



**Universidad Michoacana de San
Nicolás de Hidalgo**

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

Sistema prototipo de alarma

Tesis

**Que para obtener el título de
Ingeniero en Electrónica**

**Presenta
Félix Ernesto Villagómez Rivera**

**Asesor de tesis
Dr. Gilberto González Avalos**

Morelia, Michoacán, Octubre de 2012

Agradecimientos

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a:

A Dios por darme la oportunidad de terminar una carrera Profesional.

A mis padres Adela Rivera Centeno y Félix Villagómez Guerrero por su confianza y apoyo.

A toda mi familia por su apoyo y comprensión.

A mis amigos que siempre me han apoyado.

A todos mis profesores especialmente a mi asesor de tesis Dr. Gilberto González Avalos.

Dedicatoria

A mi familia.

Resumen

En este proyecto se mencionan la necesidad que tienen los sistemas de alarma de seguridad en la actualidad, se da una descripción general de los diferentes tipos de alarmas, desde los más sencillos hasta los más sofisticados. Se ve la importancia que tiene la alta tecnología en estos sistemas de alarmas.

Esta tesis es un ejemplo claro de cómo ha evolucionado la tecnología aplicada en los sistemas de alarmas, ya que se utiliza la comunicación satelital mediante telefonía celular, en años anteriores estas técnicas eran sumamente costosas, complejas en su implementación y difíciles de utilizarse con fines comerciales.

Se diseña un sistema prototipo de alarma adicionada con un respaldo de energía, utilizando un microcontrolador como elemento principal de control, instalando sensores de bajo costo y confiables, capaces para alertar de forma rápida y oportuna sobre intrusos no autorizados. Utilizando como indicadores de alerta señales sonoras (bocina), visibles (estrobo) y mando a distancia (mensajes de texto).

Se presentan pruebas realizadas para validar el funcionamiento completo del sistema, comprobar el buen funcionamiento de los dispositivos de alerta y respaldo de energía ante la activación intencional de cada uno de los sensores, para posteriormente tomar medidas de solución de dicho evento.

Contenido

Agradecimientos	i
Dedicatoria	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Lista de Figuras	vii
Lista de Tablas	ix
Lista de Símbolos y Abreviaciones	x
Capítulo 1. Introducción	1
1.1. Importancia de alarmas	1
1.2. Objetivo	2
1.3. Justificación	2
1.4. Metodología	3
1.5. Contenido de la tesis	3
Capítulo 2. Sistemas de alarmas de seguridad	5
2.1. Antecedentes históricos	5
2.2. Tipos de sistemas de alarmas de seguridad	5
2.2.1. Alarmas basadas en circuito abierto	6
2.2.2. Alarmas basadas en circuito cerrado	6
2.2.3. Sistema sin conexión a una central	6
2.2.4. Sistema con conexión a una central	6
2.3. Ventajas de monitoreo por SMS	7
2.4. Canales de comunicación	7
Capítulo 3. Telefonía celular	8

3.1. Introducción	8
3.2. Tipos de sistemas de telefonía	8
3.2.1. Sistema Analógico	9
3.2.2 Sistema Digital	11
3.2.2.1. Sistema GSM	17
3.3. El sistema de mensajes cortos SMS	17
3.4 Equipo utilizado en el prototipo de alarma	18
3.5 Obtención de las terminales del conector	18
3.6 Prueba de comandos at utilizando la hypertermial de Windows ...	22
Capítulo 4. Diseño de un sistema de protección de alarma	25
4.1. Introducción	25
4.2 Elementos utilizados en la parte del hardware	25
4.2.1 Sensor magnético	25
4.2.2 Galga extensométrica	26
4.2.3 Fotorresistencia	29
4.2.4. Microcontrolador utilizado	31
4.2.5. Bocina sirena alarma	32
4.2.6. Estrobo	33
4.2.7. Batería	33
4.2.8. Transistor MOSFET (SFH9154)	34
4.3. Circuito completo	35
4.4. Software desarrollado	37
Capítulo 5. Implementación y pruebas del sistema	44
5.1. Introducción	44
5.2. Instalación del sistema	44

5.3. Prueba del sistema	48
Capítulo 6. Conclusiones y recomendaciones	52
6.1. Conclusiones	52
6.2. Recomendaciones	52
Bibliografía	54

Lista de Figuras

Figura 1.1 Diagrama de bloques del prototipo de alarma	2
Fig. 3.1. Sistemas de tercera generación	14
Fig. 3.2 Celular Nokia 3220	18
Figura 3.3 Conector espacial de Nokia de 14 pines	19
Fig. 3.4 Circuito necesario para conectar el celular a la computadora por comunicación serial RS-232	20
Fig. 3.5 Conexiones en la parte de atrás del celular Nokia 3220	21
Fig. 3.6 Conexiones del celular Nokia 3220	21
Fig. 3.7 Cable genérico DKU-5	22
Fig. 3.8 Ejemplo de un mensaje enviado desde la hyperterminal de Windows usando comandos at	23
Fig. 4.1 Sensores magnéticos	26
Fig. 4.2 Esquema de galga extensométrica	27
Fig. 4.3 Galga Extensométrica	27
Fig. 4.4 Resistencia vs Fuerza	28
Fig. 4.5 Circuito comparador	28
Fig. 4.6 Símbolo electrónico de una fotorresistencia	29
Fig. 4.7 Fotorresistencia	29
Fig. 4.8 Laser comercial	30
Fig. 4.9 Laser modificado	31
Fig. 4.10 Pic16F877A	32
Fig. 4.11 Bocina sirena alarma	32
Fig. 4.12 Luz Estrobo	33
Fig. 4.13 Batería recargable de ácido-plomo	33

Fig. 4.14 MOSFET de potencia SFH9154	34
Fig. 4.15 Circuito de conmutación de batería	35
Fig.4.16 Conexión para mandar comandos al celular	35
Fig. 4.17 Conexión completa	36
Fig. 4.18 Circuito impreso completo con componentes	37
Fig. 5.1 Sensor magnético colocado en la ventana	44
Fig. 5.2 Imán utilizado	45
Fig. 5.3 Instalación del imán en la ventana	45
Fig. 5.4 Unión del imán y el sensor magnético	46
Fig. 5.5 Galga extensométrica debajo del tapete	46
Fig. 5.6 Tapete encima de la galga extensométrica	47
Fig. 5.7 Fotorresistencia instalada en la caja	47
Fig. 5.8 Laser comercial instalado en la caja.....	48
Fig. 5.9 Alarma activada con la apertura de puerta	48
Fig. 5.10 Sensor magnético en contacto con el imán	49
Fig. 5.11 Prueba del sensor debajo del tapete	49
Fig. 5.12 Prueba de interrupción de la señal del rayo laser	50
Fig. 5.13 Prueba del respaldo de energía	50

Lista de Tablas

Tabla 3.1 Sistemas de telefonía celular empleados en la primera generación	9
Tabla 3.2 Sistemas de celulares digitales usados en la segunda generación	12
Tabla 3.4 Las diez tecnologías de transmisión terrestre de radio	15
Tabla 3.5 Terminales de conector especial de Nokia	19

Lista de Símbolos y Abreviaciones

TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
GPRS	General Packet Radio Service
Baud	Baudio
FDMA	Frequency Divison Multiple Access
AMPS	Advanced Mobile Phone System
TACS	Total Access Communication System
ETACS	Extended TACS
JTACS	Japan TACS
IETACS	International ETACS
NTACS	Narrowband TACS
NMT-900	Nordic Mobile Telephony - 900 MHz band
NMT-450	Nordic Mobile Telephony - 450 MHz band
NTT	Nippon Telegraph and Telephone
RADIOCOM-2000	French Analog Cellular Standard
RTMS	Remote Traffic Microwave Sensor
EAMPS	Extended AMPS
NAMPS	Narrowband AMPS
C-Netz	Funktelefonnetz-C
G	Giga
M	Mega
K	Kilo
M	Mili
U	Micro

Hz	Hertz
F	Faradio
W	Watts
A	Amperes
GSM	Global System for Mobile Communications
HICAP	High CAPacity
RC2000	RadioCom 2000
2G	Segunda Generación
3G	Tercera Generación
4G	Cuarta Generación
IS-136	Interim Standard-136
ANSI	American National Standards Institute
TIA	Telecommunications Industry Association
EIA	Electronic Industries Alliance Standards
TDMA	Time Division Multiple Access
CDMA	Code Division Multiple Access
PDC	Personal Digital Communications
SMS	Short Message Service
PCS	Personal Communications Services
FDMA	Frequency Division Multiple Access
FIDD	Frequency of Inherited Disorders Database
HSCSD	High Speed Circuit Switched Data
EDGE	Enhanced Data Rates for Global Evolution
UMTS	Universal Mobile Telephone Service
IMT	International Mobile Telecommunications

ARIB	Association of Radio Industries and Businesses
3GPP	3rd Generation Partnership Project
UWC-136	Universal Wireless Communications-136
ITU	International Telecommunications Union
PSTN	Public Switched Telephone Network
b	Bit
B	Byte
s	Segundo
h	Hora
m	Metro
PDA	Personal Digital Assistant
RTTs	Radio Transmission Technologies
DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunications
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
TD-SCDMA	Time Division Synchronous Code Division Multiple Access
CATT	Center for Advanced Technology in Telecommunications
UTRA	Universal Terrestrial Radio Access
UMTA	Universal Mobile Telecommunications System
W-CDMA	Wideband Code Division Multiple Access
IP	Internet Protocol
WWRF	Wireless World Research Forum
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access
LTE	Long Term Evolution
CEPT	Conférence Européenne des Administrations des Postes et des Télécommunications
DCS 1800	Digital Cellular System 1800 MHz

V	Voltaje
Ω	Ohms
V _{in}	Voltaje de entrada
V _{out}	Voltaje de salida
GND	Tierra
R	Resistencia
C	Capacitor
ACI	Accessory Control Interface
USB	Universal Serial Bus
RS232	Recommended Standard 232
AWG	American Wire Gauge
LDR	Light Dependent Resistor
CdS	Sulfuro de Cadmio
IR	Infrarrojo
UV	Ultravioleta
TQFP	Thin Quad Flat Package
PLCC	Plastic Leaded Chip Carrier
DIP	Dual In-line Package
PWM	Pulse Width Modulation
CCP	Capture, Compare, PWM
I ² C	Inter-Integrated Circuit
USART	Universal Synchronous/Asynchronous Receiver Transmitter
BJT	Bipolar Junction Transistor
MOSFET	Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor

Capítulo 1

Introducción

1.1. Importancia de alarmas

La necesidad de controlar el ingreso de personas no autorizadas en algún lugar determinado es la base de la existencia de estos equipos, los cuales mantienen la seguridad en comercios, oficinas, industrias, almacenes, áreas de diseño o desarrollo, laboratorios, escuelas, etc. La instalación de los sistemas de alarmas contra intrusos ha contribuido a reducir la cantidad de robos y hurtos producidos en los hogares de todo el mundo, presentando no sólo la ventaja directa de la seguridad que brinda a las personas y sus bienes, sino también permitiendo reducir los montos de las primas de los seguros de las empresas, comercios y viviendas.

La importancia de estos sistemas de alarma, radica en que se sustentan en el uso de alta tecnología aplicada a la seguridad y soportada en una instalación y diseño adecuado, de tal modo, que permita obtener una temprana alerta de los eventos generados en las instalaciones, en el momento en que están siendo vulneradas por personas no autorizadas.

Sin embargo, como su uso no está debidamente generalizado, cada año continúan produciéndose numerosos incidentes, con daños humanos y materiales causados por la falta de una oportuna detección o cuando los intrusos cortan la alimentación y el sistema de alarma deja de funcionar o bien eliminan el sistema de comunicación con las centrales de control eliminando la acción de los cuerpos de seguridad.

En la actualidad los sistemas de alarmas son ampliamente demandados debido al gran aumento de delitos, el poder disuadir o avisar en el peor de los casos de que se va a producir una intrusión en un lugar restringido, es un servicio de seguridad que cada día se demanda más.

1.2. Objetivo

El objetivo de este trabajo es diseñar e implementar un sistema de protección de alarma para una casa habitación prototipo, utilizando sensores magnéticos, una fotorresistencia y un sensor extensométrico, controlados por un microcontrolador el cual se encargará de accionar una alarma auditiva y un mando a distancia.

En este trabajo se plantea la implementación del esquema de alarmas en un prototipo a escala de una casa habitación, que permitirá su escalamiento a una casa real sin mayores cambios.

En la figura 1.1 se muestra un diagrama de bloques del prototipo en esta tesis.

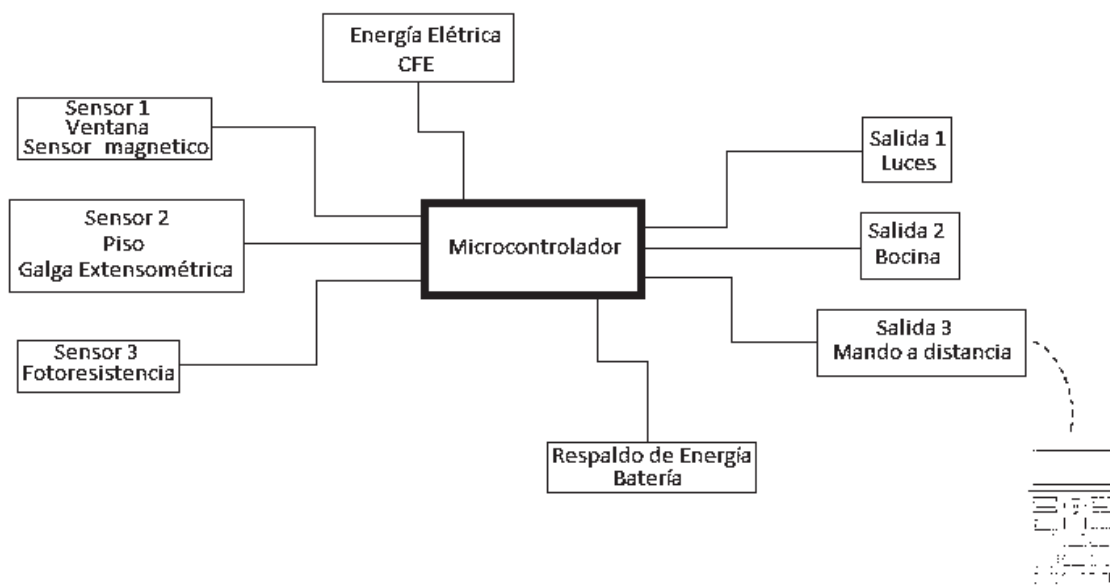


Figura 1.1 Diagrama de bloques del prototipo de alarma.

1.3. Justificación

La inseguridad de las grandes ciudades es un factor que crece proporcionalmente al número de habitantes, provocando un incremento sustancial en la demanda de sistemas de seguridad. Sin embargo, los esquemas comerciales de bajo costo son muy deficientes y fallan fácilmente, mientras que los sistemas más complejos resultan demasiado costosos y son sistemas cerrados que no es posible reprogramar por el usuario para

adecuarlo a las necesidades cambiantes de éste.

De esta manera se ha decidido desarrollar un prototipo de alarma que resulte de bajo costo y lo suficientemente flexible para su reprogramación por el usuario de acuerdo a sus necesidades.

El tipo y variedad de sensores a utilizar dependerá de las necesidades propias planteadas por el usuario y que mejoren la seguridad del esquema de alarma.

1.4. Metodología

La metodología de investigación empleada en este trabajo de tesis es investigar los diferentes tipos de sensores que mejoren la viabilidad del prototipo así como investigar los esquemas de comunicación a los centros de seguridad que no sean fácilmente vulnerables por los maleantes, esquemas tales como celulares, entre otros. Estos mensajes serán enviados a través de un microcontrolador, mediante los comandos que el esquema de comunicación establezca.

1.5. Contenido de la tesis

En el capítulo 1 se da una introducción de la importancia que tienen los sistemas de alarmas de seguridad en la actualidad. También se ve el objetivo y la justificación de este trabajo y por último se describe la metodología de cómo se va a realizar.

En el capítulo 2 se ve una reseña historia sobre cómo han sido las primeras alarmas de seguridad, cómo han ido mejorando y cómo son las más actuales. Se da la observación de que un sistema de seguridad se va quedando inadecuado con el paso del tiempo.

En el capítulo 3 se da una introducción a la telefonía celular, también se ve una reseña histórica, como han ido evolucionando los sistemas de comunicación telefónica y como son los actuales.

En el capítulo 4 se hace el diseño de este sistema de alarma de seguridad con los

sensores de presión, fotoresistencia y magnetismo gobernados por un microcontrolador. En las salidas está la bocina (sirena), estrobo y un mando a distancia (celular). El esquemático del circuito se diseñó con la ayuda del programa Eagle para posteriormente imprimirlo y poder plasmarlo en una baquelita.

En el capítulo 5 se implementa y se prueba el sistema de alarma de seguridad con una simulación física real con cada uno de los sensores.

En el capítulo 6 se dan las conclusiones y las recomendaciones. Se da una observación de propuestas de trabajos futuros que se pueden realizar con el trabajo.

Capítulo 2

Sistemas de alarmas de seguridad

2.1. Antecedentes históricos

Al principio se desarrollaron sistemas de alarmas únicamente sonoras, lo que quiere decir, que una vez disparada, lo único que hacía era emitir un sonido para distraer o ahuyentar al maleante dando tiempo para el resguardo de las personas.

Luego vinieron las alarmas silenciosas, las cuales siguen siendo utilizadas actualmente, éstas, como bien lo dice su nombre, no emiten sonido pero sí una señal de alerta a la central a la que se encuentra conectada.

Por último se tienen las alarmas con dos centrales, una en la estación de policía y otra en una empresa de seguridad privada; estas alarmas no son silenciosas, todo lo contrario, cuando se activan producen agudos sonidos, pero a su vez envía una señal a las centrales para que un equipo le brinde asistencia de forma inmediata. Mediante esta alternativa de seguridad, ya que a diferencia de las otras, se obtiene una atención inmediata.

Un sistema de seguridad, como cualquier equipo electrónico, se vuelve obsoleto y vulnerable con el paso del tiempo. Existe una continua evolución para mejorar el material técnico y hacerlo más fácil de manejar por el usuario y, por tanto, más seguro.

2.2 Tipos de sistemas de alarmas de seguridad

Existen dos tipos de alarmas de seguridad, alarmas basadas en circuito abierto y alarmas basadas en circuito cerrado.

2.2.1 Alarmas basadas en circuito abierto

Este tipo de alarmas tienen un circuito abierto en situación normal pero cuando se produce un evento como apertura de puertas o ventanas se cierra el circuito, fluye la corriente eléctrica y se dispara la alarma.

2.2.2 Alarmas basadas en circuito cerrado

Este tipo de alarmas mantiene una alimentación continua y en cuanto se abre una puerta o ventana se rompe el circuito y se dispara la alarma. En situación normal el circuito está cerrado y la electricidad fluye.

Generalmente es aconsejable utilizar sistemas de alarma de circuito cerrado ya que en los de circuito abierto el intruso puede cortar la alimentación para desactivarlos.

Actualmente se también clasifican a los sistemas de alarmas en sistemas conectados a una central y sistemas no conectados.

2.2.3 Sistemas sin conexión a una central

Este sistema es el más básico, pero cubre todas las necesidades de viviendas habitadas de forma continua ubicadas en un centro urbano. El funcionamiento de esta clase de alarmas es muy simple, consiste simplemente en accionar una luz y emitir un sonido cuando algún extraño intenta acceder a la vivienda de forma violenta, así se consigue ahuyentar al intruso y llamar la atención de los vecinos para que alerten a la policía.

2.2.4 Sistemas con conexión a una central

Estos sistemas modernos tienen una central de alarmas que monitoriza los distintos sensores de tal forma que si se cierra o abre un circuito este módulo tiene la importante función de enviar la señal de auxilio a la central de monitoreo a través de distintos medios como: línea telefónica, radio, celular o internet.

2.3 Ventajas de monitoreo por SMS

La mayoría de los sistemas de alarma actuales son monitoreados por una central, utilizan la línea telefónica del cliente como canal de comunicación. Esto genera costos adicionales para el usuario y reduce al mínimo la cantidad de eventos transmitidos.

La tecnología de las comunicaciones como el internet y la telefonía celular ha permitido el desarrollo de interfaces que aprovechan estos canales de comunicación con las centrales de monitoreo de tercera generación.

Las principales ventajas que ofrecen estos sistemas de monitoreo son:

- El canal de comunicación es muy seguro, ya que no puede ser bloqueado por terceros.
- Los costos de transmisión de eventos se reducen o eliminan.

2.4 Canales de comunicación.

En la actualidad hay dos canales de comunicación disponibles.

- Sistemas TCP/IP – Utilizan la conexión de internet del cliente, por lo que no genera ningún costo adicional por transmisión de eventos; además se pueden reportar todos los eventos del panel de alarma y una señal de vida del panel cada 30 minutos.
- Sistemas Celular (GPRS). – Utilizan el canal de datos (GPRS) de las compañías de celulares. El panel de alarma comunica los eventos a través de un módem GPRS a la central de monitoreo. Esta señal no puede ser bloqueada por terceros y el costo por transmisión de eventos es casi nulo.

En este trabajo se va a utilizar el sistema de alarma de circuito cerrado con medio de transmisión vía celular, ya que se pretende diseñar un sistema de alarma seguro. Se va a utilizar el medio de transmisión vía celular debido a que el sistema de transmisión vía telefónica es muy costoso y puede ser desactivado fácilmente, ya que las conexiones se encuentran en la parte del exterior de la casa.

Capítulo 3

Telefonía celular

3.1 Introducción

Los teléfonos celulares han revolucionado el área de las comunicaciones, redefiniendo cómo percibimos las comunicaciones de voz. Tradicionalmente, los teléfonos celulares se mantuvieron fuera del alcance de la mayoría de los consumidores debido a los altos costos involucrados.

Como resultado, las compañías proveedoras de servicios invirtieron tiempo y recursos en encontrar nuevos sistemas de mayor capacidad, y por ende, menor costo para los consumidores. Los sistemas celulares se están beneficiando de estas investigaciones y han comenzado a desarrollarse como productos de consumo masivo.

Desde sus inicios a finales de los 70 ha revolucionado enormemente las actividades que realizamos diariamente. Los teléfonos celulares se han convertido en una herramienta primordial para la gente común y de negocios.

A pesar de que la telefonía celular fue concebida estrictamente para la voz, la tecnología celular de hoy es capaz de brindar otro tipo de servicios, como datos, audio y video con algunas limitaciones.

3.2 Tipos de sistemas de telefonía

Los sistemas de telefonía móvil son analógicos o digitales. En sistemas analógicos, mensajes de voz se transmiten como ondas de sonido. Cuando usted habla en un teléfono móvil analógico, su voz de onda está relacionada con una onda de radio y de transmisión. En los sistemas digitales, mensajes de voz se transmiten como una secuencia de ceros y unos. Cuando usted habla en un teléfono móvil digital, la voz de onda se convierte en un patrón binario antes de ser transmitida.

3.2.1 Sistema Analógico

Esta primera generación de telefonía móvil hizo su aparición en 1979, y se caracterizó por ser analógica y estrictamente para voz. La calidad de los enlaces de voz era muy baja, baja velocidad [2400 bauds], la transferencia entre celdas era muy imprecisa, tenían baja capacidad [basadas en FDMA, “Frequency Divison Multiple Access” y la seguridad no existía. La tecnología predominante de esta generación es AMPS “Advanced Mobile Phone System”. En la tabla 3.1 se muestran algunos sistemas de telefonía celular empleados durante la primera generación:

Tabla 3.1 Sistemas de telefonía celular empleados en la primera generación.

SISTEMA	PAÍS	No DE CANALES	ESPACIADO (KHZ)
AMPS	EE.UU.	832	30
C-450	ALEMANIA	573	10
ETACS	REINO UNIDO	1240	25
JTACS	JAPÓN	800	12.5
NMT-900	ESCANDINAVIA	1999	12.5
NMT-450	ESCANDINAVIA	180	25
NTT	JAPÓN	2400	6.25
RADIOCOM-2000	FRANCIA	560	12.5
RTMS	ITALIA	200	25
TACS	REINO UNIDO	1000	125

- AMPS

Desarrollado por los Laboratorios Bell AT&T. Funciona en la banda de los 800 MHz.

- EAMPS

“Extended AMPS” (AMPS extendido). Aumenta la capacidad del AMPS y aun hoy en día continúa siendo el sistema más extendido en EE.UU. y su entorno de influencia.

- NAMPS

“Narrowband AMPS” (AMPS de banda estrecha). Desarrollado por Motorola a partir del EAMPS, siendo un sistema intermedio entre el analógico y el digital.

- C-450

Sistema sudafricano, nada menos, ahora conocido por “Motorphone System 512”. Y aún sigue en funcionamiento, solo en Sudáfrica.

- C-Netz

Antiguo sistema que funcionaba en la banda de 450 MHz usado en Alemania y Austria.

- Comvik Otra víctima de la estandarización con la llegada del GSM, nació en Suecia en 1981 y dejó de funcionar en 1996.

- NMT 450

“Nordic Mobile Telephones” Sistema Nórdico de Telefonía Móvil, desarrollado por Nokia y Ericsson para entornos nórdicos, funcionaba a 450 MHz: También se implantó en España, durante los '80, por la operadora MoviLine.

- NMT 900

El sistema NMT “Nordic Mobile Telephony” surgió en los países escandinavos en 1981, es ideal para cubrir la mayor extensión de terreno con la menor inversión. Esta versión NMT 900 permite un mayor número de canales. Heredero del anterior, empleaba la banda de 900 MHz, para permitir mayor capacidad y terminales más pequeñas.

- NMT-F

Versión francesa del anterior.

- NTT

“Nippon Telegraph & Telephone”. Desarrollado por la empresa telefónica japonesa, ha sido el estándar analógico en esta zona. Apareció una versión de alta capacidad llamada HICAP.

- RC2000

Radiocom 2000. Sistema francés que entró en funcionamiento a finales de 1985.

- TACS

“Total Access Communications System”. Se desarrolló en Inglaterra el año 1985 por parte de Motorola, operando en la banda de 900 MHz. El sistema TACS 900 adaptado, deriva del sistema analógico AMPS americano desarrollado por los laboratorios Bell y comercializado en EE.UU en 1984. Con este sistema se obtiene una mejor calidad del servicio, al mismo tiempo que mejora la relación señal/ruido por tener una mayor anchura de canal. Además precisa de equipos más pequeños y baratos.

El sistema TACS (Total Access Communications System) 900 conocido como TMA 900, es del mismo tipo que el anterior, analógico multicanalizado en frecuencia, pero diferente por utilizar una tecnología mucho más avanzada y barata, dando mejor calidad de audio, así como una mejor conmutación al pasar de una a otra célula, ya que la señalización se realiza fuera de banda, al contrario que NMT, que lo hace dentro de ella, resultando casi imperceptible el ruido para el usuario, sin embargo sus estaciones base cubren un intervalo menor. Emplea la banda de frecuencia de los 900 MHz y cada

MHz se divide en 40 semicanales de 25 KHz., por lo que resulta extremadamente útil, por su gran disponibilidad de canales, para cubrir áreas urbanas. Dispone de 1320 canales duplex, de los que 21 se dedican exclusivamente a control (señal digital) y el resto para voz (señal analógica).

- ITACS

“International TACS”. Versión mejorada del TACS con un sistema de control mejorado.

- ETACS

“Extended TACS”. Sustituto del TACS.

- JTACS

“Japan TACS”. Es una versión del TACS desarrollada especialmente para Japón.

- IETACS

“International ETACS”. Una variación menor del ETACS, que aporta más flexibilidad.

- NTACS

“Narrowband TACS”, TACS de banda estrecha. Triplica la capacidad del ETACS sin pérdida de calidad de la señal.

3.2.2 Sistema Digital

La segunda generación 2G arribó hasta 1990 y a diferencia de la primera se caracterizó por ser digital. El sistema 2G utiliza protocolos de codificación más sofisticados y son los sistemas de telefonía celular usados en la actualidad. Las tecnologías predominantes son:

- GSM Sistema Global para Comunicaciones Móviles. “Global System for Mobile Communications”,
- IS-136 conocido también como TIA/EIA-136 o ANSI-136. Estos dos primeros basados en TDMA
- IS-95 basado en CDMA Código de división múltiple de acceso “Code Division Multiple Access” y
- PDC Comunicaciones Digitales Personales “Personal Digital Communications”

Los protocolos empleados en los sistemas 2G soportan velocidades de información más altas para voz pero limitados en comunicaciones de datos. Se pueden

ofrecer servicios auxiliares tales como datos, fax y SMS (Servicio de Mensajes Cortos “Short Message Service”). La mayoría de los protocolos de segunda generación ofrecen diferentes niveles de encriptación. En los Estados Unidos y otros países se le conoce a éstos como PCS (Servicios de Comunicaciones Personales “Personal Communications Services”).

La principal ventaja de los teléfonos de segunda generación sobre sus predecesores analógicos son su gran capacidad y menor necesidad de carga de batería. En otras palabras, ellos satisfacen a los usuarios asignando una frecuencia consumiendo menos potencia.

En la tabla 3.2 se muestran algunos sistemas digitales usados en la segunda generación.

Tabla 3.2 Sistemas de celulares digitales usados en la segunda generación.

ALGUNOS SISTEMAS DIGITALES DE LA SEGUNDA GENERACION				
	GSM (Sistema Global para comunicaciones Móviles)	TIA/EIA *136 (Asociación de la industria de Telecom/Alianza de industrias Electrónicas)	IS-95(Estándar Interino 95)	PDC (Comunicaciones digitales del pacifico)
Rangos de Frecuencia,Mhz				
Banda	GSM -900	Celular		
Enlace de subida	935-960	869-894		940-956
Enlace de descarga	890-915	824-849		810-826
Banda	GSM-1880	-----		-----
Enlace de subida	1805-1880	PCS		1429-1456
Enlace de descarga	1710-1785	1930-1990		1477-1501
Banda	GSM-1900	1850-1910		
Enlace de subida	1930-1990			
Enlace de descarga	1850-1910			
Separación de canales, KHZ	200	1250		25
Mínimo número de canales	125	832	20	1600
Usuario por canal	8	3	<63	3
Técnica de acceso múltiple	FDMA/TDMA		FDMA/CDMA	FDMA/TDMA
Modo dúplex	FDD			
Modulación	GMSK	$\pi/4$ -DQPSK	Φ QPSK (Enlace de subida) QPSK (Enlace de descarga)	$\pi/4$ -DQPSK

Generación 2.5G

La generación 2.5G ofrece características extendidas para ofrecer capacidades adicionales que los sistemas segunda generación tales como GPRS “General Packet Radio System”, HSCSD “High Speed Circuit Switched Data”, EDGE “Enhanced Data Rates for Global Evolution”, IS- 136B, IS-95B, entre otros. La tecnología 2.5G es más rápida y más económica para actualizarse a los sistemas de tercera generación.

Muchos de los proveedores de servicios de telecomunicaciones (“carriers”) se movieron a las redes 2.5G antes de entrar masivamente a 3G. Los “carriers” europeos y de Estados Unidos se movieron a 2.5G en el 2001. Mientras que Japón fue directo de 2G a 3G también en el 2001.

Tercera Generación de Telefonía Celular

El propósito de la Tercera generación consiste en superar las limitaciones técnicas de las tecnologías precedentes. La tercera generación es tipificada por la convergencia de la voz y datos con acceso inalámbrico a Internet, aplicaciones multimedia y altas transmisiones de datos.

Los protocolos empleados en los sistemas 3G soportan altas velocidades de información enfocados para aplicaciones más allá de la voz tales como audio (MP3), video en movimiento, video conferencia y acceso rápido a Internet, sólo por nombrar algunos.

Entre las tecnologías contendientes de la tercera generación se encuentran UMTS “Universal Mobile Telephone Service”, CDMA2000, IMT- 2000, ARIB (3GPP), UWC-136, entre otras.

El impulso de los estándares de la 3G está siendo apoyados por la Unión Internacional de Telecomunicaciones ITU “International Telecommunications Union” y a este esfuerzo se le conoce como IMT-2000 Telecomunicaciones Móviles Internacionales para el año 2000 “International Mobile Telephone”.

Los principales requerimientos para esta tecnología incluyen:

- Calidad de voz comparable a la que ofrece una red telefónica pública (PSTN).
- Velocidades de transmisión de datos de 144kb/s para usuarios en vehículos en movimiento viajando a una velocidad de 120Km/h en ambientes exteriores.
- Velocidades de transmisión de datos de 384kb/s para peatones, que se encuentren en un sólo lugar o bien moviéndose sobre áreas pequeñas.
- Soporte para operaciones de 2.048 Mb/s en oficinas, es decir en ambientes estacionarios de corto alcance o en interiores.
- Soporte para ambos servicios de datos conmutación por paquetes y conmutación por circuitos.
- Una interfaz adaptada para las comunicaciones móviles de Internet., que permite un ancho de banda más grande para enviar información que para recibir.
- Mayor eficiencia del espectro disponible.
- Soporte para una gran variedad de equipo móvil.
- Introducción flexible a los nuevos servicios y tecnologías.

En la Figura 3.1. se muestra un bosquejo sobre cómo están comunicados los sistemas de tercera generación y también se muestran las velocidades de transmisión de datos.

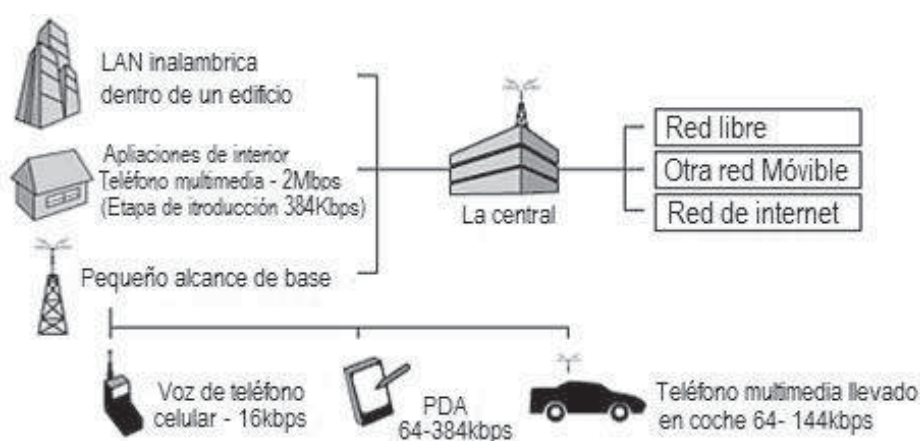


Fig. 3.1 Sistemas de tercera generación.

Lo ideal es que los sistemas de tercera generación provean servicios en cualquier lugar y a cualquier hora. Mientras que los servicios analógicos y los primeros servicios digitales fueron diseñados solo para resolver problemas de sistemas analógicos, como

seguridad, bloqueo e incompatibilidad regional; iniciándose así, una nueva visión a la migración a 3G y por lo tanto hacia nuevos servicios.

Actualmente, sólo diez de las tecnologías de transmisión terrestre de radio (RTTs) tienen los mínimos requerimientos de capacidad de IMT- 2000 presentado por la ITU en junio de 1998. En la tabla 3.4 se muestran estas diez tecnologías de transmisión terrestre de radio.

Tabla 3.4 Las diez tecnologías de transmisión de radio terrestre.

Diez tecnologías de transmisión radio terrestre				
Tecnología	Acrónimo	Soporte	Acrónimo	Nacionalidad
Cdma2000 (Código de acceso múltiple de división)	-----	Espectro esparcido de banda ancha digital	-----	Estados Unidos
Sistema de telecomunicaciones mejoradas sin cable	DECT	Telecomunicaciones Europeas, Instituto de Normas	ETSI	Europa
Secuencia directa sincronizada de multibanda global CDMA	CDMAI		-----	Corea
Asíncrono global CDMA	CDMAII		-----	Corea
División en el tiempo asíncrono CDMA	TD-SCDMA	Academia china de tecnología de las comunicaciones	CATT	China
UMTA (Sistema universal de telecomunicaciones móviles) acceso de radio terrestre	UTRA	ETSI Grupo Móvil Especial	ETSISMG	Europa
Comunicaciones inalámbricas universales 3G	UWC-136	TIA Comité de celular digital (TR-45.3)	-----	Estados Unidos
Banda ancha-CDMA,NA	W-CDMA/NA	Alianza para las telecomunicaciones	ATSI	Estados Unidos
Banda ancha-CDMA	W-CDMA	Asociación de industrias de radio y negocios	ARIE	Japón
Servicios inalámbricos integrados, red digital, servicios multimedia W-CDMA	WIN5, W-CDMA	TIA Comunicaciones Móviles y personales	-----	Estado Unidos

Una de las propuestas más prometedoras para la creación de la nueva generación es la combinación de la interfaz aérea del ancho de banda de CDMA (W-CDMA) con la red GSM.

Entre las diversas organizaciones que procuran combinar sus ofertas de W-CDMA están la Asociación de Japón de las Industrias y de los Negocios de Radio (ARIB), la Alianza para las Soluciones de la Industria de las Telecomunicaciones (ATIS), T1P1. Los Servicios inalámbricos de la Red Digital de Multimedia (WIMS), y el Instituto Europeo de Estandarización de Telecomunicaciones (ETSI) a través de su Grupo Móvil Especial (GMS). El esquema que tienen en mente se aprovecha de las técnicas de radio de W-CDMA sin hacer caso de los numerosos sistemas desplegados por GSM.

Estas organizaciones se basan en el Sistema Móvil Universal de Telecomunicación (UMTS) de ETSI's. Llamado UTRA (para el acceso de radio terrestre de UMTS), la propuesta describe dos modos de funcionamiento: el multiplexaje de la frecuencia y de división de tiempo.

Cuarta Generación de Telefonía Celular

En telecomunicaciones, 4G son las siglas utilizadas para referirse a la cuarta generación de tecnologías de telefonía móvil. Es el sucesor de las tecnologías 2G y 3G.

La 4G está basada completamente en el protocolo IP, siendo un sistema de sistemas y una red de redes, que se alcanza gracias a la convergencia entre las redes de cables e inalámbricas. Esta tecnología podrá ser usada por modems inalámbricos, celulares inteligentes y otros dispositivos móviles. La principal diferencia con las generaciones predecesoras será la capacidad para proveer velocidades de acceso mayores de 100 Mbps en movimiento y 1 Gbps en reposo, manteniendo una calidad de servicio de punta a punta de alta seguridad que permitirá ofrecer servicios de cualquier clase en cualquier momento, en cualquier lugar, con el mínimo coste posible.

El WWRF (Wireless World Research Forum) pretende que 4G sea una fusión de tecnologías y protocolos, no sólo un único estándar, similar a 3G, que actualmente incluye tecnologías como lo son GSM y CDMA. Por su parte, el ITU indicó en 2010

que tecnologías consideradas 3G evolucionadas, como lo son WiMax y LTE, podrían ser consideradas tecnologías 4G

La empresa NTT DoCoMo en Japón, fue la primera en realizar experimentos con las tecnologías de cuarta generación, alcanzando 100 Mbps en un vehículo a 200 km/h. La firma lanzó los primeros servicios 4G basados en tecnología LTE en diciembre de 2010 en Tokyo, Nagoya y Osaka.

3.2.2.1 Sistema GSM

A partir de 1982, en el seno de la CEPT “Conférence Européenne des Administrations des Postes et des Télécommunications”, se vio la necesidad de comenzar tareas de planificación de un nuevo sistema de comunicaciones móviles, posteriormente conocido como GSM, que sustituyera a los sistemas analógicos por digitales.

El sistema GSM se planteó como un sistema multioperador. El estándar fue diseñado con la posibilidad de que varios operadores pudieran compartir el espectro. Funciona a frecuencias de 900 MHz. El rápido crecimiento de los sistemas celulares, así como razones socioeconómicas junto con el problema de la falta de frecuencias de 900 MHz, impulsó una adaptación del sistema GSm a la banda de 1800 MHz (1900 en EE.UU.). Este sistema se denomina DCS-1800. En realidad, DCS puede considerarse como una variante de GSm que resuelve su problema más acuciante: la falta de espectro para planificar de forma económica las áreas urbanas.

3.3. El sistema de mensajes cortos SMS

El servicio de mensajes cortos o SMS (Short Message Service) es un servicio disponible en los teléfonos móviles que permite el envío de mensajes cortos (también conocidos como mensajes de texto) entre teléfonos móviles, teléfonos fijos y otros dispositivos de mano. SMS fue diseñado originariamente como parte del estándar de telefonía móvil digital GSM, pero en la actualidad está disponible en una amplia variedad de redes, incluyendo las redes 3G y 4G.

3.4 Equipo utilizado en el prototipo de alarma

El equipo debe poder soportar las funciones de SMS y estar registrado en una red que tenga ese servicio. En México, todas las compañías poseen ese servicio.

El equipo que se utiliza para este prototipo es un celular marca Nokia modelo 3220 registrado en la compañía TELCEL, el celular se muestra en la Figura 3.2.



Fig. 3.2 Celular Nokia 3220.

3.5 Obtención de las terminales del conector

Se necesita un cable especial de Nokia DKU-5 que genere un puerto serie virtual, si no se cuenta con un cable especial de Nokia DKU-5 se puede fabricar uno que cuente con la comunicación serial, en internet hay mucha información sobre cuáles son las terminales del conector e incluso de cómo hacer el cable.

Para obtener las terminales del conector se revisó la hoja de datos. En la tabla 3.5 se muestran las terminales del conector especial de Nokia.

Tabla 3.5 Terminales de conector especial de Nokia.

No. De pin	Nombre del pin	Descripción
1	Vin	Entrada de carga.
2	GND	Salida de carga.
3	ACI	Accesorio Interfaz de control (Para el reconocimiento de manos libre)
4	Vout/VDD+	Conectado al pin 3 en el cable de datos DKU5. Para manos libre, por ejemplo fuente de alimentación de un microchip.
5	USB Vbus	También como una detección de corriente con USB. Debe de ir conectado al pin 1 del cable USB de datos. Vcc +5V.
6	FBus Rx/USB D+	USB existente solo en algunos modelos. Debe ser conectado solo en el pin 3 del cable USB de datos. (USB Data +)
7	FBus Tx/USB D-	USB existente solo en algunos modelos. Debe ser conectado solo en el pin 2 del cable USB de datos. (USB Data -)
8	GND	Tierra (USB GND)
9	X Mic -	Entrada de audio. Ext. Entrada para micrófono negativo.
10	X Mic +	Entrada de audio. Ext. Entrada para micrófono positivo.
11	HS Ear L-	Entrada de audio. Extensión de salida de audio izquierda negativa.
12	HS Ear L+	Entrada de audio. Extensión de salida de audio izquierda positiva.
13	HS Ear R-	Entrada de audio. Extensión de salida de audio derecha negativa.
14	HS Ear R+	Entrada de audio. Extensión de salida de audio derecha positiva.
	GND	Escudo de tierra en cavidades.

Los pines necesarios para la comunicación son:

Pin 2 GND
Pin 4 V Out
Pin 6 Rx

En la figura 3.3 se muestran las terminales del conector que se utilizaron para hacer el cable.



Figura 3.3 Conector espacial de Nokia de 14 pines.

Revisando páginas de internet de grupo de personas que están trabajando con celulares de marca Nokia que utilizan el conector DKU-5, se encontró que el cable requiere de un circuito, el cual se muestra en la Figura 3.4.

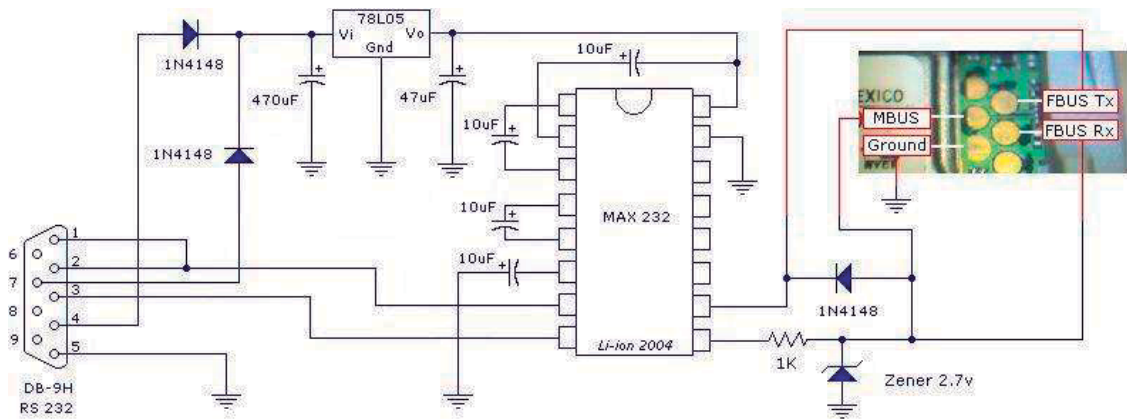


Fig. 3.4 Circuito necesario para conectar el celular a la computadora por comunicación serial RS-232.

El material utilizado es:

- 3 Diodos 1N4148
- 1 Regulador de voltaje 78L05
- 1 Condensador Electrolítico 470 uF/25V
- 1 Condensador Electrolítico 47 uF/16V
- 4 Condensadores Electrolíticos 10 uF/16V
- 1 Diodo Zener 2.7V
- 1 Circuito integrado MAX232 o equivalente
- 1 Resistencia de 1 kilo ohmio a 1/4 de W
- 1 Conector DB-9 Hembra
- Cable de 4 hilos # 28 (AWG)

También es posible hacer el cable de otra forma, si no se tiene el conector DKU-5 especial de Nokia. En la parte de atrás del celular, debajo de la batería, se tienen conexiones de las terminales GND, MBUS, VPP, FBUS Rx y FBUS Tx. En la figura 3.5 se muestra la parte de atrás de la batería del celular donde se encuentran estas conexiones.



Fig. 3.5 Conexiones en la parte de atrás del celular Nokia 3220.

En la Figura 3.6 se aprecian mejor estas conexiones del celular Nokia 3220.



Fig. 3.6 Conexiones del celular Nokia 3220.

En internet se encontró la configuración siguiente sobre estas conexiones.

- ① ② ③
- ④ ⑤

1. GND
2. MBUS
3. VPP
4. FBUS Rx
5. FBUS Tx

Para hacer esta conexión también se necesita el circuito de la figura 3.4.

Para obtener el conector DKU-5 especial de Nokia, se compró un cable genérico, el cual, al conectarlo a la computadora, genera un puerto serie virtual. Debido a esta observación, no fue necesario hacer un cable para comprobar el funcionamiento correcto de los comandos at con la hyperterminal. El cable utilizado para comprobar este funcionamiento se muestra en la Figura 3.7.

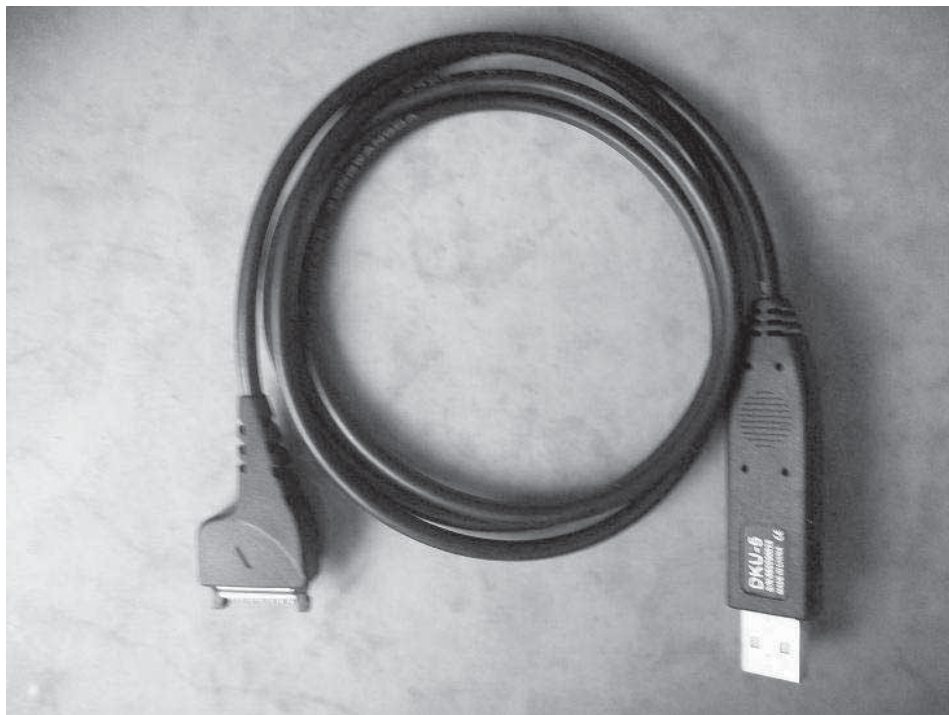


Fig. 3.7 Cable genérico DKU-5.

3.6 Prueba de comandos at utilizando la hyperterminal de Windows

Para poder mandar comandos at al celular, el celular tiene que ser utilizado como modem, algunos celulares tienen esta particularidad, pero no todos los celulares que

funcionan como módems reciben estos comandos.

Haciendo uso de la hyperterminal de Windows, se realizaron pruebas para comprobar la funcionalidad de estos comandos. Las pruebas que se realizaron para enviar un mensaje desde la hyperterminal de Windows con comandos at se muestran a continuación.

Primero se configura la hyperterminal con los siguientes datos.

Bits por segundo	9600
Bits de datos	8
Paridad	Ninguno
Bits de parada	1
Control de flujo	Ninguno

Los comandos utilizados en la hyperterminal se muestran en la Figura 3.8.



```
felix - HyperTerminal
Archivo Edición Ver Usar Transferir Ayuda

at
OK
atz&f
OK
at+cmgf=1
OK
at+cmgs=""4432149463""
> Este es un SMS enviado desde la hyperterminal con comandos at+
+CMGS: 96
OK

00:00:30 conectado Autodetect... 9600 8-N-1 DESPLAZAR TRAY F2/FN Capturar Imprimir
```

Fig. 3.8 Ejemplo de un mensaje enviado desde la hyperterminal de Windows usando comandos at.

A continuación se muestra la explicación de los comandos que fueron utilizados en el ejemplo de la Figura 3.8.

at	comando para avisar al celular de una petición
OK	si el comando es válido, el celular responde OK
atz&f	comando para darle un reset al teléfono cuando hay un error al enviar el comando at+cmgs
OK	si el comando es válido, el celular responde OK
at+cmgf=1	define el tipo de mensaje, en este caso de tipo texto
OK	si el comando es válido, el celular responde OK
at+cmgs="4432149463"	comando para enviar el SMS al número entre comillas (" ").

Posteriormente al darle intro queda el prompt ">", a continuación se escribe el mensaje en modo texto y para enviarlo se presiona Ctrl Z

+cmgs: 96	es el número de caracteres que fueron enviados
OK	si el mensaje es enviado, el celular responde OK

A continuación se muestra una lista de comandos at que fueron probados por el celular Nokia 3220

AT+CGMI	Identificación del fabricante
AT+CGSN	Obtener número de serie
AT+CPAS	Leer estado del modem
AT+CSQ	Obtener calidad de la señal
AT+CMGF	Seleccionar formato de los mensajes SMS
AT+CMGR	Leer un mensaje SMS almacenado
AT+CMGL	Listar los mensajes almacenados
AT+CMGS	Enviar mensaje SMS
AT+CMSS	Enviar mensaje almacenado

Capítulo 4

Diseño de un sistema de protección de alarma

4.1. Introducción

En este capítulo se implementa el diseño del prototipo de alarma en donde se describen los componentes utilizados en la parte del hardware, así como sus características y su funcionamiento. El software se encargará de hacer la parte de control, utilizando el microcontrolador como elemento principal de este control.

4.2 Elementos utilizados en la parte del hardware

En la parte de los sensores, se utilizarán sensores electromagnéticos (para la ventana), galga extensométrica (para el tapete en la entrada) y una foto resistencia (Para detectar cualquier cruce de intrusos), el microcontrolador que se utilizará es el pic16F877A. En la parte de salida se usará un estrobo y una bocina (sirena), para la acción de mando a distancia se utiliza el celular Nokia 3220 y para el circuito de respaldo de energía se utiliza una batería de 12v a 4A de corriente directa y un transistor MOSFET.

4.2.1 Sensor magnético

Los sensores de proximidad magnéticos son caracterizados por la posibilidad de detectar distancias de conmutación, estos sensores están disponibles con dimensiones pequeñas e igualmente prácticos. Los campos magnéticos pueden pasar a través de muchos materiales no magnéticos, el proceso de la conmutación se puede accionar también sin la necesidad de la exposición directa al sensor. El sensor puede detectar el campo magnético a través del plástico, a través de las paredes protectoras de teflón, etc. Los sensores utilizados en esta tesis se muestran en la Figura 4.1

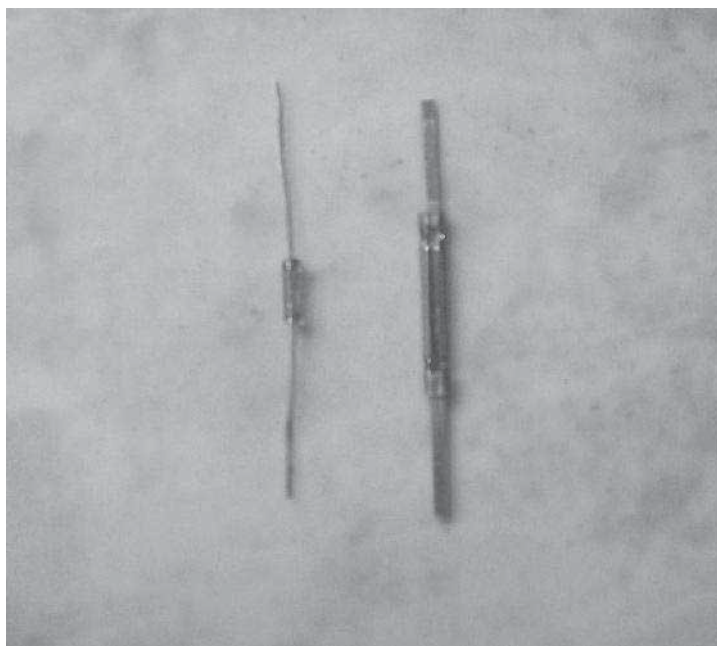


Fig. 4.1 Sensores magnéticos.

Estos sensores tienen la característica de estar normalmente abiertos cuando no tienen un campo magnético cerca, de lo contrario se cierran.

4.2.2. Galga extensométrica

Las galgas extensométricas son sensores basados en la variación de la resistencia eléctrica debido a la deformación, en un hilo conductor calibrado, o en resistencias construidas a base de pistas de semiconductor. Se emplean también, combinadas con muelles o piezas deformables para detectar de forma indirecta esfuerzos.

En las galgas de hilo la resistencia está formada por un hilo dispuesto en forma de zigzag sobre un soporte elástico, con una longitud preferente a lo largo de la cual se encuentra la mayor cantidad de hilo. Al deformarse la galga en la dirección preferente, se produce un alargamiento del hilo y una disminución de su sección y por tanto, una variación en su resistencia. Para poder medir variaciones de resistencia significativas, la galga debe tener una resistencia alta 100Ω y 1000Ω , y funcionar con un consumo muy bajo, para evitar que el efecto Joule provoque variaciones importantes de la resistencia por calentamiento. En la Figura 4.2 se muestra un esquema de una galga extensométrica.

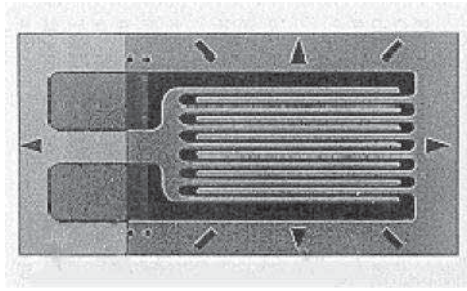


Fig. 4.2 Esquema de galga extensométrica.

La galga extensométrica utilizada en esta tesis se muestra en la Figura 4.3.



Fig. 4.3 Galga Extensométrica.

La galga extensométrica utilizada en esta tesis presenta una disminución en su resistencia con un aumento de fuerza en el área activa de esta misma. Su sensibilidad de presión es utilizada en dispositivos electrónicos touch. Estas galgas no son convenientes para medidas de precisión.

Las características de resistencia vs fuerza que se muestran en la figura 4.4, proporcionan la respuesta de su comportamiento típico de la galga extensométrica. Para una interpretación conveniente la fuerza vs resistencia es mostrada en un plano logarítmico.

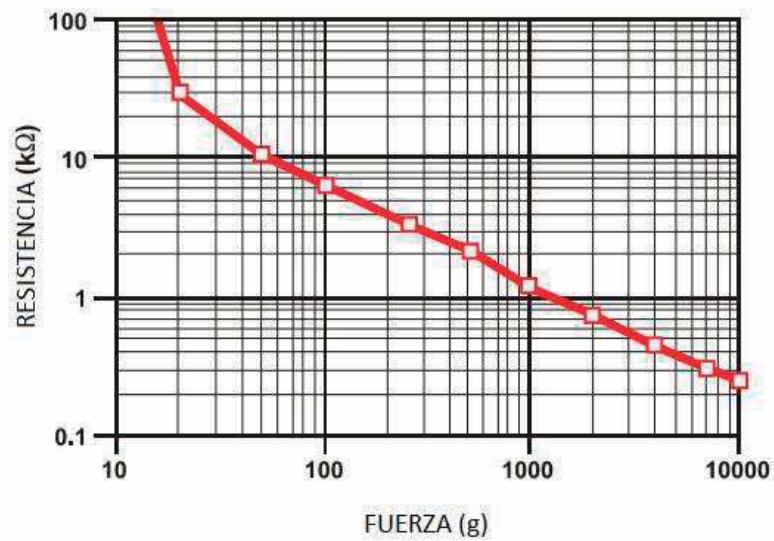


Fig. 4.4 Resistencia vs Fuerza.

Para manipular la señal de la galga extensométrica, se realizó el comparador de la Figura 4.5 el cual, cuando la galga cambia su valor de resistencia, el voltaje V2 es mayor que el voltaje V1, obteniendo así una señal de salida en el amplificador operacional.

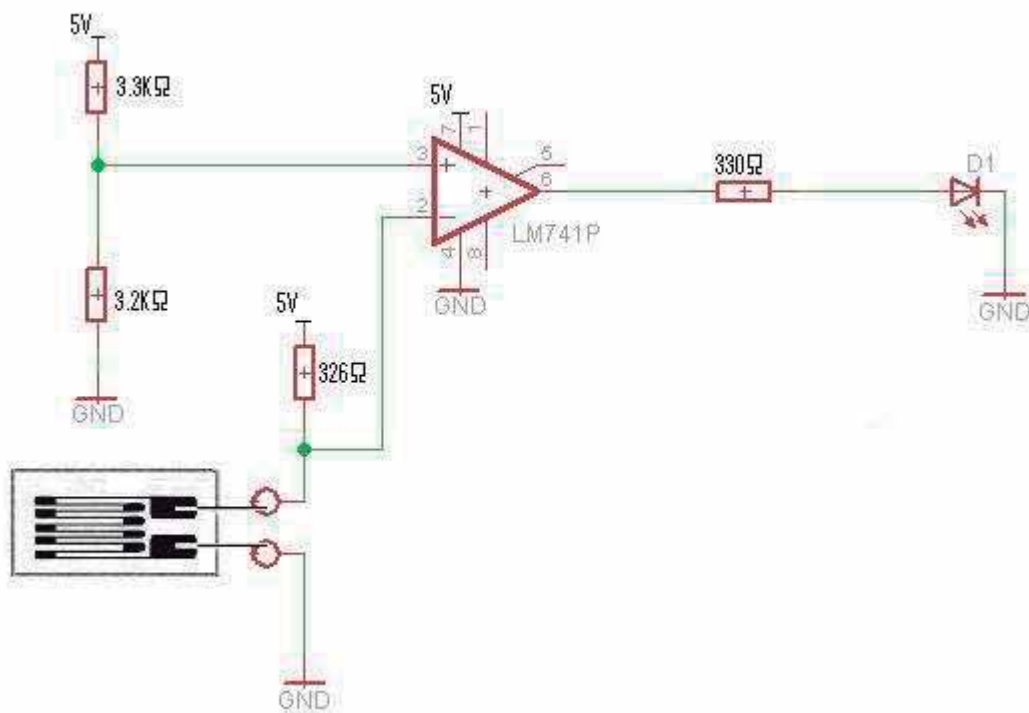


Fig. 4.5 Circuito comparador.

4.2.3. Fotorresistencia

Una fotorresistencia es un componente electrónico cuya resistencia disminuye con el aumento de intensidad de luz incidente. Puede también ser llamado fotorresistor, fotoconductor, célula fotoeléctrica o resistor dependiente de la luz, cuyas siglas LDR, se originan de su nombre en inglés (light-dependent resistor). Su cuerpo está formado por una célula o celda y dos patillas. En la figura 4.6 se muestra su símbolo eléctrico.



Fig. 4.6 Símbolo electrónico de una fotorresistencia.

Su funcionamiento se basa en el efecto fotoeléctrico. Un fotorresistor está hecho de un semiconductor de alta resistencia como el sulfuro de cadmio, CdS. Si la luz que incide en el dispositivo es de alta frecuencia, los fotones son absorbidos por las elasticidades del semiconductor dando a los electrones la suficiente energía para saltar la banda de conducción. El electrón libre que resulta, y su hueco asociado, conducen la electricidad, de tal modo que disminuye la resistencia. Los valores típicos varían entre 1 M Ω , o más, en la oscuridad y 100 Ω con luz brillante. La fotorresistencia utilizada en esta tesis se muestra en la figura 4.7.

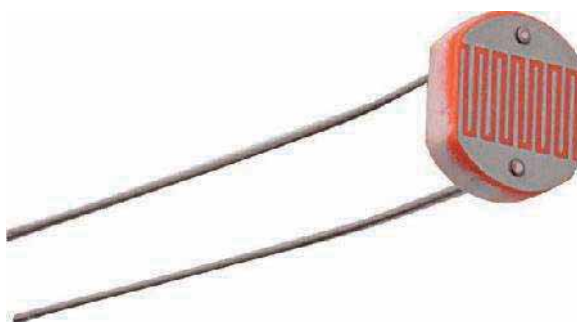


Fig. 4.7 Fotorresistencia.

Las células de sulfuro del cadmio se basan en la capacidad del cadmio de variar su resistencia según la cantidad de luz que incide la célula. Cuanta más luz incide, más baja es la resistencia. Las células son también capaces de reaccionar a una amplia gama de frecuencias, incluyendo infrarrojo (IR), luz visible y ultravioleta (UV). En esta tesis se varía su resistencia con un laser comercial como el que se muestra en la figura 4.8,

así, cuando la señal es interrumpida por un intruso, la alarma es accionada.

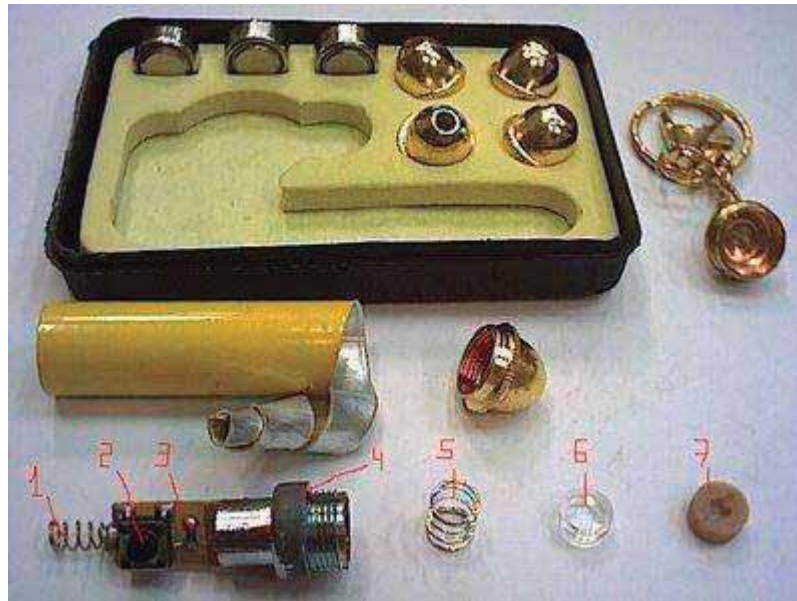


Fig. 4.8 Laser comercial.

Como se aprecia en la figura 4.8, se enumeran los componentes del laser, los cuales se mencionan a continuación:

1. Conexión del polo negativo de las baterías
2. Pulsador de encendido
3. Resistencia limitadora de corriente de 47 Ohmios
4. Carcasa del diodo láser
5. Muelle de ajuste de la lente con tornillos
6. Lente de convergencia del haz
7. Tornillo de ajuste de la lente

El diodo láser usado tiene una caída de tensión de 2.3V, y una resistencia limitadora de 47 Ω . Al estar alimentado con 3 pilas de botón de 1.5V (4.5V en total) circula una corriente de 47mA en corriente continua, aumentando o disminuyendo la resistencia de 47 Ω aumenta o disminuye la intensidad de laser, aumentando su alcance pero también disminuyendo su vida útil. A este laser se le soldaron dos cables como se muestra en la figura 4.9 para que pueda ser alimentado desde el microcontrolador.

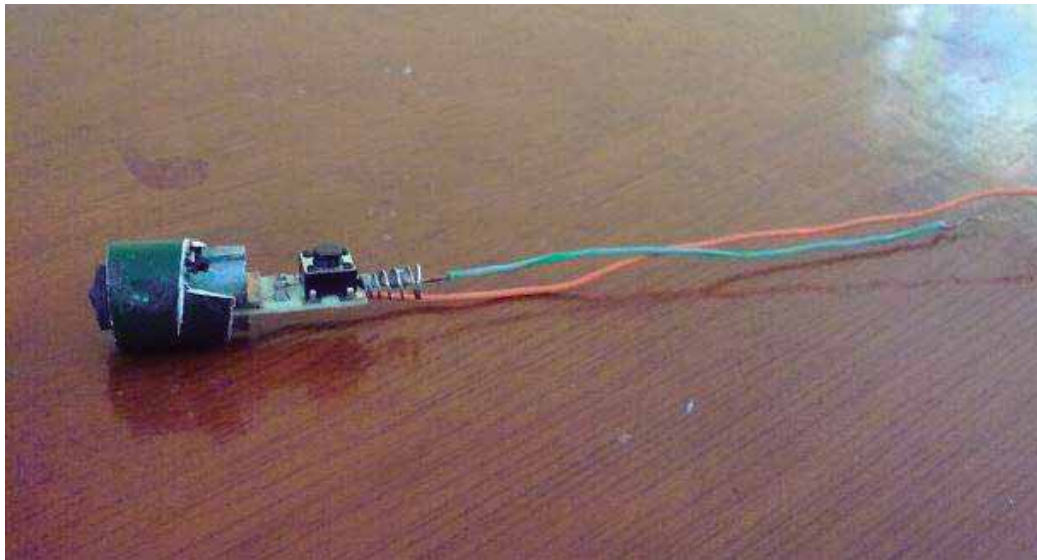


Fig. 4.9 Laser modificado.

4.2.4. Microcontrolador utilizado

El microcontrolador utilizado es el pic16F877A, debido a que ya se han realizado pruebas con él y cumple con las características necesarias para este trabajo, las características son las siguientes.

Memoria de Programa tipo Flash 8Kx14

Memoria Datos 368 bytes

EEPROM 256 bytes

33 pines de Entrada/Salida

Encapsulado: 40 pines DIP, 44 pines PLCC y 44 pines TQFP

Soporta Cristal 20MHz

Voltaje de Operación: 2.0 hasta 5.5VDC

Periféricos:

1 Convertidor A/D de 10-bits (8 canales)

2 Módulos CCP (Captura, Comparador, PWM)

1 Modulo I²C

1 USART (Puerto Serie)

2 Timers de 8 bits

1 Timer 16 bits

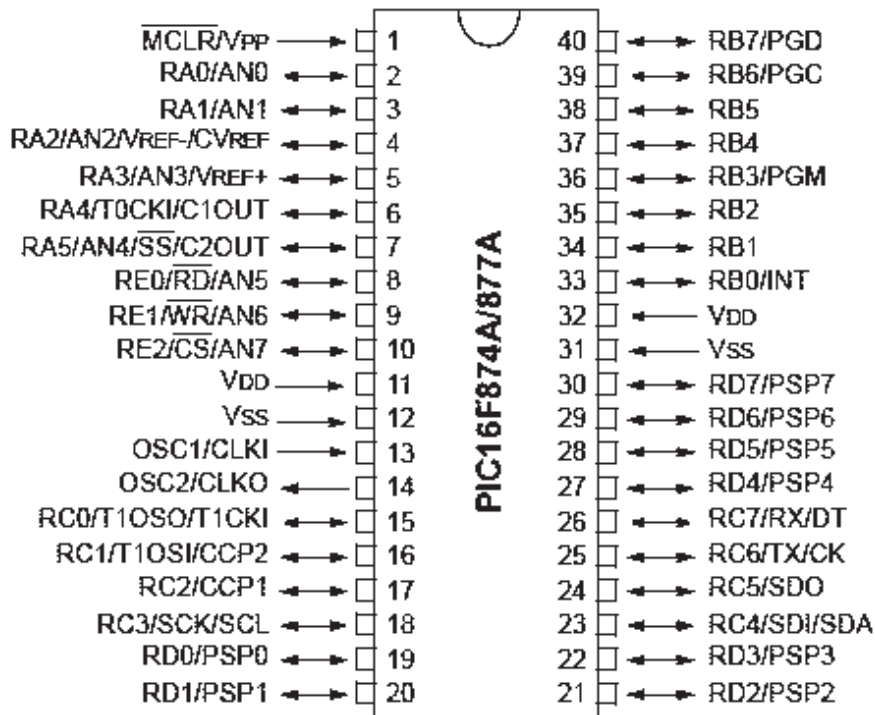


Fig. 4.10 Pic16F877A.

4.2.5. Bocina sirena alarma

Una bocina sirena alarma es una bocina que consta de un circuito integrado que realiza un cambio en la frecuencia percibida para el oído humano como cambios de oscilación en la frecuencia sonora.

La bocina sirena alarma utilizada en este proyecto sólo emite un sonido y se alimenta con 12v de directa. La bocina sirena alarma se muestra en la figura 4.11.



Fig. 4.11 Bocina sirena alarma.

4.2.6. Estrobo

Un Estrobo es una serie de combinaciones de palpitaciones de iluminación. El elemento que genera esta iluminación es una lámpara de xenón. El estrobo utilizado en este proyecto es el mostrado en la figura 4.12.



Fig. 4.12 Luz Estrobo.

4.2.7 Batería

En el respaldo de energía se utilizó una batería recargable sellada de ácido-plomo de 12 Vcc, 4Amperes/hora, útil para alimentar el sistema de alarma diseñado ya que no se requieren más de 12Vcc y la corriente que suministra es suficiente. La batería se muestra en la figura 4.13.



Fig. 4.13 Batería recargable de ácido-plomo.

4.2.8 Transistor MOSFET (SFH9154)

Un MOSFET de potencia es un dispositivo controlado por voltaje, y sólo requiere una pequeña corriente de entrada. La velocidad de conmutación es muy alta, y los tiempos de conmutación son del orden de nanosegundos. Los MOSFET de potencia están encontrando aplicaciones cada vez más numerosas en convertidores de baja potencia y alta frecuencia. Los MOSFET no tienen los problemas de fenómenos de segunda avalancha, como los BJT. Sin embargo, los MOSFET tienen los problemas de descarga electrostática y requieren de cuidados especiales en su manejo. Además, es relativamente difícil protegerlos en condiciones de falla o cortocircuito. El MOSFET utilizado en el respaldo de energía es el que se muestra en la figura 4.14.

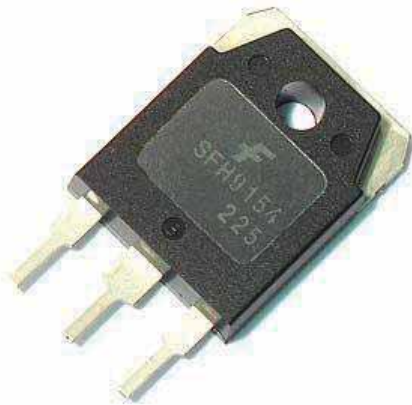


Fig. 4.14 MOSFET de potencia SFH9154.

Los MOSFET se dividen en dos tipos, de tipo decremental y de tipo incremental. Estos a su vez se divide en tipo canal-n o en tipo canal-p. El MOSFET utilizado en esta tesis es un MOSFET de tipo incremental de canal-p, el cual, está normalmente abierto y cuando existe una ausencia de voltaje en la compuerta (G), este se cierra, permitiendo el paso de corriente del surtidor (S) al drenador (D). El circuito utilizado para hacer la conmutación de la fuente a la batería en el respaldo de energía es el que se muestra en la figura 4.15.

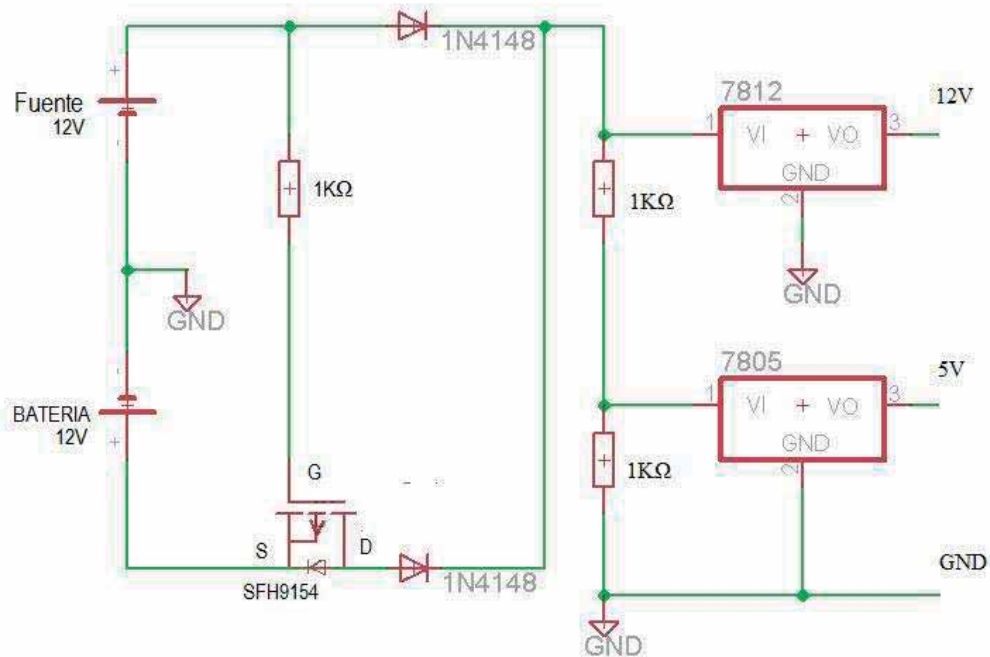


Fig. 4.15 Circuito de conmutación de batería.

4.3. Circuito completo.

El celular funciona con niveles de voltaje entre 0 y 3.3V. Los niveles de voltaje con los que trabaja el microcontrolador son de 0 a 5V, por lo que la señal de transmisión (TX) del microcontrolador es de 5V. Debido a que el celular sólo va a recibir señales del microcontrolador y no se van a enviar a este, el acondicionamiento de la señal del microcontrolador se hace con un diodo zener de 3.3V y una resistencia de 330Ω, tal como se muestra en la Figura 4.16.

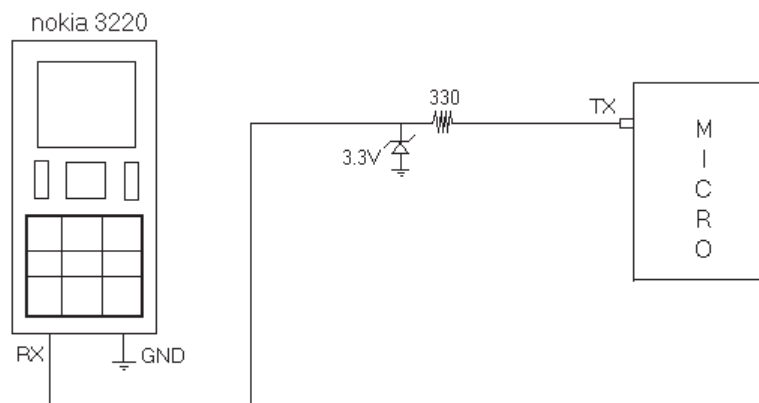


Fig.4.16 Conexión para mandar comandos al celular.

La conexión completa con todos los componentes se muestra la Figura 4.17.

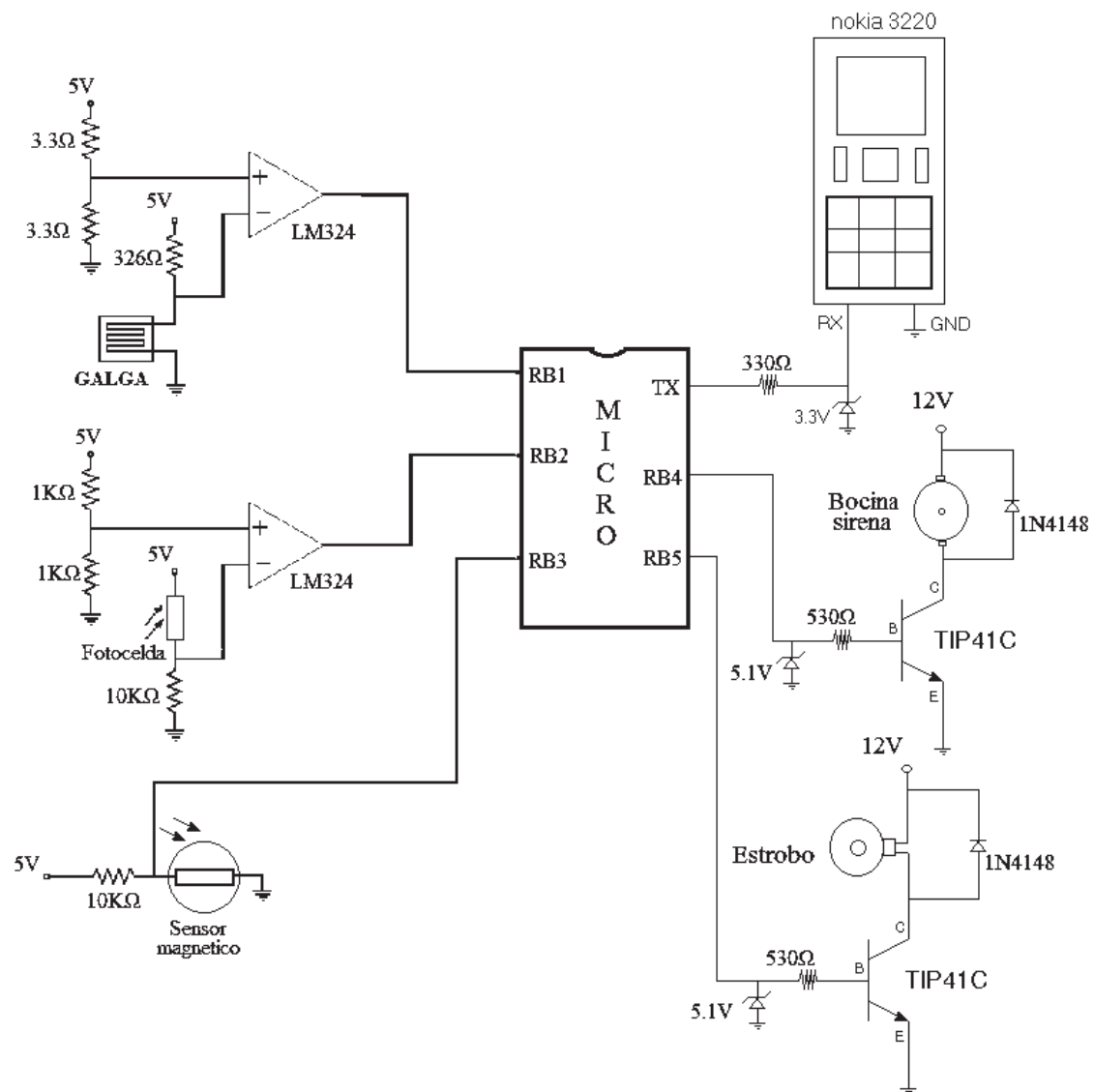


Fig. 4.17 Conexión completa.

El circuito se implementó en una baquelita con la ayuda del software Eagle, este programa nos permite crear diseños de circuitos para posteriormente imprimirlos y poder plasmarlos en una baquelita. El circuito impreso completo con los componentes se muestra en la figura 4.18.

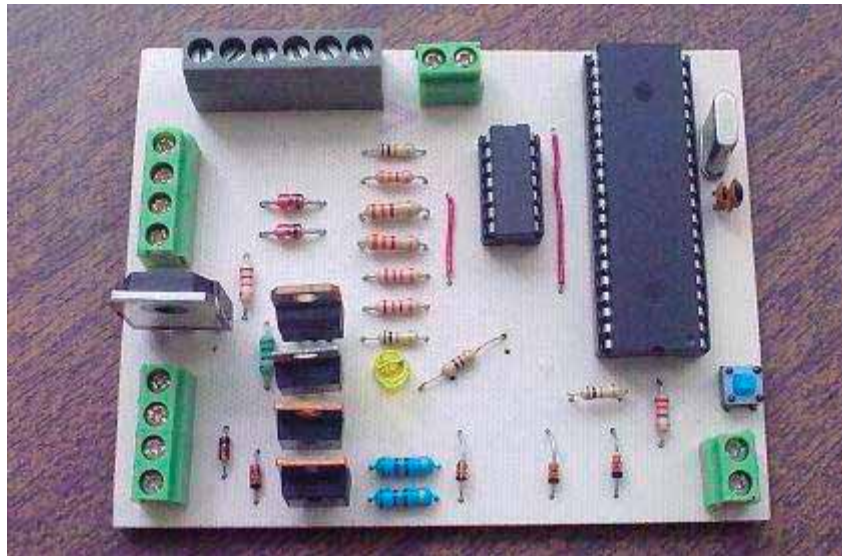


Fig. 4.18 Circuito impreso completo con componentes.

4.4. Software desarrollado

El software desarrollado para la parte de control y envío de mensajes se muestra a continuación.

```
#include <pic.h>
#include "pserie.c"
#include "delay.c"

main()
{
    TRISB=0b00001110;           //Configura puerto RB1, RB2 y RB3 como entrada

    RB7=1;
    RB4=0;
    RB5=0;

    init_pserie_9600();
    init_trans_rec();

    transmite('a');
    DelayMs(255);
    DelayMs(255);
    transmite('t');
    DelayMs(255);
```

```

DelayMs(255);
DelayMs(255);
transmite(0x0D); //envia retorno de carro
DelayMs(255);
DelayMs(255);

transmite('a');
DelayMs(255);
DelayMs(255);
transmite('t');
DelayMs(255);
DelayMs(255);
transmite('z');
DelayMs(255);
DelayMs(255);
transmite('&');
DelayMs(255);
DelayMs(255);
transmite('f');
DelayMs(255);
DelayMs(255);
DelayMs(255);
transmite(0x0D); //envia retorno de carro
DelayMs(255);
DelayMs(255);

transmite('a');
DelayMs(255);
DelayMs(255);
transmite('t');
DelayMs(255);
DelayMs(255);
transmite('+');
DelayMs(255);
DelayMs(255);
transmite('c');
DelayMs(255);
DelayMs(255);
transmite('m');
DelayMs(255);

```

```

DelayMs(255);
transmite('g');
DelayMs(255);
DelayMs(255);
transmite('f');
DelayMs(255);
DelayMs(255);
transmite('=');
DelayMs(255);
DelayMs(255);
transmite('l');
DelayMs(255);
DelayMs(255);
DelayMs(255);
transmite(0x0D); //envia retorno de carro
DelayMs(255);
DelayMs(255);

transmite('a');
DelayMs(255);
DelayMs(255);
transmite('t');
DelayMs(255);
DelayMs(255);
transmite('+');
DelayMs(255);
DelayMs(255);
transmite('c');
DelayMs(255);
DelayMs(255);
transmite('m');
DelayMs(255);
DelayMs(255);
transmite('g');
DelayMs(255);
DelayMs(255);
transmite('s');
DelayMs(255);
DelayMs(255);
transmite('=');

```

```
DelayMs(255);
DelayMs(255);
transmite("");
DelayMs(255);
DelayMs(255);
transmite('4');
DelayMs(255);
DelayMs(255);
transmite('4');
DelayMs(255);
DelayMs(255);
transmite('3');
DelayMs(255);
DelayMs(255);
transmite('2');
DelayMs(255);
DelayMs(255);
transmite('0');
DelayMs(255);
DelayMs(255);
transmite('0');
DelayMs(255);
DelayMs(255);
transmite('0');
DelayMs(255);
DelayMs(255);
transmite('8');
DelayMs(255);
DelayMs(255);
transmite('4');
DelayMs(255);
DelayMs(255);
transmite('6');
DelayMs(255);
DelayMs(255);
transmite("");
DelayMs(255);
DelayMs(255);
DelayMs(255);
transmite(0x0D); //envia retorno de carro
```

```
DelayMs(255);  
DelayMs(255);  
DelayMs(255);  
DelayMs(255);
```

```
transmite('a');  
DelayMs(255);  
DelayMs(255);  
transmite('l');  
DelayMs(255);  
DelayMs(255);  
transmite('e');  
DelayMs(255);  
DelayMs(255);  
transmite('r');  
DelayMs(255);  
DelayMs(255);  
transmite('t');  
DelayMs(255);  
DelayMs(255);  
transmite('a');  
DelayMs(255);  
DelayMs(255);  
transmite(0x20);  
DelayMs(255);  
DelayMs(255);
```

```
transmite('e');  
DelayMs(255);  
DelayMs(255);  
transmite('s');  
DelayMs(255);  
DelayMs(255);  
transmite('t');  
DelayMs(255);  
DelayMs(255);  
transmite('a');  
DelayMs(255);  
DelayMs(255);  
transmite('n');
```

```
DelayMs(255);  
DelayMs(255);  
transmite(0x20);  
DelayMs(255);  
DelayMs(255);
```

```
transmite('r');  
DelayMs(255);  
DelayMs(255);  
transmite('o');  
DelayMs(255);  
DelayMs(255);  
transmite('b');  
DelayMs(255);  
DelayMs(255);  
transmite('a');  
DelayMs(255);  
DelayMs(255);  
transmite('n');  
DelayMs(255);  
DelayMs(255);  
transmite('d');  
DelayMs(255);  
DelayMs(255);  
transmite('o');  
DelayMs(255);  
DelayMs(255);  
transmite(0x20);  
DelayMs(255);  
DelayMs(255);
```

```
transmite('t');  
DelayMs(255);  
DelayMs(255);  
transmite('u');  
DelayMs(255);  
DelayMs(255);  
transmite(0x20);  
DelayMs(255);  
DelayMs(255);
```

```

        transmite('c');
        DelayMs(255);
        DelayMs(255);
        transmite('a');
        DelayMs(255);
        DelayMs(255);
        transmite('s');
        DelayMs(255);
        DelayMs(255);
        transmite('a');
        DelayMs(255);
        DelayMs(255);
        DelayMs(255);

while(1)                                //Ciclo infinito
{
    if (RB1==1 || RB2==1 || RB3==1)
    {

        RB4=1;
        RB5=1;

        transmite(0x1A);                //envia control z

        while(1);
    }

    else
    {
        RB4=0;
        RB5=0;
    }
}

}

```

Capítulo 5

Implementación y pruebas del sistema

5.1. Introducción

En este capítulo se comprueba el funcionamiento del sistema de alarma de seguridad donde se instalaron los sensores en la entrada de una casa habitación, para tener una simulación con pruebas físicas reales. Se muestran las imágenes de cómo fueron instalados estos sensores, las imágenes de prueba y los resultados obtenidos para cada caso en particular.

5.2. Instalación del sistema

El sensor magnético se instaló en una ventana en la entrada de una casa habitación, como se muestra en la Figura 5.1.



Fig. 5.1 Sensor magnético colocado en la ventana.

Para que el sensor magnético se active, se necesita la presencia de un campo magnético, para eso se tuvo que instalar un imán en la ventana. El imán utilizado se

muestra en la Figura 5.2 y en la Figura 5.3 se muestra la instalación de este.



Fig. 5.2 Imán utilizado.



Fig. 5.3 Instalación del imán en la ventana.

Como consecuencia de la interacción entre el campo magnético y el sensor, este se pone en continuidad. Al retirar el campo magnético se produce una interrupción la cual es interpretada por el microcontrolador como una señal que activa la alarma. En la figura 5.4 se muestra la unión entre el sensor magnético y el imán.



Fig. 5.4 Unión del imán y el sensor magnético.

La galga extensométrica se instaló debajo de un tapete en la entrada, como se muestra en las Figuras 5.5 y 5.6.



Fig. 5.5 Galga extensométrica debajo del tapete.



Fig. 5.6 Tapete encima de la galga extensométrica.

La fotorresistencia se instaló en una caja como se muestra en la figura 5.7, para que no sea afectada por la luz solar, el dispositivo laser comercial también se instaló dentro de una caja como se muestra en la figura 5.8, para que se ubique a la altura del sensor.



Fig. 5.7 Fotorresistencia instalada en la caja.



Fig. 5.8 Laser comercial instalado en la caja.

5.3. Prueba del sistema

La prueba consiste en activar cualquiera de los sensores instalados en el sistema. La activación de estos sensores consiste en abrir la ventana cuando la alarma está en funcionamiento, pisar sobre el tapete donde se encuentra la galga extensométrica o bien, interrumpir la señal del laser con la fotorresistencia. El sistema de alarma se pone en funcionamiento al conectar la fuente de voltaje a la que se encuentra energizado el microcontrolador y el circuito que recibe las señales de los sensores. En la Figura 5.9 se muestra la activación de la alarma cuando se abre la ventana.



Fig. 5.9 Alarma activada con la apertura de puerta.

El sensor magnético tiene que estar prácticamente en contacto con el imán como

se muestra en la figura 5.10. Esto se debe a que el campo magnético del imán no es muy fuerte y por ende, al abrir la ventana el sistema de alarma se activa muy fácilmente. El mensaje enviado tarda en llegar aproximadamente 5 segundos.



Fig. 5.10 Sensor magnético en contacto con el imán.

Al hacer las pruebas con la galga extensométrica, se observó que para activarse el sistema de alarma, se debe pisar sobre el sensor como se muestra en la figura 5.11, de otra forma el sistema de alarma no es activado. Esto se debe a que la galga no cubre un área muy grande.



Fig. 5.11 Prueba del sensor debajo del tapete.

Para activar el sistema de alarma con la fotorresistencia se tiene que interrumpir la señal del rayo laser como se muestra en la figura 5.12. Se observó que el sensor

detecta la interrupción de la señal aún cuando el intruso pasa prácticamente corriendo.



Fig. 5.12 Prueba de interrupción de la señal del rayo laser.

Después se probó el sistema de respaldo de energía. Primero se energizó el sistema con la fuente de alimentación y después ésta fue desconectada como se muestra en la figura 5.13. Se observó que el sistema de alarma siguió en funcionamiento sin que se activara ningún sensor al hacer el cambio de alimentación. Esto se debe a que la conmutación es lo suficientemente rápida para que el circuito siga funcionando. Se repitió la prueba de cada sensor con la alimentación de la batería y el funcionamiento fue el mismo.



Fig. 5.13 Prueba del respaldo de energía.

Con base a los resultados obtenidos durante el desarrollo y conclusión de las pruebas realizadas en el proyecto, se puede deducir que se cumplió satisfactoriamente con los objetivos planteados al inicio del trabajo. Los sensores y elementos de alerta funcionan como se esperaba.

Los sistemas de alarma no son plenamente confiables, pero nos pueden ayudar a reducir el riesgo del ingreso de personas no autorizadas a cualquier establecimiento o inmueble protegido por un sistema de alarma.

Capítulo 6

Conclusiones y recomendaciones

6.1. Conclusiones

La presente tesis se concluyó de manera satisfactoria de acuerdo al objetivo planteado, de diseñar una alarma de bajo costo, con algunos sensores interesantes, con protección de fuente de poder propia y el control de la alarma es por medio de un microcontrolador, lo cual permite su reconfiguración y finalmente se tiene el monitoreo a distancia del estado de la alarma mediante un mensaje a un teléfono celular receptor. Las pruebas realizadas indicaron que el sistema de seguridad de alarma desarrollado es confiable y permite mantener la seguridad de una casa habitación advirtiéndole sobre el ingreso de intrusos no deseados.

Con este proyecto se muestra una manera sencilla y práctica del funcionamiento de una alarma contra personal no autorizado, capaz de ser montada en cualquier lugar sin ninguna complicación ni cambios mayores, ya que se cumple con los objetivos. Está se activa cuando uno o más sensores ubicados estratégicamente en puertas o ventanas, detectan una intrusión, puede ser ubicada en la casa, oficina, automóvil, etc. Su óptimo funcionamiento depende de nosotros, así como el desarrollo de cualquier proyecto. Con lo anterior, está en nuestras manos realizar el montaje de cualquier circuito, capaz de suplir nuestras necesidades.

6.2. Recomendaciones

Este trabajo es un prototipo de alarma que puede ser escalado a una casa habitación. Como el prototipo implementado incluye facilidades para activar una alarma sonora cuando es activado cualquier sensor del sistema, el desarrollo realizado en este trabajo podría ser usado para implementar en el futuro sistemas de alerta oportuna a población que vive en zonas de alto riesgo. Dentro del mismo existen muchos detalles a

tomar en cuenta para un sistema final. A continuación se muestran algunas propuestas para trabajos futuros:

- Mejorar el código del programa y circuito para poder poner en funcionamiento el sistema prototipo de alarma enviando un mensaje o en su defecto por una señal de radiofrecuencia encriptada.
- Agregar un circuito para alimentar de forma permanente el celular y evitar el problema de descarga de su batería.
- Mejorar el sistema de sensores. La galga extensométrica ya que no abarca un área muy grande y al pisar a un lado el sistema no es activado.
- Complementar la fuente de alimentación del circuito para que recargue la batería del respaldo una vez agotada su carga.

Bibliografía

1.- Alarmas de seguridad

http://www.seguridaddigital.info/index.php?option=com_content&task=view&id=81&Itemid=26

<http://www.alarmasseguridad.com/tipos-alarmas/empresas-alarmas.html>

<http://www.alarmasseguridad.com/>

2.- Telefonía celular

http://www.mexicoglobal.net/monografias/tecnologia/telefonia_celular.asp

www.icicm.com/files/EvolucionTelefoniaCel.doc

http://es.wikipedia.org/wiki/Telefon%C3%ADa_m%C3%B3vil_4G

3.- Comunicación microcontrolador-celular

<http://www.embedtronics.com/nokia/fbus.html>

<http://www.solocodigo.com/foros/viewtopic.php?f=74&t=31050&hilit=microcontrolador>

http://pinouts.ru/CellularPhones-Nokia/nokia_pop_pinout.shtml

4.- Información sobre sensores

<http://www.info-ab.uclm.es/labeledc/Solar/Componentes/SDEFORMACION.htm>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Fotorresistencia>

http://robots-argentina.com.ar/Sensores_magnetismo.htm

http://jorgefloresvergaray.blogspot.mx/2008_09_01_archive.html

5.- Implementación del circuito

Electrónica: Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos.

Boylestad Nashelsky

Octava edición

Editorial: Pearson prentice hall

Electronica de Pontencia: Circuitos, dispositivos y aplicaciones.

Muhammad H. Rashid

Tercera edición

Editorial: Pearson prentice hall