



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

TRABAJO DE TITULACIÓN

CARRERA: INGENIERÍA ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES

TEMA: Diseño e implementación de un sistema de alerta de accidentes en el hogar con el uso de sensores, monitoreado mediante un terminal celular a través de mensajes vía SMS.

AUTOR: Claudio Alfredo Guamán Jingo

TUTOR: Ing. Wilmer Albarracín Mg.

AÑO 2015

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación certifico:

Que el trabajo de titulación “**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ALERTA DE ACCIDENTES EN EL HOGAR MEDIANTE EL USO DE SENSORES, MONITOREADO MEDIANTE UN TERMINAL CELULAR A TRAVÉS DE MENSAJES VÍA SMS**”, presentado por el Sr. Claudio Alfredo Guamán Jingo, estudiante de la carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito D.M. Marzo del 2015

TUTOR

.....

ING. WILMER ALBARRACÍN MG.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

El abajo firmante, en calidad de estudiante de la Carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones, declaro que los contenidos de este Trabajo de Titulación, requisito previo a la obtención del Grado de Ingeniería en Electrónica Digital y Telecomunicaciones, son absolutamente originales, auténticos y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito D.M. Marzo del 2015

.....

Claudio Alfredo Guamán Jingo

CC: 1002706289

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de grado, aprueban el trabajo de titulación para la graduación de acuerdo con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Tecnológica Israel para títulos de pregrado.

Quito D.M. Marzo del 2015

Para constancia firma:

TRIBUNAL DE GRADO

.....

PRESIDENTE

.....

MIEMBRO 1

.....

MIEMBRO 2

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme salud, sabiduría y guiarme por el camino correcto de la vida. Le doy gracias a mi esposa Sonia y mi hija Katherine por apoyarme en las buenas y malas, por su paciencia y amor incondicional y a mis padres Luis y Anita por los valores que me han inculcado en el transcurso de mi vida, por su ejemplo a seguir. Doy Gracias Al Mg. Wilmer Albarracín por creer en mí y haberme brindado la oportunidad de desarrollar el presente proyecto, Por brindarme la oportunidad de crecer profesionalmente.

DEDICATORIA

Dedico en primer lugar a mi Dios Supremo y creador nuestro, dándome la inteligencia, paciencia, y ser mi guía en mi vida.

Dedico con todo mi amor y cariño a mi amada esposa Sonia G, por su sacrificio y esfuerzo, por darme la oportunidad de ser profesional, para nuestro futuro y por creer en mi capacidad, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre ha estado brindándome su comprensión y su amor.

A mi hija Katherine Leonela por ser mi fuente de motivación e inspiración para superarme cada día y así poder luchar para que la vida depara un mejor futuro

A mi madrecita querida y padre y hermanos quien con su palabra de aliento no me han dejado decaer para seguir adelante

Gracias a todos

ÍNDICE

APROBACIÓN DEL TUTOR	II
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	III
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	IV
AGRADECIMIENTO	V
DEDICATORIA	VI
ÍNDICE	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	1
PROBLEMA INVESTIGADO	1
OBJETIVO.....	2
OBJETIVO GENERAL:.....	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	2
CAPÍTULO I.....	3
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	3
1.1.Etapa de Control de Sensores.	3
1.2.Sensor Magnético.....	3
1.3.Sensor Resistivo de Fuerza.	3
1.4. Sensor de Movimiento.....	3
1.5.Sensor Reconocedor de Voz.	3
1.6.Opto acoplador.	4
1.7.Amplificador Operacional.	4
1.8.Telefonía en Red GSM.....	5
1.8.1.Características de la Red GSM.....	5
1.8.2.Historia de la radio GSM.	5
1.9.SMS.....	6
1.10.Funcionamiento de la Transmisión de la Red GSM.	7
1.11.Componentes del Hardware.....	8
1.11.1.Microcontrolador ATMEGA328.	8
1.11.2.LCD (liquid crystal display).....	8
1.11.3.Interface con el exterior y funcionamiento del módulo.	9
1.11.4.Modem GSM.....	9
1.11.5.Arduino.....	10

1.11.6.Comparación de microcontroladores.	10
CAPÍTULO II	11
BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROCESO INVESTIGATIVO REALIZADO	11
CAPÍTULO III	13
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN.....	13
3.1.Propuesta de la Solución de Accidentes Dentro del Hogar.....	13
3.2.Descripción del Esquema del Sistema de Alerta de Accidentes dentro del Hogar.....	15
3.2.1.Etapa Control de los Sensores de Alerta de Accidentes.....	15
3.2.1.1.Funcionamiento de la Etapa Control de Sensores.	15
3.2.1.2.Activación del Sensor Magnético y Sensor de Movimiento.....	16
3.2.1.3.Activación Sensor Resistivo.....	17
3.2.1.4.Activación Sensor Magnético 2.....	18
3.2.1.5.Sensor Reconocedor de Voz “auxilio”.....	18
3.3.Diseño General del Sistema a Implementarse.	19
3.4.Selección del Sistema Comunicación GSM.....	22
3.5.Análisis de Cobertura GSM Claro-Ecuador.	23
3.6.Elección del Equipo de Comunicación.....	23
3.6.1.Descripción general del hardware GSM SIM-900 ideal para Arduino.....	24
3.7.Hardware y Software Arduino.	24
3.8.Interface Sim Card (Subscriber Identity Module) de la Aplicación GSM.....	25
3.9.Asignación de Pines del Microcontrolador ATMEGA328.	25
3.10.Descripción del Diagrama Esquemático del Sistema de Alertas de Accidentes en el Hogar, con uso de Sensores.....	26
3.11.Descripción del Diagrama Esquemático de la Fuente Reguladora de Voltaje.	28
3.12.Diagrama Esquemático del circuito para el Sensor Resistivo.....	28
3.13.Circuito microcontrolador ATMEGA328 para la etapa de control.	29
3.14.Circuito Opto acoplador para el Sensor Resistivo.....	30
3.15.Circuito Opto acoplador para el Sensor Magnético uno.....	31
3.16.Circuito Opto acoplador para Sensor de Movimiento.....	31
3.17.Circuito Opto acoplador para el Sensor Magnético dos.	32
3.18.Implementación de la Etapa Electrónica del Sistema.....	33
3.18.1.Diagrama board de la tarjeta principal de la parte posterior.	33
3.18.2.Diagrama board de la tarjeta principal de la parte anterior.	34
3.18.3.Diagrama board de la tarjeta de la parte anterior sensor resistivo.	35
3.18.4.Diagrama board de la tarjeta de la parte anterior para sensor resistivo.	35

3.19.Implementación del Sistema.	38
3.20.Pruebas de Funcionamiento.	41
3.20.1.Prueba 1: comportamiento del sistema de alerta de accidentes en el hogar.	41
3.20.2.Prueba 2: tiempo de demora de cada evento.....	47
3.21.Análisis de Resultados.	48
3.21.1.Análisis de resultados de la prueba 1: comportamiento del sistema alerta de accidentes en el hogar.....	48
3.21.2.Análisis de resultados de la prueba 2: tiempos de mora de cada evento.....	48
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	49
CONCLUSIONES:.....	49
RECOMENDACIONES:.....	50
BIBLIOGRAFÍA.....	51
ANEXOS.....	52

ÌNDICE DE FIGURAS

Figura No. 1.1a y b. Amplificador operacional.	4
Figura No. 1.2.Servicio SMS	6
Figura No. 1.3. Métodos de acceso en red GSM.....	7
Figura No. 1. 4. Pantalla LCD.....	8
Figura No.3.1. Diagrama flujo correspondiente a configuración del proyecto.	14
Figura No. 3. 2a y b. Esquema general del sistema de presencia mediante el uso de sensores, mediante un terminal móvil a través de mensajes vía SMS.....	15
Figura No.3.3. Detección del sensor magnético y de movimiento	16
Figura No 3.4. Activación del sensor de tacto.....	17
Figura No 3.5. Activación del sensor magnético.....	18
Figura No. 3.6 Sensor reconocedor de voz a través de un micrófono	18
Figura No 3.7. Diagrama para la implementación del sistema de alerta de accidentes en el hogar con uso de sensores, y monitoreo en un terminal Móvil mediante SMS.	20
Figura No. 3.8. Diagrama del sistema de alerta de accidentes en el Hogar.....	21
Figura No.3.9. Cobertura del servicio GSM a nivel nacional.	23
Figura No.3.10. Sistema de comunicación.....	24
Figura No. 3.11. Diagrama esquemático de la tarjeta principal.....	27
Figura No.3.12. Diagrama esquemático de la fuente de poder	28
Figura No.3.13. Diagrama esquemático del circuito del sensor resistivo.....	29
Figura No.3.14. Diagrama esquemático de la etapa de control de sensores.	30
Figura No.3.15. Diagrama esquemático para detectar al sensor magnético 1 (puerta de ingreso)	30
Figura No.3.16. Diagrama esquemático para detectar al sensor de movimiento (puerta de ingreso)	31
Figura No.3.17 Diagrama esquemático para detectar al sensor resistivo (en el interior del baño)	32
Figura No.3.18. Diagrama esquemático para detectar al sensor magnético 2 (puerta del baño)	32
Figura No.3.19. Diagrama board de la tarjeta parte posterior.	33
Figura No. 3.20. Diagrama board de la tarjeta parte anterior	34
Figura No.3.21. Diagrama board de la tarjeta parte posterior sensor resistivo.....	35
Figura No.3.22. Diagrama board de la tarjeta parte anterior del sensor resistivo.....	35

Figura No.3.23a y b. Circuito impreso de la tarjeta principal.	36
Figura No. 3.24a, b y c Circuito impreso para sensor resistivo.	37
Figura No.3.25a, b y c. Implementación de la central del sistema.	38
Figura No.3.26a y b. Implementación de los sensores; magnético 1 (puerta Principal), sensor de movimiento.....	39
Figura No.3.27 Implementación del sensor magnético 2 (puerta del baño).....	39
Figura No.3.28 Implementación para el circuito para el sensor resistivo (Salida de la ducha del baño).....	40
Figura No.3.29a y b. Correspondientes a las conexiones y el recorrido de cable UTP categoría 5 en la puerta principal e ingreso al baño.....	40
Figura No.3.30a y b, Implementación del sistema de alerta de accidentes etapa control. .	41
Figura No.3.31a y b. Etapa de control y etapa de transmisión.....	42
Figura No.3.32a, b, c, d, e y f. Evento cuando ingresa la persona al hogar.	43
Figura No.3.33. Recibido mensaje; “Se ha detectado ingreso de persona”.....	43
Figura No.3.34. Recibido mensaje; “Se ha detectado puerta abierta”	44
Figura No.3.35. Recibido mensaje; “Se ha detectado salida de persona”	44
Figura No.3.36. Recibido mensaje; “Se ha detectado movimiento en la sala”	45
Figura No.3.37. Recibido mensaje; “Se ha detectado auxilio en el baño”	45
Figura No.3.38. Recibido mensaje; “Se ha detectado demora en el baño”	46
Figura No.3.39. Recibido mensaje; “Se ha detectado auxilio en la sala”	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No.1.1. Aplicaciones de la red GSM.	5
Tabla No.1.2. Breve reseña evolución de la red GSM.....	6
Tabla No.1.3 Descripción de pines del LCD	9
Tabla No.1.4. Comparativo para configuración etapa de control.	10
Tabla No. 3.1 Detalle de la activación de los sensores que el usuario interpretará en el terminal móvil.....	19
Tabla No.3.2. Asignación de bandas en Claro.....	22
Tabla No 3.3. Asignación de pines para el microcontrolador ATMEGA328 en la etapa de control de sensores	25
Tabla No.3.4. Tiempos de duración de los sensores al momento de activarse.....	47
Tabla No.3.5. Valoración de los sensores.....	48

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, en el mercado existen una diversidad de variedades de sistemas de seguridad electrónica que son renovados con el avance tecnológico aplicado y utilizado de acuerdo a las necesidades y requerimientos que el usuario final lo determine. El presente proyecto está enfocado a salvaguardar la integridad a los miembros de una familia, el sistema implementado en un domicilio actuará de manera inteligente, enviando mensajes de alerta cuando un sensor se active a un dispositivo móvil identificando el evento que se suscitó en el interior de una vivienda.

De esta manera se presenta mejorar el tiempo de respuesta de los medios de socorro y brindar una ayuda oportuna precautelando el bienestar de una persona.

Dando la importancia fundamental de la investigación en las fuentes bibliográficas y el aporte de los docentes que con sus conocimientos se sustentará la solución para la ejecución del proyecto. El desarrollo del proyecto ha involucrado aspectos tecnológicos, económicos y operativos, planteados en un informe final y la implementación del sistema que pretende la satisfacción del usuario.

PROBLEMA INVESTIGADO

La variedad de equipos o sistemas electrónicos están enfocados a la seguridad integral de las personas o sus bienes ante un posible robo al domicilio u oficina, no han logrado desarrollar un medio que trabaje como un sistema de alerta de accidentes dentro de un hogar, capaz de reconocer un mensaje emitido por medio de la voz humana solicitando una ayuda cuando haya ocurrido un accidente, considerando cuando una persona haya tenido un accidente dentro de su domicilio, sin tener una ayuda inmediata por los medios de socorro.

OBJETIVO

OBJETIVO GENERAL:

Diseñar e implementar un sistema de alerta de accidentes en el hogar, mediante el uso de sensores en una vivienda de Quito, permitiendo reducir posibles lesiones y muertes de un accidentado a un bajo costo y fácil de instalar, dándole al mismo la capacidad de monitorear y enviar reportes a un dispositivo móvil que disponga servicios de mensajes cortos (SMS), y poder alertar y socorrer accidentes.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Estudiar los elementos electrónicos necesarios para el sistema de alertas de accidentes en el hogar y seleccionar los más adecuados para el desarrollo del proyecto.
- Diseñar con los elementos estructurales un sistema de alerta de accidentes en el hogar con el uso de sensores, monitoreada mediante un terminal móvil a través de mensajes cortos SMS.
- Implementar el sistema de alerta de accidentes en el hogar con el uso de sensores, monitoreada mediante un terminal móvil a través de mensajes cortos SMS.
- Comprobar el óptimo funcionamiento del sistema implementado

CAPÍTULO I

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. Etapa de Control de Sensores.

La central de alarma posee un micro controlador de acuerdo a su programación, es el que recibe las diferentes señales emitidas por los sensores, también se encarga de tomar acciones; como activar una sirena, emitir un mensaje (SMS) por medio de un módulo GSM.

Fuente: (Miniguano, 2008)

1.2. Sensor Magnético.

Es un sensor que forma un circuito cerrado por un imán y un contacto muy sensible que al separarse cambia su estado, se puede programar normalmente cerrado (NC) o normalmente abierto (NA) provocando un salto de alarma. Se utiliza en puertas y ventanas. Fuente:

(Vignoni, 2003)

1.3. Sensor Resistivo de Fuerza.

Un sensor de fuerza de tipo resistivo, proporciona a la salida voltajes de 0V a 5V en función de la fuerza aplicada, cuya resistencia estable es 100K ohmios, cuando existe una presión sobre este sensor baja la resistencia a 10K ohmios, siendo útil para detectar presión. El sensor incluye resistencia abierta en forma cuchillas, cuando existe presión se activa.

Fuente: (Vignoni, 2003)

1.4. Sensor de Movimiento.

Un sensor de movimiento es un dispositivo electrónico que responde a un movimiento físico, su uso más general son en los sistemas de seguridad ayudando a detectar si alguien está dentro de la vivienda. Fuente: (Areny, 2003)

1.5. Sensor Reconocedor de Voz.

El sensor reconocedor de voz, es un circuito diseñado para reconocer la voz humana, con la función de interpretar la voz de acuerdo al lenguaje, con la capacidad de almacenamiento, reconocimiento de voz de hasta quince instrucciones de voz dividiendo en tres grupos cada uno de cinco espacios. El reconocedor de voz utiliza el sensor EasyVR, es versátil, fácil configuración para cualquier aplicación, capaz de utilizar ordenadores (host) con interfaces

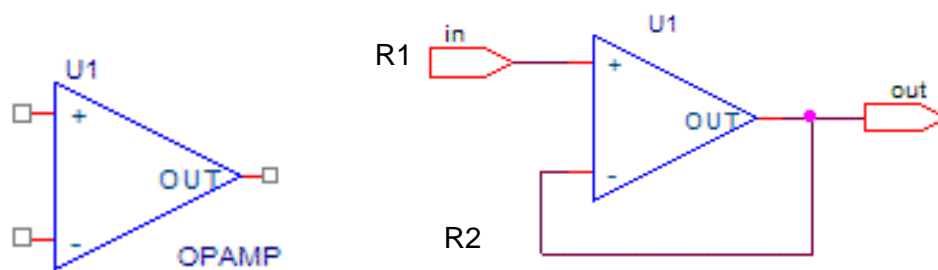
UART “*Universal Asynchronous Receiver-Transmitter*” (Transmisor-Receptor Asíncrono Universal) alimentado con 3V a 5V, con Arduino. Fuente: (Vignoni, 2003)

1.6. Opto acoplador.

Un Opto acoplador es un circuito integrado muy básico compuesto generalmente por un diodo LED y un fototransistor, unidos de tal forma que cuando una señal eléctrica circula a través del LED haciendo que brille la luz que este emite, es recibida por la base del fototransistor, que empieza a actuar en modo saturación. Fuente: (Muñoz Moreno, 2012)

1.7. Amplificador Operacional.

En el proyecto presente se utilizó un amplificador operacional, por su ganancia típicamente de un orden de los miles en su salida, con referencia a las entradas inversoras; inversora negativas (-) y no inversa positiva (+), cómo se muestra en las figuras No. 1.1a y b.



a) Amplificador, comparador

b) Amplificador, retroalimentación negativa.

Figura No. 1.1a y b. Amplificador operacional.
Fuente: (Guaman Jingo, 2015)

Para la detección del sensor resistivo se utilizó un seguidor o buffer, su configuración es un amplificador no inversor como se muestra en la figura No.1.1 b. donde R1 vale infinito y R2 vale cero, es decir la Z_{in} impedancia de entrada es muy elevada, y una impedancia de salida Z_{out} muy pequeña, se le conoce como un adaptador de impedancias, es una manera de aislar dos circuitos, evitando sobrecargas sobre el segundo circuito.

Fuente: (Vignoni, 2003)

1.8. Telefonía en Red GSM.

Una red celular es un sistema terrestre es la más común en la tecnología GSM denominado por sus siglas “*Global System for Mobile Communications*” (Sistema Global para las Comunicaciones Móviles), desarrollado e implementado como un estándar Europeo con una red digital para teléfonos celular móviles para voz, mensajería y datos, en un inicio su buena acogida por la sociedad, fue evolucionando constantemente una de sus relevantes características es el roaming internacional en comparación a otras tecnologías, como era CDMA “ *Code Division Multiple Access*” (Acceso Múltiple por División de Código). Ofreciendo tener el mismo número donde existe la red GSM teniendo acogida de un 70 % en el mercado móvil digital en el mundo. Fuente: (Herrera García, 2013)

1.8.1. Características de la Red GSM.

Dentro de las características generales de la red GSM se ha realizado la tabla No.1.1 para describir sus aplicaciones.

Tabla No.1.1. Aplicaciones de la red GSM.

Sistema GSM, posibilidad de usar el terminal móvil con SIM CARD en otros países (roaming)
Servicio de mensaje cortos (SMS) el cual puede enviar y recibir mensajes con hasta 126 caracteres.
Reenvió de llamadas a otro número.
Transmisión y recepción de datos hasta 9,6 kbps.

Fuente: (Herrera García, 2013)

1.8.2. Historia de la radio GSM.

Para tener un conocimiento breve de la evolución de la red GSM se ha realizado la tabla No.1.2, donde se detalla desde el año de nacimiento de la red móvil.

Tabla No.1.2. Breve reseña evolución de la red GSM

Año	Etapas de Evolución.
1982	Creación el "Grupo Especial Móvil" dentro del CEPT (Conference of European Postal & Telecommunication Administration).
1987	Se selecciona tecnología digital Acceso múltiple TDMA
1989	GSM nace con el comité técnico del ETSI (Instituto Europeo de Normas en Telecomunicaciones).
1990	Etapa uno con estándar GSM 900 y pasa el proceso y comenzando el estándar DCS1800 (Digital Cellular System 1800)
1992	Comienzo de las operadoras Europeas en el estándar GSM 900, ingresando al mercado dentro de la comercialización.
2015	40.000 millones de usuarios en la red GSM

Fuente: (Herrera García, 2013)

1.9. SMS.

El servicio más utilizado en la red GSM, es el de mensajería conocida como (SMS) “*Short Messages Systems*” (Sistema de Mensajes Cortos), su uso en un inicio fue en los sistemas celulares digitales de segunda generación (2 G).

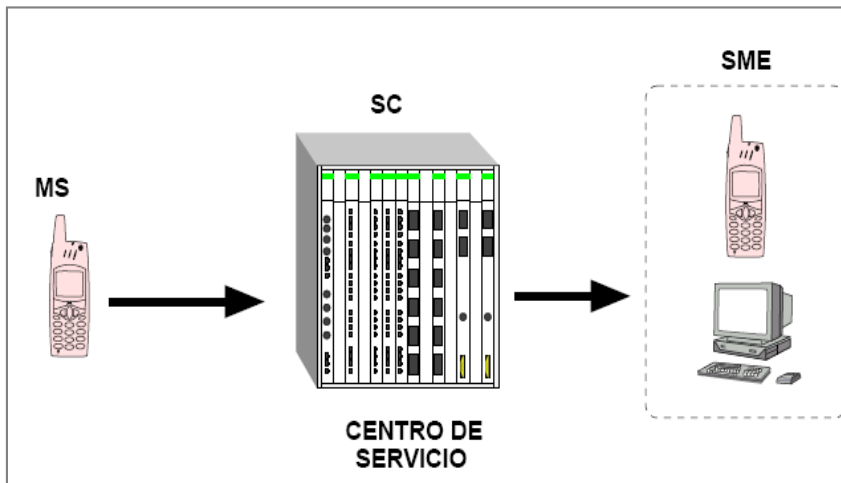


Figura No. 1.2. Servicio SMS
Fuente: (González Gomez, 2001)

Para establecer la transferencia de mensajes no es más que la comunicación entre la estación móvil (MS) y la entidad de servicio móvil (SME) a través de un centro de servicio (SC), esto se establece siempre con una comunicación extremo a extremo entre estaciones

móviles y la entidad, como se muestra en la figura No. 1.2. La entidad de servicio móvil (SME) puede establecer incluso con otro terminal móvil de otra operadora, utilizando como medio de comunicación la red GSM implementada. Fuente. (David, 2003)

1.10. Funcionamiento de la Transmisión de la Red GSM.

El sistema GSM utiliza dos frecuencias, la primera banda es 824 a 849 MHz se utiliza para la transmisión móvil y la segunda frecuencia 869 a 894 MHz para la transmisión de la red implementada.

Dentro de los métodos que utiliza la red GSM para tener administración de las frecuencias es la combinación de dos métodos de accesos: TDMA "*Time Division Multiple Access*" (Acceso por División de Tiempo), y el método de acceso FDMA "*Frequency Division Multiple Access*" (Acceso por División de Frecuencia).

En FDMA para la red GSM se divide en canales de 25 MHz con canales 128 a 251 con una anchura de 200 KHz y una velocidad de transmisión de 270Kbps, se asigna una o más de la frecuencias que se le atribuye a la estación base donde se vuelve a dividir pero en tiempo utilizando el método de acceso TDMA en "eight time slots" (ocho espacio de tiempo), en la figura No 1.3, se muestra los dos métodos accesos.

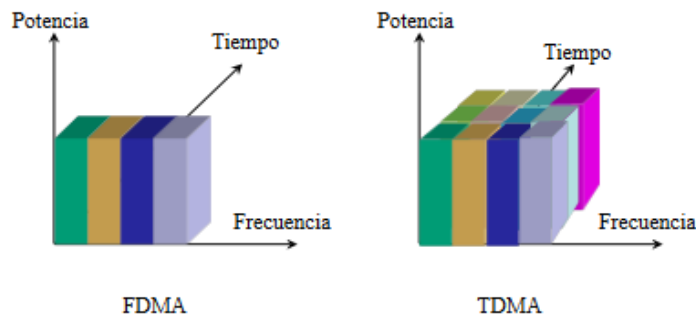


Figura No. 1.3. Métodos de acceso en red GSM.
Fuente: Halonen Timo, 2002.

Cada time slot es utilizado uno para recepción y el otro para transmisión, ellos se encuentran separados por un espacio prudencial para que el terminal no reciba y transmita en el mismo tiempo esto se la ha denominado "full rate" (tasa completa), la red GSM se divide en frecuencias en espacios de dieciséis (16), proceso asignado a half-rate, y la tasa de trasmisión de datos es inferior, luego viene la codificación de la voz en una manera más compleja, para detectar errores en la emisión y puedan ser corregidos.

El time slots (espacio de tiempo) es enviado por aire hacia el terminal con una duración de 577 milisegundos con una capacidad de 116 bits con codificación, el terminal es configurado para tener la agilidad de frecuencia, logrando cambiarse de time slots utilizado para la transmisión y recepción y un control del total del frame, también con la capacidad del terminal móvil de verificar otros canales de mayor señal y cambiarse al de mayor intensidad.

Fuente: (Herrera García, 2013).

1.11. Componentes del Hardware.

1.11.1. Microcontrolador ATMEGA328.

De la familia AVR “*Advanced Virtual RISC o Alf y Vergard*”, por el nombres de los diseñadores RISC “*Reduced Instruction Set Computer*”, (Computador con Conjunto de Instrucciones Reducidas), poseen una gran potencia de cálculo, ideal para albergar los algoritmos de control más complejos, se ha diseñado para ser sencillo y fácil de utilizar, pero sin perder nada de potencia. Uno de los mayores atractivos es el procesador, su eficiencia al utilizar código en lenguaje C compilado y la existencia del compilador GNU”Gnu Not Unix“, con una plataforma de código abierto dando posibilidades únicas de programar en un lenguaje de alto nivel. Fuente: (Miniguano, 2008).

1.11.2. LCD (liquid crystal display).

Es una pantalla hecha de cristal líquido sirve para la visualización gráfica para la presentación de un micro controlador en forma de caracteres, símbolos incluso gráficos esto dependerá del modelo del display, se presenta 2 filas de 16 caracteres cada fila y cada carácter dispone de una matriz de 5 por 7 pixeles (puntos), en su hardware internamente se encuentra un micro controlador HITACHI 44780 que regula los parámetros de presentación su consumo de energía es alrededor de 5 mA. En la figura No 1.4, se visualiza como se encuentra en su configuración inicial. Fuente: (Miniguano, 2008)

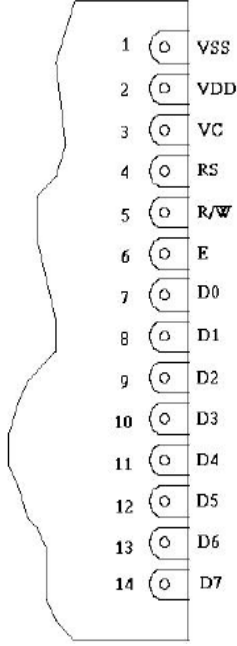


Figura No. 1. 4. Pantalla LCD
Fuente: (Guaman Jingo, 2015)

1.11.3. Interface con el exterior y funcionamiento del módulo.

En las interfaces del LCD principales para su alimentación y conexión se ha determinado la tabla No.1.3.

Tabla No.1.3 Descripción de pines del LCD



Nº de PIN	Símbolo	Descripción
1	VSS	Tierra (0V)
2	VDD	Alimentación (+ 5V)
3	VC	Voltaje de ajuste del contraste
4	RS	Selección de registro
5	R/W	Lectura/escritura
6	E	Enable (habilitar)
7	D0	Bits de datos menos significativos
8	D1	Bits de dato
9	D2	Bits de dato
10	D3	Bits de dato
11	D4	Bits de dato
12	D5	Bits de dato
13	D6	Bits de dato
14	D7	Bits de datos más significativos

Fuente: (Guaman Jingo, 2015)

1.11.4. Modem GSM.

En el caso del proyecto el modem viene a ser módulo GMS SIM-900, su elección se dio básicamente por las características técnicas que tiene este modelo y la compatibilidad con los comandos AT en modo texto y modo PDU "*Protocolo Distribution Unit*" (Unidad de Datos de Protocolo), compatible que se requieren para la programación del microcontrolador.

Para controlar el modem se tiene un estándar basado en comandos AT HAYES, conocidos comúnmente como comandos AT. El modem antes de realizar conexiones y configuración se encuentra en modo comando.

Cuando se encuentra en este modo se puede configurar y controlar al modem utilizando comandos AT, una vez realizada la conexión en forma remota, pasa al modo comando por la cual la información llega al modem en comunicación serial la información es interpretada por comandos AT, estos comandos son cadenas de caracteres ASCCII solicitadas por comandos AT determinado con un retorno de "carriage" (carro), cada vez que el modem recibe un comando procesa esa información devuelve un resultado que normalmente son cadenas de caracteres ASCCII. Fuente: (Miniguano, 2008)

1.11.5. Arduino.

Es una herramienta para configuración de microcontroladores en un entorno de desarrollo con plataforma de hardware libre utilizado para el desarrollo de proyectos electrónicos interactivos, donde sus entradas tienen una variedad de interruptores que pueden controlar una variedad de dispositivos conectados como son luces, motores, sensores. El hardware consiste de una placa microcontroladora Atmel AVR para el cual fue utilizado es el más común ATMEGA 328, por su configuración sencilla, fácil de encontrar en el mercado, por su sencillez y bajo costo que permiten el desarrollo de múltiples diseños.

El lenguaje de programación en una placa Arduino con microcontrolador es implementado por cable, en una plataforma similar a una computadora, en un entorno de programación multimedia en su procesamiento. Fuente: (Areny, 2003)

1.11.6. Comparación de microcontroladores.

Par el diseño e implementación del proyecto, se ha realizado la tabla No.1.4 donde se indica la ventajas del uso de Arduino, versus las demás familias Atmel Norway, PIC.

Tabla No.1.4. Comparativo para configuración etapa de control.

Micro controlador	Ventajas	Desventajas	Peso (1-5)
ARDUINO	<ul style="list-style-type: none">○ Asequible (bajo Costo)○ Multi-plataformas (Linux, Windows)○ Entorno de programación simple y sencillo○ Software ampliable código abierto○ Hardware ampliable.	En etapa de desarrollo	5
AVR	<ul style="list-style-type: none">○ Costo de adquisición○ Tamaño del equipo○ Velocidad de procesamiento	Lenguaje de Programación extenso.	4
PIC	<ul style="list-style-type: none">○ Confiable mucho tiempo en el mercado.○ Gran cantidad de librerías○ Tamaño del equipo	<ul style="list-style-type: none">○ Lenguaje de programación extenso.○ Uso complicado○ Alto Costo	2

Fuente: (Guaman Jingo, 2015)

CAPÍTULO II

BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROCESO INVESTIGATIVO REALIZADO

Luego de determinar la teoría necesaria para desarrollar el proyecto presente, se plantea el problema principal, en la gran mayoría de las viviendas del país, no existe un sistema de alerta sobre accidentes dentro del hogar, no cuenta con alguna tecnología.

Dentro del objetivo descrito se tiene el diseño e implementación para el desarrollo del proyecto presente.

Dentro de los objetivos planteados se encuentra diseño e implementación de un sistema de alerta de accidentes dentro del hogar, pruebas de funcionamiento y el resultado del proyecto.

Para el desarrollo del diseño se apoyará con la teoría investigada, para poder definir qué elementos electrónicos son necesarios para la implementación del sistema.

Luego del diseño se tiene la implementación, se tomará las zonas de más riesgos de accidentes fortuitos dentro del hogar, donde se instalará sensores para alertar accidentes cuando se active un sensor de cualquier zona la etapa de control interpretará la información, luego activará la etapa de transmisión enviando un mensaje SMS, a través de la red GSM de Claro donde el usuario podrá leer el mensaje y podrá identificar que existe un accidente en su casa y tomará la mejor decisión más adecuada para socorrer a la persona accidentada dentro del hogar.

La idea a defender o hipótesis al implementar el sistema de alerta de accidentes dentro del hogar, el usuario al recibir la alerta podrá ayudar de una manera oportuna con los medios de socorros.

Dentro de las variables se tiene las siguientes:

- ✓ **Como variable Independiente:** Sistema de alerta de accidentes en el hogar
- ✓ **Como variable Dependiente:** El usuario al recibir la alerta podrá ayudar de una manera oportuna con los medios de socorros.

Para el diseño e implementación del presente proyecto se han utilizado ciertas tecnologías que permitirán alertar accidentes dentro de las viviendas, como es la tecnología Arduino como la parte de control de sensores, y como medio de transmisión y recepción de SMS como es un módulo GSM con SIM CARD activo en red celular GSM de Claro obteniendo como resultado final ayudar a una persona sola que haya sufrido un accidente dentro del hogar, y dar una ayuda oportuna.

Para el proceso del proyecto con la finalidad de demostrar la hipótesis y dar cumplimiento a los objetivos planteados se ha utilizado como primera parte el método analítico y sistemático que servirá para analizar toda la información recopilada y útil para el desarrollo del sistema de alerta de accidentes.

Luego de conocer los elementos necesarios para el proyecto se ha utilizado el análisis de conceptos, encaminados para el diseño, con la idea de alertar accidentes en el hogar, basados en imaginación, ingenio e inventiva con la finalidad de tener una idea clara que se requiere realizar; para ello se ha utilizado el diagrama flujo y gráfico explicativos demostrando cómo será el funcionamiento del sistema. Finalmente se ha utilizado el método experimental que es aplicado para la implementación y validación del sistema.

Con el proyecto implementado dentro de una vivienda, se espera disminuir los accidentes dentro del hogar, utilizando una tecnología que se encuentra en el mercado, con un software de fácil acceso a la sociedad y de fácil interpretación. El servicio se puede extender para casas unifamiliares, viviendas en general grandes centros industriales, iglesias, instalaciones deportivas, laboratorios médicos, bibliotecas, en variedad de lugares con la finalidad de proteger la integridad de una persona.

CAPÍTULO III

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN.

3.1. Propuesta de la Solución de Accidentes Dentro del Hogar.

Para la solución del problema se presenta un sistema de alerta de accidentes en el hogar con la utilización del microcontrolador ATMEGA328 con placa Arduino, que realiza la lectura de los cuatro sensores (magnético, resistivo de fuerza, de movimiento, un reconocedor de voz), cuando se active uno de los sensores, esta información será enviada, a través de un módulo GSM (SIM-900), con SIM CARD activado en la red celular (GSM de Claro), llegando al usuario quien lee el mensaje, tomando una adecuada decisión.

Para el diseño del proyecto se presenta una esquematización gráfica (diagrama Flujo) en la cual muestra los pasos o procesos a seguir para alcanzar la solución del problema, a partir del mismo se escribirá el programa de la etapa de control con un lenguaje de programación simple y directa.

El diagrama Flujo facilitará la manera de representar la visualización del flujo de la información analizando el proceso que se requiere para realizar el programa y objetivo del proyecto.

Se requiere alertar accidentes dentro de una vivienda, para ello se utilizará cuatro sensores (magnético, resistivos, de movimiento, reconocedor de voz), luego se tendrá la etapa de control que se encargará de tomar la lectura de cada uno de los sensores y se determinará un proceso que se requiere activación y desactivación de la etapa de transmisión y recepción (módulo GSM), enviando un mensaje de alerta al usuario, con la finalidad de alerta a tiempo los accidentes que puede ocurrir dentro del hogar.

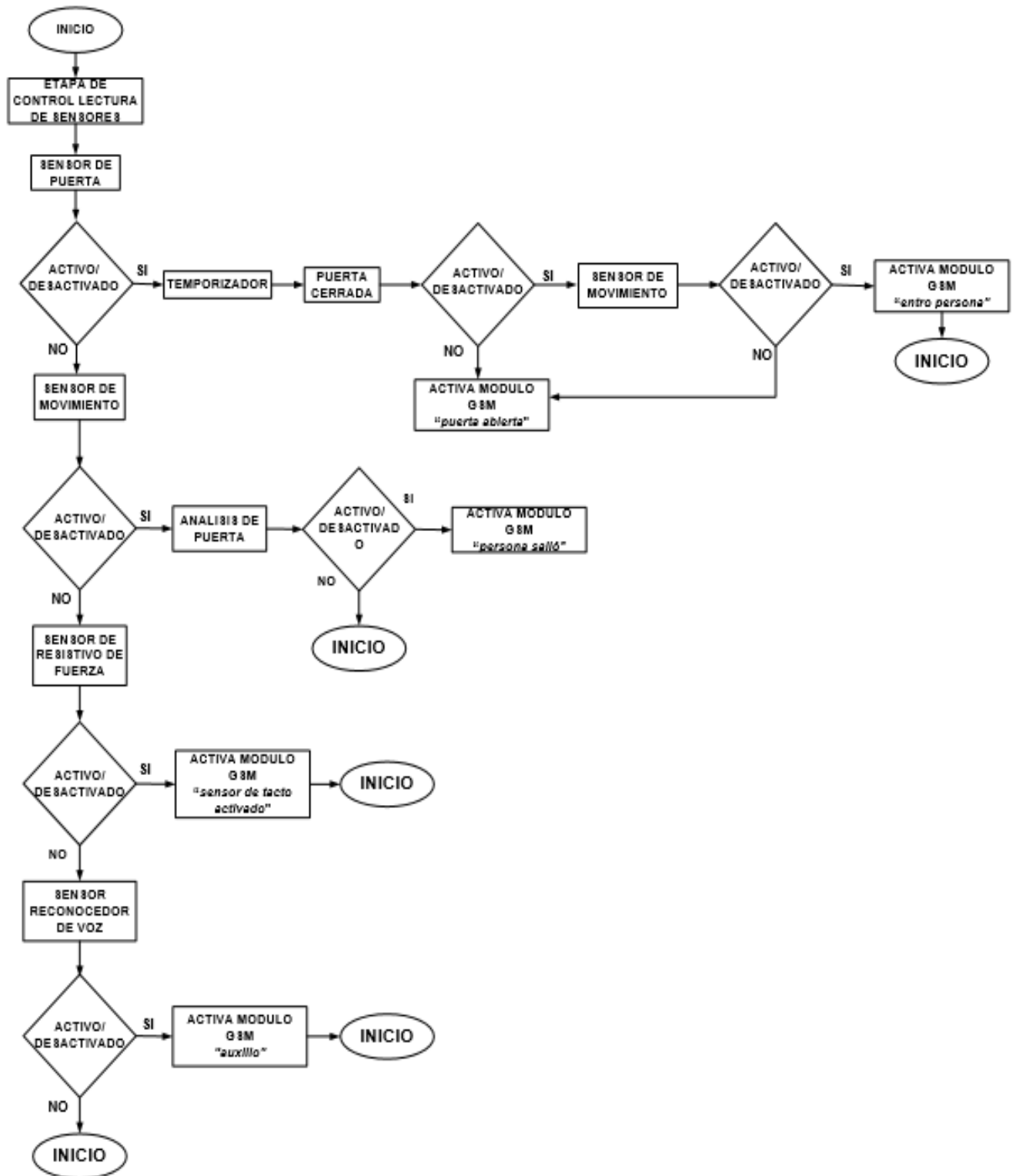
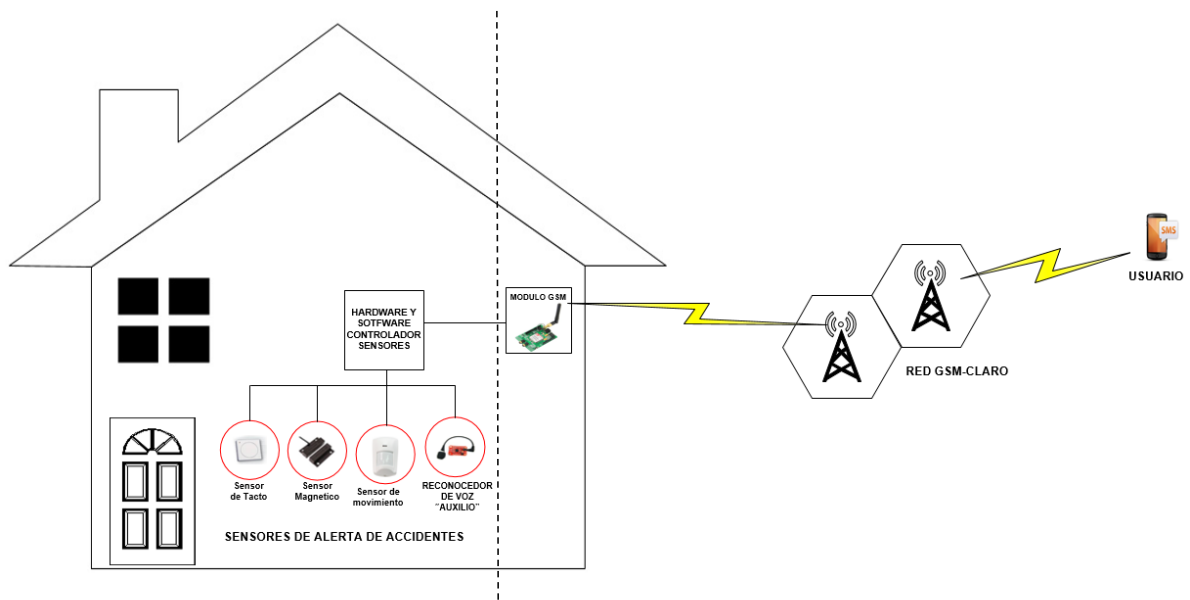


Figura No.3.1. Diagrama flujo correspondiente a configuración del proyecto.
 Fuente: (Guaman Jingo, 2015)

3.2. Descripción del Esquema del Sistema de Alerta de Accidentes dentro del Hogar.



a. Etapa de control de sensores

b. Etapa de transmisión.

Figura No. 3.2a y b. Esquema general del sistema de presencia mediante el uso de sensores, mediante un terminal móvil a través de mensajes vía SMS.

Fuente: (Guaman Jingo, 2015)

- a. En la figura No.3.2a, se define la etapa de control de sensores, que tomará las lecturas de los sensores (magnético, de movimiento, resistivo de fuerza, reconocedor de voz); el momento que se active uno de los sensores, activará a la etapa de transmisión y recepción, enviando un mensaje de alerta. Utilizando la red GSM emitirá un mensaje al usuario, quien leerá el mensaje de alerta y tomará la decisión más adecuada.
- b. En la figura No. 3.2b, se ha definido la etapa de Transmisión y Recepción, compuesta por un módulo GSM con la capacidad de envío y recepción de mensajes cortos SMS con SIM CARD activado en la red GSM-CLARO.

3.2.1. Etapa Control de los Sensores de Alerta de Accidentes.

Para la etapa de control de sensores, se realizó el estudio necesario para su configuración y cumplir la propuesta del proyecto en base de la necesidad del usuario final.

3.2.1.1. Funcionamiento de la Etapa Control de Sensores.

La etapa control se encargará de tomar las lecturas de los sensores de alertas de accidentes en el hogar (magnético, de movimiento, resistivo de fuerza, reconocedor de voz). Cuando ocurra un accidente dentro del hogar se activará el sensor dependiendo del lugar en que

esté ubicado el sensor, este dato es interpretando y enviado a la etapa de Transmisión y Recepción, y luego es enviado al usuario final en forma mensajes SMS.

3.2.1.2. Activación del Sensor Magnético y Sensor de Movimiento

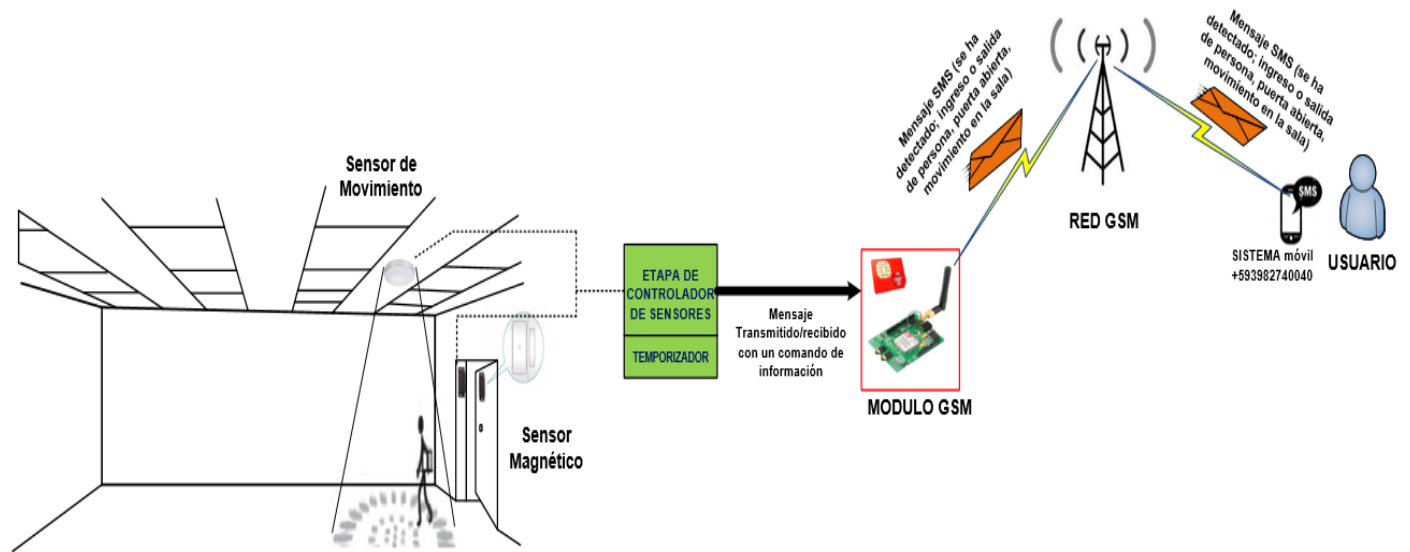


Figura No.3.3. Detección del sensor magnético y de movimiento
Fuente: (Guaman Jingo, 2015)

Al ingresar al domicilio la persona encontrará en la entrada principal dos sensores como son magnéticos y de movimiento. El sensor magnético se encontrará en contacto en un estado de 0L, cuando se abra la puerta el sensor magnético, se activará y cambiará su estado a 1L, la etapa de control detectará esta transición e ingresará el temporizador con un intervalo de tres (3) min, tiempo que tendrá la persona para cerrar la puerta al igual que se activará el sensor de movimiento en estado actual 0L a un nuevo estado de 1L, si se cierra la puerta en el intervalo indicado y se activa el sensor de movimiento, se activa la etapa de transmisión y recepción enviando un mensaje “*Se ha detectado ingreso de persona*” y luego retornará a su estado normal.

Si en el caso que no se logre cerrar la puerta durante el intervalo de tiempo programado en la etapa de control y esté activo el sensor magnético, esto produce que se active la etapa de transmisión y recepción enviado un mensaje “*Se ha detectado puerta abierta*” y luego retornará a su esta normal.

En el proceso de la salida de la persona, encontrará al sensor de movimiento que está en estado 0L , cuando se active pasa al estado 1L, esta transición activa la etapa de control, a

la espera del sensor magnético colocado en la puerta principal, si se abre la puerta y se activa el sensor entrará el temporizador de tres (3) min para cerrar la puerta, si se realiza este proceso activará la etapa de transmisión y recepción SMS enviando un mensaje “*Se ha detectado salida de persona*”.

Si la persona intenta salir se encontrará por el sensor de movimiento y se activará pasando de un estado 0L a un nuevo estado 1L, esta transición detectará la etapa de control y queda a la espera que se active el sensor magnético; si no se activa este sensor activará la etapa de transmisión y recepción de SMS enviando un mensaje al usuario “*Se ha detectado movimiento en la sala*”. Todos los eventos anteriormente descritos se muestran en la figura No.3.3.

3.2.1.3. Activación Sensor Resistivo.

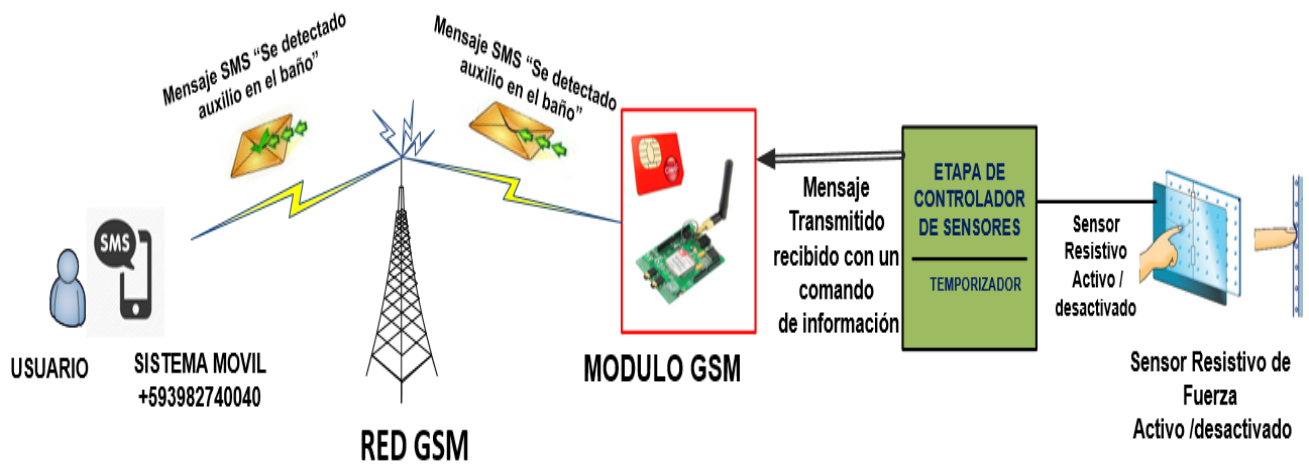


Figura No 3.4. Activación del sensor de tacto.
Fuente: (Guaman Jingo, 2015)

Este sensor estará ubicado dentro de la vivienda ubicado en el baño familiar, el sensor estará siempre desactivado en un estado 0L, en el momento que la persona lo presiona activará el sensor pasando a un nuevo estado 1L, esta información será detectada por el etapa de control de sensores que se encargará de enviar el mensaje “*Se ha detectado auxilio en el baño*”, a través del módulo GSM enviará al usuario final el mensaje quien entenderá que tiene una alerta de accidente en la vivienda, con precisión en el baño y podrá dar una ayuda oportuna a la persona accidentada, en la figura No.3.4 se muestra el proceso del evento descrito.

3.2.1.4. Activación Sensor Magnético 2.

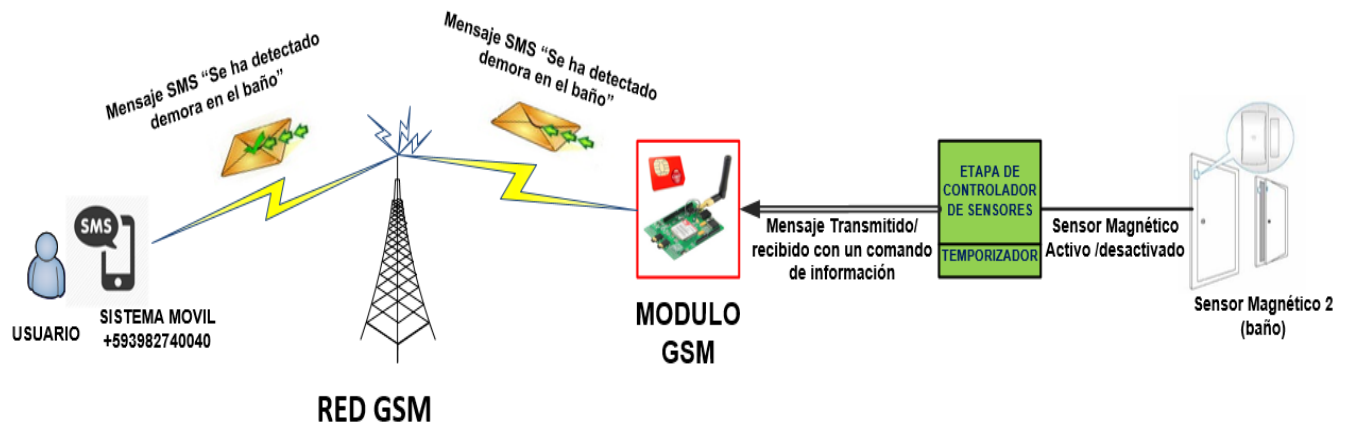


Figura No 3.5. Activación del sensor magnético.
Fuente: (Guaman Jingo, 2015)

El sensor magnético número dos (2) estará ubicado en la puerta del baño familiar este sensor siempre estará desactivado en estado 0L, en el momento que la persona ingrese al baño activará el sensor a 1L, esta transición interpretará la etapa de control activando el temporizador con un duración de tres (3) min, la persona que está dentro del baño tendrá este tiempo prudencial para estar dentro del baño, si no sale durante este tiempo se activará la etapa de transmisión y recepción enviando un mensaje "Se ha detectado demora en el baño" enviando al usuario el mensaje quien leerá y sabrá que a la persona dentro del baño le sucedió un accidente y podrá dar una oportuna ayuda a la persona accidentada. En la figura No 3.5 se muestra lo antes descrito.

3.2.1.5. Sensor Reconocedor de Voz "auxilio"

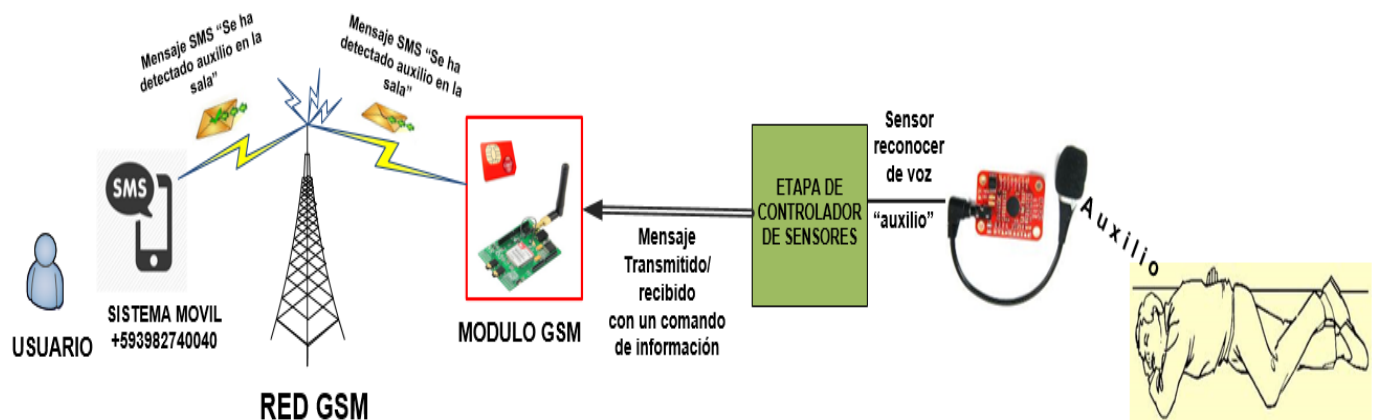


Figura No. 3.6 Sensor reconocedor de voz a través de un micrófono
Fuente: (Guaman Jingo, 2015)

Se ha previsto que el sensor reconocedor de voz esté en un lugar donde se puede tener con frecuencia un accidente fortuito como es la sala donde existe el suelo con baldosa, al tener un accidente dentro del hogar la persona logrará solicitar socorro, mediante la palabra “auxilio”, el sensor reconocedor de voz escucha la palabra y esta señal será enviada en forma serial a la etapa de control de sensores, codifica esta señal, carga el mensaje programado “auxilio”, envía el mensaje de forma de comando al módulo GSM, que procederá a enviar por la red GSM CLARO al terminal móvil, en el que recibirá el mensaje de alerta “Se ha detectado auxilio en la sala”, el usuario leerá el mensaje en forma de alerta y tomará la mejor decisión para poder auxiliar a la persona que le ocurrió un accidente dentro de la vivienda. Lo descrito se muestra en la figura No. 3.6.

El usuario sólo recibirá el mensaje cuando se active el reconocedor de voz con la palabra “auxilio”, en tabla No. 3.1 se ha determinado todos los mensajes que interpretará el usuario que llegan en su terminal móvil.

Tabla No. 3.1 Detalle de la activación de los sensores que el usuario interpretará en el terminal móvil.

SENSORES ACTIVOS	ACCIÓN (MENSAJE)	INTERPRETACIÓN DEL USUARIO
magnético 1 + movimiento	Se ha detectado ingreso de persona	ingreso de persona a la vivienda
magnético 1 + movimiento	Se ha detectado puerta abierta	puerta principal abierta
Movimiento + magnético 1	Se ha detectado salida de persona	salida de persona de la vivienda
magnético 1	Se ha detectado movimiento en la sala	sensor de movimiento activo dentro de la casa
Resistivo	Se ha detectado auxilio en el baño	se ha presionado el sensor resistivo solicitando socorro a la persona que está en el baño
Magnético 2	Se ha detectado demora en el baño	La persona se demora en el baño más del tiempo programado, alerta de posible accidente
Reconocedor de voz	Se ha detectado auxilio en la sala	Sensor reconocedor de voz activo, solicitud de socorro inmediato de la persona dentro del hogar

Fuente: (Guaman Jingo, 2015)

3.3. Diseño General del Sistema a Implementarse.

Luego de realizar un breve análisis de las características generales de la etapa de control de sensores, se describe en forma detallada dónde estarán ubicados los sensores; así cómo se monitorea el sistema.

El sensor magnético 1 y el sensor de movimiento serán instalados en la puerta principal de la vivienda, esto ayudará a detectar el ingreso y salida de la persona de la casa.

El sensor magnético 2 y el sensor resistivo serán instalados en el baño principal de la vivienda, con estos sensores se logrará alertar un accidente dentro del baño.

El sensor reconocedor de voz será instalado en la sala principal donde existe más probabilidad de accidentes, con esto se ayudará a socorrer a la persona accidentada con una simple palabra de “auxilio”

La etapa de control y la etapa de transmisión y recepción de mensajes será instalada en la sala principal un sitio estratégico para su alimentación y conexión de los diferentes sensores instalados, y donde la etapa de transmisión y recepción (módulo GSM) opera con normalidad.

En la figura 3.7 se muestra el diagrama para la instalación de los sensores de alerta en las zonas de mayor riesgo de accidentes.

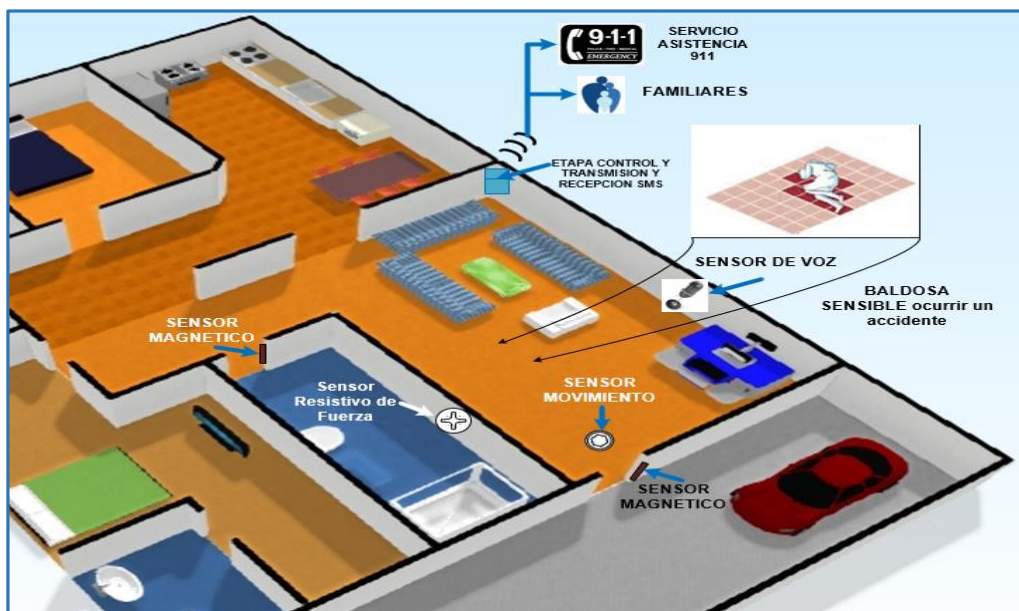


Figura No 3.7. Diagrama para la implementación del sistema de alerta de accidentes en el hogar con uso de sensores, y monitoreo en un terminal Móvil mediante SMS.

Fuente: (Guaman Jingo, 2015).

La figura 3.8 muestra los diferentes dispositivos a utilizarse en la implementación del sistema, así:

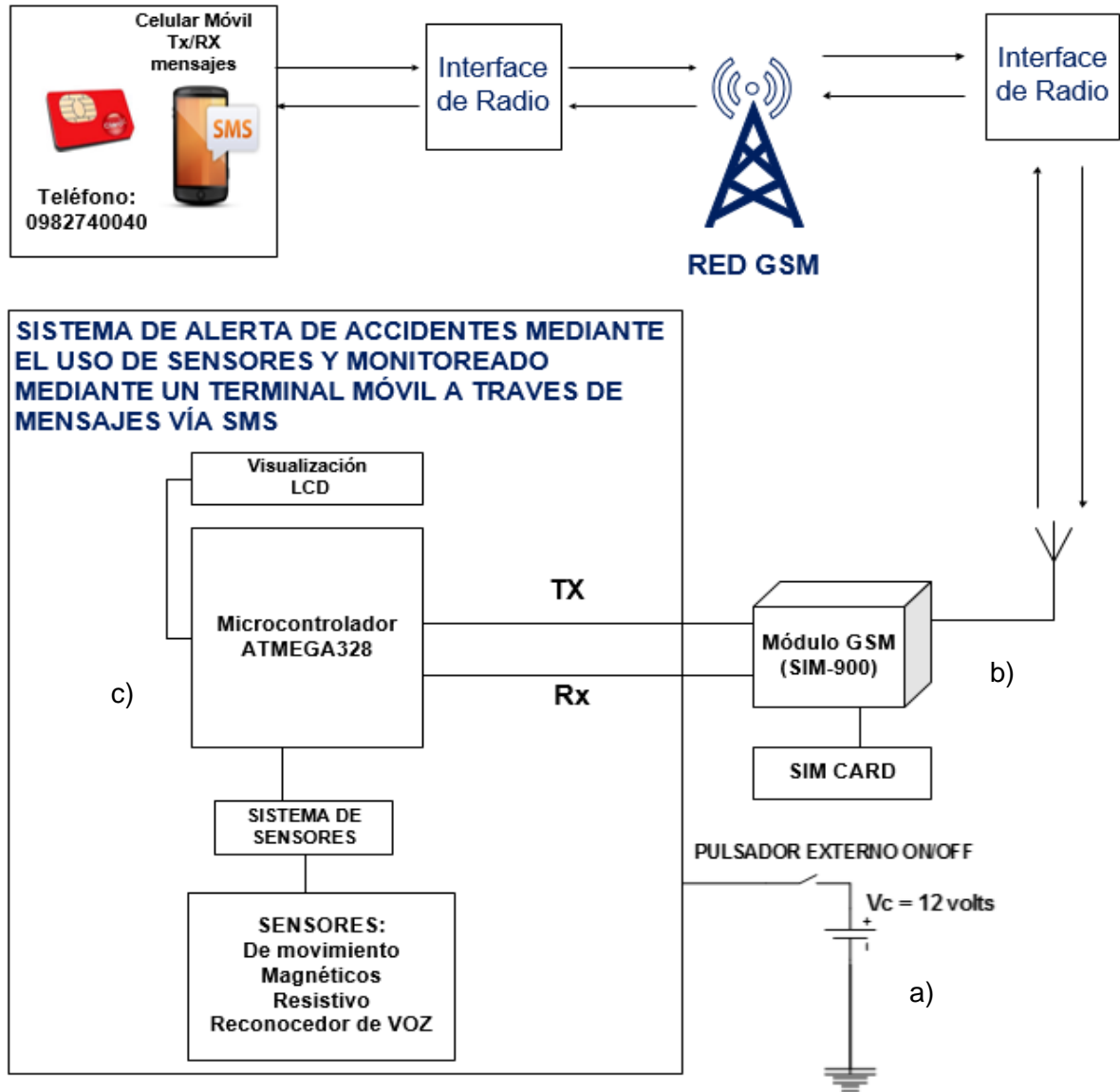


Figura No. 3.8. Diagrama del sistema de alerta de accidentes en el Hogar.
Fuente: (Guaman Jingo, 2015)

- a. Para la alimentación del sistema control de sensores y la etapa de transmisión y recepción (módulo GSM), se ha diseñado utilizar una fuente de voltaje de 12 V_{DC} y un interruptor de encendido y apagado, esto ayudará en un momento de emergencia.

- b. Para la etapa de transmisión y recepción de mensajes se utilizará el módulo GSM (SIM-900) con SIM CARD que estará activado en la red Claro Ecuador el cual está conectado a la etapa de control de sensores (ATMEGA-328).
- c. En la sección de control de sensores, se utilizará con tarjeta madre Arduino y con el dispositivo electrónico principal que es el microcontrolador ATMEGA-328 el cual se encargará de tomar las lecturas de los sensores activos conectados y también enviará en forma de comandos AT al módulo GSM (SIM-900) con SIM CARD activando en la red GSM de Claro, cuando se active un sensor se entiende que existe un accidente y también se indicará en un display el evento que está sucediendo y esto lo realizará en forma secuencial.

3.4. Selección del Sistema Comunicación GSM.

Para el proyecto en la etapa de transmisión se utilizará la red GSM, en el Ecuador los proveedores con esta tecnología son las compañías OTECEL (MOVISTAR), CONECEL (CLARO), las mismas que operan en las frecuencias de 850 MHz inicialmente y 1900 MHz adjudicada en noviembre del 2006, la asignación se muestra en la tabla No.3.2.

CNT (ESTATAL) Corporación Nacional de Telecomunicaciones adjudicada el 30 de Julio del 2010 antes de la empresa telefónica Alegro, CONATEL asignada en diciembre de 2012, con 30 MHz de espectro en la banda de 700 MHz y 40 MHz y en la banda 1700-2100 MHz (QWA, advanced wireless services), para la tecnología LTE (Long Term Evolution) Tecnología a evolución a largo plazo. Fuente: (Supertel, 2012).

Tabla No.3.2. Asignación de bandas en Claro.

Sistema	Banda	Frecuencia		Asignación de canal
		Subida (MHZ)	Bajada (MHZ)	
GSM 850	850	824,0-849,0	869,0-894,0	128-251
GSM 1900	1900	1850,0-1910,0	1930,0-1990,0	512-810

Fuente: (Herrera García, 2013)

La red Claro siendo la que tiene mayor cobertura nacional con tecnología GSM, es una ventaja que tiene sobre las demás redes implementadas, actualmente se encuentra con otro cambio como es la tecnología LTE (Long Term Evolution) este proceso se encuentra en

negociación y habilitación por parte del gobierno actual 2015. Fuente: (ELECTFREAKS.COM, 2011).

3.5. Análisis de Cobertura GSM Claro-Ecuador.

Una de las ventajas que tiene la red GSM CLARO es que ya se encuentra implementada a nivel nacional con una gran cobertura y es un servicio como medio de comunicación, en la figura No. 3.9 se muestra la cobertura de GSM de Claro en el Ecuador en la actualidad, cubriendo las diferentes provincias que la conforman.



Figura No.3.9. Cobertura del servicio GSM a nivel nacional.
Fuente: (Conocel, 2011)

La cobertura GSM, que tiene actualmente CLARO en Ecuador, no cubre algunas provincias en su totalidad se limitaria por las zonas en que las condiciones geograficas del pais que lo impiden.

3.6. Elección del Equipo de Comunicación.

El módulo de comunicación es la etapa muy importante al igual que la etapa de control, aquí es donde interpreta el dato en forma de mensaje de la etapa de control de sensores

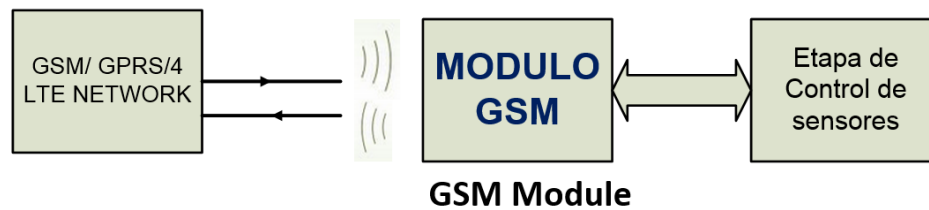


Figura No.3.10. Sistema de comunicación.
Fuente: (Guaman Jingo, 2015)

En la figura No 3.10 se muestra un diagrama de bloque del sistema de alerta de accidentes, donde la etapa de comunicación se utilizará un módulo GSM (SIM-900) por la facilidad que tiene una comunicación directa con la etapa de control de sensores, y su comunicación entre ellos es común, teniendo como lenguaje de códigos AT.

3.6.1.Descripción general del hardware GSM SIM-900 ideal para Arduino.

El SIM-900 tiene la capacidad de monitoreo y tener control remoto, datos, SMS y llamadas y la facilidad de acoplarse con proyectos Arduino, también llamado ICOMSAT de fabricante Itead Studio, dentro de sus ventajas un proyecto Arduino puede conectarse a la red telefónica celular GSM, el módulo SIMCOM SIM 900 es capaz de funcionar en cualquier red GSM en el mundo, tiene el dispositivo de 4 bandas (800/900/1800/1900 MHz).Fuente: (Areny, 2003)

3.7. Hardware y Software Arduino.

Dentro del sistema de alerta de accidentes en el hogar se encuentra la etapa de control, donde para la configuración del software se utilizó lenguaje C para la tecnología Arduino. Esta plataforma, usa hardware libre, sistema LINUX, El hardware consiste en una placa con un microcontrolador Atmel AVR y puertos de entrada y salida. Los microcontroladores más usados son el ATMEGA168, ATMEGA328, ATMEGA1280, ATMEGA8; otras ventajas son su sencillez y bajo costo que permiten el desarrollo de múltiples diseños. Por otro lado el software consiste en un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje de programación “*Processing* y *Wiring*” (procesamiento y escritura) y el cargador de arranque es ejecutado en la placa. Fuente: (Areny, 2003)

3.8. Interface Sim Card (Subscriber Identity Module) de la Aplicación GSM.

La SIM CARD es una tarjeta inteligente desmontable utilizada principalmente en telefonía celular GSM, tal como su nombre en inglés lo indica “*subscriber identify module*” (Módulo de identificación del suscriptor), sirve para almacenar la información e identificación del usuario del servicio, y almacenamiento de contactos. La SIM CARD, se activará en la red Claro, por su cobertura. Fuente: (Guaman Jingo, 2015)

3.9. Asignación de Pines del Microcontrolador ATMEGA328.

Se ha realizado tabla No. 3.3, para el detalle de asignación y función de los pines utilizados en la etapa de control, con el microcontrolador ATMEGA328.

Tabla No 3.3. Asignación de pines para el microcontrolador ATMEGA328 en la etapa de control de sensores

Pin	Simbología	Descripción	Función
12	(AIN0) PD6	PD6/AIN0/OC0A/PCINT22 Es una entrada independiente que recibe datos.	Conexión sensor magnético 1
13	(AIN1) PD7	PD7/AIN1/PCINT23 Es una entrada independiente que recibe datos.	Conexión sensor de movimiento
14	(INT0) PB0	PB0/ICP1/CLKO/PCINT0 INT0, Interruptor de fuente externa 0	Conexión sensor resistivo
15	(INT1) PB1	PB1/OC1A/PCINT1 INT1, Interruptor de fuente externa 1.	Conexión sensor magnético 2
11	(INT20) PD4	PD4/T0/XCK/PCINT20. , Interruptor de fuente externa 20	Conexión sensor reconocedor de voz (Tx)
12	(INT21) PD5	PD5/T1/OC0B/PCINT21. Interruptor de fuente externa 21	Conexión sensor reconocedor de voz (Rx)

Fuente: (Guaman Jingo, 2015)

3.10. Descripción del Diagrama Esquemático del Sistema de Alertas de Accidentes en el Hogar, con uso de Sensores.

En la figura No. 3.11, se muestra el diagrama esquemático del sistema de alertas de accidentes dentro del hogar, para la facilidad de su explicación se lo ha dividido en tres secciones principales acordes a las funciones que desempeñan integradas de forma compacta que se las describe a continuación:

El módulo GSM (SIM-900), con SIM CARD activado en la banda de Claro GSM es el que transmite y recibe información (mensajería), el mismo que cumple la función de módem para el sistema de control.

La segunda etapa constituida por el circuito de control el mismo está constituido de dos etapas relevantes.

Alimentación externa suministrada por un transformador $110 V_{AC}$ a $9 V_{AC}$ e ingresa a un rectificador de onda completa y luego a los reguladores de voltaje (7812, 7809, 7805, 7115), son acondicionados para entregar un voltaje estable al sistema de control y diferentes dispositivo que comprende el sistema.

El cerebro del sistema está compuesto por el hardware incorporado como es el microcontrolador ATMEGA328 el mismo que se encargará de tomar lecturas de los diferentes sensores (magnéticos, de movimiento, resistivo, reconocedor de voz).

Etapas de entradas y salidas I/O, antes de ingresar a la etapa de control los sensores pasaran por opto acopladores configurados para cada sensor cuando se active uno de los sensores, activará la etapa de transmisión como es el módulo GSM (SIM-900) enviando un mensaje de alerta al usuario, cada evento realizado se visualizará en un display.

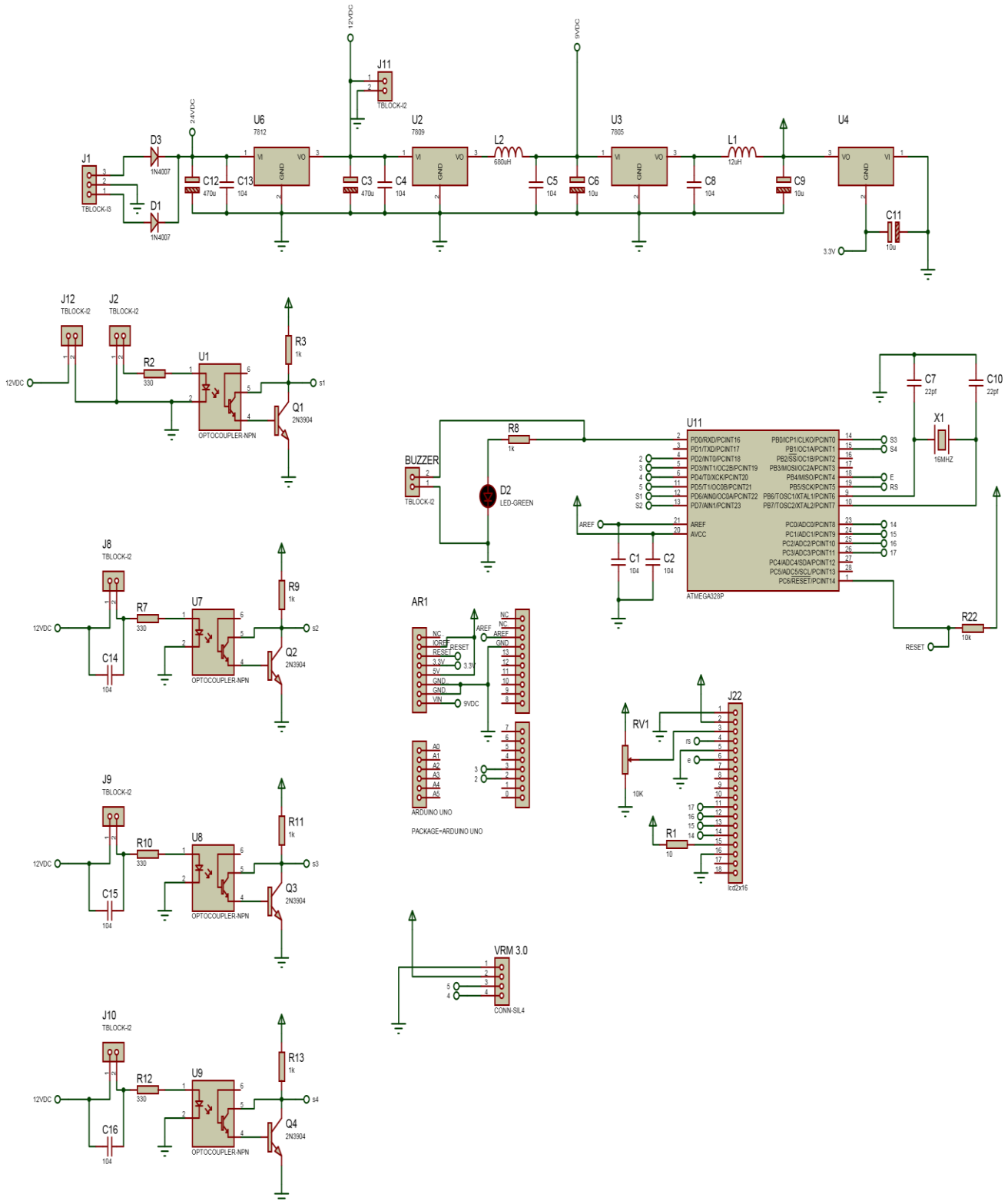


Figura No. 3.11. Diagrama esquemático de la tarjeta principal.
 FUENTE: (Guaman Jingo, 2015)

3.11. Descripción del Diagrama Esquemático de la Fuente Reguladora de Voltaje.

En la fuente de voltaje de alimentación del sistema de control se tiene en el ingreso una alimentación externa de un transformador de 110 V_{AC} a 9 V_{AC}, del secundario del transformador ingresando a la bornera J1, luego ingresan a un rectificador de onda completa con diodos D1,D3,(1N4007), para entregar a su salida un voltaje de salida (V_{OUT}) de 24 V_{DC} el cual ingresa un regulador de voltaje 7812 a su salida entrega un voltaje de salida (V_{OUT}) 12 V_{DC}, este voltaje de salida servirá para la alimentación de; sensor resistivo, módulo GSM y opto acopladores, el regulador de voltaje 7809 con voltaje de salida (V_{OUT}) de 9 V_{DC} alimentará el módulo GSM, luego ingresa al regulador de voltaje 7805 dando a su salida un voltaje de salida (V_{OUT}) de 5V_{DC} que alimentará a la etapa de control, el display (LCD) y modem GSM son alimentados con el regulador de voltaje 7115 con un voltaje de salida (V_{OUT}) de 3,3 V_{DC}, todos estos son retroalimentados, como se muestra en la figura No 3.12, todo este diseño de fuentes se ha realizado para hacer una adecuada conexión y alimentación a los diferentes dispositivos.

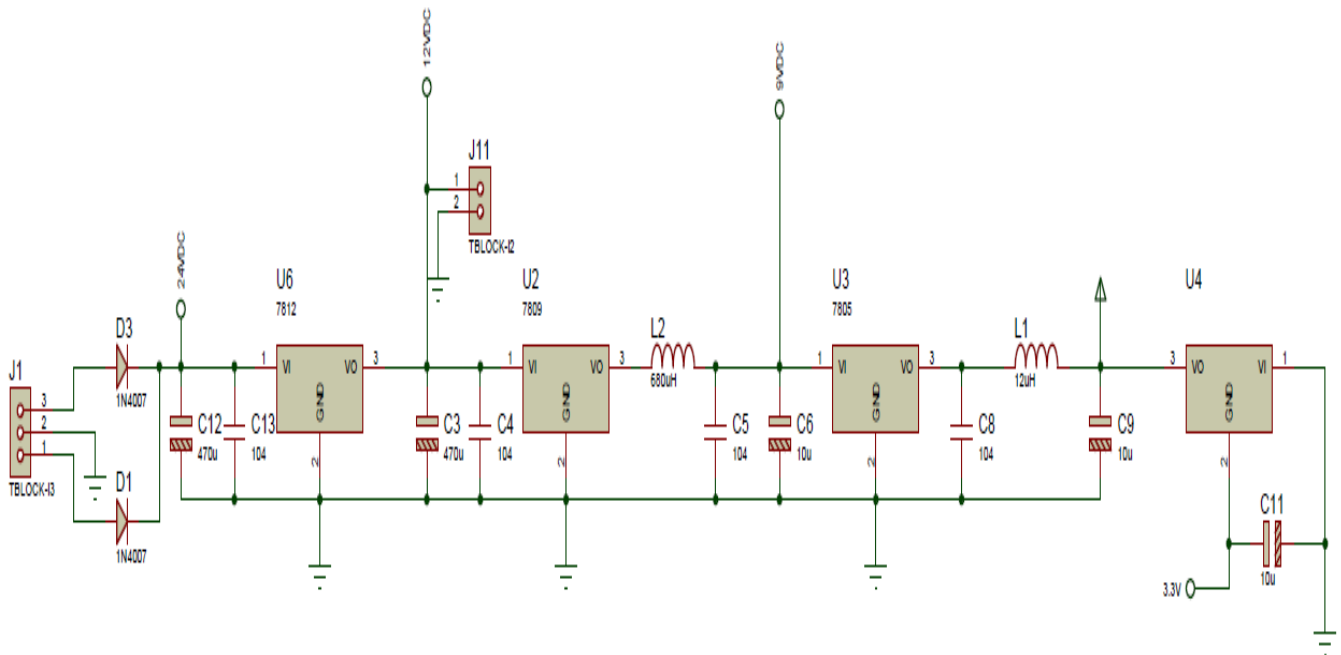


Figura No.3.12. Diagrama esquemático de la fuente de poder
Fuente: (Guaman Jingo, 2015)

3.12. Diagrama Esquemático del circuito para el Sensor Resistivo.

En la bordera J2 se ha conectado la peinilla resistiva, luego ingresa al primer amplificador operacional (U3: B), configurado como una retroalimentación negativa que al tener un acople de impedancias ayudará a aumentar la impedancia de entrada y disminuir la

impedancia de salida, con la finalidad de evitar la humedad que existe en el baño, es decir este amplificador se comporta como un buffer (adaptador de impedancias); Luego ingresa al siguiente amplificador operacional (U3: A), que está configurado como un comparador, y su comportamiento es de acuerdo a lo descrito;

Si $V_3 > V_2 \Rightarrow (V_2 - V_3) > 0 \Rightarrow V_{OUT} = +V_{CC}$. ($5V_{DC}$)

Si $V_3 < V_2 \Rightarrow (V_2 - V_3) < 0 \Rightarrow V_{OUT} = -V_{CC}$. ($0 V_{DC}$); (Siendo V_3 la tensión de referencia)

Luego de comparar por el amplificador (U3: A), a su salida se tiene la bornera J1 que será conectada al opto acoplador correspondiente.

La bornera J2 es la alimentación del circuito integrado LM358. Las resistencias y condensadores son configurados acorde a las especificaciones del circuito como se muestra en la figura No. 3.13.

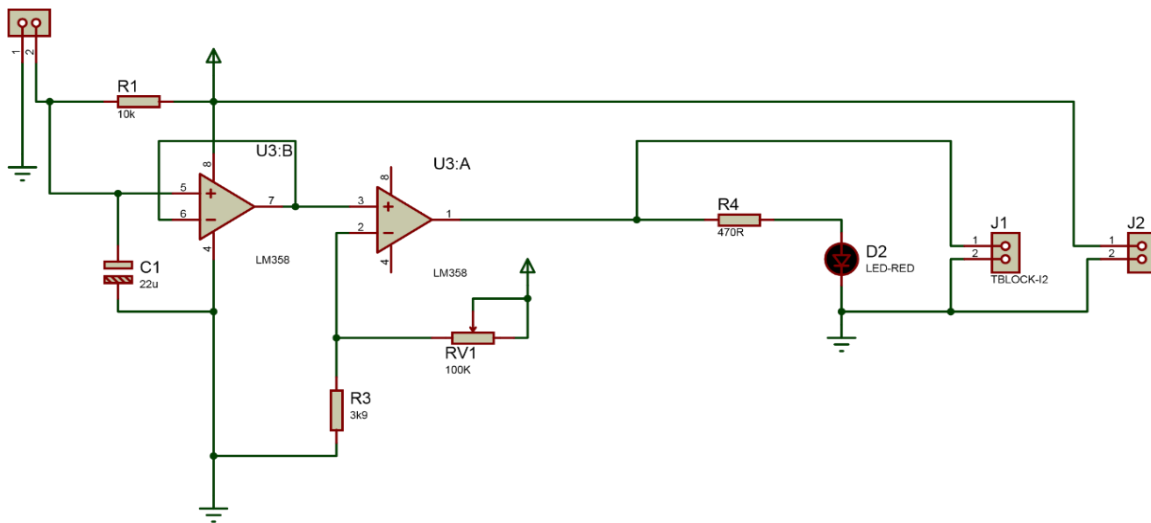


Figura No.3.13. Diagrama esquemático del circuito del sensor resistivo
Fuente: (Guaman Jingo, 2015)

3.13. Circuito microcontrolador ATMEGA328 para la etapa de control.

Para la etapa de control se utilizó el microcontrolador ATMEGA328 en la figura No 3.14 se muestra la conexiones para su alimentación y su oscilador que está trabajando con una frecuencia de 16 MHz, los pines AREF y AVCC se encuentra habilitados, el uno como voltaje de referencia y el segundo para la etapa de conversión análogo a digital; el pin 1 como una etapa de reset del microcontrolador y un led de identificación para el encendido.

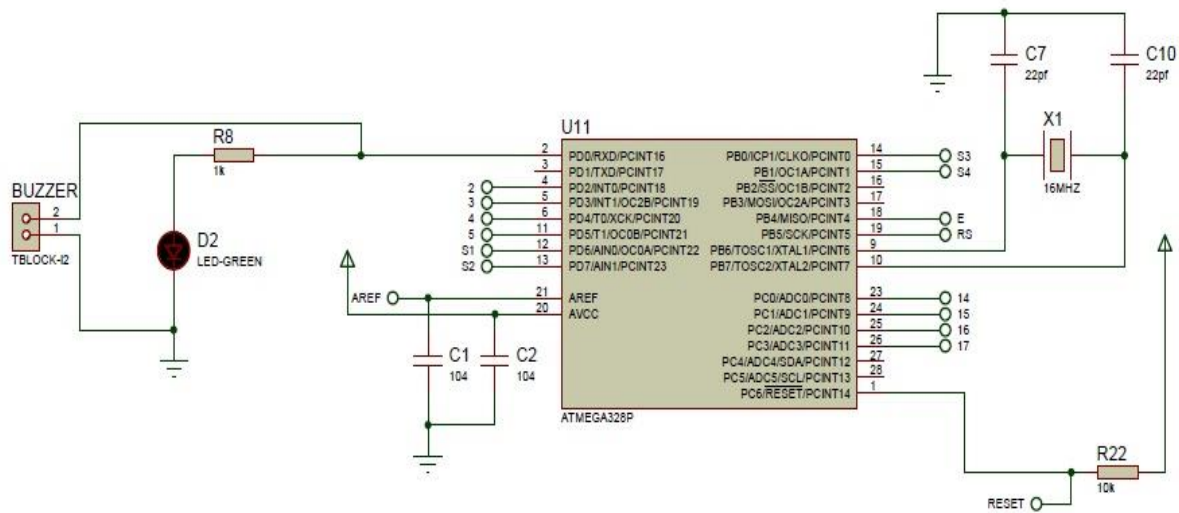


Figura No.3.14. Diagrama esquemático de la etapa de control de sensores.
Fuente: (Guaman Jingo, 2015)

3.14. Circuito Opto acoplador para el Sensor Resistivo.

El circuito de la figura No. 3.15 contiene dos (2) bornera donde; en J12 ingresará la alimentación de 12 V_{DC}, en la bornera J2 ingresará el sensor resistivo de la etapa de amplificador LM358 luego ingresa al opto acoplador (4N26), que se utilizó para evitar que el circuito se vea afectado por corrientes o voltajes excesivos que se pueden destruir los elementos incluso a la etapa de control, el dispositivo se encarga de aislar las partes, luego a su salida se colocado un transistor NPN 2N3904 con configuración emisor común, por su alta ganancia de tensión y corriente, y la salida del transistor S1 será conectado a la etapa de control (microcontrolador ATMEGA328), para la interpretación del dato.

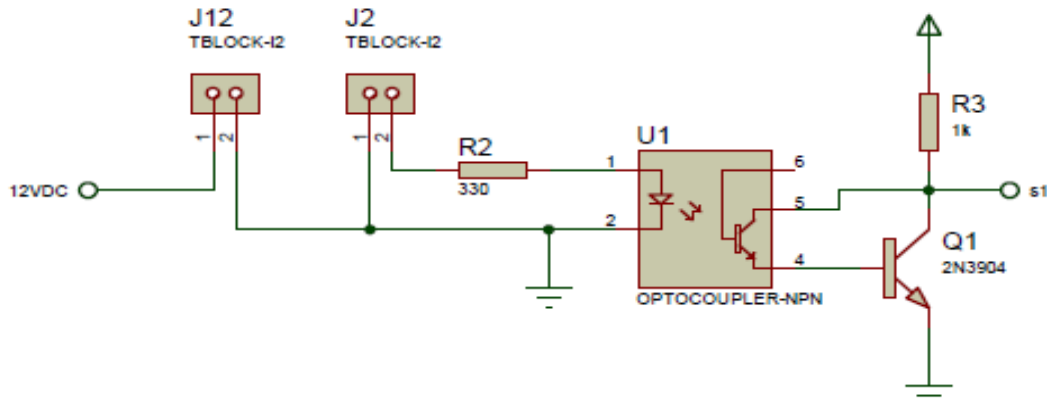


Figura No.3.15. Diagrama esquemático para detectar al sensor magnético 1 (puerta de ingreso)
Fuente: (Guaman Jingo, 2015)

3.15. Circuito Opto acoplador para el Sensor Magnético uno.

El circuito de la figura No. 3.16 muestra la configuración del opto acoplador para detectar al sensor magnético 1 (puerta de ingreso), con la finalidad de saber si está activo o desactivado, esta configuración de opto acoplador es similar a la configuración del circuito del sensor resistivo donde; La bornera J8 ingresará el sensor magnético uno (1) y también la alimentación del opto acoplador de 12 V_{DC}, luego ingresa al opto acoplador y a su salida conectada a un transistor NPN su salida S2 será conectada al microcontrolador ATMEGA 328, para interpretar el dato.

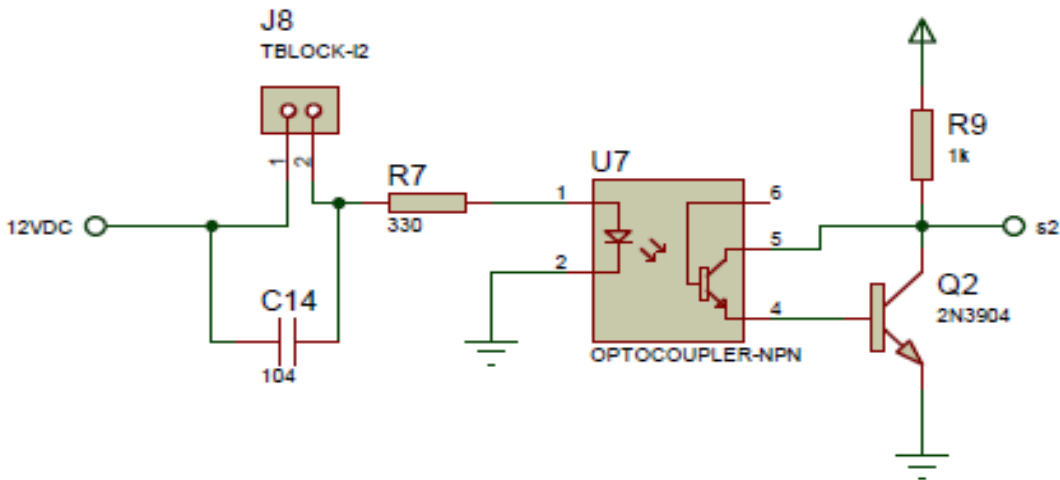


Figura No.3.16. Diagrama esquemático para detectar al sensor de movimiento (puerta de ingreso)

Fuente: (Guaman Jingo, 2015)

3.16. Circuito Opto acoplador para Sensor de Movimiento.

El circuito de la figura No. 3.17, muestra la configuración para detectar al sensor de movimiento esto ayudará a saber si está activo o desactivado donde; la bornera J9 se ingresa al sensor de movimiento, y su alimentación del opto acoplador es de 12 V_{DC} y su salida conectado un transistor NPN y a su salida S3 será conectada al microcontrolador ATMEGA328.

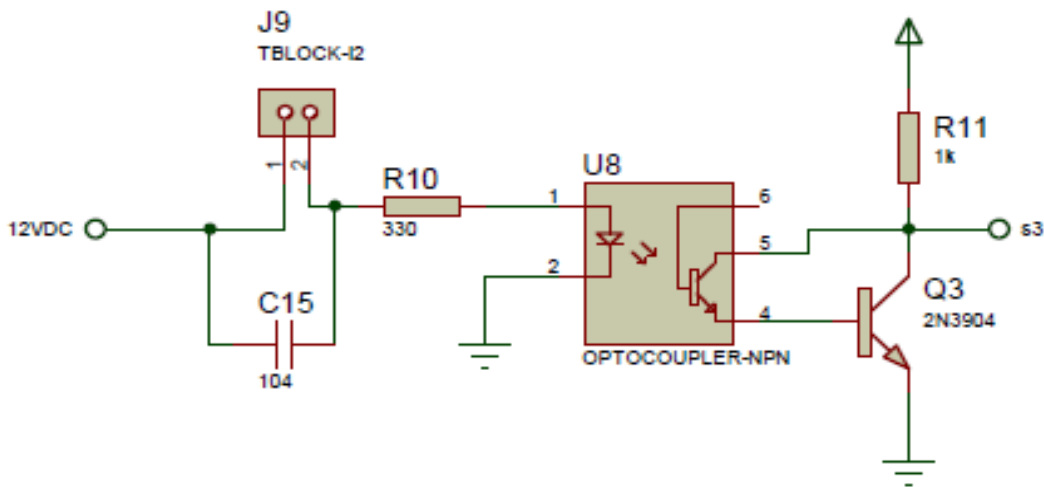


Figura No.3.17 Diagrama esquemático para detectar al sensor resistivo (en el interior del baño)
 Fuente: (Guaman Jingo, 2015)

3.17. Circuito Opto acoplador para el Sensor Magnético dos.

El circuito de la figura No. 3.18, muestra la configuración del sensor magnético dos (2) (puerta del baño) esto ayudará a saber si está activo o desactivado, es similar a la configuración del circuito del sensor resistivo, donde; J9 se ingresa al sensor magnético dos (2,) y su alimentación del opto acoplador de 12 V_{DC} y su salida conectado un transistor NPN su salida S3 conectada al microcontrolador ATMEGA 328.

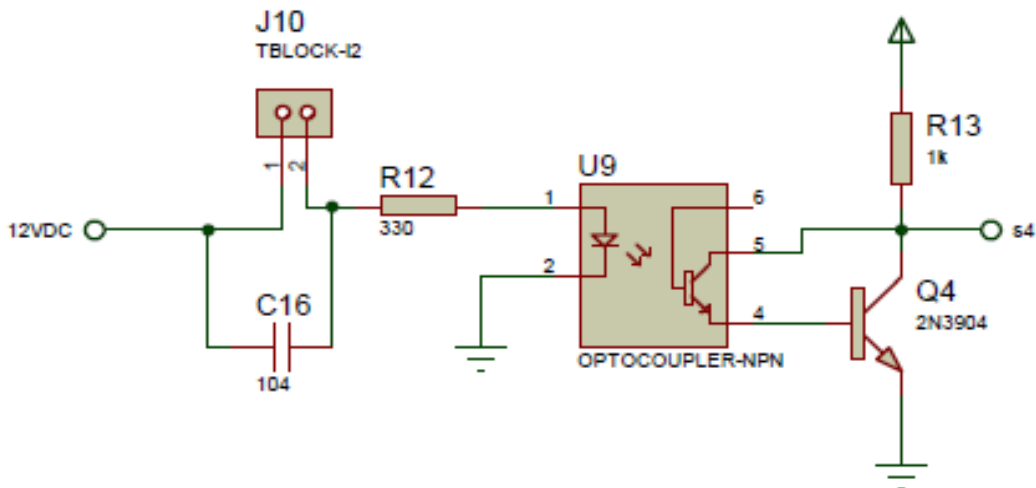


Figura No.3.18. Diagrama esquemático para detectar al sensor magnético 2 (puerta del baño)
 Fuente: (Guaman Jingo, 2015)

3.18. Implementación de la Etapa Electrónica del Sistema.

Toda la circuitería fue diseñada y realizada en proteus luego de hacer todas las pruebas necesarias de funcionamiento.

3.18.1. Diagrama board de la tarjeta principal de la parte posterior.

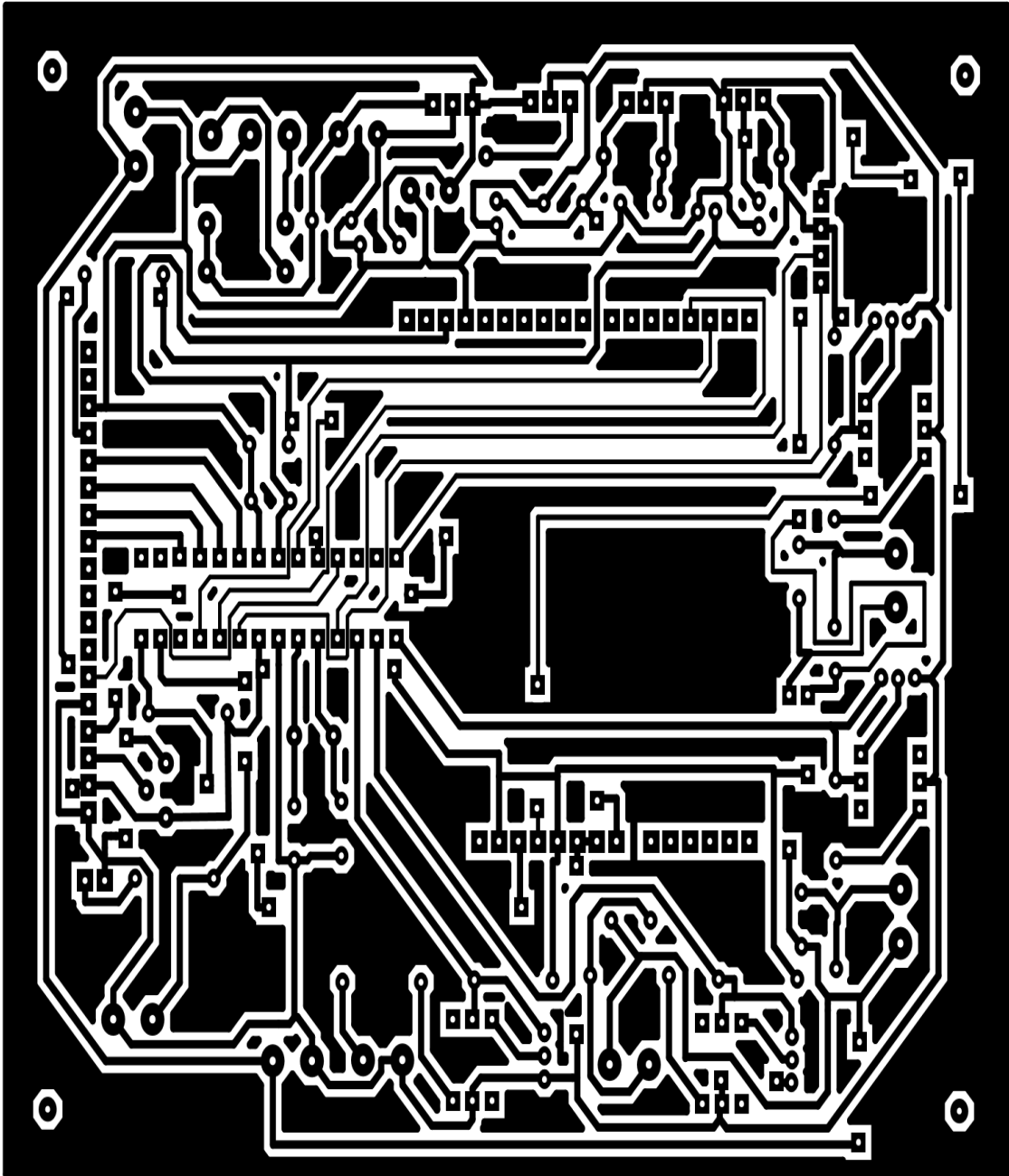


Figura No.3.19. Diagrama board de la tarjeta parte posterior.
Fuente: (Guaman Jingo, 2015)

3.18.2. Diagrama board de la tarjeta principal de la parte anterior.

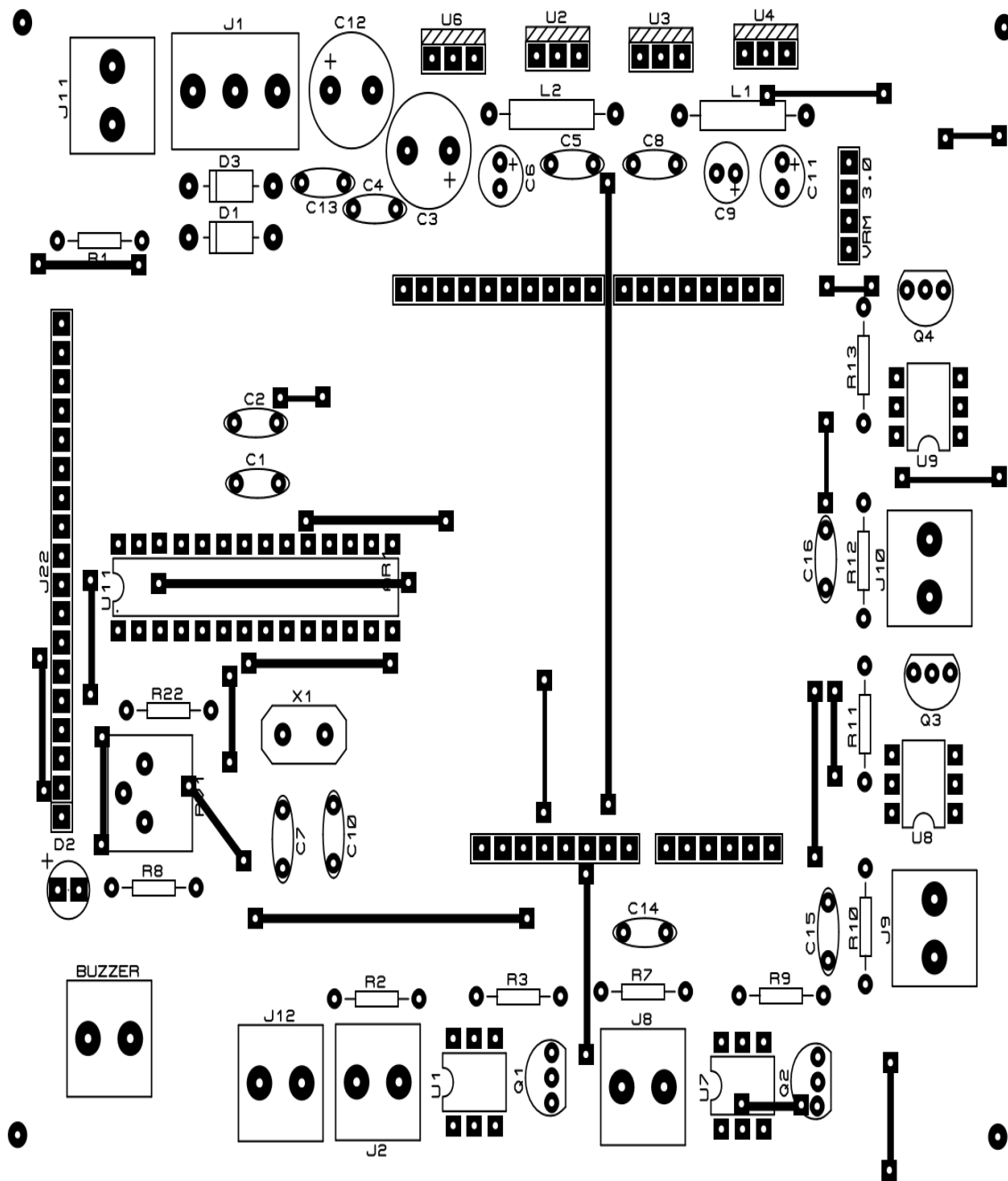


Figura No. 3.20. Diagrama board de la tarjeta parte anterior
Fuente: (Guaman Jingo, 2015)

3.18.3. Diagrama board de la tarjeta de la parte anterior sensor resistivo.

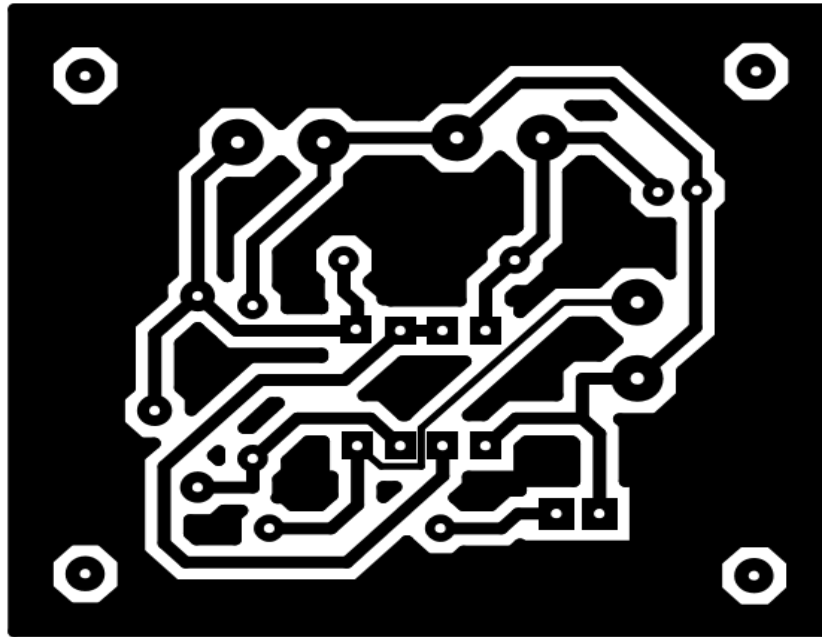


Figura No.3.21. Diagrama board de la tarjeta parte posterior sensor resistivo.
Fuente: (Guaman Jingo, 2015)

3.18.4. Diagrama board de la tarjeta de la parte anterior para sensor resistivo.

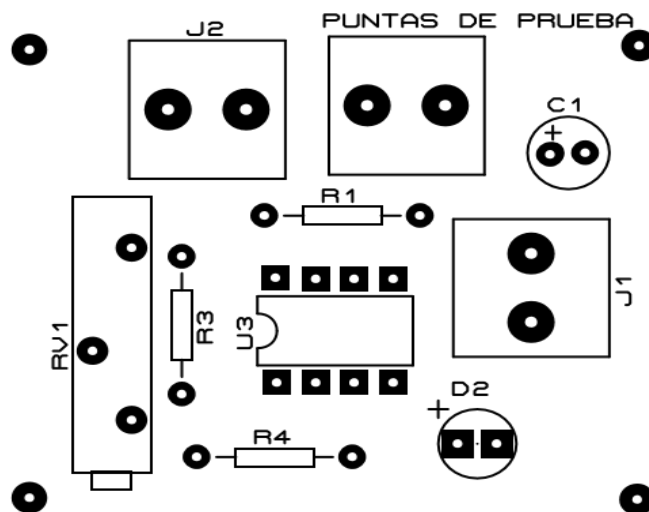
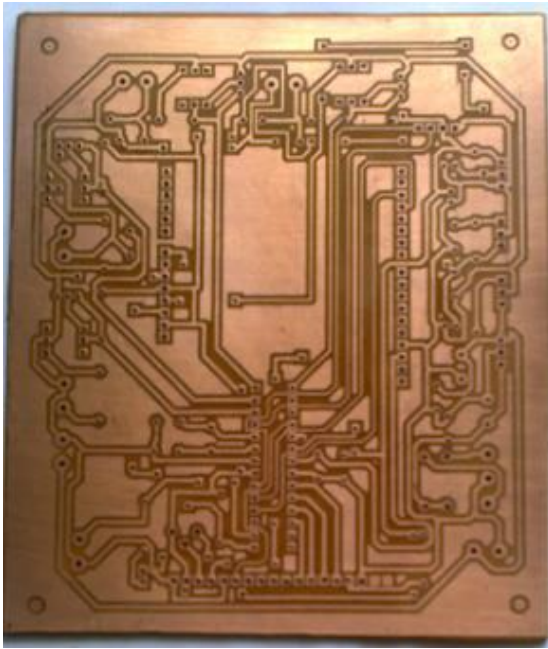
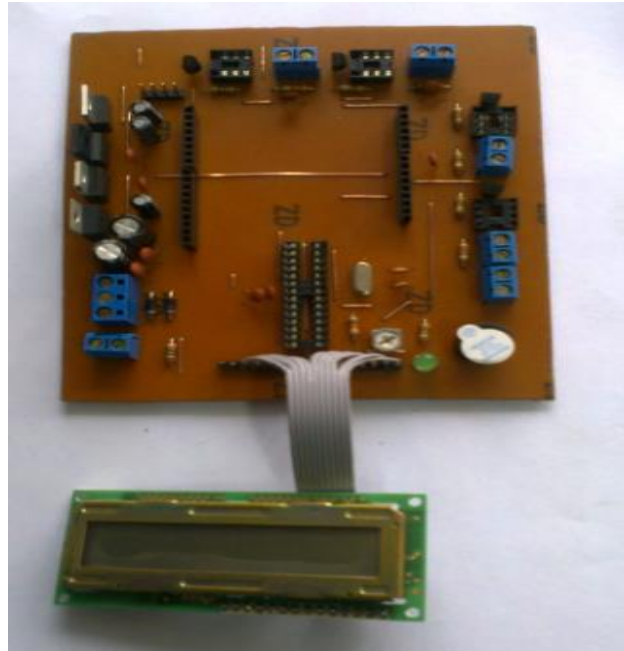


Figura No.3.22. Diagrama board de la tarjeta parte anterior del sensor resistivo.
Fuente: (Guaman Jingo, 2015)



a) Cara posterior



b) Cara anterior

Figura No.3.23a y b. Circuito impreso de la tarjeta principal.
Fuente: (Guaman Jingo, 2015)

La figura No.3.23.a, muestra la placa principal terminada de la parte posterior.

La figura No. 3.23.b, muestra el circuito impreso de la parte anterior con los elementos:

En la placa se divide en etapas:

Etapas de fuente de poder:

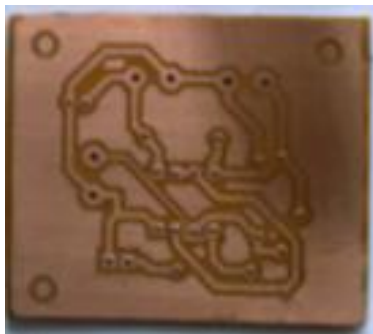
- Rectificador de onda completa dos diodos 1N4007.
- Reguladores de voltajes; 7812, 7809, 7805, 1117.
- Cuatro Capacitores cerámico; 0.1 μF de 50 V_{DC} , código 104.
- Tres capacitadores electrolíticos; 10 μF .
- Dos capacitadores electrolíticos, 470 μF .
- Borneras de tres pines donde ingresa el transformador con un voltaje de entrega V_{IN} de 9 V_{AC} .
- Junto a la bornera de tres pines se encuentra la bornera de dos pines de salida de voltaje de 12 V_{DC} para alimentación del sensor de movimiento.
- Un zócalo macho de tres entradas sirve para la alimentación, transmisión (Tx) y recepción (Rx) del sensor reconocedor de voz.

Etapa de control:

- Un zócalo de ocho pines para empotramiento del ATMEGA328.
- Una etapa de reloj y sincronismo: Cristal 16 MHz.
- Dos Capacitores 0.1 μF 50V cerámico código 104.
- Dos Capacitores 22 μF , 50 V cerámico 224.
- Un zócalo de catorce pines para empotramiento de módulo GSM (SIM-900)
- Zumbador pequeño negro 5 V_{DC}, sonido para el encendido del microcontrolador.
- Potenciómetro ajustable de 10 K ohmios.
- Resistencia de 1 K ohmios protección del Led.
- Led verde de 5mm.

Etapa de visualización de eventos.

- Conector macho para LCD display.
- Display LCD
- Dos resistencias 10 K ohmios.



a) Cara posterior



b) Cara anterior



c) Peinilla resistiva

Figura No. 3.24a, b y c Circuito impreso para sensor resistivo.

Fuente: (Guaman Jingo, 2015).

La figura No. 3.24.a, muestra la placa (parte posterior) para el sensor resistivo.

La figura No. 3.24.c, muestra la peinilla resistiva.

La figura No. 3.24.b, muestra la placa (parte anterior) para el sensor resistivo con los siguientes elementos:

- Potenciómetro ajustable de 100 K ohmios (para sensibilidad de humedad de la mano)
- Resistencia de 10 K ohmios
- Resistencia de 3 K ohmios

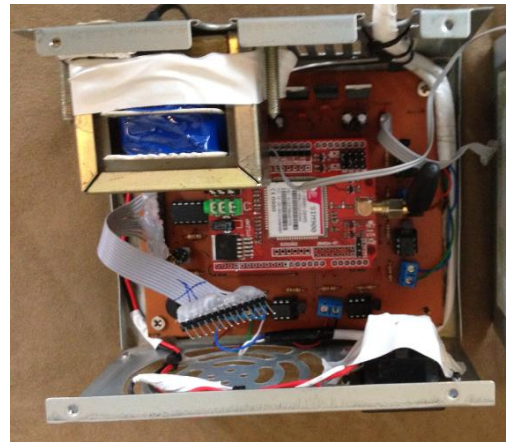
- Resistencia 470 ohmios
- Un Led verde
- Circuito integrado LM358
- Capacitor 22u F
- Tres borneras de dos pines de entrada (la primera ingresará la peinilla resistiva, las dos borneras son alimentación, y la zona del sensor).

3.19. Implementación del Sistema.

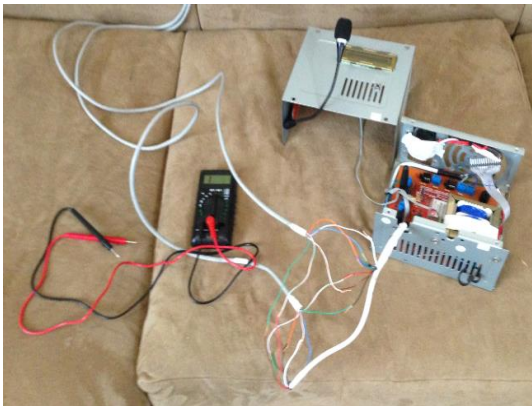
Para la protección del sistema se utilizó un chasis metálico como se muestra en las figuras No 3.25a, b y c; esta central del sistema contiene y sostiene los siguientes elementos:



a) Conexiones en el transformador.



b) Placa principal.



c) Placa principal con el display

- Placa Principal,
- Modem GSM (SIM-900),
- Transformador de 110 V_{AC} a 9 V_{AC}
- Sensor reconocedor de voz
- Display LCD.
- Pulsador (Reinicio del Modem GSM)
- Puertos de entradas y salidas.

Figura No.3.25a, b y c. Implementación de la central del sistema.
Fuente: (Guaman Jingo, 2015)

Para la parte de la instalación de los sensores se hizo referencia del plano de la vivienda, el sensor magnético 1 y sensor de movimiento se colocaron en la puerta principal para detectar el ingreso y salida de la persona como se muestra en las figuras No 3.26 a y b.



a) Conexión del sensor magnético

b) Sensor magnético y de movimiento

Figura No.3.26a y b. Implementación de los sensores; magnético 1 (puerta Principal), sensor de movimiento.

Fuente: (Guaman Jingo, 2015).

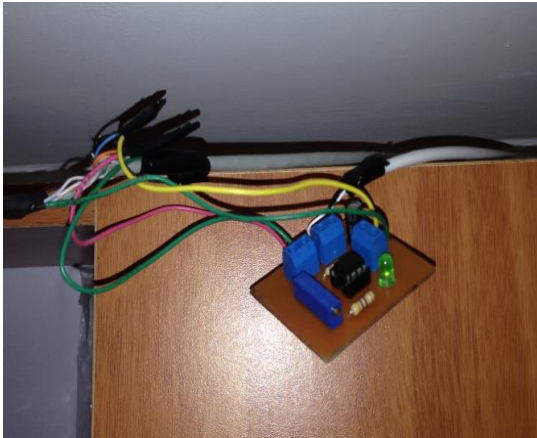
En la figura No. 3.27, se aprecia el sensor magnético 2 instalado en la puerta del baño principal con el objetivo de informar al usuario la duración del tiempo que la persona se mantenga dentro del mismo.



Figura No.3.27 Implementación del sensor magnético 2 (puerta del baño)

Fuente: (Guaman Jingo, 2015)

Se ha colocado un sensor resistivo dentro del baño principal, en un lugar estratégico donde puede suceder un accidente. Su instalación se muestra en las figuras No. 3.28a y b



a) Circuito para sensor resistivo



b) Peinilla resistiva

Figura No.3.28 Implementación para el circuito para el sensor resistivo
(Salida de la ducha del baño)
Fuente: (Guaman Jingo, 2015)

Después de haber instalado los sensores, se procedió a pasar el cable por el recorrido establecido en el plano de la vivienda y también se buscó mejores rutas para disminuir la distancia de cable hacia la etapa de control. Luego se realizó la conexión correspondiente a cada uno de los sensores como se muestra en las figuras No. 3.29 a y b.



a) Conexión de los sensores puerta principal



b) Recorrido del cable en el baño.

Figura No.3.29a y b. Correspondientes a las conexiones y el recorrido de cable UTP categoría 5 en la puerta principal e ingreso al baño
Fuente: (Guaman Jingo, 2015)

Por último se procedió a la instalación de la etapa de control se visualiza en las figuras No. 3.30a y b, a una altura accesible para el instalador y de difícil acceso a los niños en casa, la misma que necesita de una alimentación de energía eléctrica de 110 V_{AC}, se ha colocado cerca de una toma eléctrica.



a) Etapa de control.



b) Etapa de control "Sistema alerta"

Figura No.3.30a y b, Implementación del sistema de alerta de accidentes etapa control.

Fuente: (Guaman Jingo, 2015).

3.20. Pruebas de Funcionamiento.

Para la validación del funcionamiento del sistema se ha realizado dos tipos de pruebas que son las siguientes:

Prueba 1: comportamiento del sistema de alerta de accidentes en el hogar.

Prueba 2: tiempo de demora de cada evento.

3.20.1. Prueba 1: comportamiento del sistema de alerta de accidentes en el hogar.

Para revisar el comportamiento del sistema instalado, se debe chequear que todas las conexiones estén correctamente conectadas, tomando en cuenta la polaridad y alimentación de cada sensor para evitar posibles daños en los dispositivos, la etapa de control contiene un lazo infinito que siempre está tomando lecturas de los diferentes sensores. En las figuras No. 3.31a y b, se muestra cuando el sistema inicia, como primer evento está buscando la red; El módulo GSM (SIM-900) se está registrando con la red GSM.



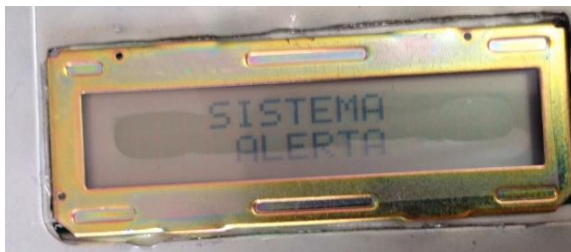
a) Encendido del Modem GSM



b) Buscando red

Figura No.3.31a y b. Etapa de control y etapa de transmisión
Fuente: (Guaman Jingo, 2015)

Luego de haber registrado la etapa de transmisión en la red GSM, la etapa de control pasa a un estado de “*sistema alerta*”, en esta etapa el microcontrolador está siempre tomando lecturas de los sensores (de movimiento, resistivo, magnético, reconocedor de voz); por ejemplo cuando la persona ingresa al domicilio, se activa el sensor magnético 1 “*analizando puerta 1*”, se activa el temporizador dando tres (3) minutos para cerrar la puerta, luego se activa el sensor de movimiento “*analizando sensor de movimiento*” (figura 3.32 c), esta información entiende el microcontrolador y envía el mensaje “ingreso de persona”, luego activa la etapa de transmisión módulo GSM (SIM-900), mostrando en el display “enviando mensaje” y se envía el mensaje de alerta al terminal móvil del usuario, luego retorna a su estado normal “sistema alerta”, en las figuras No 3.32a, b, c, d , e y f se muestra el proceso del evento cuando la persona ingresa al hogar.



a) Sistema alerta



b) Analizando puerta 1



c) Analizando sensor de movimiento.



d) Ingreso de persona.



e) Enviando mensaje.



f) Sistema alerta.

Figura No.3.32a, b, c, d, e y f. Evento cuando ingresa la persona al hogar.
Fuente: (Guaman Jingo, 2015).

Luego de enviar el mensaje a través de la red celular GSM hacia el usuario en su terminal móvil le llega el mensaje de alerta “Se ha detectado ingreso de persona”, el mensaje se muestra en la figura No.3.33.

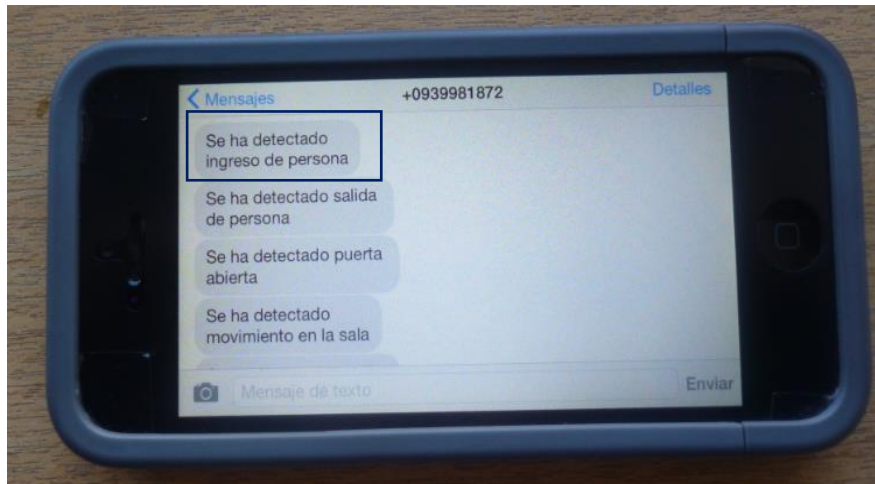


Figura No.3.33. Recibido mensaje; “Se ha detectado ingreso de persona”
Fuente: (Guaman Jingo, 2015).

Si la persona que ingresa a la vivienda deja la puerta abierta le llega al usuario el mensaje “Se ha detectado puerta abierta”, como se muestra en la figura No. 3.34.

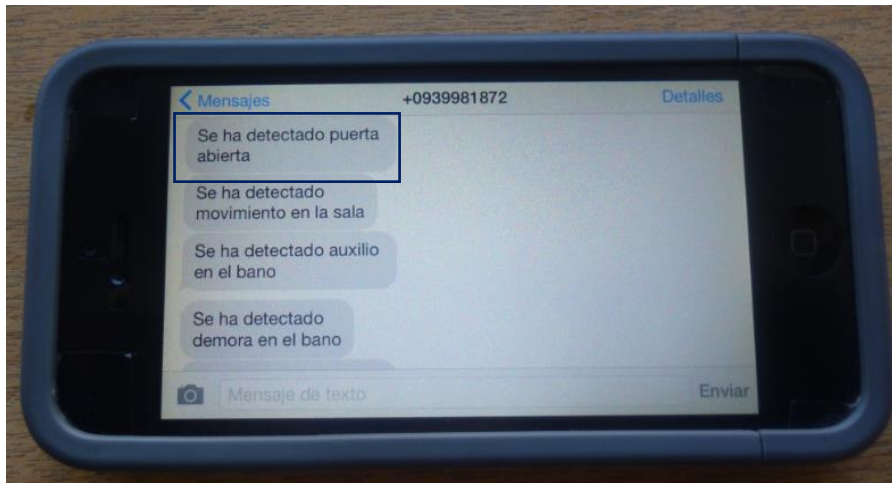


Figura No.3.34. Recibido mensaje; “Se ha detectado puerta abierta”
Fuente: (Guaman Jingo, 2015).

Cuando la persona sale de la casa tiene que pasar por el sensor de movimiento y luego por el sensor magnético 1 al hacer este evento activa a los dos sensores y se envía el mensaje de forma de alerta al terminal móvil del usuario “Se ha detectado salida de persona” como se muestra en la figura No. 3.35.

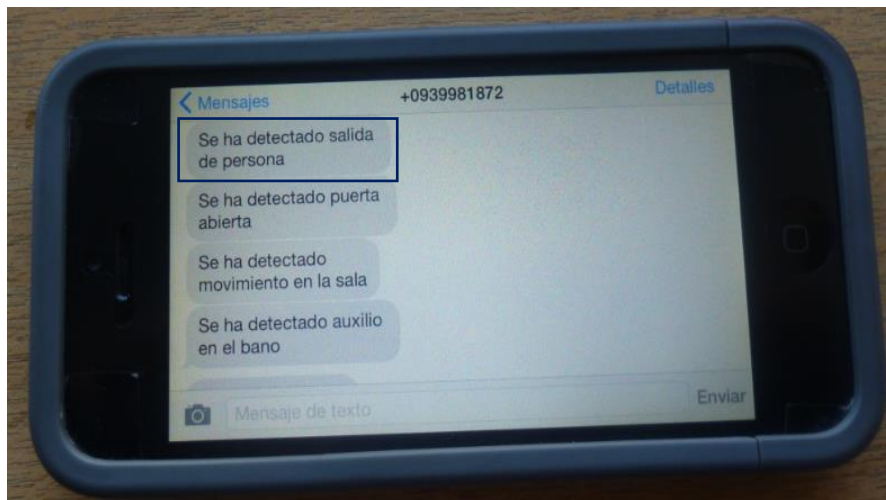


Figura No.3.35. Recibido mensaje; “Se ha detectado salida de persona”
Fuente: (Guaman Jingo, 2015).

Cuando la persona está en la sala cerca de la puerta, el sensor de movimiento se activa y la etapa de control entiende esta información enviando un mensaje a través del módulo

GSM (SIM-900) hacia el terminal móvil del usuario con el siguiente mensaje “Se ha detectado movimiento en la sala” en la figura No.36 se muestra el mensaje.

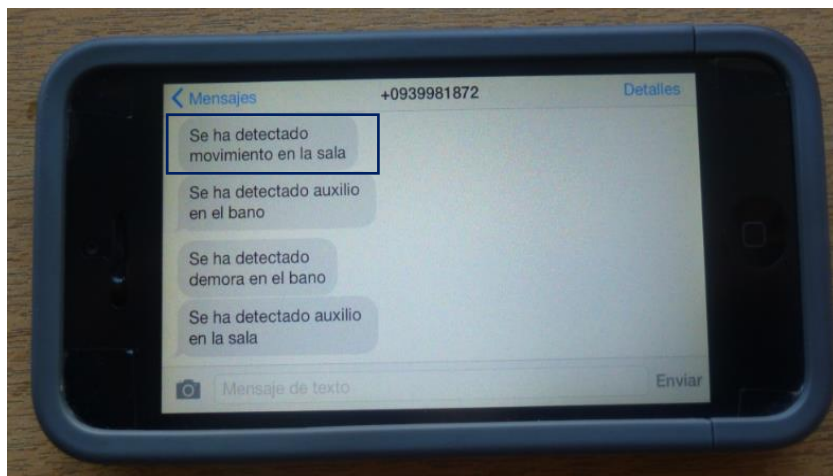


Figura No.3.36. Recibido mensaje; “Se ha detectado movimiento en la sala”
Fuente: (Guaman Jingo, 2015).

Cuando la persona esté en el baño y le sucede un accidente fortuito y logre tocar con la mano el sensor resistivo le llega al terminal del usuario el mensaje alerta “Se ha detectado auxilio en el baño” como se observa en la figura No. 3.37.

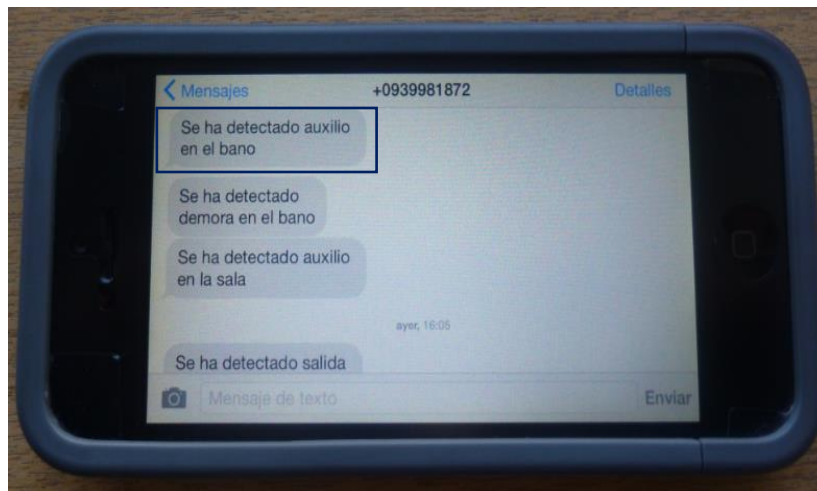


Figura No.3.37. Recibido mensaje; “Se ha detectado auxilio en el baño”
Fuente: (Guaman Jingo, 2015).

La persona que ingresa al baño y no sale durante el tiempo configurado de 3 minutos en la etapa de control, ésta envía un mensaje de alerta al usuario “Se ha detectado demora en el baño” como se muestra en la figura No.3.38.

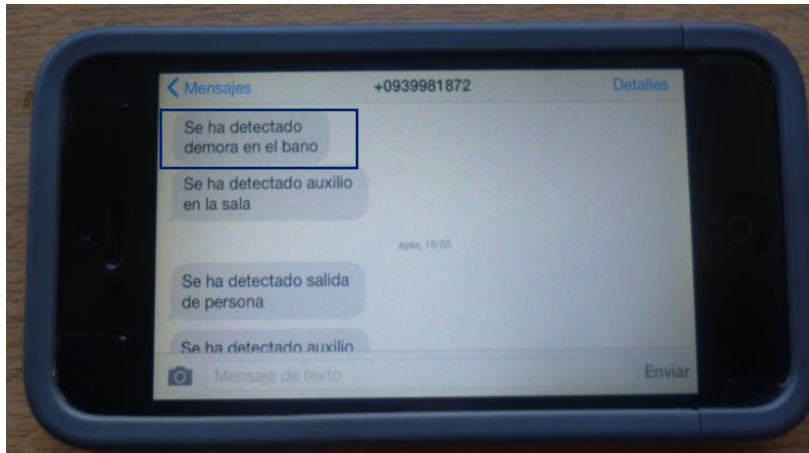


Figura No.3.38. Recibido mensaje; “Se ha detectado demora en el baño”
Fuente: (Guaman Jingo, 2015).

Si a la persona le sucede un accidente en la sala principal y logra pedir auxilio le llega al usuario en su terminal móvil una alerta en forma de mensaje “Se ha detectado auxilio en la sala”, en la figura No. 3.39, se muestra el mensaje que llega al usuario.

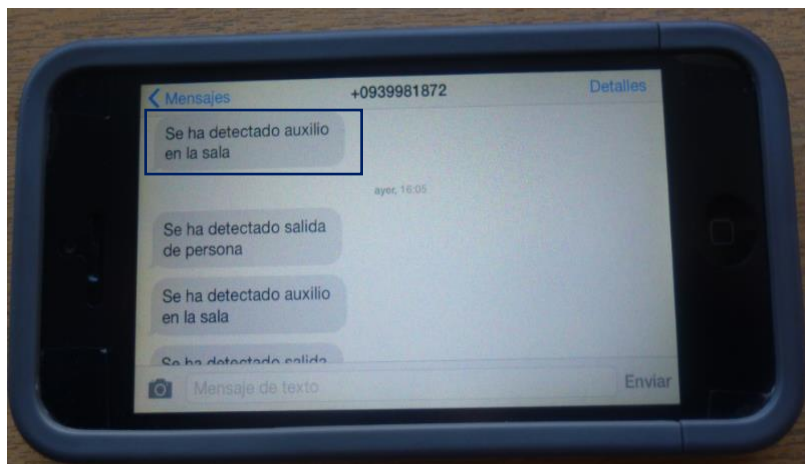


Figura No.3.39. Recibido mensaje; “Se ha detectado auxilio en la sala”
Fuente: (Guaman Jingo, 2015).

3.20.2. Prueba 2: tiempo de demora de cada evento.

La prueba consiste en tomar los tiempos de demora de cada evento del sistema de alerta de accidentes en el hogar los resultados se presentan en la tabla No.3.4.

Tabla No.3.4. Tiempos de duración de los sensores al momento de activarse.

Ubicación	Sensor activo	Descripción	Mensaje de alerta	Tiempo de demora mensaje que llega al usuario	Frecuencia Al día.
Puerta de ingreso	Magnético 1 De movimiento	Cuando ingreso la persona al hogar.	Se ha detectado ingreso de persona	1 min	8
Puerta de ingreso	Magnético 1 De movimiento	Cuando se deja la puerta abierta al momento de ingresar	Se ha detectado puerta abierta	1 min	4
Puerta de ingreso	De movimiento Magnético 1	Cuando sale la persona del hogar	Se ha detectado salida de persona	1 min	8
Puerta de ingreso	De movimiento	Cuando intenta salir la persona se activará el sensor de movimiento	Se ha detectado movimiento en la sala	2 min	5
Baño principal	Sensor resistivo	Cuando la persona presiona el sensor resistivo	Se ha detectado auxilio en el baño	2 min	1
Puerta del Baño principal	Magnético 2	Cuando la persona se demora en salir del baño tiempo programado de 3 minutos	Se ha detectado demora en el baño	1 min	5
Sala principal	Reconocedor de Voz	Se ha detectado auxilio en la sala	Se ha detectado auxilio en la sala	1 min	2

Fuente: (Guaman Jingo, 2015).

3.21. Análisis de Resultados.

3.21.1. Análisis de resultados de la prueba 1: comportamiento del sistema alerta de accidentes en el hogar.

Luego determinar el funcionamiento correcto del proyecto, se procedió a valorizar y determinar el riesgo que sucede dentro del hogar dando origen diferentes acciones que no son previstas, acciones que pueden ser alertadas respectivamente, para esto se ha realizado la tabla No 3.5, de valoración de cada sensor aplicado a la alerta de accidentes dentro del hogar.

Tabla No.3.5. Valoración de los sensores.

Sensor	Descripción evento	Escala de valorización	acción
Magnético 1 De movimiento	Ingreso de persona	100	ayuda al usuario a saber que la persona ingresó o salió de la casa
Sensor resistivo	Tacto de la mano	80	ayuda al usuario a saber que se tiene un auxilio en el baño
Sensor magnético 2	Ingreso al baño con un temporizador de 3 minutos.	100	Ayuda al usuario a saber que tiene un auxilio en el baño debido a mucho tiempo dentro baño
Sensor Reconocedor	Solicitud de "auxilio"	90	Ayuda al usuario a saber tiene un auxilio en la sala

Fuente: (Guaman Jingo, 2015).

3.21.2. Análisis de resultados de la prueba 2: tiempos de mora de cada evento.

De los valores tomados como es el tiempo que se demora en cada evento y el nivel de frecuencia se verifica que existen accidentes dentro del hogar, logrando alertar y ayudar de una manera más oportuna y dando un pronto socorro a la persona que haya tenido el accidente dentro de su vivienda.

La detección de cada evento es inmediata por parte de la etapa de control que está realizando las lecturas de los sensores (de movimiento, magnético, sensor resistivo, sensor reconocedor de voz) cuando se active cada uno de ellos, el retardo que se tiene es en el envío del mensaje hacia el usuario debido a que el tiempo es variable en el momento de registrarse con a la red celular por parte del módulo GSM (SIM-900).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

- ✓ En el presente proyecto se utilizó la red GSM de Claro en el país por su infraestructura, cobertura, seguridad, por sus características y ventajas sobre las demás.
- ✓ Para el sistema implementado se utilizó el servicio de mensajes cortos SMS, se muestra como un medio de transmisión de datos de bajo costo sobre una red GSM.
- ✓ Dentro del sistema de control se utilizó el microcontrolador ATMEGA328, por su acoplamiento a la placa Arduino, su bajo consumo de energía, y su programación simple, acoplado al cumplimiento del proyecto.
- ✓ Para la programación del software en el ATMEGA328, se utilizó un lenguaje C /C ++ que enlaza con AVR y las librerías permitiendo la compatibilidad con comando AT+ necesarias para la comunicación con el Modulo GSM (SIM-900).
- ✓ Antes de manipular los diferentes dispositivos del sistema de alerta de accidentes en el hogar, se debe realizar la descarga de cargas estáticas, una manera de descargar las cargas mencionadas, es el uso de manillas antiestáticas.
- ✓ Con el sistema de alerta de accidentes en el hogar con el uso de sensores, y monitoreados por un terminal móvil con servicio SMS, se disminuyó los accidentes dentro del hogar, dando una seguridad, permitiendo al usuario tomar una decisión adecuada, a tiempo y anticipar un accidente dentro de la casa.
- ✓ Para el reconocedor de voz se debe grabar la voz, de las personas que va utilizar el sistema de alerta de accidentes, para tener un mejor reconocimiento de voz en el momento de solicitar “auxilio”.
- ✓ Para la instalación de los diferentes sensores (magnético, de movimiento, resistivo de fuerza), se debe tomar en cuenta la polarización de conexión, para evitar posibles daños en los dispositivos su conexión se encuentra en el datasheet de cada dispositivo.
- ✓ Para el servicio de mensajería en el módulo GSM (SIM-900), la SIM CARD tiene que estar activado en la red GSM, y con saldo para la transmisión y recepción de mensajes y funcione perfectamente el sistema de alerta de accidentes en el hogar.
- ✓ Cuando la persona se encuentre sola en el hogar y se encuentre en la sala no debe tener ningún tipo de ruido (no hacer uso del radio), para que la persona al momento de solicitar “auxilio” el reconocedor de voz logre trabajar de una manera más fiable.
- ✓ Cuando la persona se encuentre en el baño y haya tenido un accidente y logre tocar el sensor resistivo, debe tocar una o dos veces para tener un mejor contacto, ya que este sensor puede estar con humedad.

RECOMENDACIONES:

- » Para tener conocimiento del funcionamiento de este sistema se recomienda usar el manual de usuario que se detalla en el Anexo 1.
- » Se puede implementar más zonas de riesgo de accidentes en la vivienda, ya que el sistema de alertas de accidentes en la etapa de control está provisto para acoplar más sensores
- » Si el sistema de alertas de accidentes si se encuentra enviando alertas falsas se recomienda revisar las conexiones en los sensores.
- » El sistema de alerta de accidentes dentro del hogar se puede acoplar con un sistema de cámaras, dando al usuario más alternativas para saber que está sucediendo en su vivienda.
- » Para que el sistema de alerta de accidentes este siempre operando incluso cuando no se tenga energía eléctrica se puede diseñar un sistema de energía de respaldo.
- » Si se desea mejorar la intensidad de la señal en el módulo GSM (SIM-900) se puede colocar una antena externa de mejor ganancia.
- » Si se requiere mejorar la visualización de los eventos en la etapa de control se puede colocar un display que trabaje en la oscuridad.
- » Para no tener problemas en la SIM CARD de saldo, se puede realizar la contratación de un plan de mensajes SMS por parte de la operadora de Claro.
- » Se recomienda dar un mantenimiento preventivo semestralmente para tener un buen funcionamiento del sistema.

BIBLIOGRAFÍA

- Areny, R. P. (2003). *Sensores acondicionadores*. Barcelona, España: MARCOMBO S.A.
- Conocel. (2011). <http://www.supertel.gob.ec/>. Obtenido de <http://lte-movil4g.blogspot.com/>
- David, M. (2003). Servicio de mensajes cortos (SMS) el mercado telefónico España. En M. David, *Un análisis del mercado móvil actual realizado en 2003* (pág. 60). España: Copyright 2006 The Wilcox Trading Company Portland, Oregon.
- ELECFREAKS.COM. (20 de Marzo de 2011). *EFCOM GPRS/GSM Shield*. Obtenido de http://www.elec-freaks.com/wiki/index.php?title=EFCOM_GPRS/GSM_Shield
- González Gomez, J. (Marzo de 2001). *Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática UAM*. Obtenido de <http://www.iearobotics.com/personal/juan/doctorado/sms/sms.pdf>
- Guaman Jingo, C. (2015). *Sr. Quito*.
- Herrera García, E. F. (Octubre de 2013). *e-pn.edu.ec*; . Obtenido de <http://bibdigital.e-pn.edu.ec/handle/15000/4139> : <http://bibdigital.e-pn.edu.ec/bitstream/15000/6701/1/CD-5094.pdf>
- Miniguano, L. D. (septiembre de 2008). <http://bibdigital.e-pn.edu.ec>. Obtenido de <http://bibdigital.e-pn.edu.ec/bitstream/15000/2096/1/CD-1668%282008-09-15-10-58-20%29.pdf>
- Muñoz Moreno, G. (17 de Octubre de 2012). *Division de Ingeniería Electronica*. Obtenido de http://www.google.com.ec/imgres?imgurl=http://image.slidesharecdn.com/optoacpladadores-130324203132-phpapp01/95/optoacopladores-1-638.jpg%253Fcb%253D1364175132&imgrefurl=http://es.slideshare.net/YAHVE891/optoacopladores&h=479&w=638&tbnid=_rxoxqB4L1gY
- Supertel. (2012). *Supertel*. Obtenido de <http://www.supertel.gob.ec/>
- Vignoni, J. R. (2003). <http://www.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/procesos/transparencia/Sensores.pdf>. Obtenido de <http://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1H2B63T5G-1SLKJ1L-J52/Sensores%20fundamentos,%20tipos%20y%20caracter%3%ADsticcas.pdf>: http://www.productselection.net/description.php?PG=033&FAMILY=000&DS_SUPE RGROUP=1&LANG=ES&SPECIAL=

ANEXOS

ANEXO 1

Manual de usuario

MANUAL DE USUARIO DEL SISTEMA DE ALERTA DE ACCIDENTES EN EL HOGAR CON EL USO DE SENSORES, MONITOREADO MEDIANTE UN TERMINAL CELULAR A TRAVÉS DE MENSAJES VÍA SMS.

INSTRUCCIONES

Este sistema está diseñado para alertar accidentes dentro del hogar con el uso de sensores (de movimiento, resistivo, magnéticos, y reconocedor de voz) ubicados en lugares donde existen más riesgo de accidentes, la etapa de control (ATMEGA328) está siempre tomando las lecturas de los sensores cuando se activa un sensor, activa el módulo GSM (SIM-900), enviado el mensaje de alerta al usuario a través de la red celular GSM de Claro.

Conozca el sistema:

- » **Paso 1.** Encendido del sistema la alimentación del sistema (etapa de control) se realiza en una toma eléctrica de 110 V_{AC} en la sala.
- » **Paso 2.** Verificación si se encuentra encendido el módulo GSM (SIM-900), led azul titilando cada 1 segundo.
- » **Paso 3.** Verificar que el SIM CARD se encuentre con saldo para envío de mensajes SMS al terminal móvil, para ello se debe llamar a la operadora de Claro marcar desde otro terminal móvil *611 solicitando si el número "09399818172", se encuentra con saldo, si encontrará sin saldo se debe realizar una recarga mínima de 1 dólar americanos, para que la etapa de transmisión envíe los mensajes de alerta al usuario.
- » **Paso 4.** Antes de realizar las pruebas del funcionamiento del sistema de alerta de accidentes dentro del hogar, se debe tener la puerta de ingreso y la puerta del baño,

cerrada para que la etapa de control no este enviado mensajes de alerta a través del módulo GSM (SIM-900), esto ayudará a no gastar el saldo del SIM CARD.

- » **Paso 5.** Para realizar las pruebas de funcionamiento se tomado de la tabla 3.1. Donde se ha detallado la activación de los sensores y que el usuario interpretará en el terminal móvil los mensajes de alerta.

SENSORES ACTIVOS	ACCIÓN (MENSAJE)	INTERPRETACIÓN DEL USUARIO
magnético 1 + movimiento	Se ha detectado ingreso de persona	ingreso de persona a la vivienda
magnético 1 + movimiento	Se ha detectado puerta abierta	puerta principal abierta
Movimiento + magnético 1	Se ha detectado salida de persona	salida de persona de la vivienda
magnético 1	Se ha detectado movimiento en la sala	sensor de movimiento activo dentro de la casa
Resistivo	Se ha detectado auxilio en el baño	se ha presionado el sensor resistivo solicitando socorro a la persona que está en el baño
Magnético 2	Se ha detectado demora en el baño	La persona se demora en el baño más del tiempo programado, alerta de posible accidente
Reconocedor de voz	Se ha detectado auxilio en la sala	Sensor reconocedor de voz activo, solicitud de socorro inmediato de la persona dentro del hogar

Fuente: (Guaman Jingo, 2015)

- » **Paso 7.** El apagado del sistema de alerta accidentes se lo realiza desde el interruptor de encendido y apagado que está en la parte posterior del chasis.

ANEXO 2

Programa arduino

```

#include <LiquidCrystal.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#include "VoiceRecognitionV3.h"
char inchar; // Will hold the incoming character from the GSM shield
SoftwareSerial SIM900(2, 3); // jumper 2 a tx y 3 a RX
//!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
VR myVR(4,5); // 2:RX 3:TX, you can choose your favourite pins.
uint8_t records[7]; // save record
uint8_t buf[64];
int led = 13;
#define auxilio1Record (0)
#define auxilio2Record (1)
#define auxilio3Record (2)
//!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
int indicador=0;
int sensor1=6;
int sensor2=7;
int sensor3=8;
int sensor4=9;
int bandera=0;
int dato;
String zona;
int x;
int estado=0;
int dato2;
LiquidCrystal lcd(13, 1, 12, 17, 16, 15, 14); //1 desabilitado
//!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
void printSignature(uint8_t *buf, int len)
{
int i;
for(i=0; i<len; i++){
if(buf[i]>0x19 && buf[i]<0x7F){
Serial.write(buf[i]);
}
}
}

```

```

else{
Serial.print("[");
Serial.print(buf[i], HEX);
Serial.print("]");
}
}
}
/**
@brief Print signature, if the character is invisible,
print hexible value instead.
@param buf --> VR module return value when voice is recognized.
buf[0] --> Group mode(FF: None Group, 0x8n: User, 0x0n:System
buf[1] --> number of record which is recognized.
buf[2] --> Recognizer index(position) value of the recognized record.
buf[3] --> Signature length
buf[4]~buf[n] --> Signature
*/
void printVR(uint8_t *buf)
{
// Serial.println("VR Index\tGroup\tRecordNum\tSignature");
// Serial.print(buf[2], DEC);
// Serial.print("\t\t");
if(buf[0] == 0xFF){
// Serial.print("NONE");
}
else if(buf[0]&0x80){
// Serial.print("UG ");
// Serial.print(buf[0]&(~0x80), DEC);
}
else{
// Serial.print("SG ");
// Serial.print(buf[0], DEC);
}
// Serial.print("\t");

```

```

// Serial.print(buf[1], DEC);
// Serial.print("\t\t");
if(buf[3]>0){
printSignature(buf+4, buf[3]);
}
Else
{
// Serial.print("NONE");
}
// Serial.println("\r\n");
}
//!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
void setup()
{
lcd.clear();
lcd.begin(16,2);

//Serial.begin(19200);
pinMode(indicador,OUTPUT); // Use onboard LED if required.
pinMode(sensor1,INPUT);
pinMode(sensor2,INPUT);
pinMode(sensor3,INPUT);
pinMode(sensor4,INPUT);
beep();
// wake up the GSM shield
SIM900power();
SIM900.begin(19200);
buscandored();
delay(20000); // give time to log on to network.
lcd.clear();
SIM900.print("AT+CMGF=1\r"); // set SMS mode to text
delay(100);
SIM900.print("AT+CNMI=2,2,0,0,0\r");
// blurt out contents of new SMS upon receipt to the GSM shield's serial out

```

```

delay(30000);
indicador,LOW;
mensajeespera();
//!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
/** initialize */
myVR.begin(9600);
// Serial.begin(115200);
// Serial.println("Elechouse Voice Recognition V3 Module\r\nControl LED sample");
pinMode(led, OUTPUT);
if(myVR.clear() == 0){
// Serial.println("Recognizer cleared.");
}
else
{
// Serial.println("Not find VoiceRecognitionModule.");
// Serial.println("Please check connection and restart Arduino.");
while(1);
}
if(myVR.load((uint8_t)auxilio1Record) >= 0)
{
// Serial.println("onRecord loaded");
}
if(myVR.load((uint8_t)auxilio2Record) >= 0)
{
// Serial.println("offRecord loaded");
}
if(myVR.load((uint8_t)auxilio3Record) >= 0){
// Serial.println("offRecord loaded");
}
//!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
}
void SIM900power()
// software equivalent of pressing the GSM shield "power" button
{

```

```
encendiendomodern();
digitalWrite(9, HIGH);
delay(1000);
digitalWrite(9, LOW);
delay(7000);
}
void loop()
{
  if (bandera==0){

if(SIM900.available() >0)
{
inchar=SIM900.read();
if (inchar=='#')
{
delay(10);
confirmacion();
inchar=SIM900.read();
if (inchar=='a')
{
delay(10);
inchar=SIM900.read();
if (inchar=='1')
{
}
}
}
SIM900.println("AT+CMGD=1,4"); // delete all SMS
}
}
dato = digitalRead(sensor1); //SENSOR DE TACTO
if (dato == HIGH){//si dato es alto
bandera=20;
zona="1";
```



```

zona="5";
beep();
break;
case auxilio2Record:
/** turn off LED*/
//digitalWrite(led, LOW);
bandera=20;
zona="5";
beep();
break;
case auxilio3Record:
/** turn off LED*/
//digitalWrite(led, LOW);
bandera=20;
zona="5";
beep();
break;
default:
Serial.println("Record function undefined");
break;
}
/** voice recognized */
printVR(buf);
}
//!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
}
//*****
if (bandera==1){
for (int x = 0;x<100; x++){
delay (100);
dato = digitalRead(sensor3); //sensor movimiento
if (dato == HIGH && bandera==1){//si dato es alto
bandera=2;
estado=1;
}
}
}

```

```

x=100;
mensajeanalizando1();
delay(2000);
}
}
if (bandera == 1 && estado==0){
bandera=20;
zona="2";
}
}
if (bandera==2)
{
for (int x = 0;x<100; x++)
{
delay (100);
dato = digitalRead(sensor2); //magnetico puerta 1
if (dato == LOW && bandera==2){
bandera=0;
estado=0;
x=100;
mensajeentradalcd();
delay(2000);
mensajeentradasms();
mensajeespera();
delay(2000);
}
}
if (bandera == 2 && estado==1 )
{
bandera=20;
zona="2";
}
}
//*****

```



```
estado=2;
  temporizadorsinconcluir();
delay(2000);
  x=100;
}
}
if (bandera==6 && estado==1)
{
bandera=23;
zona="4";
}
}
if(bandera==7)
{
for (int x = 0;x<100; x++)
{
delay (100);
dato = digitalRead(sensor4); //puerta baño
if (dato== LOW)
{
bandera=0;
mensajeespera();
delay(2000);
x=100;
estado=0;
}
}
if (bandera==7 && estado==2)
{
bandera=23;
zona="4";
}
}
if (bandera==20)
```

```
{
lcd.clear();
mensajeenvio();
SIM900.print("AT+CMGF=1\r"); // AT command to send SMS message
delay(100);
SIM900.println("AT + CMGS = \"+593982740040\"); // recipient's mobile number, in
international format
delay(100);
//SIM900.println("Se ha detectado anomalia en zona:"+zona+"\"); // message to send
analisisSMS();
zona=0;
delay(100);
SIM900.println((char)26); // End AT command with a ^Z, ASCII code 26
delay(100);
SIM900.println();
delay(20000);
lcd.clear();
mensajeenvio();
SIM900.print("AT+CMGF=1\r");// AT command to send SMS message
delay(100);
SIM900.println("AT + CMGS = \"+593995286699\"); // recipient's mobile number, in
international format
delay(100);
//SIM900.println("Se ha detectado anomalia en zona:"+zona+"\"); // message to send
analisisSMS();
zona=0;
delay(100);
SIM900.println((char)26);// End AT command with a ^Z, ASCII code 26
delay(100);
SIM900.println();
delay(2000);
bandera=22;
mensajesespera();
estado=0;
```

```

}
if(bandera==22)
{
dato = digitalRead(sensor2); //movimiento
dato2 = digitalRead(sensor3); //movimiento
if(dato == LOW && dato2 == LOW){
bandera=0;
delay(2000);
}
}
if (bandera==23){
lcd.clear();
mensajeenvio();
SIM900.print("AT+CMGF=1\r"); // AT command to send SMS message
delay(100);
SIM900.println("AT + CMGS = \"+593982740040\");// recipient's mobile number, in
international format
delay(100);
// SIM900.println("Se ha detectado anomalia en zona:"+zona+"\"); // message to send
analisisSMS();
zona=0;
delay(100);
SIM900.println((char)26); // End AT command with a ^Z, ASCII code 26
delay(100);
SIM900.println();
delay(20000);
lcd.clear();
mensajeenvio();
SIM900.print("AT+CMGF=1\r");// AT command to send SMS message
delay(100);
SIM900.println("AT + CMGS = \"+593995286699\"); // recipient's mobile number, in
international format
delay(100);
//SIM900.println("Se ha detectado anomalia en zona:"+zona+"\");// message to send

```



```

 analisisms();
 zona=0;
 delay(100);
 SIM900.println((char)26); // End AT command with a ^Z, ASCII code 26
 delay(100);
 SIM900.println();
 delay(2000);
 bandera=24;
 mensajeespera();
 estado=0;
 }
 if(bandera==24){
  dato = digitalRead(sensor4);
  if(dato == LOW){
   bandera=0;
   delay(2000);
  }
 }
 }//Llave void loop
 void beep()
 {
  digitalWrite(indicador,HIGH); //Turn off the onboard Arduino LED
  delay(100); // This delay is required.
  digitalWrite(indicador,LOW); //Turn off the onboard Arduino LED
 }
 void mensajeespera(){
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print(" SISTEMA ");
  lcd.setCursor(1, 1);
  lcd.print(" ALERTA ");
  delay(200);
 }
 void mensajeanalizando1(){

```

```
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print(" ANALIZANDO ");
lcd.setCursor(1, 1);
lcd.print(" PUERTA 1 ");
delay(200);
}
void mensajeanalizando2(){
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print(" ANALIZANDO ");
lcd.setCursor(1, 1);
lcd.print("SENSOR MOVIMIEN.");
delay(200);
}
void mensajeanalizando3(){
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print(" ANALIZANDO ");
lcd.setCursor(1, 1);
lcd.print(" PUERTA 2 ");
delay(200);
}
void encendiendomodeno() {
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print(" ENCENDIENDO ");
lcd.setCursor(1, 1);
lcd.print(" MODEM GSM ");
delay(200);
}
void mensajeenvio(){
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
```

```
lcd.print(" ENVIANDO ");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print(" MENSAJE ");
delay(200);
}
void buscandored() {
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print(" BUSCANDO ");
lcd.setCursor(1, 1);
lcd.print(" RED ");
delay(200);
}
void mensajeentradaLCD(){
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print(" INGRESO DE ");
lcd.setCursor(1, 1);
lcd.print(" PERSONA ");
delay(200);
}
void mensajesalidaLCD(){
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print(" SALIDA DE ");
lcd.setCursor(1, 1);
lcd.print(" PERSONA ");
delay(200);
}
void temporizador(){
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print(" ETAPA ");
lcd.setCursor(1, 1);
```

```
lcd.print(" TEMPORIZACION ");
delay(200);
}
void temporizadorsinconcluir(){
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print(" PERSONA SALIO ");
lcd.setCursor(1, 1);
lcd.print("ANTES DE FINALI.");
delay(200);
}
void mensajeentradasms(){
lcd.clear();
mensajeenvio()
SIM900.print("AT+CMGF=1\r");// AT command to send SMS message
delay(100);
SIM900.println("AT + CMGS = \"+593982740040\");// recipient's mobile number, in
international format
delay(100);
SIM900.println("Se ha detectado ingreso de persona");// message to send
zona=0;
delay(100);
SIM900.println((char)26); // End AT command with a ^Z, ASCII code 26
delay(100);
SIM900.println();
delay(20000);
lcd.clear();
mensajeenvio();
SIM900.print("AT+CMGF=1\r");// AT command to send SMS message
delay(100);
SIM900.println("AT + CMGS = \"+593995286699\");// recipient's mobile number, in
international format
delay(100);
SIM900.println("Se ha detectado ingreso de persona");// message to send
```

```
zona=0;
delay(100);
SIM900.println((char)26); // End AT command with a ^Z, ASCII code 26
delay(100);
SIM900.println();
delay(2000);
bandera=22;
mensajeespera();
estado=0;
}
void mensajesalidasms(){
lcd.clear();
mensajeenvio();
SIM900.print("AT+CMGF=1\r");// AT command to send SMS message
delay(100);
SIM900.println("AT + CMGS = \"+593982740040\");// recipient's mobile number, in
international format
delay(100);
SIM900.println("Se ha detectado salida de persona");// message to send
zona=0;
delay(100);
SIM900.println((char)26); // End AT command with a ^Z, ASCII code 26
delay(100);
SIM900.println();
delay(20000);
lcd.clear();
mensajeenvio();
SIM900.print("AT+CMGF=1\r");// AT command to send SMS message
delay(100);
SIM900.println("AT + CMGS = \"+593995286699\");// recipient's mobile number, in
international format
delay(100);
SIM900.println("Se ha detectado salida de persona");// message to send
zona=0;
```

```
delay(100);
SIM900.println((char)26); // End AT command with a ^Z, ASCII code 26
delay(100);
SIM900.println();
delay(2000);
bandera=22;
mensajeespera();
estado=0;
}
void confirmacion(){
lcd.clear();
mensajeenvio();
delay(2000);
SIM900.print("AT+CMGF=1\r"); // AT command to send SMS message
delay(100);
SIM900.println("AT + CMGS = \"+593982740040\""); // recipient's mobile number, in
international format
delay(100);
SIM900.println("Sistema funcionando, estado en alerta"); // message to send
zona=0;
delay(100);
SIM900.println((char)26); // End AT command with a ^Z, ASCII code 26
delay(100);
SIM900.println();
delay(20000);
lcd.clear();
mensajeenvio();
delay(2000);
SIM900.print("AT+CMGF=1\r"); // AT command to send SMS message
delay(100);
SIM900.println("AT + CMGS = \"+593995286699\""); // recipient's mobile number, in
international format
delay(100);
SIM900.println("Sistema funcionando, estado en alerta"); // message to send
```

```
zona=0;
delay(100);
SIM900.println((char)26); // End AT command with a ^Z, ASCII code 26
delay(100);
SIM900.println();
delay(2000);
bandera=0;
mensajeespera();
estado=0;
}
void analisisSMS(){
if(zona=="1"){
SIM900.println("Se ha detectado auxilio en el bano");
}
if(zona=="2"){
SIM900.println("Se ha detectado puerta abierta");
}
if(zona=="3"){
SIM900.println("Se ha detectado movimiento en la sala");
}
if(zona=="4"){
SIM900.println("Se ha detectado demora en el bano");
}
if(zona=="5"){
SIM900.println("Se ha detectado auxilio en la sala");
}
}
```

ANEXO 3

Costo de la implementación

Tabla de costos 1 elementos del sistema

	CANT.	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNIT.	SUBTOTAL
ELEMENTOS	1	REST. 10k OHM 1/4 W	0,030	0,03
	1	REST. 10k OHM 1/4 W	0,030	0,03
	1	REST. 470 OHM 1/4 W	0,030	0,03
	4	REST. 330 OHM 1/4 W	0,030	0,120
	5	REST 1K OHM 1/4W	0,030	0,150
	1	REST. 10k OHM 1/4 W	0,030	0,03
	1	COND. 22 MF. 25 V	0,096	0,096
	2	COND. 470 MF. 25V	0,240	0,48
	6	COND. 0,1 MF. 50 V CERAMICO 104	0,080	0,48
	3	COND. 10 MF. 25 V	0,096	0,288
	3	COND. 0.1 MF. 50 V. CERAMICO 104	0,080	0,24
	2	COND. 22 PF. 50 V 224	0,080	0,16
	4	OPTOACOPLADOR 4N26	0,560	2,24
	1	POTE. 100K PRECISION RECT AZUL	0,866	0,866
	1	POTENCIOMETRO 10 K AJUSTE	0,280	0,28
	2	DIODO 1N4007	0,080	0,16
	4	TRANSITOR. 2N3904 ECD 123 AP	0,064	0,256
	2	LED VERDE 5MM	0,060	0,12
1	DISPLAY LCD	0,800	0,80	
1	TRANSFORMADOR 9V 1 AMP, 110V	6,060	6,06	
COMUNICACIONES	1	MODULO GSM -SIM-900	96	96
	1	TARJETA SIM CARD	3	3
CONTROLADOR	1	C.I. LM358N	0,050	0,050
	1	C.I. 7812	0,560	0,560
	1	C.I. 7809	0,704	0,704
	1	C.I. 7805 CV	0,710	0,710
	1	C.I. LM1117	1,424	1,424
	1	C.I ATMEGA 328	7,136	7,136
	1	CRISTAL 16 MHZ	0,640	0,64
	1	RECONOCEDOR DE VOZ V3	35,000	35
	1	SENSOR DE MOVIMIENTO 15 MTS 12 V	16,800	16,8
	2	SUICHE MAGNETICO PLASTICO	1,920	3,84
COSTO TOTAL				USD 178,78

Tabla de costos 2 construcción y desarrollo

Cant.	ELEMENTOS	PRECIO UNIT.	SUB TOTAL.
8	BORNERA 2 PINES AZUL/NEGRA	0,288	2,304
1	MATERIALES PARA LA FABR DE PLACA	1,600	1,60
1	BORNERAS 3 PINES AZUL	0,360	0,36
4	ZOCALO 8 PINES	0,080	0,32
2	ZOCALO 14 PINES	0,110	0,22
1	ZUMBADOR PEQ. NEG. 5V BUZZ	0,988	0,988
2	CONECTOR MACH PARA LCD (40 P)	0,576	1,152
1	CABLE 110 V # 22 AWG	2,016	2,016
1	CABLE UTP CATEGORIA 5 E	12,000	12
1	CAJA METALICA	8,000	8
1	REPUESTOS	1,500	1,50
	DISEÑO Y IMPRESIÓN	272,40	272,40
	COSTO TOTAL		USD 302,86

Tabla de costos 3 tarifa de arrendamiento del servicio de comunicaciones GSM

Cant.	Elemento	Costo U.	Costo T.
1	Activación de un paquete de mensajería SMS en el módulo GSM.	25	25
1	Activación de la línea "0939981872" para el módulo GSM (SIM-900)	5	5
	COSTO TOTAL		USD 18

De la suma total de las tres tablas de costos se tiene que el valor del diseño e implementación del proyecto con un total **\$511.764** dólares norteamericano. Sin mencionar no se ha estimado hasta el momento el valor de 1500 horas de trabajo empleado para desarrollo del software y hardware del sistema de alerta de accidentes dentro del hogar usando cómo medio de comunicación la tecnología GSM. Además no se incluye las tarifas de importación de los elementos electrónicos desde el distribuidor y el monto por pruebas de comunicación.

ANEXO 4

Acta entrega y recepción
del sistema alerta
accidentes en el hogar

Quito, 30 de marzo de 2015

ACTA DE ENTREGA Y RECEPCIÓN

Yo, Claudio Alfredo Guamán Jingo con C.I. 1002706289, estudiante de la Universidad Tecnológica Israel en la Carrera Ingeniería Electrónica Digital y Telecomunicaciones, hago la entrega formal de un Sistema de Alerta de Accidentes en el Hogar con el Uso de Sensores, Monitoreado Mediante un Terminal Celular a través de Mensajes vía SMS a la Sra. Sonia Margoth Gallo Cevallos con C.I. 1715277610, el sistema se entrega instalada en su vivienda. La señora autoriza el acceso a la Universidad Tecnológica Israel a su vivienda para exponer el mencionado proyecto, siempre y cuando la visita le sea notificada con anticipación.

El proyecto no podrá ser vendido ni replicado, sin autorización de la Universidad Tecnológica Israel y su autor el Sr. Claudio Alfredo Guamán Jingo.

ENTREGA:

RECIBE:

Sr. Claudio Alfredo Guamán Jingo

Sra. Sonia Margoth Gallo Cevallos.

ANEXO 5

Datasaheet SIM-900



GSM/GPRS Module



SIM900

SIMCom presents an ultra compact and reliable wireless module-SIM900. This is a complete Quad-band GSM/GPRS module in a SMT type and designed with a very powerful single-chip processor integrating AMR926EJ-S core, allowing you to benefit from small dimensions and cost-effective solutions.

Featuring an industry-standard interface, the SIM900 delivers GSM/GPRS 850/900/1800/1900MHz performance for voice, SMS, Data, and Fax in a small form factor and with low power consumption. With a tiny configuration of 24mm x 24mm x 3 mm, SIM900 can fit almost all the space requirements in your M2M applications, especially for slim and compact demands of design.

Smart Machine Smart Decision

General features

- Quad-Band 850/ 900/ 1800/ 1900 MHz
- GPRS multi-slot class 10/8
- GPRS mobile station class B
- Compliant to GSM phase 2/2+
 - Class 4 (2 W @850/ 900 MHz)
 - Class 1 (1 W @ 1800/1900MHz)
- Dimensions: 24* 24 * 3 mm
- Weight: 3.4g
- Control via AT commands (GSM 07.07 ,07.05 and SIMCOM enhanced AT Commands)
- SIM application toolkit
- Supply voltage range : 3.1 ... 4.8V
- Low power consumption: 1.5mA(sleep mode)
- Operation temperature: -40° C to +85 ° C

Specifications for Fax

- Group 3, class 1

Specifications for Data

- GPRS class 10: max. 85.6 kbps (downlink)
- PBCCH support
- Coding schemes CS 1, 2, 3, 4
- CSD up to 14.4 kbps
- USSD
- Non transparent mode
- PPP-stack

Specifications for SMS via GSM/GPRS

- Point to point MO and MT
- SMS cell broadcast
- Text and PDU mode

Software features

- 0710 MUX protocol
- embedded TCP/UDP protocol
- FTP/HTTP(available at July ,2010)
- FOTA (available at July ,2010)
- MMS (available at July ,2010)
- Embedded AT (available at Q3,2010)

Specifications for Voice

- Tricodex
 - Half rate (HR)
 - Full rate (FR)
 - Enhanced Full rate (EFR)
- Hands-free operation (Echo suppression)
- AMR
 - Half rate (HR)
 - Full rate (FR)

Interfaces

- Interface to external SIM 3V/ 1.8V
- analog audio interface
- RTC backup
- SPI interface (option)
- Serial interface
- Antenna pad
- I2C
- GPIO
- PWM
- ADC

Compatibility

- AT cellular command interface

Certificates:

- | | |
|--------|--------|
| •CE | •IC |
| •FCC | •ICASA |
| •ROHS | •TA |
| •PTCRB | •REACH |
| •GCF | |

Certificates (on going):

- AT&T(will be finished at end of July 2010)

More about SIMCom SIM900

Please contact:

Tel: 86-21-32523300
 Fax: 86-21-32523301
 Email: simcom@sim.com
 Website: www.sim.com/wm

ANEXO 6

**Guía rápida Lenguaje
Arduino**

GUIA RÁPIDA LENGUAJE ARDUINO

ESTRUCTURA

Estructura principal

- void **setup()** (estructura de configuración)
- void **loop()** (estructura del bucle principal)

Estructuras de control

- **if()**
- **if()...else**
- **for()**
- **switch()...case**
- **while()**
- **do()... while**
- **break**
- **continue**
- **return**
- **goto**

Sintaxis

- **;** (punto y coma)
- **{}** (corchetes)
- **//** (comentario línea única)
- **/* */** (comentario multilinea)

Operadores aritméticos

- **=** (asignación)
- **+** (suma)
- **-** (resta)
- ***** (multiplicación)
- **/** (división)
- **%** (módulo)

Operadores de comparación

- **==** (igual que)
- **!=** (no igual que)
- **<** (menor que)
- **>** (mayor que)

- **<=** (menor o igual que)
- **>=** (mayor o igual que)

Operadores booleanos

- **&&** (and)
- **||** (or)
- **!** (not)

Operadores compuestos

- **++** (incremento)
- **--** (decremento)
- **+=** (suma compuesta)
- **-=** (resta compuesta)
- ***=** (multiplicación compuesta)
- **/=** (división compuesta)

Constantes

- **HIGH | LOW**
- **INPUT | OUTPUT**
- **true | false**

Tipo de datos

- **boolean** (booleano)
- **char** (carácter)
- **byte** (byte)
- **int** (entero)
- **unsigned int** (entero sin signo)
- **long** (entero largo)
- **unsigned long** (entero largo sin signo)
- **float** (coma flotante)
- **double** (coma flotante doble)
- **string** (cadena de texto)
- **array** (array)
- **void** (nada)

FUNCIONES

Funciones I/O digitales

- **pinMode(pin, mode)**
- **digitalWrite(pin, value)**
- **int digitalRead(pin)**

Funciones I/O analógicas

- **int analogRead(pin)**
- **analogWrite(pin, value)**

Funciones I/O avanzadas

- **shiftOut(dataPin, clockPin, bitOrder, value)**
- **unsigned long pulseIn(pin, value)**

Funciones de tiempo

- **unsigned long millis()**
- **delay(miliseundos)**
- **delayMicroseconds(microsegundos)**

Funciones matemáticas

- **min(x, y)**
- **max(x, y)**
- **abs(x)**

- **constrain(x, a, b)**
- **map(value, fromLow, fromHigh, toLow, toHigh)**
- **pow(base, exponente)**
- **sq(x)**
- **sqrt(x)**
- **sin(rad)**
- **cos(rad)**
- **tan(rad)**

Funciones números aleatorios

- **randomSeed(semilla)**
- **long random(max)**
- **long random(min, max)**

Comunicaciones serie

- **Serial.begin(baudios)**
- **int Serial.available()**
- **int Serial.read()**
- **Serial.flush()**
- **Serial.print(datos)**
- **Serial.println(datos)**

ANEXO 7

Datasheet Arduino

Arduino UNO



Product Overview

The Arduino Uno is a microcontroller board based on the ATmega328 ([datasheet](#)). It has 14 digital input/output pins (of which 6 can be used as PWM outputs), 6 analog inputs, a 16 MHz crystal oscillator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started. The Uno differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the Atmega8U2 programmed as a USB-to-serial converter.

"Uno" means one in Italian and is named to mark the upcoming release of Arduino 1.0. The Uno and version 1.0 will be the reference versions of Arduino, moving forward. The Uno is the latest in a series of USB Arduino boards, and the reference model for the Arduino platform; for a comparison with previous versions, see the [index of Arduino boards](#).

[Index](#)

Technical Specification

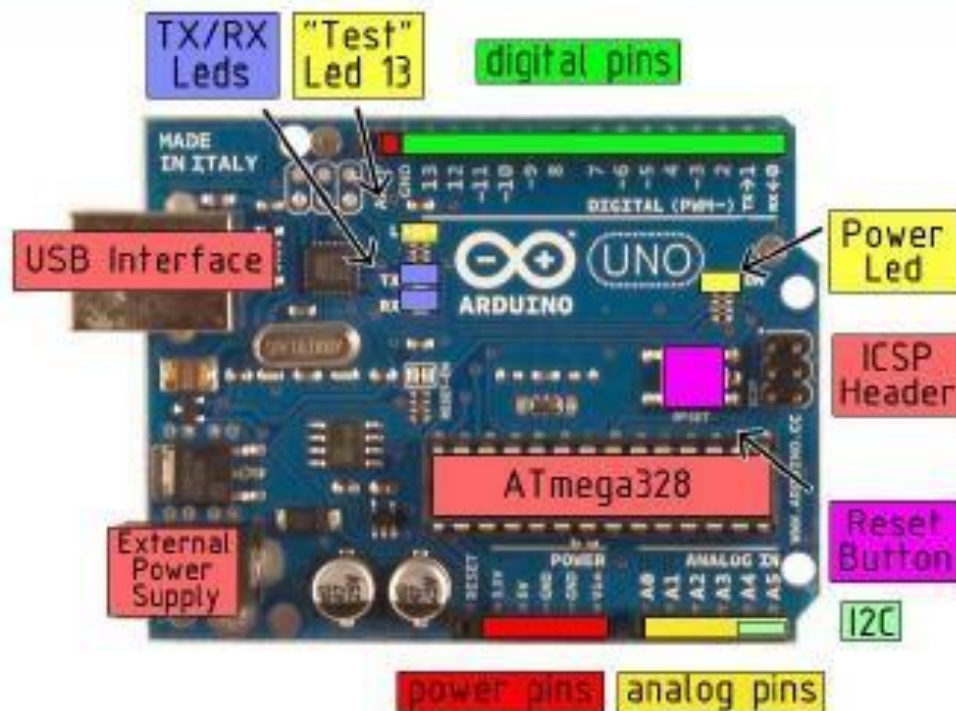


EAGLE files: [arduino-uno-eagle-files-2010-01-25.zip](#) Schematic: [arduino-uno-schematic.pdf](#)

Summary

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 MHz

the board



Power

The Arduino Uno can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically.

External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The power pins are as follows:

- **VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- **5V.** The regulated power supply used to power the microcontroller and other components on the board. This can come either from VIN via an on-board regulator, or be supplied by USB or another regulated 5V supply.
- **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- **GND.** Ground pins.

Memory

The Atmega328 has 32 KB of flash memory for storing code (of which 0,5 KB is used for the bootloader); it has also 2 KB of SRAM and 1 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

Input and Output

Each of the 14 digital pins on the Uno can be used as an input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial:** 0 (RX) and 1 (TX). Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. These pins are connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip.
- **External Interrupts:** 2 and 3. These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- **PWM:** 3, 5, 6, 9, 10, and 11. Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.
- **SPI:** 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). These pins support SPI communication, which, although provided by the underlying hardware, is not currently included in the Arduino language.
- **LED:** 13. There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.

The Uno has 6 analog inputs, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though is it possible to change the upper end of their range using the AREF pin and the [analogReference\(\)](#) function. Additionally, some pins have specialized functionality:

- **I²C: 4 (SDA) and 5 (SCL).** Support I²C (TWI) communication using the [Wire library](#).

There are a couple of other pins on the board:

- **AREF.** Reference voltage for the analog inputs. Used with [analogReference\(\)](#).
- **Reset.** Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

See also the [mapping between Arduino pins and Atmega328 ports](#).

Communication

The Arduino Uno has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega328 provides UART TTL (5V) serial communication, which is available on digital pins 0 (RX) and 1 (TX). An ATmega8U2 on the board channels this serial communication over USB and appears as a virtual com port to software on the computer. The 8U2 firmware uses the standard USB COM drivers, and no external driver is needed. However, on Windows, an ".inf" file is required.

The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the Arduino board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the USB-to-serial chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

A [SoftwareSerial library](#) allows for serial communication on any of the Uno's digital pins.

The ATmega328 also support I2C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a Wire library to simplify use of the I2C bus; see the [documentation](#) for details. To use the SPI communication, please see the ATmega328 datasheet.

Programming

The Arduino Uno can be programmed with the Arduino software ([download](#)). Select "Arduino Uno w/ ATmega328" from the Tools > Board menu (according to the microcontroller on your board). For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).

The ATmega328 on the Arduino Uno comes preburned with a [bootloader](#) that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It communicates using the original STK500 protocol ([reference](#), [C header files](#)).

You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header; see [these instructions](#) for details.

The ATmega8U2 firmware source code is available . The ATmega8U2 is loaded with a DFU bootloader, which can be activated by connecting the solder jumper on the back of the board (near the map of Italy) and then resetting the 8U2. You can then use [Atmel's FLIP software](#) (Windows) or the [DFU programmer](#) (Mac OS X and Linux) to load a new firmware. Or you can use the ISP header with an external programmer (overwriting the DFU bootloader).

Automatic (Software) Reset

Rather than requiring a physical press of the reset button before an upload, the Arduino Uno is designed in a way that allows it to be reset by software running on a connected computer. One of the hardware flow control lines (DTR) of the ATmega8U2 is connected to the reset line of the ATmega328 via a 100 nanofarad capacitor. When this line is asserted (taken low), the reset line drops long enough to reset the chip. The Arduino software uses this capability to allow you to upload code by simply pressing the upload button in the Arduino environment. This means that the bootloader can have a shorter timeout, as the lowering of DTR can be well-coordinated with the start of the upload.

This setup has other implications. When the Uno is connected to either a computer running Mac OS X or Linux, it resets each time a connection is made to it from software (via USB). For the following half-second or so, the bootloader is running on the Uno. While it is programmed to ignore malformed data (i.e. anything besides an upload of new code), it will intercept the first few bytes of data sent to the board after a connection is opened. If a sketch running on the board receives one-time configuration or other data when it first starts, make sure that the software with which it communicates waits a second after opening the connection and before sending this data.

The Uno contains a trace that can be cut to disable the auto-reset. The pads on either side of the trace can be soldered together to re-enable it. It's labeled "RESET-EN". You may also be able to disable the auto-reset by connecting a 110 ohm resistor from 5V to the reset line; see [this forum thread](#) for details.

USB Overcurrent Protection

The Arduino Uno has a resettable polyfuse that protects your computer's USB ports from shorts and overcurrent. Although most computers provide their own internal protection, the fuse provides an extra layer of protection. If more than 500 mA is applied to the USB port, the fuse will automatically break the connection until the short or overload is removed.

Physical Characteristics

The maximum length and width of the Uno PCB are 2.7 and 2.1 inches respectively, with the USB connector and power jack extending beyond the former dimension. Three screw holes allow the board to be attached to a surface or case. Note that the distance between digital pins 7 and 8 is 160 mil (0.16"), not an even multiple of the 100 mil spacing of the other pins.



How to use Arduino



Arduino can sense the environment by receiving input from a variety of sensors and can affect its surroundings by controlling lights, motors, and other actuators. The microcontroller on the board is programmed using the [Arduino programming language](#) (based on [Wiring](#)) and the Arduino development environment (based on [Processing](#)). Arduino projects can be stand-alone or they can communicate with software on running on a computer (e.g. Flash, Processing, MaxMSP).

Arduino is a cross-platform program. You'll have to follow different instructions for your personal OS. Check on the [Arduino site](#) for the latest instructions. <http://arduino.cc/en/Guide/HomePage>

Linux Install

Windows Install

Mac Install

Once you have downloaded/unzipped the arduino IDE, you can Plug the Arduino to your PC via USB cable.

Blink led

Now you're actually ready to "burn" your first program on the arduino board. To select "blink led", the physical translation of the well known programming "hello world", select

File>Sketchbook>
Arduino-0017>Examples>
Digital>Blink

Once you have your skeeth you'll see something very close to the screenshot on the right.

In Tools>Board select

Now you have to go to
Tools>SerialPort
and select the right serial port, the one arduino is attached to.

```
int ledPin = 13; // LED connected to digital pin 13

// The setup() method runs once, when the sketch starts

void setup() {
  // initialize the digital pin as an output:
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
}

// the loop() method runs over and over again,
// as long as the Arduino has power

void loop()
{
  digitalWrite(ledPin, HIGH); // set the LED on
  delay(1000);                // wait for a second
  digitalWrite(ledPin, LOW);  // set the LED off
  delay(1000);                // wait for a second
}
```



Done compiling

Press Compile button
(to check for errors)



Upload

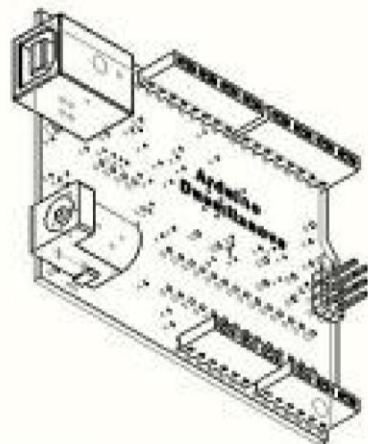
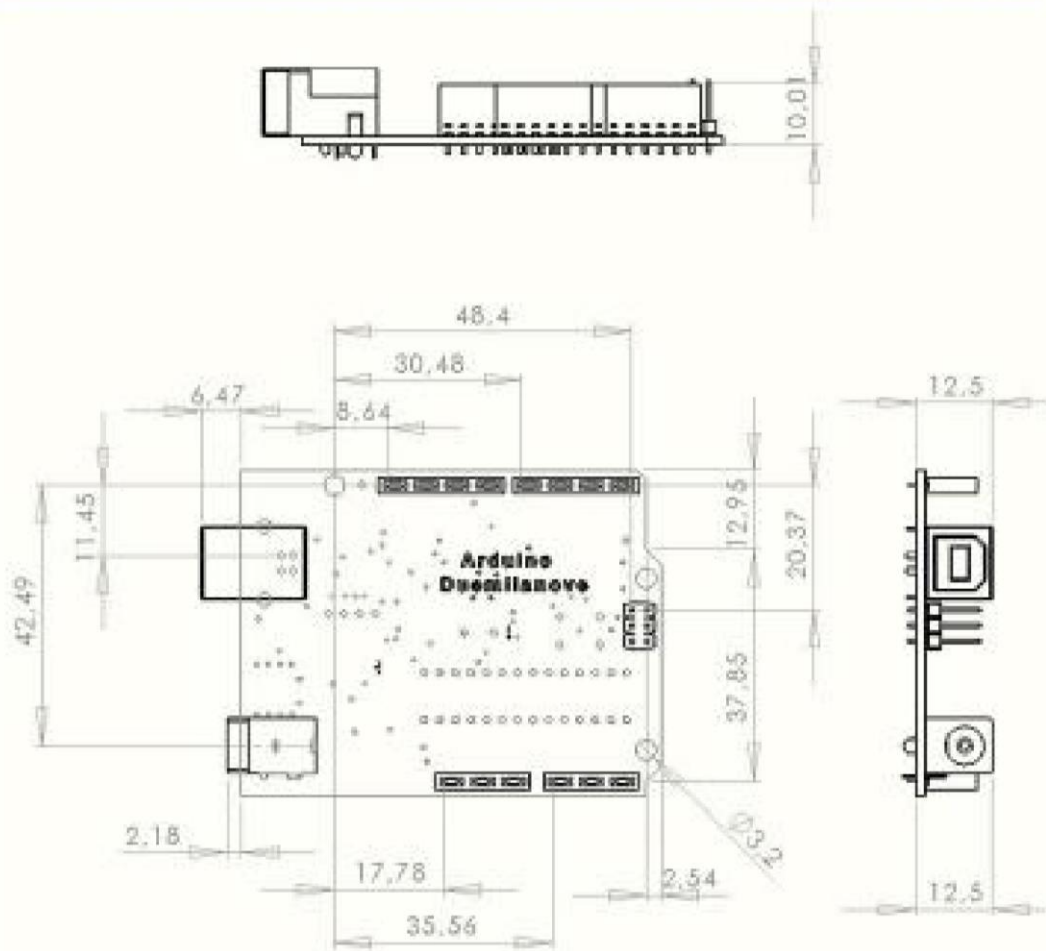


TX RX Flashing



Blinking Led!

Dimensioned Drawing



Terms & Conditions



1. Warranties

1.1 The producer warrants that its products will conform to the Specifications. This warranty lasts for one (1) years from the date of the sale. The producer shall not be liable for any defects that are caused by neglect, misuse or mistreatment by the Customer, including improper installation or testing, or for any products that have been altered or modified in any way by a Customer. Moreover, The producer shall not be liable for any defects that result from Customer's design, specifications or instructions for such products. Testing and other quality control techniques are used to the extent the producer deems necessary.

1.2 If any products fail to conform to the warranty set forth above, the producer's sole liability shall be to replace such products. The producer's liability shall be limited to products that are determined by the producer not to conform to such warranty. If the producer elects to replace such products, the producer shall have a reasonable time to replacements. Replaced products shall be warranted for a new full warranty period.

1.3 EXCEPT AS SET FORTH ABOVE, PRODUCTS ARE PROVIDED "AS IS" AND "WITH ALL FAULTS." THE PRODUCER DISCLAIMS ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, REGARDING PRODUCTS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO, ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE

1.4 Customer agrees that prior to using any systems that include the producer products, Customer will test such systems and the functionality of the products as used in such systems. The producer may provide technical, applications or design advice, quality characterization, reliability data or other services. Customer acknowledges and agrees that providing these services shall not expand or otherwise alter the producer's warranties, as set forth above, and no additional obligations or liabilities shall arise from the producer providing such services.

1.5 The Arduino™ products are not authorized for use in safety-critical applications where a failure of the product would reasonably be expected to cause severe personal injury or death. Safety-Critical Applications include, without limitation, life support devices and systems, equipment or systems for the operation of nuclear facilities and weapons systems. Arduino™ products are neither designed nor intended for use in military or aerospace applications or environments and for automotive applications or environment. Customer acknowledges and agrees that any such use of Arduino™ products which is solely at the Customer's risk, and that Customer is solely responsible for compliance with all legal and regulatory requirements in connection with such use.

1.6 Customer acknowledges and agrees that it is solely responsible for compliance with all legal, regulatory and safety-related requirements concerning its products and any use of Arduino™ products in Customer's applications, notwithstanding any applications-related information or support that may be provided by the producer.

2. Indemnification

The Customer acknowledges and agrees to defend, indemnify and hold harmless the producer from and against any and all third-party losses, damages, liabilities and expenses it incurs to the extent directly caused by: (i) an actual breach by a Customer of the representation and warranties made under this terms and conditions or (ii) the gross negligence or willful misconduct by the Customer.

3. Consequential Damages Waiver

In no event the producer shall be liable to the Customer or any third parties for any special, collateral, indirect, punitive, incidental, consequential or exemplary damages in connection with or arising out of the products provided hereunder, regardless of whether the producer has been advised of the possibility of such damages. This section will survive the termination of the warranty period.

4. Changes to specifications

The producer may make changes to specifications and product descriptions at any time, without notice. The Customer must not rely on the absence or characteristics of any features or instructions marked "reserved" or "undefined." The producer reserves these for future definition and shall have no responsibility whatsoever for conflicts or incompatibilities arising from future changes to them. The product information on the Web Site or Materials is subject to change without notice. Do not finalize a design with this information.

ANEXO 8

Reconocedor de Voz

Voice Recognition Module V3

Speak to Control (Arduino compatible)

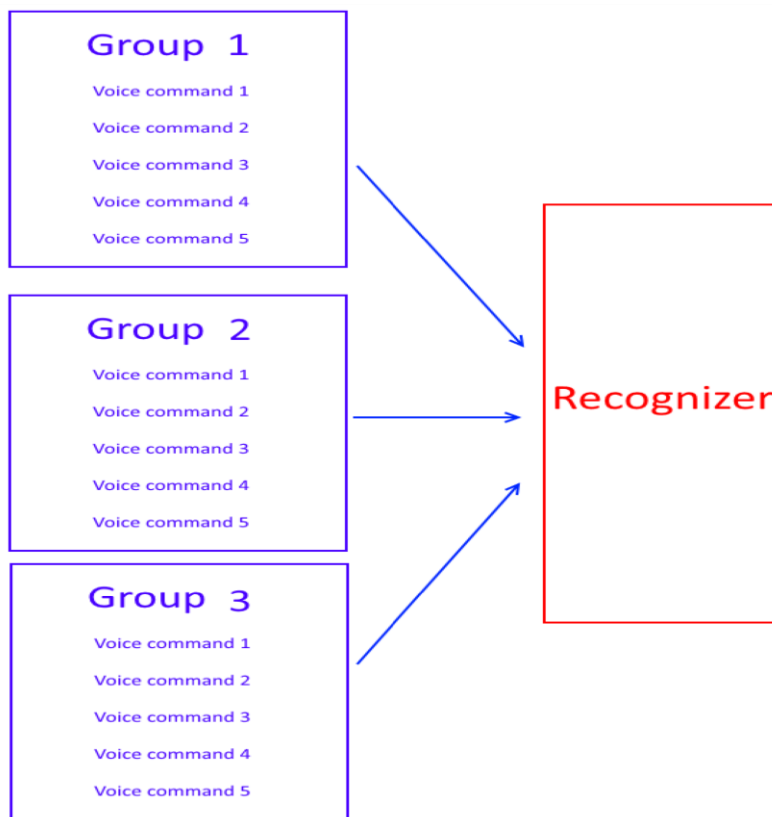


Overview

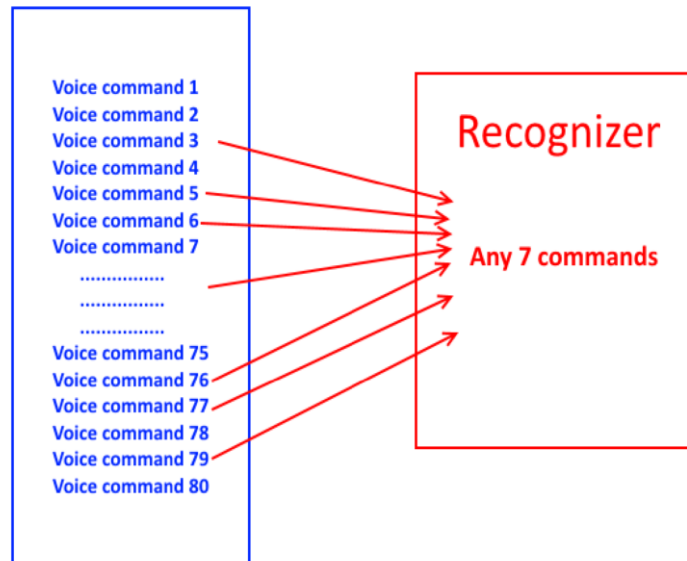
ELECHOUSE Voice Recognition Module is a compact and easy-control speaking recognition board.

This product is a speaker-dependent voice recognition module. It supports up to 80 voice commands in all. Max 7 voice commands could work at the same time. Any sound could be trained as command. Users need to train the module first before let it recognizing any voice command.

This board has 2 controlling ways: Serial Port (full function), General Input Pins (part of function). General Output Pins on the board could generate several kinds of waves while corresponding voice command was recognized.



On V3, voice commands are stored in one large group like a library. Any 7 voice commands in the library could be imported into recognizer. It means 7 commands are effective at the same time.



Parameter

Voltage: 4.5-5.5V

Current: <40mA

Digital Interface: 5V TTL level for UART interface and GPIO

Analog Interface: 3.5mm mono-channel microphone connector + microphone pin interface

Size: 31mm x 50mm

Recognition accuracy: 99% (under ideal environment)

Feature

Support maximum 80 voice commands, with each voice 1500ms (one or two words speaking)

Maximum 7 voice commands effective at same time

Arduino library is supplied

Easy Control: UART/GPIO

User-control General Pin Output

Terminology

VR3 -- Voice Recognition Module V3

Recognizer -- a container where acting voice commands (max 7) were loaded. It is core part of voice recognition module. For example, it works like "playing balls". You have 80 players in your team. But you could not let them all play on the court together. The rule only allows 7 players playing on the court. Here the Recognizer is the list which contains names of players working on the court.

Recognizer index -- max 7 voice commands could be supported in the recognizer. The recognizer has 7 regions for each voice command. One index corresponds to one region: 0~6

Train -- the process of recording your voice commands

Load -- copy trained voice to recognizer

Voice Command Record -- the trained voice command store in flash, number from 0 to 79
Signature -- text comment for record

Group -- help to manage records, each group 7 records. System group and user group are supported.

Instruction

Here we will introduce the Arduino Library and VR3 Protocol

For Arduino

Hardware and Software Preparation

Arduino		VR Module
5V	---->	5V
2	---->	TX
3	---->	RX
GND	---->	GND

Connect your Voice Recognition V3 Module with Arduino, By Default:

Download VoiceRecognitionV3 library. (Download zip file or.

<https://github.com/elechouse/VoiceRecognitionV3.git> command)

If using zip file, extract VoiceRecognitionV3.zip to Arduino Sketch\libraries folder, or if you use git clone command copy VoiceRecognitionV3 to Arduino Sketch\libraries

Open vr_sample_train (File -> Examples -> VoiceRecognitionV3 -> vr_sample_train) 2.
Choose right Arduino board (Tool -> Board, UNO recommended), Choose right serial port.

Click Upload button, wait until

Train finish. Train sample also support several other commands.

COMMAND	FORMAT	EXAMPLE	Comment
train	train (r0) (r1)...	train 0 2 45	Train records
load	load (r0) (r1) ...	load 0 51 2 3	Load records
clear	clear	clear	remove all records in Recognizer
record	record / record (r0) (r1)...	record / record 0 79	Check record train status
vr	vr	vr	Check recognizer status
getsig	getsig (r)	getsig 0	Get signature of record (r)
sigtrain	sigtrain (r) (sig)	sigtrain 0 ZERO	Train one record(r) with signature(sig)
settings	settings	settings	Check current system settings

ANEXO 9

ATMEGA328.

Features

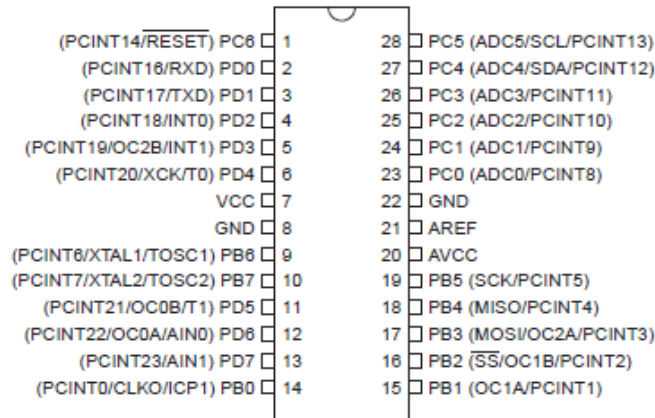
- High Performance, Low Power AVR® 8- Bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 131 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 20 MIPS Throughput at 20 MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory Segments
 - 4/8/16/32K Bytes of In-System Self-Programmable Flash program memory (ATmega48PA/88PA/168PA/328P)
 - 256/512/512/1K Bytes EEPROM (ATmega48PA/88PA/168 PA/328P)
 - 512/1K/1K/2K Bytes Internal SRAM (ATmega48PA/88PA/168PA/328P)
 - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
 - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - Programming Lock for Software Security
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler and Compare Mode
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Six PWM Channels
 - 8-channel 10-bit ADC in TQFP and QFN/MLF package
 - Temperature Measurement
 - 6-channel 10-bit ADC in PDIP Package Temperature Measurement
 - Programmable Serial USART
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Byte-oriented 2-wire Serial Interface (Philips I²C compatible)
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
 - Interrupt and Wake-up on Pin Change
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby, and Extended Standby
- I/O and Packages
 - 23 Programmable I/O Lines
 - 28-pin PDIP, 32-lead TQFP, 28-pad QFN/MLF and 32- pad QFN/MLF
- Operating Voltage:
 - 1.8 - 5.5V for ATmega48PA/88PA/168PA/328P
- Temperature Range:
 - -40°C to 85°C
- Speed Grade:
 - 0 - 20 MHz @ 1.8 - 5.5V
- Low Power Consumption at 1 MHz, 1.8V, 25°C for ATmega48PA/88PA/168PA/328P:
 - Active Mode: 0.2 mA
 - Power-down Mode: 0.1 µA
 - Power-save Mode: 0.75 µA (Including 32 kHz RTC)



8-Bit AVR[®]
Microcontroller
with 4/8/16/32K
Bytes In-System
Programmable
Flash

ATmega48PA
ATmega88PA
ATmega168PA
ATmega328P

Pin Configurations



Pin Descriptions

VCC

Digital supply voltage.

GND

Ground.

Port B (PB7:0) XTAL1/XTAL2/TOSC1/TOSC2

Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running. Depending on the clock selection fuse settings, PB6 can be used as input to the inverting Oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

Depending on the clock selection fuse settings, PB7 can be used as output from the inverting Oscillator amplifier

Port C (PC5:0)

Port C is a 7-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The PC5.0 output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

PC6/RESET

If the RSTDISBL Fuse is programmed, PC6 is used as an I/O pin. Note that the electrical characteristics of PC6 differ from those of the other pins of Port C.

If the RSTDISBL Fuse is unprogrammed, PC6 is used as a Reset input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a Reset, even if the clock is not running.

Port D (PD7:0)

Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

AVCC

AVCC is the supply voltage pin for the A/D Converter, PC3:0, and ADC7:6. It should be externally connected to VCC, even if the ADC is not used. If the ADC is used, it should be connected to VCC through a low-pass filter. Note that PC6.4 use digital supply voltage, VCC.

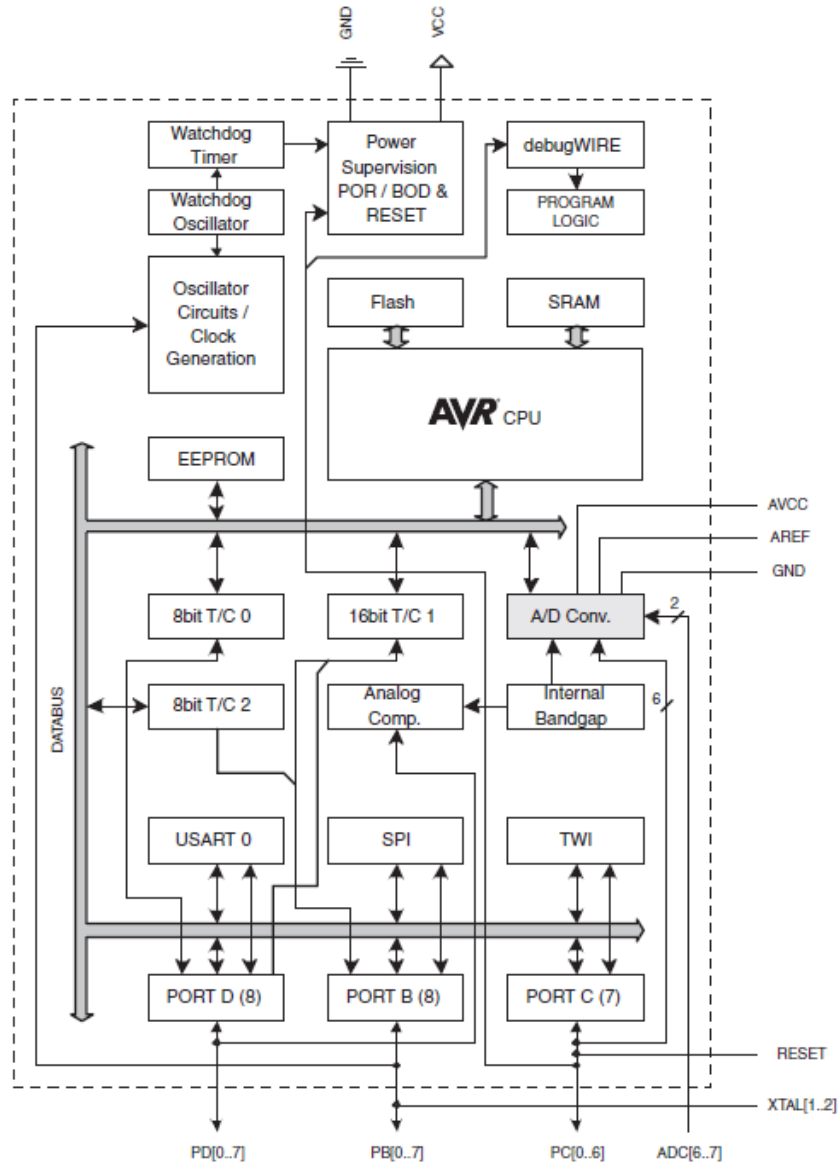
AREF

AREF is the analog reference pin for the A/D Converter.

ADC7:6 (TQFP and QFN/MLF Package Only)

In the TQFP and QFN/MLF package, ADC7:6 serve as analog inputs to the A/D converter. These pins are powered from the analog supply and serve as 10-bit ADC channels.

2.1 Block Diagram.

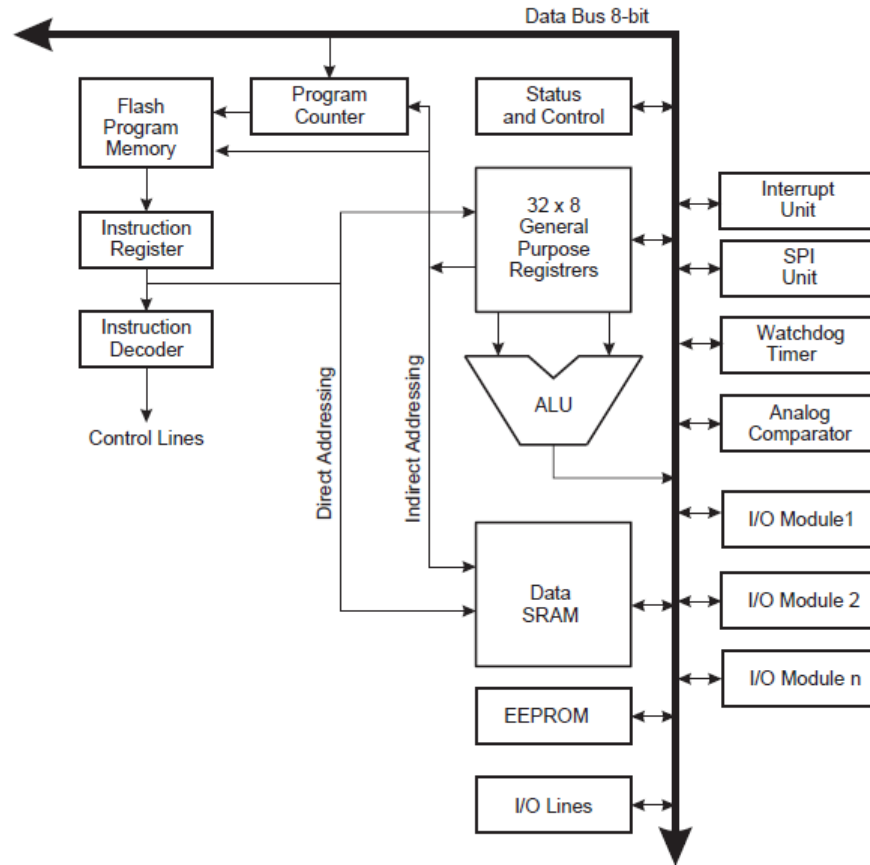


AVR CPU Core.

Overview

This section discusses the AVR core architecture in general. The main function of the CPU core is to ensure correct program execution. The CPU must therefore be able to access memories, perform calculations, control peripherals, and handle interrupts.

Figure 6-1. Block Diagram of the AVR Architecture



In order to maximize performance and parallelism, the AVR uses a Harvard architecture – with separate memories and buses for program and data. Instructions in the program memory are executed with a single level pipelining. While one instruction is being executed, the next instruction is pre-fetched from the program memory. This concept enables instructions to be executed in every clock cycle. The program memory is In-System Reprogrammable Flash memory.

The fast-access Register File contains 32 x 8-bit general purpose working registers with a single clock cycle access time. This allows single-cycle Arithmetic Logic Unit (ALU) operation. In a typical ALU operation, two operands are output from the Register File, the operation is executed, and the result is stored back in the Register File – in one clock cycle.

Six of the 32 registers can be used as three 16-bit indirect address register pointers for Data Space addressing – enabling efficient address calculations. One of these address pointers can also be used as an address pointer for look up tables in Flash program memory. These added function registers are the 16-bit X-, Y-, and Z-register, described later in this section.

The ALU supports arithmetic and logic operations between registers or between a constant and a register. Single register operations can also be executed in the ALU. After an arithmetic operation, the Status Register is updated to reflect information about the result of the operation.

Program flow is provided by conditional and unconditional jump and call instructions, able to directly address the whole address space. Most AVR instructions have a single 16-bit word format.

Every program memory address contains a 16- or 32-bit instruction

Program Flash memory space is divided in two sections, the Boot Program section and the

Application Program section. Both sections have dedicated Lock bits for write and read/write protection. The SPM instruction that writes into the Application Flash memory section must reside in the Boot Program section.

During interrupts and subroutine calls, the return address Program Counter (PC) is stored on the Stack. The Stack is effectively allocated in the general data SRAM, and consequently the Stack size is only limited by the total SRAM size and the usage of the SRAM. All user programs must initialize the SP in the Reset routine (before subroutines or interrupts are executed). The Stack Pointer (SP) is read/write accessible in the I/O space. The data SRAM can easily be accessed through the five different addressing modes supported in the AVR architecture.

The memory spaces in the AVR architecture are all linear and regular memory maps. A flexible interrupt module has its control registers in the I/O space with an additional Global Interrupt Enable bit in the Status Register. All interrupts have a separate Interrupt Vector in the Interrupt Vector table. The interrupts have priority in accordance with their Interrupt Vector position. The lower the Interrupt Vector address, the higher the priority.

The I/O memory space contains 64 addresses for CPU peripheral functions as Control Registers, SPI, and other I/O functions. The I/O Memory can be accessed directly, or as the Data Space locations following those of the Register File, 0x20 - 0x5F. In addition, the ATmega48PA/88PA/168PA/328P has Extended I/O space from 0x60 - 0xFF in SRAM where only the ST/STS/STD and LD/LDS/LDD instructions can be used.

General Purpose Register File

The Register File is optimized for the AVR Enhanced RISC instruction set. In order to achieve the required performance and flexibility, the following input/output schemes are supported by the Register File:

- One 8-bit output operand and one 8-bit result input
- Two 8-bit output operands and one 8-bit result input
- Two 8-bit output operands and one 16-bit result input
- One 16-bit output operand and one 16-bit result input

Figure 6-2 shows the structure of the 32 general purpose working registers in the CPU.

	7	0	Addr.	
General Purpose Working Registers	R0		0x00	
	R1		0x01	
	R2		0x02	
	...			
	R13		0x0D	
	R14		0x0E	
	R15		0x0F	
	R16		0x10	
	R17		0x11	
	...			
	R26		0x1A	X-register Low Byte
	R27		0x1B	X-register High Byte
	R28		0x1C	Y-register Low Byte
	R29		0x1D	Y-register High Byte
	R30		0x1E	Z-register Low Byte
	R31		0x1F	Z-register High Byte

9.9 Power Reduction Register

The Power Reduction Register (PRR), see ["PRR – Power Reduction Register" on page 45](#), provides a method to stop the clock to individual peripherals to reduce power consumption. The current state of the peripheral is frozen and the I/O registers cannot be read or written.

Resources used by the peripheral when stopping the clock will remain occupied, hence the peripheral should in most cases be disabled before stopping the clock. Waking up a module, which is done by clearing the bit in PRR, puts the module in the same state as before shutdown.

Module shutdown can be used in Idle mode and Active mode to significantly reduce the overall power consumption. In all other sleep modes, the clock is already stopped.

9.10 Minimizing Power Consumption

There are several possibilities to consider when trying to minimize the power consumption in an AVR controlled system. In general, sleep modes should be used as much as possible, and the sleep mode should be selected so that as few as possible of the device's functions are operating.

All functions not needed should be disabled. In particular, the following modules may need special consideration when trying to achieve the lowest possible power consumption.

9.10.1 Analog to Digital Converter

If enabled, the ADC will be enabled in all sleep modes. To save power, the ADC should be disabled before entering any sleep mode. When the ADC is turned off and on again, the next conversion will be an extended conversion. Refer to ["Analog-to-Digital Converter" on page 250](#) for details on ADC operation.

9.10.2 Analog Comparator

When entering idle mode, the Analog Comparator should be disabled if not used. When entering ADC Noise Reduction mode, the Analog Comparator should be disabled. In other sleep modes, the Analog Comparator is automatically disabled. However, if the Analog Comparator is set up to use the Internal Voltage Reference as input, the Analog Comparator should be disabled in all sleep modes. Otherwise, the Internal Voltage Reference will be enabled, independent of sleep mode. Refer to ["Analog Comparator" on page 246](#) for details on how to configure the Analog Comparator.

9.10.3 Brown-out Detector

If the Brown-out Detector is not needed by the application, this module should be turned off. If the Brown-out Detector is enabled by the BODLEVEL Fuses, it will be enabled in all sleep modes, and hence, always consume power. In the deeper sleep modes, this will contribute significantly to the total current consumption. Refer to ["Brown-out Detection" on page 48](#) for details on how to configure the Brown-out Detector.

9.10.4 Internal Voltage Reference

The Internal Voltage Reference will be enabled when needed by the Brown-out Detection, the Analog Comparator or the ADC. If these modules are disabled as described in the sections above, the internal voltage reference will be disabled and it will not be consuming power. When turned on again, the user must allow the reference to start up before the output is used. If the reference is kept on in sleep mode, the output can be used immediately. Refer to ["Internal Voltage Reference" on page 49](#) for details on the start-up time.

9.10.5 Watchdog Timer

If the Watchdog Timer is not needed in the application, the module should be turned off. If the Watchdog Timer is enabled, it will be enabled in all sleep modes and hence always consume power. In the deeper sleep modes, this will contribute significantly to the total current consumption. Refer to ["Watchdog Timer" on page 50](#) for details on how to configure the Watchdog Timer.

9.10.6 Port Pins

When entering a sleep mode, all port pins should be configured to use minimum power. The most important is then to ensure that no pins drive resistive loads. In sleep modes where both the I/O clock (clkI/O) and the ADC clock (clkADC) are stopped, the input buffers of the device will be disabled. This ensures that no power is consumed by the input logic when not needed. In some cases, the input logic is needed for detecting wake-up conditions, and it will then be enabled. Refer to the section ["Digital Input Enable and Sleep Modes" on page 79](#) for details on which pins are enabled. If the input buffer is enabled and the input signal is left floating or have an analog signal level close to VCC/2, the input buffer will use excessive power.

For analog input pins, the digital input buffer should be disabled at all times. An analog signal level close to VCC/2 on an input pin can cause significant current even in active mode. Digital input buffers can be disabled by writing to the Digital Input Disable Registers (DIDR1 and DIDR0). Refer to “DIDR1 – Digital Input Disable Register 1” on page 249 and “DIDR0 – Digital Input Disable Register 0” on page 266 for details.

9.10.7 On-chip Debug System

If the On-chip debug system is enabled by the DWEN Fuse and the chip enters sleep mode, the main clock source is enabled and hence always consumes power. In the deeper sleep modes, this will contribute significantly to the total current consumption.

Alternate Functions of Port B

The Port B pins with alternate functions are shown in [Table 13-3](#).

Table 13-3. Port B Pins Alternate Functions.

Port Pin	Alternate Functions
PB7	XTAL2 (Chip Clock Oscillator pin 2) TOSC2 (Timer Oscillator pin 2) PCINT7 (Pin Change Interrupt 7)
PB6	XTAL1 (Chip Clock Oscillator pin 1 or External clock input) TOSC1 (Timer Oscillator pin 1) PCINT6 (Pin Change Interrupt 6)
PB5	SCK (SPI Bus Master clock Input) PCINT5 (Pin Change Interrupt 5)
PB4	MISO (SPI Bus Master Input/Slave Output) PCINT4 (Pin Change Interrupt 4)
PB3	MOSI (SPI Bus Master Output/Slave Input) OC2A (Timer/Counter2 Output Compare Match A Output) PCINT3 (Pin Change Interrupt 3)
PB2	\overline{SS} (SPI Bus Master Slave select) OC1B (Timer/Counter1 Output Compare Match B Output) PCINT2 (Pin Change Interrupt 2)
PB1	OC1A (Timer/Counter1 Output Compare Match A Output) PCINT1 (Pin Change Interrupt 1)
PB0	ICP1 (Timer/Counter1 Input Capture Input) CLKO (Divided System Clock Output) PCINT0 (Pin Change Interrupt 0)

The alternate pin configuration is as follows:

• XTAL2/TOSC2/PCINT7 – Port B, Bit 7

XTAL2: Chip clock Oscillator pin 2. Used as clock pin for crystal Oscillator or Low-frequency crystal Oscillator. When used as a clock pin, the pin cannot be used as an I/O pin.

TOSC2: Timer Oscillator pin 2. Used only if internal calibrated RC Oscillator is selected as chip clock source, and the asynchronous timer is enabled by the correct setting in ASSR. When the AS2 bit in ASSR is set (one) and the EXCLK bit is cleared (zero) to enable asynchronous clocking of Timer/Counter2 using the Crystal Oscillator, pin PB7 is disconnected from the port, and becomes the inverting output of the Oscillator amplifier. In this mode, a crystal Oscillator is connected to this pin, and the pin cannot be used as an I/O pin.

PCINT7: Pin Change Interrupt source 7. The PB7 pin can serve as an external interrupt source.

If PB7 is used as a clock pin, DDB7, PORTB7 and PINB7 will all read 0.

• XTAL1/TOSC1/PCINT6 – Port B, Bit 6

XTAL1: Chip clock Oscillator pin 1. Used for all chip clock sources except internal calibrated RC Oscillator. When used as a clock pin, the pin cannot be used as an I/O pin.

TOSC1: Timer Oscillator pin 1. Used only if internal calibrated RC Oscillator is selected as chip clock source, and the asynchronous timer is enabled by the correct setting in ASSR. When the AS2 bit in ASSR is set (one) to enable asynchronous clocking of Timer/Counter2, pin PB6 is disconnected from the port, and becomes the input of the inverting Oscillator amplifier. In this mode, a crystal Oscillator is connected to this pin, and the pin cannot be used as an I/O pin.

PCINT6: Pin Change Interrupt source 6. The PB6 pin can serve as an external interrupt source. If PB6 is used as a clock pin, DDB6, PORTB6 and PINB6 will all read 0.

• **SCK/PCINT5 – Port B, Bit 5**

SCK: Master Clock output, Slave Clock input pin for SPI channel. When the SPI is enabled as a Slave, this pin is configured as an input regardless of the setting of DDB5. When the SPI is enabled as a Master, the data direction of this pin is controlled by DDB5. When the pin is forced by the SPI to be an input, the pull-up can still be controlled by the PORTB5 bit.

PCINT5: Pin Change Interrupt source 5. The PB5 pin can serve as an external interrupt source.

• **MISO/PCINT4 – Port B, Bit 4**

MISO: Master Data input, Slave Data output pin for SPI channel. When the SPI is enabled as a Master, this pin is configured as an input regardless of the setting of DDB4. When the SPI is enabled as a Slave, the data direction of this pin is controlled by DDB4. When the pin is forced by the SPI to be an input, the pull-up can still be controlled by the PORTB4 bit.

PCINT4: Pin Change Interrupt source 4. The PB4 pin can serve as an external interrupt source.

• **MOSI/OC2/PCINT3 – Port B, Bit 3**

MOSI: SPI Master Data output, Slave Data input for SPI channel. When the SPI is enabled as a Slave, this pin is configured as an input regardless of the setting of DDB3. When the SPI is enabled as a Master, the data direction of this pin is controlled by DDB3. When the pin is forced by the SPI to be an input, the pull-up can still be controlled by the PORTB3 bit.

OC2, Output Compare Match Output: The PB3 pin can serve as an external output for the Timer/Counter2 Compare Match. The PB3 pin has to be configured as an output (DDB3 set (one)) to serve this function. The OC2 pin is also the output pin for the PWM mode timer function.

PCINT3: Pin Change Interrupt source 3. The PB3 pin can serve as an external interrupt source.

• **SS/OC1B/PCINT2 – Port B, Bit 2**

SS: Slave Select input. When the SPI is enabled as a Slave, this pin is configured as an input regardless of the setting of DDB2. As a Slave, the SPI is activated when this pin is driven low.

When the SPI is enabled as a Master, the data direction of this pin is controlled by DDB2. When the pin is forced by the SPI to be an input, the pull-up can still be controlled by the PORTB2 bit.

OC1B, Output Compare Match output: The PB2 pin can serve as an external output for the Timer/Counter1 Compare Match B. The PB2 pin has to be configured as an output (DDB2 set (one)) to serve this function. The OC1B pin is also the output pin for the PWM mode timer function.

PCINT2: Pin Change Interrupt source 2. The PB2 pin can serve as an external interrupt source.

• **OC1A/PCINT1 – Port B, Bit 1**

OC1A, Output Compare Match output: The PB1 pin can serve as an external output for the Timer/Counter1 Compare Match A. The PB1 pin has to be configured as an output (DDB1 set

84 8161D–AVR–10/09

ATmega48PA/88PA/168PA/328P (one)) to serve this function. The OC1A pin is also the output pin for the PWM mode timer function.

PCINT1: Pin Change Interrupt source 1. The PB1 pin can serve as an external interrupt source.

• **ICP1/CLKO/PCINT0 – Port B, Bit 0**

ICP1, Input Capture Pin: The PB0 pin can act as an Input Capture Pin for Timer/Counter1.

CLKO, Divided System Clock: The divided system clock can be output on the PB0 pin. The divided system clock will be output if the CKOUT Fuse is programmed, regardless of the PORTB0 and DDB0 settings. It will also be output during reset.

Alternate Functions of Port C

The Port C pins with alternate functions are shown in Table 13-6.

Table 13-6. Port C Pins Alternate Functions

Port Pin	Alternate Function
PC6	RESET (Reset pin) PCINT14 (Pin Change Interrupt 14)
PC5	ADC5 (ADC Input Channel 5) SCL (2-wire Serial Bus Clock Line) PCINT13 (Pin Change Interrupt 13)
PC4	ADC4 (ADC Input Channel 4) SDA (2-wire Serial Bus Data Input/Output Line) PCINT12 (Pin Change Interrupt 12)
PC3	ADC3 (ADC Input Channel 3) PCINT11 (Pin Change Interrupt 11)
PC2	ADC2 (ADC Input Channel 2) PCINT10 (Pin Change Interrupt 10)
PC1	ADC1 (ADC Input Channel 1) PCINT9 (Pin Change Interrupt 9)
PC0	ADC0 (ADC Input Channel 0) PCINT8 (Pin Change Interrupt 8)

The alternate pin configuration is as follows:

- **RESET/PCINT14 – Port C, Bit 6**

RESET, Reset pin: When the RSTDISBL Fuse is programmed, this pin functions as a normal I/O pin, and the part will have to rely on Power-on Reset and Brown-out Reset as its reset sources.

When the RSTDISBL Fuse is unprogrammed, the reset circuitry is connected to the pin, and the pin cannot be used as an I/O pin.

If PC6 is used as a reset pin, DDC6, PORTC6 and PINC6 will all read 0.

PCINT14: Pin Change Interrupt source 14. The PC6 pin can serve as an external interrupt source.

- **SCL/ADC5/PCINT13 – Port C, Bit 5**

SCL, 2-wire Serial Interface Clock: When the TWEN bit in TWCR is set (one) to enable the 2-wire Serial Interface, pin PC5 is disconnected from the port and becomes the Serial Clock I/O pin for the 2-wire Serial Interface. In this mode, there is a spike filter on the pin to suppress spikes shorter than 50 ns on the input signal, and the pin is driven by an open drain driver with slew-rate limitation.

PC5 can also be used as ADC input Channel 5. Note that ADC input channel 5 uses digital power.

PCINT13: Pin Change Interrupt source 13. The PC5 pin can serve as an external interrupt source.

- **SDA/ADC4/PCINT12 – Port C, Bit 4**

SDA, 2-wire Serial Interface Data: When the TWEN bit in TWCR is set (one) to enable the 2-wire Serial Interface, pin PC4 is disconnected from the port and becomes the Serial Data I/O pin for the 2-wire Serial Interface. In this mode, there is a spike filter on the pin to suppress spikes shorter than 50 ns on the input signal, and the pin is driven by an open drain driver with slewrate limitation.

PC4 can also be used as ADC input Channel 4. Note that ADC input channel 4 uses digital power.

PCINT12: Pin Change Interrupt source 12. The PC4 pin can serve as an external interrupt source.

- **ADC3/PCINT11 – Port C, Bit 3**

PC3 can also be used as ADC input Channel 3. Note that ADC input channel 3 uses analog power.

PCINT11: Pin Change Interrupt source 11. The PC3 pin can serve as an external interrupt source.

- **ADC2/PCINT10 – Port C, Bit 2**

PC2 can also be used as ADC input Channel 2. Note that ADC input channel 2 uses analog power.

PCINT10: Pin Change Interrupt source 10. The PC2 pin can serve as an external interrupt source.

ATmega48PA/88PA/168PA/328P

• ADC1/PCINT9 – Port C, Bit 1

PC1 can also be used as ADC input Channel 1. Note that ADC input channel 1 uses analog power. PCINT9: Pin Change Interrupt source 9. The PC1 pin can serve as an external interrupt source.

• ADC0/PCINT8 – Port C, Bit 0

PC0 can also be used as ADC input Channel 0. Note that ADC input channel 0 uses analog power.

13.3.3 Alternate Functions of Port D

The Port D pins with alternate functions are shown in Table 13-9.

Table 13-9. Port D Pins Alternate Functions

Port Pin	Alternate Function
PD7	AIN1 (Analog Comparator Negative Input) PCINT23 (Pin Change Interrupt 23)
PD6	AIN0 (Analog Comparator Positive Input) OC0A (Timer/Counter0 Output Compare Match A Output) PCINT22 (Pin Change Interrupt 22)
PD5	T1 (Timer/Counter 1 External Counter Input) OC0B (Timer/Counter0 Output Compare Match B Output) PCINT21 (Pin Change Interrupt 21)
PD4	XCK (USART External Clock Input/Output) T0 (Timer/Counter 0 External Counter Input) PCINT20 (Pin Change Interrupt 20)
PD3	INT1 (External Interrupt 1 Input) OC2B (Timer/Counter2 Output Compare Match B Output) PCINT19 (Pin Change Interrupt 19)
PD2	INT0 (External Interrupt 0 Input) PCINT18 (Pin Change Interrupt 18)
PD1	TXD (USART Output Pin) PCINT17 (Pin Change Interrupt 17)
PD0	RXD (USART Input Pin) PCINT16 (Pin Change Interrupt 16)

The alternate pin configuration is as follows:

• AIN1/OC2B/PCINT23 – Port D, Bit 7

AIN1, Analog Comparator Negative Input. Configure the port pin as input with the internal pull-up switched off to avoid the digital port function from interfering with the function of the Analog Comparator.

PCINT23: Pin Change Interrupt source 23. The PD7 pin can serve as an external interrupt source.

• AIN0/OC0A/PCINT22 – Port D, Bit 6

AIN0, Analog Comparator Positive Input. Configure the port pin as input with the internal pull-up switched off to avoid the digital port function from interfering with the function of the Analog Comparator.

OC0A, Output Compare Match output: The PD6 pin can serve as an external output for the Timer/Counter0 Compare Match A. The PD6 pin has to be configured as an output (DDD6 set (one)) to serve this function. The OC0A pin is also the output pin for the PWM mode timer function.

PCINT22: Pin Change Interrupt source 22. The PD6 pin can serve as an external interrupt source.

• T1/OC0B/PCINT21 – Port D, Bit 5

T1, Timer/Counter1 counter source.

OC0B, Output Compare Match output: The PD5 pin can serve as an external output for the Timer/Counter0 Compare Match B. The PD5 pin has to be configured as an output (DDD5 set (one)) to serve this function. The OC0B pin is also the output pin for the PWM mode timer function.

PCINT21: Pin Change Interrupt source 21. The PD5 pin can serve as an external interrupt source.

• XCK/T0/PCINT20 – Port D, Bit 4

XCK, USART external clock.

T0, Timer/Counter0 counter source.

PCINT20: Pin Change Interrupt source 20. The PD4 pin can serve as an external interrupt source.

• INT1/OC2B/PCINT19 – Port D, Bit 3

INT1, External Interrupt source 1: The PD3 pin can serve as an external interrupt source.
OC2B, Output Compare Match output: The PD3 pin can serve as an external output for the Timer/Counter0 Compare Match B. The PD3 pin has to be configured as an output (DDD3 set (one)) to serve this function. The OC2B pin is also the output pin for the PWM mode timer function.
PCINT19: Pin Change Interrupt source 19. The PD3 pin can serve as an external interrupt source.
90 8161D–AVR–10/09.

ATmega48PA/88PA/168PA/328P

• INT0/PCINT18 – Port D, Bit 2

INT0, External Interrupt source 0: The PD2 pin can serve as an external interrupt source.
PCINT18: Pin Change Interrupt source 18. The PD2 pin can serve as an external interrupt source.

• TXD/PCINT17 – Port D, Bit 1

TXD, Transmit Data (Data output pin for the USART). When the USART Transmitter is enabled, this pin is configured as an output regardless of the value of DDD1.

PCINT17: Pin Change Interrupt source 17. The PD1 pin can serve as an external interrupt source.

• RXD/PCINT16 – Port D, Bit 0

RXD, Receive Data (Data input pin for the USART). When the USART Receiver is enabled this pin is configured as an input regardless of the value of DDD0. When the USART forces this pin to be an input, the pull-up can still be controlled by the PORTD0 bit.

PCINT16: Pin Change Interrupt source 16. The PD0 pin can serve as an external interrupt source.



Headquarters

Atmel Corporation
2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131
USA
Tel: 1(408) 441-0311
Fax: 1(408) 487-2600

International

Atmel Asia
Unit 1-5 & 16, 19/F
BEA Tower, Millennium City 5
418 Kwun Tong Road
Kwun Tong, Kowloon
Hong Kong
Tel: (852) 2245-6100
Fax: (852) 2722-1369

Atmel Europe
Le Krebs
8, Rue Jean-Pierre Timbaud
BP 309
78054 Saint-Quentin-en-
Yvelines Cedex
France
Tel: (33) 1-30-60-70-00
Fax: (33) 1-30-60-71-11

Atmel Japan
9F, Tonetsu Shinkawa Bldg.
1-24-8 Shinkawa
Chuo-ku, Tokyo 104-0033
Japan
Tel: (81) 3-3523-3551
Fax: (81) 3-3523-7581

Product Contact

Web Site
www.atmel.com

Technical Support
avr@atmel.com

Sales Contact
www.atmel.com/contacts

Literature Requests
www.atmel.com/literature