

XXVIII EDICIÓN PREMIO NACIONAL DON BOSCO A LA
INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA Y SOCIAL.

Centro de Formación Profesional Específica
Nuestra Señora de las Mercedes

***Control y seguridad domótica
mediante bus centralizado Xpi.***

Alumno: Javier Iglesias Domínguez.

Profesores: Jonathan Medina García, Juan María Díaz Cano.

Zaragoza, 10 de Marzo de 2015

Índice.

<u>1</u>	<u>INTRODUCCIÓN.....</u>	<u>3</u>
<u>2</u>	<u>OBJETIVOS.....</u>	<u>3</u>
<u>3</u>	<u>SISTEMA X10.....</u>	<u>4</u>
<u>4</u>	<u>NETWORK X10.</u>	<u>6</u>
4.1	SEGURIDAD.....	7
4.2	SIM900.....	7
4.3	MOTION LIBRARY.	8
4.4	HEYU.....	9
4.5	MYSQL.	9
4.6	RASPBERRY PI.....	9
<u>5</u>	<u>APP PARA SMARTPHONE.</u>	<u>11</u>
5.1.1	APP INVENTOR.....	12
5.1.2	PAGINA WEB	12
5.1.3	CODIGO QR	13
<u>6</u>	<u>MAQUETA.....</u>	<u>13</u>
<u>7</u>	<u>CONCLUSIONES.....</u>	<u>14</u>
<u>8</u>	<u>BIBLIOGRAFÍA.....</u>	<u>14</u>

1 Introducción.

En gran magnitud de bibliografía se define la domótica, como la integración de las nuevas tecnologías y el diseño en los espacios habitables, a fin de obtener un mayor confort, ahorro de energía, y tiempo. A su vez se define la inótica, como la domotización aplicada a los edificios.

La inótica posee unas áreas de aplicaciones muy abiertas, tales como:

- Seguridad y alarmas.
- Control de gestión de energía.
- Áreas de comunicación.
- Sistemas de confortabilidad.

La automatización en los edificios surge a partir del siglo XIX, junto con las aplicaciones de los autómatas programables.

El resto de fabricantes propuestos en las bibliografías utilizan un protocolo específico, sin realizar la transmisión de datos bajo un cable distinto al de la red. Con este sistema se consigue el control de toda a vivienda sin necesidad de instalar cables, tratándose de una tecnología cableada al introducir un sistema empotrado, nos permite controlar a su vez de forma inalámbrica varios protocolos tales como Zigbee, wifi....

En el sistema domótico KNX se usa una red independiente a la del protocolo de comunicaciones para la alimentación de los dispositivos, de hecho, para el correcto funcionamiento de una instalación se necesitan, actuadores y sensores como en cualquier instalación, pasarelas, como en nuestro caso hemos realizado con RaspBerry y acopladores, uso que no necesita en nuestro caso, para la instalación de dispositivos que no pertenezcan al mismo protocolo.

SimonVit@ es un protocolo de comunicaciones con un bus de datos propio y distinto a la alimentación, como pasara con KNX. En la actualidad SimonVit@ posee software propio.

ATHomeal igual que sucede con los dos sistemas anteriores posee un bus de datos propio, lo que obliga a las empresas instaladoras ha reizar una tirada de cable extra para la comunicación, a su vez también posee software propio y pantalla táctil extra.

En el trabajo realizado, no se han instalado buses de datos, se ha usado software libre, no se requiere la compra de una pantalla táctil para el control o la programación de la vivienda, y lo más importante, los dispositivos se alimentan de la propia red eléctrica, y pueden pertenecer a diversos fabricantes optando así al sistema más económico.

2 Objetivos.

El presente trabajo tiene por objetivo el estudio, diseño e implementación de un bus de datos centralizado, capaz de interactuar con dispositivos de varios fabricantes basados en un protocolo de comunicaciones llamado X10. La propuesta consiste en realizarlo a bajo coste y proporcionar a los usuarios de dicho sistemas capacidades para controlar el edificio desde un móvil.

Para que todo sea posible se ha pensado en un sistema centralizado en un servidor, donde un pequeño sistema embebido (RaspBerry Pi) posea la capacidad de controlar toda la instalación y supervisar lo que sucede mediante una serie de sensores instalados en las entradas digitales de nuestro sistema.

El acceso del usuario (actualmente sin alta en base de datos, para controlar y limitar los accesos), se ha realizado a través de una app diseñada para dispositivos Android que esta disponible para su descarga en el playstore, siendo un sistema Open Source.

Otro importante punto dentro de este proyecto es el ahorro energético que se puede llegar a realizar con instalaciones de este tipo, bien en hoteles, donde los clientes no dejan la calefacción, lamparas o el AA encendido, si no que se les permitiría controlar estos dispositivos desde el movil poco antes de llegar a las habitaciones, lo mismo ocurriría en el caso de edificios de oficinas, donde los empleados puedan dar marcha a los sistemas poco antes de llegar, sin necesidad de que se pueda quedar los dispositivos encendidos por descuido. Por ultimo en el caso del hogar, donde el confort, ahorro energético y seguridad son las principales claves de un sistema domótico.

3 Sistema X10.

X10 es un protocolo de comunicaciones para el control de dispositivos eléctricos, que utiliza la línea eléctrica (220V o 110V), para transmitir señales de control entre equipos instalados en dicha red. Los dispositivos X10 que se comercializan son solo para uso individual y en entornos domésticos de hasta 250 m², dada su limitación en ancho de banday en el número máximo de dispositivos a controlar (256). No obstante existen elementos de última generación que incorporan, entre otros, los protocolos X-10 extendidos, para dar funcionalidad a soluciones de comunicación como la bidireccionalidad, solicitud de estados y comprobación de la correcta transmisión de las tramas.

X10 fue desarrollada en “1978 por Pico Electronics of Glenrothes”, Escocia, para permitir el control remoto de los dispositivos domésticos. Fue la primera tecnología domótica en aparecer y sigue siendo la más ampliamente disponible, principalmente por su característica de autoinstalable, sin necesidad de cableado adicional.

Las señales de control de X10 se basan en la transmisión de pulsos a 120kHz que representan información digital. Estos pulsos se sincronizan en el cruce por cero de la señal de red (50 Hz ó 60 Hz). Con la presencia de un pulso en un semiciclo y la ausencia del mismo en el semiciclo siguiente se representa un '1' lógico y a la inversa se representa un '0'. A su vez, cada orden se transmite 2 veces, con lo cual toda la información transmitida tiene cuádruple redundancia. Cada orden involucra 11 ciclos de red (220ms para 50Hz y 183,33ms, para 60Hz).

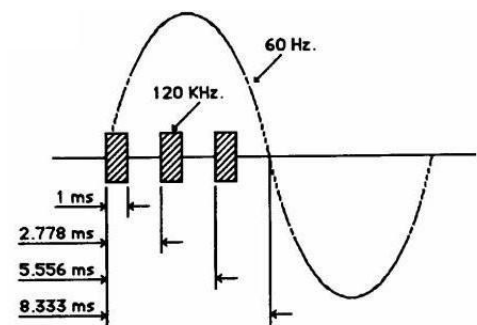


Fig.1. Transmisión de datos.

Primero se transmite una orden con el Código de Casa y el Número de Módulo que direccionan el módulo en cuestión. Luego se transmite otro orden con el código de función a realizar (FunctionCode). Hay 256 direcciones soportadas por el protocolo. En las siguientes líneas se redacta la transmisión.

- Este pulso de 1 milisegundo debería de hecho ser transmitido tres veces para coincidir con los puntos de cortes cero de las tres fases en un sistema de distribución de tres fases.
- El código de comienzo (1110) es el único que no se envía de forma complementaria yes el único código que no cumple el salto cada 4 o 5 instrucciones.

Inmediatamente después del código de comienzo, se transmite la dirección de la casa o letra según se muestra en laTabla. 1.

- Después de enviar el código de la letra enviamos la dirección de unidad o número. En la Tabla. 2hacíamos referencia al código de control, formado por cuatro bits y a la última columna la habíamosllamado sufijo, este bit lo utilizamos para que el código de control represente una dirección de unidad una orden de comando. Este sufijo será '0' si lo que queremos mandar es una dirección de unidad y '1' si queremos mandar una orden de comando.
- Debido al medio de transmisión utilizado los diseñadores del código X-10 decidieron transmitir dos veces cada uno de estos bloques de información para que el sistema ganara en fiabilidad.
- Estos 3 ciclos de margen son necesarios para que el receptor mueva los datos de sus registros en cada uno de los seis pasos por cero.Una vez que el receptor ha procesado sus datos de dirección, está listo para recibir una orden de comando. Al igual que se había hecho al enviar la dirección, el bloque de datos del comando debe empezar por el código de comienzo, seguido del código de la letra y el código de control, finalmente irá el sufijo, teniendo que ser en este caso igual a 1 para que el código de control sea interpretado como un comando y no como una dirección por el receptor.Y por último esta imagen reflejaría los ciclos totales para terminar con una transmisión completa.

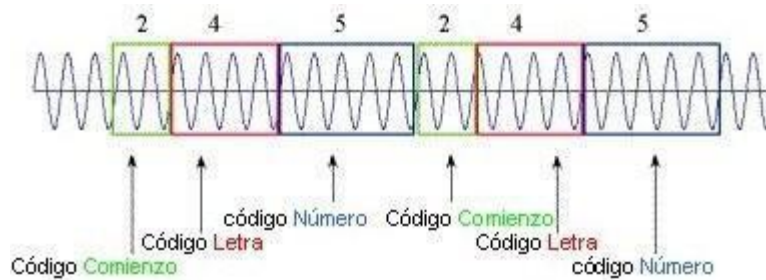


Fig.2. Transmisión completa

Con esto hemos definido como códfica el protocolo, en las siguientes tablas se muestran los datos a transmitir:

Dirección de casa	Código de casa			
	H1	H2	H3	H4
A	0	1	1	0
B	1	1	1	0
C	0	0	1	0
D	1	0	1	0
E	0	0	0	1
F	1	0	0	1
G	0	1	0	1
H	1	1	0	1
I	0	1	1	1
J	1	1	1	1
K	0	0	1	1
L	1	0	1	1
M	0	0	0	0
N	1	0	0	0
O	0	1	0	0
P	1	1	0	0

Tabla. 1. Código de la Casa

Dirección de Unidad	Código de control				Sufijo
	D1	D2	D4	D8	
1	0	1	1	0	0
2	1	1	1	0	0
3	0	0	1	0	0
4	1	0	1	0	0
5	0	0	0	1	0
6	1	0	0	1	0
7	0	1	0	1	0
8	1	1	0	1	0
9	0	1	1	1	0
10	1	1	1	1	0
11	0	0	1	1	0
12	1	0	1	1	0
13	0	0	0	0	0
14	1	0	0	0	0
15	0	1	0	0	0
16	1	1	0	0	0
Apagar todas las Unidades	0	0	0	0	1
Encender Todas las Luces	0	0	0	1	1
Encender	0	0	1	0	1
Apagar	0	0	1	1	1
Atenuar Intensidad	0	1	0	0	1
Aumentar Intensidad	0	1	0	1	1
Apagar todas las Luces	0	1	1	0	1
Código Extendido (4)	0	1	1	1	1
Petición de Sakudo (1)	1	0	0	0	1
Aceptación de Sakudo	1	0	0	1	1
Atenuación Preestablecida (2)	1	0	1	X	1
Datos Extendidos (Analogico) (3)	1	1	0	0	1
Estado = On	1	1	0	1	1
Estado = Off	1	1	1	0	1
Petición de Estado	1	1	1	1	1

Tabla. 2. Direccionamiento y función.

4 Network X10.

La instalación realizada nos permite comunicarnos con la vivienda, edificio, etc.Sólo con la aplicación de un móvil mediante *.php, podemos monitorizar el estado y controlar el sistema.En la siguiente figura se muestra como sería el acceso exterior al control del sistema.

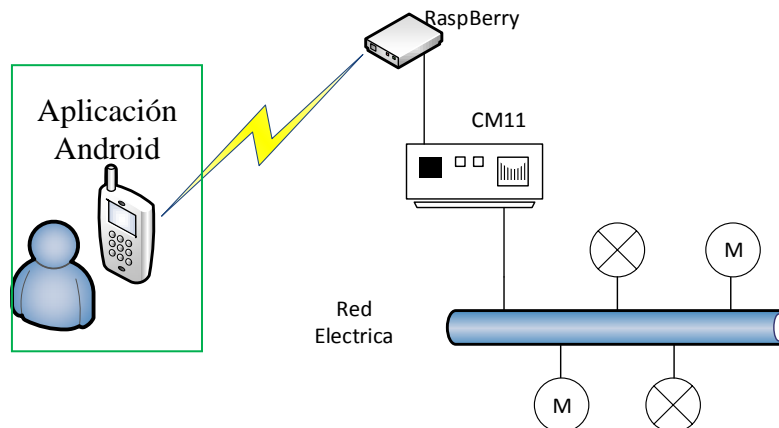


Fig.3. Conexión desde usuario hasta Servidor.

Como se puede observar, através de una red podemos acceder al servidor, en él se encuentra instalado un servidor PHP con el que se comunica la aplicación Android, a través del cual podemos escribir las variables, estados y cambios de los dispositivos conectados, este código realiza un muestreo de todas las variables de la instalación cada milisegundo.

En la siguiente imagen se puede observar el uso de la red eléctrica para la transmisión de datos. Para controlar los dispositivos X10 necesitamos una interface que adapte la comunicación USB a la red eléctrica. Este dispositivo es el “CM11” que permite una comunicación USB con el PC. Todos los dispositivos que se deseen gobernar deben estar instalados sobre un módulo X10, configurado con su dirección alfanumerica.

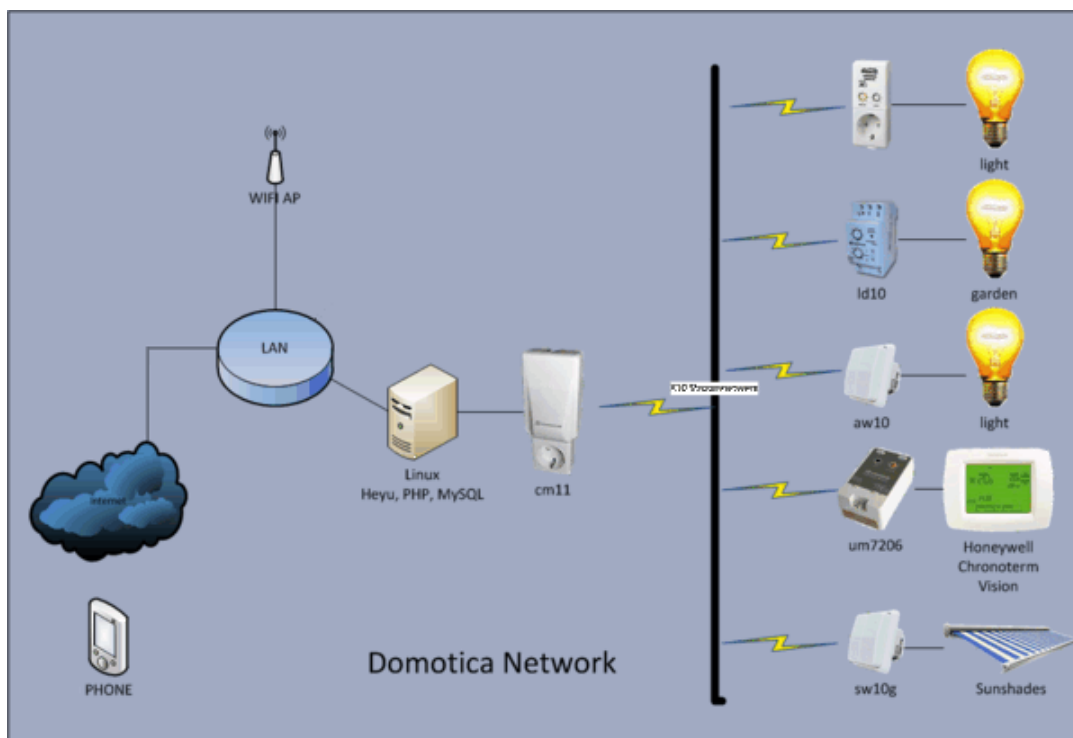


Fig.4. Instalación del Bus de datos

4.1 Seguridad.

Como sistema de seguridad, se ha implementado un sistema conectado a la RaspBerry Pi, con la finalidad de que la propia PCB, sea quien controle, y gestione la seguridad del edificio o vivienda.

Se ha instalado una cámara, ésta cámara no necesita pertenecer a ningún fabricante específico, en nuestro caso se ha utilizado la webcam de una ps3, y mediante una librería se configura para que realice fotos a los movimientos que se produzcan dentro de la vivienda.

El sistema se puede ver desde el exterior de la vivienda, mediante la conexión a internet, actuando con un pequeño servidor, el usuario puede acceder a las alarmas y controlar la vivienda desde cualquier parte del mundo, proporcionando así la simulación de presencia como sistema de seguridad.

4.2 SIM900.

Se ha utilizado una tarjeta SIM900 para comunicar con el exterior de la vivienda con las alarmas que se activan en el interior de la misma. SIM900 es un micro-controlador con capacidad de comunicarse mediante GSM/GPRS en las cuatro bandas de 850/900/1800/1900 MHz, integrado por un potente microprocesador de ARM.



Fig.1. Imagen del microprocesador SIM900

Incorpora una pila TCP/IP que es controlada mediante comandos AT. en el proyecto, este dispositivo posee la capacidad de llamar, enviar sms o documentación mediante WhatsApp.



Fig.2. PCB Utilizada en la Instalación.

Más concretamente se ha usado ésta PCB, se trata del modelo SIMCOM SIM900 quad-band, posee la posibilidad de utilizar el reloj interno.

Las características eléctricas son insignificante ya que sólo consume en reposo 1.5mA, y 250mA cuando realizamos una llamada, el consumo del GPS que es mucho mayor (entorno a 440mA) no ha lugar en este proyecto. En las siguientes imágenes podemos observar los tipos de

encendido que se pueden realizar, tanto mediante el pulsador que posee la pcb, o desde un micro-procesador externo.

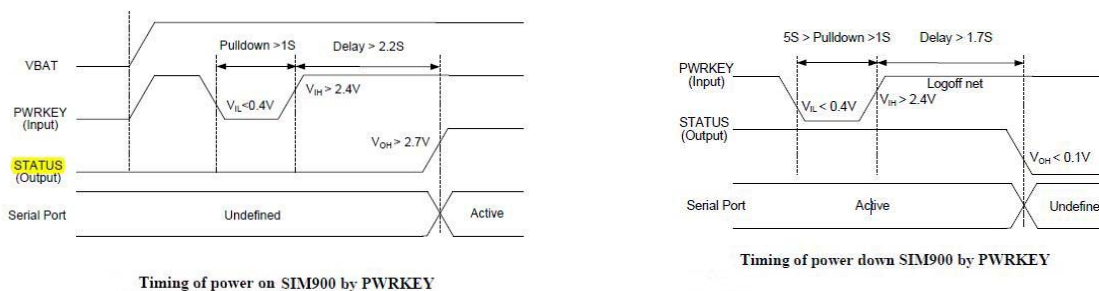


Fig.3. PowerUp y ShutDown.

En nuestra aplicación se ha usado un micro-controlador externo para comunicarse con el módulo GPRS Shield. En líneas futuras éste micro-procesador externo tenderá a la desaparición.

4.3 Motionlibrary.

Motion es una librería que monitoriza la señal que proviene de una cámara, dicha librería es capaz de detectar que una parte significativa de la imagen ha cambiado, por lo que se puede decir, que es sensible a captar movimiento entre las imágenes.

Como ya se ha comentado anteriormente, para capturar las imágenes se ha utilizado PS3 EyeCam, dicha librería nos permite utilizar cualquier tipo de webcam, incluso no permite montar un array de cámaras y controlar las imágenes.



Fig.4. Una de las cámaras usadas en el proyecto y funcionamiento.

En la librería Motion se han modificados varias opciones para poder ver desde un navegador lo que sucede dentro de la vivienda, permitiendo así la conexión a la misma no solo desde el Smartphone, sino desde un pc.

Otra de las opciones programadas en esta librería es la opción de realizar fotos a los objetos que se mueven dentro de su ángulo de visión, tras las fotos, se realiza un cuadrado blanco, permitiendo a los usuarios saber si se ha invadido su intimidad.

Para finalizar en la programación de esta librería, se le ha incluido la posibilidad de lanzar un programa para activar una llamada telefónica mediante el módulo SIM900 conectado a un Arduino, permitiendo al usuario final de la app observar si sucede algo dentro de su vivienda y llamar a los cuerpos de seguridad sin ningún peligro para dichos usuarios.

4.4 Heyu.

Heyu es una aplicación que nos permite comunicarnos con diversos dispositivos bajo el protocolo de comunicaciones X10. Esta aplicación libre <http://www.heyu.org/>, nos permite comunicar un pc bajo un sistema unix con una pasarela de comunicaciones, en nuestro caso nuestra pasarela es el modulo CM11.

Es un software que actua como hilo, uniendio el servidor bajo *.php, con la red eléctrica. Es fácil de instalar y realiza operaciones bajo líneas de comandos, en las siguientes líneas se observan algunos ejemplos.

Comandos de ejemplos “HEYU (*función*) (*dirección*)”:

Encendido de un modulo con dirección A1: *Heyuon a1*

Modulodimmer con valor 8 y dirección A1: *Heyudimb a1 8* → (1-100%, 22- 0%)

4.5 MySQL.

En el servidor que hemos utilizado se ha instalado MySql como base de datos (BD), la finalidad de esta BD es la de servir como hilo de union entre la app que corre en el Smartphone y el software que funciona de forma “fantasma” en el servidor.

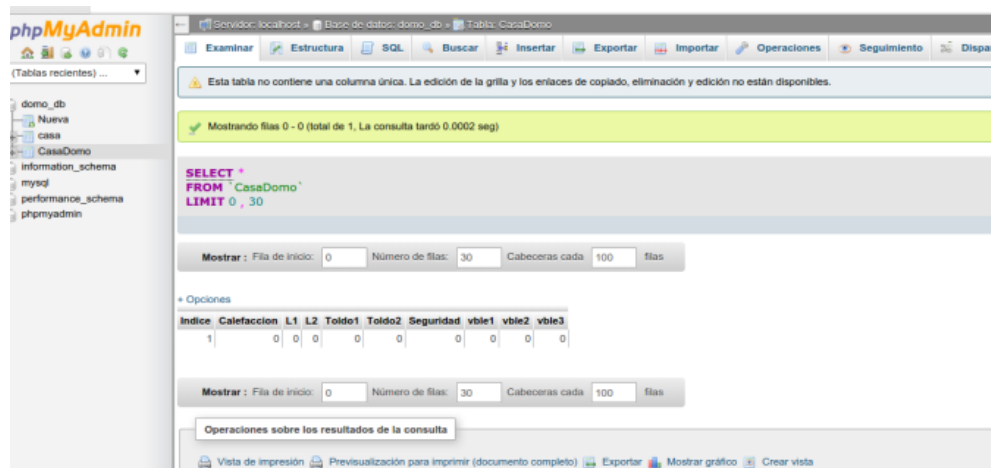


Fig.5. Imgen de la base de datos.

Se ha generado una base de datos llamada “domo_db”, en dicha BD se le ha añadido una sola tabla no dinámica, es decir, no posee vida, esta compuesta por una sola fila y 10 columnas. El valor de cada columna es un estado de la vivienda que se representa en la app.

4.6 Raspberry Pi.

Raspberry Pi es un sistema embebido de bajo costo, desarrollado en Reino Unido por la Fundación Raspberry Pi, con el objetivo de estimular la enseñanza de ciencias de la computación en las escuelas.

El diseño incluye un System-on-a-chip Broadcom BCM2835, que contiene un procesador central (CPU) ARM1176JZF-S a 700 MHz (el firmware incluye unos modos “Turbo” para que el usuario pueda hacerle overclock de hasta 1 GHz sin perder la garantía), un procesador gráfico (GPU) VideoCore IV, y 512 MB de memoria RAM (aunque originalmente al ser lanzado eran 256 MiB). El diseño no incluye un disco duro ni unidad de estado sólido, ya que usa una tarjeta SD para el almacenamiento permanente; tampoco incluye fuente de alimentación ni

carcasa. El 29 de febrero de 2012 la fundación empezó a aceptar órdenes de compra del modelo B, y el 4 de febrero de 2013 del modelo A.

La fundación da soporte para las descargas de las distribuciones para arquitectura ARM, Raspbian (derivada de Debian), RISC OS, Arch Linux ARM (derivado de Arch Linux) y Pidora (derivado de Fedora); y promueve principalmente el aprendizaje del lenguaje de programación Python, y otros lenguajes como Tiny BASIC, C y Perl.

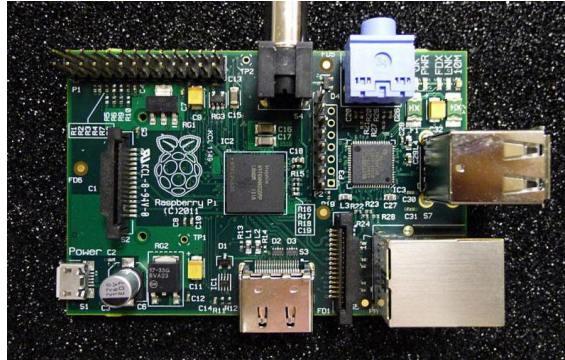


Fig.5. RaspBerry Pi.

En nuestro caso se ha realizado la instalación de Raspbian, php5, apache y Heyu, para la realización de nuestro sistema. En la siguiente figura se muestra un diagrama de flujo del funcionamiento del software en php

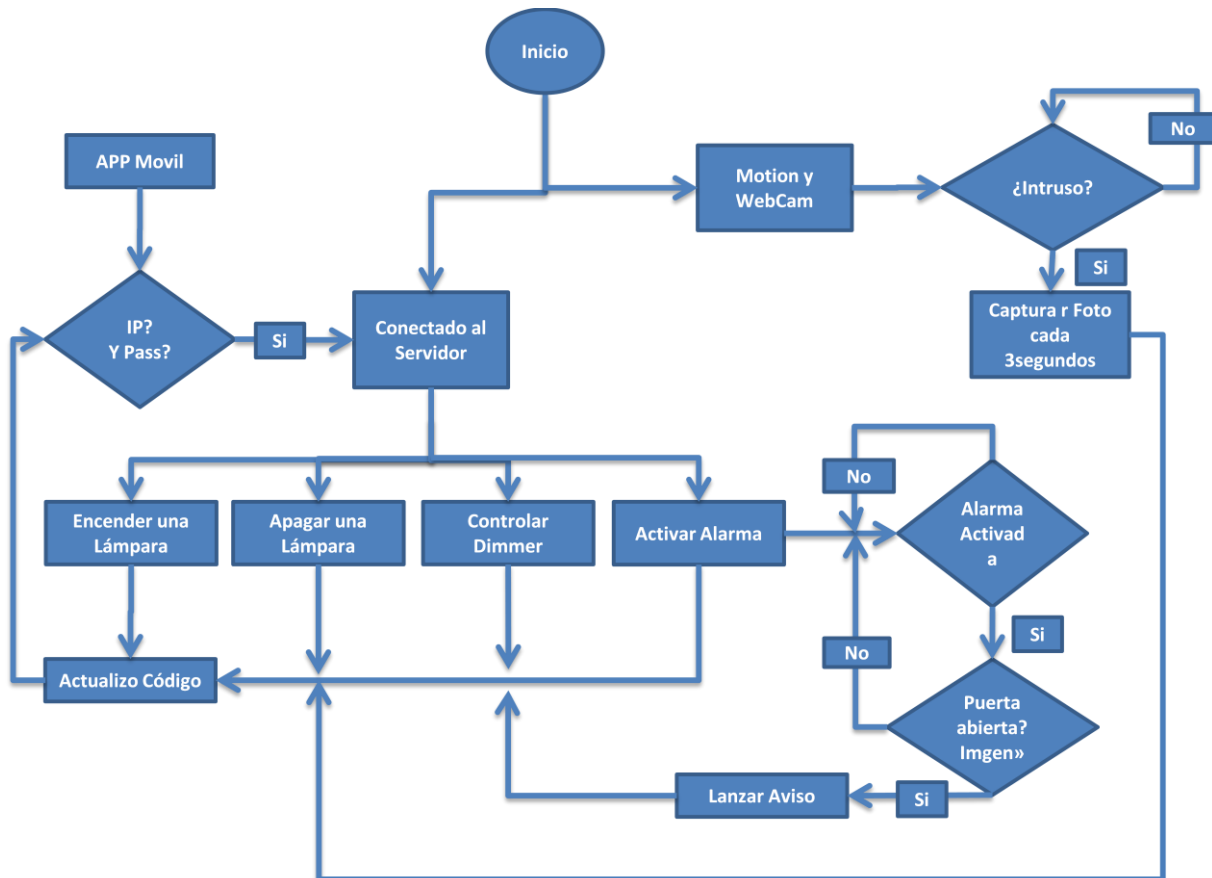


Fig.6. Diagrama de flujo del programa que corre en la RaspBerry Pi.

5 App para Smartphone.

Se ha realizado una aplicación para SmartPhone llamada “Xpi”, con las siguientes características,la aplicación es libre, estará disponible desde una página web, mediante código QRyse puede descargar desde playstore de Google. La aplicación Fig 6, permitirá controlar los diferentes dispositivos conectados mediante protocolo X10, lámparas, toldos, persianas, climatizadores, alarmas, etc. Además mostrará el estado de cada uno de ellos y permitirá el acceso a través de internet a los usuarios.

La aplicación se conectará al servidor mediante PHP, y esta será la encargada de almacenar el estado de cada dispositivo, además de ejecutar los comandos enviados por la aplicación.

El servidor PHP usará como hilo un archivo “PhP”, a través del cual la aplicación escribirá y leerá el estado de los sensores, de esta forma se podrá conocer el estado de dichos sensores al conectarse la aplicación.



Fig.6. Pantalla inicial de la app del Smartphone “Xpi”



Fig.7. Pantalla de control de una lámpara de la app del Smartphone “Xpi”

5.1.1 App inventor

Es una aplicación de Google Labs para crear aplicaciones de software para el sistema operativo Android. De forma visual y a partir de un conjunto de herramientas básicas, el usuario puede ir enlazando una serie de bloques para crear la aplicación. El sistema es gratuito y se puede descargar fácilmente de la web. Las aplicaciones fruto de App Inventor están limitadas por su simplicidad, aunque permiten cubrir un gran número de necesidades básicas en un dispositivo móvil.

La siguiente imagen muestra parte del código usado para nuestra aplicación.

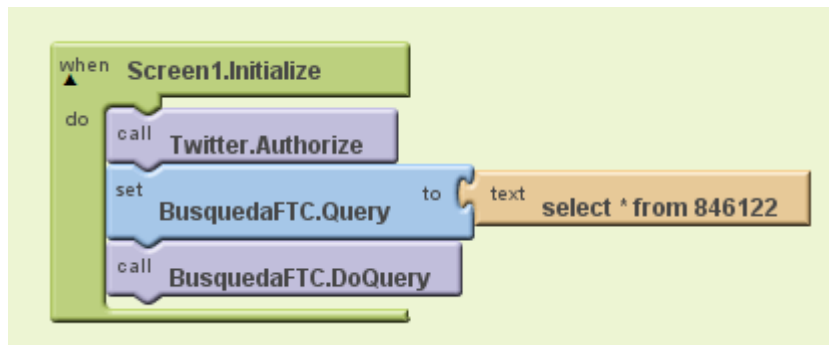


Fig.7. Código AppInventor

El diagrama utilizado para hacer funcionar esta parte del código es el que se muestra en la siguiente figura.

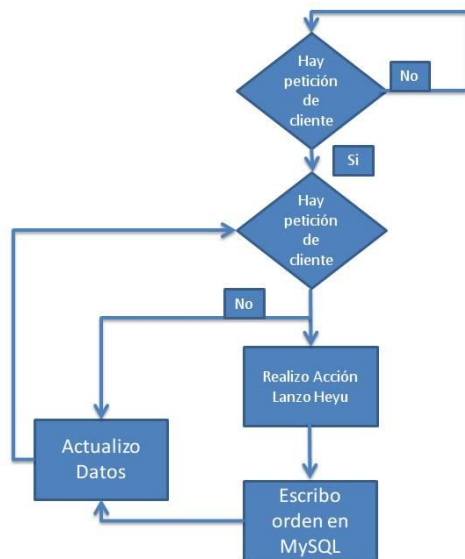


Fig.8. Diagrama de flujo con el que se ha realizado el software en AppInventor.

5.1.2 Pagina Web

Se ha diseñado una pagina web con la intención de que todas las personas se puedan descargar la aplicación y donde se pretende que la comunidad de internet aporte mejoras al diseño de la aplicación. La web se ha diseñado en html y se ha alojado en un servidor gratuito con la siguiente dirección “www.BusXpi.tk”

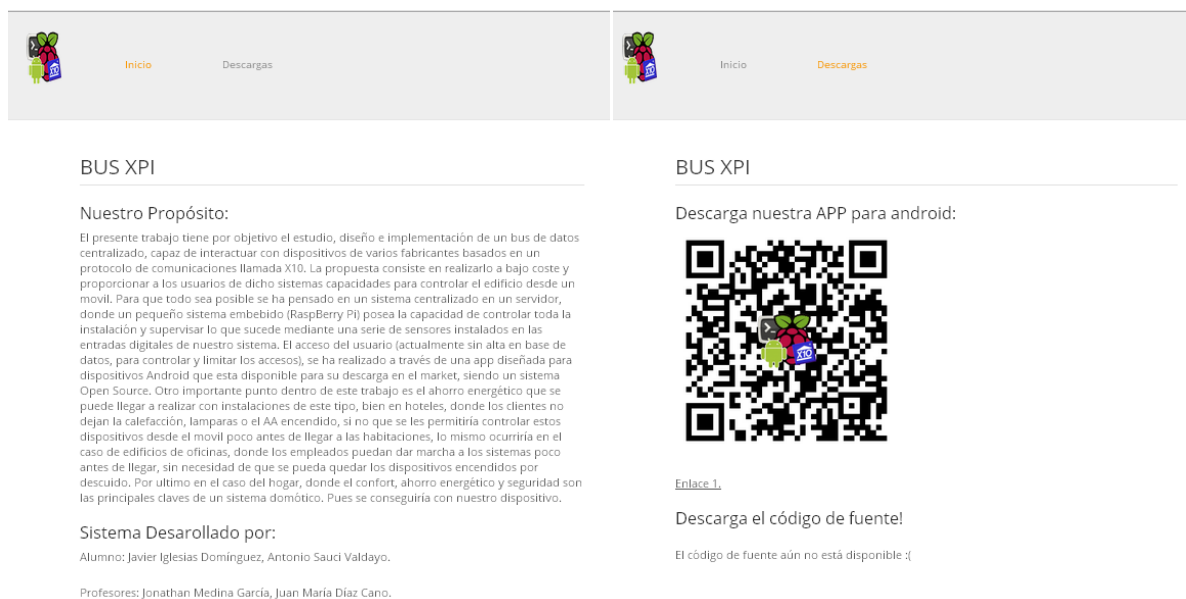
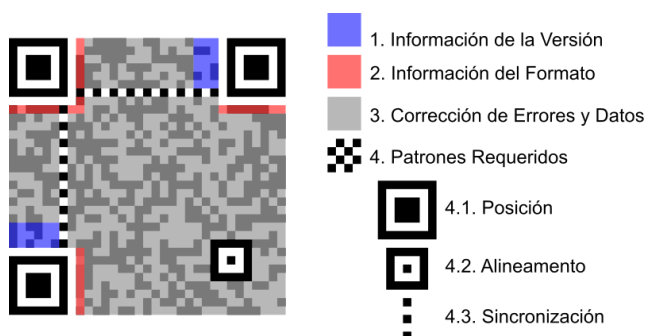


Fig.9. Imagen de la web implementada

5.1.3 Codigo QR

Un código QR (quick response code, «código de respuesta rápida») es un módulo útil para almacenar información en unamatriz de puntos. Se caracteriza por los tres cuadrados que se encuentran en las esquinas y que permiten detectar la posición del código al lector. La sigla «QR» se deriva de la frase inglesa «Quick Response» («Respuesta Rápida» en español).



Nosotros haremos uso de esta tecnología para que las personas con susterminales móviles puedan de forma rápida descargar la aplicación y encontrar información en la página web.



Fig.10. Descarga App Dirección Web

6 Maqueta

La siguiente imagen muestra la maqueta diseñada, donde se representa una vivienda con 5 habitaciones, en las cuales se han instalado tres modulos X10 entre los que uno de ellos es un dimmer y dos contactores. Cada módulo X10 tiene su dirección alfanumérica.



Fig.11. Imagen de la maqueta Instalada.

7 Conclusiones.

Con este proyecto hemos conseguido una solución completa de bajo coste, por medio de la que podemos implementar un completo sistema de control domestico (X10) para gestionar el consumo energético y la seguridad tanto en un hogar particular, como en oficinas comerciales, hoteles, etc.

Para ello nos hemos basado en un sistema que se pueda aplicar a cualquier estancia, aprovechando la instalación eléctrica estándar, un servidor PHP alojado en una Raspberry Pi, librerías libres de visión artificial y una App que se ha creado para controlar todo el sistema con un Smartphone.

Desde la aplicación para Smartphone, se consigue el control completo de unas series de webcam de distintos fabricantes para detectar movimientos, como sistema de seguridad dentro de un recinto, además se controla un bus X10 por parte de usuario final.

Se ha instalado un pequeño servidor “Raspberry PI” basado en software libre unas series de aplicaciones que dan capacidad a viviendas, empresas y hoteles de gestionar la energía consumida en los dispositivos eléctricos, de manera más eficiente.

Se ha instalado un servidor PHP que será el encargado de gestionar los comandos enviados por la aplicación móvil y de almacenar el estado en el que se encuentra cada módulo X10.

Se ha realizado una maqueta donde se muestra que por la misma línea de la red eléctrica, sin necesidad de realizar una nueva instalación, es posible controlar los diferentes dispositivos. En el caso de las industrias el ahorro económico sería significativo.

Se ha realizado una aplicación para SmartPhone, de descarga libre mediante código QR, desde Market de forma gratuita o desde la página web. De esta forma, una oficina u Hotel da la posibilidad a sus empleados y clientes a gestionar el consumo energético y los tipos de seguridad del sistema, añadiendo un valor muy profesional el sistema de seguridad implementado.

8 Bibliografía.

- [1] <http://developer.berlios.de/projects/heyu/>
- [2] <http://www.heyu.org/>
- [3] <http://es.wikipedia.org/wiki/X10>
- [4] http://wiki.epalsite.com/index.php?title=SIM900_Quad-Band_GPRS_shield_with_Micro_SD_card_slot#Parameters

- [5] <https://www.x10.com/>
- [6] <http://www.penguintutor.com/linux/raspberrypi-webserver>
- [7] <http://geekytheory.com/tutorial-raspberry-pi-15-instalacion-de-apache-mysql-php/>
- [8] http://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3digo_QR
- [9] <https://sites.google.com/site/appinventormegusta/>