

Diseño e Implementación de un Prototipo de Telecontrol de Sistema Domótico de Casa de Campo con Interfaz Web Mediante uso de Hardware y Software Libre

M.Sc. Marcos Efraín Millán Traverso⁽¹⁾
Norma Magdalena Cajamarca Lucero⁽²⁾, Luis Ángel Pazmiño Crow⁽³⁾
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
mmillan@espol.edu.ec⁽¹⁾, normacaj@espol.edu.ec⁽²⁾, lapazmin@espol.edu.ec⁽³⁾

Resumen

El presente proyecto ha sido desarrollado con la finalidad de ofrecer un prototipo de sistema domótico de bajo costo y que ofrezca confort, seguridad y ahorro energético. El prototipo está conformado por una unidad de control, sensores y actuadores que mediante una interfaz web permite la interacción con el usuario. La unidad de control es una micro computadora Raspberry Pi 2, cuyos pines son utilizados para conectar los sensores de temperatura, humo, gas, detector de movimiento, sensor magnético para puertas y ventanas y son programados con el lenguaje de código abierto Python. Los datos recolectados por el sensor de temperatura se almacenan en ficheros que son leídos desde PHP para ser mostrados en la interfaz. Para mostrar la información de los demás sensores se utilizó la librería Wiring Pi la cual permite leer los estados de los pines desde PHP y así mostrarlos en la interfaz web. Para el manejo de base de datos y servidor web se ha optado por utilizar un servidor LAMP que se encuentra embebido en la Raspberry Pi. En esta base de datos se registran los usuarios que tienen acceso al sistema y como también los datos recolectados por los sensores para tener un registro de eventos.

Palabras Claves: *domótica, sensores, actuadores, Raspberry*

Abstract

This project has been developed with the objective of providing a prototype low-cost home automation system that offers comfort, safety and energy savings. The prototype consists of a control unit, sensors and actuators via a web interface that allows interaction with the user. The control unit is a microcomputer Raspberry Pi 2, which pins are used to connect the temperature sensors, smoke, gas, motion detector, magnetic sensor for doors and windows and are schedule to open source language Python.

Data collected by the temperature sensor is stored in files that are read from PHP to be displayed in the interface. To display information from other sensors it was used Wiring Pi which allows read the pin states from PHP and can show its in a web interface.

For handling database and web server has been chosen to use a LAMP server that is embedded in the Raspberry Pi. In this database users have access to the system and also the data collected by sensors to keep track of events are logged.

Keywords: *home automation, sensors, Raspberry Pi.*

1. Introducción

Debido a los avances en la tecnología, realizar las mismas actividades de hace algunos años ha cambiado drásticamente, tanto en las empresas, industrias como también en los hogares, facilitando tareas, mejorando la seguridad, comunicación y brindando confort.

El uso de Internet ha sido rápidamente difundido especialmente en las ciudades, mientras que en las zonas rurales poco a poco aumenta la demanda de este servicio [1].

Utilizando este recurso el proyecto de sistema domótico para casa de campo pretende facilitar la administración del recurso energético, mejorar la seguridad de los hogares o haciendas de estos sectores sin tener que adquirir costosos dispositivos afectando la parte económica en sus hogares.

Actualmente proyectos domóticos dedicados para zonas rurales no se comercializan, a pesar que existen problemas frecuentes de inseguridad como el robo de ganado en haciendas y fincas.

Según el Director de Seguridad Ciudadana del Ministerio del Interior se busca implementar proyectos de seguridad como “Finca Segura” que tiene como objetivo salvaguardar su integridad, iniciando un levantamiento de información que permita tener una base de datos sobre el personal que trabaja en las haciendas y fincas. Ofrecerles medidas para mejorar su vigilancia y verificar que todos cuenten con el sistema de botones de seguridad. [2]

2. Análisis y diseño

El sistema domótico para casa de campo propuesto, utiliza hardware y software libre y lo conforman los siguientes elementos:

- Una micro computadora Raspberry Pi 2 que actúa como unidad de control.
- Sensores: de movimiento, temperatura, humo, gas, sensores magnéticos para puertas y ventanas.
- Actuadores: Captura imagen, alarma, relé.
- Interfaz web de fácil manejo con diseño adaptable para mejor visualización en los diferentes dispositivos: teléfono celular, tableta electrónica como también para computadoras de escritorio y portátiles.

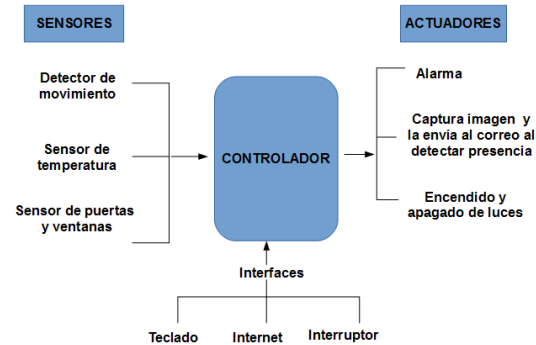


Figura 1. Arquitectura centralizada del sistema domótico

Como anteriormente se mencionó el sistema domótico propuesto necesita de una conexión a Internet para que exista comunicación entre el control del sistema y cualquier dispositivo que cuente con Internet. El usuario a través de la interfaz web puede administrar y controlar las funcionalidades programadas para la vivienda y la zona del establo.

2.1. Justificación

Actualmente el mundo está cambiando al incorporar tecnología permitiendo que mejore la calidad de vida ofreciendo mayor comodidad, permitiendo que se desarrolle equipos que mejoren la seguridad. Con el aumento del servicio de Internet en los hogares la forma de realizar ciertas actividades incluso la forma de entretenimiento ha cambiado.

Vivir en el campo no debería ser una desventaja para gozar de esas características debido a la presencia de nueva tecnología y del Internet. Eso es lo que se pretende con este diseño del sistema domótico pensado para una casa de campo cuyo propósito es cubrir las necesidades de seguridad, comodidad, control y que sea de bajo costo.

2.2. Limitaciones

Una limitante en el desarrollo de este sistema es el costo, por lo cual se ha analizado con cuidado los elementos que formarán parte del mismo y elegidos aquellos que cubran con las necesidades del cliente sin que cause mayor impacto la adquisición de los elementos que se encuentran en el mercado local, ya que importarlos aumenta el precio debido a los aranceles impuestos actualmente.

2.3. Metodología

La implementación del sistema domótico se realizó por fases, la primera fase corresponde a la selección de hardware y la arquitectura a utilizar. Mientras que la

segunda fase se enfoca en la selección del software que será utilizado para la interacción hombre-máquina.

2.4. Primera fase: elección de hardware y arquitectura

Para seleccionar el hardware a utilizar se analizó los componentes existentes en el mercado que cubrirán los objetivos del proyecto.

En el sistema domótico se utilizará arquitectura centralizada, la cual consiste en tener un controlador que recibe, procesa la información de las entradas y envía las órdenes al actuador correspondiente.

2.4.1. Controlador

Como parte fundamental del sistema domótico es la micro computadora Raspberry Pi 2 que se le ha instalado el sistema operativo Raspbian.

2.4.2. Sensores

Los sensores utilizados en el proyecto se describen a continuación:

-Sensor PIR: Sensor infrarrojo pasivo, mide la radiación emitida a causa del calor corporal hasta un rango máximo de 6m a un ángulo de 110°. Cuando un cuerpo caliente se encuentra en el campo de detección, se mide la diferencia de calor.

En el proyecto se ha utilizado el sensor PIR para detectar movimiento en la zona del establo y para control de luces en modo ahorro.

-Sensor de temperatura DHT22: es sensor digital de temperatura y humedad, cada 2 segundos obtiene los datos y es el más preciso ya que solo tiene $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$. Mientras que para la humedad tiene un error de $\pm 2\% \text{HR}$. Utiliza 3,3V para funcionar, el rango de medición de temperatura es de -40°C a 80°C . [3]

-Sensor magnético ZDD-412M: es utilizado en puertas y ventanas, posee un reed switch con dos contactos que se cierran en presencia de un campo magnético. Consta de 2 piezas, una para fijar que es la que contiene al reed switch mientras que la otra pieza contiene el imán.

-Sensor de gas MQ2: este sensor es sensible a la presencia de humo y gas en concentraciones de 300 a 10.000 ppm. El voltaje de alimentación es de 5V y la salida es analógica que luego es convertida a digital mediante la placa fc-22. [4]

-Sensor de humo MQ4: es un sensor altamente sensible a la presencia de gas de cocina, puede detectar concentraciones entre 200 y 10.000ppm. El voltaje de alimentación es de 5V y la salida es analógica que luego es convertida a digital mediante la placa fc-22.

-LDR: es un elemento que varía su resistencia en función de la presencia de la luz. A mayor presencia de luz la resistencia disminuye.

En caso de oscuridad la resistencia llega a valores cercanos a $1\text{M}\Omega$ mientras que en presencia de luz disminuye a valores entre los 100Ω .

Para el proyecto la LDR es utilizada junto al sensor PIR cuando trabaja en modo ahorro para determinar si encender o no las luces.

2.4.3. Actuadores

Son elementos que realizan alguna acción solicitada por el controlador.

Los actuadores que forman parte del proyecto son los siguientes:

-Alarma: tiene dos estados: activada y desactivada.

Se activa de forma automática únicamente cuando detecta presencia de gas o humo, para desactivarla no debe existir presencia de los mismos.

Para que la alarma trabaje con los sensores de puertas /ventanas y de movimiento se debe inicialmente ingresar el código de activación. Cuando detecta movimiento, la alarma esperará el tiempo determinado por el usuario en la sección de temporizador. Para detener la alarma se debe ingresar el código de desactivación.

-Capturar imagen: cuando el sensor PIR detecta movimiento se captura una imagen que es enviada al correo electrónico que el usuario ha determinado para recibir las notificaciones.

-Encendido y apagado de luces: el sensor PIR junto con la LDR envían una señal para encender el LED en caso que el ambiente tenga poca luz. El LED se mantendrá encendido durante 15 segundos, si no detecta movimiento se apagará.

2.5. Segunda Fase: selección del software

Para esta fase se optó utilizar software libre debido a la libertad que nos da para la elaboración de proyectos.

Debido a esto, se instaló un servidor LAMP que nos permite definir la estructura de un servidor web. El servidor LAMP fue montado bajo el sistema operativo Raspbian (distribución de Linux) que contiene las siguientes herramientas:

- Apache.- Utilizado como nuestro servidor web.
- MySQL.- Gestor de la base de datos.
- Python/PHP.- Lenguaje de programación para la comunicación con los sensores.

2.5.1 Algoritmo y lenguaje de programación

Para la comunicación Raspberry → Sensores se optó por utilizar el lenguaje de programación Python y el programa informático Bash.

Los códigos programados en Bash son utilizados para poder administrar y ejecutar el sistema de video-vigilancia y el sistema de notificación por correo. El sistema de notificación trabaja en conjunto al sistema de alarma para así mantener informado al usuario.

El sistema domótico tiene un proceso de inicio automático que ejecuta los scripts al momento del arranque.

2.5.2 Interfaz web

El sistema domótico consta de una interfaz web para el monitoreo y control de los sensores además de un sistema de notificación que mantiene al informado al usuario acerca de los eventos ocurridos.

Para la implementación de la interfaz web se optó por usar el lenguaje de programación orientado a web PHP en conjunto con Ajax para así crear una interfaz web más interactiva para el usuario.

Debido a la diversidad de dispositivos que permiten el acceso web se optó por crear un diseño que compacte a la resolución de la pantalla. Para realizar esto se usó por utilizar el framework Bootstrap debido a su facilidad de programación.

2.5.3 Base de datos

Se optó por utilizar MYSQL debido a su robustez y facilidad de administración.

Los datos obtenidos por los sensores e información de los usuarios son almacenados de forma continua para así obtener reportes de los eventos y tener el control de acceso a la interfaz web.

3. Pruebas y Resultados



Figura 2. Interfaz adaptable -Web de Inicio de sesión

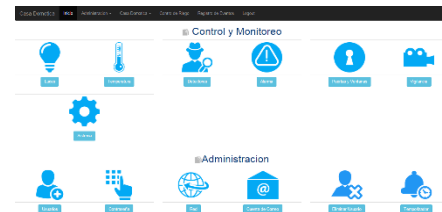


Figura 3. Interfaz del tablero de control de los módulos del sistema



Figura 4. Interfaz de monitoreo puertas y ventanas



Figura 5. Prueba del sensor ubicado en la puerta.



Figura 8. Interfaz que muestra la temperatura.



Figura 6. Interfaz para control de luces en modo Ahorro/automático/manual.

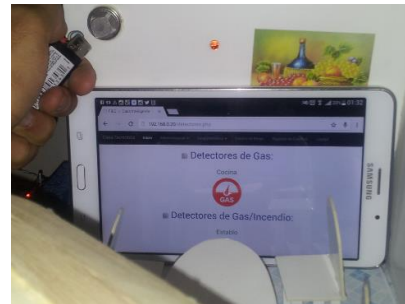


Figura 9. Se muestra la interfaz cuando el sensor detecta gas.

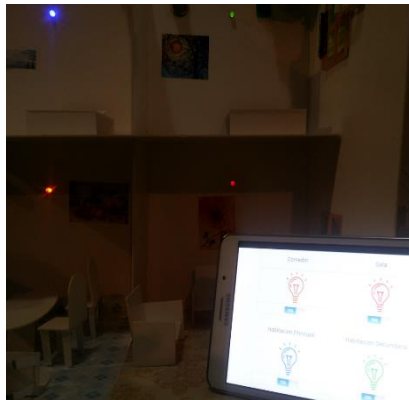
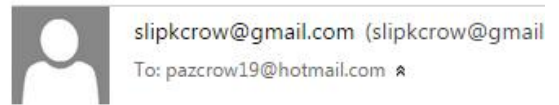


Figura 7. Luces encendidas en maqueta controladas mediante interfaz web.

Captura de Foto Interior



From: slipkcrow@gmail.com
 Sent: Thursday, September 24, 2015 4:49:51 AM
 To: pazcrow19@hotmail.com

I trust slipkcrow@gmail.com. Always show content.

1 attachment (76.0 KB)



Figura 10. Toma instantánea y notificación por correo de una cámara de seguridad

Activacion/Desactivacion de Alarma:



Figura 11. Panel para activación/desactivación de alarma

Inicio Administración Casa Domótica Control de Regio Registro de Eventos

Logs del Sistema:

Filtrar por:

Tipo de Evento: Ubicación:

Fecha	Tipo de Evento	Accion	Ubicacion
2015-07-16 21:40:25	Control de Luces	Luz encendida	Sala Principal
2015-07-16 21:40:25	Sensor de Temperatura	Temperatura: 28.9°C	Cocina

Figura 12.Registro de eventos obtenidos por los diferentes módulos

Fecha	Evento	Accion	Ubicacion
2015-09-16 05:06:25	Temperatura	Temperatura: 28.6°C	Casa
2015-09-16 05:06:25	Humedad	Humedad: 51.2%	Casa
2015-09-16 05:07:59	Sensor Ventana	Ventana Cerrada	Sala Principal
2015-09-16 05:08:00	Sensor Puerta	Puerta Cerrada	Sala Principal
2015-09-16 07:16:26	Sensor de Movimiento	Persona Detectada	Establo
2015-09-16 07:16:28	Sensor de Movimiento	Persona Detectada	Establo
2015-09-16 07:16:30	Sensor de Movimiento	Persona Detectada	Establo
2015-09-16 07:16:32	Sensor de Movimiento	Persona Detectada	Establo
2015-09-16 07:16:34	Sensor de Movimiento	Persona Detectada	Establo
2015-09-16 07:16:37	Sensor de Movimiento	Persona Detectada	Establo
2015-09-16 07:16:40	Sensor de Movimiento	Persona Detectada	Establo
2015-09-16 07:16:43	Sensor de Movimiento	Persona Detectada	Establo
2015-09-16 07:16:46	Sensor de Movimiento	Persona Detectada	Establo
2015-09-16 07:16:49	Sensor de Movimiento	Persona Detectada	Establo
2015-09-16 07:16:52	Sensor de Movimiento	Persona Detectada	Establo
2015-09-16 07:16:55	Sensor de Movimiento	Persona Detectada	Establo
2015-09-16 07:16:59	Sensor de Movimiento	Persona Detectada	Establo
2015-09-16 07:17:02	Sensor de Movimiento	Persona Detectada	Establo
2015-09-16 07:17:06	Sensor de Movimiento	Persona Detectada	Establo
2015-09-16 07:17:09	Sensor de Movimiento	Persona Detectada	Establo

Figura 13. Reportería exportada a PDF

4. Costo del producto

El costo se obtuvo de acuerdo a la cantidad de hardware utilizado. No se ha tomado en cuenta la cantidad de cable necesario ni la instalación.

Tabla 1. Costos actuales de los elementos

SENSORES	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Raspberry Pi 2 (Tarjeta 8GB,cargador,case)	1	\$120	\$120
Magnético	2	\$2,5	\$5
Movimiento	2	\$5	\$10
Gas	1	\$8	\$8
Humo	1	\$8	\$8
Temperatura	1	\$18	\$18
Placa de circuito	1	\$10	\$10
Teclado membrana	1	\$7	\$7
Módulo I2C/LCD	1	\$18	\$18,5
Cámara web	1	\$20	\$20
Caja de paso	1	\$25	\$25
COSTO DE HARDWARE			\$269,50

5. Conclusiones

Los sistemas domóticos no llegan a las zonas agrícolas debido a que no son viables, ya que la tecnología destinada al campo se enfoca más a los cultivos y al ganado.

La domótica para campo es un mercado que todavía no se ha explotado y que convendría invertir en el sector rural donde se encuentra el sector agrícola y ganadero que es un eje fundamental en el país, facilitando a sus propietarios la administración y cuidado de sus viviendas mientras ellos se encuentran en sus actividades.

6. Recomendaciones

1. Se recomienda revisar las limitaciones con respecto al voltaje y la corriente de los elementos a utilizar en el sistema domótico para evitar mal funcionamiento y daño del equipo.
2. Hacer un estudio de la infraestructura para elegir el método adecuado de cableado.
3. Se sugiere realizar levantamiento de información para estar seguro que nuestro controlador soportará las diferentes entradas y salidas solicitadas.

7. Referencias

- [1] «Ecuador en Cifras,» 2013. [En línea]. Available: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/TIC/Resultados_principales_140515.Tic.pdf .

- [2] «Ministerio del Interior,» 04 Diciembre 2014. [En línea]. Available: <http://www.ministeriointerior.gob.ec/ministerio-del-interior-y-ganaderos-buscan-mejorar-la-seguridad-en-el-sector-rural/>.

- [3] «Adafruit,» 2015. [En línea]. Available: <https://www.adafruit.com/datasheets/Digital%20humidity%20and%20temperature%20sensor%20AM2302.pdf>.

- [4] «FPAEZ,» 03 Agosto 2015. [En línea]. Available: <http://fpaez.com/detector-de-humo-y-gases-toxicos-con-raspberry-pi/>.

- [5] «MOVILTRONICS,» [En línea]. Available: http://www.moviltronics.com/index.php?route=product/product&product_id=364.