



“Responsabilidad con pensamiento positivo”

## **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL**

### **TRABAJO DE TITULACIÓN**

**CARRERA: ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES**

**TEMA: Diseño e implementación de una cerca eléctrica con comunicación GSM para la fábrica de la empresa Ditta Diseng en Quito-Ecuador.**

**AUTORA:** Jácome Morales Karina Maricela

**TUTOR:** Ing. José Robles Salazar Mg.

Año

2014

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Graduación certifico:

Que el trabajo de graduación “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA CERCA ELÉCTRICA CON COMUNICACIÓN GSM PARA LA FÁBRICA DE LA EMPRESA DITTA DISENG EN QUITO-ECUADOR.”, presentado por la Srta. Karina Maricela Jácome Morales, estudiante de la carrera de Electrónica 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. Agosto de 2014

TUTOR

.....

Ing. José Robles Salazar Mg.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

AUTORÍA DE TRABAJO DE TITULACIÓN

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

Quito D.M Agosto 2014

.....

Karina Maricela Jácome Morales

CC: 1718136169

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado, aprueban el Proyecto Integrador de Carrera de acuerdo con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Tecnológica Israel para títulos de pregrado.

Quito D.M., Agosto del 2014

Para constancia firman:

TRIBUNAL DE GRADO

.....

PRESIDENTE

.....

MIEMBRO 1

.....

MIEMBRO 2

## AGRADECIMIENTO

Llegar a esta etapa de mi vida no ha sido fácil, he pasado por muchos tropiezos y es por eso que agradezco a las personas que confiaron en mí y siempre tuvieron una palabra de ánimo para que yo siga día a día con este sueño y mi más grande meta y sé que quedan muchas más por cumplir.

A Dios por estar presente dándome salud y fuerza para seguir y nunca desampararme.

A mi Familia que a pesar de mis tropiezos estuvieron apoyándome nunca desmayando a pesar de las adversidades.

A Susana y Jenny Morales que me apoyaron y me ayudaron para que este proyecto se haga realidad en la empresa DittaDiseng.

A mi abuelita que desde el cielo me ha cuidado y me ha dado fuerzas día tras día para poder cumplir este sueño.

A todos los maestros que he tenido en mi vida estudiantil quienes fueron una guía muy importante para mí.

A todos los que me apoyaron a mis compañeros y amigos que estuvieron todos estos años en las buenas y en las malas.

Gracias a todos.

## DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Dios por haberme dado la vida, fuerza, valentía y salud para poder terminar esta etapa grande de mi vida.

Con amor para las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por estar ahí enseñándome que por más duro que se ponga el camino ellos nunca me dejarían sola, nunca los defraudé ni los defraudaré. A ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento Gloria y Gonzalo mis padres.

Con cariño y orgullo para dos personas que son mi motor fundamental para seguir adelante dando ejemplo como hermana mayor, gracias por estar en todos los momentos de mi vida Jazmín y Mishell mis hermanas queridas.

## ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR .....	II
AUTORÍA DE PROYECTO DE TITULACIÓN .....	III
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	IV
AGRADECIMIENTO .....	V
DEDICATORIA .....	VI
ÍNDICE GENERAL .....	VII
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS .....	XI
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA CERCA CON COMUNICACIÓN GSM. ....	3
1.1 Introducción .....	3
1.2 Comunicación Inalámbrica .....	3
1.3 Tecnología GSM.....	4
1.3.1 Sistema Global de Comunicaciones .....	4
1.4. Arquitectura GSM: .....	5
1.4.1 Estación Móvil (EM):.....	5
1.4.2. Subsistema de Estación (BSS): .....	6
1.5 Niveles de comunicación de GSM .....	6
1.6 Comunicación por Radiofrecuencia .....	7
1.7 SMS .....	7
1.8 Dispositivos electrónicos: .....	8
1.8.1 Módulo GSM.....	8
1.8.2 Módulo Arduino.....	8
CAPÍTULO II .....	9
DIAGNÓSTICO Y BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROCESO INVESTIGATIVO REALIZADO PARA LA CREACIÓN DE LA CERCA ELÉCTRICA CON COMUNICACIÓN GSM .....	9
2.1 Breve descripción del proceso investigativo realizado .....	9
2.2 Entrevista Empresa DITTA DISENG.....	11
CAPÍTULO III .....	15
PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS .....	15
3.1 Propuesta de solución del problema.....	15
3.1.1 Circuito de la cerca eléctrica .....	15
3.1.2. Diseño Electrónico.....	16

3.1.2.1 Etapa de Entrada.....	17
3.1.2.2.1 Escenario A: Armado de la seguridad .....	18
3.1.2.2.2 Escenario B: Violación de la seguridad .....	18
3.1.3 Etapa de Control (Módulo Arduino).....	19
3.1.4 Etapa Actuador (Tarjeta GSM).....	22
3.1.4.1. Módulo GSM.....	22
3.1.5 Etapa Salida de Sensado.....	23
3.1.6. Diagrama Circuital .....	25
3.1.7 Circuito impreso del equipo.....	26
3.2. Implementación .....	27
3.2.1 Programación del Módulo Arduino.....	27
3.2.2 Implementación Cerca Eléctrica con comunicación GSM.....	28
3.2.3 Características Técnicas Cercado .....	34
3.3 Pruebas Realizadas .....	35
3.3.1 Prueba 1: Evaluación Técnica .....	35
3.3.2 Prueba 2: Tiempo de Envío y Recepción de Mensajes entre operadoras celulares. .....	36
3.3.3 Prueba 3: Recepción de mensajes en distintos lugares del Distrito Metropolitano de Quito.....	37
3.4 Análisis de resultados.....	37
3.4.1 Análisis de resultados de la prueba 1 .....	37
3.4.2 Análisis de resultados de la prueba 2 .....	37
3.4.3 Análisis de resultados de la prueba 3 .....	39
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	40
Bibliografía .....	41
ANEXOS .....	42



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1.1 – Arquitectura GSM.....	5
Figura 1.2 – Estructura de la red GSM.....	6
Figura 1.3 – Comunicación por radiofrecuencia .....	7
Figura 1.4. Placa Arduino 1 .....	8
Figura 2.1: Analisis Pregunta 1 Entrevista .....	12
Figura 2.2: Analisis Pregunta 2 Entrevista .....	12
Figura 2.3: Analisis Pregunta 3 Entrevista .....	13
Figura 2.4: Analisis Pregunta 4 Entrevista .....	13
Figura 2.5: Analisis Pregunta 5 Entrevista .....	14
Figura 3.1 – Sistema a implementar .....	15
Figura 3.2: Alabrado Electrificador .....	16
Figura 3.3: Diagrama Del Sistema .....	16
Figura 3.4: Diagrama Circuitual Cerca Eléctrica .....	17
Figura 3.5– Bloque Ingreso, Visualización, Módulo Arduino y RF .....	17
Figura 3.6 – Diagrama de bloques - Armado de la Seguridad .....	19
Figura 3.7 – Diagrama de bloques - Violación de la Seguridad .....	19
Figura 3.8 Etapa Arduino.....	19
Figura 3.9 – Diagrama de flujo Activación/Desactivación alarma .....	20
Figura 3.10 – Diagrama de flujo de recibimiento de trama.....	21
Figura 3.11 – Diagrama Esquemático Módulo GSM .....	22
Figura 3.12 – Diagrama de bloques .....	23
Figura 3.13 Etapa de Salida .....	24
Figura 3.14– Esquemático Alarma Cerca .....	25
Figura 3.15 – PCB Alarma Movimiento (2D).....	26
Figura 3.16 – PCB Alarma Movimiento (3D).....	26
Figura 3.17 Circuito Impreso del Equipo en 3D .....	27
Figura 3.18 Programación Arduino .....	27
Figura 3.19 Circuito Impreso .....	28
Figura 3.20 Elementos del circuito impreso .....	28
Figura 3.21 Sistema Rf .....	29
Figura 3.22 Circuito Cerca Eléctrica.....	29
Figura 3.23: Circuito acoplación tarjeta Arduino y tarjeta GSM.....	30
Figura 3.24: Colocación Postes Electrificados.....	31
Figura 3.25: Montaje cerca.....	31
Figura 3.26: Conexión Cerca Eléctrica.....	32

Figura 3.27: Conexión Cerca Eléctrica y Sistema GSM .....	32
Figura 3.28: Sistema Cerca Eléctrica con comunicación GSM .....	33
Figura 3.30: Gráfica Envío y Recepción de SMS .....	38
Figura 3.31: Tiempo de Efectividad en Recepción de SMS .....	38

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 – Frecuencias de GSM a nivel mundial .....	5
Tabla 3.1: Indicaciones sms .....	34
Tabla 3.2 Características técnicas .....	34
Tabla 3.3.- Evaluación Técnica de la cerca eléctrica con comunicación GSM.....	36
Tabla 3.4: Tiempo de Envío Y Recepción de SMS.....	36
Tabla 3.5: Recepción Mensajes en Quito .....	37

## INTRODUCCIÓN

La tecnología y las comunicaciones han avanzado muy rápido, con ella la electrónica que no es más que una plataforma para su desarrollo. Es por eso que se han inventado muchos sistemas electrónicos basados en comunicaciones con distintas aplicaciones, pero con un sólo objetivo, hacer más fácil las diversas circunstancias y mejorar la calidad de vida de las personas quienes los usan.

El 24 de Junio del 2011 fue creada la empresa DittaDiseng ubicada en las calles Humberto Albornoz y pasaje 14 en el sector de la Gasca, la propietaria de la empresa es la Arq. Elsa Morales; esta empresa fue creada para diseñar, fabricar e instalar soluciones de espacio para equipar desde un pequeño negocio u oficina hasta una gran cadena de almacenes u oficinas corporativas, se coloca desde vitrinas para la exhibición y venta de varios tipos de productos de comercio, hasta sistemas integrales de muebles para oficinas, incluyendo escritorios, archivadores, sillas modernas y ergonómicas, portapapeles, etc.

La empresa Ditta Diseng está conformada por: Gerente General y Representante legal, Contador, Jefe Técnico, Técnicos y obreros trabajadores; los cuales se encuentran inquietos por tener más seguridad por todos los bienes materiales que se encuentran en la fábrica.

En la actualidad esta empresa está realizando adecuaciones a la fábrica, ya que en este lugar es donde se fabrican los muebles y se encuentra maquinaria, material y el stock de bodega; la fábrica no posee un buen sistema de seguridad que prevenga de posibles robos ya que la delincuencia aumenta cada vez más en la ciudad y en el país.

En Ecuador existen cercas eléctricas instaladas especialmente en fábricas o en lugares de grandes dimensiones donde pueden existir puntos ciegos para cámaras de seguridad, pero muy pocas poseen a la vez la aplicación GSM.

**Objetivo general:**

- Diseñar e Implementar una cerca eléctrica con comunicación GSM para la fábrica de la empresa Ditta Diseng.

**Objetivos específicos:**

- Estudiar los elementos necesarios de acuerdo a los requerimientos para la implementación de una cerca eléctrica con comunicación GSM para la fábrica de la empresa Ditta Diseng.
- Diseñar una cerca eléctrica con comunicación GSM de acuerdo a los requerimientos del proyecto.
- Construir una cerca eléctrica con comunicación GSM con los componentes eléctricos, electrónicos y mecánicos necesarios.
- Validar el correcto funcionamiento de la cerca con comunicación GSM implementada en la fábrica de la empresa Ditta Diseng.

## **CAPÍTULO I**

### **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA CERCA CON COMUNICACIÓN GSM.**

#### **1.1 Introducción**

Es necesario estudiar los siguientes conceptos básicos que se describen a continuación para tener una idea de los elementos importantes de la comunicación inalámbrica y a su vez del proyecto a realizarse.

Una de las estrategias del Plan del Buen Vivir tiene implícito el tránsito hacia la sociedad de la información y el conocimiento; pero considerando el uso de las Tecnologías de Información (TIC). La investigación que se realiza en las universidades debe transformarse en uno de los principales puntales de la transformación de la economía primaria exportadora.

Este Trabajo de Titulación se alinea con esta estrategia del gobierno nacional ya que es un trabajo universitario que va encaminado a resolver un problema de seguridad en la empresa DittaDiseng.

El proyecto va a ser implementado en la fábrica con todas las normas de seguridad Industrial e Higiene. Además va encaminado a cuidar el medio porque se utilizan dispositivos electrónicos nada dañinos ni tóxicos para el medio ambiente ya que el Módulo GSM utiliza muy poca energía y no causa malestar, se tomará en cuenta no causar daño a las aves y demás animales que pueden acercarse a la cerca eléctrica.

#### **1.2 Comunicación Inalámbrica**

Esta comunicación es sin cables mediante el receptor y emisor ésta no se encuentra unida por un medio de propagación físico, sino que se utiliza la modulación de ondas electromagnéticas a través del espacio, los dispositivos físicos los cuales están presentes en los respectivos emisores y receptores de una señal, los cuales son: antenas, computadoras portátiles, teléfonos celulares, en este caso el proyecto estará conectado a un teléfono móvil el cual dará una señal en el momento de activación y desactivación de la cerca eléctrica, además la comunicación inalámbrica se realiza a través de ondas de radiofrecuencia, éstas facilitan la operación en lugares donde no se encuentre un equipo fijo o por efecto dispositivos móviles, actualmente se utiliza de manera accesible. Cabe también mencionar que actualmente la transmisión inalámbrica

presenta ventajas ante las redes cableadas, las redes cableadas tienen como rangos y proporcionan en nuestro proyecto una velocidad de hasta 1Gbit/s, mientras que las señales inalámbricas son débiles y alcanzan sólo 108 Mbit/s.

### **1.3 Tecnología GSM**

GSM (Global System for Mobile Communications) o Sistema Global para Comunicaciones Móviles es un estándar con respecto a la telefonía móvil a nivel mundial. La 'GSM Asociación' se encuentra en el mercado de telefonía como un 82%.

Es las redes celulares de 2.5G, donde el teléfono móvil se conecta para buscar la celda más cercana de su ubicación. Es un servicio portador que permiten comunicar dos equipos móviles mediante un canal digital que se utiliza concretamente para la comunicación y que desaparece una vez que se ha completado la misma.

La red GSM opera en 4 rangos de frecuencias:

- 900 MHz y 1800 MHz en Europa y Asia.
- 850 MHz y 1900 MHz en las Américas es la que se usará en el presente proyecto.

#### **1.3.1 Sistema Global de Comunicaciones**

Este sirve para establecer y mantener las comunicaciones entre las terminales móviles y las estaciones bases (BS) de la red, GSM (group especial mobile) utiliza un sistema TDMA (Time Division Multiple Access) para cada una de las frecuencias de que dispone. La comunicación en una determinada frecuencia se realiza a través de tramas temporales de 4,615 ms divididas en 8 slots cada una. En esos slots se alojan los canales lógicos de GSM.

En América Latina la mayoría de los operadores trabajan con la aplicación GSM como podemos observar en la Tabla 1.1

El alcance mundial de GSM fue implementar por primera vez mensajes cortos de texto (SMS).

Banda	Nombre	Numero Canales	Banda Ancha de Subida (MHz)	Banda Ancha de bajada (MHz)	Notas
<b>GSM 850</b>	GSM 850	128 – 251	824 - 849	869 – 894	Usada en EEUU, Sudamérica y Asia
<b>GSM 900</b>	P-GSM 900	1 – 124	890 - 915	935 – 960	GSM de Europa
	E-GSM 900	975 – 1023	880 - 890	925 – 935	Extensión de GSM
	R-GSM 900	n/a	876 - 880	921 – 925	GSM Ferroviario
<b>GSM 1800</b>	GSM 1800	512 – 885	1710 - 1785	1805 – 1880	
<b>GSM 1900</b>	GSM 1900	512 - 810	1850 - 1910	1930 – 1990	Usada en EEUU, no es compatible Con GSM 1800

Tabla 1.1 – Frecuencias de GSM a nivel mundial  
Fuente:(Siegmund M. Readl, 2008)

#### 1.4. Arquitectura GSM:

La comunicación se origina desde el usuario final o Terminal Móvil (TM), que mantiene una sincronización de señales de control con la estación base más cercana (BTS) y ésta tiene el Módulo de Identificación de Abonados (MIA), que se conecta vía microonda con la Central de Conmutación de Servicios Móviles tal como se muestra en la Figura 1.1.

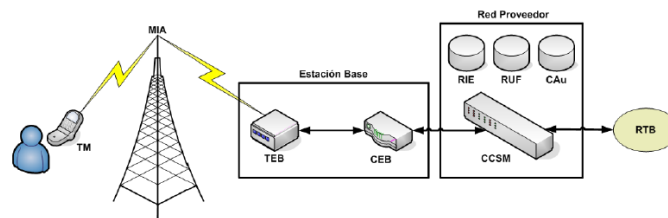


Figura 1.1 – Arquitectura GSM  
Fuente:(Siegmund M. Readl, 2008)

La arquitectura GSM está diseñada de varios subsistemas:

**1.4.1 Estación Móvil (EM):** La Estación móvil se basa en teléfonos digitales que pueden estar integrados como terminales en cualquier medio móvil, es decir, vehículos, casas, etc.

Un dispositivo SIM (Módulo de identificación y suscripción) es una tarjeta electrónica que proporciona la información de servicios e identificación en la Red.



**1.4.2. Subsistema de Estación (BSS):** Es un conjunto de dispositivos que soportan la interfaz de radio de redes conmutación (cambian de un estado a otro).

Los principales componentes del BSS son:

Estación Tráseptora de Base (ETB): Está compuesta de módems de radio y el equipo de antenas. Controlador (BSC): Es el que controla las operaciones de radio de varias BTS y conecta a un único NSS (Network and Switching Sub-System)

Subsistema de Conmutación y Red (NSS): Realiza la conmutación entre el subsistema GSM y las redes externas (PSTN, PDN...) junto con las bases de datos utilizadas para la gestión adicional de la movilidad y de los abonados.

### 1.5 Niveles de comunicación de GSM

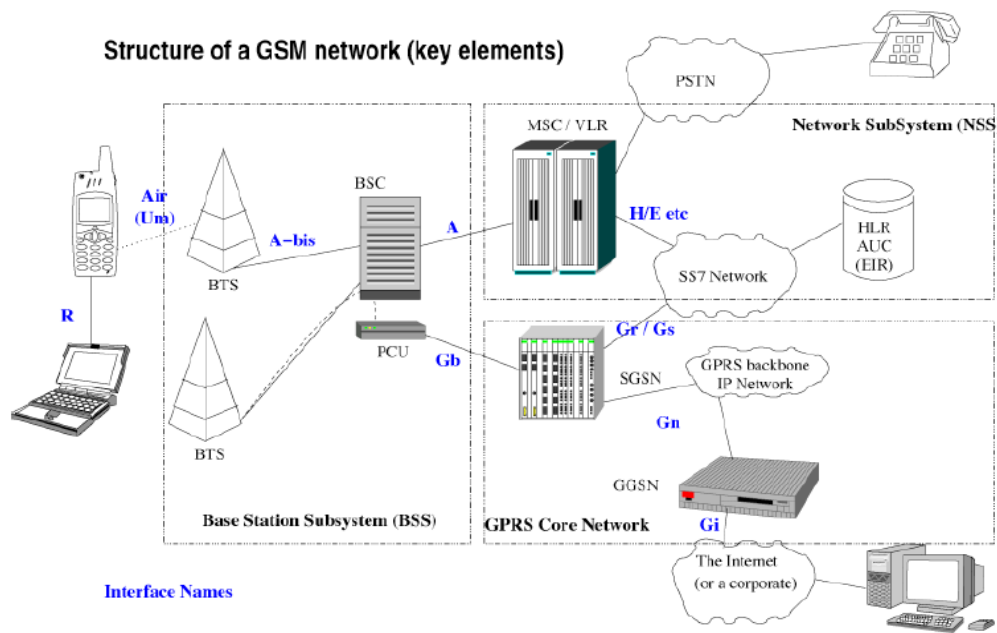


Figura 1.2 – Estructura de la red GSM  
Fuente:(Siegmund M. Readl, 2008)

GSM necesita la utilización de varios protocolos para poder controlar las llamadas, transferir información y proporcionar gestión global del sistema. Desde la MS existen 4 niveles para la comunicación como se observa en la figura 1.2:

Nivel de gestión de Recursos de Radio (RR) al BSC.

Gestión de la movilidad (MM).

Gestión de las comunicaciones (CM) al registro VLR (visitor location register) del MSC.

## 1.6 Comunicación por Radiofrecuencia

Una comunicación por radiofrecuencia (RF) hace referencia al envío y recepción de datos entre sistemas cuyo medio de comunicación es el espectro radioeléctrico (Figura 1.3). Una de sus principales ventajas es que permiten una facilidad de emplazamiento y reubicación, evitando la necesidad de establecer un cableado; además de su facilidad y rapidez en la instalación.

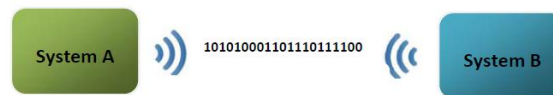


Figura 1.3 – Comunicación por radiofrecuencia  
Fuente:(Siegmund M. Readl, 2008)

## 1.7 SMS

Short Message Service es un protocolo de comunicación que permite el intercambio de mensajes de textos entre teléfonos móviles. Es el servicio móvil más usado con 2.4 billones de usuarios activos los cuales envían y reciben mensajes de texto.

SMS fue diseñado originalmente como un servicio de GSM, pero en la actualidad se encuentra disponible en otras redes móviles incluyendo redes 3G. El tamaño máximo de un mensaje de texto en SMS es de 160 caracteres de 7 bits, 140 caracteres de 8 bits o de 70 caracteres de 16 bits, este último en idiomas como el chino, coreano, japonés, ruso y árabe. Existe también el SMS segmentado, el cual es un mensaje que sobrepasó su máximo de caracteres pero es enviado en múltiples partes. Esto lo logra ya que cada segmento iniciará con una Cabecera de Dato de Usuario o UDH la cual contiene información de su segmento respectivo y la longitud de cada segmento ahora será de 153 caracteres de 7 bits, 134 caracteres de 8 bits y 67 caracteres de 16 bits.

## 1.8 Dispositivos electrónicos:

### 1.8.1 Módulo GSM

A través de la evolución industrial, se tiene actualmente en el marco de las telecomunicaciones a los Módulos GSM (Sistema Global de Comunicación Móvil), los cuales tienen la función principal de realizar conectividades móviles bajo normativas y estándares internacionales.

El Módulo GSM es básicamente un chip que está compuesto de una lámina de fibra de vidrio y recubierto por una placa de cobre, por su composición y estructura son ligeros y fáciles de usar, tiene características similares a la de un teléfono móvil. Dentro de la conectividad móvil realiza llamadas y envío de mensajes de texto, para lograr aquello el Módulo GSM requiere una antena como medio para las transmisiones de datos.

### 1.8.2 Módulo Arduino

El Arduino Uno se puede decir que es una placa electrónica basada en el ATmega328. Cuenta con 14 entradas y 14 salidas digitales, de estas 6 son utilizadas como salidas PWM, además cuenta con 6 entradas analógicas, un oscilador de cristal de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, un header ICSP y un dispositivo de reinicio este puede llamarse botón de reinicio.



Figura 1.4. Placa Arduino 1 (Frente y posterior)  
Fuente: (Siegmond M.Redl, 2008)

## CAPÍTULO II

### DIAGNÓSTICO Y BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROCESO INVESTIGATIVO REALIZADO PARA LA CREACIÓN DE LA CERCA ELÉCTRICA CON COMUNICACIÓN GSM

#### 2.1 Breve descripción del proceso investigativo realizado

Una vez realizado el Problema Investigado como etapa inicial del presente proyecto, se tiene como problema principal que la fábrica de la empresa Ditta Diseng no cuenta con un sistema de seguridad que envíe una alerta personalizada en caso de que exista un evento de violación en el sistema de seguridad.

Para el desarrollo del proyecto se propusieron los objetivos planteados en la **Introducción** de este informe con la finalidad de realizar un diseño y construcción de una cerca eléctrica, innovando este tipo de seguridad con una comunicación GSM de acuerdo a los requerimientos del proyecto; esto permitirá que las personas encargadas en la fábrica puedan saber en cualquier lugar si no existen riesgos de violación en la seguridad.

Los Objetivos específicos fueron creados con la finalidad de saber cómo se va a ejecutar el proyecto, iniciando con un estudio de los elementos y partes necesarias a emplearse en la implementación del sistema propuesto.

La idea a defender o hipótesis para el presente proyecto se plantea de la siguiente forma: cuando se construya la cerca eléctrica con comunicación GSM, aumentará la seguridad en la fábrica de la empresa Ditta Diseng. Teniendo como variable independiente: La implementación de la cerca eléctrica con comunicación GSM; y como variable dependiente, el aumento de la seguridad en fábrica de la empresa Ditta Diseng.

La empresa Ditta Diseng se favorecerá de este proyecto porque la tecnología que se utiliza es automatizada inteligente ya que se maneja por medio de una tarjeta GSM ya que por medio de ésta se enviarán los SMS al detectar que se realizó un evento de violación de seguridad. Además, la tecnología Arduino la cual por medio de la programación se acopla con la Tarjeta GSM para el correcto envío de mensajes a los números telefónicos programados.

El desarrollo del Trabajo de Titulación se dividió por etapas y cada una utilizó un método de investigación como sigue:

En la primera etapa se utilizó el método de análisis y síntesis para la recopilación de información necesaria para dicho trabajo. En la segunda etapa de Diseño se utilizó el método de modelación para realizar el diseño adecuado de la cerca eléctrica con comunicación GSM. En la tercera etapa de Implementación y validación se utilizó el método experimental para realizar pruebas y verificaciones del proyecto.

En el inicio del proceso investigativo se utilizó la entrevista como técnica de investigación, ésta se realizó a los principales directivos y trabajadores de la empresa. A continuación se presenta el formato utilizado para la realización de la entrevista, en el anexo 2 se puede observar las entrevistas realizadas y a qué personas se realizó dichas entrevistas.

## 2.2 Entrevista Empresa DITTA DISENG

Nombre:

Edad:

Cargo que desempeña en la empresa:

1. ¿Ha habido un robo o intento de robo en la zona alrededor de la fábrica ?

Si

No

2. ¿Ha habido un robo o intento de robo en la fábrica Ditta Diseng?

Si

No

3. ¿Qué tipo de seguridad le gustaría que la fábrica tenga?

Cámaras de vigilancia

Cercado eléctrico

4. ¿Le gustaría que a través de un sistema vía celular se le informe que ocurrió un evento en la seguridad de la fábrica?

Si

No  ¿Por qué?.....

5. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un sistema de seguridad?

USD \$ 500-600

USD \$ 600-700

USD \$700-800

A continuación se presenta el análisis de resultados de la entrevista realizada a tres personas que laboran en la empresa Ditta Diseng.

Pregunta 1:

La respuesta fue un 100% acertada esto quiere decir que si ha existido un intento de robo por los alrededores de la fábrica.

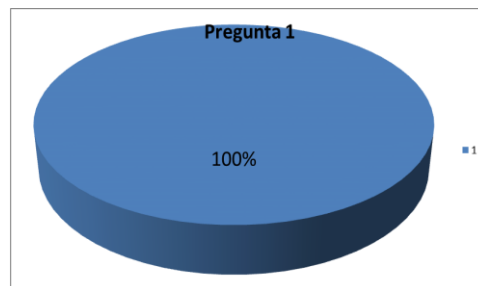


Figura 2.1: Analisis Pregunta 1 Entrevista  
Fuente: Investigador

Pregunta 2:

La respuesta fue un 100% acertada esto quiere decir que si ha existido un intento de robo en la fábrica.

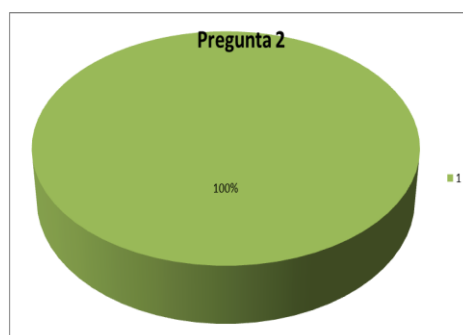


Figura 2.2: Analisis Pregunta 2 Entrevista  
Fuente: Investigador

### Pregunta 3:

La respuesta fue un 100% acertada esto quiere decir que las personas que laboran en la fábrica desean un sistema de cerca eléctrica puesto que las cámaras de vigilancia son más costosas y no cubren puntos ciegos.

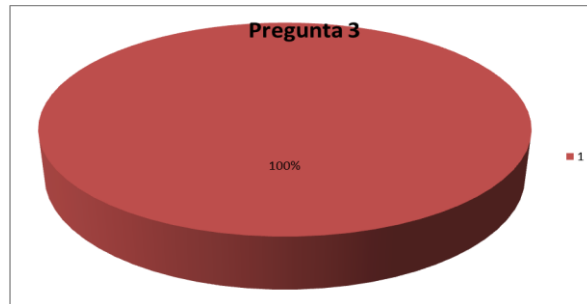


Figura 2.3: Analisis Pregunta 3 Entrevista  
Fuente: Investigador

### Pregunta 4:

La respuesta fue un 100% acertada esto quiere decir que las personas que trabajan en la empresa se encuentran motivados por la idea de saber en cualquier lugar por medio de un sms si existe algún evento de violación de seguridad.

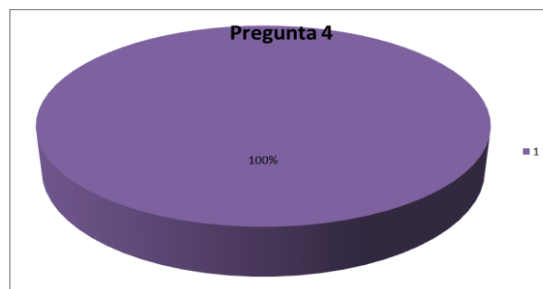


Figura 2.4: Analisis Pregunta 4 Entrevista  
Fuente: Investigador

### Pregunta 5:

La respuesta fue 75% porque para una persona le resultó muy caro y tuvo la sugerencia de mejorar los costos del proyecto.



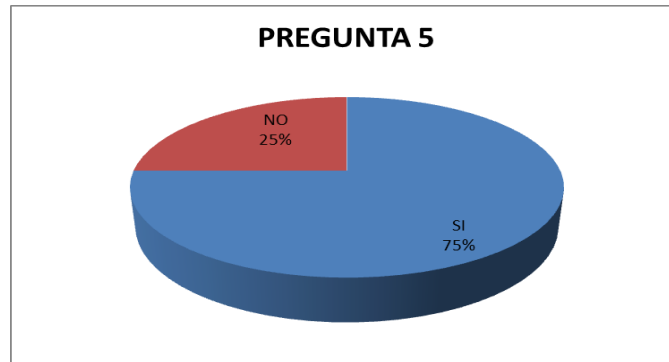


Figura 2.5: Analisis Pregunta 5 Entrevista  
Fuente: Investigador

Una vez que el proyecto haya sido implementado se espera que las personas que trabajan y los dueños de la empresa Ditta Diseng se sientan seguros de los bienes materiales y si existe algún evento el sistema pueda funcionar correctamente enviando el mensaje correspondiente a las personas autorizadas.

## CAPÍTULO III

### PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 3.1 Propuesta de solución del problema.

El presente proyecto tiene como finalidad la construcción de un sistema de seguridad utilizando una cerca eléctrica, cuyo medio de transmisión es de manera inalámbrica, así como también su medio de alerta es el envío de mensajes de texto vía celular utilizando la telefonía móvil usada en el país como son las operadoras claro, movistar, cnt. (Figura 3.1)

El sistema está basado en el envío y recepción de señales desde los diferentes dispositivos de la cerca que se van a instalar. Las señales están concentradas en un controlador el cual alertará vía celular en caso de que una alarma se active. El sistema tendrá la capacidad de activar o desactivar la cerca eléctrica desde el controlador (consola) y administrar los números de celular a los cuales se enviará el mensaje de texto.

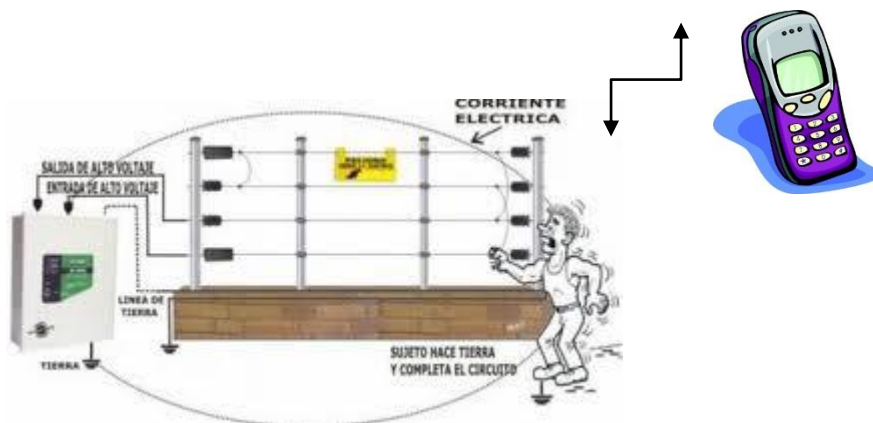


Figura 3.1 – Sistema a implementar  
Fuente: (Antirrobo, 2014)

#### 3.1.1 Circuito de la cerca eléctrica

Este trabajo de titulación es un circuito electrónico predestinado para la implementación de una placa electrónica la cual crea de impulsos de alto voltaje que se conectan a alambres que tienen normas específicas que forman una cerca eléctrica por medio de ésta se crea protección al lugar donde se va implementar.

Este circuito genera varios impulsos eléctricos de alto voltaje y no tan larga duración, está conectada a tierra por medio de una varilla y también formado por alambres aislados.

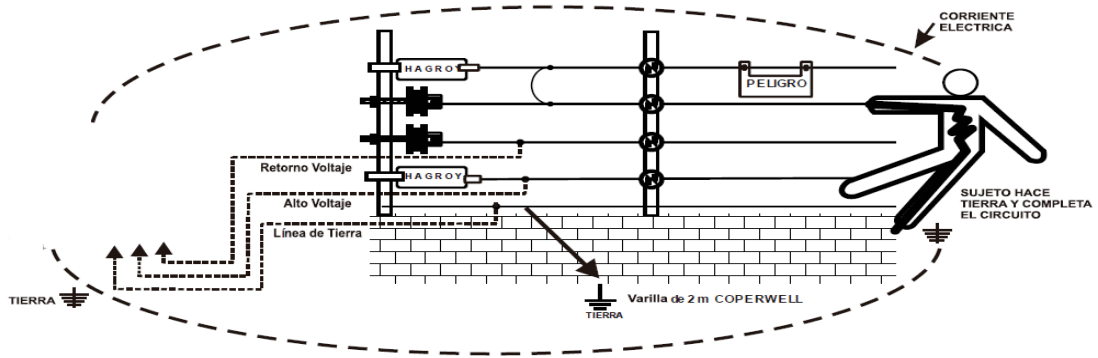


Figura 3.2: Alambrado Electrificador  
Fuente:(hagroy, 2013)

### 3.1.2. Diseño Electrónico

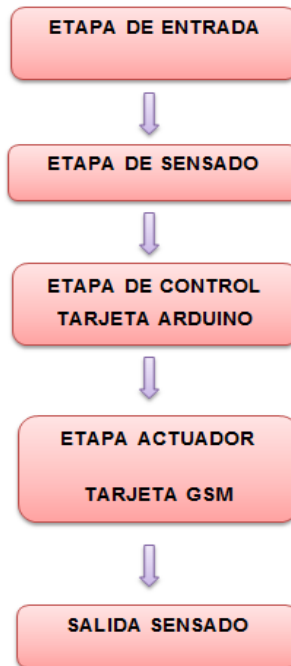


Figura 3.3: Diagrama de bloques del sistema a implementarse  
Fuente: Investigador

### 3.1.2.1 Etapa de Entrada

El funcionamiento de la etapa de entrada es a través del circuito de la cerca eléctrica la cual está conectada a 110v. y tiene una batería que es un respaldo para situaciones eventuales como cortes de energía eléctrica, este circuito es el que se enlaza con el sistema GSM por medio de la tarjeta Arduino y el Módulo GSM, para así realizar el proceso de seguridad, enviando un mensaje de texto cuando exista un evento de violación a la seguridad.

La figura 3.4 muestra el diagrama circuital de la etapa de entrada del equipo donde:

- Entrada de 110v. para alimentación del sistema de cerca eléctrica.
- Salida RF que permite enlazar con el Sistema GSM.

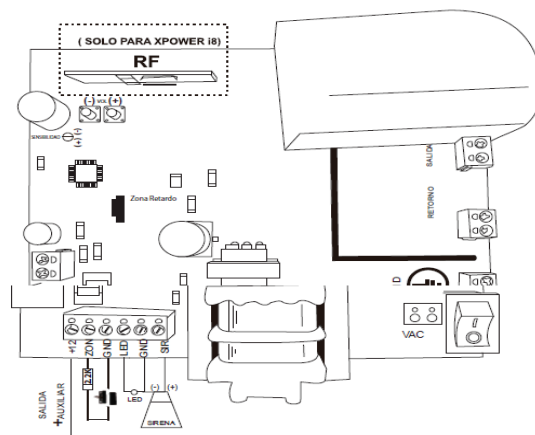


Figura 3.4: Diagrama Circuital Cerca Eléctrica  
Fuente: (hagroy, 2013)

### 3.1.2.2. Etapa de Sensado

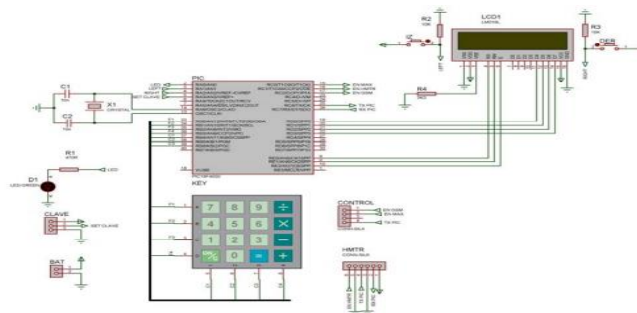


Figura 3.5– Bloque Ingreso, Visualización, Módulo Arduino y RF  
Fuente: Investigador

En el diagrama esquemático se presentan los bloques: Ingreso, Visualización, RF y Arduino (figura 3.5).

Los dispositivos, Módulo Rfa y Módulo Rfb tienen como su primordial objetivo transmitir y recibir las señales de información de manera inalámbrica. Cumplen una función muy importante para la comunicación entre el circuito de Alarma o Cerca eléctrica y dispositivo Controlador.

El dispositivo del Módulo GSM es aquel que estará en comunicación con el Módulo Rfa. Este último enviará una señal al Módulo Arduino indicando el sensado de algún evento ocurrido.

Para el diseño del presente proyecto se establecerán los siguientes escenarios, los cuales tienen como objetivo explicar de mejor manera cómo se envían y se reciben los datos entre bloque controlador y bloque alarma:

- Escenario A: Armado/Desarmado de la seguridad
- Escenario B: Violación de Seguridad

#### **3.1.2.2.1 Escenario A: Armado de la seguridad**

El Módulo de la seguridad en este caso la cerca eléctrica controlador que activará inalámbricamente la alarma. Esto se hace a través del circuito de ingreso en donde el usuario da la orden por medio de un mensaje de texto que se active dicha alarma. Una vez hecho esto, el circuito Módulo de Arduino armará una trama de datos, la cual será transmitida al dispositivo cercado eléctrico a través del bloque Rfa.

#### **3.1.2.2.2 Escenario B: Violación de la seguridad**

Cuando la seguridad haya sido violentada, el primer dispositivo en interactuar será el bloque sensor, el cual enviará una señal al dispositivo Módulo Rfa el mismo que enviará una trama estructurada con la información necesaria desde el bloque alarma al bloque controlador, esto es a través del dispositivo Módulo rfb. Las tramas serán enviadas varias veces hasta que el dispositivo controlador envíe la respuesta de haber recibido la trama correctamente.

El dispositivo Módulo Arduino interactúa inmediatamente con el Módulo GSM con una comunicación USART enviando los comandos AT necesarios para el envío de mensajes de texto, el cual dentro del mismo indicará el código de la alarma que ha sido vulnerada. Las figuras 3.6 y 3.7 indican de manera gráfica el armado y violación de la seguridad.

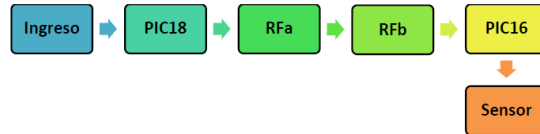


Figura 3.6 – Diagrama de bloques - Armado de la Seguridad  
Fuente: Investigador

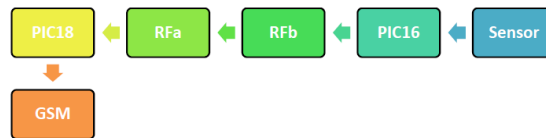


Figura 3.7 – Diagrama de bloques - Violación de la Seguridad  
Fuente: Investigador

### 3.1.3 Etapa de Control (Módulo Arduino)

La placa posee las dimensiones exactas de los pines de comunicación del Arduino para ser introducidos en los mismos para una óptima conexión entre las dos placas, la placa adicional contiene todo el circuito esquemático de la etapa de entrada y etapa de salida del equipo y está conformado por la parte de rf donde se va a interconectar con la tarjeta GSM para un envío correcto de mensajes de texto.

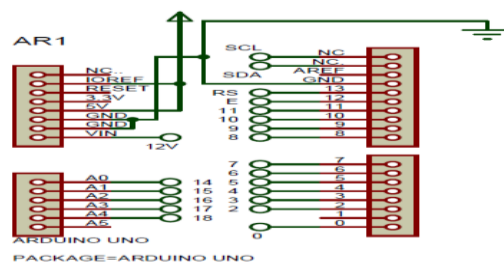


Figura 3.8 Etapa Arduino  
Fuente: Investigador

Los siguientes diagramas de flujo comprenden las partes más importantes del proyecto como lo son: armado/desarmado de la seguridad y violación de la seguridad. Dichos diagramas estarán implementados en el Módulo Arduino correspondientes a los dispositivos consola y alarma; las figuras 3.9 y 3.10 comprenden el armado/desarmado de la seguridad que no es más que la activación de las alarmas desde el dispositivo controlador (consola). Dentro del mismo Módulo Arduino 1 lee el código de la alarma, la procesa y la envía a través del bloque Rfa (comunicación USART); luego el dispositivo alarma recibe la trama y envía una respuesta confirmando el recibimiento.

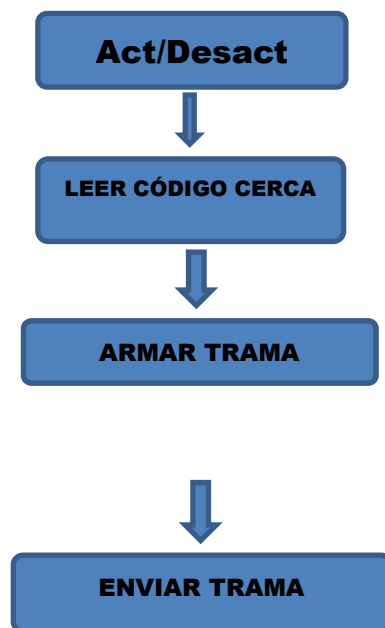


Figura 3.9 – Diagrama de flujo Activación/Desactivación alarma  
Fuente: Investigador

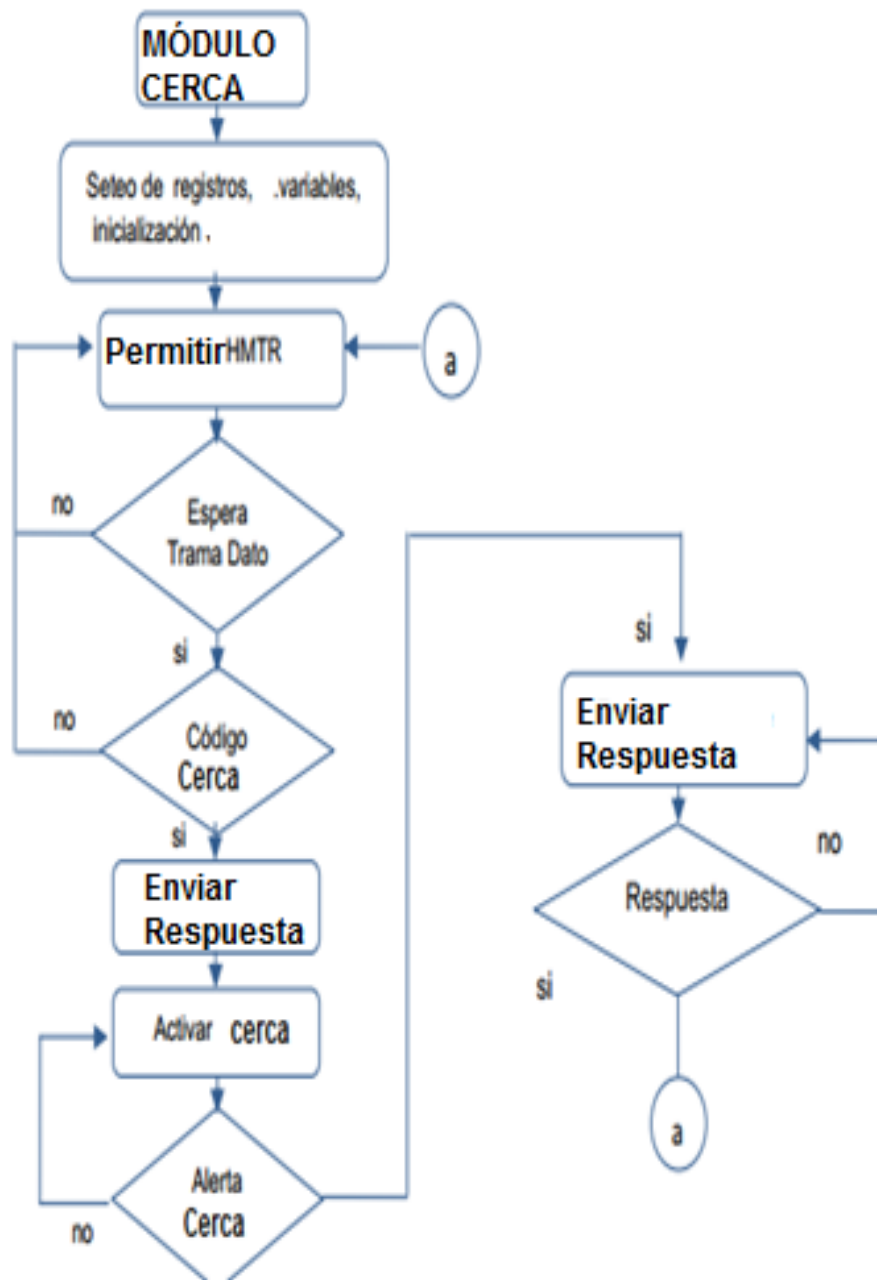


Figura 3.10 – Diagrama de flujo de recibimiento de trama  
Fuente: Investigador



### 3.1.4 Etapa Actuador (Tarjeta GSM)

#### 3.1.4.1. Módulo GSM

A continuación (figura 3.11) se muestra el diagrama esquemático para el Módulo GSM SIM340 así como también su diseño impreso en placa. En el mismo se encuentran los pines respectivos para la alimentación de energía, además de dos diodos led que indican el encendido del Módulo y el estado de la red GSM.

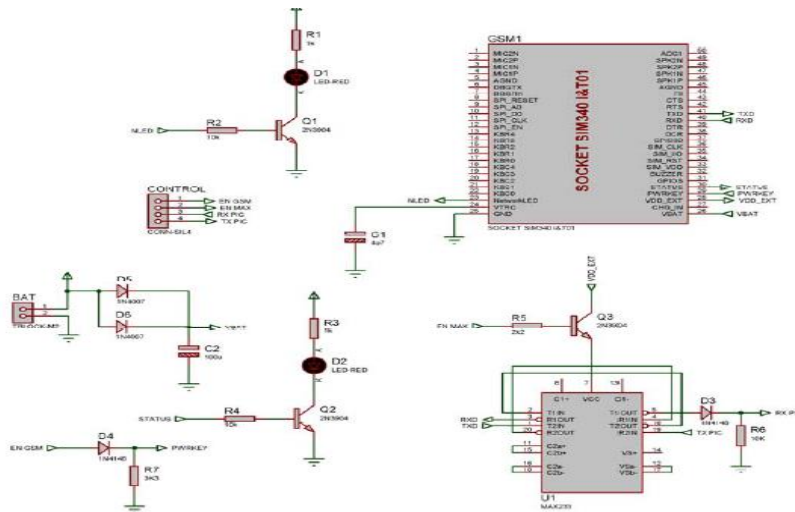


Figura 3.11 – Diagrama Esquemático Módulo GSM  
Fuente: Investigador

El dispositivo del Módulo GSM es el que envía mensajes de textos a los diferentes números celular de las diferentes operadoras. Dichos números son guardados en el Arduino 1.

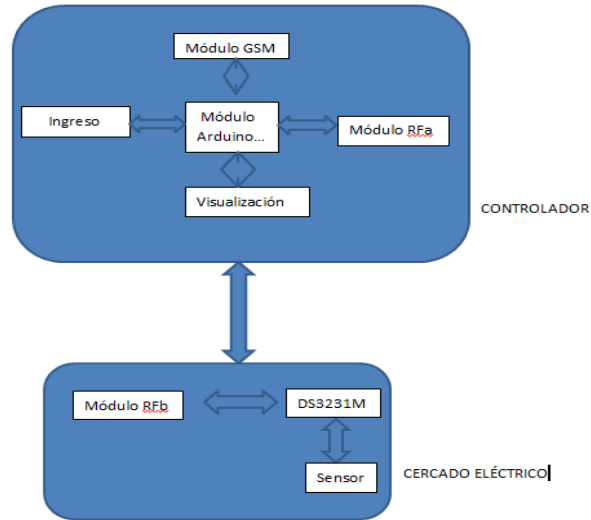


Figura 3.12 – Diagrama de bloques  
Fuente: Investigador

El dispositivo de INGRESO es el encargado del manejo de datos que el propietario de la cerca desee dar al sistema, tales como: ingreso de números de celular, eliminación de los mismos, ingreso/eliminación de alarmas, cambio de contraseñas, etc. Como se puede observar en la figura 3.12.

El dispositivo del Módulo Arduino es la parte principal del dispositivo de controlador y por lo tanto de la mayor parte del sistema, es el que se encarga de conducir los números de celular, el que recibe los datos del dispositivo de ingreso, es el que permite procesar la información y mostrarla en el dispositivo de visualización; también es el que interactúa con el dispositivo Módulo Rfa para el envío y recepción de datos desde y hacia el dispositivo alarma y es el que da los comandos al Módulo GSM para el envío de mensajes de texto.

### 3.1.5 Etapa Salida de Sensado

#### Comunicación Inalambrica (Celular)

La cerca eléctrica se comunica con la conexión de la placa del Arduino el cual envía datos a la tarjeta GSM y ésta a su vez envía los mensajes de texto en el momento que se envía un evento de violación de seguridad.

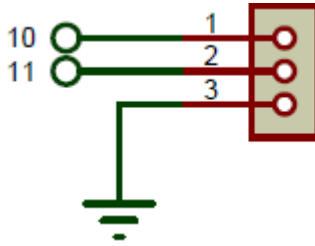


Figura 3.13 Etapa de Salida  
Fuente: Investigador

El circuito contiene una bornera de conexión con el circuito de la cerca eléctrica ya que ésta se comunica directamente con el Arduino para enviar los datos para trabajar, se comunica con conexión TTL (5v) en donde la salida de Rf de la cerca eléctrica posee tres pines Rx (Pin 1), Tx (Pin 2), GND (Pin 3), para el sistema se utilizan los pines RX , Tx y GND ya que el sistema va a recibir datos, enviar datos y realizar una comunicación GSM, Arduino se interconecta al sistema de la cerca eléctrica para recibir una señal y a su vez al Módulo GSM para enviar la comunicación inalámbrica, esto se puede realizar por medio de programación en el Módulo Arduino en una parte del programa se configuró los números telefónicos a donde llegarán los mensajes de texto en caso de un evento de violación de seguridad.

### 3.1.6. Diagrama Circuital

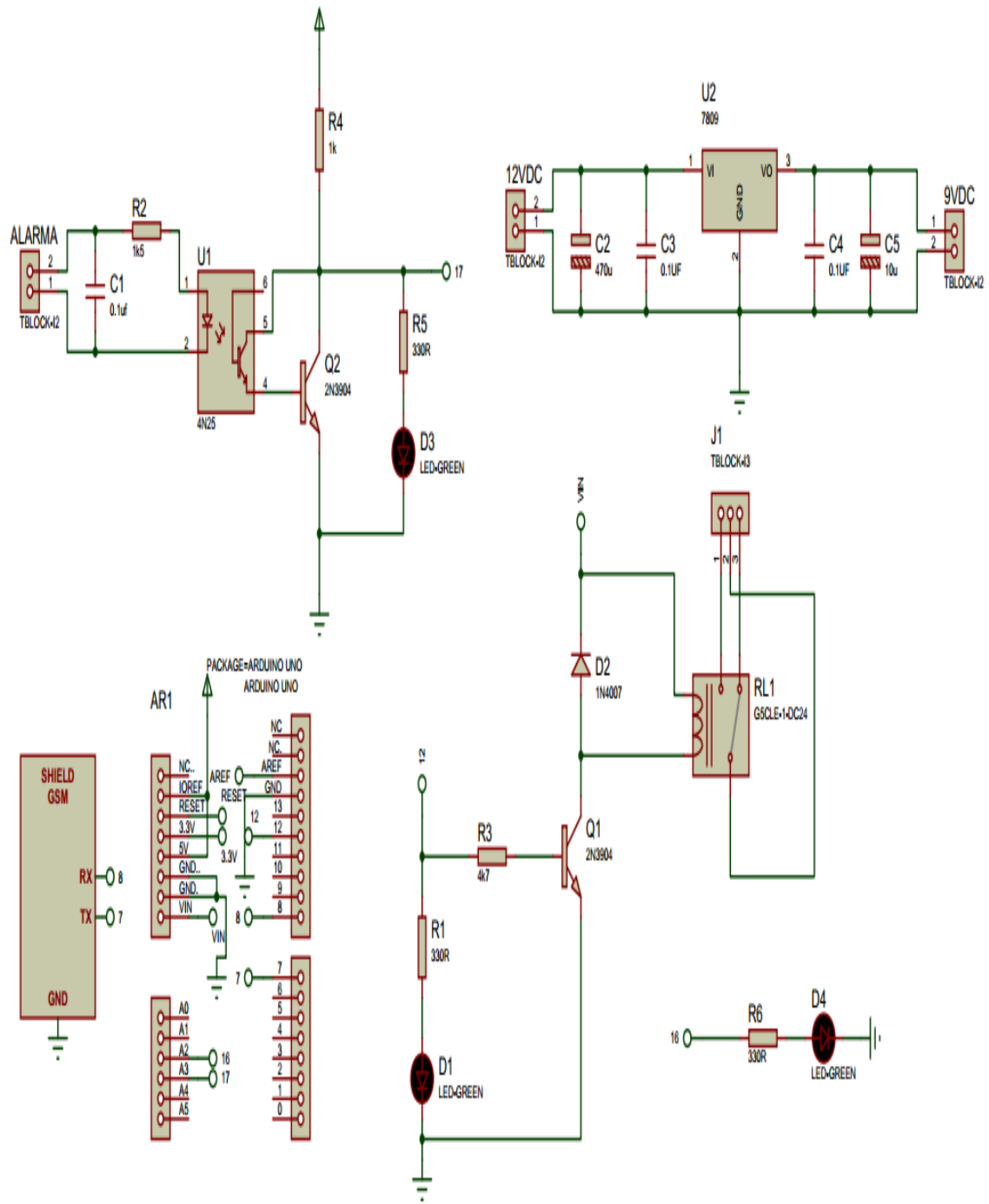


Figura 3.14– Esquemático Alarma Cerca  
Fuente: Investigador

### 3.1.7 Circuito impreso del equipo

El circuito impreso se realizó en proteus, la figura 3.13 contiene las pistas de conexión de la placa adicional del equipo para su implementación.



Figura 3.15 – PCB Alarma Movimiento (2D)  
Fuente: Investigador

El circuito impreso queda como se muestra en la Figura 3.16, donde están los pines de conexión para la interconexión con la placa Arduino y todos los elementos que conforman cada una de las etapas del circuito.

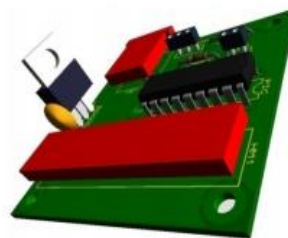


Figura 3.16 – PCB Alarma Movimiento (3D)  
Fuente: Investigador

La placa está diseñada para ser interconectada con los pines de conexión del Arduino esto es una herramienta muy útil para el momento del montaje del equipo para que no

existan cables entre las dos placas (Placa Rf), (Tarjeta GSM) y facilite la comunicación entre ellas, la figura 3.17 muestra las pistas de conexión de la placa adicional

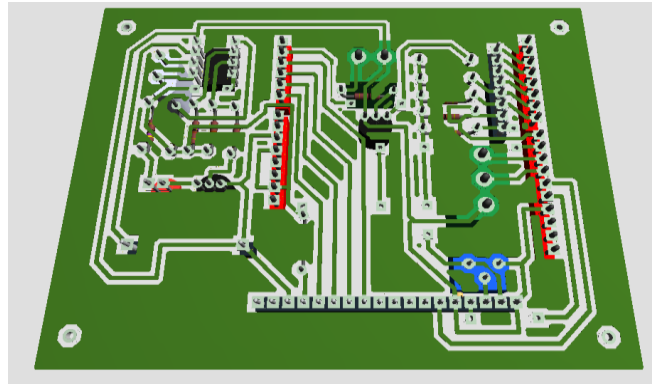


Figura 3.17 Circuito Impreso del Equipo en 3D  
Fuente: Investigador

## 3.2. Implementación

### 3.2.1 Programación del Módulo Arduino

Para la programación del Arduino se agregaron librerías que facilitan a la hora de programar y se usaron también librerías del programa, son de uso libre para el usuario y se las puede descargar del internet si no están agregadas en el software y utilizar libros de ayuda para programar. Una vez ya abierto este programa se procede a cargar las librerías para programar el enlace entre la cerca eléctrica y la comunicación GSM en este caso la tarjeta GSM, la programación se puede observar en el anexo 4.

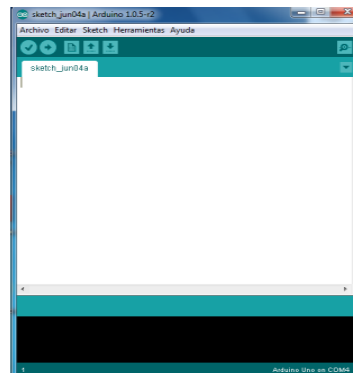


Figura 3.18 Programación Arduino  
Fuente: Investigador

El Arduino posee una memoria la cual trabaja casi en su totalidad, para evitar este tipo de inconvenientes como es la falta de memoria o una mala sincronización se ha programado sólo dos números telefónicos en este caso de las máximas autoridades de la empresa.

### 3.2.2 Implementación Cerca Eléctrica con comunicación GSM.

Para la elaboración de la placa se toma en cuenta las dimensiones del Arduino para que coincida con los pines de conexión del Arduino y se pueda empotrar en el mismo y exista una óptima comunicación entre los pines.

El circuito impreso fue desarrollado en proteus, debidamente probado su funcionamiento y fue implantado en una baquelita.

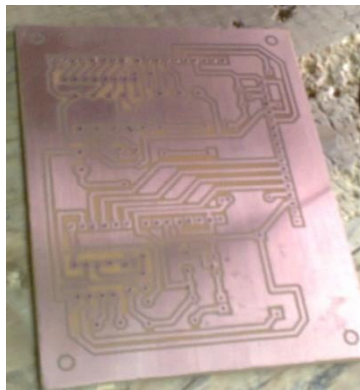


Figura 3.19 Circuito Impreso  
Fuente: Investigador

La figura 3.20 muestra elementos de la placa adicional al momento del montaje del circuito.



Figura 3.20 Elementos del circuito impreso  
Fuente: Investigador

La figura 3.21 muestra la terminada la cual se conecta a los pines de conexión del Arduino y a los demás dispositivos de entrada y salida del circuito.



Figura 3.21 Sistema Rf

Fuente: Investigador

La figura 3.22 muestra el circuito de la cerca eléctrica, éste es el que en primer lugar electrifica el cercado y a su vez se interconecta con sistema GSM.

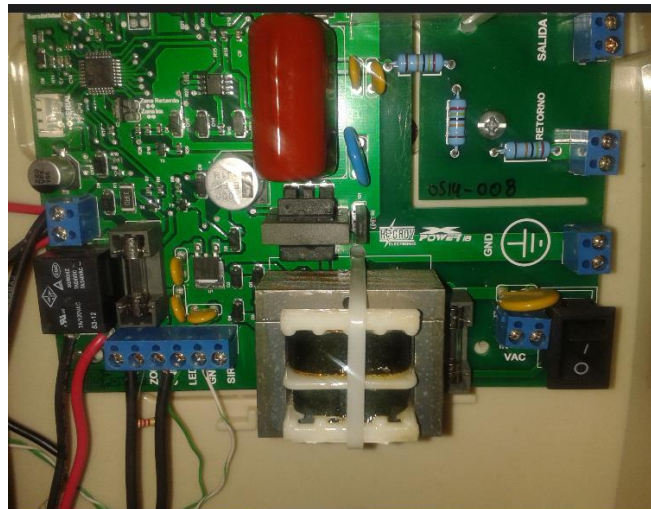


Figura 3.22 Circuito Cerca Eléctrica

Fuente: Investigador

La figura 3.23 muestra la interconexión entre la placa Arduino, la tarjeta GSM y el Módulo FR del circuito en los cuales se tiene una interconexión entre los pines de cada placa.



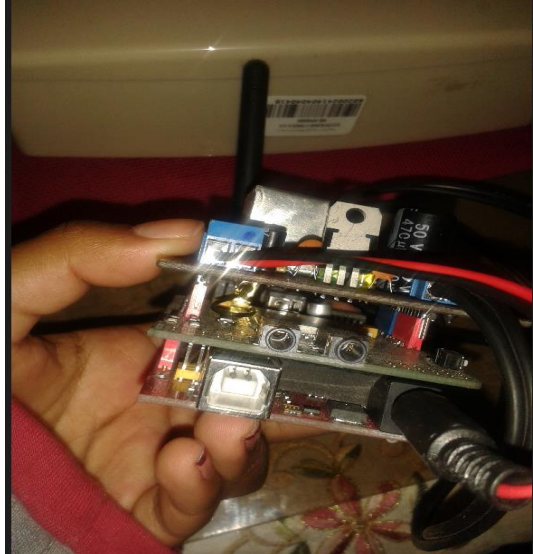


FIGURA 3.23: Circuito acoplación tarjeta Arduino y tarjeta GSM  
Fuente: Investigador

Una vez realizado todos los Módulos se procede a la implementación en la fábrica de la empresa Ditta Diseng, como primer paso se coloca el cercado, en la figura 3.24 se puede observar cómo se coloca el cercado por medio de los postes de electrificación, para realizar dicha implementación se debe tomar en cuenta:

### **Conexión a tierra**

Esta etapa de la implementación es muy importante ya que se debe conectar el cable de tierra al terminal de tierra electrificadora, ésta deberá correr por toda la distancia del cerco eléctrico con alambre galvanizado, éste debe ser sujeto a cada poste.

### **Tierra física**

Para esta conexión se debe utilizar una varilla de cobre (Coperwell) de diámetro no menor a 16 mm y longitud no inferior a 2 m, colocado en este caso al jardín de las bodegas de la empresa Ditta Diseng . El punto de tierra del cercado eléctrico no debe ser conectado al mismo punto de tierra de la red eléctrica. La línea y punto de tierra es muy importante, si no tiene una correcta instalación puede causar un daño grave a la tarjeta de funcionamiento de la cerca eléctrica.



FIGURA 3.24: Colocación Postes Electrificados  
Fuente: Investigador

En la imagen 3.25 se puede observar el cerco eléctrico ya instalado.



FIGURA 3.25: Montaje cerca  
Fuente: Investigador

A continuación se procede a conectar el cercado eléctrico con los sistemas anteriormente mencionados, teniendo en cuenta la polaridad para no causar daños en la placa electrónica; esto se puede observar en la figura 3.26



FIGURA 3.26: Conexión Cerca Eléctica  
Fuente: Investigador

En la figura 3.27 se puede observar la conexión de sistema GSM- Arduino lo cual realiza la comunicación inalámbrica del sistema.

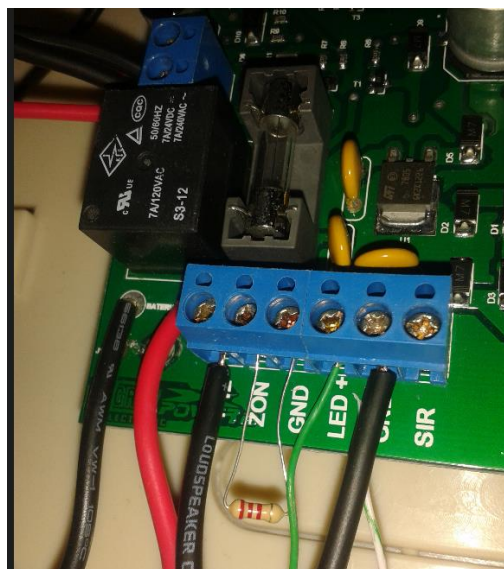


FIGURA 3.27: Conexión Cerca Eléctrica y Sistema GSM  
Fuente: Investigador

La figura 3.28 muestra todos los elementos que componen el sistema de la cerca eléctrica con comunicación GSM.



FIGURA 3.28: Sistema Cerca Eléctrica con comunicación GSM  
Fuente: Investigador

Ya realizada la instalación se procede a enviar un mensaje de texto al teléfono celular para luego realizar las pruebas respectivas. La forma cómo detecta es en el momento que un intruso desee violar la seguridad; la alarma detecta y envía un mensaje de texto con el texto SE HA DETECTADO ACTIVACIÓN DE CERCA ELÉCTRICA a los números configurados en la tarjeta Arduino en este caso son:

Elsa Morales (Gerente General) 0994269481

Juan Minda (Jefe Técnico) 0991253011

Una vez de que haya pasado el peligro el propietario puede desactivar por medio de un mensaje de texto.

La tabla 3.1 muestra el encendido, apagado y evento de violación de seguridad.

Menú	Acción
1. ACTIVAR CERCADO DE SEGURIDAD	En el celular activado de cualquier operadora enviar un mensaje de texto con la palabra kj1. Una vez enviado este mensaje la cerca queda electrificada y a la vez el led se enciende para dar el aviso.
2. DESACTIVAR LA SEGURIDAD	En el celular activado de cualquier operadora enviar un mensaje de texto con la palabra kj0. Una vez enviado este mensaje la cerca se apaga dejando sin electrificación y a la vez el led se queda titilando para dar el aviso.
3. AVISO DE EMERGENCIA	Una vez que existe violación a la seguridad envió un mensaje a los dos números registrados para dar aviso de emergencia.
4. ELIMINAR ALARMA	En el celular activado de cualquier operadora enviar un mensaje de texto con la palabra kj0. Una vez enviado este mensaje la cerca se apaga dejando sin electrificación y a la vez el led se queda titilando para dar el aviso.

TABLA 3.1: Indicaciones SMS  
FUENTE: Investigador

### 3.2.3 Características Técnicas Cercado

Características del Energizador	Xpower i8 / HR 8000
Energía de electrificación	Mín. 280 mJ - Máx. 1 Joule
Salida de alto voltaje	Mín. 8400 V - Máx. 13000 V
Consumo de energía	Mín. 2.64 W - Máx. 4.32 W
Alcance de electrificación	Óptimo 1000 m - Máx. 1500 m
Alimentación de red	110 ó 220VAC - 60Hz
Batería de respaldo recargable	12 V - 7 Ah
Independencia de energía eléctrica en stand by con batería a plena carga	26 horas
Salida auxiliar	12V - 250 mA
Salida de alto voltaje regulable	SI
Número de zonas monitoreadas	1
Detección de falsas alarmas y arcos en el cerco	SI
Salida de utilidad (PGM) programable	NO
Indicador de retorno	SI
Indicador de intrusión en zona	SI
Memoriza eventos	SI
Tiempo de entrada programable	45 s
sirena programable	SI
Tiempo de zona programable	45 s

TABLA 3.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS  
Fuente: (hagroy, 2013)

## **Ubicación Consola - Alarma**

La consola tiene una cercanía a una alimentación de energía eléctrica y tiene un nivel de altura respecto al suelo igual a la altura del usuario.

De la misma manera la ubicación de la cerca es de una altura en la cual sea de poco alcance para las personas, esto es para evitar riesgos de daños a la misma.

## **Alimentación de Energía**

La alimentación de energía de la consola y de la alarma es de 12V DC. Se utilizó adaptadores para convertir la corriente alterna a corriente continua. Las características del adaptador son:

$V_{in} = 110$  [VAC] 60 Hz

$V_{out} = 12$  [VDC]

Corriente = 1.5 [A] max

### **3.3 Pruebas Realizadas**

Para comprobar el correcto funcionamiento de la cerca con comunicación GSM se ha realizado tres tipos de pruebas las cuales fueron:

- Prueba 1: Evaluación Técnica
- Prueba 2: Envío y Recepción de Mensajes entre operadoras celulares.
- Prueba 3: Recepción de mensajes en distintos lugares del Distrito Metropolitano de Quito

#### **3.3.1 Prueba 1: Evaluación Técnica**

Como en todo sistema antes de su operatividad es necesario verificar el estado de cada una de las partes del mismo, como se puede observar en la tabla 3.4.

PASOS DE VERIFICACIÓN	FUNCIONAMIENTO CORRECTO
Se enciende correctamente el sistema de alarma con comunicación GSM.	Si
Se activa el sensor cuando topan el cercado eléctrico.	Si
Se activa el sistema cuando rozan o topan el cercado.	Si
Llega el mensaje de texto una vez accionada la alarma.	Si

Tabla 3.3.- Evaluación Técnica de la cerca eléctrica con comunicación GSM  
FUENTE: Investigador

### Prueba 2: Tiempo de Envío y Recepción de Mensajes entre operadoras celulares.

Esta prueba fue diseñada con el fin de ver si el sistema envía o no los mensajes de texto y en qué tiempo tardan en llegar entre dos operadoras móviles, en este caso las operadoras Claro y Movistar; las pruebas realizadas se presentan a continuación en la tabla 3.4.

ITEM	TIEMPO DE ENVÍO DESDE OPER. CLARO	MENSAJE ENVIADO		TIEMPO DE RECEPCIÓN DE MENSAJE OPER. CELULARES	
		SI	NO	CLARO	MOVISTAR
1	17:00:00	X		17:00:35	17:01:00
2	17:05:00	X		17:05:45	17:06:10
3	17:10:00	X		17:10:55	17:11:20
4	17:15:00	X		17:15:40	17:17:00
5	17:20:00	X		17:20:35	17:21:57
6	17:25:00	X		17:25:45	17:26:58
7	17:30:00	X		17:30:55	17:32:00
8	17:35:00	X		17:35:50	17:37:00
9	17:40:00	X		17:40:35	17:41:10
10	17:45:00	X		17:45:345	17:46:20

Tabla 3.4: Tiempo de Envío Y Recepción de SMS  
Fuente: Investigador

**Prueba 3: Recepción de mensajes en distintos lugares del Distrito Metropolitano de Quito**

ITEMS	LUGARES	FUNCIONAMIENTO CORRECTO	FUNCIONAMIENTO INCORRECTO	OBSERVACIONES
1	Calderón	X		
2	Tambillo	X		
3	Carapungo	X		
4	Jardines de Carcelén		X	Falta de Cobertura Celular
5	Chillogallo	x		
6	Centro Histórico	x		
7	San Juan		x	Falta de Cobertura Celular
8	Comuna	x		
9	San Carlos	x		
10	Cumbayá	x		
11	Tumbaco	x		
12	Tababela	x		
13	Sangolquí	x		
14	Conocoto	x		
15	Antigua Vía Conocoto		x	Falta de Cobertura Celular
16	Quinche	x		
17	Condado	x		
18	Guamaní	x		
19	Villaflora	x		

Tabla 3.5: Recepción Mensajes en Quito  
Fuente: Investigador

**3.4 Análisis de resultados**

**3.4.1 Análisis de resultados de la prueba 1**

Al realizar la prueba 1 se pudo observar que el sistema está funcionando correctamente que existe un 100% de seguridad de que el sistema está listo para operar.

**3.4.2 Análisis de resultados de la prueba 2**

En esta prueba se puede observar dos tipos de resultados: el primer resultado presenta si el mensaje se envió correctamente, en la figura 3.30 se puede observar que está funcionando correctamente y que en las pruebas realizadas existió un 100% de efectividad.





Figura 3.30: Gráfica Envío y Recepción de SMS  
Fuente: Investigador

En la figura 3.31 que se muestra a continuación y como segundo resultado presenta el tiempo de retardo en la llegada de mensajes entre operadoras celulares Claro y Movistar tomando en cuenta que el Módulo Arduino tiene colocado un Chip Claro; aquí se puede observar que la operadora Claro tiene más efectividad y menos tiempo de retardo en la llegada de SMS, en cambio en Movistar se tarda más tiempo en llegar el SMS.

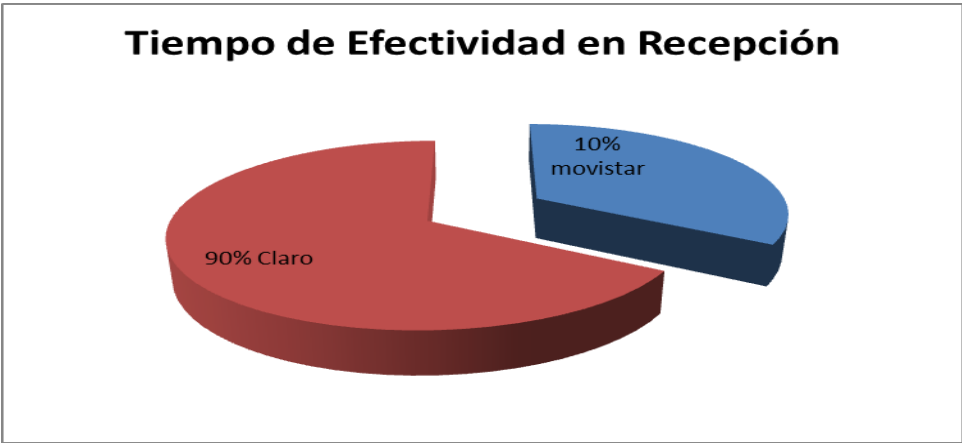


Figura 3.31: Tiempo de Efectividad en Recepción de SMS  
Fuente: Investigador

### **3.4.3 Análisis de resultados de la prueba 3**

La Prueba 3 fue tomada en distintas partes del Distrito Metropolitano de Quito y la mayoría fueron correctas, sólo en cuatro casos salió fallido pero después de una investigación realizada se pudo constatar que no es falla del sistema sino que las operadoras celulares pierden cobertura en ciertos lugares bajos como en los que dio falla.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **Conclusiones**

- Se diseñó e implementó una cerca eléctrica con comunicación GSM para la fábrica de la empresa Ditta Diseng, la cual está en perfecto funcionamiento.
- El circuito controlador cuya misión es concentrar señales inalámbricas y así enviar mensajes de texto a los números programados puede tener un poco de retardo como de 4 segundos en la operadora claro y más de 4 segundos en operadora movistar por motivo de cobertura de operadoras móviles
- El envío y recepción de mensajes por medio de la tarjeta GSM es exitoso siempre y cuando las celulares programados para recibir los mensajes de texto se encuentren en un área de cobertura celular caso contrario verificar señal.
- En la Módulo GSM está insertado una tarjeta GSM la cual debe tener saldo disponible para que los mensajes de texto lleguen correctamente.
- Se colocó sólo dos números telefónicos para que no exista tráfico en el momento de envío de mensajes.
- La placa Electrónica, Módulo Arduino y Tarjeta GSM no deben ser manipulados porque pueden existir daños en el sistema

### **Recomendaciones**

- Realizar mantenimientos en la batería de la cerca eléctrica ya que su tiempo de vida es de 1 año.
- Dar mantenimiento de al menos 1 vez al año de todo el circuito electrónico para evitar daños.
- Evitar que la placa electrónica se encuentre en lugares húmedos o muy calientes es mejor que este a una temperatura normal.
- Se puede colocar un UPS de respaldo para momentos en que la batería se agote o a su vez reemplazar la batería y así ayudar en momentos críticos.

## **Bibliografía**

(s.f.).

A.Vladimirov, A. (2008). Seguridad de redes inalámbricas. España: Madrid Anaya Multimedia.

Antirrobo, S. E. (2014). <http://seguridadmonster.com/sistemalarma.html>.

Louis, F. (2003). Sistemas Electrónicos de Comunicaciones. Mexico: Alfaomega.

Oriol Sallent Roing, J. L. (2009). Principios cunicaciones moviles. España: Universidad Politecnica de Catalunya.

Palomo, J. L. (2008). Telecomunicaciones Móviles. España: Barcelona Marcombo.

Siegmund M. Readl, M. K. (2008). "An Introduction to GSM".  
<http://en.wikipedia.org/wiki/GSM>.

Siegmund M.Redl, M. K. (2008). Red GSM. [http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema global para las comunicaciones](http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_global_para_las_comunicaciones).

Tanenbaum, A. (2010). Redes de Comoutadoras. México: Pearson Educación.

Tanenbaum, A. (2010). Redes de computadoras. México: Pearson Educación.

Wayne, T. (2003). Sistemas de Comunicaciones Electrónicas. Mexico: Prentice Hall.

# ANEXOS

# **ANEXO 1**

## **Certificado de la empresa**

# **ANEXO 2**

**Entrevista al personal de la Fábrica de  
la empresa Ditta Diseng**

# **ANEXO 3**

## **Datasheet Arduino**



## Información general

El Arduino Uno es una placa electrónica basada en el ATmega328 ([ficha técnica](#)). Cuenta con 14 pines digitales de entrada / salida (de los cuales 6 pueden utilizarse para salidas PWM), 6 entradas analógicas, un 16 MHz resonador cerámico, una conexión USB, un conector de alimentación, un header ICSP, y un botón de reinicio. Contiene todo lo necesario para apoyar el microcontrolador; basta con conectarlo a un ordenador con un cable USB o el poder con un adaptador o la batería AC-to-DC para empezar. El Uno se diferencia de todas las placas anteriores en que no utiliza el chip controlador de USB a serial FTDI. 1.0 pinout: SDA añadido y pines SCL que están cerca al pin AREF y otros dos nuevos pernos colocados cerca del pin de RESET, la instrucción IOREF que permiten a los escudos para adaptarse al voltaje suministrado desde la pizarra. En el futuro, los escudos serán compatibles tanto con el tablero que utiliza el AVR, que funciona con 5V y con el Arduino Debido que funciona con 3.3V. El segundo es un pin no está conectado, que se reserva para usos futuros.

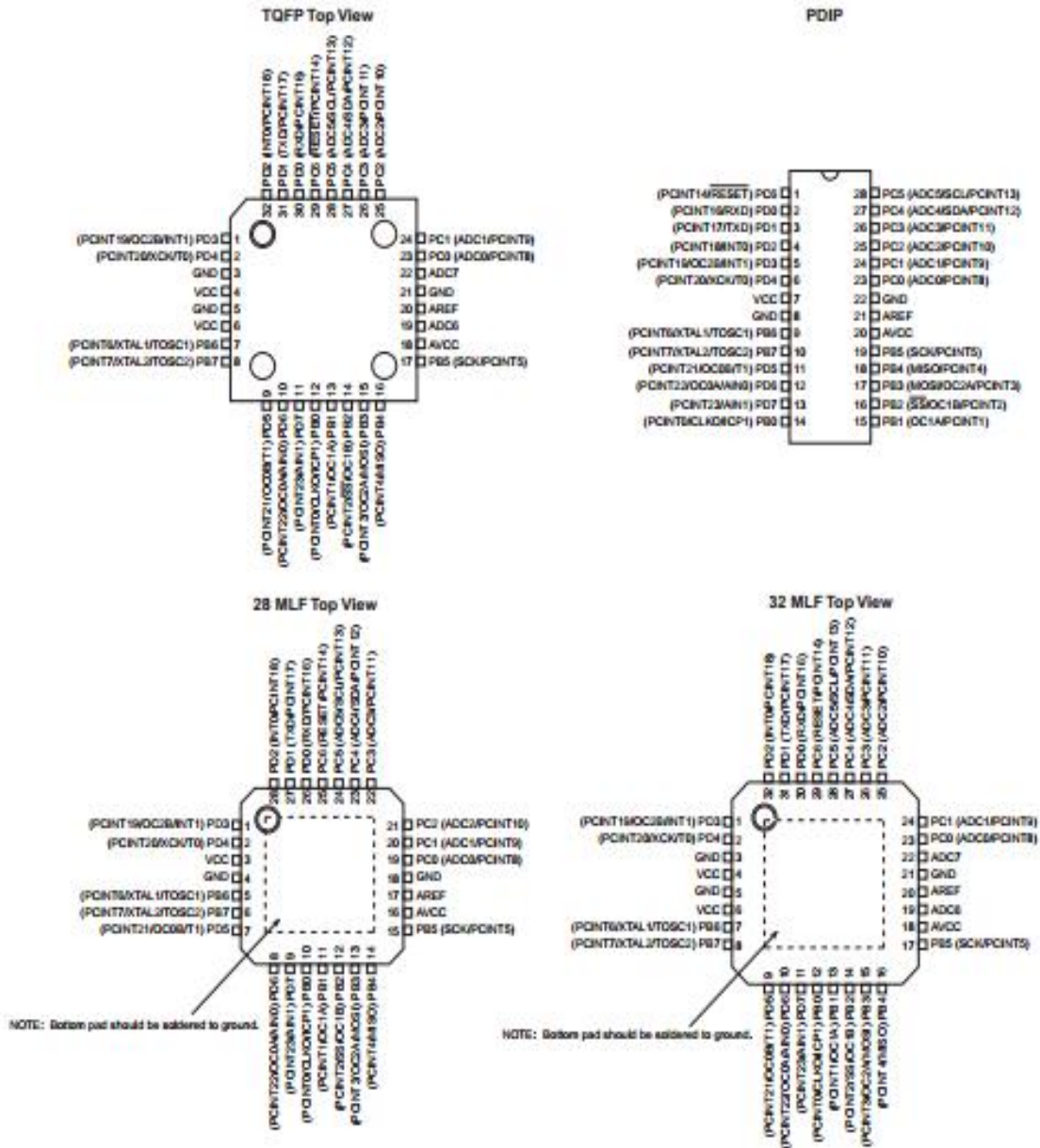
- Circuito de rearme fuerte.
- Atmega 16U2 sustituir el 8U2.

Microcontroladores	ATmega328
Tensión de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V
Voltaje de entrada (límites)	6-20V
Digital pines I / O	14 (de los cuales 6 proporcionan PWM)
Pines de entrada analógica	6
Corriente DC por Pin I / O	40 mA
Corriente DC de 3.3V Pin	50 mA
Memoria Flash	32 KB ( ATmega328 ) de los cuales 0,5 KB utilizado por gestor de arranque
SRAM	2 KB ( ATmega328 )
EEPROM	1 KB ( ATmega328 )
Velocidad de reloj	16 MHz

# ATmega48PA/88PA/168PA/328P

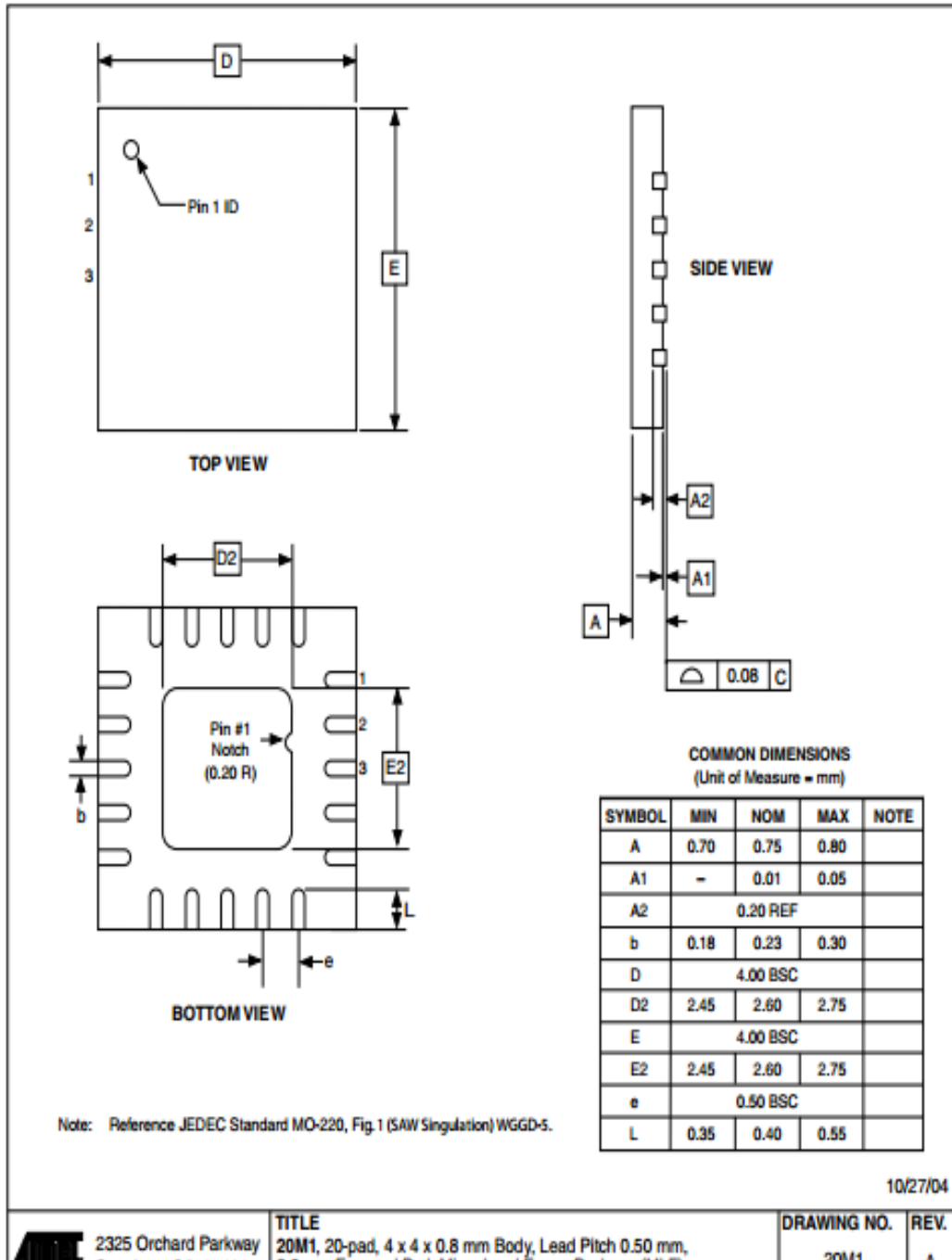
## 1. Pin Configurations

Figure 1-1. Pinout ATmega48PA/88PA/168PA/328P



# ATmega48PA/88PA/168PA/328P

## 33.2 28M1



# **ANEXO 4**

## **Programa Arduino**

```

#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial SIM900(7, 8);

int rele =12;
int sirena =17;
int led =16;

int proceso = 0;
char inchar;
int dato;
int x;

void setup()
{
  pinMode(led,OUTPUT);
  pinMode(sirena,INPUT);
  pinMode(rele,OUTPUT);

  digitalWrite(led, LOW);
  digitalWrite(rele, LOW);

  SIM900.begin(19200);

  SIM900power();
  delay(20000); // give time to log on to network.

  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(100);
}

void SIM900power()
// software equivalent of pressing the GSM shield "power" button
{
  digitalWrite(9, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(9, LOW);
  delay(5000);
}

void loop()
{
  recibirSMS();
}

```

```

if (proceso==0){

    dato = digitalRead(sirena); //almacenamos en dato el valor
                                //del suiche
    if (dato == HIGH){//si dato es alto
        proceso=0;
    }
    else {//caso contrario
        proceso=1;
    }
}

```

```

if (proceso ==1){
digitalWrite(led, HIGH); // enciende el LED
delay(2000);
    dato = digitalRead(sirena); //almacenamos en dato el valor
                                //del suiche
    if (dato == HIGH){//si dato es alto
        digitalWrite(led, LOW); // enciende el LED
        proceso=0;
    }
    else {//caso contrario

```

```

        for (int x = 0;x<12; x++){
            digitalWrite(led, HIGH);
            delay (50);
            digitalWrite(led, LOW);
            delay (50);
        }

```

```

        proceso=2;

```

```

    }

```

```

}

```

```

if (proceso==2){
sendSMS();

```

```

}

```

```

if (proceso==3){
recibirSMS2();

```

```

}

```

```

} //llave de void loop

```

```

void sendSMS()

```

```

{
  SIM900.print("AT+CMGF=1\r");
  // AT command to send SMS message
  delay(100);
  SIM900.println("AT + CMGS = \"+593994269481\"");
  // recipient's mobile number, in international format
  delay(100);
  SIM900.println("Se ha detectado activacion de cerca electrica");
  // message to send
  delay(100);
  SIM900.println((char)26);
  // End AT command with a ^Z, ASCII code 26
  delay(100);
  SIM900.println();
  delay(20000);

  SIM900.print("AT+CMGF=1\r");
  // AT command to send SMS message
  delay(100);
  SIM900.println("AT + CMGS = \"+593958919372\"");
  // recipient's mobile number, in international format
  delay(100);
  SIM900.println("Se ha detectado activacion de cerca electrica");
  // message to send
  delay(100);
  SIM900.println((char)26);
  // End AT command with a ^Z, ASCII code 26
  delay(100);
  SIM900.println();
  delay(5000);
  // give module time to send SMS

  proceso=3;

  // SIM900power();
  // turn off module
}

```

```

void recibirSMS()
{
  //If a character comes in from the cellular module...
  if(SIM900.available() >0)
  {
    inchar=SIM900.read();
    if (inchar=='k')
    {
      delay(10);
    }
  }
}

```

```

inchar=SIM900.read();
if (inchar=='j')
{
  delay(10);
  inchar=SIM900.read();
  if (inchar=='0')
  {
    digitalWrite(rele, LOW);
    for (int x = 0;x<12; x++){
      digitalWrite(led, HIGH);
      delay (50);
      digitalWrite(led, LOW);
      delay (50);
    }

  }
  if (inchar=='1')
  {
    digitalWrite(rele, HIGH);

    for (int x = 0;x<12; x++){
      digitalWrite(led, HIGH);
      delay (50);
      digitalWrite(led, LOW);
      delay (50);
    }

  }

  }
  SIM900.println("AT+CMGD=1,4"); // delete all SMS

}
}

```

```

void recibirSMS2()
{
  //If a character comes in from the cellular module...
  if(SIM900.available() >0)
  {
    inchar=SIM900.read();
    if (inchar=='k')
    {
      delay(10);

      inchar=SIM900.read();
      if (inchar=='j')

```



```

{
  delay(10);
  inchar=SIM900.read();
  if (inchar=='0')
  {
    digitalWrite(rele, LOW);
    proceso=0;
    for (int x = 0;x<12; x++){
      digitalWrite(led, HIGH);
      delay (50);
      digitalWrite(led, LOW);
      delay (50);
    }

  }
  if (inchar=='1')
  {
    digitalWrite(rele, HIGH);

    for (int x = 0;x<12; x++){
      digitalWrite(led, HIGH);
      delay (50);
      digitalWrite(led, LOW);
      delay (50);
    }

  }

  }
  SIM900.println("AT+CMGD=1,4"); // delete all SMS

}
}
}

```

# **ANEXO 5**

## **Datasheet Módulo GSM**

## Factory-Configured Jumper Settings

Table 2-1 below illustrates the factory jumper setting for the GSM35. Figure 2-1 shows the board layout of the GSM35 and the locations of the jumpers. The following paragraphs explain how to change the factory jumper settings to suit your specific application.

Table 2-1 Factory configured jumper settings (Please see figure 2-1 below for more detailed locations)

JUMPER NAME	DESCRIPTION	NUMBER OF JUMPERS	FACTORY SETTING
BASE	Base Addresses	6	2E8 / 6E8
IRQ	Host interrupts	11+1	5, G – jumper closed

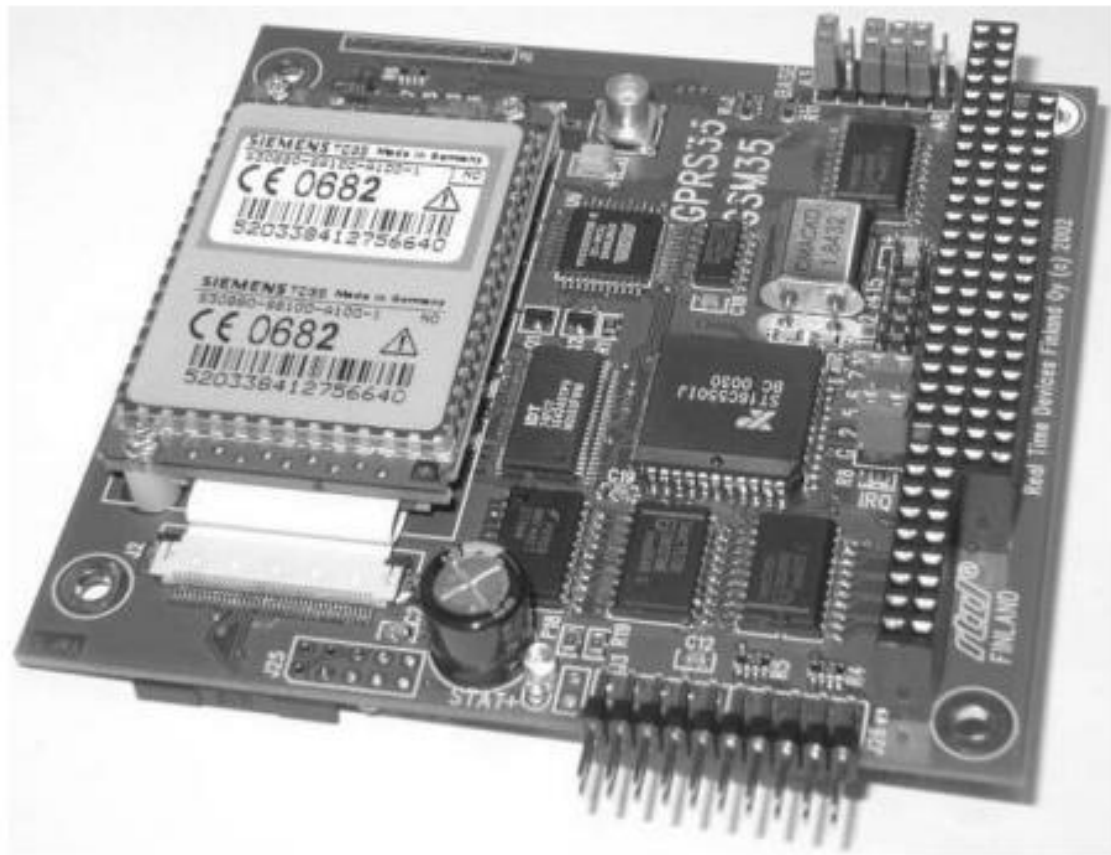


Fig. 2-1 GSM35-1 Board layout showing jumper locations

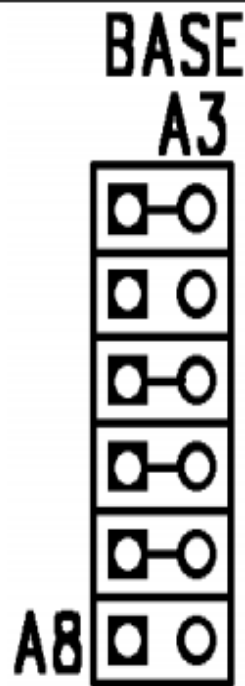


Fig. 2-2 Base address jumpers illustrating address 2E8

**Host interrupts** (Factory setting: IRQ5, G closed)

The header connector, shown in Figure 2-3 below, lets you connect the onboard control logic interrupt outputs to one of the interrupt channels available on the host computer XT/AT bus.

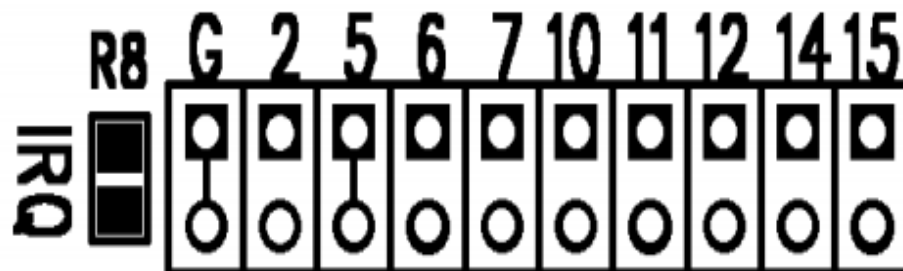


Fig. 2-3 Interrupt jumpers from left to right IRQ2,5,6,7,10,11,12,14,15 and G

**Note:** The GSM35 hardware supports interrupt sharing! Jumper G must be closed on one module per used interrupt. For example if two boards share interrupt number 7 only one board may have the G jumper closed. The G jumper connects a 1KOhm resistor to ground while the shared interrupts are 3-stated pulling the line to an inactive level.

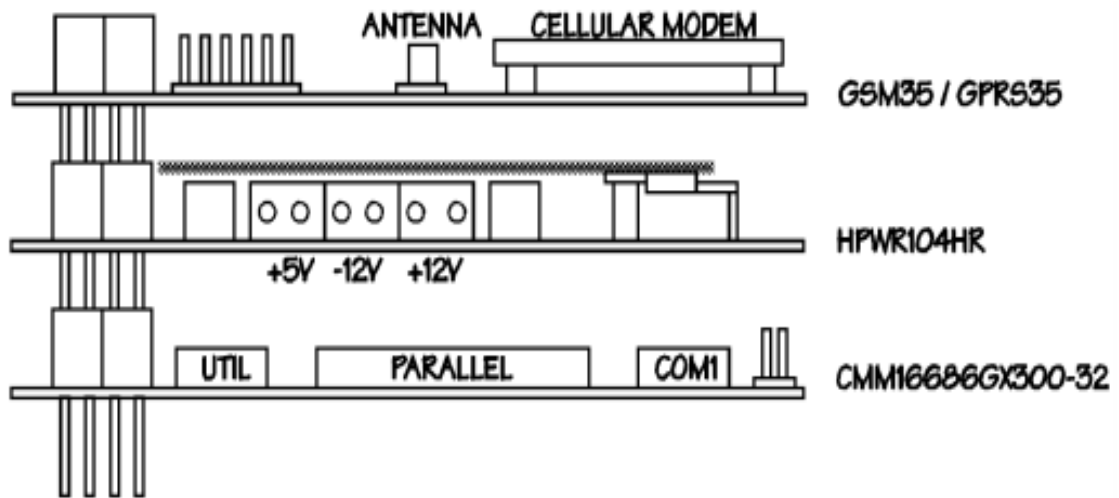


Fig. 3-1 GSM35 integrated in a RTD PC/104 cpuModule stack together with a HPWR104HR power supply module and a CMM series cpuModule

### **General purpose digital I/O connector**

The Table 3-1 below shows the pin outs of the GSM35 digital I/O interface. The signals in this geader connector can be used as general purpose TTL level I/O lines to interface to LCD displays, LED's, bush buttons or relays. Note that Figure 3-2 shows two connectors together. The connector J28 carries all inputs and J3 carries all the outputs.

<b>PIN J2</b>	<b>Description</b>	<b>PIN J2</b>	<b>Description</b>
1	GND	2	Out0
3	Out1	4	Out2
5	Out3	6	Out4
7	Out5	8	Out6
9	Out7	10	+5V
<b>PIN J16</b>	<b>Description</b>	<b>PIN J16</b>	<b>Description</b>
1	GND	2	In0
3	In1	4	In2
5	In3	6	In4
7	In5	8	In6
9	In7	10	+5V

Table 3-1 Pin outs of the GSM35 digital I/O interface connector

## Chapter 4 - HARDWARE DESCRIPTION

This chapter describes the major hardware building blocks of the GSM35:

- The GSM wireless modem module
- GSM antenna considerations
- SIM card reader
- UART serial port circuitry
- Digital I/O

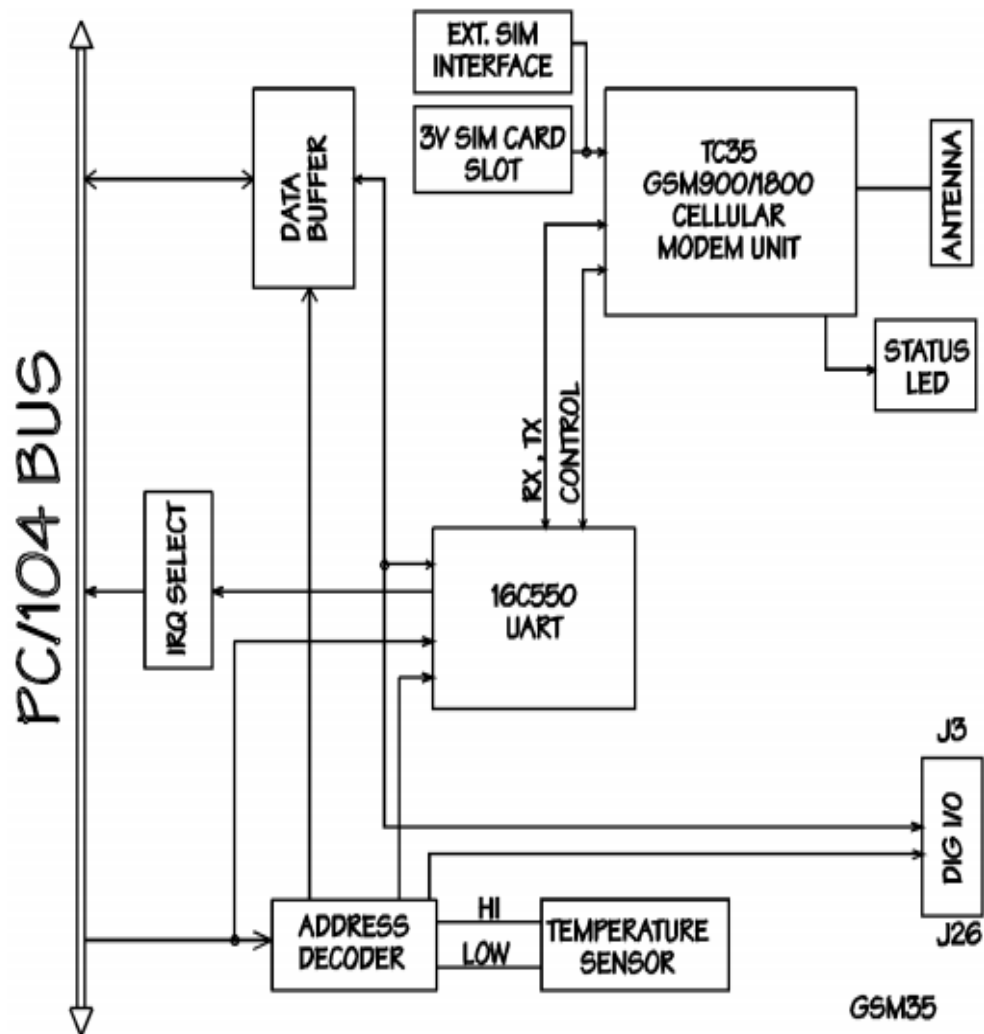


Fig. 4-1 Block diagram of the GSM35

# **ANEXO 6**

## **Costos del Equipo**

<b>Cantidad</b>	<b>Componentes</b>	<b>Precios Unitarios</b>	<b>Precio Total</b>
1	Modem Gsm Sim340	60	60
1	Módulo FM HMTR433	60	60
1	Módulo Arduino	60	60
1	Sensor	20	20
1	PIC 18F4550	8	8
2	PIC 16F628A	7	7
1	Chip Claro	7	7
1	Batería	15	15
2	INTEGRADOS MAX 233	3,5	7
3	REGULADOR LM 7805	2,5	7,5
3	TRANSISTORES 2N3904	1	3
1	CRISTAL DE CUARZO DE 20MHz	0,75	0,75
1	CAPACITOR de 10n	0,30	0,30
4	CAPACITORES de 100n	0,20	1
2	CAPACITORES de 470u	0,20	0,40
2	RESISTENCIAS de 1k	0,10	0,20
7	RESISTENCIAS de 10k	0,10	0,70
1	RESISTENCIA de 2.2k	0,10	0,10
2	RESISTENCIAS de 3.3k	0,10	0,20
5	DIODOS LED	0,10	0,50
2	DIODOS 1N4148	0,20	0,40
2	DIODOS 1N4007	0,20	0,40
3	CONECTOR DC	0,30	0,90
4	BORNERAS	0,15	0,60
1	CIRCUITO IMPRESO (BLOQUE ALARMA)	1,5	1,5
1	CIRCUITO IMPRESO (CONTROLADOR)	1,5	1,5
1	CIRCUITO IMPRESO (GSM)	1,5	1,5
8	Cercado Eléctrico	15	120
		<b>Total USD \$</b>	<b>385,45</b>

Tabla: Lista de materiales

Fuente Investigador