

Sistema Inalámbrico de Alarma Domiciliaria con alerta Vía Celular

Jorge Galarza Rosas ⁽¹⁾, Ricardo Cajo Díaz ⁽²⁾, Hugo Villavicencio ⁽³⁾
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación (FIEC)
Escuela Superior Politécnica de Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 Vía Perimetral
Apartado 09-01-5863 Guayaquil, Ecuador
jgalarza@cti.espol.edu.ec ⁽¹⁾, ricardo8517@hotmail.com ⁽²⁾, hvillavi@espol.edu.ec ⁽³⁾

Resumen

Con la apertura del mercado de Sistemas de Alarmas han surgido diferentes sistemas, sensores y diseños para proveer de las seguridades necesarias a bienes y áreas dentro de los cuales interactúan. Todos estos sistemas, permiten alertar de diferentes maneras al usuario en caso de que se haya violado la seguridad. Teniendo esto en cuenta y la amplia gama de sistemas existentes, y las facilidades que éstos brindan, hemos realizado un análisis detallado de los posibles elementos y sensores a emplear, además de su ubicación dentro del hogar con el objetivo principal de brindar un diseño compatible con cualquier entorno que optimice el número de recursos empleados y el número de errores suscitados al momento de discernir entre alarmas falsas y alarmas reales, permitiendo un mejor desempeño y óptimos resultados que satisfagan las necesidades de los usuarios.

Por ello hemos desarrollado un Sistema Inalámbrico de Alarma Domiciliaria con alerta vía celular, escalable, versátil y de alto rendimiento que preste diferentes niveles de seguridad a usuarios. Para realizar esta tarea se ha empleado módulos de radiofrecuencia que trabajan en la banda ISM, para la comunicación inalámbrica de las alarmas con la consola; el módulo GSM SIM340 para el envío de SMS utilizando la red móvil. Además se emplea tecnologías de microcontroladores correspondientes a las familias PIC18F y PIC16F para la administración del sistema. Algo importante a considerar es que el sistema es totalmente autónomo y fácilmente adaptable y configurable ya que posee una interfaz para el usuario, logrando tener una facilidad en su uso.

Palabras claves: Sistema de seguridad, modulo RF, módulo GSM, chip microcontrolador, alarma electrónica

Abstract

With the opening of the Alarm System market, different systems, sensors and designs have come up, in order to provide necessary securities for goods and areas within their action field. All of these systems allow alarming the user in different ways if security has been perpetrated. Noting this and the wide range of existing systems, and the facilities given by them, we have developed a detailed analysis of possible elements and sensors to be used, as well as its location within home, with the main objective of giving a compatible design for any environment that optimizes the quantity of resources used and errors wrought at the moment of discerning between false and real alarms, allowing better performance and optimal results that meet the needs of users.

We have, therefore, developed a scalable, versatile and high performance Wireless Homecare Alarm System via cell phone, to provide different levels of security to the increasing number of users. In order to do this, radiofrequency modules operating in the ISM band have been used for wireless alarm-console communication; the GSM SIM340 module is used for sending SMS through mobile network. Microcontrollers' technologies corresponding PIC18F y PIC16F families are also used for the system administration. Something important to consider is that the system is completely independent and easily adaptable and configurable, since it has an interface for the user, making it easy to use.

Keywords: Security system, RF module, GSM module, chip microcontroller, electronic alarm.

1. Descripción general del sistema

El presente proyecto tiene como finalidad la construcción de un sistema de seguridad domiciliaria utilizando alarmas con sensores, cuyo medio de transmisión será de manera inalámbrica, así como también su medio de alerta será el envío de mensajes de texto (sms) utilizando la red de servicios de telefonía móvil GSM.

1.1. Seguridad domiciliaria vía GSM.

Uno de los puntos importantes del sistema de seguridad domiciliaria a implementarse es ofrecer un sistema de alerta o aviso moderno y versátil. Para aquello hemos elegido utilizar la red de telefonía móvil GSM y a la vez todo el sistema de comunicación entre los dispositivos de alerta tales como sensores de movimientos, humo, apertura de puerta, etc. Todo esto, basado en comunicación inalámbrica, logrando mayor movilidad debido a que no se usa cables para enlazar los dispositivos de alertas (sensores) y el sistema controlador principal (Consola).

El sistema permite añadir, activar y desactivar cada uno de los dispositivos de alertas (sensores). Para aquello posee una interfaz amigable para el usuario. Cada sensor posee un código único que se lo registra en el controlador para que este almacene los códigos de todos los sensores existentes, para luego enviar la orden de activar o desactivar cada sensor al momento que se arme la seguridad.

En el proyecto se utilizan dispositivos electrónicos para tener el control de la seguridad del domicilio, con la finalidad de que los usuarios tengan mayor seguridad en sus hogares en caso de que sea necesario dejar su casa sola ya sea por unas horas o inclusive por días enteros.

Los sensores empleados deben ubicarse basados en el entorno de trabajo y las capacidades y modos de operación de los mismos, puesto que ellos comunican al sistema si el domicilio fue o no violentado y permiten al usuario y al sistema tomar los correctivos necesarios para evitar el robo en el lugar.



Figura. 1. Sistema de alarma domiciliaria con alerta vía celular.

1.2. Estrategia implementada.

El Sistema de Seguridad Domiciliaria vía GSM para su desarrollo e implementación está dividido en dos partes:

- Dispositivos de alertas (para aquello se diseñó solo dos utilizando sensores de): movimiento y apertura de puerta.
- El Sistema de Control de Sensores basados en una interfaz electrónica manejada por un microcontrolador PIC18F4550.

Los dispositivos de alertas testean constantemente el estado de los sensores mediante la interfaz electrónica instalada dentro del área a interactuar.

Ambos sistemas se comunican de manera serial por radiofrecuencia. Para aquello hemos diseñado el sistema solo con dos dispositivos de alertas que brinden:

- Seguridad en puertas y ventanas.
- Seguridad interna mediante sensores de movimiento.

2. Equipos y medios de comunicación

Para la realización y puesta en marcha del Sistema se emplea diversos equipos electrónicos y módulos de comunicación. Se emplea también una interfaz de usuario de fácil uso mediante un display que muestra un menú de configuración, el cual es manejado a través de un teclado numérico.

Aquí se presentan conceptos tales como: El uso de equipos electrónicos visualización, sensores y módulos de comunicación para establecer el envío – recepción de datos entre dispositivos de alertas y usuario.

2.1. Interfaz de usuario

Una interfaz de usuario cuenta con siguientes elementos:

- Equipo electrónico para mostrar menú (LCD).
- Medio de acceso para manipulación de menú (Teclado)
- Menú de configuración para la configuración



Figura 2. Consola del Sistema

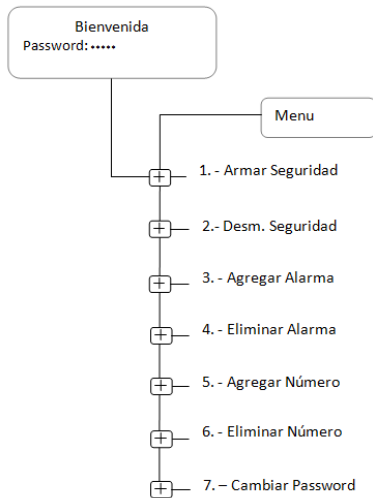


Figura 3. Menú para Configuración

2.1.1. Módulo de Ingreso. Teclado matricial de 4x4 (ver Figura 3.17). Este teclado es un dispositivo de entrada de datos que consta de 16 teclas o pulsadores, dispuestos e interconectados en filas y columnas. Dispone de un conector SIL (Single In Line) macho de 8 pines que se corresponden con las 4 filas y las cuatro columnas de las que dispone.



Figura 4. Teclado Matricial 4x4

2.1.2. Módulo de visualización. En el módulo de visualización se utilizará el LM016L (Figura 3.19) que es un modulo LCD de dos líneas de 16 caracteres cada una. Sus fácil uso lo hace ideal para dispositivos que necesitan una capacidad de visualización pequeña o media.



Figura 5. Módulo LM016L [14]

2.2 Comunicación inalámbrica entre dispositivos mediante módulos de radiofrecuencia HM-TR/TTL

Para establecer la Comunicación entre dispositivo se requiere de:

- Una interface electrónica que permita la comunicación entre un hardware (PIC18F4550) y equipos de alertas (SENSORES)
- Un conocimiento y manejo detallado de las tramas usadas por los distintos protocolos de comunicación.

Para desarrollar el bloque que permite realizar la comunicación inalámbrica entre un dispositivo de control (CONSOLA) y sensores, se requiere el uso de protocolos de comunicación.



Figura 6. Módulo RF HM-TR/TTL

2.3. Dispositivos de sensamiento

Los dispositivos de alarma a utilizar en el presente proyecto serán aquellos que nos otorgarán una señal cuando se detecte algún evento específico. Se detallan a continuación los siguientes:

2.3.1. Sensor de movimiento PIR. El sensor PIR “Passive Infra Red” es un dispositivo piroeléctrico que mide cambios en los niveles de radiación infrarroja emitida por los objetos a su alrededor a una distancia máxima de 6 metros.

Cuando las señales infrarrojas del ambiente donde se encuentra el sensor cambian rápidamente, el amplificador activa la salida para indicar movimiento. Esta salida permanece activa durante algunos segundos permitiendo al microcontrolador saber si hubo movimiento.

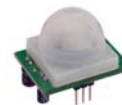


Figura 7. Sensor de Movimiento PIR

2.3.1 Sensor magnético. El sensor magnético actúa como un interruptor (0-1), ideal para controlar puertas y ventanas. Su funcionamiento es básico, cuando los terminales (a y b) se encuentran juntos se produce un cortocircuito enviando un nivel de bajo voltaje (cero lógico); si los terminales se encuentran separados entonces se produce un nivel alto de voltaje (uno lógico) [12].



Figura 8. Sensor Magnético

2.4. Comunicación vía red GSM por SMS mediante módulo sim340cz

Módulo SIM340cz GSM/GPRS de cuatro bandas (850/900/1800/1900MHz) con rendimiento para voz, SMS, datos y fax a bajo consumo de potencia. Este módulo se encargará de enviar los mensajes de texto al teléfono móvil comandadas por el PIC18F4550 una vez que la seguridad haya sido violada. Los comandos enviados son de tipo AT dentro de una comunicación USART entre el microcontrolador y el modem. (Ver Figura 3.21) [15].

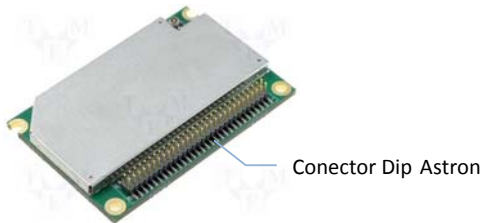


Figura 9. Módulo sim340cz

2.5. Microcontroladores de las familias PIC16F y PIC18F

Para administrar de manera eficiente el sistema es necesario contar con un microcontrolador capaz de gobernar las funciones principales del mismo. Se utilizó dos microcontroladores específicos, los cuales se detallan a continuación:

2.5.1. PIC16F628A.- Las características principales de este microcontrolador son:

- Conjunto reducido de instrucciones (RISC). Solamente 35 instrucciones a utilizar.
- Oscilador interno de 4MHz.

- Opera con una frecuencia de reloj de hasta 20 MHz (ciclo de máquina de 200 ns).
- Memoria de programa: 2048 locaciones de 14 bits.
- Memoria de datos: Memoria RAM de 224 bytes (8 bits por registro).
- Memoria EEPROM: 128 bytes (8 bits por registro).
- Apilado de 8 niveles.
- 16 Terminales de I/O que soportan corrientes de hasta 25 mA.
- Módulos de comunicación serie, comparadores, PWM.

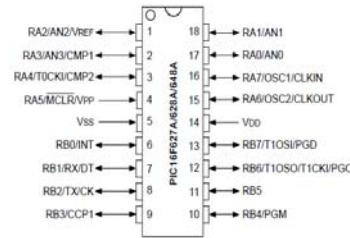


Figura 10. PIC16F828A

2.5.2. PIC18F4550.- El PIC 18F4550, pertenece a los microcontroladores PIC18 de gama alta. Posee una arquitectura RISC (Reduced Instruction set Computer) de 16 bits longitud de instrucciones y 8 bits de datos. La tabla muestra en resumen las características fundamentales de este microcontrolador y de sus antecesores los PIC18F2455/2550/4455. Sus características principales son:

- Tiene dos módulos: Captura/Comparación/ (PWM (CCP) de señales.
- Encapsulado PDIP de 40 pines.
- Memoria de programa: Flash de 16 Kb.
- Memoria de datos: Memoria SRAM de 2048 bytes.
- Memoria EEPROM: 256 bytes.
- Oscilador interno de 31KHz a 8MHz.
- Oscilador externo de 48 MHz
- Módulos de comunicación serie (EAUSART), PWM, SPP, SPI, I2C, ECCP, CCP.
- Módulo de comunicación USB 2.0 por hardware.

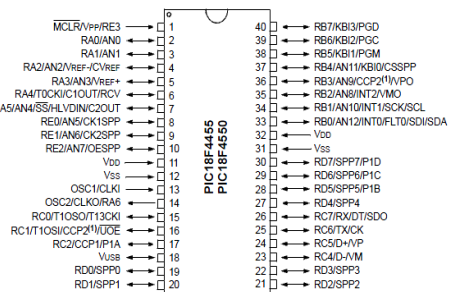


Figura 11. PIC18F4550

3. Diseño e Implementación del Sistema de Alarma Domiciliaria

El sistema está basado en el envío y recepción de señales de radio frecuencia desde los diferentes dispositivos de alarma que se puedan instalar. Las señales serán concentradas en un controlador el cual alertará vía celular en caso de que se active alguna alarma. El sistema tendrá la capacidad de activar o desactivar las alarmas desde el controlador (consola) y administrar los números de celular a los cuales se enviará el mensaje de texto.

3.1. Características del sistema

El proyecto consiste en el diseño de un Sistema de Seguridad Domiciliario basado en:

- Módulo de Comunicación por RF
- Sensores de alerta.
- Módulo de comunicación para red GSM.
- Microcontroladores de familia 16F y 18F

3.2 Descripción de los bloques funcionales

El sistema está compuesto por dos bloques generales: el bloque controlador y el bloque Alarma, tal como se muestra en la Figura 9. Cada uno de estos bloques tienen bloques internos conectados entre sí y cumplen una determinada función dentro del sistema general.

El bloque MÓDULO GSM es el encargado de enviar los mensajes de textos a los diferentes números de celular. Dichos números son guardados en el bloque PIC18.

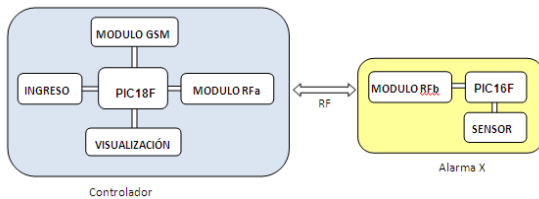


Figura 12. Diagramas de bloques

El bloque INGRESO tiene como función la manipulación de datos que el usuario desea realizar al sistema, tales como ingreso de números de celular, eliminación de los mismos, ingreso/eliminación de alarmas, cambio de contraseñas, etc.

VISUALIZACIÓN, es el bloque que permitirá al usuario, observar una interfaz grafica amigable y fácil de manejar.

El bloque PIC18 es la parte principal del bloque controlador y por ende del sistema, es el que administra los números de celular, el que recibe los datos del bloque de ingreso, también es el que permite procesar la información y mostrarla en el bloque de visualización; también es el que interactúa con el bloque módulo RfA para el envío y recepción de datos desde/hacia el bloque alarma y también es el que da los comandos al modem GSM para el envío de mensajes de texto.

Los bloques MÓDULO RfA y MÓDULO RfB tienen como objetivo transmitir/recibir la información de manera inalámbrica. Cumplen una función muy importante para la comunicación entre bloque Alarma y bloque Controlador.

El bloque PIC16 es aquel que estará en comunicación con el módulo RfA y el SENSOR. Este último enviará una de estos bloques es fundamental para el correcto funcionamiento y operación del hardware.

3.3. Descripción de tramas para comunicación entre controlador y Alarmas

El armado de la seguridad se entiende que el controlador activará inalámbricamente todas las alarmas agregadas. Esto se lo hace a través del bloque de ingreso en donde el usuario da la orden de su ejecución. Una vez hecho esto, el bloque PIC18 armará una trama de datos, la cual será transmitida al bloque alarma a través del bloque RfA. La trama de envío tiene la siguiente estructura:

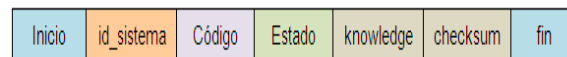


Figura 13. Trama de envío controlador- alarma

- **Inicio:** Byte de inicio, para saber donde comienza la trama
- **Id_sistema:** Identificador único que tiene el sistema, en cada sistema es un identificador diferente
- **Código:** Es el código que se le asigna a la alarma.
- **Estado:** Estado en que se encuentra la alarma (Encendido/Apagado).
- **knowledge:** Respuesta de aprendizaje de recepción.
- **checksum:** Validación de datos.
- **fin:** Byte de fin de cadena, para saber donde finaliza la trama.

3.4 Diagrama de flujo del controlador (consola).

Los diagramas de flujo principales para el funcionamiento del controlador comprenden el armado de la seguridad y la alerta.

3.4.1. Armado de la seguridad.- Es el envío de las tramas correspondientes desde el controlador hacia el bloque de alarmas (ver Fig. 12).

3.4.1. Alerta.- Es el envío del mensaje de alerta a los numero grabados en la memoria del controlador. (ver Fig. 13)

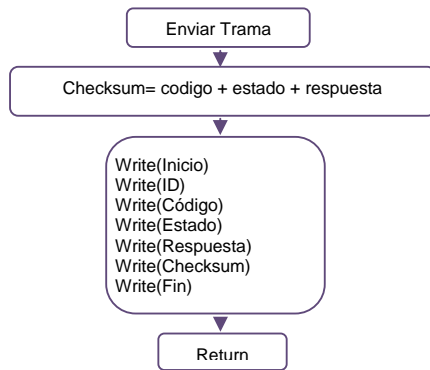


Figura 14. Diagrama de flujo armado seguridad

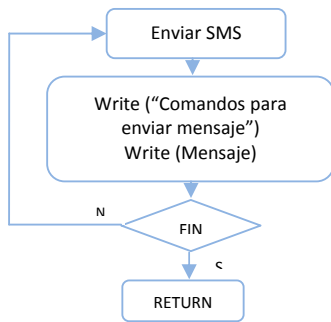


Figura 15. Diagrama de flujo - alerta

4. Implementación y pruebas del sistema

La implementación está basada según los bloques de definidos en la sección 3.2. El software utilizado para dicha implementación fue Proteus7.4.

4.1. Bloque Controlador

Este bloque consta las siguientes etapas:

- ° Etapa GSM
- ° Etapa de Control y Visualización

4.1.1. Etapa GSM.- En la figura 16 se muestra el diagrama esquemático para la etapa GSM, así como también su diseño en pcb (figura 17).

4.1.2. Etapa de Control y Visualización.- En la figura 18 se muestra el diagrama esquemático para la etapa de control y visualización, así como también su diseño en pcb (figura 19).

4.2 Bloque Alarma

En las Figuras 20 y 21, se muestra el diagrama esquemático para el bloque alarma, así como también su diseño en pcb.

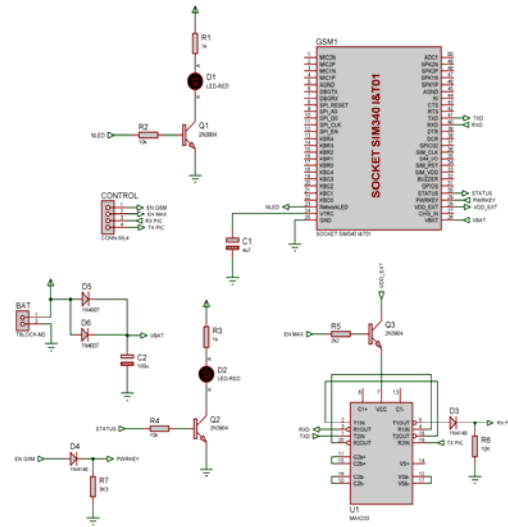


Figura 16. Diagrama Esquemático Etapa GSM

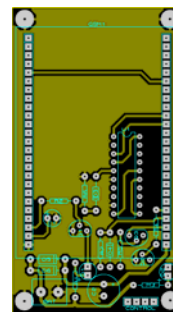


Figura 17. PCB Etapa GSM

GSM solo permite enviar los mensajes de texto uno a la vez. Cabe mencionar que parte de este tiempo es usado por la consola y dispositivos de alarma para confirmar el recibimiento de las tramas enviadas.

4.1.2. Interferencia con otras frecuencias.- Se tomó en consideración los equipos que pueden causar interferencia de frecuencias con el sistema de alarma, tales como: Teléfonos inalámbricos, control de bloqueo de carros y controles remotos de TV, esto se lo hizo en razón de que dichos dispositivos funcionan en la banda de frecuencia igual o diferente a la del sistema teniendo como consecuencia la pérdida de la señal y por ende la pérdida de los datos transmitidos.

Se realizaron pruebas de transmisión y recepción simultáneamente con los equipos antes mencionados, esto fue, para observar algún retraso en la recepción de los mensajes de texto al celular(sms).

En consecuencia, como resultado al diseño de la trama de envío y recepción, además de la modulación FSK incorporada en los módulos de radiofrecuencia, se pudo determinar que el sistema es robusto ante interferencias de los equipos que funcionan en la misma frecuencia; por tanto se puede decir que el sistema

5. Conclusiones

- De lo realizado con el presente proyecto de graduación se ha pretendido dar un ejemplo del sinnúmero de aplicaciones que se puede realizar utilizando las tecnologías inalámbricas y de microcontroladores, además de un estudio preliminar en el que se demuestra que se puede llegar a implementar un proyecto de tal magnitud para uso comercial en nuestro país, convirtiéndose de esta manera en un generador de propuestas en lugar de sólo adquirirlas.
- También se pudo observar que una de las partes más importantes del sistema, la consola (bloque controlador) cuya función es la de concentrar las señales inalámbricas y alertar a los números de celular almacenados en el mismo; tiene un pequeño retardo promedio de 9.83 segundos (con una distancia de operación óptima de 15 metros) desde que una alarma se activa hasta que el mensaje llega hasta el destinatario (numero almacenado). Con esto se concluye que, mientras más obstáculos haya entre consola y dispositivos de alarma mayor será el tiempo de retardo de alerta.
- De acuerdo al basamento teórico en lo referido a la modulación digital de tipo FSK utilizada en los módulos de radiofrecuencia HM-TR en la comunicación inalámbrica entre bloque alarma y controlador, el cual gracias a su índice de

modulación mientras más alto, lo hace inmune al ruido y a las interferencias, permite concluir que el sistema a parte de haber reducido el número de cables a emplear, también tiene un alto grado de robustez ante los inconvenientes antes mencionados; no obstante esto no descarta a los obstáculos físicos que si causan pérdida de la señal.

- Se hizo que el sistema sea fácil de usar y de instalar, además que se pueda agregar otro dispositivo de alarma para aumentar haciéndolo integrable y transportable ya que no necesita da cables para comunicarse. Con esto se demostró que los microcontroladores están presentes en todos sistemas electrónicos a medida que la tecnología avanza.

6. Bibliografía

- [1]. Gobierno de Argentina, “Reseña Histórica De La División Alarmas”, www.policiafederal.ar/esp/salc/alarmas/historia.html
- [2]. HomeSystems, “Productos de Dispositivos de Alarmas”, <http://www.maxicontrolador.com>
- [3]. Encina, “Alarmas cableadas” <http://clubhondacbr125r.com>
- [4]. Monster Security, “Sistema Electrónico de Alarma”, <http://www.seguridadmonster.com/>
- [5]. Zonabot, “Comandos AT”, www.zonabot.com
- [6]. W. Alan Davis, Krishna Agarwal, “Radio frequency circuit design” John Wiley & Sons, Inc., United State 2001
- [7]. IBOARD & Accesorios, “Sensor Infrarrojo de Movimiento”, http://www.rosocontrol.com/ired/IR_Move/IREd.pdf
- [8]. IT Watchdogs, “Door Sensors”, <http://www.itwatchdogs.com/DataSheets/DoorSensor%288.5x11%29033.pdf>
- [9]. Hope Microelectronics Co., “HM-TR Series UHF Wireless Transparent Data Transceiver” www.hoperf.com/upfile/hm-tr.pdf
- [10]. Martin Daniel C, “Funcionamientos de Teclado matricial 4x4 y LCDs”, <http://www.x-robotics.com/rutinas.htm>
- [11]. SIMCOM Ltd, “SIM340C Hardware Interface Description” <http://www.scribd.com/doc/9877/SIM340C-Hardware-Manual>
- [12]. Deco-armonia, “La casa domótica” <http://www.decoarmonia.com/la-casa-domotica>