del Sistema de Seguridad se lo puede observar en la Figura 6.

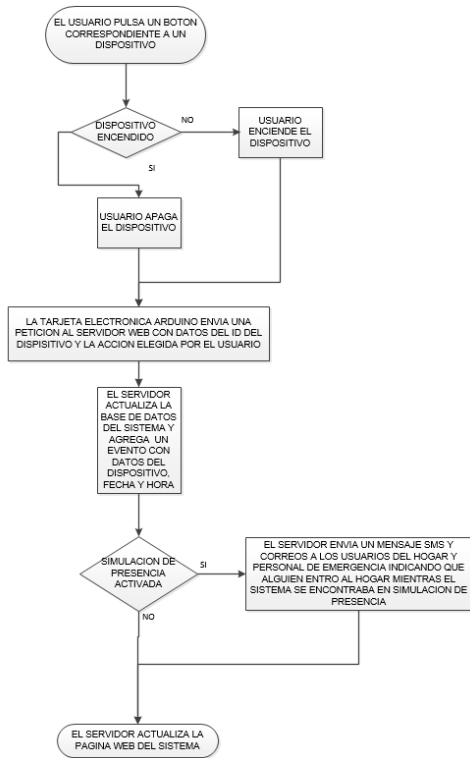


Figura 4. Diagrama de Proceso para el Sistema de Confort a través de Interruptores.

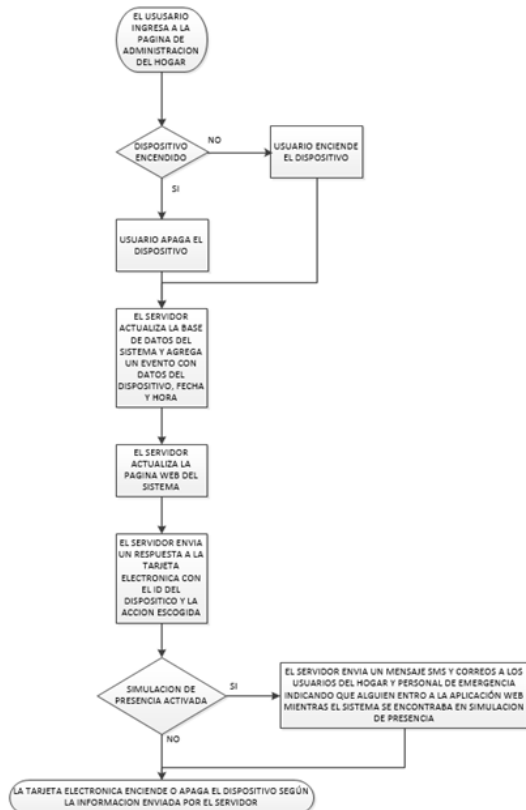


Figura 5. Diagrama de Proceso para el Sistema de Confort a través de la Aplicación Web.

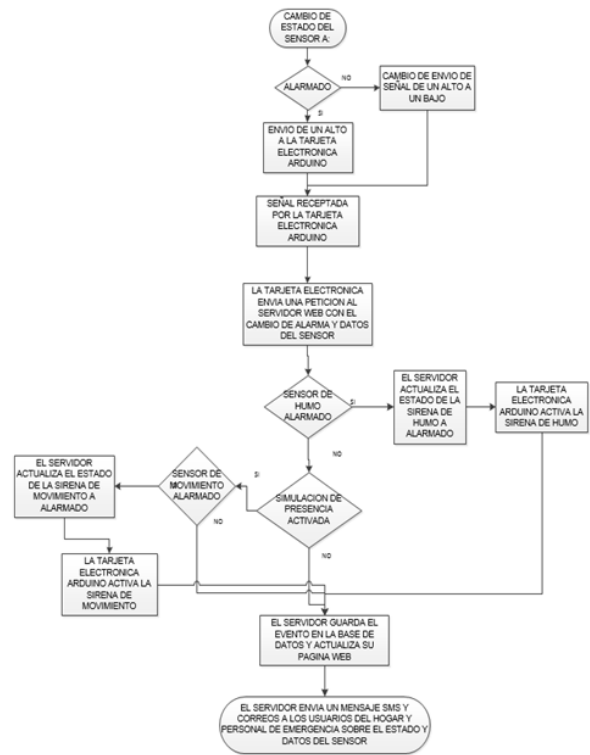


Figura 6. Diagrama de Proceso para el Sistema de Seguridad.

## 5. Implementación del Hardware.

Cada periférico será alimentado con 5 Voltios DC, las resistencias que se usaran son de 470 Ohmios. Cada periférico estará conectado a diferentes pines digitales de la tarjeta electrónica programable Arduino.

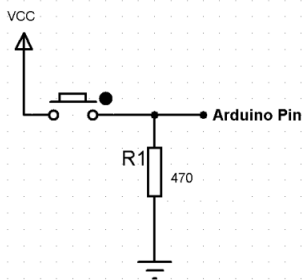
### 5.1. Implementación de Sensores.

Es conocido que en el mercado existen variedades de sensores como sensores de humo, movimiento, de luz, etc. Estos sensores también varían en marcas y precios, uno de los objetivos de nuestro proyecto es simular las señales que cada sensor emite; los sensores a simular son: sensor de humo, sensor de movimiento, sensor de temperatura y sensor de flujo de corriente, botones de pánico.

Cuando un usuario simule una alarma o active un sensor en el hogar, inmediatamente en la página Web en la sección de seguridad se indicará en qué lugar de la casa se activó el sensor, al mismo tiempo se activa una sirena, se envía un SMS y un correo electrónico a los usuarios registrados en la aplicación Web informando lo que sucede. El usuario puede desactivar la sirena si así lo desea.

Existen diferentes sensores de humo muchos de estos tiene incorporados un sensor de temperatura. El funcionamiento de estos sensores está basado en un principio fotoeléctrico. La señal del sensor de humo en el Sistema de Seguridad y Confort será simulado a

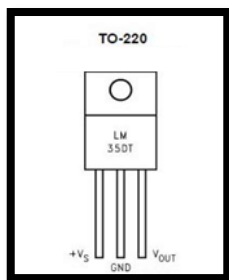
través de un botón como se observa en la Figura 7.



**Figura 7.** Circuito de simulación de Sensores.

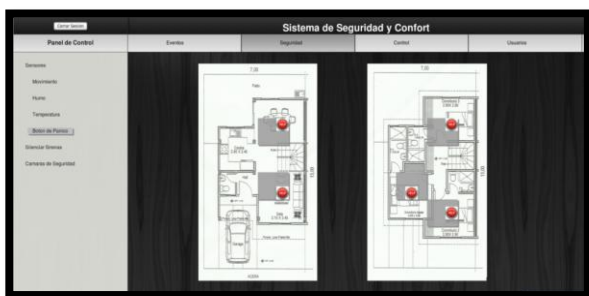
Los sensores de movimiento son dispositivos que funcionan a través de infrarrojo u ondas ultrasónicas. El Sistema de Seguridad y Confort cuenta con dos sensores de movimiento, al igual que el sensor de humo ha sido simulado usando un botón, tal como se muestra en la Figura 7.

Para simular el sensor de temperatura se utiliza un circuito integrado de precisión LM35; su voltaje es linealmente proporcional a temperatura en °C, donde cada grado equivale a 10 mV. El rango de medición abarca desde -55°C hasta 150°C. [3]. Ver Figura 8.



**Figura 8.** Circuito Integrado LM35. [3]

Un sistema domótico debe contar con botones de pánico en caso que exista alguna emergencia, la simulación de los botones de pánico se muestran en la Figura 7, el objetivo de colocar estos botones de pánico es que el usuario durante cualquier emergencia presione el botón y sea socorrido de inmediato. Se han colocado varios botones de pánico, en la Figura 9 se puede observar cada ubicación.

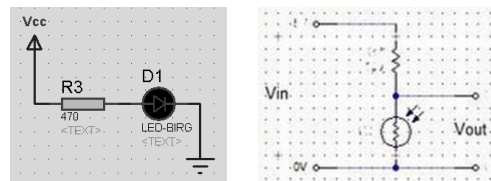


**Figura 9.** Ubicación de los Botones de Pánico.

Una manera de saber si se cortó la energía eléctrica

en el hogar es con un sensor de flujo de corriente, este sensor estará revisando si en el hogar hay o no energía eléctrica. En caso de que se corte la energía eléctrica, el sistema no se apagará ya que siempre estará conectado a un UPS.

El sensor de flujo se ha desarrollado con una fotorresistencia que está alimentada por la fuente del sistema ( $V_{in}$ ), y la salida ( $V_{out}$ ) conectada a un pin de la tarjeta electrónica programable Arduino tal como muestra la Figura 10 lado derecho.



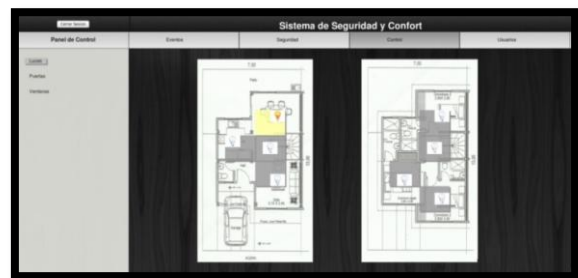
**Figura 10.** Circuito sensor de Flujo de corriente.

El circuito de la Figura 10 lado izquierdo estará alimentado por una fuente externa DC de 5 Voltios, esta fuente está conectada directamente a la red eléctrica del hogar.

El Led de este circuito estará iluminando a la fotorresistencia, cuando se corte la electricidad y se apague el Led la fotorresistencia tendrá un nivel de voltaje igual a cero, en ese momento la tarjeta electrónica Arduino indica que se fue la corriente eléctrica y se enviará un SMS y correo electrónico a los usuarios registrados en el sistema indicando que el hogar se quedó sin energía eléctrica.

## 5.2. Implementación de Actuadores.

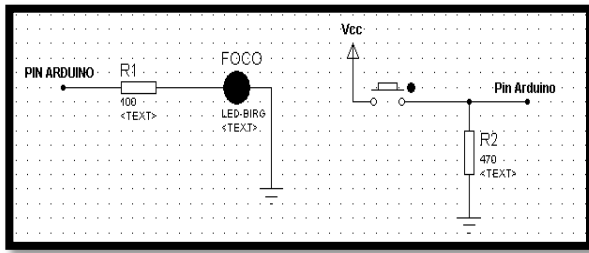
Los usuarios pueden encender o apagar los actuadores del hogar a través de la aplicación Web, en la sección control deberá hacer un click en la opción luces, ventanas o puertas. La Figura 11 muestra la página Web con los focos encendidos y su ubicación.



**Figura 11.** Ubicación de los Focos en el Hogar.

Cada foco ha sido simulado con un Led y un botón como se muestra en la Figura 12. En el circuito del lado izquierdo de la Figura 12 la tarjeta electrónica Arduino enviará un alto para encender el Led Amarillo. Mientras que en el circuito del lado derecho de la Figura 12 el usuario puede presionar el botón para encender o apagar el foco, cuando esto sucede de inmediato se actualiza la página Web

enciendiendo el icono de foco.



**Figura 12.** Circuito de simulación de Actuadores.

Para realizar una prueba real se utilizó un foco de 100W conectado a un relé, este relé es administrado por la tarjeta electrónica Arduino y cuando se simule el encendido o apagado del foco correspondiente un Led se encenderá y el relé se abrirá enciendiendo el foco de 100W.

La apertura y cierre de persianas se simulará con un botón y un Led que indicará que la persiana se abrió cuando el Led verde se encienda. Esta simulación se la hizo como se muestra en la Figura 12.

Para una simulación real usaremos un servomotor Futaba, en la Tabla I se puede observar las características del servomotor.

**Tabla I.** Características del Servomotor Futaba. [4].

CARACTERISTICAS SERVMOTOR: FUTM0031				
VOLTAJE	TORQUE	VELOCIDAD	DIMENSIONES	PESO
4.8V	3.2Kg-cm	0.23sec/60º	40X20X36mm	37g
6.0V	4.1Kg-cm	0.19sec/60º		

El servomotor se energizará con 5 Voltios provenientes de la tarjeta electrónica Arduino, usamos un botón que nos ayudará con la subida y bajada de la persiana, el motor girará N grados dependiendo de lo que se haya programado en el Arduino.

La apertura de puerta de nuestro sistema se lo puede hacer de tres maneras diferentes: manualmente con el control de acceso por fuera de la casa o pulsando un botón por dentro de la casa; y automáticamente a través de la aplicación Web.

El control de acceso se hace a través de un teclado numérico, el usuario deberá pulsar 4 dígitos, cada vez que el usuario ingrese su clave deberá presionar # que significa un Enter, si el usuario se equivoca al ingresar la clave y presiona Enter (#) se encenderá un Led de color rojo; y enviara un SMS a todos los usuarios registrados en la aplicación Web. Si el usuario ingresa la clave correcta y presiona Enter (#) se encenderá un Led de color verde indicando que su acceso es correcto. El usuario también tiene la opción de borrar un dígito si se equivocó con la tecla \*.

En el momento que el sistema verifica que la clave

es correcta, en la aplicación Web se encenderá el icono de apertura de puerta y la cerradura electromagnética se abrirá, la fuerza de contención de la cerradura electromagnética es de 100 libras aproximadamente. La cerradura electromagnética se energizara con 5 Voltios, cuando la cerradura reciba ese voltaje la puerta permanecerá cerrada, si la cerradura deja de recibir voltaje la puerta se abrirá.

La apertura de puerta pulsando un botón se lo hace por dentro de la casa; en la Figura 12 se observa como se ha simulado la apertura de puertas para este mecanismo.

La apertura automática de la puerta se la hace a través de la aplicación Web, el usuario deber ingresar a la sección de control y dar click en opción puerta, así el usuario abrirá o cerrará la cerradura electromagnética.

Cabe mencionar que de cualquier manera que el usuario decida abrir la puerta esta permanecerá abierta solo por 15 segundos, después de este tiempo el sistema cerrara la puerta automáticamente.

### 5.3. Tarjeta Electrónica programable Arduino.

Una de las ventajas de Arduino es ser más económica que el resto de placas y además el IDE usado para su programación está escrito en Java y basado en Processing. Estas ventajas hacen que sea compatible con cualquier plataforma como Windows, Macintosh OSX y Linux, mientras que las otras placas se limitan muchas veces solo a Windows. [28].

Gracias a que el entorno de programación de Arduino es de código abierto hace que sea más fácil programar, y nos permite encontrar toda clase de información y aplicaciones compartidas por aficionados.

Un resumen de las características principales de la tarjeta electrónica programable Arduino Mega se pueden observar en la Tabla II.

**Tabla II.** Características generales de Arduino Mega 2560. [2].

ARDUINO MEGA 2560	
Características	
Microcontrolador	ATmega2560
Voltaje de Operación	5 V
Voltaje de Entrada(recomendado)	7-12 V
Voltaje de Entrada(límites)	6-20 V
Pines Digitales I/O	54
Pines Analógico I	16
Corriente en cada Pin	40 mA
Corriente en cada Pin 3.3 V	50mA
Memoria Flash	128 KB
SRAM	8KB
EEPROM	4KB
Velocidad de Reloj	16 MHz

## 5.4. Programación de Periféricos.

Los sensores de nuestro sistema funcionan de tal manera que cuando se activa la alarma envía un nivel de voltaje alto a la tarjeta electrónica Arduino y esta tarjeta hace una petición GET a través del protocolo HTTP con los datos del sensor alarmado y el estado de la alarma. Tanto el sensor de movimiento, humo y botones de pánico se programaron con un código java similar el cual consiste en una función que cambia una variable de 0 a 1 cuando un sensor se alarma, luego esta variable es enviada al servidor Web para registrar el suceso mediante una función modelo presentada en la Figura 13.

Un sensor alarmado no se lo puede desactivar a través de la aplicación Web, lo que sí se puede hacer es apagar la sirena en el caso del sensor de humo, y movimiento solo cuando el sistema está en simulación de presencia.

```
void httpRequestMovimiento(String movimientoEstado) {
    Serial.println("connecting... " + movimientoEstado);

    if (client.connect(server, 80)) {
        Serial.println("connected");

        client.println("GET /Arduino_Movimiento?"+movimientoEstado+" HTTP/1.0");
        client.println();

        Serial.println("httpRequestMovimiento");
    }
    else {
        client.stop();
        httpRequestMovimiento(movimientoEstado);
    }
}
```

**Figura 13.** Función que envía estado del sensor al servidor.

El sensor de temperatura guarda la temperatura censada en las variables temporales, estos datos se envían como parámetros al servidor Web a través de una función httpRequest() que nos permite enviar una petición GET con parámetros al servidor Web cada dos segundos.

El encendido y apagado de actuadores a nivel de Hardware se lo hace de dos maneras. La primera se basa en los datos obtenidos a partir de la función xmlProcesoActuadores(), esta función procesa el archivo XML obtenido del servidor Web y ejecuta los cambios sobre los actuadores establecidos por el usuario a través de la aplicación Web.

La segunda manera de accionar los actuadores es de forma manual, cuando el usuario presiona un botón para que se encienda o se apague algún actuador; o en el caso de la apertura o cierre de la puerta mediante control de acceso.

El código usado para la programación de los diferentes actuadores (luces, puertas, ventanas y sirenas) es similar, básicamente es una función que cambia la variable asignada al pin correspondiente al actuador de 0 a 1 cuando se lo enciende o viceversa cuando se lo apaga. Aunque en el caso de la apertura y cierre de persianas se debe establecer el número de grados que debe girar el servomotor.

## 6. Implementación del Software.

El objetivo principal de nuestro proyecto es el uso de Software libre, por lo tanto se lo aplicó a nuestro sistema desde el uso del Sistema Operativo del servidor hasta el desarrollo del Software, IDE y APIS con licencia GPL. El desarrollo con Software de licenciamiento libre nos da libertad para la programación de nuestro sistema y el desarrollo de nuevas ideas; además la facilidad en adquirir información compartida en internet.

El sistema operativo utilizado es un Centos 6.3 x86-64 que es una distribución de Linux, un sistema operativo gratuito y de Software libre, su distribución base es RED HAT y es 100% compatible a nivel binario. Utilizado comúnmente como sistema operativo de servidores y a nivel empresarial. [5].

Para la virtualización del servidor utilizamos la herramienta VMware Player, que es una herramienta de virtualización gratuita de VMware, con la cual adquirimos beneficios como facilidad en respaldar el servidor y levantar el servidor en cualquier ordenador que cubra los requerimientos mínimos de Hardware asignados a la máquina virtual.

La Base de Datos utilizada en nuestro proyecto es PostgreSQL, es una Base de Datos objeto-relacional de Software libre y de código abierto donde se creó la Base de Datos sscdb, y un superusuario de nombre ssc para el acceso, además se crearon 2 tablas por cada sensor o actuador, donde en una tabla se guardan los datos del sensor instalado y en la otra tabla el evento sobre ese actuador o sensor, como ejemplo la acción realizada fecha y hora.

Las páginas Web del Sistema se las desarrolló en páginas JSP utilizando el lenguaje de etiquetas HTML5 y para el estilo y animaciones se utilizó CSS3; estas conforman la interfaz con la que interactúa el usuario con el sistema o la vista de nuestro modelo de desarrollo Modelo Vista Controlador. La programación, es decir, el código de nuestro proyecto se lo desarrolló en Servlets que es una clase de programación Java que nos permite realizar y responder peticiones del usuario hacia la Base de Datos, conjunto a JSP y Java Servlets utilizamos como Controlador a Apache Tomcat.

El IDE utilizado para el desarrollo de nuestro proyecto es NetBeans, que es un IDE principalmente diseñado para el desarrollo con Java y compatible con el lenguaje de etiquetas HTML5. Para la comunicación entre NetBeans y la Base de Datos PostgreSQL utilizamos el Framework Hibernate que es un Software gratuito y su librería nos permite comunicarnos con una Base de Datos objeto-relacional y realizar transacciones.

Al final, toda la información con respecto al mapeo de los Servlets, filtros y variables de inicialización lo podemos encontrar en el archivo web.xml donde se configura el nombre y la ruta URL de cada Servlet y qué Servlets y páginas JSP pasarán por el filtro.

El envío de correo electrónicos y mensajes de

texto a teléfonos celulares se llevó a cabo con código Java donde invocamos procesos del sistema operativo y ejecutamos en el bash por línea de comandos un envío de correo electrónico, previamente se configuró el servicio de Postfix. Para el envío de mensaje de texto hacemos uso del servicio gratuito de la empresa Conecel “Claro”, que permite enviar un mensaje de texto a través de un correo electrónico poniendo como receptor el numero celular de la persona seguido de @clarofree.com.

### 7. Pruebas de Funcionamiento.

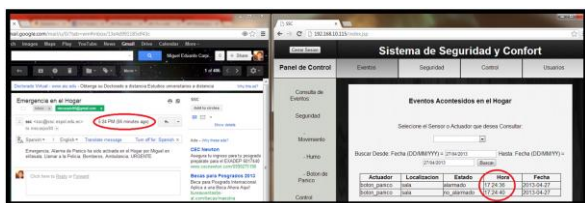
Conformando el prototipo del Sistema de Seguridad y Confort realizamos pruebas sobre actuadores desde la aplicación Web donde en promedio se obtuvo los siguientes datos de la Tabla III, se probaron focos, puertas y ventanas.

**Tabla III.** Pruebas de los Periféricos.

Periférico	Nº de Prueba	Tiempo en Encender	Tiempo en Apagar
Actuadores	1	4,43	2,9
	2	4,71	3,37
	3	5,00	4,7
	4	4,35	4,65
	5	3,05	4,55
	6	3,62	3,29
	7	4,19	3,55
	8	3,17	4,58
	9	3,57	4,86
	10	4,37	3,28
	11	3,12	3,37
	12	4,74	5,47
	13	4,10	5,28
	14	5,61	3,3
	15	3,05	4,22
	16	5,32	4,69
	17	4,28	4,64
	18	5,38	4,77
	19	3,90	3,26
	20	3,79	3,18
<b>Promedio en Segundos</b>		<b>4,19</b>	<b>4,11</b>

A través de la aplicación Web en la Sección de Sensores, solo es válido activar el botón de pánico, él envió de correo de alerta y del mensaje de texto al usuario es inmediato y lo podemos comprobar en la Figura 14, y Figura 15.

Las pruebas de activación de los sensores y actuadores de manera manual usando un botón, dan una respuesta inmediata en ejecución de la acción, ya que primero ejecuta la acción a nivel de Hardware y una vez realizada envía al instante información del periférico y su estado reciente al servidor Web a través de la red de datos.



**Figura 14.** Función que envía estado del sensor al servidor.



**Figura 15.** Recepción de SMS.

### 8. Conclusiones

Gracias al historial de eventos desarrollado se puede brindar al usuario información de cuándo y en qué lugar de la casa se acciono un actuador o sensor, con este historial se ha podido desarrollar un sistema inteligente de simulación de presencia ya que toma los eventos pasados para replicarlos.

Se comprueba que la comunicación entre el Hardware y Software del Sistema, utilizando el protocolo HTTP a través de la red de datos, es válida y eficaz porque se ha logrado encender y apagar actuadores mediante la decodificación realizada por la tarjeta electrónica Arduino de un archivo XML enviado por el servidor Web.

Se logró conseguir un tiempo promedio de retardo de encendido y apagado de los periféricos de 4 segundos, con este tiempo verificamos el correcto funcionamiento del Sistema de Seguridad y Confort. Además las satisfactorias pruebas realizadas con periféricos reales como: cerradura electromagnética para el control de la puerta, servomotor para el control de persianas y un módulo Relé para el encendido de una bombilla de 100 Watts, nos permite comprobar que el sistema es apto para la implementación en un hogar.

### 9. Referencias

- [1] Centro de Estudio e Investigaciones Estadísticas del ICM-ESPOL, Informe Anual 2011, [http://www.icm.espol.edu.ec/delitos/Archivos/reporte%20anual/Informe\\_ANUAL%202011.pdf](http://www.icm.espol.edu.ec/delitos/Archivos/reporte%20anual/Informe_ANUAL%202011.pdf), fecha de consulta Diciembre 2012.
- [2] Arduino, Arduino Mega 2560 <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>, fecha de consulta Abril del 2013.
- [3] Datasheet Catalog, National Semiconductor LM35/LM35A/LM35C/LM35CA/LM35D, [http://www.datasheetcatalog.com/datasheets\\_pdf/L/M/3/5/LM35.shtml](http://www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/L/M/3/5/LM35.shtml), fecha de consulta Marzo del 2013.
- [4] Hobbico, Futaba Standard Servos, <http://www.futaba-rc.com/servos/analog.html>, fecha de consulta Abril del 2013.
- [5] Wikipedia, Centos, <http://en.wikipedia.org/wiki/CentOS>, fecha de consulta Mayo del 2013.