

Sistema de Vigilancia y Seguridad para Viviendas Utilizando la Tecnología 3.5G con Capacidad de Video-Llamada y Activación Remota de Dispositivos (Octubre 2012)

W. Tález, *FICA-UTN*

Resumen - El objetivo del presente proyecto es el de brindar seguridad a una vivienda integrando sistemas de vigilancia y seguridad, basándose en la comunicación entre dos dispositivos móviles con tecnología 3.5G y el control de dispositivos eléctricos de forma remota, mediante la recepción y tratamiento de tonos del sistema DTMF (Dual Tone Multi-Frequency).

1. INTRODUCCIÓN

A. TELEFONÍA CELULAR

EL teléfono celular es el resultado de muchos años de investigación y una inversión de millones de dólares, permitiendo dar inicio a una de las revoluciones más importantes en la comunicación. Además es uno de los sistemas de comunicación más utilizados, ya que permite entablar conversaciones con personas ubicadas en cualquier sitio. La telefonía celular ha sido clasificada por generaciones, que van desde los sistemas análogos hasta los diversos sistemas digitales de la actualidad (a partir de 1995).

La telefonía celular es un sistema de comunicación telefónico inalámbrico.

1) Historia

En 1843 Michael Faraday brindó una buena base en el desarrollo de la telefonía celular, con sus investigaciones en los principios de las ondas electromagnéticas. Luego en la década de 1880 Guglielmo Marconi se le atribuyó la invención del radio.

A mediados de la década de 1940 se desarrollaron ideas para permitir el uso de teléfonos móviles usando "células" que identificaran un usuario en cualquier punto desde donde se efectuara la llamada. En la época antecesora a los teléfonos celulares, pocas personas que necesitaban comunicación móvil hacían uso de radio-telefonos en sus autos.

En 1977 los teléfonos celulares se hacen públicos, la ciudad de Chicago fue la primera en comenzar con 2000 clientes. Si bien los americanos eran los precursores de la tecnología, los primeros sistemas comerciales aparecieron en Tokio, Japón por la compañía NTT (Nippon Telegraph & Telephone Corp.), en 1979. En 1983, la AMPS es lanzada usando frecuencias de banda desde 800MHz hasta 900MHz y de 30KHz de ancho de banda para cada canal como un sistema

totalmente automatizado de servicio telefónico. Es el primer estándar en telefonía celular en el mundo.

Y en 1988 se crea un estándar llamado TDMA, y en 1996 sale a la luz la primera red comercial CDMA en los Estados Unidos. Para el año 2003, más de 182 millones de americanos son usuarios de telefonía móvil, 200.000 es el número de veces por día en las que alguien llama por ayuda desde un teléfono móvil.

B. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE UN SISTEMA TELEFÓNICO CELULAR

1) Funcionamiento del sistema telefónico celular

La telefonía celular consiste en la combinación de una red de estaciones transmisoras-receptoras de radio y una serie de centrales telefónicas de conmutación de 1er y 5to nivel (MSC y BSC respectivamente).

a) Estaciones Móviles

Es el equipo electrónico que permite a un abonado hacer o recibir llamadas, está compuesto por: un transceiver, circuitería de control, fuente de alimentación, transmisor/receptor, antena.

b) Estaciones Base (BTS)

Es la estación central dentro de una celda, consiste de varios transmisores y receptores que de forma simultánea manejan comunicaciones full dúplex, realiza el enlace de Radio frecuencia a los terminales celulares, transmite información entre la celda y la MSC, monitorea la comunicación de los abonados.

c) Estación de Control y Conmutación (MSC)

La MSC coordina las actividades de todas las estaciones base y conecta todo el sistema celular a la PSTN (Public Switched Telephone Network). El MSC conecta a todos los dispositivos móviles a la PSTN, y por ende hace las conexiones entre estaciones móviles y usuarios fijos de la PSTN.

d) Radio Canales

Se entiende por Radio Canal al par de frecuencias portadoras más un time slot, que van a servir como canales de tráfico en una comunicación.

e) CAI (Common Air Interface)

La interfaz común para el enlace radio eléctrico, es quien define la comunicación entre la estación base y las unidades móviles. Se especifican cuatro tipos de canales diferentes: **FVC**, **RVC**, **FCC**, **RCC**.

FVC (Forward Voice Channels), para transmisión de voz desde la estación base hacia los móviles.

RVC (Reverse Voice Channels), para transmisión de voz desde los móviles hacia la estación base.

FCC (Forward Control Channels) y **RCC** (Reverse Control Channels) son los responsables por iniciar las llamadas y sirven como beacons que difunden continuamente los pedidos de tráfico para todos los móviles en el sistema.

f) El Roaming

Servicio que permite operar en áreas de servicio diferentes a las cuales los abonados están originalmente suscritos.

Cuando un móvil ingresa a una ciudad o área geográfica que es diferente al área de servicio original contratada, se registra como un roamer (errante) en la nueva área de servicio.

C. EL SERVICIO DE VIDEO-LLAMADA

Básicamente una llamada de video es un servicio que permite llamar a otro usuario y que ambos puedan verse mutuamente, también se puede decir que es una prestación que brindan las operadoras de telefonía celular, aunque no solo estas empresas brindan este servicio; resumiendo, la video-llamada es el envío y recepción de imágenes y audio en tiempo real entre 2 terminales.

D. TECNOLOGÍAS DE ACCESO CELULAR

Existen tres tecnologías comúnmente usadas para transmitir información en las redes celulares. Las primeras partes de los nombres de las tres tecnologías (Acceso múltiple) significan que más de un usuario puede usar cada celda.

1) FDMA (Acceso múltiple por división de frecuencia)

Esta tecnología es mayormente utilizada para la transmisión analógica y no recomendada para transmisiones digitales (aun cuando es capaz de llevar información digital), su labor está en separar el espectro en distintos canales de voz, al separar el ancho de banda en pedazos uniformes.

1) CDMA (Acceso múltiple por división de código)

En esta tecnología es posible comprimir entre 8 y 10 llamadas digitales para que estas ocupen el mismo espacio que ocuparía una sola llamada en el sistema analógico. Varias llamadas son sobrepuestas en el canal y cada una tiene un código de secuencia único.

1) TDMA (Acceso múltiple por división de tiempo)

Es una tecnología que establece un protocolo inalámbrico, permitiendo acceso a una misma frecuencia de radio, y así a un gran número de usuarios; dividiendo y enviando los datos a diferente tiempo (un tercio).

E. EVOLUCIÓN DE LA TELEFONÍA MÓVIL

1) Generación cero (0G)

Esta generación representa la telefonía móvil previa a la era celular, naciendo con sistemas vía radio con señal analógica, que utilizaban inicialmente Amplitud Modulada y Frecuencia Modulada, el servicio se daba en las bandas de HF y VHF. Estos dispositivos móviles eran enormes y pesados, usualmente colocados en vehículos.

2) Primera generación (1G)

Apareciendo en los años 80, caracterizándose por ser analógica y para comunicaciones solo de voz sobre conmutación de circuitos, en esta generación los teléfonos eran basados en redes celulares con muchas estaciones base.

La calidad de los enlaces de voz era pésima, en cuanto al handoff era muy impreciso por su baja capacidad, con sistemas basados en FDMA. Con respecto a la seguridad, no existían las medidas preventivas.

La tecnología predominante de esta generación es AMPS (Advanced Mobile Phone System) operaba en 800MHz, ofreciendo un servicio de datos llamado CDPD (Cellular Digital Packet Data), después aparecieron tecnologías como NMT (Nordic Mobile Telephone) y TACS (Total Access Communications System).

3) Segunda generación (2G)

Apareciendo a finales de los 80's, generación basada en conmutación de circuitos, con mayor nivel de seguridad, ayudando a que la telefonía sea más rápida y avanzada en las redes.

La primera llamada digital entre teléfonos celulares fue realizada en Estados Unidos en 1990, y un año después se instaló la primera red GSM en Europa.

En 2G se utiliza protocolos de codificación y encriptación más sofisticados que soportan altas velocidades para transmisión de voz, por dicha razón son los usados en la actualidad.

Las tecnologías y estándares predominantes son: GSM, IS-136 basada en TDMA, CDMAOne (basada en CDMA con velocidades de 9.6 Kbps), y PDC (Personal Digital Communications).

En esta generación se pueden ofrecer servicios como: datos, fax y SMS (Short Message Service).

4) Generación de transición (2.5G)

GSM cumplía con todos sus objetivos, pero sólo ofrecía un servicio de voz o datos de baja velocidad (9.6 Kbps) y el mercado requería servicios multimedia.

La aplicación **GPRS** (General Packet Radio Service) desarrollado para el sistema **GSM** fue de los primeros en ser visto, provee transferencia de datos con velocidades de 57,5 Kbps hasta 115,2 Kbps usando canales **TDMA** (no utilizados en la red **GSM**).

Luego se desarrolló **EDGE** (Enhanced Data Rates for GSM of Evolution), que básicamente es el sistema **GPRS** con un nuevo esquema de modulación de frecuencia.

5) Tercera generación (3G)

En 3G nace de la necesidad de aumentar la capacidad de transmisión de datos para poder ofrecer servicios como: acceso a Internet en movilidad desde el móvil, videoconferencia, televisión, descarga de archivos y aplicaciones multimedia.

UMTS es una tecnología considerada una mejora sustancial de GPRS, basada en Protocolo W-CDMA (Wideband CDMA) que da soporte a voz y datos en paquetes y entrega velocidades de datos de hasta 1.2Mbps.

TD-SCDMA (Time Division - Synchronous Code Division Multiple Access) es una combinación de las técnicas TDMA y CDMA, su mayor ventaja es que permite inter-operar con redes 2G. En CDMA-2000 se utiliza la misma tecnología y espectro que CDMAOne.

Características:

- Mayor eficiencia y capacidad.
- Nuevos servicios, como la conexión de PCs a través de redes móviles y aplicaciones multimedia.
- Ancho de banda adaptable a las necesidades de las aplicaciones.
- Mayor flexibilidad de múltiples estándares.
- Itinerancia entre redes basadas en estándares distintos.
- Integración de las redes satélite y de acceso fijo inalámbrico en las propias redes celulares.
- Mayor velocidad de acceso, de hasta 384 Kbps para comunicaciones móviles y de 2 Mbps para accesos fijos.

6) Generación 3.5G

El término **3.5G** se emplea para referirse a las nuevas versiones del estándar **UMTS**, que ofrecen mejoras en la capacidad, rendimiento y eficiencia con respecto a la primera versión.

La versión más moderna de **UMTS** se conoce como **HSDPA** (High Speed Downlink Packet Access) que permite alcanzar velocidades de descarga de información desde los 2.0 Mbps. La evolución de **UMTS** hacia la **4G** de comunicaciones móviles se denomina **LTE** (Long Term Evolution).

7) Cuarta generación (4G)

La generación de Red celular digital multimedia **4G** estará basada totalmente en protocolo **IP** (Internet Protocol), es la evolución tecnológica que ofrece al usuario de telefonía móvil un mayor ancho de banda que permitirá la recepción de televisión en Alta Definición.

La **4G** no es una tecnología o estándar definido, sino una colección de tecnologías y protocolos para permitir el máximo rendimiento de procesamiento con la red inalámbrica más barata.

La visión lineal contempla el desarrollo de redes 4G que ofrecen velocidades de acceso superiores a los 100Mbps en movimiento y 1Gbps. en reposo, en enlace descendente y 50Mbps en enlace ascendente (con un ancho de banda en ambos sentidos de 20Mhz), manteniendo una calidad de servicio (QoS) de punta a punta (end-to-end) de alta seguridad para permitir ofrecer servicios de cualquier clase en cualquier momento, en cualquier lugar, con el mínimo costo posible.

El concepto de **4G** incluye técnicas de avanzado rendimiento radio como **MIMO** y **OFDM**.

F. SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN DTMF

Existen dos formas de enviar a la estación de control y conmutación (**MSC**) la información de los dígitos marcados en un teléfono, las mismas que son: por pulsos y por tonos. En el primer caso, el marcador genera una serie de pulsos a través de la línea, mientras que en el segundo caso el marcador produce tonos de dos frecuencias.

El número marcado se identifica en la **MSC** contando los pulsos o decodificando los tonos. El método de tonos se conoce técnicamente como señalización **DTMF**, este método de señalización **DTMF** utiliza 16 combinaciones distintas de frecuencias de audio, comprendidas dentro de la llamada banda de frecuencia de voz (300Hz a 3KHz).

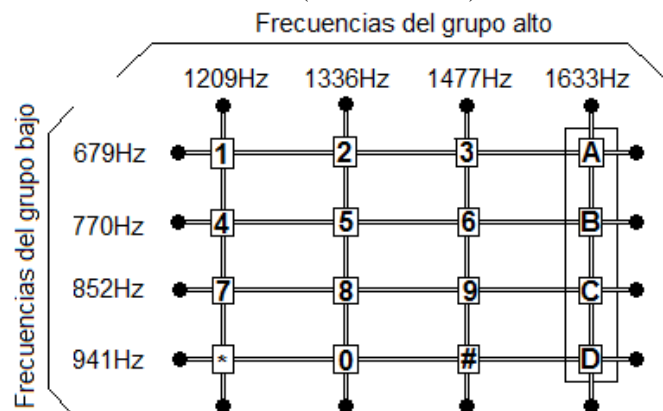


Figura 1. Frecuencias del sistema DTMF

Cada una de estas combinaciones consta de dos señales senoidales: una combinación del grupo bajo de frecuencias (697Hz, 770Hz, 852Hz y 941Hz) y otra de un grupo alto (1209Hz, 1336Hz, 1477Hz y 1633Hz). En la **Figura 1**. se muestra la matriz de frecuencias de un teclado marcador de tonos.

1) El decodificador de tonos MT8870

Este integrado recibe los tonos **DTMF** y entrega en sus salidas Q1-Q4 el código binario que corresponde a la tecla que lo produce. Además, tiene un pin que genera un pulso positivo cada vez que recibe un tono válido (**StD**).

En la Tabla 1 se muestra un resumen de funciones de los pines que entrega del decodificador de tonos MT8870, según el tono recibido y según la configuración de sus pines de control.

TABLA 1
DESCRIPCIÓN DE PINES DEL DECODIFICADOR MT8870

# Pines	Abreviatura	Descripción
1	IN+	Entrada de señal no invertida.
2	IN-	Entrada de señal invertida.
3	GS	Ajuste de ganancia.
4	Vref	Es una salida con un voltaje igual a la mitad de la fuente.
5	INH	Un lógico alto en este pin prohíbe la detección de los tonos correspondientes a las teclas A, B, C y D
6	PWDN	Un lógico alto en este pin pone el dispositivo en modo de bajo consumo.
7	OSC1	Reloj. Conexión del cristal de 3,579545 MHz.
8	OSC2	Reloj.
9	Vss	GND.
10	TOE	Un lógico bajo en este pin pone las salidas en alta impedancia. Un lógico alto las habilita.
11-14	Q1-Q4	Data output: Salida de datos. Mantiene memorizado el último código recibido.
15	StD	Genera un pulso alto cuando recibe un tono válido y la salida actualiza el código recibido.
16	ESst	Presenta un lógico alto cuando detecta un tono válido.
17	St/GT	Ajusta el nivel de sensibilidad
18	Vdd	Fuente positiva entre 2,7 y 3,6 voltios

Funciones de los pines que entrega del decodificador de tonos MT8870

Dentro de sus principales características se encuentran:

- Opera con fuente de alimentación entre 2.7 a 3.6 Voltios.
- Recepción de todos los tonos DTMF.
- Bajo consumo de potencia
- Requiere de muy pocos elementos externos
- Posee latch en las líneas de salida

2) El codificador de tonos y pulsos HM9102

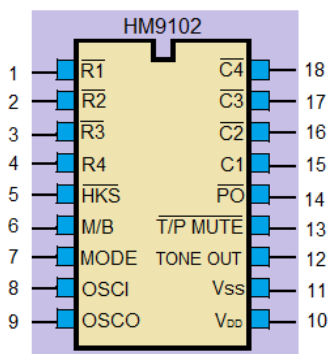


Figura 2. Pines del codificador de tonos HM9102

Este generador de tonos tiene como función especial la de generar tonos **DTMF** al momento de cortocircuitar cualquiera de sus pines R1-R4 con sus pines C1-C4 (como se muestra en la **Figura 2**) y con una configuración Tone/out podemos obtener un tono específico por ejemplo si unimos el pin2 (R2) con el pin16 (C2) obtendremos el tono equivalente a pulsar la **tecla 5**.

G.LOS MICROCONTROLADORES

El estudio del micro-controlador ha ido tomado mayor auge y desarrollo en la actualidad, siendo una de las ramas de la electrónica más importantes y prometedoras.

Estos integrados presentan grandes ventajas al momento de desarrollar sistemas embebidos, sobre todo presentan grandes ventajas en lo que se refiere al precio, tamaño, software de desarrollo, entre otras.

1) MICRO-CONTROLADOR [2]

Este integrado es empleado para controlar el funcionamiento de una tarea determinada, se lo cataloga como un circuito programable que contiene todos los componentes de un computador y debido a su reducido tamaño, suele ir incorporado en el propio dispositivo que lo administra.

2) EL MICRO-CONTROLADOR PIC16F887

Este **PIC** está diseñado con base en una memoria flash mejorada de 8 bits con tecnología nano Watt. Tiene un **CPU** de alto rendimiento con 35 instrucciones para aprender, opera con oscilador de entrada de 20MHz y el ciclo de instrucción de 200ns, capacidad de interrupción, pila de 8 niveles, y con modos de direccionamiento: directo, indirecto y relativo.

a) Características generales del PIC16F887

- Oscilador interno preciso
- Modo de Sleep en ahorro de energía
- Ancho operativo de rango de voltaje de 2.0V-5.5V
- Rango de temperatura Industrial y Extendido
- Power on Reset (POR)
- Power up Timer (PWRT)
- Brown-out Reset (BOR) con opción de control por software
- Mejorado Watchdog Timer (WDT) de corriente baja.
- Master clear multiplexado con pull-up/input pin
- Código de Protección programable
- Alta constancia de celdas Flash/EEPROM (con retención de 40 años)
- Lectura/Escritura de memoria del programa en tiempo de ejecución
- Depurador en circuito a bordo.

2. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO

A. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

La finalidad de este proyecto es la de monitorear una vivienda basándose en una conexión entre dos dispositivos móviles y usando la tecnología 3G o superior, como se muestra en la Figura 3, en dicha conexión intervienen un **dispositivo cliente** y un **dispositivo servidor**; el primero se encuentra en poder del usuario, mientras que el segundo se encuentra en la vivienda en posición tal que el lente de su cámara muestra un sector crítico en un rango de 180°.

Además del monitoreo este sistema permite al usuario encender o apagar 2 focos y 1 sirena con un teclado especial que deberá tener en su poder en el momento de la comunicación basado en el envío de tonos del sistema DTMF, mientras que el circuito principal retorna tonos al haber una acción y para verificar el estado de las 3 cargas y la activación del sistema.

La conexión entre los dos dispositivos se la realiza en dos modalidades: **Modo 1**) Desde el usuario hacia el prototipo (circuito de control), y **Modo 2**) Desde el prototipo hacia el usuario.

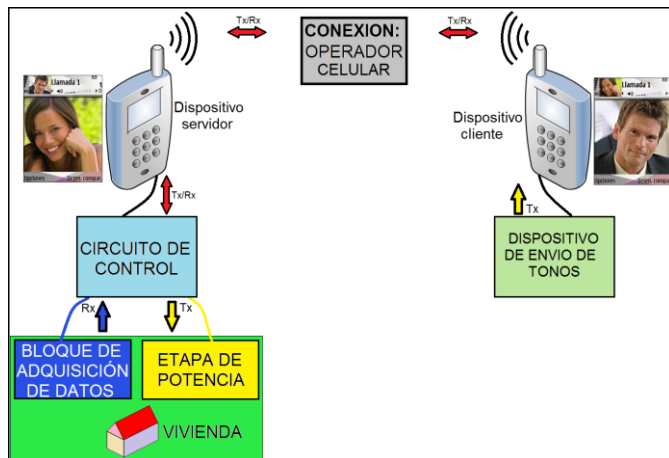


Figura 3. Diagrama general del hardware del sistema

1) MODO 1

En este modo el usuario se conecta con el circuito de control desde cualquier parte del mundo con la facilidad del roaming, con el uso de opto-acopladores se maneja 3 teclas del dispositivo servidor: **1)** Tecla terminación, **2)** Tecla marcación rápida, y **3)** Tecla habilitar envío de imagen en video-llamada).

También se utiliza un servomotor en la base del dispositivo servidor, manejado por el usuario con el envío de tonos, para monitorear ampliamente el lugar.

El dispositivo servidor tiene configurado 1 tono especial único (**primer aspecto de seguridad**) con la finalidad de que el micro-controlador reconozca que se trata de una llamada entrante de un usuario del sistema.

Cuando el usuario realiza una llamada de video se reproducirá este tono, el mismo que será recibido por el decodificador de tonos **MT8870** encargado de enviar datos binarios en lenguaje TTL hacia el micro-controlador, para proceder a la autenticación del usuario (**segundo aspecto de seguridad**) por medio de un programa basado en tomar una clave de ingreso y permitir el manejo de los dispositivos eléctricos.

Para la correcta comunicación con el circuito de control el usuario debe conectar un pequeño dispositivo llamado **"Dispositivo de envío de tonos"** conectado en lugar de un conocido **"manos libres"** en su móvil.

También se debe conectar al dispositivo de envío de tonos un par de audífonos para que el usuario pueda captar los tonos especiales de respuesta del circuito de control.

Una vez que el usuario se ha conectado al circuito de control y se ha aceptado el envío de imágenes, éste deberá ingresar la clave de acceso teniendo las siguientes opciones:

- Monitorear el lugar y ampliar la visibilidad con el uso de las teclas: 4, 5 y 6.
- Encender y apagar los 2 focos y la sirena con el uso de las teclas: "1" (Foco 1), "2" (Foco 2) y "3" (Sirena).
- Activar el sistema, escuchar el estado del sistema (**tonos especiales de respuesta**) o desactivar el sistema; con el uso de las teclas "7", "8" y "9" respectivamente.
- Editar la clave de acceso.
- Verificar el estado de las cargas eléctricas, y
- Terminar la comunicación.

2) MODO 2

En esta modalidad se tiene instalado varios captadores de eventos colocados en puntos estratégicos. En caso de activarse un captador, el circuito de control tendrá 2 funciones:

- Realizar una llamada telefónica al usuario, simulando la digitación de dos teclas, en esta opción el circuito de control unirá 2 pines específicos (por tecla) del dispositivo servidor, primeramente simulando la marcación de la tecla **terminación de llamada**, para tener el móvil en modo espera.

Luego se simula la marcación de la tecla con el número **"2"**, donde previamente debe estar configurada la marcación rápida con el número celular del usuario. En el momento que el usuario reciba la llamada del dispositivo servidor, éste la reconocerá y sabrá que se trata de una emergencia, entonces el usuario puede realizar cualquier **opción de acción** mencionado en el **"Modo 1"**, o en caso extremo deberá realizar una llamada telefónica a un vecino o a la policía.

- Cuando el circuito de control hace la llamada al usuario y transcurrido 53 segundos sin respuesta (tiempo iniciado tras la terminación de la llamada), éste procederá a la activación de la sirena que estará encendida hasta que el usuario se percate que recibió una llamada desde el circuito de control y la pueda desactivar al conectarse con el circuito.

B. REQUERIMIENTOS TECNOLÓGICOS

Para determinar los componentes involucrados en el sistema, a continuación se procede a mostrar los requerimientos de los dispositivos a utilizar.

Hardware requerido:

- Micro-controlador
- Codificador y decodificador de tonos
- Servomotor
- Detector Digital PIR
- Sensor Magnético
- Sirena

- Batería
- Dispositivos móviles
- Elementos varios

Software requerido:

- Sistema Operativo
- Editores de texto, audio y gráficos
- Compilador y editor de instrucciones
- Software grabador de micro-controladores
- Simulador de Electrónica

C. DISEÑO DEL HARDWARE DEL SISTEMA

El circuito de control es el cerebro de todo el sistema, porque es quien toma las decisiones precisas al momento de un evento, a este circuito se conecta físicamente los siguientes elementos:

- Sensores (**Bloque de adquisición de datos**)
- Focos y sirena (**Etapas de potencia**)
- Fuente y batería (**Fuente de alimentación**)
- Auricular y teclado del dispositivo servidor, servomotor que realiza el movimiento para el monitoreo (**Unidad de control**).

1) UNIDAD DE CONTROL

En los siguientes bloques se verá la conexión física de los diferentes periféricos con el micro-controlador como son: sensores, dispositivo servidor, servomotor, y dispositivos eléctricos.

El micro-controlador tiene acciones como: detectar cambios de estado en sus pines y actuar (sensores y recepción de tonos) o aplicar 5Voltios en ciertos pines de salida, para accionar cualquier elemento (**control de teclado, envío de tonos y control de dispositivos**).

La **Unidad de Control** está dividida en 5 Bloques que son:

- Bloque de adquisición de datos
- Módulo de envío y recepción de tonos
- Módulo control de teclado
- Módulo de Monitoreo
- Etapa de potencia.

a) Bloque de adquisición de datos

Esta parte del sistema de seguridad es donde los sensores se encargan de tomar los eventos que sucedan en cualquier momento en la vivienda, para luego enviar la información al micro-controlador, el cual posteriormente tomará acciones.

Los sensores conectados al circuito de control son: Un sensor detector de presencia (**PIR**) y dos sensores magnéticos.

En 3 pines del micro-controlador están conectadas resistencias en configuración Pull-up, de esta manera cuando el micro-controlador detecte un cambio de voltaje (de 5V a 0V) y mediante la marcación rápida el circuito llame al usuario, para confirmar que existe un intruso en la vivienda.

b) Módulo de envío y recepción de tonos

Este bloque es considerado el más importante, pues en la parte de software todo es manejado en base a la recepción de tonos DTMF, mientras que el envío de estos es un mecanismo de aviso sonoro al usuario del correcto manejo del sistema, e información del estado de las cargas.

Con respecto al diseño del hardware, en la placa principal se encuentran 3 integrados importantes: un codificador, un decodificador de tonos, y el PIC16F887, que se encuentran en una configuración básica.

Lo importante de este circuito es que el ingreso y salida de las señales de audio se encuentran borneras conocidas como "**Jack**", la representación de la conexión de los elementos principales como: el decodificador de tonos MT8870 y el ingreso de tono proveniente del pin 12 del codificador de tonos HM9102 (al hacer contacto entre dos pines de este) se muestra en la Figura 4.

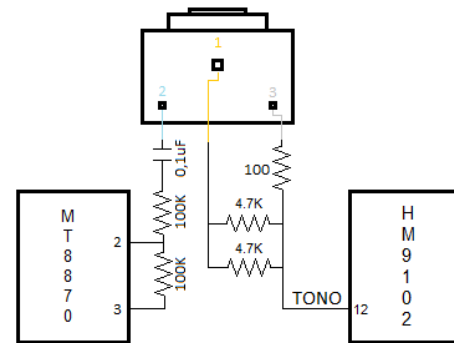


Figura 4. Conexión de pines del conector estéreo con el decodificador de tonos

c) Módulo control de teclado

Tras activarse un sensor, se realiza una llamada telefónica al usuario para notificarle que ocurrió un evento, es entonces cuando el circuito de control simula la marcación rápida (haciendo uso de la electrónica).

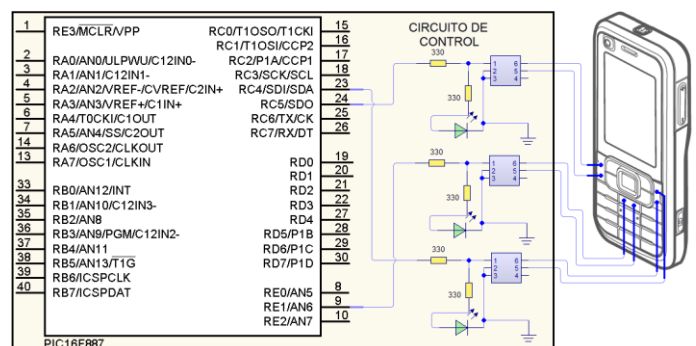


Figura 5. Esquemático de control de teclado

En la **Figura 5** se muestra las conexiones, al momento que el micro-controlador envía un 1 lógico a los pines 9, 23 o 24, el voltaje aplicado es representado por el encendido de un LED, donde a su vez entrará en funcionamiento el optoacoplador cerrando y luego abriendo un circuito.

Cabe resaltar que el circuito tiene las siguientes acciones:

- Simular la pulsación de la tecla colgar.
- Simular pulsación de la tecla “2”.
- Hacer parpadear un LED en la placa hasta que el usuario se conecte, ingrese la clave correcta.
- Simular la digitación de la Tecla “Terminar” después de 20 segundos, con la intención de no gastar saldo en caso que el usuario no se percató de que recibió una llamada.

El pin 24 controla la tecla de “Tecla de selección (izquierda)”, siendo utilizada cuando el circuito de control aceptó una conexión entrante, de tal forma el dispositivo servidor está en obligación de enviar imagen al dispositivo cliente y por ende al usuario.

d) Módulo de Monitoreo

Este módulo está basado en el manejo del servomotor por parte del circuito de control, el mismo que es utilizado para mover el dispositivo servidor en un rango máximo de 180°, logrando tener una amplia vista del lugar en el momento que el usuario realice una llamada de video.

En la **Figura 6** se muestra la conexión entre servomotor y circuito de control, donde también se encuentra el dispositivo servidor con su fuente de alimentación.

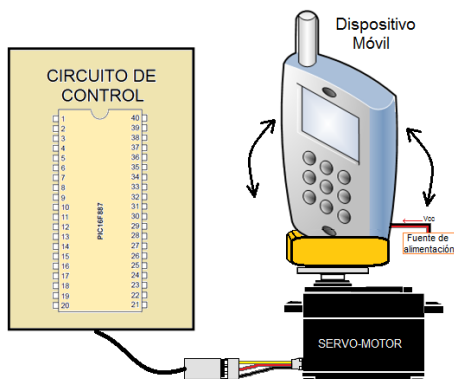


Figura 6. Diagrama de conexión del servomotor

e) Etapa de potencia

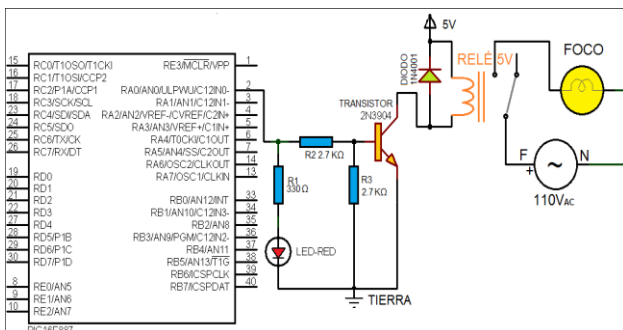


Figura 7. Esquemático de conexión de una carga

En el manejo del circuito de control, las instrucciones son binarias y tenues, en esta etapa los datos entregados por el micro-controlador deben ser magnificados o manejados con niveles de voltaje que los dispositivos eléctricos necesitan, es decir niveles de 110/120 Voltios de corriente alterna.

En este circuito se conecta 2 focos y una sirena en los pines 2, 3 y 4 (A0, A1 y A2) del micro-controlador, en la **Figura 7** se muestra el esquemático de una carga conectada en el pin A0 del circuito de potencia, el que consta de:

- Una resistencia y un LED, y
- Una conexión de 2 resistencias (2.7KΩ), un transistor 2N3904 y un diodo, para el accionamiento del relé.

2) FUENTE DE ALIMENTACIÓN

Dado que solo se requiere de 5Vcc para alimentar los componentes electrónicos, se buscó un regulador para reducir el voltaje, llegando a ocupar el regulador de voltaje KA7805. Por otro lado, tratándose de un sistema de seguridad se incluye una batería adicional, para que el sistema siga funcionando en caso de que la fuente principal sea desconectada.

Se utiliza una fuente de alimentación de 9Vcc con 500mA en su salida porque el voltaje necesario debe ser igual o superior al voltaje de la batería de respaldo; a su vez, la corriente que consume el circuito del prototipo no supera los 230mA.

De igual forma, por razones de consumo de corriente se decidió utilizar una batería de respaldo de 6Vcc, el tiempo de descarga de esta es mayor y beneficioso para el circuito en general.

El circuito que permite acoplar y coordinar la alimentación del sistema desde las dos baterías se muestra en la **Figura 8**.

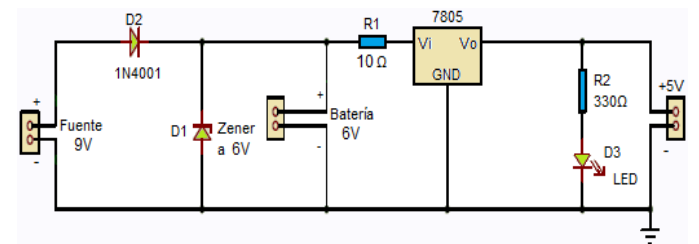


Figura 8. Esquemático de fuente y batería de respaldo

3) DISPOSITIVO DE ENVÍO DE TONOS

Se decidió realizar este circuito en vista que al realizar una llamada todos los dispositivos móviles tienen la opción de enviar tonos por medio de la digitación de sus teclas o la opción “envío de tonos DTMF”, pero al momento de realizar llamada de video la conexión se la hace en un canal distinto al de una llamada común, donde no existe ninguna opción de enviar tonos, y como se sabe el envío de dichos tonos es la base de la comunicación entre el circuito de control y el usuario.

Este circuito simula la conexión de un dispositivo conocido como “manos libres”, con la intención de conectar audífonos (para escuchar los tonos de respuesta que envíe el circuito de control) pero en la parte del micrófono está un circuito conformado por: el codificador de tonos **HM9102**, un teclado de 3X4, una batería de 3Vcc y un switch para encendido/apagado del circuito, como se muestra en **Figura 9**.

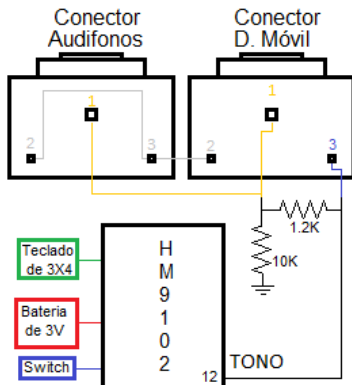


Figura 9. Diagrama del dispositivo de envío de tonos

D. DISEÑO DEL SOFTWARE DEL SISTEMA

El micro-controlador tiene acciones como: detectar cambios de estado en sus pines, y actuar aplicando un “1 lógico” en sus pines de salida para accionar cualquier elemento, pero la parte esencial y especial, son los cálculos, funciones y lógica que procesa el micro-controlador en su interior.

A continuación se explica la parte del programa principal según las instrucciones grabadas en su interior, con la ayuda de un diagrama de flujo.

1) INICIO DEL PROGRAMA

La inicialización correcta de todos los elementos trae buenos resultados, por ende esta es la parte más importante. A continuación se explica la actividad que realiza el micro-controlador.

Al iniciar el programa se procede con la carga de la librería que ayuda a manejar al micro-controlador (16F887.h), continuando con la configuración de los fusibles, o sea la configuración del oscilador, protección de código, master clear, watchdog, etc.

Al entrar al programa principal o “main” se configura las entradas y salidas de los puertos, una parte interesante es la configuración del Timer0 y del Timer1. Los Timers son usados como temporizadores, también se configura la interrupción externa que trabaja en configuración de High-to-Low; luego se procede con la lectura de la memoria EEPROM, donde se encuentra la información del estado anterior de las cargas y cargarla en el puerto “a”, donde se encuentran conectadas las cargas.

Luego se procede con el movimiento del servomotor hacia una posición central (subprograma “MoverCentro”), también es importante la habilitación de la interrupción externa. Por último e importante se tiene el bucle infinito; donde se espera una acción de los sensores o la activación del sistema, ya sea por medio del switch (ubicado en la caja del prototipo) o de forma remota; la activación del sistema está acompañado del parpadeo de un LED.

Para mayor entendimiento acerca de la lógica del funcionamiento general, en la **Figura 10** se muestra el diagrama de flujo de lo explicado anteriormente.

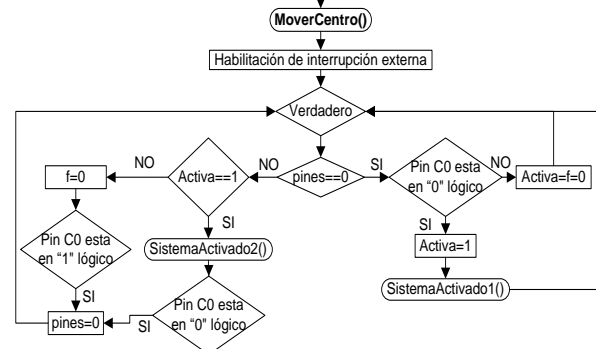
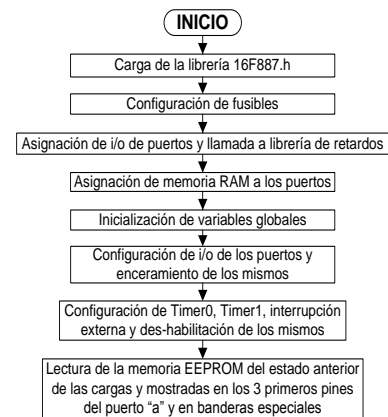


Figura 10. Diagrama de flujo del Inicio del programa

Los demás subprogramas es código repetido y reutilizado, por lo que no se le va a dar mucha importancia en este resumen.

E. IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO

En este proyecto se ha diseñado 2 placas: circuito de control y dispositivo de envío de tonos, se ha diseñado las pistas del circuito impreso, utilizando la herramienta ARES de PROTEUS 7 PROFESIONAL, como ejemplo de lo dicho se muestra la **Figura 11**.

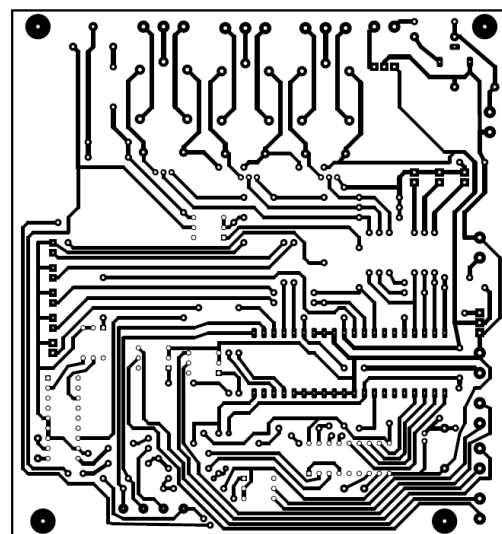


Figura 11. Pistas del circuito de control

Mediante la misma herramienta informática, se puede apreciar (en vista 3D) el montaje de todos los elementos en la **Figura 12**.

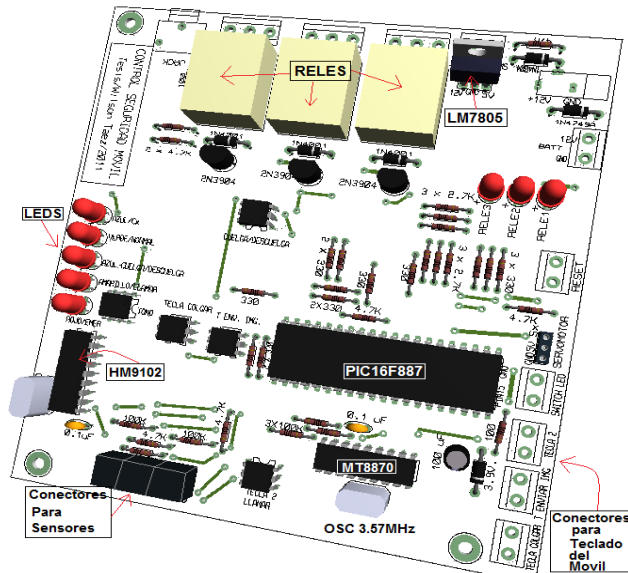


Figura 12. Vista en 3D de la ubicación de elementos en la placa principal

Para finalizar, se ha llegado a explicar el inicio del programa principal que ejecuta el micro-controlador, basado en las líneas de código grabado en su memoria ROM, también se ha logrado ver el diseño de las pistas de la placa del circuito de control.

3. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

A. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

Los elementos de control y mando son: la **unidad de control** y el **dispositivo de envío de tonos** respectivamente, los cuales en conjunto con el dispositivo servidor, sensores, elementos eléctricos, servomotor y cableado brindan confiabilidad al sistema.

1) MONTAJE DEL PROTOTIPO

En vista que se tiene un circuito que trabaja con: frecuencias especiales, corriente continua y bajos voltajes, se ha decidido construir una **caja metálica** para opacar los efectos de ondas electromagnéticas del exterior.

Las dimensiones de la placa del prototipo es de 14.8cm de largo x 13.8cm de ancho, dentro de la caja a diseñar deben encontrarse: el prototipo, fuente de alimentación, la batería de respaldo, conectores y cables, por lo que se ha previsto diseñar una caja con las siguientes dimensiones:

- Largo: 15 cm
- Ancho: 14 cm
- Altura: 8.5 cm

En ayuda al reciclaje y para mayor rentabilidad el sistema, se utiliza una caja de fuente de poder de computador dañada.

2) INSTALACIÓN DE PERIFÉRICOS

En esta sección se encuentra la parte de la instalación del sensor de movimiento, sensor magnético, focos y sirena. Al tratar con estos elementos se debe tomar en cuenta que se maneja: altos voltajes y corriente alterna, de tal forma la instalación y tratamiento de estos deben llevarse de la mejor forma y cuidado.

a) Sensores

El sensor debe tener una respuesta de accionamiento parecida a la de un relé (abrir/cerrar un circuito), teniendo en cuenta que el circuito que cierra no debe tener voltajes externos, como ciertos sensores si lo tienen.

La alimentación del sensor PIR es independiente del voltaje de alimentación del prototipo. Así, en la conexión de los sensores se utiliza cable multipar hasta llegar al prototipo. El sensor magnético solo tiene un par de cables que van directamente conectados sin fuente de alimentación.

Estos sensores deben ser conectados de tal forma que: un hilo de cada par de cada sensor se una en 1 pin común y los 3 hilos restantes (un hilo por sensor) a 3 pines distintos del módulo principal, como se muestra en la **Figura 13**.

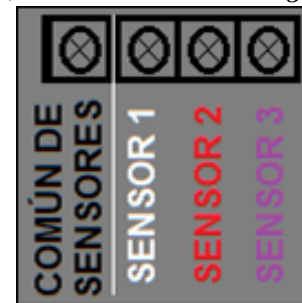


Figura 13. Conexión de los sensores en la caja metálica

b) Dispositivos eléctricos

Tanto los 2 Focos como la sirena pertenecen a la **Etapa de potencia**, por ende al momento de conectar, es recomendable desconectar la entrada de energía eléctrica, moviendo el switch del magneto-térmico o interruptor general de la vivienda que debe encontrarse en la acometida eléctrica de la vivienda.

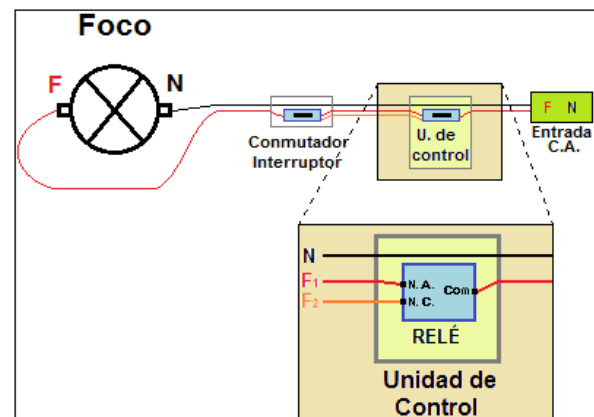


Figura 14. Conexión de un foco con el Prototipo

En vista que los 3 pines de salida del módulo principal están configurados como conmutadores, los antiguos interruptores simples de los 2 focos deben ser reemplazados por 2 conmutadores eléctricos cada uno, y conectarse como se muestra en la **Figura 14**.

Conexión en la caja metálica: de los tres cables que salen del módulo principal NA (normalmente abierto), C (común) y NC (normalmente cerrado); el NA y NC del módulo se conectan al NA y NC del conmutador respectivamente, mientras que el común ira empatado con uno de los 2 hilos del anterior interruptor y el otro hilo de este interruptor ira al común del conmutador.



Figura 15. Conexión de los dispositivos eléctricos en la caja metálica

c) Instalación del dispositivo servidor

Un elemento que viene incluido en el dispositivo servidor es una pequeña base de madera, diseñada con 2 ejes variables (Véase Figura 16) para fácil colocación frente al sitio a monitorear; también tiene a un extremo un servomotor donde se sienta el dispositivo servidor y al otro extremo un metal empotrado a la pared.

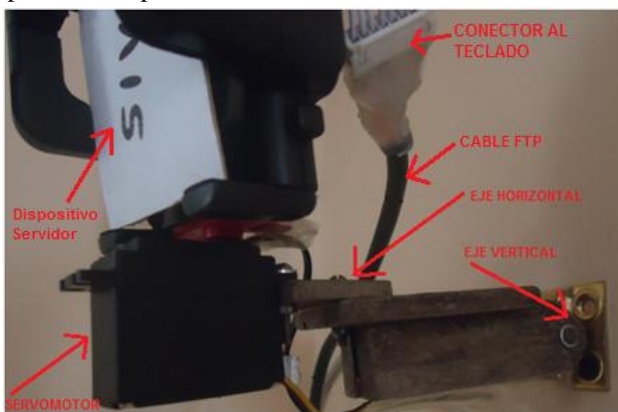


Figura 16. Base y servomotor del dispositivo servidor

Con respecto a la conexión, desde el prototipo hasta este dispositivo deben llegar los siguientes hilos con sus respectivos conectores:

- Un conector de 6 hilos con el cable FTP (para manejar el teclado del dispositivo servidor), y
- Un cable UTP de 8 hilos.

B. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

1) PRUEBAS DE HARDWARE

Mediante las pruebas realizadas al proyecto, se pretende verificar el funcionamiento de los dispositivos del sistema y conocer que los circuitos están bien diseñados para evitar fallas futuras y proponer mejoras, sí el caso lo amerita.

En esta sección se verificará los voltajes aplicados y las corrientes que consumen los elementos electrónicos de los 2

circuitos principales, además se intenta conocer si existe un aumento de la temperatura nominal de los elementos electrónicos por una mala alimentación de energía.

La finalidad de esta prueba es la de descartar problemas de alimentación de los componentes electrónicos, además de conocer el tiempo de descarga de las baterías.

a) Voltaje aplicado y corriente en los elementos

-- Medición de voltajes aplicados

Se ha decidido hacer mediciones a la salida de las fuentes de alimentación (Fuente de entrada, baterías, LM7805 y los 2 diodos Zener) con el fin de verificar que estos están entregando los voltajes requeridos.

Se ha visto necesaria la verificación de los voltajes en los elementos principales del prototipo y del dispositivo de envío de tonos, como son: micro-controlador PIC16F887, decodificador de tonos MT8870, codificador de tonos HM9102, regulador de voltaje LM7805, fuente de alimentación, batería de respaldo, diodos zener para 3.6V y 6V., con la intención de verificar que se está aplicando el voltaje correcto a cada uno de estos elementos.

-- Medición de corrientes que pasan por los elementos

La corriente que ingresa al codificador de tonos del “**dispositivo de envío de tonos**” es mucho más baja que el codificador de tonos del “prototipo”, en vista que el consumo de energía es mucho menor.

b) Consumo de energía de la batería de respaldo

En esta prueba se trata de verificar cual es el tiempo de duración de la baterías de los dos circuitos (en condiciones normales, de emergencia y en durante una conexión), en ausencia de energía eléctrica o desconexión intencional por algún intruso en la vivienda. También se medirá el tiempo que toman en ser recargadas dichas baterías.

Para el estado de alerta se simulo la activación de los sensores en 3 ocasiones, mientras que para el estado de comunicación entre dispositivos se estableció comunicación entre dispositivos por 5 ocasiones con una duración de 4 minutos cada una, mientras que en el dispositivo de envío de tonos se realizó 20 pruebas con una duración de 4 minutos de uso del teclado.

El consumo de corriente en los 2 circuitos es bajo, por ende el tiempo de descarga es muy mínimo, siendo algo muy beneficioso para el rendimiento del sistema.

Es importante mencionar que en el dispositivo de envío de tonos se encuentra un switch para encendido y apagado, cuyo trabajo se basa en cortar la entrada de corriente al codificador de tonos.

c) Análisis de las pruebas de hardware

- Para las pruebas de voltaje aplicado y corriente en los elementos, se ha visto que las fuentes de alimentación brindan el voltaje y corriente adecuada hacia los elementos, debiendo trabajar de la mejor forma.

Al comparar los voltajes y corrientes ideales con respecto a los datos tomados, se concluye que no existe variación en el rango de trabajo.

-- La mayoría del tiempo los circuitos se encuentran en estado de reposo, por lo que los elementos no consumen demasiada energía eléctrica.

-- El tiempo de operación del prototipo con la batería de respaldo se mantiene hasta por 6 horas, y al adaptar al circuito de control la duración tiene un tiempo aceptable.

-- Una vez descargada la batería se la somete a un estado de recarga, el cual dura alrededor de 2 horas.

-- Para finalizar este análisis, al comparar las corrientes que atraviesan por los elementos con las corrientes ideales, se verifica que no existe un aumento, por concluyente tampoco existe un aumento en la temperatura de estos.

2) PRUEBAS DE SOFTWARE

a) Prueba de comunicación entre dispositivos móviles

En esta prueba se pretende probar la comunicación entre dispositivos y el tiempo de respuesta por parte del circuito de control. Para la muestra de comunicación se tiene un orden de eventos que son los siguientes:

- Timbrado de 13 segundos
- Contestación por parte del circuito de control
- Ingreso de clave de autenticación
- Manejo de dispositivos eléctricos
- Terminación de la comunicación.

Al momento de la prueba se obtuvo los siguientes tiempos:

TABLA 2
TIEMPOS EN LOS EVENTOS DEL CIRCUITO DE CONTROL

Evento	Tiempo (segundos)
TIMBRADO	13
CONTESTACIÓN (+ tonos de aviso)	1
INGRESO DE CLAVE (+tonos de aviso)	7
MANEJO DE DISPOSITIVOS (+tonos de aviso)	10 - 60
Terminación de la comunicación	2

En esta prueba se ha verificado que la comunicación entre los dispositivos existe tiempos precisos para un buen manejo y funcionamiento del sistema como se muestran en la **Tabla 2**, además se comprueba que la comunicación es muy buena.

b) Activación de sensores

En esta parte se verificará el tiempo que ocupa el circuito de control en un momento de emergencia (activación de sensores). En la **Tabla 3** se detallan los tiempos de estas pruebas.

TABLA 3
TIEMPOS EN EVENTOS Y ACCIONES DEL CIRCUITO DE CONTROL

Evento	Tiempo (segundos)
SIMULAR DIGITACIÓN DE TECLA TERMINACIÓN	1
SIMULAR DIGITACIÓN DE TECLA MARCACIÓN RÁPIDA	1
ENCENDER FOCO DEL LUGAR	1
ENCENDER LED DE EMERGENCIA	6

c) Análisis de las pruebas de software

-- Al analizar el tiempo que lleva iniciar una comunicación, ingresar la clave de autenticación, manejar los dispositivos y colgar. Se concluye que el tiempo es relativamente pequeño, brindando de esta manera efectividad en la comunicación.

-- Tras las pruebas entre circuito de control y teclado del dispositivo servidor, se confirmó que no existe ninguna falla en su comunicación, confirmando que el cable y las soldas están de la mejor forma.

4. ANÁLISIS Y COSTOS

En el presente capítulo se realizará un resumen del costo del diseño y elaboración del prototipo y dispositivo de envío de tonos, además del costo de instalación de todo el sistema.

Al analizar el ambiente en que se lleva todo el proyecto, se conoce que este es netamente comercial, por lo que se el proyecto se lo llamará "**Sistema de seguridad SIVISEV**".

A. COSTOS DEL SISTEMA "SIVISEV"

1) COSTOS DEL DISEÑO Y ELABORACIÓN DEL PROTOTIPO Y EL DISPOSITIVO DE ENVÍO DE TONOS

Para la elaboración de una placa que contiene al circuito de control y la etapa de potencia se necesita los siguientes elementos que se muestran en la **Tabla VII del ANEXO 2 del documento completo**.

Los elementos reutilizados del prototipo en el dispositivo de envío de tonos son: baquelita y espadines, los elementos con sus costos se muestran en la Tabla VIII del ANEXO 2 del documento completo.

El costo de un prototipo con todos los elementos necesarios para su funcionamiento es de 237.21 dólares, mientras que para el dispositivo de envío de tonos es de 16.23 dólares.

Al costo de materiales se le agrega el costo de diseño y construcción valorado en 30.00 y 30.00 dólares respectivamente, dando un total de **313.44 dólares**.

2) ELEMENTOS VARIOS DEL SISTEMA

En esta sección se detalla el costo de los elementos que intervienen en la instalación de todo el sistema, como: elementos conectados al prototipo y cableado.

Se utiliza 3 fuentes de alimentación para: el servomotor, sensor de movimiento y para la sirena. Uno de los elementos más utilizado es el cable flexible 20 AWG en vista que se necesita pasar 3 cables para cada conmutador.

El cable UTP es utilizado para las conexiones internas del prototipo alrededor de 1 metro, además de las conexiones con: sensores, servomotor, teclado y auricular del dispositivo servidor.

El costo de los elementos varios que se incluirían en el sistema es de **65.66 dólares**.

3) RESUMEN DE COSTOS DEL SISTEMA

El dispositivo cliente es elegido a gusto del usuario y puede variar de costo dependiendo de la disponibilidad económica del comprador.

El precio de venta al público del sistema de seguridad "SIVISEV" es de **519.10 DÓLARES**. Tal valor es calculado en base a la sumatoria del precio del prototipo y dispositivo de envío de tonos, más el costo del dispositivo cliente, el costo de los elementos varios y la instalación del todo el sistema (valorada en 50 dólares).

4) COSTOS DE OPERACIÓN

Los costos de operación son los gastos que debe desembolsar el cliente para mantener en constante operación el sistema, se lo ha calculado para el tiempo de un mes.

a) Cálculo para gasto de los dispositivos eléctricos

Los elementos que consumen energía eléctrica son: focos, sirena, prototipo, servomotor y sensor PIR. Para lo cual se ha hecho mediciones de las corrientes que atraviesan por estos elementos, y así calcular el consumo eléctrico total del sistema en un mes.

El dispositivo electrónico que más consume energía eléctrica es el prototipo asumiendo que estuviese conectado todo el tiempo y en base a la corriente que se calculó en las pruebas de hardware, la energía consumida de los dispositivos eléctricos es de **0.0410544 Kwh**, dando un costo mensual de **2.21 dólares mensuales**.

El paquete de servicio de video-llamada tiene 40 minutos disponibles, se contrata para un dispositivo móvil porque solo el usuario es quien necesita este servicio, ya que el dispositivo servidor solo tiene la opción de hacer una llamada normal al usuario en caso de emergencia.

En resumen, los costos de operación del sistema de seguridad "SIVISEV" son de **5.21 dólares**.

5) ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

El sistema SIVISEV ofrece muchos servicios a diferencia de otros sistemas. Prestaciones muy beneficiosas y económicas para el usuario.

a) Resumen de servicios brindados por el sistema SIVISEV

Monitoreo.- al momento que el usuario hace una video llamada este puede tener visibilidad de gran amplitud (hasta 180° de amplitud).

Activación remota de dispositivos eléctricos.- Con el envío

de tonos el sistema puede activar y desactivar focos (o cualquier dispositivo que entre en funcionamiento al cerrar un switch).

Activación remota del sistema.- Al acceder de forma remota también existe la opción de activar o desactivar el sistema con solo pulsar las teclas necesarias del móvil.

Control de Acceso al sistema.- Este sistema tiene dos tipos de seguridad con respecto al acceso, 1) Solo a ciertos usuarios se les permite tener comunicación con el sistema (circuito de control), y 2) Tras establecer comunicación, el usuario debe autenticarse digitando una clave de 3 dígitos (siendo la más importante).

Movimiento de cámara.- Este sistema también permite el movimiento de la cámara situada en el lugar a monitorizar.

Grabación de video.- Al hacer una video-llamada existe la opción de que el usuario pueda grabar lo que el otro dispositivo muestra.

Aviso de emergencia al usuario.- Al activarse un sensor el usuario es notificado mediante la recepción de una llamada telefónica hecha por el circuito de control.

Alerta a vecinos y ayuda policial.- Al existir una emergencia, los vecinos pueden ser alertados, al momento de oír la sirena que se encuentra en la vivienda, a su vez al enterarse de la emergencia el usuario puede llamar tanto a vecinos como a la policía (con retardo entre llamada).

Batería de respaldo.- Al mínimo corte de energía eléctrica, por cualquier motivo que sea, existe una batería de respaldo con una duración de entre 11 a 12 horas.

Aviso de alerta por sirena.- Al activarse cualquier sensor y no tener respuesta por parte del usuario, en un lapso de 15 segundos se enciende una sirena en el lugar vigilado, también puede ser accionada o no por el mismo usuario.

Se concluye que el presente sistema tiene un precio económico, además sus costos de operación son bajos, ofreciendo muchos servicios beneficiosos para él vendedor como para la comunidad.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A. CONCLUSIONES

-- Hasta la actual fecha, en el país solamente una operadora tiene la tecnología necesaria para realizar llamadas de video, por lo que el sistema se hace dependiente de esta.

-- En vista que se puede agregar más sensores y dispositivos eléctricos al prototipo, se verifica la flexibilidad del sistema de seguridad.

-- El sistema propuesto va dirigido a un segmento de mercado amplio, donde la opinión del beneficiario es muy importante, siendo valioso e importante para el diseño y elaboración del mismo, logrando brindar mejores servicios al usuario y comunidad.

-- Mediante las pruebas realizadas se muestra la confiabilidad del sistema “SIVISEV” para trabajar con elementos eléctricos y electrónicos.

-- Tomando en cuenta que la hipótesis del presente trabajo de grado trata acerca del manejo remoto de dispositivos eléctricos durante una video-llamada, y en base a las diferentes pruebas e investigaciones realizadas, se ha visto la opción de utilizar un pequeño circuito que envíe tonos, en vista que la tecnología que brinda la operadora no permite el envío de tonos DTMF durante una llamada de video.

B. RECOMENDACIONES

-- Al configurar el sistema haciendo uso del dispositivo servidor (envío de tonos no remoto), confirmar que los tonos del teclado están activados y principalmente que este en el volumen máximo, caso contrario el prototipo no lo reconocerá.

-- Al momento de la instalación del sistema revisar las conexiones al móvil y al prototipo, para evitar fallas posteriores; a su vez, se debe desconectar toda fuente de alimentación para evitar corto circuitos que puedan dañar cualquier parte del sistema.

-- Al instalar el cableado que conecta el teclado del dispositivo servidor con el prototipo, se debe utilizar cable FTP y conectar el hilo de tierra a un voltaje referencial, con la intención de evitar ruido externo que pueda interferir en el buen funcionamiento.

-- Este trabajo puede ser mejorado creando una interfaz con un computador, permitiendo la actualización del software del micro-controlador dando beneficios como: cambios de tiempos de activación del sistema, aumento o cambio de clave de ingreso, etc.; también se puede mejorar creando una interfaz USB con el dispositivo servidor, permitiendo cargar los números telefónicos a configurar, entre otras opciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Ashishrd. (s.f.). Abrir una puerta con una llamada telefónica. Recuperado el 29 de Diciembre de 2009, de <http://ashishrd.blogspot.com/2007/07/cell-phone-controlled-door-latch.html>
- [2] CASTAÑO WELGOS, J. A., ROBBY G., J. J., VARGAS, G., & GONZALEZ G., M. F. (2002). Curso práctico sobre MICROCONTROLADORES, Teoría, Programación, Diseño, Prácticas y Proyectos completos. CEKIT S.A.
- [3] COLLAHUAZO G., G. (2008). Sistemas basados en microcontroladores, guía del estudiante, Universidad Técnica del Norte - Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.
- [4] ILES RAMOS, G. (Mayo 2004). Análisis y diseño de sistemas robóticos. Ibarra.
- [5] Serrano, L. M. (s.f.). Avisador de Alarma Telemando GSM AG-1. Recuperado el 22 de Diciembre de 2009, de

- <http://perso.wanadoo.es/luism..serrano/AlarmaGSM/Alarma-Telemando.htm>
- [6] Webcindario. (s.f.). Alarma con teléfono móvil reciclado. Recuperado el 29 de Diciembre de 2009, de <http://repara-tu-mismo.webcindario.com/documentos/nuevo/ALARGSM.zip>
 - [7] Wikipedia. (s.f.). Concepto de Domótica. Recuperado el 28 de Diciembre de 2009, de <http://es.wikipedia.org/wiki/Domótica>
 - [8] Wikipedia. (s.f.). Marcación por tonos. Recuperado el 28 de Diciembre de 2009, de http://es.wikipedia.org/wiki/Marcaci%C3%B3n_por_tonos
 - [9] Wikitel. (n.d.). Comunicaciones Móviles. Retrieved 04 15, 2011, from http://es.wikitel.info/wiki/Categor%C3%ADa:Portal:Comunicaciones_M%C3%B3viles

System of Surveillance and Security for Housings Using the 3.5G Technology with Capacity of Video-Call and Remote Activation of Devices (October 2012)

W. Tález, *FICA-UTN*

Abstract - The objective of the present project is to offering security to a housing integrating systems of surveillance and security, based on the communication between two mobile devices with technology 3.5G and the control of electric devices in a remote way, by means of the reception and treatment of tones of the system DTMF (Dual Tone Multi-Frequency).

6. INTRODUCTION

A. CELLULAR TELEPHONY

THE cell phone is the result of many years of research and an investment of millions of dollars, allowing to start one of the most important revolutions in communication. It is also one of the most widely used communication systems, allowing talks with people located anywhere. The cell phone has been classified by generations, ranging from analog systems to digital systems different now (since 1995). The cell phone is a wireless telephone communication system.

1) History

In 1843 Michael Faraday gave a good foundation in the development of mobile telephony, with its research on the principles of electromagnetic waves. Then in the 1880s, Guglielmo Marconi is credited with the invention of radio.

In the mid-1940s, ideas were developed to allow the use of mobile phones using "cells" that identify a user at any point from where you will make the call. In the era predecessor to cell phones, few people who needed mobile communications made use of radio telephones in their cars.

In 1977 cell phones are made public, the city of Chicago was the first to start with 2000 customers. While the Americans were the forerunners of the technology, the first commercial systems appeared in Tokyo, Japan by NTT (Nippon Telegraph & Telephone Corp.) in 1979. In 1983, the AMPS is launched using frequency bands from 800MHz up to 900MHz and 30kHz of bandwidth for each channel as a fully automated telephone service. It is the first cellular standard in the world.

And in 1988 it created a standard called TDMA, and in 1996 it came to light the first commercial CDMA network in the United States. By 2003, more than 182 million Americans

are mobile phone users, 200,000 is the number of times a day when someone calls for help from a mobile phone.

B. BASIC FEATURES OF A CELLULAR TELEPHONE SYSTEM

1) Operation of the cellular telephone system

Cellular telephony is the combination of a network of stations transmitting-receiving stations and a series of switching exchanges 1st and 5th level (MSC and BSC respectively).

a) Mobile Stations

Is electronic equipment that allows a subscriber to make and receive calls, comprises: a transceiver, control circuitry, power supply, transmitter / receiver antenna.

b) Base Stations (BTS)

Is the central station within a cell, consisting of several transmitters and receivers simultaneously handles full duplex communication, performs radio frequency link to the mobile terminal, transmits information between the cell and the MSC monitors the communication of subscribers.

c) Management Station Control (MSC)

The MSC coordinates the activities of all base stations and connects the entire cellular system to the PSTN (Public Switched Telephone Network). The MSC connects all mobile devices to the PSTN, and therefore makes the connections between mobile stations and fixed users of the PSTN.

d) Radio Channels

Radio Channel means the pair of carrier frequencies over a time slot, which will serve as channels of communication traffic.

e) CAI (Common Air Interface)

The common interface for the radio link power, who defines the communication between the base station and mobile units. Identifies four different types of channels: **FVC, RVC, FCC, RCC.**

FVC (Forward Voice Channels), for voice transmission from the base station to the mobile.

RVC (Reverse Voice Channels), for voice transmission from the mobile to the base station.

FCC (Forward Control Channels) y **RCC** (Reverse Control Channels) are responsible for initiating calls and serve as beacons that continuously broadcast traffic orders for all phones in the system.

f) The Roaming

Service that can operate in different service areas to which the subscribers are originally subscribed.

When a mobile enters a city or geographic area that is different from the original service area contracted, is recorded as a roamer (wandering) in the new service area.

C. THE VIDEO-CALL SERVICE

Basically a video call is a service that allows you to call another user and you can both see each other, you can also say that it is a service offered by cellular operators, but not only these companies offer this service in short, the video -call is sending and receiving images and audio in real time between two terminals.

D. MOBILE ACCESS TECHNOLOGIES

There are three technologies commonly used to transmit information over cellular networks. The first parts of the names of the three technologies (Multiple Access) means that more than one user may use each cell.

1) FDMA (Frequency division multiple access)

This technology is mostly used for analog transmission and not recommended for digital transmissions (even though it is capable of carrying digital information), your job is to separate the spectrum into distinct voice channels by splitting the bandwidth into uniform pieces.

2) CDMA (Code division multiple access)

In this technology to compress 8 to 10 digital calls for these occupy the same space that would occupy a single call on the analog system. Multiple calls are overlaid on the channel, and each has a unique code sequence.

3) TDMA (Time division multiple access)

It is a technology that provides a wireless protocol, allowing access to the same radio frequency, and thus a large number of users; dividing and sending data at different times (third).

E. EVOLUTION OF MOBILE TELEPHONY

1) Generation Zero (0G)

This generation represents the pre-mobile phone era, being born with radio systems with analog, initially utilizing amplitude modulation and frequency modulation, the service was given in the HF and VHF bands. These mobile devices were huge and heavy, usually placed in vehicles.

2) 1st Generation (1G)

Appearing in the 80s, characterized by being analog and only voice communications on circuit switching, in this generation phones were based cellular networks with many base stations.

The quality was terrible voice links, in terms of handoff was very imprecise for its low capacity, FDMA based systems. With regard to safety, there were no preventive measures.

The predominant technology of this generation is AMPS (Advanced Mobile Phone System) operating at 800MHz, providing a data service called CDPD (Cellular Digital Packet Data), later appeared as technologies NMT (Nordic Mobile Telephone) and TACS (Total Access Communications System) .

3) 2nd Generation (2G)

Appearing in the late 80's, generation based on circuit switching, with greater security, helping faster telephony and advanced networks.

The first digital wireless phone call was made in the United States in 1990, and a year later when the first GSM network in Europe.

2G is used in coding and encryption protocols that support more sophisticated high speeds for voice transmission, for that reason are currently used.

The predominant technologies and standards: GSM, IS-136-based TDMA, cdmaOne (CDMA-based with speeds of 9.6 Kbps) and PDC (Personal Digital Communications).

In this generation can provide services such as data, fax and SMS (Short Message Service).

4) Generation of transition (2.5G)

GSM met all its objectives, but only provided a voice or data service low speed (9.6 Kbps) and multimedia services market required.

The application GPRS (General Packet Radio Service) developed for the GSM system was the first to be seen, provides data transfer speeds of 57.5 Kbps to 115.2 Kbps using TDMA channels (not used in the GSM network).

Then developed EDGE (Enhanced Data Rates for GSM of Evolution), which is basically the GPRS system with a new scheme for frequency modulation.

5) 3rd Generation (3G)

In 3G born from the need for increased data transmission capacity to offer services such as mobile Internet access from mobile, video, television, downloading files and multimedia applications.

UMTS technology is considered a substantial improvement GPRS Protocol based W-CDMA (Wideband CDMA) that supports voice and data packets and delivers data rates up to 1.2Mbps.

TD-SCDMA (Time Division - Synchronous Code Division Multiple Access) is a combination of TDMA and CDMA

techniques, its greatest advantage are that it allows interoperate with 2G networks. In CDMA-2000 uses the same technology and CDMAOne spectrum.

Features:

- Increased efficiency and capacity.
- New services, such as connecting PCs via mobile networks and multimedia applications.
- Bandwidth adaptable to the needs of the applications.
- Greater flexibility of multiple standards.
- Roaming between networks based on different standards.
- Integration of satellite networks and fixed wireless access in cellular networks themselves.
- Increased access speed, up to 384 Kbps for mobile and 2Mbps for fixed access.

6) 3.5G Generation

The 3.5G term is used to refer to new versions of the UMTS standard, offering improvements in capacity, performance and efficiency with respect to the first version.

The modern version is known as UMTS HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) that can achieve download speeds of 2.0 Mbps data from the evolution of UMTS to 4G mobile communications is called LTE (Long Term Evolution).

7) 4th Generation (4G)

The generation of multimedia digital cellular 4G network will be based entirely on IP (Internet Protocol), is the technological evolution that offers mobile users greater bandwidth will allow television reception in HD.

The 4G technology is not a standard or defined, but a collection of technologies and protocols to allow maximum throughput with the cheapest wireless network. The linear vision includes the development of 4G networks that offer access speeds in excess of 100Mbps and 1Gbps moving. at rest, in downlink and 50Mbps uplink (with a bandwidth of 20MHz in both directions), maintaining a quality of service (QoS) from end to end (end-to-end) to allow high security offer of any kind at anytime, anywhere, with the least possible cost.

The concept of 4G includes advanced performance techniques such as MIMO and OFDM Radio.

F. DTMF SIGNAGE SYSTEM

There are two ways to submit to the control and switching station (MSC) information digits dialed on a phone, they are: pulse and tone. In the first case, the marker generates a series of pulses via the line, while in the second case the marker produces two frequency tones.

The dialed number is identified in the MSC decoding counting pulses or tones. The method is technically called tones DTMF, DTMF signaling method uses 16 different combinations of audio frequencies, including within the call voice frequency band (300Hz to 3 kHz).

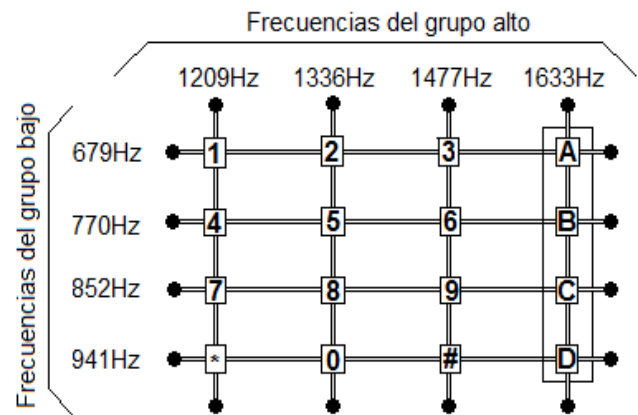


Figure 1. DTMF frequencies

Each of these combinations has two sinusoidal signals: a combination of low frequency group (697Hz, 770Hz, 852Hz and 941Hz) and one from a high group (1209Hz, 1336Hz, 1477Hz and 1633Hz). In Figure 1 shows the frequency matrix of a marker tone keypad.

1) The tone decoder MT8870

This IC receives the DTMF and delivery in Q1-Q4 outputs the binary code that corresponds to the key that produces it. It also has a pin that generates a positive pulse each time it receives a valid tone (StD).

TABLE 1
DESCRIPTION OF PINES DECODER MT8870

# Pines	Abbreviation	Description
1	IN+	Inverted input signal.
2	IN-	Inverted signal input.
3	GS	Gain adjustment.
4	Vref	Is an output with a voltage equal to half of the source.
5	INH	A logic high on this pin prohibits the detection of tones corresponding to keys A, B, C and D
6	PWDN	Logic high on this pin puts the device in low power mode.
7	OSC1	Watch. Connecting 3.579545 MHz crystal
8	OSC2	Clock.
9	Vss	GND.
10	TOE	A logic low at the pin sets the outputs at high impedance. A logic high enables them.
11-14	Q1-Q4	Data output: output data. Maintains memorized the last code received.
15	StD	Generates a high pulse when it receives a valid tone and output updates the code received.
16	ESst	Presents logic high when it detects a valid tone.
17	St/GT	Adjust the sensitivity level
18	Vdd	Source positive between 2.7 and 3.6 volts

Pin Functions delivering tone decoder MT8870

Table 1 shows a summary of features that delivers pin decoder MT8870 tones, depending on the tone received and the configuration of control pins.

Among its main features are:

- Operates with power supply between 2.7 to 3.6 Volts.
- Receiving all DTMF tones.
- Low power consumption
- Requires very few external components
- Has latched output lines

2) The tone and pulse encoder HM9102

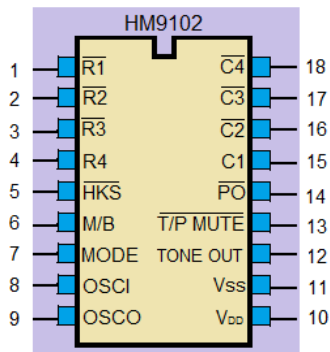


Figure 2. Pines tone encoder HM9102

This tone generator is special function to generate DTMF tones when shorting pin any of R1-R4 with C1-C4-pin (as shown in Figure 2) and Tone settings / out can obtain a tone specific for example if we join the pin2 (R2) with pin16 (C2) we get the tone equivalent to pressing the 5 key.

G. MICROCONTROLLERS

The study of micro-controller has taken greater height and development today, one of the branches of the major electronics and promising.

These integrated considerable advantages when developing embedded systems have great advantages especially in terms of price, size, and software development, among others.

1) MICROCONTROLLER [2]

This IC is used to control the operation of a particular task, it classifies as a programmable circuit that contains all the components of a computer and because of its small size, is usually built into the device that manages itself.

2) THE MICROCONTROLLER PIC16F887

This PIC is designed based on a flash memory of 8 bits enhanced nano Watt technology. It has a high performance CPU with 35 instructions to learn, operates with 20MHz oscillator input and 200ns instruction cycle, interrupt capability, 8-level stack, and addressing modes: direct, indirect and relative.

a) General features of the PIC16F887

- Internal oscillator must
- Sleep mode for energy saving
- Wide operating voltage range of 2.0V-5.5V
- Industrial Temperature Range and Extended
- Power on Reset (POR)
- Power up Timer (PWRT)
- Brown-out Reset (BOR) with software control option
- Enhanced Watchdog Timer (WDT) Low current.
- Master Clear pin multiplexing pull-up/input
- Programmable Code Protection
- Added cell record Flash / EEPROM (with retention of 40 years)
- Read / write program memory at runtime
- Debugger circuit board.

2. DESIGN AND IMPLEMENTATION OF PROTOTYPE

A. OPERATION OF SYSTEM

The aim of this project is to monitor a property based on a connection between two mobile devices using 3G or higher, as shown in Figure 3, in this connection involving a client device and a server device, the first in the possession of the user, while the latter is in position in the housing such that the camera lens shows a critical area in a range of 180 °.

In addition to monitoring the system allows the user to turn on or off 2 spotlights and 1 siren with a special keyboard to keep in his possession at the time of communication based on sending DTMF tones, while the main circuit returns tones have an action and to check the status of the three loads and system activation.

The connection between the two devices is performed in two modes: Mode 1) From the user to the prototype (control circuit), and Mode 2) From the prototype to the user.

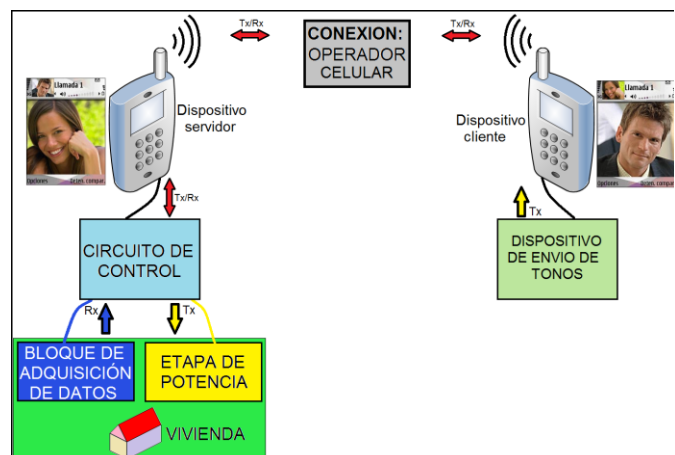


Figure 3. General diagram of the system hardware

1) MODE 1

In this way the user is connected to the control circuit from anywhere in the world with the roaming facility with the use of opto-couplers handled three server device keys: 1) termination key, 2) Touch key and 3) enable key picture sent in video call).

A servomotor is also used at the base of server device, operated by the user with sending tones to monitor the place widely.

The device server is configured only one special tone (first aspect of security) in order that the microcontroller recognizes that this is an incoming call from a system user.

When the user makes a video call this tone is played, it will be received by the tone decoder MT8870 responsible for sending binary data to the language TTL microcontroller to proceed with user authentication (second aspect of security) by means of a program based on making a key entry and allow handling of electrical devices.

For proper communication with the control circuit the user must connect a small device called "tones sending device" connected instead of a known "hands-free" in your mobile.

You must also connect the device to send a headphone tone to the user to capture the special tone control circuit response. Once the user has connected to the control circuit and has agreed to send images, it must enter the password to have the following options:

- Monitor and expand visibility location using the keys: 4, 5 and 6.
- Turn on and off the lights and siren 2 using the keys: "1" (Focus 1) "2" (Focus 2) and "3" (Siren).
- Activate the system, hear the system status (special toned response) or disable the system, using the keys "7", "8" and "9" respectively.
- Edit the password.
- Check the condition of the electrical charges, and
- Ending the call.

2) MODE 2

In this mode you have installed several sensors placed at strategic events. If a sensor is activated, the control circuit will have two functions:

-- Make a phone call to the user, mimicking the fingerings of two keys, this option will link the control circuit 2 pin specific (key) server device, simulating first dial call termination key to take the mobile in standby mode.

After dialing simulates the key with the number "2", this must be pre-configured speed dial phone number of the user.

At the time that you receive the call from the device server, it will recognize it and know that this is an emergency, then the user can perform any action option mentioned in the "Mode 1", or in extreme cases you must call phone a neighbor or the police.

-- When the control circuit to the calling user and 53 seconds elapsed without a response (time started after completion of the call), you proceed to the activation of the siren that will be displayed until the user noticing it received a call from the control circuit can disable connecting to the circuit.

B. TECHNOLOGY REQUIREMENTS

To determine the components involved in the system then proceeds to display requirements of the devices to use.

Hardware requirements:

- Micro-controller
- Tone encoder and decoder
- Servomotor
- Digital PIR Detector
- Magnetic Sensor
- Siren
- Battery
- Mobile Devices
- Miscellaneous Items

Software requirements:

- Operating System
- Text editors, audio and graphics
- Compiler and editor instructions
- Software recorder microcontrollers
- Electronic Simulator

C. HARDWARE DESIGN OF SYSTEM

The control circuit is the brain of the whole system, because the decision maker is accurate at the time of an event, this circuit is physically connected the following:

- Sensors (**block data acquisition**)
- Lights and siren (power)
- Power and battery (power supply)
- Handset and device keyboard server, which performs the movement servomotor for monitoring (control unit).

1) CONTROL UNIT

In the following blocks will be the physical connection of peripherals to the microcontroller such as: sensors, device server, servomotor, and electrical devices.

The micro-controller has actions like: detect state changes and act on their pins (sensors and receiving tones) or apply 5Voltios on certain output pins for driving anything (keyboard control, sending tones and device control).

The **Control Unit** is divided into five blocks that are:

- Data acquisition block
- Module sending and receiving tones
- Keyboard Control Module
- Monitoring Module
- Power stage.

a) Data acquisition block

This part of the security system is where the sensors are responsible for making the event happen at any time in the house, and then send the information to the microcontroller, which then take action.

Sensors connected to the control circuit are: A presence detector sensor (PIR) and two magnetic sensors.

In 3-pin micro-controller configuration resistors are connected pull-up, so when the micro-controller detects a change in voltage (5V to 0V) and by dialing circuit user call to confirm that there an intruder in the house.

b) Module sending and receiving tones

This block is considered the most important, because in the software everything is handled based on the reception of DTMF tones while sending these is an audible warning mechanism to correct user management system, and status information loads.

With regard to the hardware design in the main plate 3 are integrated important: an encoder, a tone decoder, and the PIC16F887, located in a basic configuration. The point of this circuit is that the input and output of audio signals terminal blocks are known as "Jack", the representation of the connection of the main elements as: tone decoder MT8870 tone and income from the pin 12 HM9102 tone encoder (to make contact between two pins of this) is shown in Figure 4.

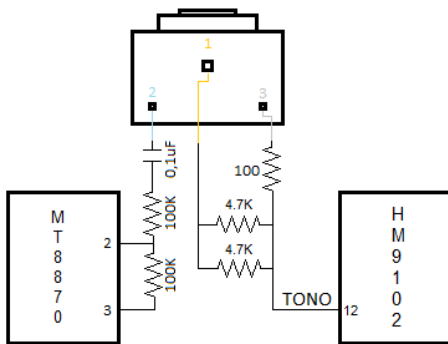


Figure 4. Connecting stereo connector pins with the tone decoder

c) Keyboard Control Module

After a sensor activated, it makes a phone call to notify the user that an event occurred, which is when the control circuit simulates dialing (using electronics).

Figure 5 shows the connections when the micro-controller sends a logic 1 to pins 9, 23 or 24, the applied voltage is represented by an LED lighting, which in turn will go live on opto-coupler closing and then opening a circuit.

Notably, the circuit has the following:

- Simulate key press hang.
- Simulate pressing the "2".

-- Blink an LED on the board until the user connects, enter he correct password.

-- Simulate Key fingering "Finish" after 20 seconds, with the intention of not spending balance if the user did not realize that he got a call.

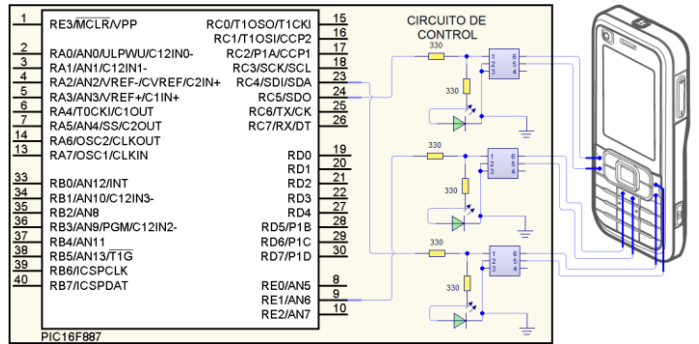


Figure 5. Schematic of keys control

The pin 24 controls the key "selection button (left)", to be used when the control circuit accepted an incoming connection, so the device server is required to send images to the client device and thus the user.

d) Monitoring Module

This module is based on the management of the servomotor by the control circuit, the same that is used to move the server device in a range up to 180 °, managing to have a wide view of the place at the time the user makes a video call.

Figure 6 shows the connection between actuator and control circuit, which houses the server device with its power supply.

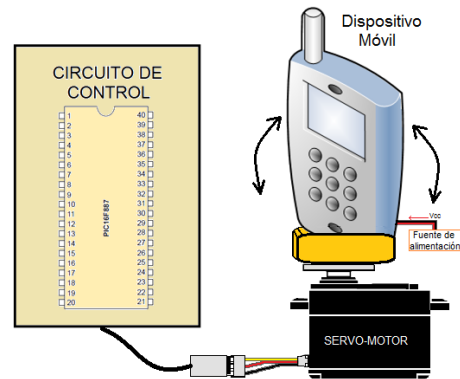


Figure 6. Schematic of servomotor connection

e) Power stage

In the management of the control circuit, the instructions are binary and tenuous; at this stage the data delivered by the micro-controller must be magnified or handled with voltage levels required electrical devices, i.e. levels of 110/120 Volts AC.

In this circuit connects two spotlights and siren on pins 2, 3 and 4 (A0, A1 and A2) of the micro-controller, Figure 7 shows the schematic of a load connected to the A0 pin power circuit, which comprises:

- A resistance and an LED, and
- A connection of two resistors (2.7KΩ), a 2N3904 transistor and a diode, for driving the relay.

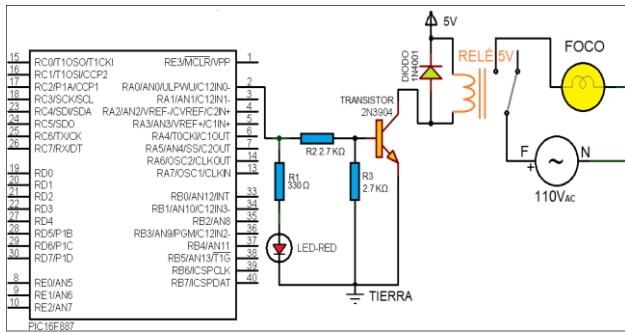


Figure 7. Schematic connection of a load

2) POWER SUPPLY

Since only requires 5Vdc to power the electronic components are searched for a regulator to reduce the voltage coming to occupy KA7805 voltage regulator. On the other hand, in the case of a security system includes an extra battery to keep the system running in the event that the primary source is disconnected.

It uses a power source 9Vdc with 500mA at its output because the required voltage must be greater or equal to the voltage of the backup battery, in turn; the current prototype circuit consumes no more than 230mA.

Similarly, for reasons of power consumption was decided to use a battery backup 6Vdc discharge time and this is beneficial for higher overall circuit.

The circuit enables the coupling and coordinate system power from both batteries is shown in **Figure 8**.

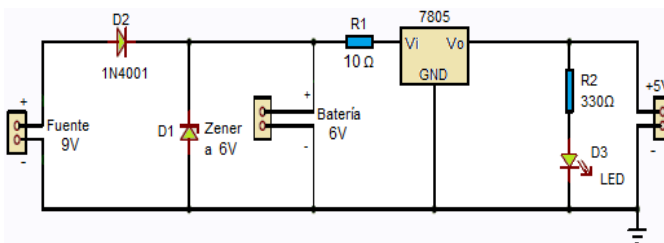


Figure 8. Schematic of power and backup battery

3) DEVICE OF TONES SENDING

It was decided to make this circuit in mind that when making a call all mobile devices have the option to send tones through the fingering of the keys or the "send DTMF tones", but when making video call connection is made to a different channel common to a call where there is no option to send tones, as is known and sending said tones is the basis of communication between the control circuit and the user.

This circuit simulates connecting a device known as a "hands-free", with the intention of connecting headphones (to hear the answer tones sent by the control circuit) but the microphone is a circuit consisting of: the encoder HM9102

tones, a 3X4 keyboard, a battery and a switch 3Vdc on / off circuit as shown in **Figure 9**.

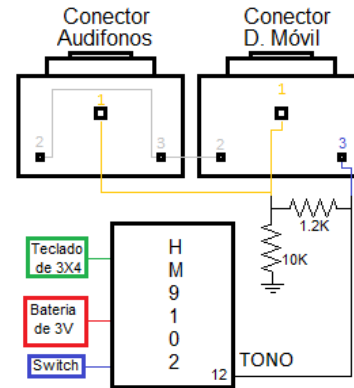


Figure 9. Diagram of the device of tones sending

D. SOFTWARE DESIGN OF SYSTEM

The micro-controller has actions like: detecting state changes in their pins, and act by applying a "logic 1" in its output pins to drive anything but the essential and special, are the calculations, and logical processing functions the micro-controller inside.

The following explains the main program in accordance with the instructions recorded therein, with the aid of a flowchart.

1) START PROGRAM

The correct initialization of all elements brings good results, thus this is the most important part. The following explains the activity performed by the micro-controller.

When you start the program proceeds to load the library that helps run the micro-controller (16F887.h), continuing the configuration fuses, or oscillator configuration, code protection, master clear, watchdog, etc.

Upon entering the main program or "main" is set the input and output ports, an interesting part is the configuration of Timer0 and Timer1. Timers are used as timers, also configured the external interrupt working on setting High-to-Low, then proceed with the reading of the EEPROM, where the information of prior loads and load it into the port "a", where loads are connected.

Then proceed with the movement of the actuator to a central position (subprogram "MoverCentro"), it is also important to enable the external interrupt. Finally and importantly it has the infinite loop, where it waits for input from sensors or activating the system, either through the switch (located in the housing of the prototype) or remotely, the system activation is accompanied by flashing LED.

For greater understanding of the overall operation logic, Figure 10 shows the flowchart explained above.

Other subprograms are repeated and reused code, so you are not going to give much importance in this summary.

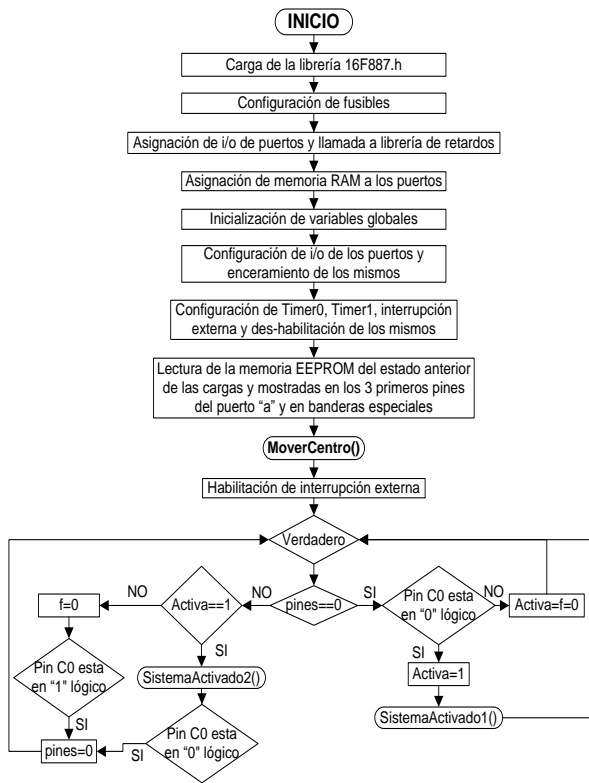


Figure 10. Flowchart of starting the program

E. IMPLEMENTATION OF THE PROTOTYPE

This project has designed two plates: the control circuit and tone sending device has been designed printed circuit tracks, using the PROTEUS ARES 7 Professional, as example of this is shown in Figure 11.

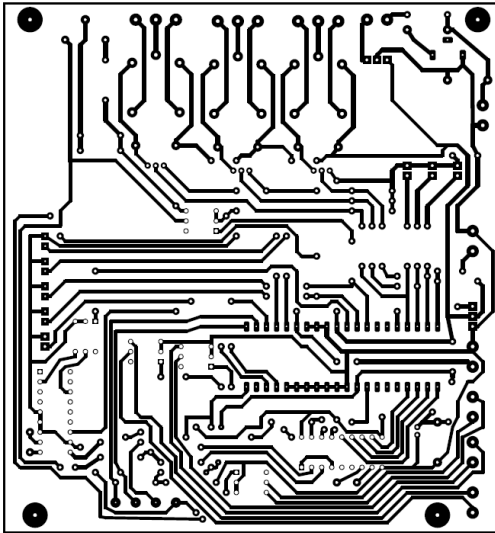


Figure 11. Control circuit tracks

Using the same tool, you can see (in 3D view) the assembly of all the elements in *Figure 12*.

Finally, it has come to explain the beginning of the main program that runs the microcontroller, based on the lines of code in his memory ROM, and has also managed to see the design of the tracks in the control circuit board.

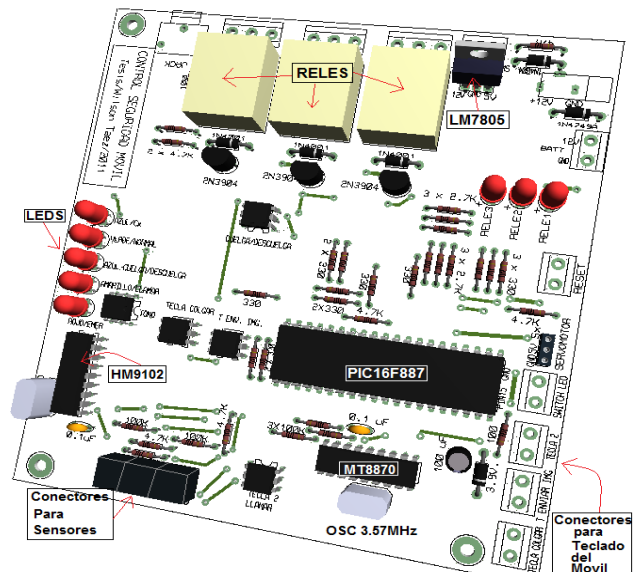


Figure 12. 3D view of the location of elements on the main board

3. IMPLEMENTATION SYSTEM AND OPERATIONAL TEST

A. IMPLEMENTATION SYSTEM

The command and control elements are: the control unit and the sending device tones respectively, which together with the server device, sensors, electrical components, and wiring servomotor provide system reliability.

1) MOUNTING OF THE PROTOTYPE

Given that you have a circuit that works with: special frequencies, current and low voltages, have decided to build a metal box to obscure the effects of external electromagnetic waves.

The dimensions of the prototype board is 14.8cm long x 13.8cm wide, inside the box must be design: the prototype, power source, the backup battery, connectors and cables, so that there is provided design a box with the following dimensions:

- Large: 15 cm
- Width: 14 cm
- Height: 8.5 cm

In aid recycling and greater profitability for the system, using a power supply box damaged computer.

2) PERIPHERAL INSTALLATION

This section is part of the installation of motion sensor, magnetic sensor, lights and siren. In dealing with these elements must be taken into account is handled: high voltage alternating current, so the installation and management of these should be the best and care.

a) Sensors

The sensor should have a response similar to drive a relay (open / close a circuit), bearing in mind that the closing circuit should not have external voltages, as if they have certain

sensors.

The PIR sensor power is independent of the supply voltage of the prototype. Thus, the connection of sensors multipair cable is used to reach the prototype. The magnetic sensor has only one pair of wires directly connected without power.

These sensors must be connected in such a way that: a thread of each pair in each sensor 1 is one common pin 3 and the remaining threads (one wire per sensor) to pin 3 other than the main module, as shown in *Figure 13*.



Figure 13. Connection of sensors in the cabinet

b)Electrical devices

Both 2 spotlights as the siren belong to the power stage, therefore when connecting, you should disconnect the power input, moving the magneto-thermal switch or switch housing must be found in the electrical housing.

Given that the output pins 3 of the main module are

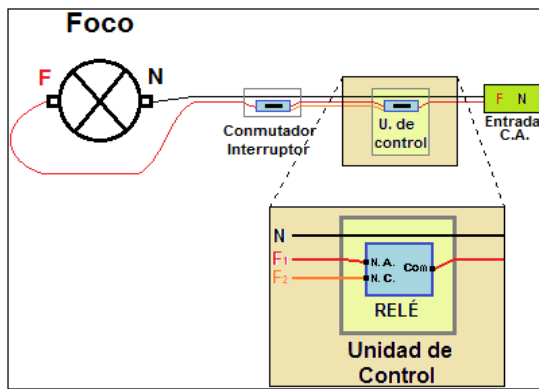


Figure 14. Connecting a focus with Prototype

configured as switches, the former of the two simple switches bulbs must be replaced by two electric switches each, and connected as shown in Figure 14.

Plug the cabinet: the three wires coming out of the main module (normally open), C (Common) and NC (normally closed), the NA and NC module connect to the switch and NC respectively, while the anger common tied with one of the previous wireless switch 2 and the other wire of the switch to the common switch anger.



Figure 15. Connecting electrical devices in the cabinet

c) Installation of the server device

One element that is included with the device server is a small wooden base, designed with 2 axes variables (see Figure 16) for easy placement against the site to monitor, it also has a servo motor to one end where you feel the device and server other end to a metal wall recessed.

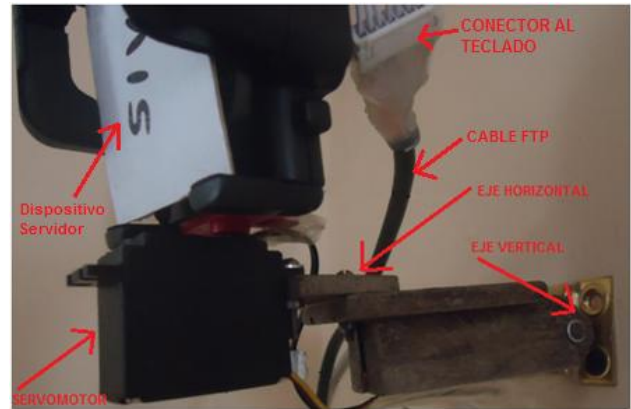


Figura 16. Base and servomotor of server device

Regarding the connection, from prototype to this device must reach the following threads with their connectors:

- A 6-wire connector cable with FTP (to manage the server device keyboard), and
- An 8-wire UTP.

B. TESTS OPERATION OF SYSTEM

1) TESTS OF HARDWARE

By testing the project aims to verify the operation of the system devices and know that the circuits are well designed to prevent future failures and suggest improvements, if the case so warrants.

This section will verify the applied voltages and currents consumed by the electronics of the two main circuits, also seeks to know if there is an increase in the nominal temperature of the electronics by a bad power supply.

The purpose of this test is to rule out problems of power electronics and to describe the discharge time of the batteries.

a)Applied voltage and current in the elements

- Measurement of voltages applied

It was decided to make measurements at the output of the power sources (input source, batteries, LM7805 and Zener diodes 2) to verify that they are delivering the required voltages.

It has been necessary to verify the voltages on the main elements of the prototype device and sending tones, such as: PIC16F887 microcontroller, MT8870 tone decoder, encoder HM9102 tones, LM7805 voltage regulator, power supply, battery backup for 3.6V zener diodes and 6V., intended to verify that the correct voltage is applied to each of these elements.

- Measuring currents passing through the elements the current tone encoder enters the "tone sending device" is

much lower than the tone encoder "prototype", given that the energy consumption is much lower.

b) Power consumption of battery backup

This test is to verify which is the duration of the batteries of the two circuits (normal, emergency and during a connection), in the absence of electricity or intentional disconnection by an intruder in the house.

For alertness was simulated sensor activation 3 times, while for the state of communication between devices is established for communication between devices 5 times with a duration of 4 minutes each, while the sending device tones was performed 20 tests with a duration of 4 minutes of keyboarding.

The power consumption in the two circuits is low, therefore the download time is very minimal, being very beneficial to system performance.

It is noteworthy that the sending device is a tone switch for on and off, whose work is based on cutting the current input to the tone encoder.

c) Analysis of hardware testing

-- For tests of applied voltage and current in the elements, it is seen that the power supplies provide adequate voltage and current to the elements and should work in the best way.

By comparing the ideal voltage and current with respect to the data collected, it is concluded that there is no variation in the working range.

-- Most of the time circuits are at rest, so that the elements do not consume too much power.

-- The operating time of the prototype with the backup battery is kept up to 6 hours, and to adapt to the control circuit has time duration acceptable.

-- Once discharged the battery is subjected to a state of charge, which takes about two hours.

-- To finalize this analysis, comparing the currents passing through the elements with ideal currents, it is verified that there is no increase; there is no conclusive increased temperature thereof.

2) TESTS OF SOFTWARE

a) Test communication between mobile devices

This test is intended to test the communication between devices and the response time by the control circuit. For the sample of communication has an order of events are:

- Ringing in 13 seconds
- Reply by the control circuit
- Authentication Key Entry
- Operation of electrical devices
- Termination of communication.

At the time of the test was obtained the following times:

This test verified that there is communication between devices accurate times for good management and operation of the system, and it is found that the communication is very good.

b) Activation of sensors

This part takes time verify the control circuit in a time of emergency (activation of sensors). Table 3 details the timing of these tests.

c) Analysis of software testing

TABLE 3
TIMES IN EVENTS AND ACTIONS OF CONTROL CIRCUIT

Event	Time (seconds)
KEY END SIMULATE FINGERING	1
SIMULATE FINGERING SPEEDDIAL	1
FOCUS ON SITE	1
EMERGENCY LIGHTING LED	6

To analyze the time it takes to start a communication, enter the authentication key, handle and hanging devices. We conclude that the time is relatively small, thereby providing communication effectiveness.

-- After testing between control circuit and server device keyboard, it was confirmed that there is no fault in its submission, confirming that the cable and welds are the best.

4. ANALYSIS AND COSTS

This chapter will be a summary of the costs of the design and prototype development of the device and sending tones, plus the cost of installation of the whole system. In analyzing the environment in which it takes the whole project, it is known that this is purely commercial, so that the project will be called "*SIVISEV Security system*".

A. System costs "SIVISEV"

1) COST OF DESIGN AND DEVELOPMENT OF PROTOTYPE DELIVERY DEVICE AND TONE

To prepare a plate containing the control circuit and the power you need the following items listed in Table VII of Annex 2 of the full document.

Prototype elements reused in the sending device tones are: Bakelite and sprats, items with their costs are shown in Table VIII of Annex 2 of the full document.

The cost of a prototype with all the elements necessary for its operation is 237.21 dollars, while for the sending device tones is 16.23 dollars.

At the cost of materials is added the cost of design and construction valued at 30.00 and 30.00 dollars respectively, giving a total of 313.44 dollars.

2) VARIOUS ELEMENTS SYSTEM

This section details the cost of the components involved in the installation of the whole system, as elements connected to the prototype and wiring.

It uses three power supplies: the servo motor, motion sensor and siren. One of the most used is 20 AWG flexible cord is needed considering spending 3 wires for each switch.

UTP cable is used for the internal connections of around 1m prototype, besides the connections to sensors, servomotor, and keyboard and handset server device.

The cost of the various elements to be included in the system is 65.66 dollars.

3) SYSTEM COST SUMMARY

The client device is chosen to suit the user and can vary in cost depending on the economic availability of the buyer.

The retail price of the security system "SIVISEV" is 519.10 DOLLARS. This value is calculated based on the sum of the price of sending device prototype and tone, plus the cost of the client device, the cost of the various elements and installation of the entire system (valued at \$ 50).

4) OPERATING COSTS

Operating costs are the costs that the customer must pay to keep the system in constant operation; it has been calculated for the period of one month.

a) Cálculo para gasto de los dispositivos eléctricos

The items that consume electricity are: spotlights, sirens, prototype, and servomotor and PIR sensor. To which has been measured currents going through these elements, and calculate the total power consumption of the system in a month.

The electronic device that consumes more electricity is assuming the prototype was connected all the time and based on the current tests was calculated in hardware, energy consumption of electrical devices is 0.0410544 kWh, giving a monthly cost of 2.21 per month.

The service pack has 40 video calling minutes available, is contracted to a mobile device because only the user is who this needs service, because the device server only has the option of making a normal call to the user in an emergency.

In summary, the operating costs of the security system "SIVISEV" are of 5.21 dollars.

5) COST-BENEFIT ANALYSIS

The system offers many services SIVISEV unlike other systems. Economic benefits for the user.

a) Summary of services provided by the system SIVISEV

Monitoring.- When the user makes a video call this visibility can have large amplitude (up to 180 ° amplitude).

Remote activation of electrical devices.- By sending tones the system can turn lights (or any device to be operational by closing a switch).

Remote activation system. - When accessing remotely also have the option to enable or disable the system at the touch of the keys required mobile.

Access Control system. - This system has two types of security in access, 1) only certain users are allowed to communicate with the system (control circuit), and 2) After establishing communication, the user must authenticate typing

a 3-digit (the most important).

Camera movement.- This system also allows movement of the camera at a location to be monitored.

Video recording.- When making a video call is an option that the user can record what the other device displays.

Emergency warning to the user.- When activated sensor the user is notified by receiving a telephone call made by the control circuit.

Alert neighbors and police assistance.- As there is an emergency, residents can be alerted at the time of hearing the siren housing is in turn to learn of the emergency the user can call both neighbors and the police (with delay between call).

Backup battery.- Minimum power failure, for whatever reason, there is a backup battery with a duration of between 11 to 12 hours.

Warning siren alert.- When activated sensor and not have any response from the user, in a span of 15 seconds siren lights in place secure, can also be driven or not by the same user.

We conclude that the present system is economically priced, and operating costs are low, offering many services beneficial for the seller and for the community.

5. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

A. CONCLUSIONS

-- Up to the present date, the country only one operator has the necessary technology to make video calls, so that the system becomes dependent on this.

-- Given that you can add more sensors and electrical devices to the prototype, we verify the safety system flexibility.

-- The proposed system is aimed at a broad market segment, where the opinion of the beneficiary is very important, being valuable and important to the design and development of the same, achieving better serve the user community.

-- By testing shows the system reliability "SIVISEV" to work with electrical and electronic elements.

-- Taking into account that the hypothesis of this work is on the management level remote electrical devices during a video call, and based on the various tests and investigations, has been the choice of using a small circuit that sends tones, given the technology that provides the operator does not allow sending DTMF tones during a video call.

B. RECOMMENDATIONS

-- When configuring the system using the server device (remote not sending tones), confirm that the key tones are

turned and mainly this at maximum volume, otherwise the prototype will not recognize it.

-- At the time of installation of the system to check connections and wireless prototype to avoid subsequent failures, in turn, disconnect all power supply to avoid short circuits that can damage any part of the system.

-- When installing the wiring that connects the device keyboard with the prototype server, use FTP cable and connect the ground wire to a reference voltage, with the intent to prevent external noise that can interfere with the proper functioning.

-- This work can be improved by creating an interface with a computer, allowing software update microcontroller providing benefits such as: changes system activation times, increase or change key entry, etc., Can also be improved creating a USB interface with the host device, allowing load to set the phone numbers, and more.

REFERENCES

- [10] Ashishrd. (s.f.). Abrir una puerta con una llamada telefónica. Recuperado el 29 de Diciembre de 2009, de <http://ashishrd.blogspot.com/2007/07/cell-phone-controlled-door-latch.html>
- [11] CASTAÑO WELGOS, J. A., ROBBY G., J. J., VARGAS, G., & GONZALEZ G., M. F. (2002). Curso práctico sobre MICROCONTROLADORES, Teoría, Programación, Diseño, Prácticas y Proyectos completos. CEKIT S.A.
- [12] COLLAHUAZO G., G. (2008). Sistemas basados en microcontroladores, guía del estudiante, Universidad Técnica del Norte - Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.
- [13] ILES RAMOS, G. (Mayo 2004). Análisis y diseño de sistemas robóticos. Ibarra.
- [14] Serrano, L. M. (s.f.). Avisador de Alarma Telemando GSM AG-1. Recuperado el 22 de Diciembre de 2009, de <http://perso.wanadoo.es/luism..serrano/AlarmaGSM/Alarma-Telemando.htm>
- [15] Webcindario. (s.f.). Alarma con teléfono móvil reciclado. Recuperado el 29 de Diciembre de 2009, de <http://repara-tu-mismo.webcindario.com/documentos/nuevo/ALARGSM.zip>
- [16] Wikipedia. (s.f.). Concepto de Domótica. Recuperado el 28 de Diciembre de 2009, de <http://es.wikipedia.org/wiki/Domótica>
- [17] Wikipedia. (s.f.). Marcación por tonos. Recuperado el 28 de Diciembre de 2009, de http://es.wikipedia.org/wiki/Marcaci%C3%B3n_por_tonos
- [18] Wikitel. (n.d.). Comunicaciones Móviles. Retrieved 04 15, 2011, from http://es.wikitel.info/wiki/Categor%C3%ADa:Portal:Comunicaciones_M%C3%B3viles