



PONTIFICIA **UNIVERSIDAD CATÓLICA** DEL PERÚ

Esta obra ha sido publicada bajo la licencia Creative Commons
Reconocimiento-No comercial-Compartir bajo la misma licencia 2.5 Perú.

Para ver una copia de dicha licencia, visite
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN VÍA
LÍNEA TELEFÓNICA APLICADO A LA INTERCONEXIÓN ENTRE UNA
VIVIENDA Y UNA CENTRAL DE SEGURIDAD CIUDADANA MUNICIPAL**

Tesis para optar el Título de Ingeniero Electrónico

Presentado por:

CECILIA EDITH GAMARRA URRUNAGA

MARLON FELIX AUCALLANCHI DÁVILA

Lima - Perú

2007

RESUMEN

Hoy en día, la inseguridad ciudadana es uno de los problemas que más aquejan a la población peruana y, en especial, es un tema de preocupación creciente en Lima Metropolitana. Ante esta situación se han organizado tanto Fuerzas del Orden como vecinos e instituciones públicas para hacer frente a la delincuencia, sin embargo, al parecer los mecanismos de comunicación, entre los hogares y dichas instituciones, no son tan efectivos.

La presente tesis propone un sistema dirigido a los hogares a fin de lograr una seguridad mucho más personalizada con las centrales de ayuda ciudadana. Específicamente se trata de un sistema de comunicación automático que usa la línea telefónica para el establecimiento de la comunicación casa-central telefónica. La transmisión de datos utiliza un protocolo basado en tonos DTMF y para ello se contempla dos equipos electrónicos: uno ubicado en el hogar y otro en la central telefónica. El equipo para el hogar cuenta con una interfaz para sensores y con un sistema telefónico de marcado automático; mientras que el equipo para la central telefónica dispone de un circuito telefónico de recepción automática y una interfaz serial para la transmisión de los datos del usuario a la computadora

Los datos transmitidos contienen información sustancial, tal como: ubicación de la vivienda afectada, nombre del usuario, teléfono de casa y sensor activado; datos que además serán visualizados en el programa Hyperterminal de la PC ubicada en la central de atención ciudadana. De este modo, no sólo se busca reducir los desperdicios de tiempo en la comunicación, sino entablarla de manera efectiva para colaborar con una mejor actuación de las entidades públicas.

TEMA DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRÓNICO

Título	: Diseño e Implementación de un Sistema de Comunicación vía línea Telefónica Aplicado a la Interconexión entre una Vivienda y una Central de Seguridad Ciudadana Municipal		
Área	: Electrónica		
Asesor	: Ing. Miguel Cataño Sánchez		
Alumnos	: Marlon Aucallanchi Dávila	Código :	20012016.8.12
	Cecilia Edith Gamarra Urrunaga	Código :	20012076.4.12
Fecha	: 17 de noviembre de 2006		

Descripción y Objetivos

El objetivo de esta tesis es desarrollar un sistema de interconexión automática con una central de atención ciudadana, vía línea telefónica, aplicado a la seguridad del hogar. El sistema comprende el desarrollo de un módulo de interconexión hogar-central para la transmisión de datos del abonado, gestionado por un módulo de control con una interfaz para la detección de sensores. Adicionalmente, será necesario el desarrollo de un software para PC (ubicada en la central telefónica) que permita la visualización de los datos del usuario afectado.

En este sentido, se desarrollará un equipo electrónico capaz de detectar el cambio de estado de sensores instalados en el hogar e identificar cuál de ellos fue activado. Por otro lado, el equipo deberá guardar información del usuario de manera que ésta pueda ser enviada a la central cuando se produzca este hecho.

El desarrollo de un módulo de comunicación que permitirá establecer una conexión automática entre la central telefónica y el hogar, será el bloque más importante del sistema a realizar, es por ello que se utilizará la red de telefonía pública como medio de transmisión y la marcación por tonos para el establecimiento de la comunicación. Además, se implementará un protocolo basado en la codificación de estos tonos para el envío de datos.

En lo que respecta a la central telefónica, se desarrollará un segundo equipo que contará con una interfase serial, la cual transferirá a la computadora datos del abonado tales como: nombre, dirección, número telefónico e indicación del sensor activado. Para su visualización, se ha previsto desarrollar un software que será instalado en la PC.

De este modo, con la implementación de estos dos equipos se plantea una alternativa para una comunicación eficaz entre los hogares y las centrales de atención ciudadana; así como el manejo y organización eficiente de la información de los usuarios por parte de éstas.

TEMA DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRÓNICO

Título : Diseño e Implementación de un Sistema de Comunicación vía línea Telefónica Aplicado a la Interconexión entre una Vivienda y una Central de Seguridad Ciudadana Municipal

Índice

Introducción

1. La seguridad ciudadana y la comunicación efectiva para evitar actos delincuenciales. (Cecilia Gamarra)
2. Análisis de Tecnologías de Información y Comunicación aplicadas en seguridad para el hogar. (Cecilia Gamarra)
 - 2.1. Análisis técnico (Cecilia Gamarra)
 - 2.2. Análisis de costos del sistema con las diferentes tecnologías
3. Diseño e implementación de un sistema de comunicación vía línea telefónica para la seguridad del hogar. (Cecilia Gamarra, Marlon Aucallanchi)
4. Pruebas y puesta en funcionamiento (Cecilia Gamarra, Marlon Aucallanchi)

Conclusiones.

Recomendaciones

Bibliografía.

Anexos

JUSTIFICACIÓN DE TEMA DOBLE

Título	: Diseño e Implementación de un Sistema de Comunicación vía línea Telefónica Aplicado a la Interconexión entre una Vivienda y una Central de Seguridad Ciudadana Municipal	
Alumnos	: Marlon Aucallanchi Dávila	Código : 20012016.8.12
	: Cecilia Edith Gamarra Urrunaga	Código : 20012076.4.12

Dada la extensión y dificultad del tema, el desarrollo del trabajo de tesis comprende dos personas. La tarea a llevar a cabo se divide como sigue:

TEMA	RESPONSABLE(S)	HORAS
1. Planteamiento general de la problemática	Cecilia Gamarra	100
2. Estudio de las diferentes tecnologías de comunicación para el hogar	Cecilia Gamarra	100
3. Estudio técnico del funcionamiento de centrales telefónicas	Marlon Aucallanchi	100
4. Diseño del sistema de comunicación	Marlon Aucallanchi	200
5. Implementación de equipos	Cecilia Gamarra	150
6. Programación de módulos	Marlon Aucallanchi	200
8. Pruebas y modificaciones	Cecilia Gamarra	100
9. Beneficios, impacto y conclusiones	Cecilia Gamarra	50

En total se tiene 1000 horas, con un promedio de 500 horas por tesista.

ÍNDICE

Introducción.....	01
-------------------	----

CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA ACTUAL DE LA SEGURIDAD EN EL PERÚ

	Pág.
1.1 Seguridad en el hogar peruano.....	03
1.1.1 Situación actual de la seguridad en el Perú.....	03
1.1.1.1 Índices de robos en los últimos años.....	03
1.1.1.2 Número de efectivos policiales dedicados a la seguridad ciudadana.....	04
1.1.1.3 Medidas de seguridad adoptadas por los hogares.....	05
1.1.2 Robos a hogares en Lima Metropolitana.....	06
1.1.2.1 Percepción de seguridad en Lima Metropolitana.....	06
1.1.2.2 Circunstancias de robos a hogares.....	07
1.1.2.3 Presencia y actitud de testigos ante robos.....	07
1.1.2.4 Razones que limitan denuncias.....	08
1.1.3 Variables del medio organizacional: Seguridad en San Borja.....	09
1.1.3.1 Política.....	09
1.1.3.2 Recursos humanos.....	09
1.1.3.3 Procesos.....	09
1.2 Proceso de actuación antes un robo a casa: Distrito de San Borja.....	10
1.2.1 Generación de alarma y actuación.....	10
1.2.2 Problemas en el proceso de generación de alarma.....	11
1.3 Declaración del marco problemático.....	12

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE TECNOLOGÍAS PARA LA OBTENCIÓN Y TRANSMISIÓN DE INFORMACIÓN

2.1	Estado del arte.....	13
2.1.1	Presentación del asunto de estudio.....	13
2.1.2	Estado de la Investigación.....	14
2.1.2.1	Transmisión vía radio.....	14
2.1.2.2	Telefonía.....	16
2.1.2.2.1	Telefonía fija.....	16
	Sistemas de telefonía sin hilos (cordless).....	18
2.1.2.2.2	Telefonía celular.....	19
	Generaciones de celulares.....	20
	Primera generación (1G).....	20
	Segunda generación (2G).....	20
	Generación 2.5 (2.5G) y tercera generación (3G).....	21
2.1.2.2.3	Telefonía IP.....	23
2.1.2.3	Internet.....	24
2.1.2.3.1	Métodos de acceso a Internet.....	25
	RTC.....	25
	RDSI.....	26
	ADSL.....	26
	Cable.....	28
	Vía satélite.....	29
	Redes inalámbricas.....	30
	LMDS.....	30
2.1.3	Síntesis sobre el asunto de estudio.....	31
2.2	Sensores.....	33
2.2.1	Definición.....	33
2.2.2	Clasificación.....	33
2.2.3	Características.....	34
2.3	Tecnologías de Información y Comunicación.....	34
2.3.1	Definición.....	34
2.3.2	Teléfono.....	34
	2.3.2.1 Definición.....	34
	2.3.2.2 Tipos de marcación.....	35
2.3.3	Centrales telefónicas.....	35
	2.3.3.1 Definición.....	35

2.3.3.2	Tecnologías de centrales.....	35
2.4	Modelo Teórico.....	38
2.5	Definiciones operativas.....	39

CAPÍTULO 3: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN VÍA LÍNEA TELEFÓNICA PARA LA SEGURIDAD DEL HOGAR

3.1	Hipótesis.....	40
3.1.1	Hipótesis principal.....	40
3.1.2	Hipótesis secundarias.....	40
3.2	Objetivos.....	41
3.2.1	Objetivo general.....	41
3.2.2	Objetivos específicos.....	41
3.3	Metodología de diseño	41
3.3.1	Descripción de los equipos.....	42
3.4	Diagrama de bloques.....	42
3.4.1	Bloque de comunicación vía línea telefónica.....	43
3.4.1.1	Funcionamiento y característica de la comunicación telefónica.....	43
3.4.1.1.1	Funcionamiento del teléfono.....	43
3.4.1.1.2	Características de los tonos DTMF y su uso como protocolo de comunicación.....	45
3.4.1.1.3	Protección frente a sobrevoltaje en la línea.....	46
3.4.1.2	Desarrollo del bloque de comunicación vía línea telefónica...	47
3.4.1.2.1	Circuito de marcación y detección de tonos DTMF.....	47
3.4.1.2.2	Circuito de adaptación de señales a la línea telefónica.....	48
3.4.1.2.3	Circuito de colgado y descolgado de la línea	50
3.4.1.2.4	Circuito de detección de timbrado.....	51
3.4.1.2.5	Protección de sobrecargas y desperfectos en la línea.....	52
3.4.1.2.6	Circuito de detección de corte de línea.....	53
3.4.2	Bloque de control y comunicación con la PC.....	54
3.4.2.1	Consideraciones iniciales y características del bloque de control.....	54
3.4.2.1.1	Interfaz con sensores.....	54
3.4.2.1.2	Microcontrolador.....	54
3.4.2.1.3	Comunicación serial.....	55
3.4.2.2	Desarrollo del bloque de control y comunicación con la PC..	55

3.4.2.2.1	Circuito de adaptación con sensores.....	55
3.4.2.2.2	Circuito del microcontrolador ATmega8L.....	56
3.4.2.2.3	Circuito de comunicación serial.....	58
3.5	Diagramas de flujo	60
3.5.1	Descripción del funcionamiento del programa principal.....	60
3.5.2	Descripción de la subrutina de la secuencia de alarma.....	61
3.5.3	Descripción de la subrutina de llamada a número particular.....	63
3.5.4	Descripción de la subrutina de la secuencia de auxilio.....	64
3.5.5	Conversión y envío de caracteres ASCII como tonos DTMF.....	65
3.5.6	Conversión de tonos DTMF a caracteres ASCII y envío serial a la PC....	66

CAPÍTULO 4: PRUEBAS Y RESULTADOS

4.1	Circuito telefónico.....	67
4.2	Comunicación serial.....	68
4.3	Protocolo.....	68
4.4	Equipos.....	69
	Observaciones.....	70
	Mejoras a Futuro.....	72
	Conclusiones.....	74
	Referencias Bibliográficas.....	75
	Anexos	

INTRODUCCIÓN

La espiral de violencia, cuya raíz es el delito común, es una cuestión de preocupación mundial y muy especialmente en América Latina, que en las últimas décadas se ha convertido en la región de más alto índice de criminalidad del planeta.

El gobierno y las entidades públicas encargadas de la seguridad están preocupados por la existencia de altas tasas de criminalidad y por la tendencia ascendente de la delincuencia y la inseguridad ciudadana.

A pesar de la organización e integración de las entidades relacionadas a brindar seguridad, aún se siguen produciendo actos delictivos, cuyo mayor porcentaje está representado por los delitos contra el patrimonio y donde el principal problema es la detección de los eventos, así como la comunicación rápida y exitosa de éstos a las fuerzas del orden.

Perú, específicamente Lima, no es ajena a esta realidad. Es por ello que después de analizar la problemática actual ligada a la seguridad ciudadana, tomando como muestra al distrito de San Borja, se plantea una propuesta relacionada al uso de la línea telefónica como medio de transmisión de información orientada a la seguridad de los hogares.

Es así que a lo largo de este documento se explicará la problemática actual que se busca abordar, las tecnologías relacionadas a la comunicación, así como el desarrollo de una propuesta de solución.

En el capítulo 1, PLANTEAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA ACTUAL DE LA SEGURIDAD EN EL PERÚ, se muestra de forma clara el estado de la problemática referente al ámbito de la seguridad en el Perú y Lima Metropolitana. Asimismo, se analizan las variables más importantes del medio general, específico y organizacional, tomando como referencia al distrito de San Borja. Se concluye con la declaración del marco problemático, en donde se resume de forma concisa los aspectos que conllevan a la situación actual de inseguridad en nuestro país, así como el problema principal en el caso de San Borja.

Luego de definir la problemática del asunto de estudio, es necesario describir cuáles son las organizaciones encargadas de la seguridad de los ciudadanos y cómo éstas podrían mejorar su alcance y efectividad a través del uso de las Tecnologías de Información y Comunicación. Por ésto, en el capítulo 2, ANÁLISIS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE OBTENCIÓN Y TRANSMISIÓN DE INFORMACIÓN, se menciona y plantea el uso de las tecnologías existentes como posibles medios de transmisión de información para la implementación de un sistema de comunicación aplicado a la seguridad del hogar.

El planteamiento de las hipótesis y los objetivos de la investigación serán mencionados en el capítulo 3, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN VÍA LÍNEA TELEFÓNICA PARA LA SEGURIDAD DEL HOGAR. De igual manera, se presentará la metodología utilizada para el desarrollo del sistema implementado, así como, la descripción de los bloques y el diseño del mismo.

Por último, este documento concluye con el capítulo 4, PRUEBAS Y RESULTADOS, en donde se mencionan los aspectos relativos a los ensayos realizados para la comprobación del funcionamiento de los bloques principales y del sistema integrado, así como, las observaciones, mejoras a futuro y conclusiones de la investigación.

CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA ACTUAL DE LA SEGURIDAD EN EL PERÚ

1.1 Seguridad en el hogar peruano

1.1.1 Situación actual de la seguridad en el Perú

1.1.1.1 Índices de robos en los últimos años

El instituto Apoyo, en el año 1998, calculó que en Lima "una de tres personas mayores de 18 años fue víctima de algún intento de asalto o hurto; uno de tres propietarios de vehículos sufrió el robo de su automóvil o de alguna autoparte; y tres de cada diez casas fueron víctimas de intento de robo o robo con allanamiento de morada". Estos hechos alarmantes no sólo reflejan el escenario para el caso de Lima, sino que también son parte del contexto vivido por todos los peruanos.

Al respecto, el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) reveló en su última Encuesta Nacional de Hogares sobre seguridad, que el robo es el principal agravante dentro de los actos violentos que afectan a los hogares peruanos tal como se observa en el cuadro 1.1.

TIPO DE ACTO VIOLENTO	POCENTAJE DE HOGARES AFECTADOS
CONTRA LA PERSONA	
- Robo	15,2
- Intento de robo	10,5
- Agresión física	6,4
- Vandalismo	3,6
CONTRA LA VIVIENDA	
- Robo	16,3
- Intento de robo	14,3
CONTRA LOS VEHICULOS	
- Robo	29,6
- Intento de robo	13,4
FUENTE: INEI, "ENCUESTA NACIONAL DE HOGARES 1999" - I Trimestre.	
Nº de casos: 6708	

Cuadro 1.1: Actos violentos de mayor incidencia

Esta realidad de la década pasada parece no desligarse o diferenciarse de la actual, ya que para el año 2004 en el Perú se registraron 174,632 delitos de los cuales el 8.39% está constituido por robos y el 40.59% de ellos son hurtos [1].

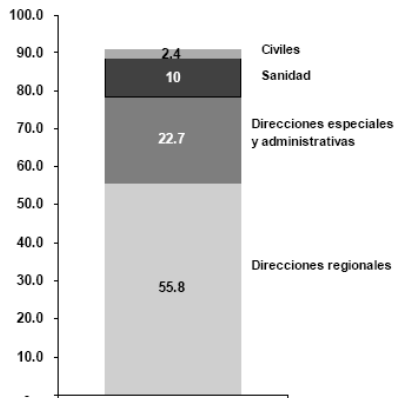
Los resultados mencionados no sólo colocan a los delitos contra el patrimonio como las faltas de mayor incidencia, sino que también revelan que a pesar de una mayor intervención de la Policía Nacional del Perú (101,600 en el 2004 frente al 86,200 del año 2000) el panorama no ha cambiado mucho, puesto que para el año 2005 estas cifras no disminuyeron como podría esperarse, sino que por el contrario los robos superaron las cifras de hurtos constituyendo ahora un 39.7% de los delitos, mientras que el hurto alcanzó un 39% del total [3].

1.1.1.2 Número de efectivos policiales dedicados a la seguridad ciudadana

La estimación hecha por el INEI en el año 2005 muestra que el Perú cuenta con 27'947,000 habitantes, y, según el Anuario de la Policía Nacional del Perú (PNP), el número de efectivos policiales asciende a 90,291 efectivos [4] lo que constituye un aproximado de un policía por cada 316 habitantes y 59.2 por cada comisaría.

No obstante, si tenemos en cuenta que no todos los policías están destinados a la seguridad ciudadana, no podemos considerar estas cifras como una magnitud real del personal efectivo a cargo de esta función. Por lo tanto, siendo más estrictos al respecto, encontraremos que el personal en comisarías que realiza actividades de patrullaje y vigilancia ciudadana asciende únicamente a 24,872; es decir, sólo el 27% de los 90,921 efectivos mencionados inicialmente.

DISTRIBUCIÓN DEL PERSONAL DE LA POLICÍA¹, 2005
(en miles de personas)



Fuente : Indicadores de Personal Policial 2005 – Policía Nacional de Perú
1/ Estimado de Actividad Central sobre la base de la información de Recursos Humanos de la Policía en 2003.

TOTAL DE PERSONAL POLICIAL DE LAS DIRECCIONES TERRITORIALES Y DEDICADO A SEGURIDAD CIUDADANA
(en número)

	Personal total	Personal - vigilancia ciudadana	Personal - resto
DIRECCIONES TERRITORIALES	55,832	24,872	30,960
I Direc. Territorial Policial - Piura	2,677	927	1,750
II Direc. Territorial Policial - Chiclayo	4,566	2,012	2,554
III Direc. Territorial Policial - Trujillo	3,688	1,664	2,024
IV Direc. Territorial Policial - Tarapoto	1,494	679	815
V Direc. Territorial Policial - Iquitos	1,529	391	1,138
VI Direc. Territorial Policial - Pucallpa	516	126	390
VII Direc. Territorial Policial - Lima	21,389	11,246	10,143
VIII Direc. Territorial Policial - Huancayo	4,076	1,545	2,531
IX Direc. Territorial Policial - Ayacucho	2,076	979	1,097
X Direc. Territorial Policial - Cusco	4,571	2,028	2,543
XI Direc. Territorial Policial - Arequipa	6,862	2,623	4,239
XII Direc. Territorial Policial - Puno	2,388	652	1,736

Fuente : Indicadores de Personal Policial 2005 – Policía Nacional de Perú

Figura 1.1: Distribución del Personal de la Policía y Total de Personal Policial por Regiones

Estos resultados muestran la evolución de los recursos humanos en la Policía Nacional, comportamiento que revela un progresivo decrecimiento al pasar de 120,000 efectivos que existían en 1985 durante la unificación de las Fuerzas Policiales, a cerca de 92,000 policías que se tienen en la actualidad; es decir, en las dos últimas décadas la institución policial ha sufrido una disminución del 24%, mientras que la población se ha incrementado en 59.7% [3].

1.1.1.3 Medidas de seguridad adoptadas por los hogares

En vista de los índices de criminalidad y del decrecimiento de recursos humanos de la policía, la ciudadanía ha optado por medios alternativos de seguridad. De acuerdo al cuadro 1.2 la medida de seguridad de mayor acogida es el uso de cerrojos y trancas; mientras que el empleo de algún tipo de alarma es la cuarta opción menos considerada.

MEDIDA DE SEGURIDAD	TOTAL	AREA URBANA	AREA RURAL	COSTA	SIERRA	SELVA	LIMA METROPOLITANA
CERCO ELECTRICO	0,9	1,3	0,1	0,8	0,5	0,4	1,7
ALGÚN TIPO DE ALARMA	1,1	1,6	0,3	0,7	1,0	0,3	2,0
ENREJADOS DE PUERTAS Y VENTANAS	19,9	28,6	3,5	18,8	6,8	11,8	40,5
CERROJOS TRANCAS	76,3	80,9	67,6	79,2	69,3	77,8	82,4
ARMAS DE FUEGO	2,4	3,1	1,1	2,4	0,8	1,4	4,8
VIGILANTE PRIVADO	0,7	1,0	0,1	0,7	0,2	-	1,7
SEGURO CONTRA ROBOS	0,8	0,9	0,7	0,9	0,5	0,4	1,2
PERROS	43,6	33,1	63,5	41,9	58,5	50,0	23,7
OTRA	5,0	5,2	4,6	2,6	7,2	2,5	4,9

FUENTE: INEI, "ENCUESTA NACIONAL DE HOGARES 1999" - I Trimestre.

Nº de casos: 5013

Cuadro 1.2: Perú, medidas de Seguridad de las viviendas por ámbito geográfico

Es importante mencionar, que además de las medidas presentadas en el cuadro 1.2, en los últimos años han surgido organismos o agrupaciones vecinales organizadas por los propios hogares. Es así que en muchos lugares pueden encontrarse Juntas Vecinales, así como el servicio de serenazgo que brindan las Municipalidades en el caso de Lima. Éste realiza principalmente labores de patrullaje y el número estimado asciende a 4,215 efectivos en toda la ciudad [4].

Por otro lado, en la actualidad existen empresas privadas encargadas de brindar un servicio de seguridad personalizado entre las que se encuentran: Telemergencia, Orus y Boxer. Sin embargo, la mayor parte de estos sistemas son usados a nivel empresarial y no están disponibles aún a nivel nacional.

1.1.2 Robos a hogares en Lima Metropolitana

1.1.2.1 Percepción de seguridad en Lima Metropolitana

De todo el Perú, Lima es probablemente una de las ciudades más afectadas por los actos delictivos, sobretodo por los robos. Si bien en los últimos años se han tomado una serie de medidas, la percepción de inseguridad por parte de la ciudadanía sigue latente; así lo demuestra la encuestadora APOYO en su resumen de encuestas a la opinión pública, en donde para el año 2005 el 89% de los limeños se

sienten inseguros en la calle y aún el 49% de personas se sienten inseguras en su propio hogar [5].

La situación no es de sorprenderse, ya que, según la Encuesta de Hogares sobre victimización hecha por el INEI, el 12.1% de familias de Lima Metropolitana y Callao ha sido víctima de robo a sus viviendas [6], hecho que se ve agravado aún más si consideramos que la tercera parte de la población piensa que la culpa recae en la ineficiencia de la Policía Nacional del Perú (PNP) [5].

1.1.2.2 Circunstancias de robos a hogares

Uno de los hechos que deben considerarse en los robos a viviendas, es que en el 98.7% de los casos los miembros del hogar se encuentran presentes y sólo en el 1.3% de ellos no se encuentra ninguna persona en la vivienda [6], contrariamente a lo que suele pensarse.

Asimismo, el método de seguridad de mayor uso en los hogares (cuadro 1.2), no se constituye necesariamente como el más efectivo, ya que justamente el mayor número de casos de formas de ingreso al hogar en Lima Metropolitana se da forzando la cerradura de la puerta.

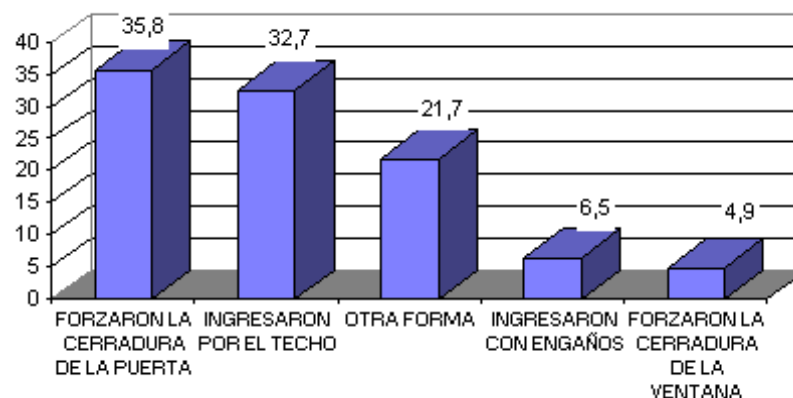


Figura 1.2: Formas de Ingreso a la Vivienda

1.1.2.3 Presencia y actitud de testigos ante robos

Muchas veces la actuación de los vecinos constituye un factor determinante al momento de dar aviso en caso de un robo o intento de robo. Los hogares son

conscientes de este hecho y es por esta razón que varios distritos limeños han adoptado como forma de seguridad las Juntas Vecinales.

La realidad, sin embargo, no da a denotar que esta medida haya sido adoptada cabalmente o haya sido explotada de manera más eficiente tal como lo demuestra el cuadro 1.3. Puede notarse que casi el 50% de testigos de un robo no ayudan a la víctima o la ayudan reclamando sin dar un aviso a las autoridades pertinentes, quienes por lo general son las últimas instancias a las que se acude o simplemente se las ignora por completo.

ACTITUD	%
TOTAL	100.0
. PROTESTANDO?	35.7
. DEFENDIENDOLO FISICAMENTE?	3.6
. LLAMANDO A LA POLICIA?	3.8
. OTRA FORMA	10.4
. NO LO AYUDARON	46.5
FUENTE: INEI - Encuesta de Hogares sobre Victimización en Lima Metropolitana, Febrero 1998.	
Nº de casos : 135	

Cuadro 1.3: Presencia y Actitud de testigos ante un robo

1.1.2.4 Razones que limitan las denuncias

La mayor parte de delitos no son denunciados y en el mejor de los casos sólo se llega a denunciar el 25 o 35% de ellos. Son varias las razones de porqué las personas no denuncian estos hechos, pero una de las principales es que la mayoría no tiene confianza en la PNP, tal como se ve en la figura 1.3.

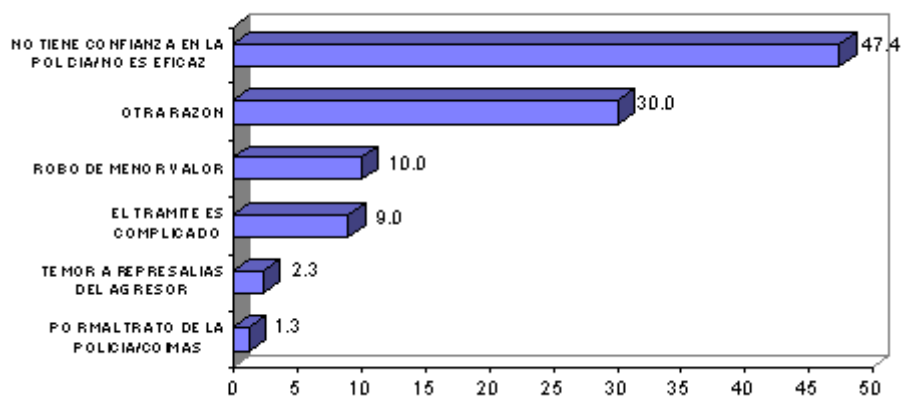


Figura 1.3: Razones por las que no se denuncian los robos en casa

El no comunicar estos hechos a las autoridades dificulta aún más su labor, no sólo para poder actuar en el momento, sino para lograr un mejor planeamiento o resguardo a partir de los registros obtenidos.

1.1.3 Variables del medio organizacional: Seguridad en San Borja

1.1.3.1 Política

Uno de los objetivos primordiales de las Municipalidades de Lima Metropolitana es brindar mayor seguridad a sus ciudadanos a fin de lograr una mejor calidad de vida, es por ello que cada una cuenta con un plan de acción frente a los actos delictivos. En este sentido, distritos tales como San Borja apuestan por el uso de tecnología que les sirva de respaldo en la vigilancia.

El distrito de San Borja orienta sus esfuerzos a ejecutar medidas que logren disuadir a los delincuentes, a fin de reducir los índices de robos en el distrito. Es por ello que su plan operativo de seguridad ciudadana no sólo incluye medidas de seguridad masivas, sino también busca brindar una atención más personalizada a los hogares [11].

1.1.3.2 Recursos humanos

Los actores más importantes, en lo que a seguridad respecta, lo conforman tanto serenazgo (personal continuamente capacitado) como la organización de los vecinos o las denominadas Juntas Vecinales. Se cuenta también con la participación de los vigilantes particulares como respaldo de la función de los dos primeros agentes, además de la vigilancia continua por parte de la PNP [11].

1.1.3.3 Procesos

San Borja cuenta con una central de serenazgo operativa las 24 horas del día encargada de recepcionar llamadas de auxilio por parte de los vecinos. Por otro lado, para lograr un mejor resguardo, el distrito ha sido dividido en sectores de

menor área para un mejor control, organización y distribución de los serenos en puntos críticos del mismo.

Para la labor de patrullaje, serenazgo cuenta con unidades móviles como camionetas, motos y bicicletas. Además, teniendo en cuenta que el mensaje de alerta puede provenir de los vecinos, así como de los vigilantes, se cuenta también con equipos de radio frecuencia para la comunicación, equipos GPS para una rápida ubicación de las unidades, así como sistemas de monitoreo y bases de datos [11].

1.2 Proceso de actuación ante un robo a casa: Distrito de San Borja

1.2.1 Generación de alarma y actuación

En lo que a seguridad del hogar se refiere, no hay una entidad pública confinada estrictamente a su resguardo; sino más bien es la actuación conjunta del personal de serenazgo, guardianes y vecinos lo que genera el aviso y posterior actuación. Además de ello, es necesario diferenciar dos casos: el primero en el que el hogar cuenta con un sistema de seguridad electrónico y el segundo, en el que no cuenta con ninguna medida de seguridad electrónica o automática.

Para el primer caso, si es que alguna persona quiere ingresar al hogar, el sistema lo detecta y dependiendo ya de éste, puede llamar a una central particular (manejada por una empresa privada) y/o activar una sirena que alerte a los vecinos o guardián. De ser así, serán ellos quienes darán aviso a serenazgo o policía para la intervención.

La situación se torna un poco más complicada si es que el hogar no cuenta con ningún sistema de seguridad, ya que dependerá de qué tan rápido los vecinos, patrullero de serenazgo o guardián de la zona se percate de este hecho. En el mejor caso en que el aviso se dé con rapidez, se derivará una unidad de serenazgo a la zona, previa ubicación de la misma vía GPS, con una comunicación en la banda UHF ya sea entre ellas o con los guardianes o por la visualización del mismo hecho por parte del personal de serenazgo.

La actuación de estos agentes es inmediata una vez generado el aviso, la única diferencia en los casos expuestos es la rapidez con la que se produzca la primera comunicación de alerta.

1.2.2 Problemas en el proceso de generación de alarma

Uno de los problemas más resaltantes es la escasa comunicación entre vecinos. Si bien algunas zonas o sectores del distrito cuentan con juntas vecinales, no todos tienen una relación estrecha como puede observarse en otros distritos. Esto genera que los guardianes o serenazgo sean los principales encargados en dar aviso, que no necesariamente es inmediato, ya que está supeditado al momento en que alguno de estos dos agentes se percate del hecho pudiendo perder minutos valiosos en la actuación.

En el caso en que las personas se dieron cuenta de la ocurrencia de un robo y efectúan las llamadas a serenazgo, existe una marcada dificultad en la obtención de información por parte de las personas encargadas de los organismos, debido a que deben lidiar con personas en un alto estado de nerviosismo. El detalle aquí es la dificultad de esos vecinos para explicar con claridad el problema y poder indicar correctamente el lugar donde éste aconteció.

Por otro lado, si es que la línea telefónica de seguridad ciudadana se encontrara ocupada alguna llamas podrían ser desatendidas, por lo que la persona tendría que seguir intentando hasta que pueda comunicarse. Es así que sólo quedaría esperar a que el guardián de la zona o una patrulla de serenazgo de aviso, arriesgando el hecho de que la intervención se establezca ya tarde por falta de una comunicación efectiva y rápida en el momento de los hechos.

No obstante, la labor de serenazgo no está confinada exclusivamente a brindar seguridad en los hogares, sino que también está a cargo de atender hechos vinculados con la seguridad ciudadana en general. En este sentido, si ocurriese algún acto delictivo, es muy probable que parte del personal se encuentre atendiendo esta emergencia y sea difícil darse cuenta o acudir a otro evento, como por ejemplo un robo a casa. De esta manera, la multiplicidad de sucesos no está del todo soportada por el serenazgo, lo cual disminuye y complica su labor de agente principal en la detección y aviso de robos a casas.

1.3



Declaración del Marco Problemático

El incremento de la población y la disminución de los efectivos policiales en estos últimos 20 años han favorecido al incremento de los índices de criminalidad en nuestro país, así como la recurrencia de delitos contra el patrimonio que se traduce en una percepción generalizada de inseguridad y preocupación por parte de la ciudadanía, alentando el surgimiento de nuevas organizaciones y la consecuente creación de medios alternativos orientados a brindar seguridad.

Los ciudadanos, por su parte, han adoptado medidas alternativas de seguridad, que a pesar de ser de uso masivo, como el enrejado de puertas y uso de cerrojos, no representa el grado de efectividad deseado, razón por la que el mayor porcentaje de robos a casas se producen forzándolos. A esto se suma la indiferencia por parte de los testigos y vecinos, que en el mejor de los casos solo ayudan protestando, aunque en su mayoría muestran una actitud que se limita a ser la de espectador.

Por otro lado, la PNP como organismo principal encargado de velar por la seguridad ciudadana, no es la entidad a la que se acude en primera instancia debido a la desconfianza que recae en ésta. Es por esta razón que tanto el serenazgo como los vigilantes son los principales entes a los que la ciudadanía recurre, sin embargo, éstos no pueden percatarse de todos los hechos ocurridos, ya sea porque cubren otras labores de patrullaje o por ausencia de un aviso.

Sin embargo, el principal problema aquí es la comunicación, debido a que atañe no a uno, sino a todos los niveles de actores involucrados en el tema de seguridad y que juega un papel decisivo en una intervención rápida de las fuerzas del orden. Por parte de los vecinos, la indiferencia de las personas, la manera inadecuada de transmitir este llamado o simplemente la demora en ello, bloquea y dificulta de manera importante esta función y, por lo tanto, retrasa o imposibilita cualquier tipo de acción. Una adecuada comunicación también se ve reflejada en un mejor control por parte de la policía o serenazgo, por cuanto les permite llevar un seguimiento de cada evento y registro para una evaluación posterior; pero a pesar de ello, sólo en muy pocas ocasiones las personas afectadas recurren a este organismo.

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE TECNOLOGÍAS PARA LA OBTENCIÓN Y TRANSMISIÓN DE INFORMACIÓN

2.1 Estado del Arte

2.1.1 Presentación del asunto de estudio

El tema de seguridad ciudadana es un asunto de vital importancia tanto para los ciudadanos como para las organizaciones del Estado. Es por ello que se han aplicado diferentes metodologías y tecnologías a fin de salvaguardar la integridad del ciudadano, no sólo por parte de la PNP sino también de las Municipalidades Distritales de Lima.

El distrito de San Borja, por ejemplo, cuenta con equipos GPS y una comunicación por radio entre personal de serenazgo y guardianes, sin embargo, a pesar de contar con estos recursos se desea lograr un mayor control de los posibles robos a hogares [11]. En vista que la comunicación es el factor determinante al momento de producirse un acto relacionado al robo de casas, es fundamental presentar las tecnologías de información y comunicación existentes que permitan un enlace entre un hogar y una central de manera eficiente.

En tal sentido, se toma en cuenta en primer lugar a las comunicaciones por radio en onda larga y media, dado que es el tipo de comunicación base para diversas aplicaciones y ha sido adoptada por diferentes entidades.

Por otro lado, también se abarca la telefonía en sus diversas formas, tanto la red telefónica pública como la nueva tecnología de voz sobre IP, sin dejar de lado la telefonía celular considerando que todas pueden transmitir voz y datos usando diferentes tipos de modulación.

Finalmente, no se puede dejar de mencionar la red de datos más conocida a nivel mundial como lo es Internet, ya que, puede soportar variadas aplicaciones y ser explotada en diferentes ámbitos.

2.1.2 Estado de la investigación

Los sistemas de comunicación pueden ser usados por los usuarios pero también permiten la conexión con una central. En el primer caso, es el propietario quien gestiona qué hacer en caso se produzca un evento en su vivienda, mientras que en el segundo, una central dedicada puede encargarse de recepcionar esta señal de aviso y derivar unidades de ayuda de acuerdo a cómo ésta se encuentre organizada.

Son muchas las formas que pueden permitir esta conexión, ya no únicamente dentro del hogar, sino de todo el sistema con una central. En el caso de cámaras por ejemplo, podrían enviarse mensajes con imágenes como MMS (*Multimedia Messaging Service*), o vía correo electrónico hasta la central; o la señal de alarma puede enviarse vía línea telefónica.

A continuación, algunos métodos más comunes empleados en la comunicación remota.

2.1.2.1 Transmisión vía radio

La radio es una tecnología que posibilita la transmisión de señales mediante la modulación de ondas electromagnéticas, ondas que pueden propagarse tanto a través del aire como del espacio vacío sin guía artificial [30].

Esencialmente, la técnica de radiocomunicación consiste en superponer la información que se desea transmitir a una onda electromagnética que se propaga en el espacio. La onda “soporte” y la inserción de la información en la misma se producen en el transmisor, mientras que la información se extrae de la onda en el receptor que recoge una fracción de la energía radioeléctrica transmitida. Junto a estos elementos básicos, se requieren órganos de acoplamiento entre los equipos y el medio de propagación, que son las antenas transmisora y receptora [30].

En la figura 2.1 se muestra un esquema de un sistema de radiocomunicación.

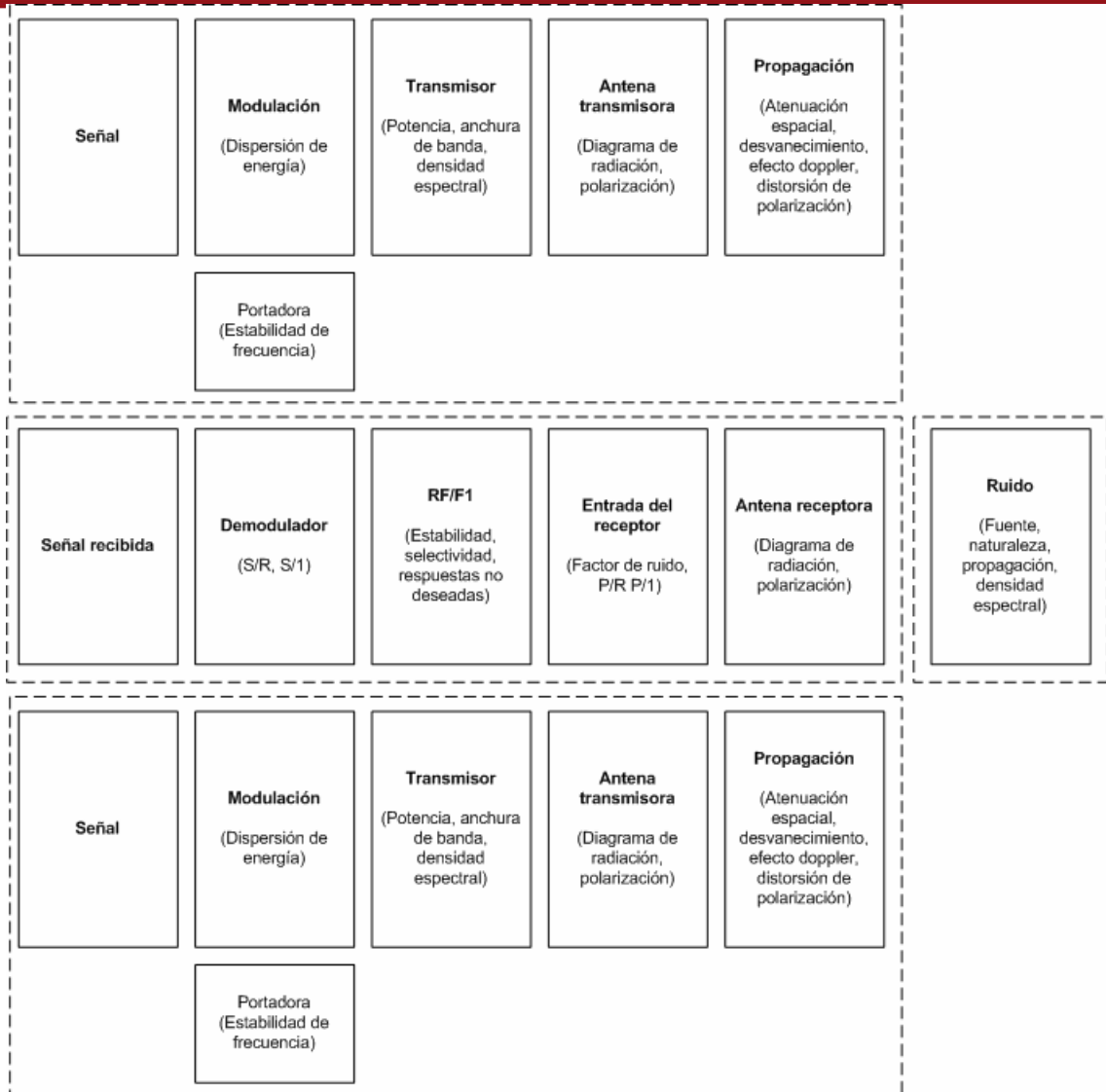


Figura 2.1: Esquema de un sistema de radiocomunicación

Un punto a tomar en cuenta es que en los sistemas de radiocomunicación, el ruido e interferencias son factores que limitan su calidad, existiendo un límite en la cuantía de amplificación que puede lograrse ya que el proceso de amplificación afecta a la señal deseada y a las no deseadas. Debe existir, por tanto, una relación mínima entre la señal útil y la potencia del ruido de modo que no se ponga en riesgo la información útil a costa de reducir la señal no deseada [30].

Aunque se emplea la palabra *radio*, las transmisiones de televisión, radio, radar y telefonía móvil están incluidos en esta clase de emisiones de radiofrecuencia, comunicación que comprende un rango desde los 30KHz a los 300GHz para diversas aplicaciones tal como lo muestra la tabla 2.1

Frecuencia	Nombre	DATOS ANALÓGICOS		DATOS DIGITALES		Aplicaciones principales
		Modulación	Ancho de Banda	Modulación	Velocidad transmisión	
30 - 300 KHz	<i>Low Frequency LF</i> (Baja Frecuencia)	Generalmente no práctica		ASK FSK MSK	0,1 - 100 bps	Navegación
300 - 3000 KHz	<i>Medium Frequency MF</i> (Frecuencia Media)	AM	Hasta 4KHz	ASK FSK MSK	10 - 1000 bps	Radio AM comercial
3 - 30 MHz	<i>High Frequency HF</i> (Alta Frecuencia)	AM SSB	Hasta 4KHz	ASK FSK MSK	10 - 3000 bps	Radio de Onda Corta y Banda Ciudadana
30 - 300 MHz	<i>Very High Frequency VHF</i> (Muy Alta Frecuencia)	AM/FM SSB	5KHz a 5MHz	FSK PSK	Hasta 100 Kbps	Televisión/VHF Radio FM
300 - 300 MHz	<i>Ultra High Frequency UHF</i> (Frecuencia Ultra Alta)	FM SSB	Hasta 20MHz	PSK	Hasta 10 Mbps	Televisión UHF Microondas terrestres
3 - 30 GHz	<i>Super High Frequency SHF</i> (Super Alta Frecuencia)	FM	Hasta 500KHz	PSK	Hasta 100 Mbps	Microondas terrestres y satelitales
30 - 300 GHz	<i>Extreme High Frequency EHF</i> (Frec. Extremadamente Alta)	FM	Hasta 1GHz	PSK	Hasta 750 Mbps	Punto a Punto experimental

Tabla 2.1: Asignación de frecuencias de radio

2.1.2.2 Telefonía

2.1.2.2.1 Telefonía fija

Dentro de los servicios de tiempo real proporcionado por las redes, el servicio de telefonía es el más popular en la actualidad. Este servicio permite que dos personas sean capaces de comunicarse transmitiendo su voz a través de una red de conmutación.

La conmutación telefónica es el proceso mediante el cual se establece y mantiene un circuito de comunicación, capaz de permitir el intercambio de información entre dos usuarios cualesquiera [23]. La imposibilidad de tener permanentemente conectados todos los usuarios entre sí, con dedicación exclusiva de ciertos medios para su uso, es lo que hace necesario el empleo de un sistema (central telefónica) que permita establecer el enlace para la comunicación, solamente cuando ésta dure.

Ahora bien, para que se establezca una llamada telefónica, debe existir un circuito de comunicaciones entre 2 puntos:

- El usuario llamante (A)
- El usuario llamado (B)

La comunicación se produce en base a un proceso de señalización (figura 2.2) que se inicia una vez que el abonado que llama (usuario A) levanta el auricular. Las

centrales telefónicas o de conmutación constituyen la parte operativa que permite que se establezca esta comunicación, y son las encargadas de enrutar las llamadas hacia sus destinos correspondientes.

Un sistema telefónico involucra las siguientes áreas importantes:

- Red Primaria (Involucra los órganos de central y de conmutación)
- Red Secundaria (Constituye la planta externa y la red de cableado)
- Red de Abonado (Es la ultima milla, que llega directamente al usuario)

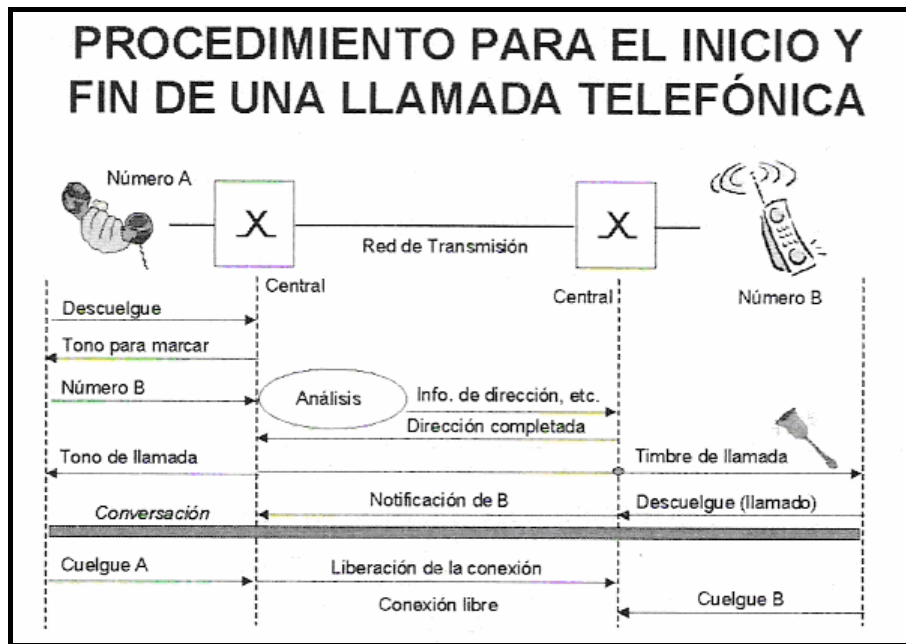


Figura 2.2: Procedimiento para el inicio y fin de una llamada telefónica entre un usuario con el número A (llamante) y otro con el número B (llamado)

Con respecto a las estructuras de las redes, las redes en malla resultan adecuadas cuando el tráfico es alto y la distancia es pequeña, mientras que las redes en estrella (en donde el punto central es la central de conmutación) son ideales para tráfico pequeño y distancias grandes, como sucede en la mayoría de casos [31].

La estructura de una red de este tipo, tal como la red pública de telefonía (PSTN – *Public Switched Telephone Network*), está compuesta por los elementos considerados en la figura 2.3: medios de transmisión y centrales de conmutación, y como elemento imprescindible pero fuera de ella, el terminal de usuario o teléfono.

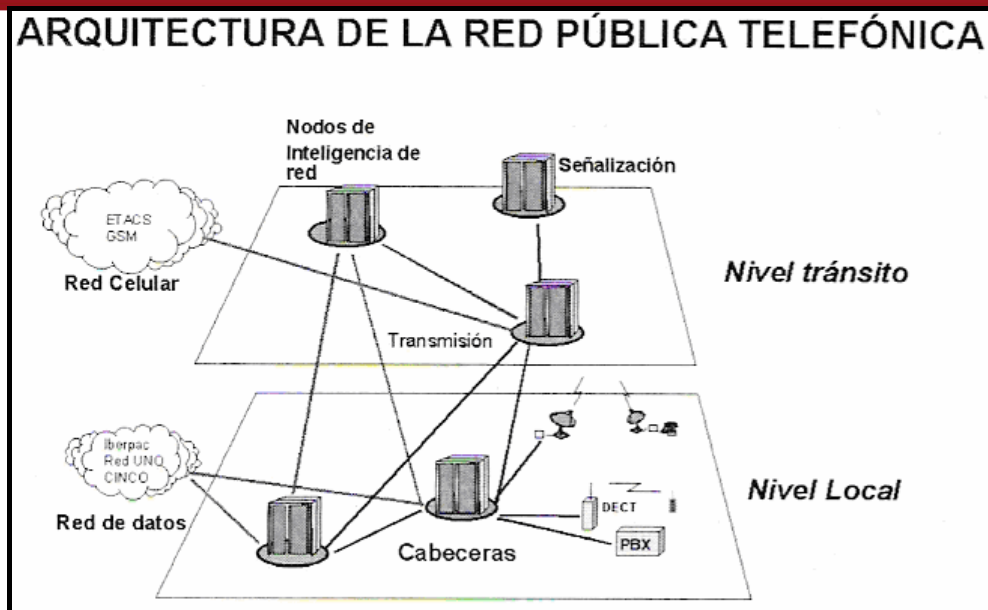


Figura 2.3: Arquitectura de la red telefónica con sus distintos niveles, y representación de la conexión con otras redes (móviles o de datos)

Por lo expuesto anteriormente, la telefonía requiere de un funcionamiento en tiempo real, ya que los usuarios no podrían interactuar, como ocurre en las conversaciones presenciales, si el retardo fuese mayor que una fracción de segundo. Además el sistema debe ser seguro, en el sentido que una vez que la conexión esté establecida no debe ser interrumpida debido a fallos en la red.

- **Sistemas de telefonía sin hilos (cordless)**

Los sistemas de telefonía sin hilos vienen dados por los servicios que cubre la telefonía inalámbrica y que están destinados a suministrar el acceso a las redes fijas públicas a personas en movimiento con desplazamientos cortos (varios centenares de metros a lo sumo).

Pueden distinguirse tres generaciones: la primera generación es de uso residencial que permite llamadas a un usuario desde cualquier punto dentro de su hogar o mientras se mueve por ella; la segunda generación es de uso público o las denominadas cabinas inalámbricas que permiten realizar llamadas desde teléfonos portátiles mientras se encuentre en el área de cobertura de la estación base; y la tercera la conforman las centralitas inalámbricas, con el mismo uso residencial pero con mayor cobertura y manejo de tráfico [31].

2.1.2.2.2 Telefonía celular

El servicio de telefonía móvil pública o telefonía celular está concebido como una extensión del servicio telefónico básico, posibilitando el establecimiento de comunicaciones desde aparatos terminales de abonado que no tienen por qué estar asociados a un lugar determinado.

El funcionamiento de la telefonía celular se basa en la división de grandes áreas geográficas en pequeñas áreas llamadas células o celdas –normalmente hexagonales- de mayor o menor tamaño, cada una de las cuales es atendida por una estación de radio que restringe su zona de cobertura (26 Km en promedio) a la misma, aprovechando el enlace limitado de la propagación de las ondas de radio a frecuencias elevadas, de modo que se reutilice el espectro de frecuencias en cada nueva célula (figura 2.4). Además de ello, el enlace entre el terminal y la red se mantiene al pasar de una célula a otra (*handover*) y cuando la red identifica la posición del móvil, realiza su seguimiento (*roaming*) [36].

Las bandas de frecuencia empleadas para estos sistemas son varias: 450, 900 y 1.800MHz, y la modulación es en frecuencia o en fase con una excursión de frecuencia en función del ancho de banda. La potencia utilizada oscila entre 0.6 y 3 watts, lo que significa un consumo de energía bajo y uso de baterías pequeñas.

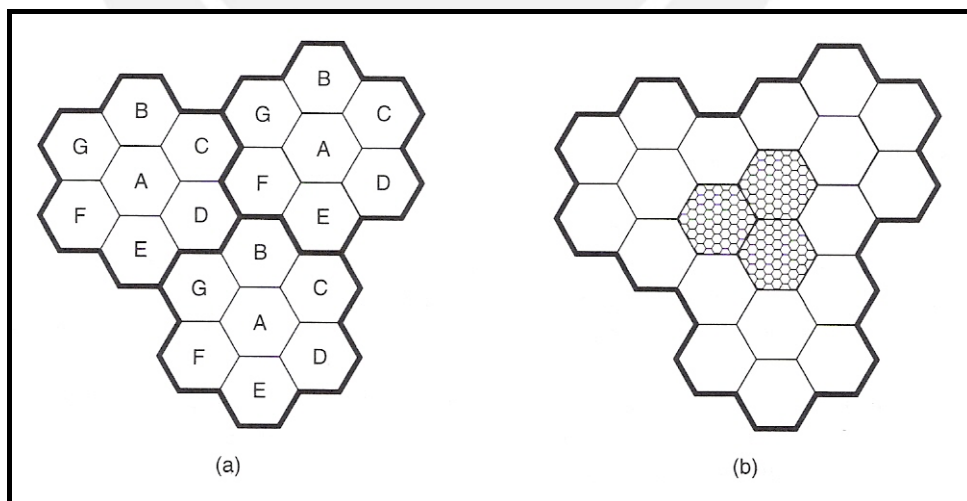


Figura 2.4: (a) Reutilización de frecuencias (b) Para añadir más usuarios se pueden usar celdas más pequeñas

En la actualidad, se cuenta con la denominada Telefonía Móvil Automática (TMA) basada igualmente en una estructura celular pero que maneja gran número de

abonados móviles y que permite al abonado efectuar y recibir llamadas, a/desde cualquier abonado fijo o móvil, nacional o internacional dentro de la zona de cobertura del sistema [31].

- **Generaciones de celulares**

En la telefonía celular se definen varias generaciones de acuerdo a la evolución de las comunicaciones. Así se tienen celulares de primera generación (1G), segunda generación (2G), generación 2.5 (2.5G) y los de tercera generación (3G). Todos con la funcionalidad de la transmisión de voz, sin embargo, las tecnologías más recientes incluyen además aplicaciones multimedia.

Primera generación (1G):

La primera generación de telefonía móvil surgió con la aparición de los teléfonos analógicos en los años 1979. Se caracterizó por poseer una baja velocidad (2400 baudios), una baja capacidad en sus enlaces y estaban basadas en FDMA (*Frequency Division Multiple Access*) [43].

Con respecto a su funcionamiento, cada estación trabaja con un rango de frecuencias, las cuales, delimitan el número máximo de llamadas simultáneas que puede soportar, puesto que a cada llamada se le asigna un par de frecuencias diferentes: una para cada sentido de la comunicación. Estos terminales sólo tienen capacidad para la transmisión de voz y no son capaces de realizar transmisión de datos

En su implantación, las operadoras no unificaron sus decisiones, con lo que cada país siguió distintos caminos, sin embargo, la tecnología más difundida tal vez fue la AMPS (*Advanced Mobile Phone System*) [31].

Segunda generación (2G):

La segunda generación de telefonía móvil es la más utilizada en la actualidad. Además de la transmisión de voz, también permite transmitir texto a través de las redes digitales. El paso de la primera a la segunda generación se realizó para solucionar los problemas en la deficiencia del servicio ante un exceso de números de usuarios, así como la falta de calidad y confidencialidad en sistemas anteriores.

El sistema 2G utiliza protocolos de codificación más sofisticados, en donde las técnicas utilizadas fueron: TDMA (*Time Division Multiple Access*) y CDMA (*Code Division Multiple Access*). Las tecnologías predominantes son GSM, D-AMPS o IS-136, CDMAone o IS-95, iDEN y PDC [43].

En el caso europeo, el estándar de segunda generación es el sistema GSM (*Global System for Mobile Communications*) el cual está basado en TDMA [31]. GSM permite una reutilización de frecuencias para aprovechar así el espectro de la forma más eficiente posible, además, ofrece una serie de servicios de valores añadidos, como son los servicios de datos (envío de fax o intercambio de datos con ordenadores), el *roaming* y los SMS (*Short Messaging Service*), los cuales pueden soportar una cantidad máxima de 160 caracteres alfanuméricos. Sin embargo, la característica más saltante de GSM es la utilización de una tarjeta inteligente o SIM (*Subscriber Identity Module*) que almacena información referente al usuario, independientemente del terminal [36].

En América, el estándar utilizado es el D-AMPS (*Digital AMPS*), el cual está basado en tecnología TDMA que permite manejar velocidades de 48.6 kbps y 832 canales (3 usuarios por canal). Por otro lado, PDC (*Personal Digital Communications*) también utiliza TDMA y sólo se difundió en Asia [31].

El estándar IS-95 fue el primero que estuvo basado en CDMA y actualmente es sustituido por CDMA2000. En esta técnica, varias llamadas pueden ser sobrepuestas con un código de secuencia único. De esta manera, era posible comprimir entre 8 y 10 llamadas para que éstas ocupen el mismo espacio que ocuparía una en el sistema analógico. Asimismo, los SMS soportan un máximo de 256 caracteres. Esta tecnología era usada por la empresa Telefónica del Perú (TdP) antes de migrar a CDMA2000 [43]

Generación 2.5 (2.5G) y tercera generación (3G):

En la actualidad, se están desarrollando redes de satélites que utilizan el concepto celular para proporcionar comunicaciones de ámbito global. En estos sistemas, todo el planeta está cubierto por una constelación de satélites que posibilitan las comunicaciones entre cualquier pareja de terminales, ya que, pueden ser diseñados para proporcionar comunicaciones personales de ámbito global en las que los usuarios que dispongan de un terminal móvil se pueden comunicar con el satélite

más cercano de la constelación, y desde éste con otros usuarios en cualquier parte del mundo.

Los satélites usan dos bandas separadas de frecuencias para las comunicaciones en las direcciones ascendente y descendente, a fin de minimizar las interferencias entre el transmisor y receptor; y además utilizan la técnica TDMA para compartir el acceso al medio de transmisión. Aquí se encuentran los celulares de generación 2.5 tales como GPRS (*General Packet Radio Service*), CDMA2000 y los de tercera generación (3G) tales como UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*). Las redes GPRS son una evolución de las redes GSM que proporcionan una red de conmutación de paquetes con conexión permanente, ofrece una velocidad ascendente de 10 Kbps a 40 Kbps y descendente de hasta 144 Kbps, todo ello en el mejor de los casos, esto es, suponiendo que no hay otros usuarios GPRS en esa celda y que el número de canales de voz ocupados no están saturándola [36].

CDMA2000, basada en CDMA, es un protocolo que está considerado entre la 2.5G y la 3G, el cual es usado en varios países a nivel mundial. Utiliza cualquier banda existente y también maneja una velocidad de hasta 144Kps.

En el caso de UMTS las prestaciones aumentan (de 384Kbps a 2 Mbps siempre y cuando se esté cerca de la estación base y sin moverse) lo que crea una nueva y amplia gama de servicios basados en alta velocidad, como pueden ser: transmisión vocal de alta calidad, acceso eficaz a Internet, televisión, transmisión de imágenes y servicios de localización de usuarios entre otros [30].

Son muchas las ventajas de los sistemas celulares satelitales, sin embargo, la principal desventaja viene dada por el elevado costo de estos sistemas.

En nuestro país, contamos con los siguientes proveedores de Telefonía Celular:

Claro: Generación 2.5 (GSM/GPRS)

TdP: Generación 2 y 3 (GSM y CDMA 2000 1X)

Nextel: Generación 2 (iDEN, basada en TDMA)

2.1.2.2.3 Telefonía IP

La Telefonía IP es una aplicación inmediata de la tecnología de voz sobre IP o VoIP (tecnología que permite la transmisión de la voz a través de redes IP en forma de paquetes de datos) de forma que permita la realización de llamadas telefónicas ordinarias sobre redes de paquetes utilizando un PC, *gateways* y teléfonos estándares. En general, los servicios de comunicación tales como: voz, fax, aplicaciones de mensajes de voz, son transportados vía redes IP (normalmente Internet) en lugar de ser transportados vía la red telefónica convencional [25].

Los pasos básicos que tienen lugar en una llamada a través de Internet son: conversión de la señal de voz analógica a formato digital y compresión de la señal a protocolo de Internet (IP- *Internet Protocol*) para su transmisión. En recepción se realiza el proceso inverso para poder recuperar de nuevo la señal de voz analógica.

Cuando se realiza una llamada telefónica por IP, la voz es digitalizada, comprimida y luego enviada en forma de paquetes de datos IP. Estos paquetes se envían a través de Internet al equipo terminal de comunicación. Cuando los paquetes alcanzan su destino, son descomprimidos y convertidos en la señal de voz original.

Hay tres tipos de llamadas:

- PC a PC
- PC a Teléfono
- Teléfono a Teléfono

La ventaja de una llamada telefónica IP es que se comprime la señal de voz y se utiliza una red de paquetes sólo cuando es necesario, además los paquetes de datos de diferentes llamadas, e incluso de diferentes tipos, pueden viajar por la misma línea al mismo tiempo. Sin embargo, no todos los hogares cuentan con acceso a Internet o al menos no la gran mayoría, de modo que pueda explotarse al máximo la tarifa plana de conexión a este servicio brindado por los ISPs (*Internet Service Providers*).

2.1.2.3 Internet

Internet es una red de alcance mundial que une una gran cantidad de redes de ordenadores, y que permite al usuario contactar con gente y ordenadores de todo el mundo desde su propia casa. Tal como se desprende de lo anterior y del propio término que la identifica, Internet es básicamente una red, es decir un conjunto de dos o más equipos informáticos vinculados entre sí, de modo tal que puedan interactuar compartiendo información y recursos.

Internet funciona con la estrategia “Cliente/servidor”, lo que significa que en la red hay ordenadores servidores encargados de dar información concreta solicitada por el otro ordenador (cliente).

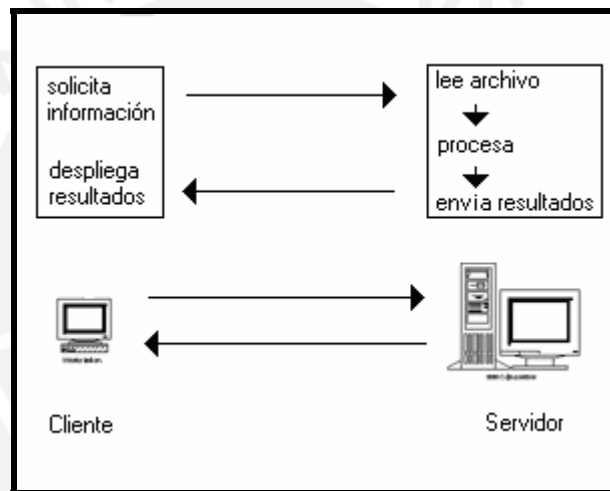


Figura 2.5: Red cliente/servidor

El protocolo utilizado en Internet es el TCP/IP, de modo que el mensaje pueda ser fragmentado en paquetes y direccionado a su destino. Las velocidades de transferencia y los métodos de acceso están íntimamente ligados y pueden variar entre cada uno de ellos, como se verá en el punto 2.1.2.3.1.

Las principales aplicaciones de Internet son: el correo electrónico (e-mail), World Wide Web, comercio electrónico, videoconferencia, chats y transferencia de archivos. Esta última capacidad de Internet permite transferir datos de archivos (que puede consistir en texto, datos fotográficos digitalizados, etc) o software de una computadora a otra. En este caso, un programa de transferencia de archivos (FTP File Transfer Program) permite al usuario el acceso a los archivos de computadoras remotas y la llegada a su computadora, donde pueden utilizarse [30].

2.1.2.3.1 Métodos de Acceso a Internet

Son varios los métodos de acceso a Internet, uno de los más difundidos es mediante la telefonía básica, sin embargo este método ha venido siendo sustituido gradualmente por conexiones más veloces y estables, entre ellas el ADSL, Cable Módems, o el RDSI. También han aparecido formas de acceso a través de la red eléctrica, e incluso por satélite. A continuación se detallan estos métodos:

- **RTC.**

La Red Telefónica Conmutada (RTC) —también llamada Red Telefónica Básica (RTB)— es la red original y habitual (analógica). Por ella circula habitualmente las vibraciones de la voz, las cuales son traducidas en impulsos eléctricos que se transmiten a través de dos hilos de cobre. La señal del ordenador, que es digital, se convierte en analógica a través del módem y se transmite por la línea telefónica. Es la red de menor velocidad y calidad [21].

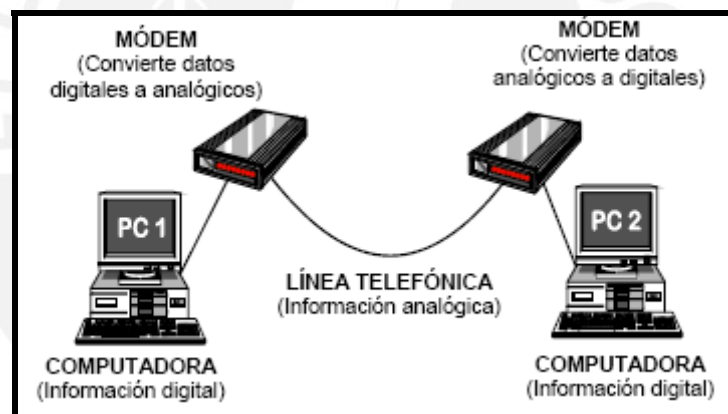


Figura 2.6: Esquema de conexión de dos computadoras a través de la línea telefónica

La conexión se establece mediante una llamada telefónica al número que le asigne el proveedor de Internet. Este proceso tiene una duración mínima de 20 segundos y su coste es de una llamada local, aunque también hay números especiales con tarifa propia.

Para acceder a la Red sólo se necesita de una línea de teléfono y un módem, ya sea interno o externo. La conexión en la actualidad tiene una velocidad de 56 kbits por segundo y se realiza directamente desde un PC a través de router o proxy.

▪ RDSI

La Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) envía la información codificada digitalmente, por ello necesita un adaptador de red, módem o tarjeta RDSI que adecua la velocidad entre el PC y la línea. Para disponer de la RDSI es necesario que un operador de telecomunicaciones instale esta conexión especial que permite una velocidad de conexión digital a 64 kbit/s en ambos sentidos.

La RDSI integra multitud de servicios, tanto transmisión de voz, como de datos, en un único acceso de usuario que permite la comunicación digital entre los terminales conectados a ella (teléfono, fax, ordenador, etc).

Sus principales características son:

- Conectividad digital punto a punto.
- Conmutación de circuitos a 64 kbit/s.
- Uso de vías separadas para la señalización y para la transferencia de información (canal adicional a los canales de datos).

La conexión RDSI divide la línea telefónica en tres canales: dos B o portadores, por los que circula la información a la velocidad de 64 kbps, y un canal D, de 16 kbps, que sirve para gestionar la conexión. Se pueden utilizar los dos canales B de manera independiente (es posible hablar por teléfono por uno de ellos y navegar por Internet simultáneamente), o bien utilizarlos de manera conjunta, lo que proporciona una velocidad de transmisión de 128 kbps. Así pues, una conexión que utilice los dos canales (p.e. videoconferencia) supondrá la realización de dos llamadas telefónicas [21].

▪ ADSL

ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) es una tecnología que, basada en el par de cobre de la línea telefónica normal, la convierte en una línea de alta velocidad. Permite transmitir simultáneamente voz y datos a través de la misma línea telefónica y es el método más conocido de las familias xDSL (tabla 2.2).

Nombre	Nombre	Velocidades máximas	Distancia máxima
ADSL	Asymmetric DSL	Descendente 9Mbps Ascendente 640Kbps Asimétrico	5500 metros
DSL	Digital Subscriber Line	160Kbps Simétrico	5400 metros
HDSL	High Bit Rate DSL	2Mbps Simétrico	4600 metros
SDSL	Symmetric Single Line DSL	2Mbps Simétrico	3500 metros
VDSL	Very High Bit Rate DSL	Descendente hasta 52Mbps Ascendente hasta 30Mbps Asimétrico	1500 metros

Tabla 2.2: Familias xDSL

En el servicio ADSL el envío y recepción de los datos se establece desde el ordenador del usuario a través de un módem ADSL. Estos datos pasan por un filtro (splitter), que permite la utilización simultánea del servicio telefónico básico (RTC) y del servicio ADSL. Es decir, el usuario puede hablar por teléfono a la vez que está navegando por Internet, para ello se establecen tres canales independientes sobre la línea telefónica estándar:

- Dos canales de alta velocidad (uno de recepción de datos y otro de envío de datos).
- Un tercer canal para la comunicación normal de voz (servicio telefónico básico).

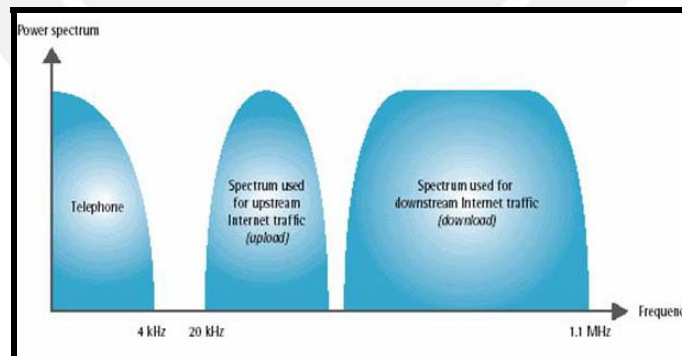


Figura 2.7: Banda de frecuencias utilizadas en ADSL

Los dos canales de datos son asimétricos, es decir, no tienen la misma velocidad de transmisión; el canal de recepción de datos tiene mayor velocidad que el canal de envío de datos.

Esta asimetría, característica de ADSL, permite alcanzar mayores velocidades en el sentido red→usuario, lo cual se adapta perfectamente a los servicios de acceso a información en los que normalmente, el volumen de información recibido es mucho mayor que el enviado. En tales condiciones, ADSL permite velocidades de hasta 8 Mbps en el sentido red→usuario y de hasta 1 Mbps en el sentido usuario→red.

La velocidad de transmisión también depende de la distancia del módem a la centralita, de forma que si la distancia es mayor de 3 Kilómetros se pierde parte de la calidad y la tasa de transferencia empieza a bajar [21].

Un esquema de conexión ADSL podría ser:

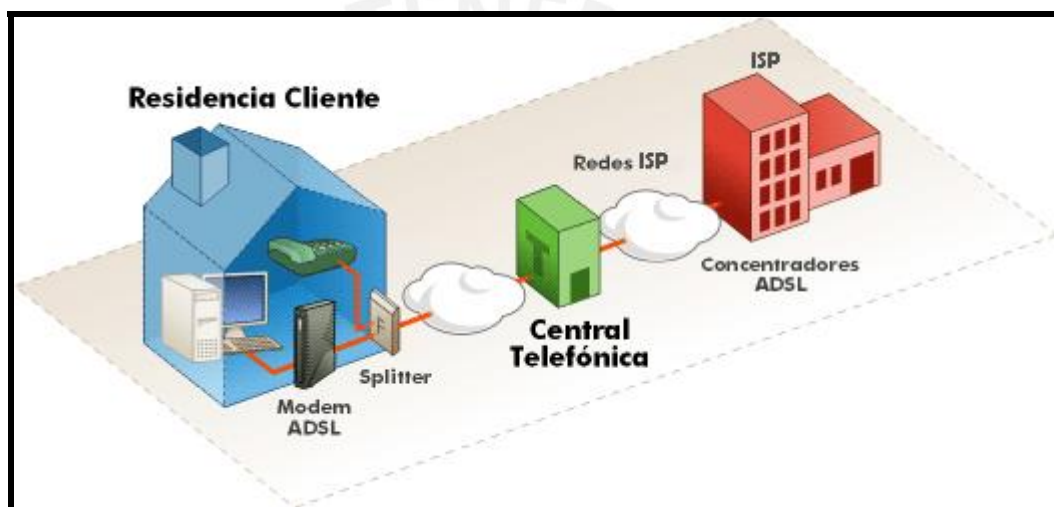


Figura 2.8: Esquema de conexión ADSL

▪ Cable

Normalmente se utiliza el cable coaxial que también es capaz de conseguir tasas elevadas de transmisión pero utilizando una tecnología completamente distinta. En lugar de establecer una conexión directa, o punto a punto, con el proveedor de acceso, se utilizan conexiones multipunto, en las cuales muchos usuarios comparten el mismo cable.

Las principales consecuencias del uso de esta tecnología son:

- Cada nodo (punto de conexión a la Red) puede dar servicio a entre 500 y 2000 usuarios.
- Para conseguir una calidad óptima de conexión la distancia entre el nodo y el usuario no puede superar los 500 metros.

- No se pueden utilizar los cables de las líneas telefónicas tradicionales para realizar la conexión, siendo necesario que el cable coaxial alcance físicamente el lugar desde el que se conecta el usuario.
- La conexión es compartida, por lo que a medida que aumenta el número de usuarios conectados al mismo nodo, se reduce la tasa de transferencia de cada uno de ellos.

Esta tecnología puede proporcionar una tasa de 30 Mbps de bajada como máximo, pero los módems normalmente están fabricados con una capacidad de bajada de 10 Mbps y 2 Mbps de subida [21].

▪ Vía satélite

El sistema de conexión que generalmente se emplea es un híbrido de satélite y teléfono. Hay que tener instalada una antena parabólica digital, un acceso telefónico a Internet (utilizando un módem RTC, RDSI, ADSL o por cable), una tarjeta receptora para PC, un software específico y una suscripción a un proveedor de satélite.

El cibernauta envía sus mensajes de correo electrónico y la petición de las páginas Web, mediante un módem tradicional, pero la recepción se produce por una parabólica. La velocidad de descarga a través del satélite puede situarse en casos óptimos en torno a 400 Kbps.

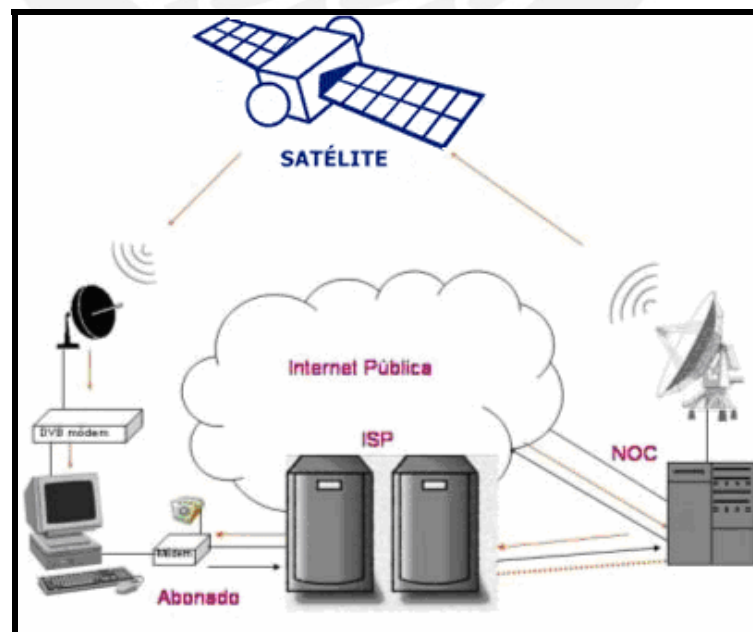


Figura 2.9: Internet vía satélite

▪ Redes Inalámbricas

Las redes inalámbricas o wireless son una tecnología normalizada por el IEEE que permite montar redes locales sin emplear ningún tipo de cableado, utilizando infrarrojos u ondas de radio a frecuencias de libre utilización.

Están compuestas por dos elementos:

- **Punto de acceso (AP)** o “**transceiver**”: es la estación base que crea un área de cobertura donde los usuarios se pueden conectar. El AP cuenta con una o dos antenas y con una o varias puertas Ethernet.

- **Dispositivos clientes**: son elementos que cuentan con tarjeta de red inalámbrica. Estos proporcionan un interfaz entre el sistema operativo de red del cliente y las ondas, a través de una antena.

El usuario puede configurar el canal (se suelen utilizar las bandas de 2,4 Ghz y 5Ghz) con el que se comunica con el punto de acceso por lo que podría cambiarlo en caso de interferencias.

Los sistemas inalámbricos de banda ancha se conocen como BWS (*Broadband Wireless Systems*) y uno de los más atractivos, son los sistemas LMDS.

▪ LMDS

El LMDS (*Local Multipoint Distribution System*) es un sistema de comunicación de punto a multipunto que utiliza ondas radioeléctricas a altas frecuencias, en torno a 28 ó 40 GHz. Las señales que se transmiten pueden consistir en voz, datos, Internet y vídeo.

Este sistema utiliza como medio de transmisión el aire para enlazar la red troncal de telecomunicaciones con el abonado. En este sentido, se configura un nuevo bucle de abonado, con gran ancho de banda, distinto al tradicional par de hilos de cobre que conecta cada terminal doméstico con la centralita más próxima.

Las bandas de frecuencias utilizadas ocupan un rango en torno a 2 Ghz, para las cuales la atenuación por agentes atmosféricos es mínima. Debido a las altas frecuencias y al amplio margen de operación, es posible conseguir un gran ancho de banda de comunicaciones, con velocidades de acceso que pueden alcanzar los

8 Mbps. El sistema opera en el espacio local mediante las estaciones base y las antenas receptoras usuarias, de forma bidireccional. Se necesita que haya visibilidad directa desde la estación base hasta el abonado, por lo cual pueden utilizarse repetidores si el usuario está ubicado en zonas sin señal.

El LMDS ofrece las mismas posibilidades en cuanto a servicios, velocidad y calidad que el cable de fibra óptica, coaxial o el satélite. La ventaja principal respecto al cable consiste en que puede ofrecer servicio en zonas donde el cable nunca llegaría de forma rentable. Respecto al satélite, ofrece la ventaja de solucionar el problema de la gran potencia de emisión que se dispersa innecesariamente en cubrir amplias extensiones geográficas [21].

2.1.3 Síntesis sobre el asunto de estudio

En la actualidad existen múltiples tecnologías y estándares usados para la implementación de un sistema de comunicación que puedan permitir una interconexión con una central.

Hoy en día, las tecnologías inalámbricas han encontrado una amplia aceptación y prueba de ello son las numerosas tecnologías desarrolladas para la interconexión de dispositivos (IrDa, Bluetooth), así como la comunicación del sistema de seguridad con una central de atención (WMAN, GPRS/UMTS). El uso de una línea dedicada parece no ser el método más idóneo para estos casos, sin embargo, hay otros factores que se ven comprometidos en la elección de un sistema adecuado. Uno de ellos es el precio elevado que el uso de alguna de estas tecnologías implique, tal es el caso de los sistemas satelitales, y se debe justamente a ello su poca aplicación para el hogar.

Por otro lado, la amplia acogida de los teléfonos móviles ha generado una aprobación considerable de sistemas que incluyan la tecnología GSM para la comunicación de datos o control de un sistema de seguridad, sin embargo, la eficiencia del sistema está sujeto al proveedor del servicio y en cuánto tiempo se genere una entrega exitosa de un SMS. Este tiempo puede ser invaluable en lo que refiere a seguridad y evidentemente, hay que realizar un pago por este servicio.

Otra tecnología sumamente desarrollada es la de banda ancha (xDSL basada en el protocolo TCP/IP) por el número cada vez mayor de usuarios de Internet

conectados desde su hogar [9]. Si bien esta cifra va en aumento en nuestro país no ha alcanzado una mayoría bastante importante o uniforme en los diferentes distritos de Lima, lo que no permite aprovechar la tarifa plana de este servicio si se busca un sistema afín a toda un área.

El teléfono es otra de las alternativas usadas hoy en día y puede ser explotado al máximo, ya que ofrece la posibilidad de control y comunicación. Brinda además ventajas muy importantes como: la entrega del mensaje es inmediata, no necesita alimentación externa y es una de las TICs de mayor penetración en Lima Metropolitana [9].



2.2 Sensores

2.2.1 Definición

Un sensor es un dispositivo que detecta una determinada acción externa, temperatura, presión, etc., y la transmite adecuadamente [29].

2.2.2 Clasificación

En la actualidad existen diversos tipos de sensores. Entre los más utilizados para seguridad tenemos:

- Sensores de pánico: Pulsadores de fácil accionamiento que son ubicados en lugares discretos.



- Sensores magnéticos: Conmutadores magnéticos que cambian de estado de conducción a alta impedancia cuando son activados. Usualmente se colocan en puertas, ventanas, etc.



- Sensores Infrarrojos: Circuito electrónico capaz de detectar la radiación infrarroja que emiten los cuerpos. Este dispositivo es utilizado en la detección de presencia de personas no deseadas.



- Sensores de Sonido: Dispositivos que emiten una señal en el momento que detecta una variación considerable de ruido, por ejemplo, cuando se rompen los vidrios de las ventanas o cristales.



2.2.3 Características

Usualmente estos sensores trabajan con 5 o 12 VDC. Adicionalmente, se puede mencionar que funcionan como un interruptor, el cual debe estar asociado a un circuito especial de acoplamiento.

2.3 Tecnologías de Información y Comunicaciones

2.3.1 Definición

Las tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC) son un término que se utiliza actualmente para hacer referencia a una gama amplia de servicios, aplicaciones, y tecnologías, que utilizan diversos tipos de equipos y de programas informáticos, y que a menudo se transmiten a través de las redes de telecomunicaciones [37].

Las TIC incluyen conocidos servicios de telecomunicaciones tales como telefonía, telefonía móvil y fax, que se utilizan combinados con soporte físico y lógico para constituir la base de una gama de otros servicios, como el correo electrónico, la transferencia de archivos de un ordenador a otro, y, en especial, Internet, que potencialmente permite que estén conectados todos los ordenadores, dando con ello acceso a fuentes de conocimiento e información almacenados en ordenadores de todo el mundo.

2.3.2 Teléfono

2.3.2.1 Definición

Aparato de telefonía que comprende, al menos, un transmisor telefónico, un receptor telefónico, el cableado y los órganos accesorios directamente asociados a estos transductores. Un aparato telefónico comprende normalmente otros órganos tales como un gancho conmutador, un timbre telefónico incorporado y un dispositivo de marcación manual [27].



2.3.2.2 Tipos de marcación

- **Marcación por pulsos:** envío de la información numérica en forma de pulsos a la central telefónica, la misma que hace la conexión con el teléfono de destino.
- **Marcación por tonos:** llamado también sistema multifrecuencia o DTMF (Dual-Tone Multi-Frequency). Cada número es la combinación de dos tonos de diferentes frecuencias que son decodificadas en la central para la identificación del destino [31].

	1209 Hz	1336 Hz	1477 Hz	1633 Hz
697 Hz	1	2	3	A
770 Hz	4	5	6	B
852 Hz	7	8	9	C
941 Hz	*	0	#	D

Tabla 2.3: Frecuencias bajas y altas de cada tono

2.3.3 Centrales telefónicas

2.3.3.1 Definición

Conjunto de dispositivos de transporte de tráfico, de etapas de conmutación, de medios de control y señalización y de otras unidades funcionales en un nodo de la red, que permite la interconexión de líneas de abonado, circuitos de telecomunicación y/u otras unidades funcionales según lo requieren los usuarios individuales [27].

2.3.3.2 Tecnologías de centrales

Se distinguen tres familias de tecnologías: mecánicas, electromecánicas y electrónicas, apreciándose en la figura 2.6 su disposición dentro de la familia de sistemas de conmutación existentes.

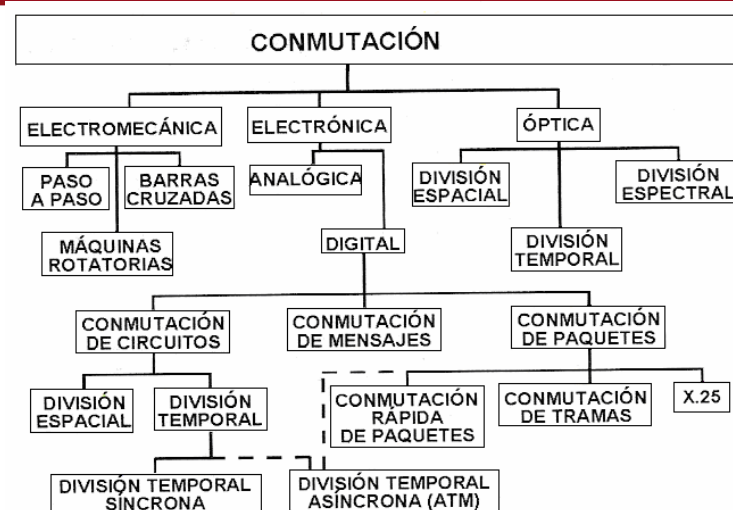


Figura 2.6: Distintas familias de sistemas de conmutación, a lo largo del tiempo, y sus tecnologías asociadas más importantes

- **Sistemas mecánicos:** éstos son los más antiguos, y se caracterizan porque el enlace se establece al poner en contacto físicamente los dos circuitos, en donde las centralitas hacen uso de un cuadro de conmutación, constituido por clavijas y conectores que se operan manualmente. Hoy en día están en desuso.
- **Sistemas electromecánicos:** son sistemas más modernos que los mecánicos, con un alto porcentaje de mecánica pero que ya están dotados de una unidad de control. Efectúan movimientos de rotación importantes realizando la conmutación por medio de contactos mecánicos situados en posición circular, físicamente en pisos o niveles, que ponen en contacto los diferentes circuitos para establecer el enlace.
- **Sistemas electrónicos:** los sistemas electrónicos son los más modernos y están reemplazando a todos los anteriores debido a su mayor capacidad, velocidad de conmutación, flexibilidad y fiabilidad. La conexión se realiza mediante conmutadores electrónicos dotados de un órgano central de control formado por procesadores SPC (Store Program Control), similares a un ordenador [31].

Si consideramos otra clasificación de las centrales, podemos mencionar a las centrales públicas y privadas. Ambas son semejantes en su funcionamiento, sin embargo, las centrales privadas no disponen de elementos característicos de las centrales públicas, tales como: protecciones de líneas, redundancia, etc.

Las centrales privadas son usadas en la actualidad para compartir varias líneas telefónicas entre varios usuarios que pertenecen al mismo entorno físico. Gestionan tanto las llamadas salientes como entrantes, así como las realizadas internamente por los usuarios dentro de una corporación. Las centrales privadas o PABX (*Private Automatic Branch eXchange*) son equipos totalmente digitales y que tienen el control por programa almacenado (SPC); además, dan soporte tanto a los servicios telefónicos básicos como a los suplementarios.



2.4 Modelo Teórico

La organización de la Municipalidad, así como la cooperación de las Juntas Vecinales, han resultado ser un factor clave en la seguridad. Sin embargo, hay una necesidad de contar con una seguridad mucho más personalizada y propia para cada hogar, por lo que es indispensable contar con un sistema de comunicación que permita enlazarse directamente con una central de atención ciudadana.

Una de las principales características que debe cumplir este sistema de comunicación, además de la mencionada, es que debe actuar de manera inmediata cuando los sensores se hayan activado. Además de ello, debe existir un balance entre costo/tecnología; es decir, implementar un sistema que resulte conveniente no sólo funcionalmente sino que sea accesible a la mayoría de hogares.

De acuerdo con los requerimientos, el uso de la línea telefónica se vislumbra como la alternativa más adecuada para el control y comunicación del sistema, debido a que no implica una inversión en la implementación de un nuevo sistema de comunicación, sino que usa del par de cobre existente en cualquier vivienda con conexión a la red de telefonía pública (cuenta con gran cobertura en Lima metropolitana). Esto permitirá que sea un sistema de fácil manejo para el usuario, el cual, sólo tendrá que invertir en el costo de una llamada telefónica en caso de que los sensores detecten la presencia de un intruso.

De este modo, puede lograrse una comunicación remota en tiempo real vivienda/central de atención. Sin embargo, es preciso considerar un sistema de protección en la comunicación, y asegurar que se haya realizado un aviso de alarma exitoso. Es decir, si en caso la central de atención estuviese siendo utilizada por otro usuario y no pudiese concretarse el aviso, derivar la llamada a otros números alternativos de modo que se asegure la recepción del mensaje en el menor tiempo posible. Asimismo, el sistema debe encriptar la información que envía evitando así su decodificación por personas ajenas a la central ciudadana.

Finalmente, se debe considerar una interfaz adecuada para el operador de la central, en donde los datos receptionados por el sistema se transmitan a la computadora de manera que puedan visualizarse los datos de la familia afectada y su ubicación, así como el tipo de sensor activado, lo que permite a

2.5 Definiciones operativas

a) **Indicadores Cualitativos**

- **Conectividad:** referida a la comunicación exitosa del mensaje de alarma. El sistema debe realizar previamente una verificación de disponibilidad de inicio de la transmisión y esperar una confirmación para realizarla.
- **Cobertura:** el medio de acceso para la comunicación remota con la central telefónica debe tener amplia difusión en los hogares de manera que no implique la implementación de todo un sistema de comunicaciones, sino la utilización de uno ya existente como herramienta.
- **Seguridad:** debe tratarse de un sistema robusto, es decir, que en el momento de la transmisión de un mensaje de alarma no haya una interferencia (o que sea inmune a ésta) o no se produzca un cambio en el contenido de la información desde su transmisión hasta su recepción en la central de atención. Adicionalmente, el mensaje deberá ser codificado antes de su envío con el fin de evitar que personas malintencionadas lo decodifiquen.
- **Flexibilidad:** propiamente relacionada con la operatividad y manejo que tenga el usuario con el sistema; esto es, que el usuario sea capaz de activar/desactivar el sistema cuando éste lo estime conveniente.
- **Buen funcionamiento:** es la rapidez y efectividad que se desea lograr en la transmisión exitosa de un aviso.

b) **Indicadores cuantitativos**

- **Tiempo de respuesta:** éste es uno de los indicadores más importantes a tomar en cuenta en el sistema de comunicación, ya que, el tiempo estimado entre la generación de una alarma y la recepción de la misma puede resultar decisivo en la pronta actuación de la Junta Vecinal o Serenazgo.
- **Costo:** la realización del sistema debe resultar, al final de cuentas, económicamente viable, ya que, si está dirigido a hogares, la inversión que éstos realizarían por la adquisición del sistema tendría que ser accesible.

CAPÍTULO 3: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN VÍA LÍNEA TELEFÓNICA PARA LA SEGURIDAD DEL HOGAR

3.1 Hipótesis

3.1.1 Hipótesis principal

Dado que la seguridad ciudadana es uno de los principales temas de preocupación para la sociedad, se han desarrollado diferentes planes para su resguardo, sin embargo, aún se quiere lograr un servicio más individualizado con los hogares tal como lo plantea el distrito de San Borja. La implementación de *un sistema de comunicación remota hogar-centralita* se vislumbra entonces como un buen respaldo para lograr una seguridad más personalizada. De este modo, se complementa la labor desarrollada por serenazgo y la PNP al generarse un aviso automático por parte de este sistema, y a su vez se respalda el objetivo de disuadir a los delincuentes por parte de la Municipalidad.

3.1.2 Hipótesis secundarias

- 1) Un sistema automático de comunicación, reduciría considerablemente los desperdicios de tiempo en la generación de aviso, además, brindaría alternativas adicionales para la obtención de información, como por ejemplo, el envío de datos relacionados al origen del incidente y ubicación de la residencia afectada.
- 2) El uso de la línea telefónica surge como una buena alternativa para el soporte del sistema al tener gran cobertura no sólo en el distrito sino en toda la ciudad; además porque su uso no implica un gasto importante, dado que la red ya se encuentra instalada.
- 3) Un sistema electrónico permitirá una vigilancia continua e ininterrumpida desde su activación. Además, podría ser programado con ciertas funciones básicas por el usuario de manera que éste decida en qué momento se activa el sistema.
- 4) La capacidad de detección del estado de la línea telefónica debe permitir que se logre una mayor eficacia en el aviso de posibles eventos en los cuales la línea no esté operativa.

3.2 Objetivos

3.2.1 Objetivo general

Diseñar e implementar un sistema para el hogar que permita la comunicación automática con una central de atención ciudadana vía línea telefónica, con el fin de dar aviso acerca de incidentes ocurridos dentro de éste, así como, brindar información inmediata referente al usuario, ubicación y tipo de sensor activado, utilizando para ello el envío de datos codificados por medio de tonos DTMF, de manera que se puedan atender los mensajes de alarma optimizando la seguridad.

3.2.2 Objetivos específicos

- 1) Disminuir considerablemente cualquier desperdicio de tiempo en la generación de una señal de alarma.
- 2) Lograr una seguridad más personalizada con el hogar usando las TIC.
- 3) Lograr interconectividad del hogar con una central de atención remota con el fin de brindar mayor información de los incidentes ocurridos.
- 4) Poder generar un aviso del incidente, inclusive, frente a problemas de inoperatividad de la línea telefónica.
- 5) Tener una herramienta que, con ciertos complementos, permita en el futuro registrar en una base de datos los casos atendidos así como las principales características de éstos.

3.3 Metodología de diseño

El presente trabajo consta de dos equipos que forman parte esencial en el sistema de comunicación: el equipo que es exclusivamente para el hogar y el de recepción para serenazgo. Ambos poseen la misma funcionalidad hasta determinado nivel, las necesarias y básicas para la comunicación entre ellos a través de la línea telefónica (automarcado, envío y recepción de tonos DTMF), así como el manejo de un protocolo basado en tonos. La diferencia radica en que el equipo de la central cuenta con una interfaz de comunicación serial con la PC para la visualización de los datos en el programa Hyperterminal, mientras que esta característica no la posee el equipo en casa, ya que no irá conectado a ninguna PC. Este último, más bien, cuenta con una interfaz para sensores, necesaria para dar inicio a la secuencia de comunicación cuando el estado de alguno de ellos cambie.

3.3.1 Descripción de los equipos

El primer equipo cuenta con:

- Interfaz para sensores de presencia y sensores de conmutación
- Circuito de detección de corte de línea
- Sistema de comunicación automática vía línea telefónica
- Protocolo de comunicación casa - central telefónica

El equipo ubicado en la central de serenazgo cuenta con:

- Sistema de recepción automática de llamada
- Protocolo de comunicación central telefónica - casa
- Comunicación con la PC
- Presentación de datos del usuario en el Hyperterminal

3.4 Diagrama de bloques

De acuerdo a lo mencionado en el punto 3.3, el sistema a implementar se basa principalmente en un bloque de control y comunicación con la PC, así como de un bloque especializado de comunicación por medio de la línea telefónica. A partir de este punto se mencionarán todas las consideraciones utilizadas en el diseño de de todos los circuitos de estos bloques.

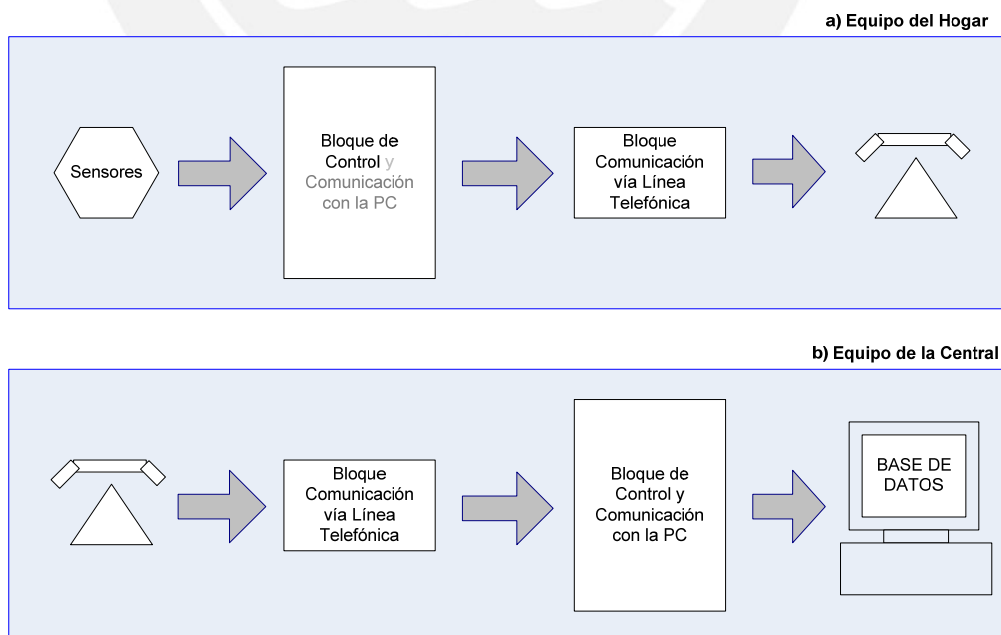


Figura 3.1: (a) Diagrama de bloques del Equipo del Hogar y (b) el Equipo de la Central

3.4.1 Bloque de comunicación vía línea telefónica

3.4.1.1 Funcionamiento y características de la comunicación telefónica

Este es el bloque más importante del sistema, ya que, permite el establecimiento de la comunicación entre la casa y serenazgo. Es importante tener en cuenta el funcionamiento de la comunicación vía línea telefónica, es decir, niveles de voltaje, corriente, impedancia, cambio de polaridad en la línea así como las distintas formas de marcado y marcación.

3.4.1.1.1 Funcionamiento del teléfono

Cuando se instala un teléfono existen dos estados fundamentales: el colgado y el descolgado. En la tabla 3.1 presentamos las características eléctricas más resaltantes de estas etapas [44].

Estado	Característica	Magnitud	Unidades
Colgado	Voltaje	48	VDC
	Corriente	1	mA
	Impedancia	Alta	ohm
Descolgado	Voltaje	9	VDC
	Corriente	28	mA
	Impedancia	Baja	ohm
	Voltaje de timbrado	90	VAC
	Frecuencia Timbrado	20	Hz

Tabla 3.1: Niveles de corriente, voltaje e impedancia de la línea telefónica en sus diferentes estados

Como apreciamos, existen diferentes niveles de tensión, corriente e impedancia soportados en la línea telefónica. Resulta importante conocer cómo interactúan los estados de Colgado y Descolgado, así como, la forma en que aparecen dentro de las secuencias de generación y recepción de una llamada. Por esto, en la figura 3.2 se resume de forma clara los procesos y estados mencionados:

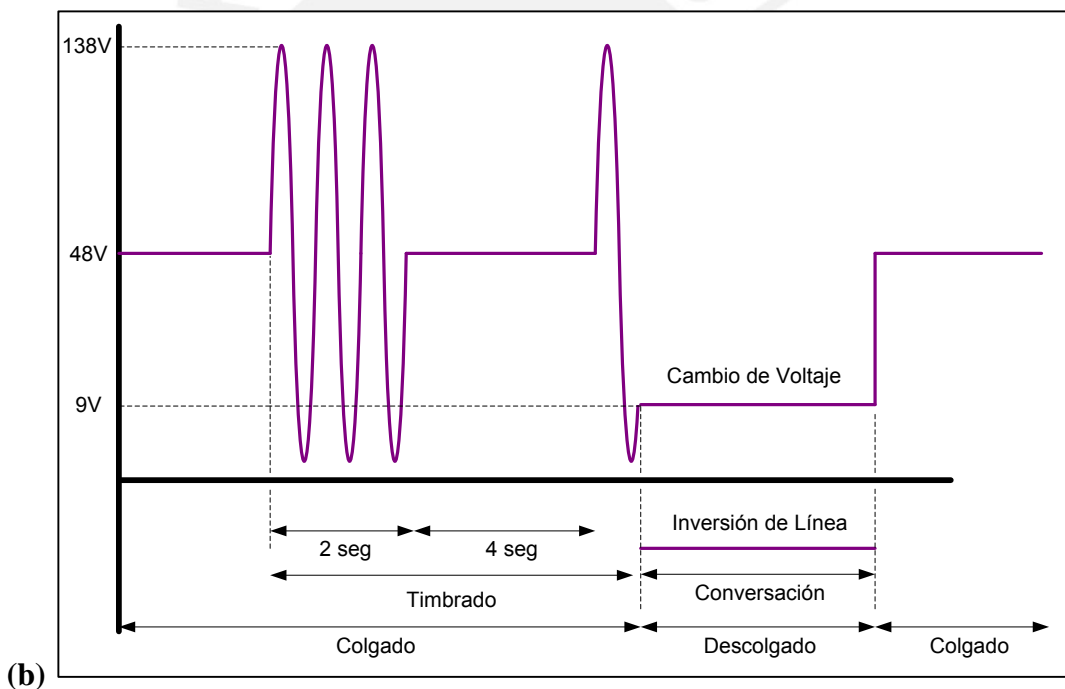
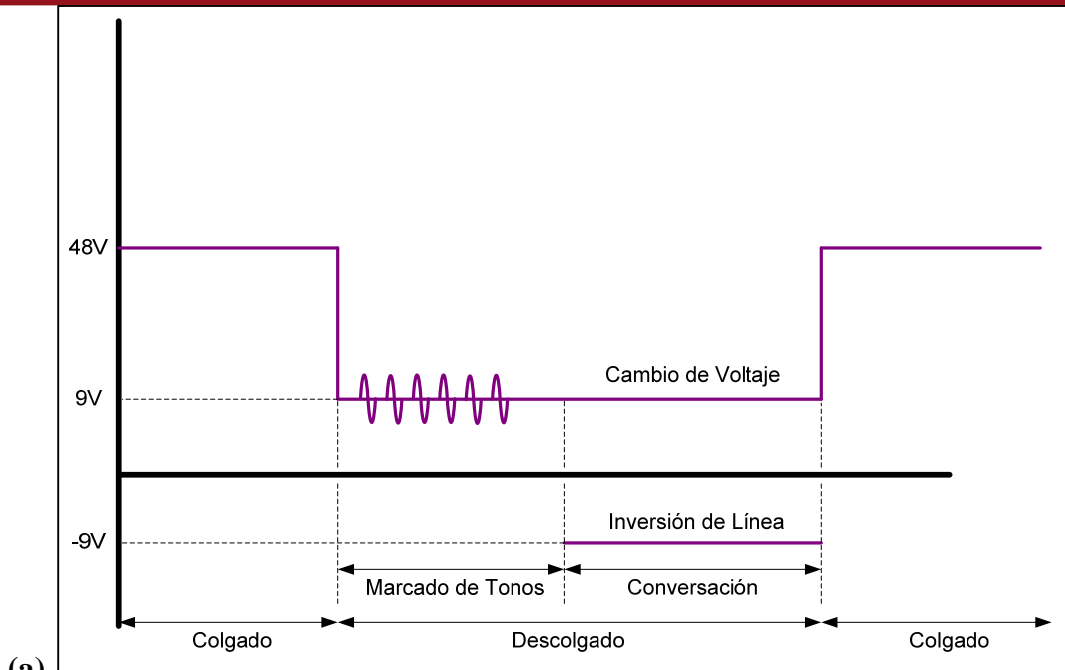


Figura 3.2 (a) Secuencia de inicio de llamada vía telefónica
(b) Secuencia de timbrado y recepción de llamada

De acuerdo con la figura, en teoría el voltaje pico máximo que se tiene en la línea telefónica es de 138V y el voltaje mínimo es de -9VDC (9VDC en algunas centralitas). No obstante, debido a la longitud de la línea y a su calidad, estos valores pueden oscilar hasta en un 10% de los valores presentados.

3.4.1.1.2 Características de los tonos DTMF y su uso como protocolo de comunicación

De acuerdo a la descripción planteada para el desarrollo de los equipos que forman parte del sistema, se considera la implementación de un Protocolo de Comunicación, que utiliza la línea telefónica como medio de transmisión. Si bien la modulación FSK (*Frequency-shift keying*) y PCM (*Pulse-code modulation*) son ampliamente utilizadas para la transferencia de datos, es importante considerar la posibilidad de utilizar a los tonos DTMF para este propósito.

En la actualidad los tonos DTMF son usados para diversas aplicaciones que no sólo están limitadas al establecimiento de la comunicación entre dos puntos por medio de la red PSTN. Muchas empresas cuentan con centrales de atención al cliente, en donde, el usuario puede elegir las opciones de un menú de voz por medio de la marcación de tonos a fin de realizar una acción. Para esto es preciso que dichas centrales realicen una decodificación de los tonos para identificar qué tecla presionó el usuario y por consiguiente, haga la derivación de la llamada al área correspondiente.

Esta funcionalidad de la decodificación de tonos hecha por las centrales, puede ser aprovechada por el sistema de comunicación para el envío de datos. Es así que puede establecerse una comunicación para el envío de un mensaje utilizando, además de su función básica para el marcado del número telefónico, un mensaje codificado por tonos DTMF a modo de protocolo, tomando ventaja de esta posibilidad de decodificación mediante otro equipo de comunicación.

Como se vio en la Tabla 2.3, una señal DTMF es la suma de dos frecuencias, una que proviene de un grupo de frecuencias altas y la otra de un grupo de frecuencias bajas. De esta forma podemos representar hasta 16 señales diferentes como por ejemplo, los números del **0** al **9** y los caracteres **#**, *****, así como, las letras **A**, **B**, **C** y **D**.

Si se desea elegir alguna de las 16 señales que conforman los tonos DTMF, bastará con emplear 4 bits de modo que se tengan $2^4=16$ selecciones. A partir de aquí, podemos establecer que si queremos representar una secuencia de 8 bits, como por ejemplo los caracteres ASCII, sólo es necesario emplear dos tonos

DTMF, lo cual puede constituir la base de una secuencia para la transferencia de datos, además de la su utilización para el marcado telefónico.

Por ejemplo, si deseamos enviar por la línea el carácter ASCII "1", es necesario enviar su representación hexadecimal \$31 por medio de dos tonos DTMF, que serían el número "3" y el número "1". Para el caso de una letra "F" se envían los tonos DTMF "4" y "6, dado que su representación hexadecimal es \$46.

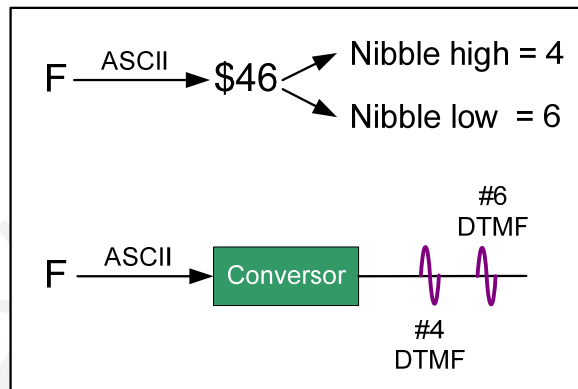


Figura 3.3 Conversión del carácter ASCII "F" a tonos DTMF

3.4.1.1.3 Protección frente a sobrevoltajes en la línea

Todo sistema o equipo telefónico cuenta con una protección frente a casos de sobrevoltaje por cortocircuitos o fenómenos meteorológicos que, aunque no sean muy usuales, pueden llegar a presentarse ocasionando la destrucción total o parcial de los equipos.

De acuerdo a la gráfica 3.2, la amplitud máxima de las señales empleadas en la comunicación vía telefónica no sobrepasa los 140 voltios en condiciones normales, de tal manera que toda señal en la línea que exceda este nivel deberá ser considerada como sobrecarga en la misma, característica que deberá ser tomada en cuenta dentro de la construcción del equipo [23].

3.4.1.2 Desarrollo del bloque de comunicación vía línea telefónica

3.4.1.2.1 Circuito de marcación y detección de tonos DTMF

De acuerdo con el punto 3.4.1.1.2, para desarrollar un protocolo de comunicación basado en tonos DTMF, es fundamental contar con un circuito de codificación y decodificación de estas señales en cada uno de los equipos del sistema a implementar.

Con respecto al manejo de tonos DTMF, podemos mencionar que existen principalmente tres formas de generar tonos DTMF, que van desde la programación de un microcontrolador para la simulación de tonos por medio de PWM (*Pulse Width Modulation*), hasta la construcción de un circuito basado en VCOs (*Voltage Controlled Oscillators*) y Op-Amps. Sin embargo, en la actualidad los dispositivos telefónicos cuentan con elementos dedicados, es decir, circuitos integrados encargados de la transmisión y recepción de tonos DTMF. Esto se debe a que el uso de estos chips reduce considerablemente la cantidad de componentes, así como, realizar operaciones de calibración de VCO's para determinadas frecuencias. Por otro lado, estos chips cuentan con características adicionales que permiten su fácil interacción con diferentes procesadores.

En nuestro caso, el encargado de codificar y decodificar estos tonos será el circuito integrado MT8888 de la compañía *MITEL Semiconductor*, que cuenta con un bit de interrupción y con un bus de datos que permite su manejo por medio de un microcontrolador. De la hoja técnica del fabricante, presentamos a continuación el cuadro funcional del MT8888 (tabla 3.2) y el circuito de funcionamiento (figura 3.4).

F _{LOW}	F _{HIGH}	DIGIT	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀	F _{LOW}	F _{HIGH}	DIGIT	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀
697	1209	1	0	0	0	1	852	1477	9	1	0	0	1
697	1336	2	0	0	1	0	941	1336	0	1	0	1	0
697	1477	3	0	0	1	1	941	1209	*	1	0	1	1
770	1209	4	0	1	0	0	941	1477	#	1	1	0	0
770	1336	5	0	1	0	1	697	1633	A	1	1	0	1
770	1477	6	0	1	1	0	770	1633	B	1	1	1	0
852	1209	7	0	1	1	1	852	1633	C	1	1	1	1
852	1336	8	1	0	0	0	941	1633	D	0	0	0	0

0= LOGIC LOW, 1= LOGIC HIGH

Tabla 3.2: Cuadro funcional de codificación y decodificación del MT8888

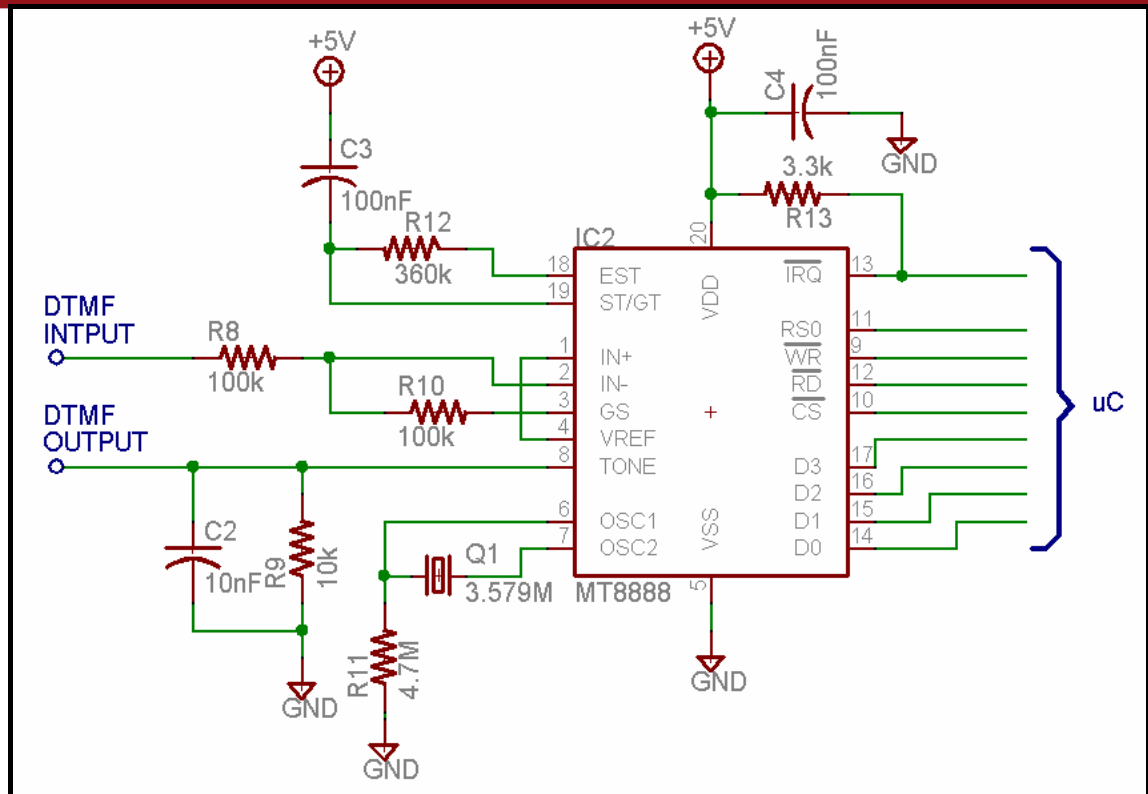


Figura 3.4 Circuito del codificador / decodificador MT8888 (Fabricante)

3.4.1.2.2 Circuito de adaptación de señales sobre la línea telefónica

Los circuitos telefónicos utilizados, hasta hace algunos años, contaban con un transformador de relación 1:1 y 600Ω de impedancia que cumplía con diversas funciones necesarias para el correcto funcionamiento del teléfono. Éste hacía las veces de fin de línea, adaptador de impedancias y controlador del ingreso / salida de voz por ésta. En la actualidad todas estas funciones son realizadas en el ámbito electrónico y en estado sólido con un solo circuito integrado, sin embargo, la venta de los mismos es realizada normalmente a partir de las 1000 unidades. Asimismo, los transformadores telefónicos no son comercializados en el mercado local y su importación es muy costosa. Por todo esto, es necesario encontrar un método alternativo que permita desarrollar las mismas funciones que dicho transformador, o por lo menos las más importantes.

El circuito propuesto consigue desarrollar algunas de las funciones más importantes del transformador mediante el uso de componentes electrónicos pasivos y activos, ampliamente utilizados y de propósito general. La función desempeñada consiste en la transmisión y recepción de tonos DTMF por medio de la línea telefónica, para lo cual, habrá que considerar algunos aspectos mencionados en el punto 3.4.1.1.1.

Primero, se tiene que algunas centrales telefónicas invierten la polaridad de sus líneas cuando se establece una comunicación entre dos puntos, resultando complicada la identificación de los terminales positivo y negativo para el adecuado manejo de la línea. Es por ello que se empleó un puente de diodos (B1) que nos permite asegurar la polaridad de manera indistinta a la inversión de polaridad hecha por la central o generada por el cableado.

Luego de identificar la polaridad de la línea, resulta necesaria la inserción de las señales DTMF por medio de ésta, por tanto, se utiliza un transistor 2N3904 (T1) como controlador del ingreso de señales. Este transistor cuenta con una resistencia de 1.5K ohmios en la base y acciona sobre la línea una resistencia de 150 ohmios, produciendo en la misma los tonos DTMF [22].

A partir de aquí, se utiliza el integrado 4066 (IC1) de la familia CMOS que cuenta con 4 conmutadores bilaterales y 4 entradas de control. Este elemento es requerido para mantener el orden de los momentos en que se desea recepcionar (IC1B) o se desea enviar (IC1A) un tono por la línea. El microcontrolador será quien habilite el envío y la recepción de acuerdo con las secuencias programadas.

Es importante mencionar que el colector del transistor 2N3904 puede alcanzar un voltaje alto de nivel continuo que podría dañar al integrado CMOS, por consiguiente, se utiliza un condensador conectado al colector para eliminar la componente DC de aproximadamente 9V (estado de descolgado de línea).

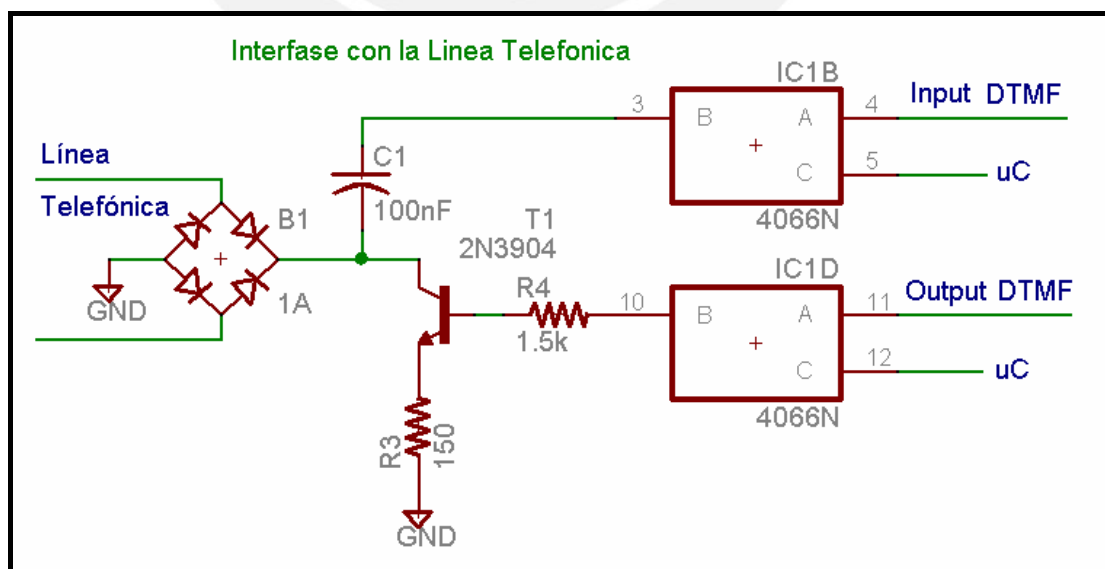


Figura 3.5 Circuito de adaptación de señales

3.4.1.2.3 Circuito de colgado y descolgado de la línea

Los teléfonos actúan como cargas resistivas conectadas en paralelo a la línea telefónica. Cuando el teléfono se encuentra colgado existe una alta impedancia entre líneas que se reduce considerablemente cuando se levanta el auricular y nos permite obtener el tono de marcado. A partir de aquí, es preciso contar con un circuito que logre reducir la impedancia de la línea, de forma que podamos empezar a marcar el número del serenazgo cada vez que deseemos entablar comunicación con su central.

Para poder variar la impedancia, una resistencia de pequeño valor debe ser conectada en paralelo con la línea. Mediante pruebas se logró determinar que esta resistencia oscila entre 500 ohmios y 1.5k ohmios. En nuestro caso se eligió una resistencia (R2) de 1k ohmio [44].

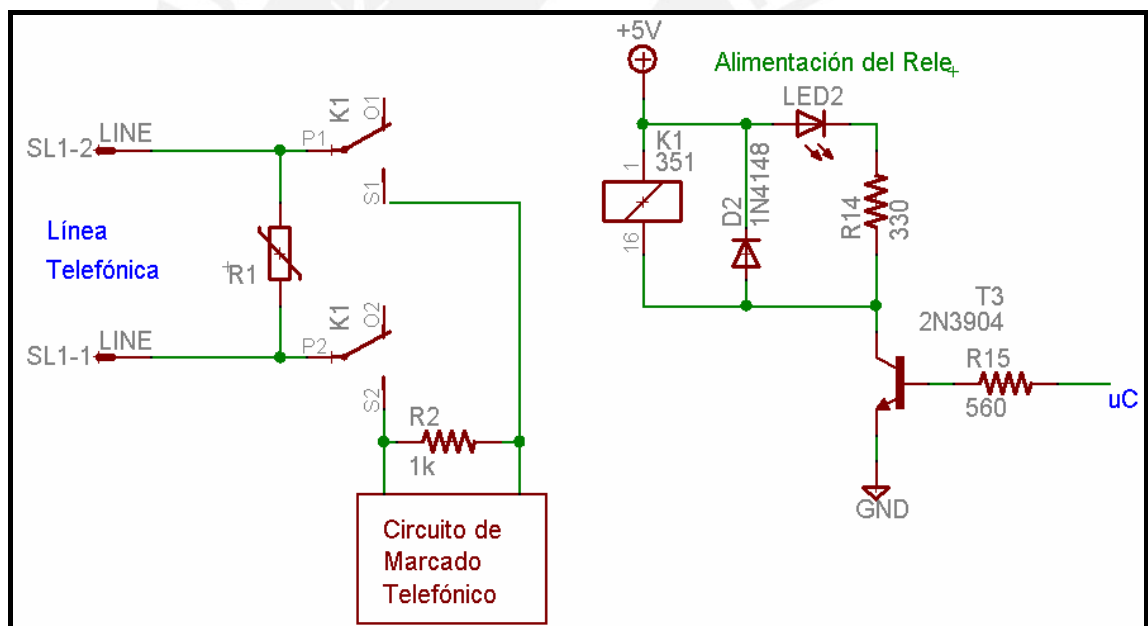


Figura 3.6 Circuito de colgado y descolgado de línea (R en ohmios)

Después de haber determinado el valor de la resistencia, se necesita un dispositivo que la conecte de manera automática con la línea telefónica. Para esto, se optó por utilizar un relé (k1) de dos circuitos a fin de poder conmutar los terminales de la línea telefónica en paralelo con la resistencia mencionada, como se muestra en la figura 3.6. Para su activación se empleó un transistor 2N3904 (T3) configurado en corte y saturación con la bobina del relé como carga en el colector. Esta carga tiene una impedancia de 65 ohmios, valor que nos permite hallar la resistencia de base

de 560 ohmios (R15). El voltaje que hace entrar al transistor en saturación será suministrado por el dispositivo de control a utilizar (microcontrolador).

3.4.1.2.4 Circuito de detección de timbrado

Una vez activada la alarma, la central de serenazgo debe responder automáticamente la llamada proveniente del lugar del incidente (casa), para lo cual se requiere detectar cuando una señal de timbrado se encuentra en la línea. Según la tabla 3.1 tenemos que el voltaje entre líneas cuando el teléfono se encuentra colgado es de 48VDC, sobre la cual va montada una señal de 90VAC, correspondiente a la señal de timbrado. Debido a que el voltaje de 48V estará siempre presente, es necesario eliminar esta componente DC de modo que solo nos quede la componente alterna. Para tal fin, será inevitable el uso de un condensador (C5) en serie con la línea.

Luego de filtrar la componente DC, se utilizó un opto acoplador 4N35 (OK1) que nos permita aislar la parte de control de la línea (ver figura 3.7). Este componente presenta dos restricciones: el diodo emisor soporta como máximo una corriente de 60mA y un voltaje máximo en inversa de 6V. Con respecto a lo primero, se emplea una resistencia de 3.3k ohmios que limite la corriente en 27mA para una entrada de 90VAC. En el caso del voltaje máximo en inversa, se considera que la señal de timbrado es alterna y en un momento el voltaje en inversa alcanzará 90 V, razón por la que se usa un diodo 1N4148 (D1) en paralelo con el diodo emisor interno, que fije en él un voltaje máximo en inversa de 0.7V [44].

El transistor incorporado al opto acoplador 4N35 funciona en corte y saturación, por tanto se utiliza una resistencia de 1K ohmio (R6) que nos permita fijar una corriente de saturación de 5mA como mínimo. Al existir una llamada entrante, se observa en su salida una señal pulsada de la misma frecuencia que la entrante, con una cadencia de 2 segundos de timbrado y 4 segundos de silencio aproximadamente. Dado que esta señal será detectada por el microcontrolador, es importante acondicionarla previamente de modo que se obtenga una señal fija en el momento de las pulsaciones. Para esto, se emplea un condensador de 470uF (C6) que permite mantener el nivel de la señal constante por dos segundos. Adicionalmente se incluyó un led (LED1) que sirve como indicador del timbrado, el cual se encuentra asociado a una resistencia limitadora de corriente R7.

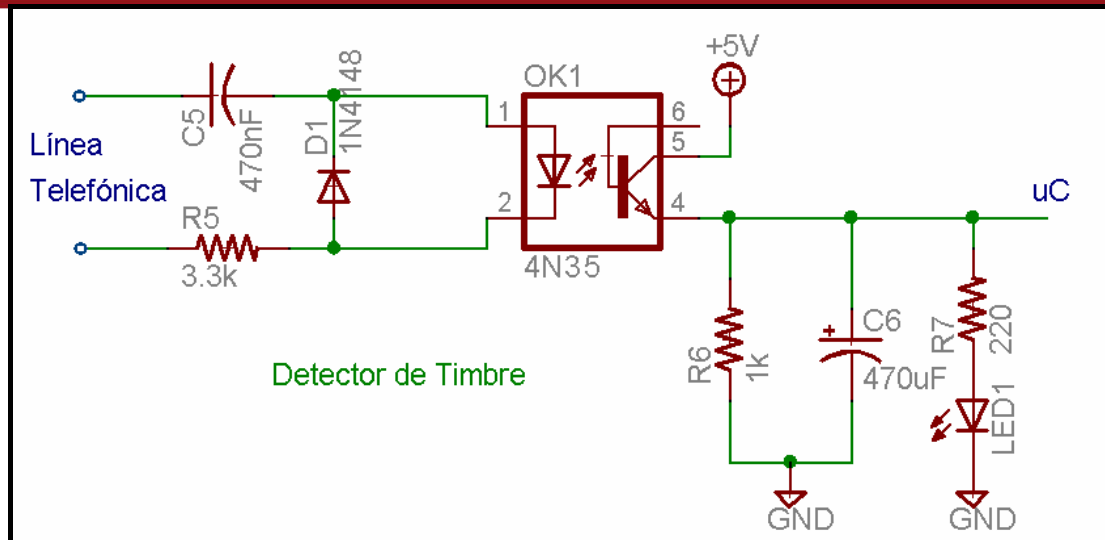


Figura 3.7 Circuito de detección de timbrado en la línea

3.4.1.2.5 Protección de Sobrecargas y Desperfectos en la Línea

Los equipos telefónicos, en la actualidad, incluyen un elemento, varistor, a la entrada del circuito de conversación que conecta el auricular a la impedancia de carga de forma que se mantenga la polarización del micrófono a un nivel constante, independientemente de lo lejos que esté la central local. De igual manera, este dispositivo es usado para la protección de la misma línea telefónica, fijando un valor de tensión a fin de suprimir voltajes, tanto positivos como negativos, que sobrepasen este valor.

Los varistores son dispositivos que reducen su resistencia conforme se incrementa el voltaje de ruptura en sus terminales. Operan en paralelo con la línea de entrada (Figura 3.8) y su resistencia va de unos cientos de $K\Omega$ hasta varios $M\Omega$ dependiendo del voltaje de bloqueo para el que estén diseñados. Una buena elección para nuestro caso es el 150L10 (R1) que opera a un bloqueo de 150 voltios, brindando protección a los circuitos durante una descarga sostenida no mayor a 2 segundos, suficiente para las producidas por fenómenos meteorológicos que son las causas más frecuentes de daños al equipo telefónico [23].

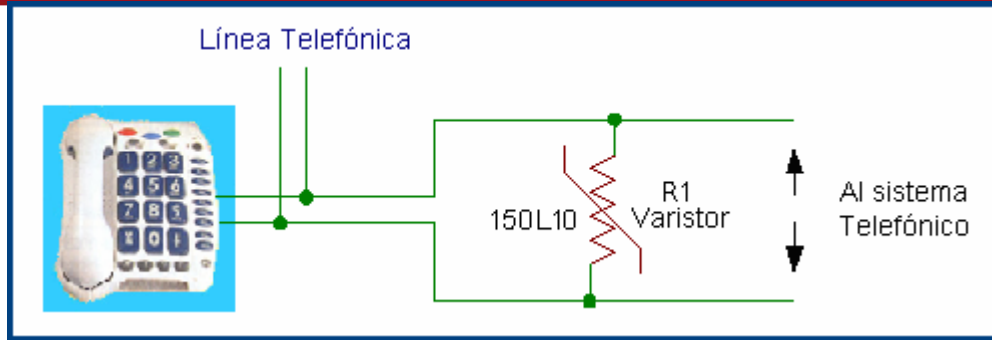


Figura 3.8 Circuito de protección

3.4.1.2.6 Circuito de Detección de Corte de Línea

Este circuito permite comprobar el estado de la línea y detectar si se encuentra operativa ("0" lógico) o si se encuentra desconectada del equipo ("1" lógico). De esta forma, se puede evitar la falla del sistema al enviar o recibir datos, considerando que puede ser conectado en una PSTN o en una PABX.

El circuito propuesto (ver figura 3.9) detecta el estado de la línea cuando se encuentra colgada o descolgada, motivo por el cual se conecta directamente a la línea. Asimismo, se utiliza un puente rectificador (B2) que permite identificar la polaridad de la línea y rectificar una posible señal de timbre. Luego se utiliza resistencia limitadora de corriente (R16) que permite activar un opto aislador 4N35 (OK2), el cual entrega una señal que es filtrada por C7. Dado que cuando se descuelgue la línea el nivel de voltaje cae, la salida del opto acoplador también se verá afectada, razón por la que se utiliza un transistor (T2) configurado en corte y saturación que permite obtener un voltaje fijo de cero o 5 voltios.

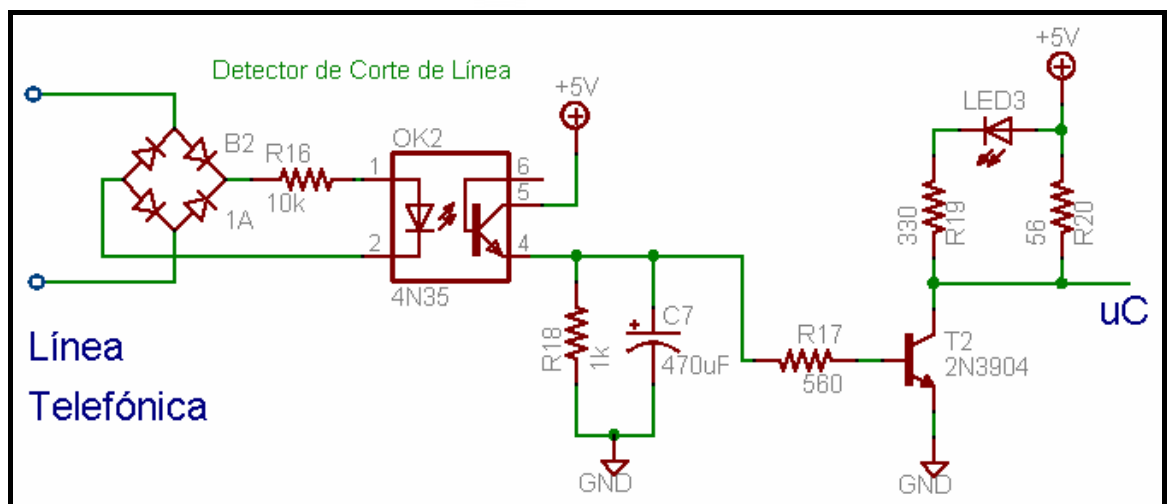


Figura 3.9 Circuito detector de corte de línea

3.4.2 Bloque de control y comunicación con la PC

3.4.2.1 Consideraciones iniciales y características del bloque de control

Este bloque del sistema es el que se encarga de gestionar las señales provenientes de los sensores ubicados en el hogar, generar la secuencia de descolgado, marcación y envío de datos, además de realizar la transferencia de la información a la computadora.

Para ello, tres partes esenciales lo componen: una interfaz para los sensores, un microcontrolador que realice la secuencia para el inicio de la comunicación y el bloque necesario para realizar la comunicación serial de datos hacia la PC.

3.4.2.1.1 Interfaz con sensores

El sistema de comunicación está orientado a los hogares como integración de un sistema de seguridad. Las viviendas cuentan para este fin con diversos tipos de sensores cuyas señales tendrán que ser adaptadas para mantener un nivel de tensión y corriente permisible para el microcontrolador.

3.4.2.1.2 Microcontrolador

Es muy importante seleccionar un microcontrolador adecuado que trabaje en forma óptima con los módulos a los cuales irá conectado. Para ello se debe tomar en cuenta la frecuencia de trabajo, número de pines de E/S y la cantidad de memoria volátil y no volátil de la que se dispone internamente.

En este caso, se requieren 22 pines para el control total de los sensores y el bloque de comunicación vía línea telefónica, además de un USART (*Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter*) para establecer la comunicación serial entre el microcontrolador y la computadora. En tales condiciones, se emplea un microcontrolador Atmega8L de la familia ATMEL, ya que cumple con las características necesarias para el funcionamiento del sistema.

3.4.2.1.3 Comunicación serial

El uso de una comunicación serial es contemplado en este caso por dos razones fundamentales: la primera es que utiliza un reducido número de pines (transmisión, recepción y tierra) y la segunda es que además de ser una comunicación sencilla, la velocidad de transmisión de las tramas es adecuada para los propósitos del sistema. Cabe señalar que el tipo de comunicación serial que utilizaremos será asíncrona.

3.4.2.2 Desarrollo del bloque de control y comunicación con la PC

3.4.2.2.1 Circuito de adaptación de sensores

En el mercado local podemos encontrar diversos tipos de sensores, los cuales cuentan con diferentes formas de dar conocimiento de su activación. En este sentido, cabe señalar que se requiere el uso de sensores que puedan trabajar con un voltaje de 5V o puedan ser fácilmente adaptados a ese valor, de manera que pueda ser detectado por el microcontrolador. Por esto, solo consideraremos dos tipos de sensores: los normalmente abiertos (NA) y los normalmente cerrados (NC).

Para poder usar este tipo de sensores, se requiere incluir una resistencia de “Pull – Up” (ver figura 3.10) que permita establecer un nivel alto (NA desactivado, NC activado) y un nivel bajo (NA activado, NC desactivado) de forma que el microcontrolador pueda detectar el cambio de estado.

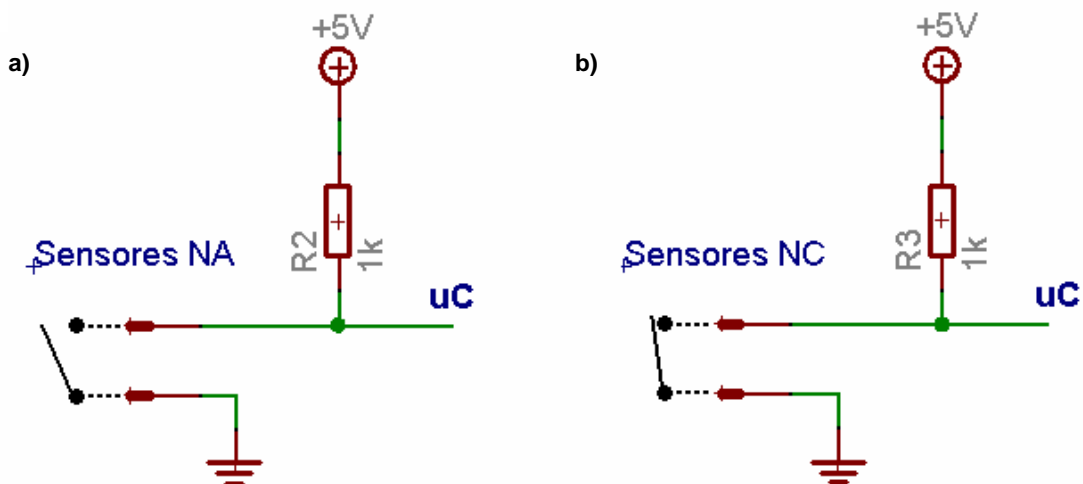


Figura 3.10 Adaptación de sensores por medio de resistencias de Pull-Up.

a) Sensor NA, b) Sensor NC

3.4.2.2.2 Circuito del microcontrolador ATmega8L

Como se mencionó en el punto 3.4.2.1.2, el microcontrolador empleado fue el ATmega8L de la empresa ATMEL. Se han considerado diversas cuestiones tales como: pulsador para reinicio del microcontrolador, dos línea dedicadas para la comunicación serial, dos líneas dedicadas para los sensores NA y NC, un conector para la interconexión con el bloque de comunicación, un conector para la programación desde la misma tarjeta y 4 pines de expansión para el uso de leds indicadores o el control de alguna sirena (ver figura 3.11).

Para cumplir con todas las consideraciones, se distribuyeron los pines del microcontrolador tal como se muestra en la tabla 3.3.

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Puerto B	RS0	WR	RD	CS	DATA			
Puerto C			DT	IRQ	DES	HIN	HOUT	CUTLINE
Puerto D	LEDS ADICIONALES				SENSOR NC	SENSOR NA	TX	RX

Tabla 3.3: Detalle de pines

A continuación se describen de forma más detallada los pines del Microcontrolador:

- Bloque de Comunicación
 - Control de Circuitos
 - DT = Detector de timbre
 - IRQ = Interrupción del MT8888
 - Des = Pin que controla el descolgado (relé)
 - Hin = Habilitador de recepción de DTMF
 - Hout = Habilitador de envío de DTMF
 - CT = Detector de corte de Línea
 - Control del MT8888
 - RS0 = Selector de registro
 - WR = Pin de escritura
 - RD = Pin de lectura
 - CS = Habilitador del MT8888
 - D3 = Bit 3 del bus DATA (MT8888)
 - D2 = Bit 2 del bus DATA (MT8888)

D1 = Bit 1 del bus DATA (MT8888)

D0 = Bit 0 del bus DATA (MT8888)

- Bloque de Control
 - Com Serial, sensores y otros
 - Rx = Pin de recepción en la comunicación serial
 - Tx = Pin de transmisión en la comunicación serial
 - Sensor_NA = Pin asociado al sensor NA
 - Sensor_NC = Pin asociado al sensor NC
 - Leds Adicionales = Leds opcionales de aviso para el usuario o sirena

Con respecto a la programación, se debe considerar el uso de algunos pines de los puertos del microcontrolador usado para otras funciones pero que presentaremos en la siguiente descripción:

- Programación del Microcontrolador
 - MOSI = Master Out, Slave In (Asociado a PB3)
 - MISO = Master In, Slave Out (Asociado a PB4)
 - SCK = Serial Clock (Asociado a PB5)
 - RESET = Pin de reset (Asociado a PC6)

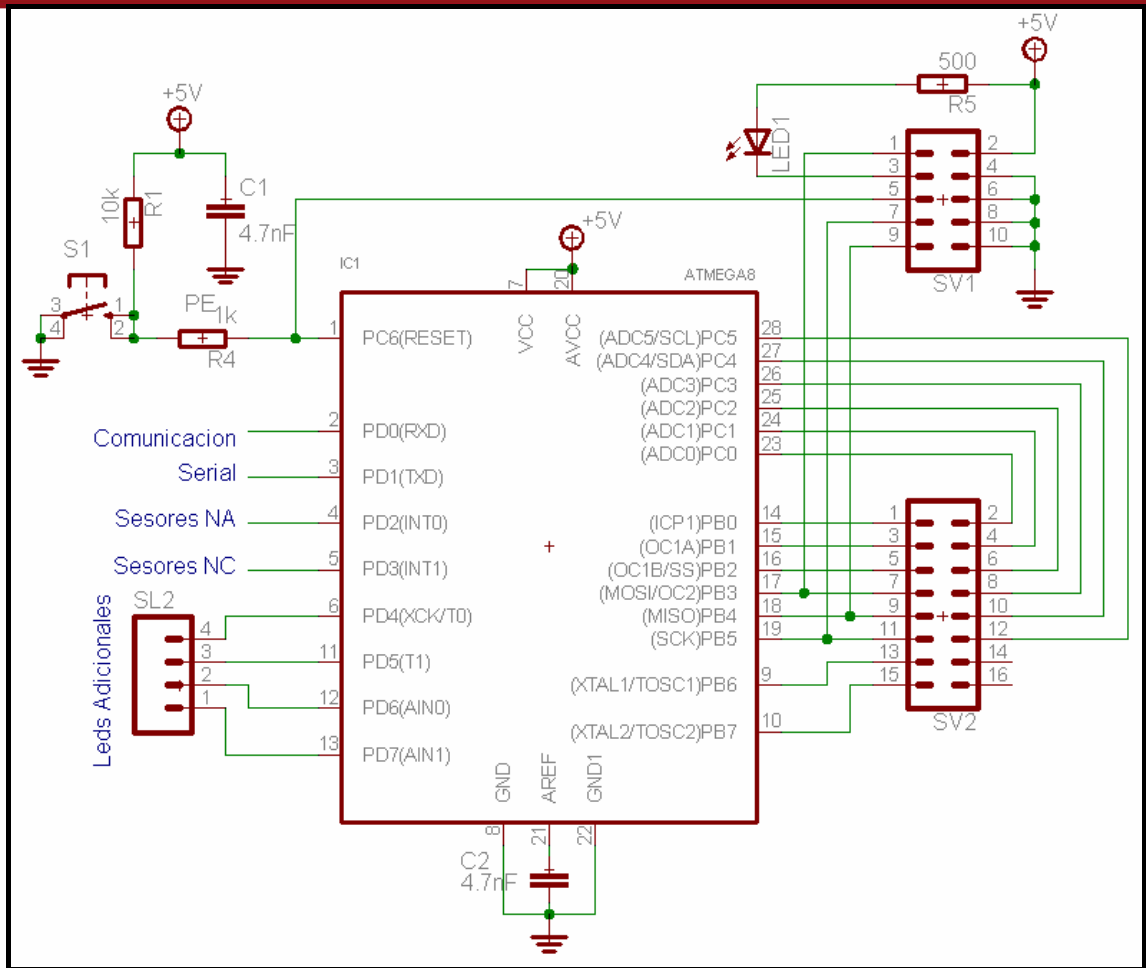


Figura 3.11 Circuito del microcontrolador ATmega8L

3.4.2.2.3 Circuito de comunicación serial

El circuito de comunicación serial está basado principalmente en el uso del circuito integrado MAX232 de la empresa Texas Instruments , el cual cuenta con dos líneas de transmisión serial (figura 3.12), sin embargo para nuestro caso solo se usará una para comunicar el equipo de la central con la PC.

Asimismo, el circuito cuenta con un conector hembra DB-9 con el fin de conectar el cable serial entre la computadora y el equipo. Cabe señalar que el cable serial utilizado debe ser directo y no cruzado, con un conector DB-9 hembra y uno macho a los extremos (figura 3.13).

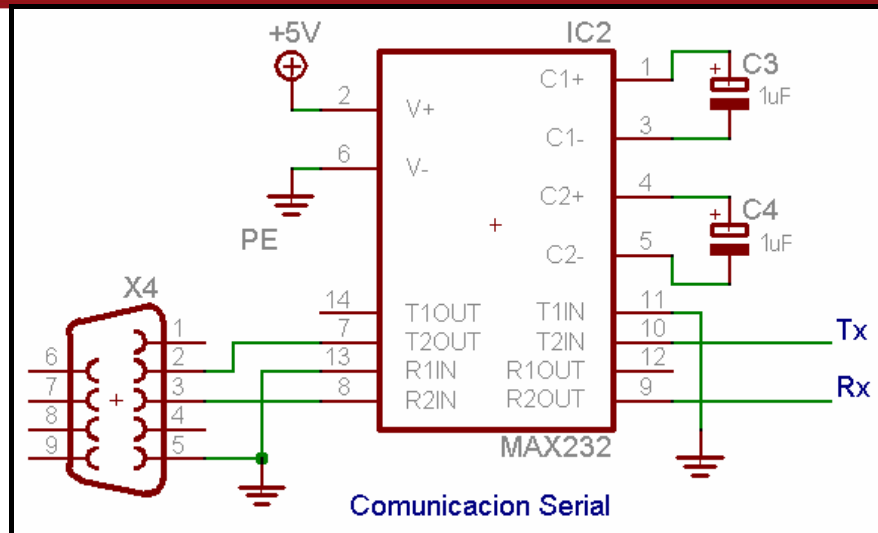


Figura 3.12 Circuito de comunicación serial con un MAX232



Figura 3.13 Cable serial DB-9 Hembra - Macho

3.5 Diagramas de flujo

3.5.1 Descripción del funcionamiento del programa principal

El presente sistema considera el uso de dos equipos, uno para el hogar y otro para una central ciudadana. Por esto, utilizaremos un programa principal para cada equipo terminal, en donde, algunas de sus subrutinas serán similares.

Ambos equipos requieren de una configuración de puertos del microcontrolador, una inicialización del circuito integrado MT8888, así como la configuración inicial de las variables empleadas. De igual forma, todas las subrutinas relacionadas al envío, recepción de tonos y subrutinas de retardo, serán las mismas para ambos equipos.

Las diferencias radican en que el equipo en casa cuenta con un bucle de detección de sensores, algunas subrutinas de marcación de números telefónicos, así como, una subrutina avocada a la transmisión de datos del usuario por medio de tonos. Por otro lado, el equipo en la central realiza una detección permanente de los ingresos de llamadas mediante señales de timbrado. También cuenta con una subrutina de recepción de datos y otras subrutinas referentes al envío de datos vía comunicación serial.

El equipo instalado en el hogar cuenta con una secuencia adicional de llamada a un número particular diferente al de serenazgo, de forma que el usuario tenga la opción de ser avisado o avisar a alguna otra persona de un evento suscitado en su vivienda (ver figura 3.14 a). Luego de esto, el sistema ingresará a un bucle infinito en el cual no realizará ninguna tarea adicional, todo con el fin de evitar el hecho de realizar una llamada demás al serenazgo.

Por su parte, el equipo instalado en la central de serenazgo ejecutará una subrutina dedicada a la recepción de los datos del usuario cada vez que detecte la presencia de una señal de timbrado (figura 3.14 b). Dentro de esta misma subrutina se realizará el envío de los datos recibidos a la PC vía comunicación serial, los cuales, irán transmitiéndose conforme vayan llegando los tonos, de manera que no se pierda tiempo en almacenarlos. Luego de esto, el programa regresará al bucle infinito de detección de señales de timbre en pos de recibir la siguiente llamada.

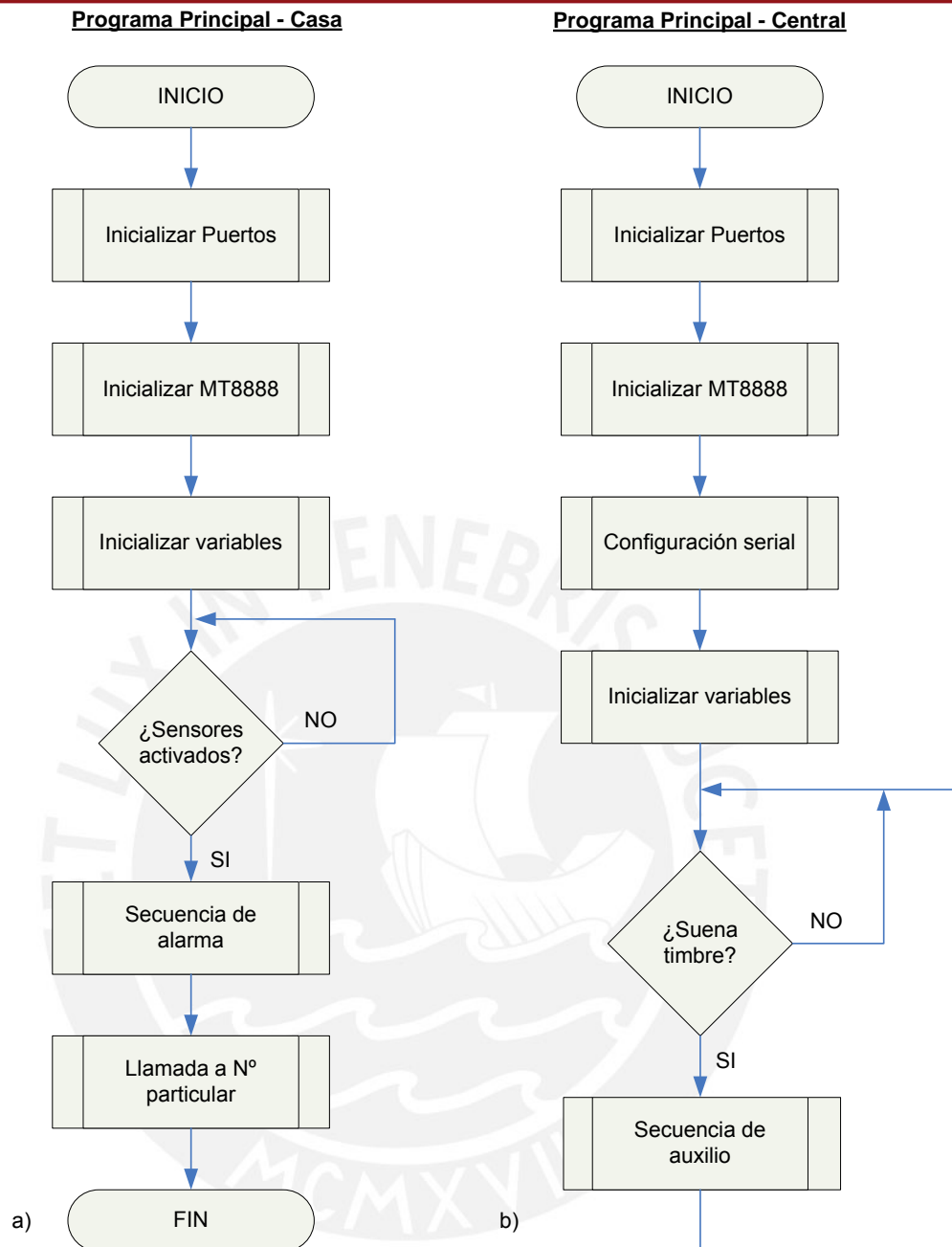


Figura 3.14 a) Programa principal del equipo instalado en casa. b) Programa principal del equipo instalado en la central ciudadana

3.5.2 Descripción de la subrutina de secuencia de alarma

Esta subrutina es la encargada de generar la secuencia de llamada a la central y de enviar los datos del usuario a la misma cuando el equipo detectó que un sensor NA o NC cambió de estado. Para esto, lo primero que hace es descolgar la línea de la casa y espera 1 segundo para dar opción a obtener tono de marcado por parte de la central telefónica. Una vez hecho esto se procede al marcado automático del número de la central y queda a la espera de que la central responda con un tono

(número "4") para confirmar la recepción de la llamada. La espera será sólo de 3 segundos, luego de lo cual se colgará la línea y se reanudará toda la secuencia. Después de la confirmación de la central se envía una secuencia de tonos DTMF correspondientes a la información del usuario (guardada en el microcontrolador como una tabla de caracteres ASCII). Cada carácter es convertido en 2 tonos DTMF como se mostró en el punto 3.4.1.1.2 y son enviados por la línea telefónica a medida que se realiza esta conversión. Terminada la transferencia se espera que la central envíe el tono correspondiente (número "5") para colgar la línea y dar por finalizada la secuencia de alarma.

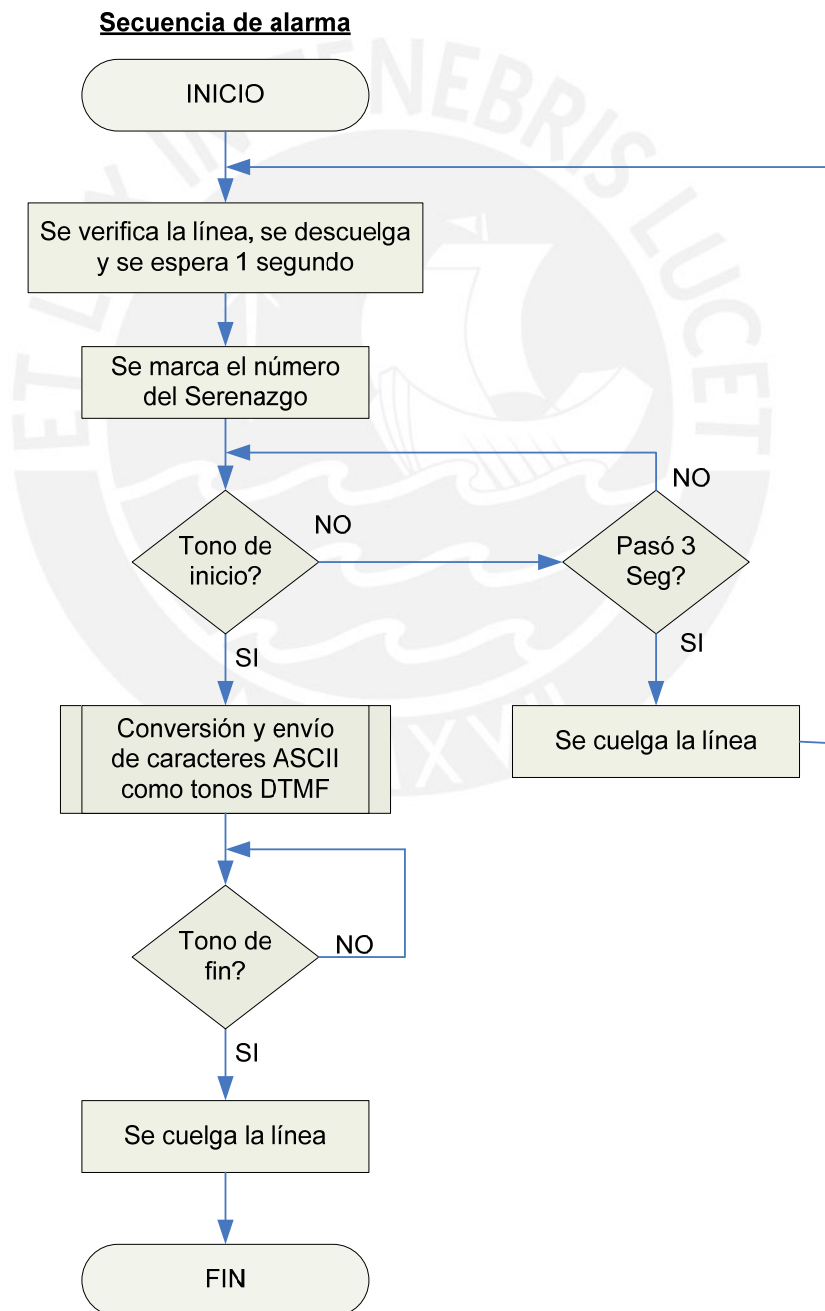


Figura 3.15: Subrutina de la secuencia de alarma

3.5.3 Descripción de la subrutina de llamada a número particular

Esta subrutina es muy similar a la de “Secuencia de Alarma”, sin embargo, el número al cual se llamará será definido por el usuario. Esta secuencia es activada después de dar aviso al serenazgo, de forma que el número particular también sea notificado acerca del evento producido en la vivienda. Cuando se produzca la llamada, el equipo envía una secuencia pausada de tonos DTMF para que sean escuchados por la persona que reciba la llamada y se espera que este marque el tono de confirmación de recepción de llamada, para lo cual se emplea un temporizador de 5 seg. que reiniciará la secuencia si no recibe tono.

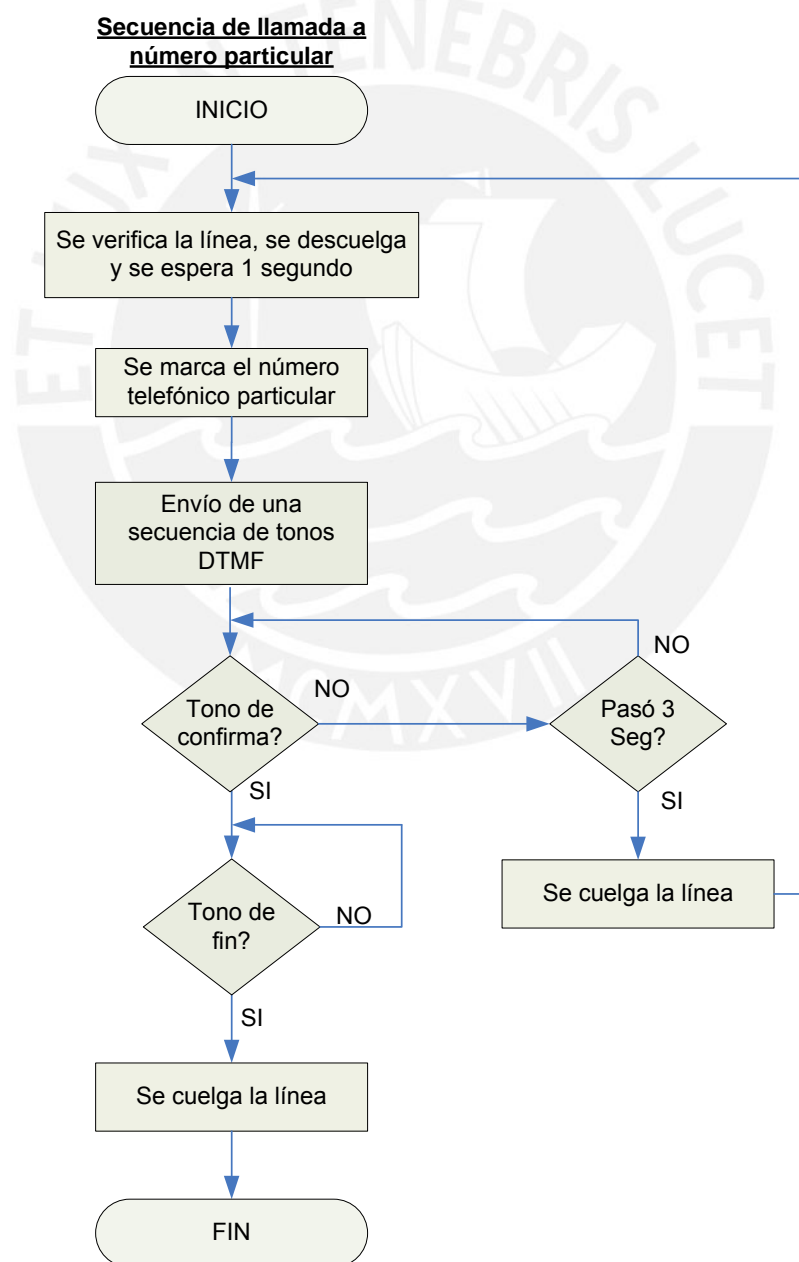


Figura 3.16: Subrutina de la secuencia de llamada a número particular

3.5.4 Descripción de la subrutina de la secuencia de auxilio

La secuencia de auxilio es la encargada de responder las llamadas provenientes del hogar, recepcionar los datos del usuario y enviar la información a la computadora. En primer lugar descuelga la línea y se envía el tono DTMF que permite dar inicio a la secuencia de transferencia de datos del usuario, los cuales son recibidos en forma de tonos DTMF, por lo que esta subrutina también se encarga de reconstruir los caracteres ASCII a partir de estos tonos. Logrado esto, el equipo envía de forma serial los caracteres correspondientes a la información de nombre, dirección, teléfono y sensor activado del usuario, a medida que éstos se vayan reconstruyendo. Por último, se envía un tono de finalización de esta secuencia para indicarle al equipo del hogar que se recibieron los datos y que es el momento para colgar la línea.

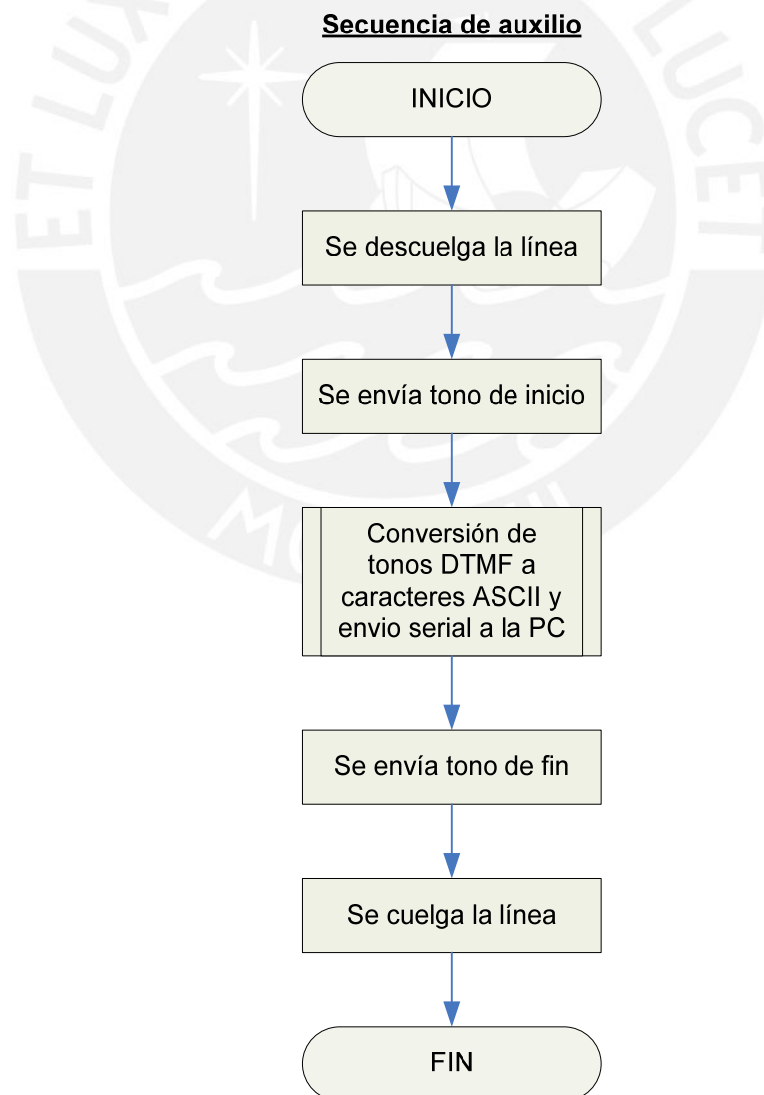


Figura 3.17: Subrutina de la secuencia de auxilio

3.5.5 Conversión y envío de caracteres ASCII como tonos DTMF

Después de haber establecido el enlace entre el hogar y la central ciudadana será necesario transmitir los datos del usuario almacenados en el microcontrolador. Para esto, la subrutina “Conversión y envío de caracteres ASCII como tonos DTMF” se encarga de cargar la información del usuario guardada en una tabla, en donde cada carácter a enviar será dividido en un nibble alto y otro bajo (punto 3.4.1.1.2), para después convertir cada nibble en un tono DTMF. Luego, estos tonos serán transmitidos por medio de la línea telefónica hasta completar el envío de todos los caracteres. Cabe señalar que el número de caracteres a enviar está guardado en la tabla y será el primer carácter en ser enviado, de forma que el equipo receptor tenga conocimiento de cuantos tonos recibirá y pida el reenvío de la información de ser requerido.

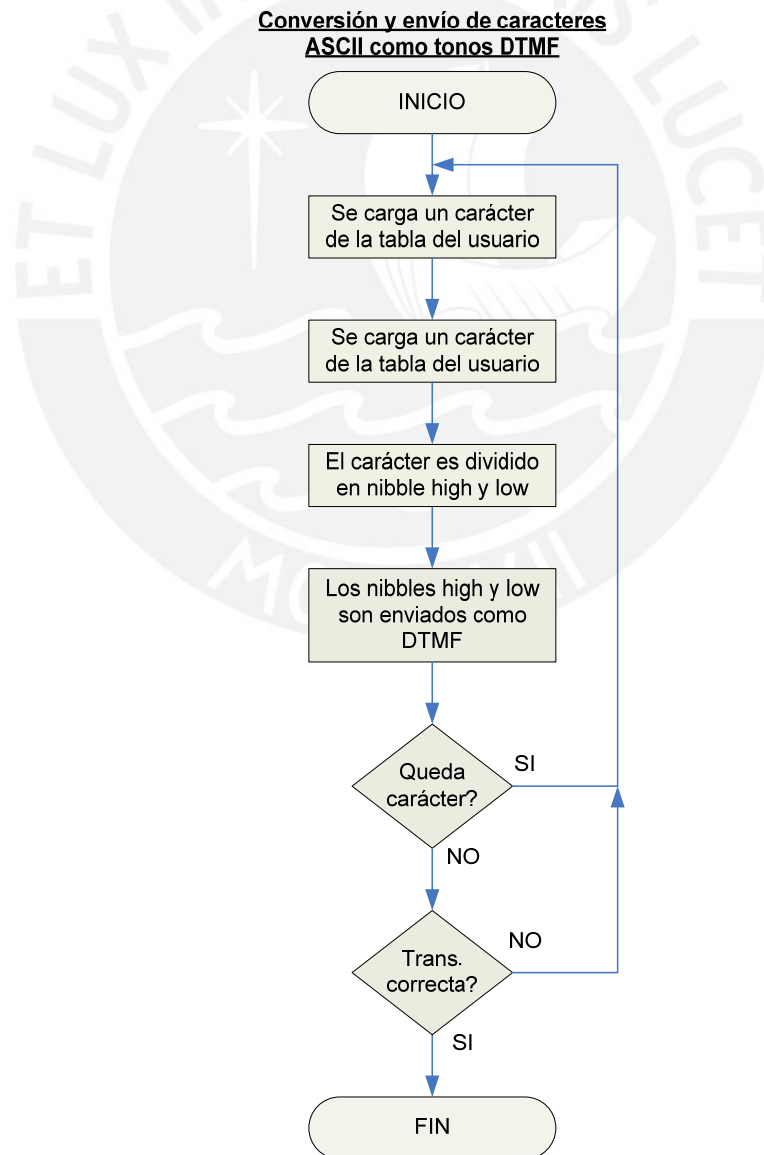


Figura 3.18 Subrutina de envío de información

3.5.6 Conversión de tonos DTMF a caracteres ASCII y su envío serial a la PC

Cuando el equipo instalado en la central ciudadana envíe el tono de inicio de la recepción, la subrutina de “Conversión de tonos DTMF a caracteres ASCII y su envío serial a la PC” será llamada por el programa principal de este equipo. Esta subrutina es la encargada de decodificar los tonos enviados por el equipo del hogar e ir agrupándolos de a dos para la reconstrucción de los caracteres ASCII. Luego de ser reconstruidos los caracteres ASCII exitosamente, se procede a su envío a la PC por medio de la comunicación serial. Si se recibiera una cantidad errónea de tonos, se envía un aviso al equipo del hogar para que reanude la secuencia de envío de la información.

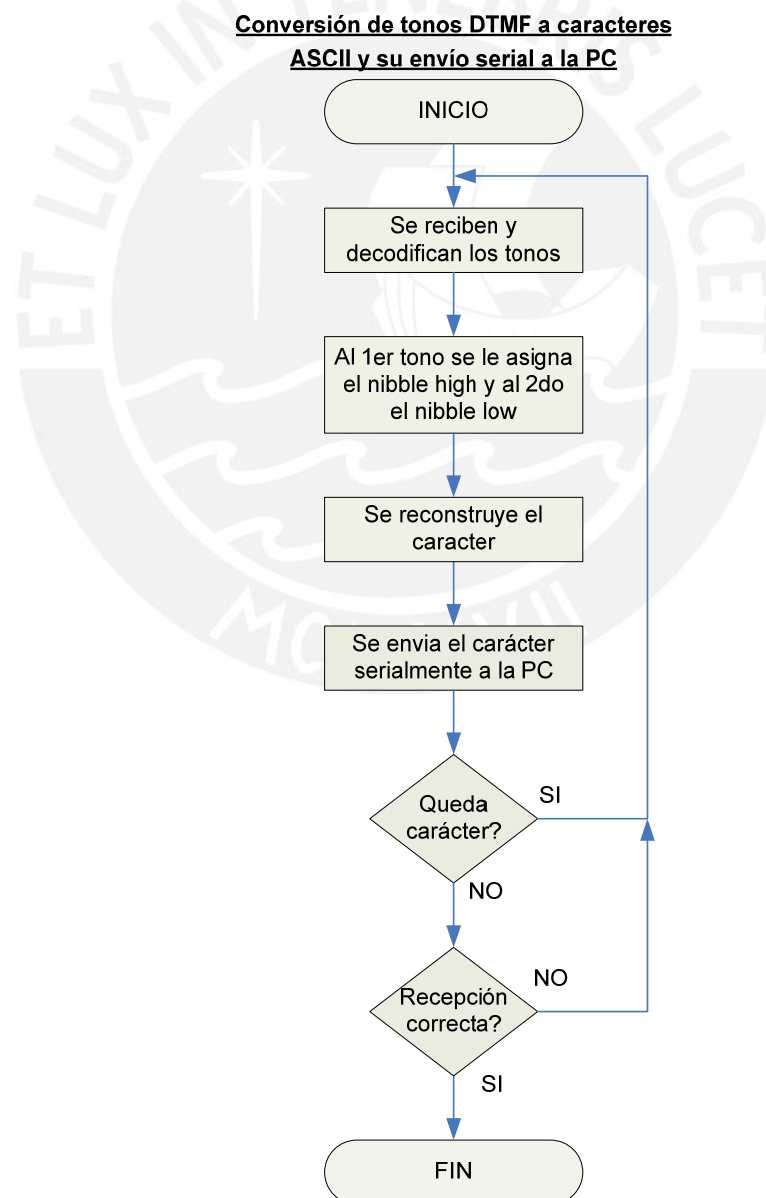


Figura 3.19: Subrutina de recepción de información

CAPÍTULO 4: PRUEBAS Y RESULTADOS

4.1 Circuito Telefónico

Para esta etapa fueron esenciales el uso de dos dispositivos complementarios: una centralita (ALCATEL PABX, 4 slots operativos con 8 anexos cada uno) y un módulo de programación para ATmega8L, además del software AvrPUCP para su programación.

Como el circuito telefónico establecerá la comunicación entre dos terminales (casa-serenazgo) se emplearon únicamente dos anexos de dicha centralita con dos teléfonos analógicos conectados a cada uno de ellos.

Ahora bien, contando ya con dos líneas operativas, el circuito telefónico se conectó al anexo correspondiente al hogar y se simuló el estado de un sensor con un pulsador de la tarjeta de programación. Al producirse un cambio de estado en éste, se generaría la secuencia de descolgado de la línea y la marcación del número de anexo correspondiente a serenazgo.

Además de ello, en la programación se consideró que al momento de descolgar la línea en la recepción, recién se estableciera la comunicación al producirse un tono determinado de dicho teléfono, y culminaría al presionar otro, todo esto con el fin de verificar si el sistema realizaba una correcta codificación/decodificación de tonos. Los resultados fueron los siguientes:

- Al presionar el pulsador se dio inicio a la secuencia de llamada, es decir, se produjo el descolgado y llamó al anexo de destino.
- Al contestar la llamada proveniente del anexo en casa no se estableció la comunicación hasta presionar el tono determinado para este fin y no se finalizó hasta presionar el número programado para culminar la llamada y obtener tono. Por más intentos de iniciar o finalizar la comunicación con otros números que no eran los establecidos, esto no se pudo lograr, lo que corrobora un buen funcionamiento de la codificación y decodificación de tonos DTMF provenientes del MT8888.

4.2 Comunicación serial

La siguiente etapa está dada por la comunicación serial PC-módulo de control haciendo uso del protocolo RS-232, en donde nuevamente, se usó el módulo del ATmega8L y del AvrPUCP.

En el programa concerniente a esta parte se consideró una trama de 8 bits, con una velocidad de transmisión de 9600 baudios, paridad par con bit de parada. Para probar únicamente esta etapa, se consideró una tabla (con datos de un usuario) grabada en el programa. Además de ello, se usó el programa Hyperterminal con uno de los puertos seriales de la computadora conectado al módulo de control, de manera que los datos puedan ser visualizados en la computadora.

La secuencia se generó al presionar un pulsador y se visualizó en la pantalla del Hyperterminal los datos de la persona, tal como se puede apreciar en la figura 4.1.

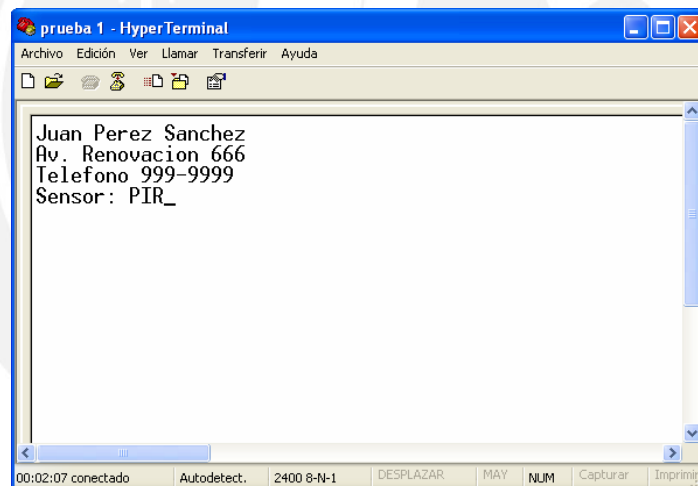


Figura 4.1: Comunicación PC microcontrolador usando RS-232

4.3 Protocolo

Para hacer las pruebas concernientes al protocolo, fue necesario integrar las dos etapas anteriores, es decir, el circuito telefónico y la comunicación serial. En esta unión se pudo comprobar que el equipo instalado en el hogar pudo enviar la secuencia de tonos DTMF correspondiente a los datos del usuario. Asimismo, el equipo instalado en la central decodificó correctamente la secuencia de los tonos, hecho que se corroboró cuando la computadora mostró los datos del usuario en el programa Hyperterminal.

4.4 Equipos

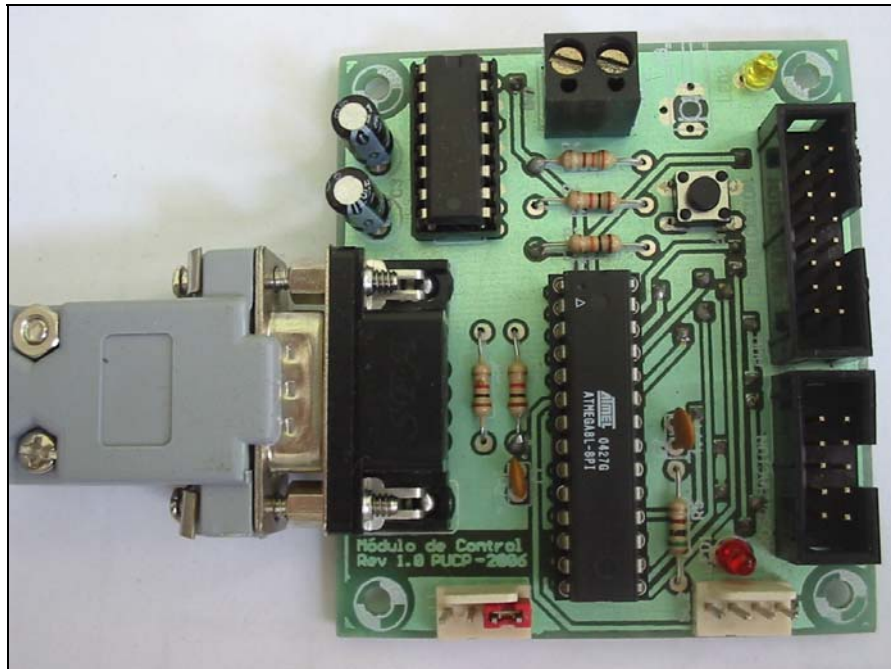


Figura 4.2: Tarjeta del circuito de control y comunicación con la PC

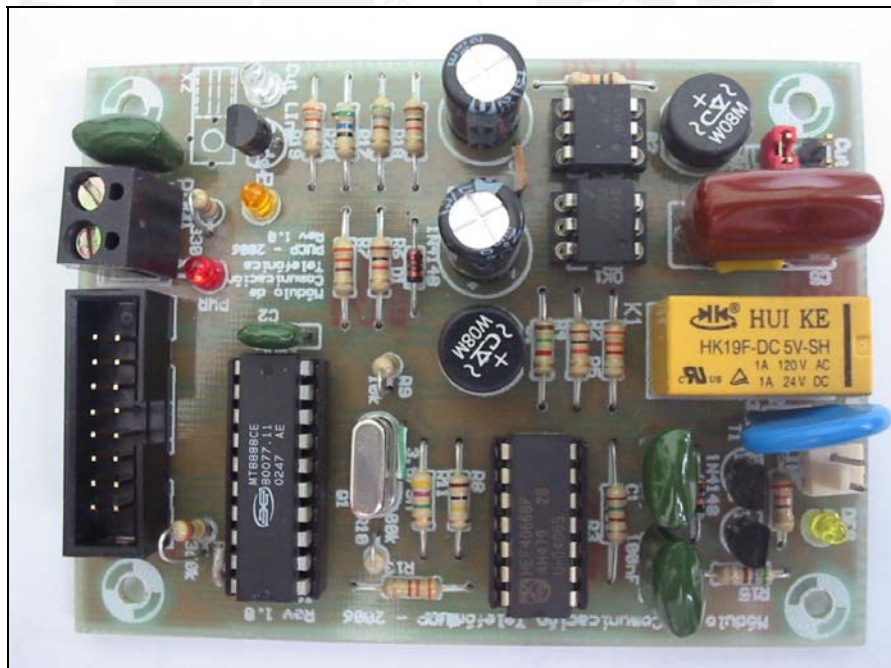


Figura 4.3: Tarjeta del circuito de comunicación vía línea telefónica

OBSERVACIONES

- La información del usuario fue grabada inicialmente en el programa principal del microcontrolador, así como el número de la central telefónica a donde el sistema deberá llamar.
- El equipo instalado en el hogar, después de haber generado la secuencia de alarma y completado la transmisión de datos, debe ser reiniciado por el usuario para que quede restaurado e inicie nuevamente la secuencia de detección de sensores, de lo contrario volvería a llamar innumerables veces reportando el mismo incidente.
- El equipo instalado en el hogar cuenta con una entrada para sensores NC y otra para NA. Al momento de conectar los sensores se debe tener claro de qué tipo son, ya que, de conectarse en la bornera equivocada podría activar una falsa alarma.
- En esta tesis se ha considerado que se cuenta previamente con una fuente de alimentación, ya que, no es el objetivo el diseño de una.
- El tiempo de respuesta total máximo de las secuencias de llamada, envío y recepción de datos es de 5 a 7 segundos aproximadamente, considerando el hecho de que la línea de la central se encuentre desocupada.
- El diseño de un detector de corte de línea no estuvo considerado en la descripción inicial del sistema, sin embargo, su uso es sumamente importante, ya que permite comprobar si la línea se encuentra operativa antes de iniciar cualquier secuencia de alarma o de auxilio.
- El equipo instalado en la central cuenta con una línea dedicada solo y exclusivamente para la interconexión de este tipo de equipos, ya que, podría darse el caso que éste confunda una llamada de auxilio de alguna persona con la de un equipo.
- En vista que no todas las centralitas invierten la polaridad de sus líneas cuando se concreta una llamada, se optó por una corroboración por tonos DTMF que enviará el equipo de la central al de la vivienda.

- El protocolo de comunicación contempla el hecho de que un tono demás pueda ser emitido durante la transmisión de datos, a modo de querer distorsionar la información enviada al presionar un número del teléfono. Para tal caso previamente se envía al equipo receptor el número de caracteres que contiene la información a transmitir, de modo que éste pueda pedir el reenvío de los datos si es que el número de caracteres no coincide con el recibido.



MEJORAS A FUTURO

- En el esquema del circuito telefónico se ha previsto aislar el sistema en caso de sobretensión en la línea telefónica cuando el teléfono se encuentre colgado. No obstante, al conmutar la línea para iniciar la secuencia de alarma o auxilio no se cuenta con algún aislamiento, por lo que es recomendable incluir en esta etapa un fusible de protección de 50mA o en todo caso un varistor de 15V.
- En caso de ocurrir un corte de suministro eléctrico sería conveniente agregar un circuito que conmute entre la línea de 220VAC y una batería para que el sistema siga funcionando.
- En el caso de que la línea telefónica del abonado estuviese en uso por otro anexo, se podría utilizar un bloqueador de línea a fin de colgar las llamadas que existiesen y estar habilitado de poder realizar una llamada. Este circuito podría estar implementado por un relé que coloque por un segundo una resistencia de 47k ohmios en paralelo con la línea.
- Este sistema únicamente muestra de manera visual en la computadora los datos de la familia u hogar afectado pero no almacena esta data. Como una mejora o desarrollo futuros podría implementarse una etapa en donde la información sea almacenada en una base de datos de modo que se lleve un mejor registro de los hechos.
- Dada la funcionalidad del detector de corte de línea, este puede ser usado para activar una sirena en caso ésta sea cortada de forma repentina.
- Cuando se efectúa la secuencia de llamada a un número particular, la persona que contesta la llamada recibe una secuencia de tonos que le indicarán la ocurrencia de un evento en su vivienda. Esto podría ser mejorado incluyendo un circuito de grabación / reproducción de mensajes, el cual, reproduciría el mensaje de voz correspondiente al sensor activado. Con esto se estaría brindando una mayor información al usuario para que él también tome las medidas pertinentes con respecto al evento producido.

- En vista que los tonos DTMF cumplen con transmitir cierta información de forma rápida y precisa, también podrían ser usados dentro de la secuencia de llamada a un número particular, en donde el usuario tendría la opción de activar algún actuador o sistema electro-mecánico conectado a su equipo de seguridad. De esta forma, marcando un tono determinado podría activar las luces de la casa, encender algún aparato o inclusive activar una sirena.



CONCLUSIONES

- Un sistema de comunicación automático resulta ser, en gran medida, una buena alternativa para reducir los desperdicios de tiempo en la generación de una llamada de alarma.
- Los tonos DTMF pueden ser aprovechados para múltiples aplicaciones, no sólo para marcar un número telefónico, sino que también pueden ser empleados como protocolo para transmitir información a distancia utilizando la línea telefónica, sin necesidad de adquirir un módem o utilizar la red de Internet para ello.
- Se logró una mayor eficacia en el aviso de incidentes al adicionar la capacidad de detección del estado de la línea telefónica, puesto que permite generar una señal de alarma inclusive cuando ésta se encuentre inoperativa.
- Las pruebas se realizaron en una PABX como también en la red PSTN, en donde los resultados obtenidos fueron satisfactorios, lo que significa que el sistema desarrollado trabaja correctamente tanto en centrales privadas como en la red pública.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] POLICÍA NACIONAL DEL PERÚ (PNP) – Dirección de Planeamiento
Departamento de Estadística – Orden Público
<http://www.pnp.gob.pe>
- [2] POLICÍA NACIONAL DEL PERÚ (PNP)
1999 Seguridad Ciudadana. Congreso de la República, Perú
http://www.pnp.gob.pe/conociendo/ley_organica.asp
- [3] CONSEJO NACIONAL DE SEGURIDAD CIUDADANA – CONASEC
2003 Plan Nacional de Seguridad Ciudadana
<http://www.seguridadidl.org.pe/sistema/plansinasec.pdf>
- [4] INSTITUTO PERUANO DE ECONOMÍA
2006 Criminalidad y Seguridad Ciudadana
<http://www.ipe.org.pe/publicaciones/docs/Criminalidad%20y%20Seguridad%20Ciudadana.pdf>
- [5] APOYO OPINIÓN Y MERCADO
2005 Resumen de Encuestas a la Opinión Pública. Año 5, número 58
- [6] INEI (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA)
2005 Encuesta Nacional de Hogares, 2004-2005 (ENAHO Continua), Perú
- [7] INEI (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA)
1999 Estadísticas de robos y Características de actos violentos, Perú
[Consultado el 2006/05/06]
<http://www.inei.gob.pe>
- [8] INEI (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA)
2005 Resultados del Censo, Perú [Consultado el 2006/05/06]
<http://www.inei.gob.pe>
- [9] INEI (Perú). Dirección Técnica de Demografía e Indicadores Sociales
2005 Tecnologías de información y comunicaciones en los hogares:
ENAHO 2003/2004, Lima: INEI

- [10] Municipalidad de San Borja
www.msb.gob.pe
- [11] GAMARRA, Cecilia
2006 Entrevista personal con Jorge Piana Salas, Gerente de Seguridad Ciudadana de San Borja. Lima 20 de mayo
- [12] ORUS S.A Seguridad Privada
<http://www.orus.com.pe>
- [13] BOXER
Central de Monitoreo
http://www.boxer.com.pe/central_monitoreo.php
- [14] TELEMERGENCIA
Equipos de enlace telefónico
<http://www.telefonica.com.pe/telemergencia/equipos.htm>
- [15] ASOCIACIÓN DE CABINAS DEL PERÚ
Listado de incidencias y robos
<http://www.cabinasperu.org/>
- [16] Portal del Hogar digital
<http://www.casadomo.com>
- [17] MAYO BAYÓN, Ricardo
Introducción a la Domótica – Universidad de Oviedo
<http://aainfo.ccu.uniovi.es/ficheros/apuntes/domotica/Introduccion%20a%20la%20domotica%202005-06%20.pdf>
- [18] FUNDACIÓN AUNA
Tecnologías y actividades para la interconexión de *Home Networks*
http://www.fundacionauna.com/areas/26_estudios/pdf/1.pdf
- [19] Jordi Mayné – SILICA
Sistemas de comunicaciones
www.bairesrobotics.com.ar/data/Sistemas_Comunicaciones_r35_Silica.pdf

- [20] Mesa redonda CEDOM
Las claves de la domótica
<http://www.cedom.org/user/mystuff/download/presentaciones/ponencia-CEDOM-DOMOGAR-3.pdf>
- [21] MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA
Tipos de conexión a Internet
http://w3.cnice.mec.es/programa/usuarios/ayudas/tipo_conexion.htm
- [22] El portal de la tecnología
<http://www.pablin.com.ar/>
- [23] Control Remoto Universal a Distancia DTMF por Línea Telefónica.
UCOL, México 2001
<http://www.plazacolima.com/tecnoplaza/formas/Articulo01/pagina1.htm>
- [24] SUPERINTENDECIA DE TELECOMUNICACIONES DEL ECUADOR
Funcionamiento de la Telefonía Fija
http://www.supertel.gov.ec/telecomunicaciones/t_fija/informacion.htm
- [25] Recursos VoIP – Telefonía IP
Introducción a la Telefonía IP
<http://www.recursosvoip.com/intro/index.php>
- [26] UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES – UIT
Resoluciones UIR-T
<http://www.itu.int/publications/publications.aspx?lang=es&parent=R-RES&selection=2§or=1>
- [27] UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES – UIT
Base de datos Términos y Definiciones del UIT-T
<http://www.itu.int/sancho/index-es.asp?lang=es>
- [28] MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
2001 Plan Nacional de Asignación de Frecuencias, Perú
<http://www.mtc.gob.pe/portal/comunicacion/control/normaslegales/PNAF%20anexo%201-04-03.pdf>

- [29] MORRIS, Christopher
1996 Diccionario enciclopédico de ciencia y tecnología, ed. México D.F:
Prentice-Hall Hispanoamérica
- [30] ESPINOZA DE LOS MONTEROS, Julián
2002 Técnico en telecomunicaciones. Madrid: Cultural
- [31] HUIDOBRO MOYA, José Manuel
1999 Sistemas de Telefonía. Madrid: Parainfo
- [32] OTERO CARVAJAL, Luis Enrique
2003 El Teléfono. El Nacimiento De Un Nuevo Medio De Comunicación,
Universidad Complutense, Madrid, España
- [33] BLACK, Uyles
2002 Voice over IP. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall PTR
- [34] BIGELOW, Stephen J.
1991 Understanding Telephone Electronics, 3rd. ed. Indianápolis: SAMS
- [35] ALCÓCER GARCÍA, Carlos
2000 Redes de Computadoras, 2a. ed. Lima: Infolink
- [36] TANENBAUM, Andrew
2003 Redes de Computadoras, 4a. ed. México: Pearson Education
- [37] COMISION DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS
2001 Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo;
Tecnologías de la información y de la comunicación en el ámbito del
desarrollo. El papel de las TIC en la política comunitaria de desarrollo;
Bruselas; COM(2001)770 final; p.3
- [38] MUSAH, Arthur
2003 DTMF-Controlled Remote Switching System
En: Circuit Cellar N°154

- [39] BENJAMIN, Jack y BENJAMIN, Michal
2006 Multifunctional Home Control System
En: Circuit Cellar #187
- [40] CLARKE, John
2006 A highly flexible keypad Alarm
En: Everyday Practical Electronics
- [41] Sin-Min, Po-Ching Yang, Shyi-Shiou Wu, Shya-Shiow Sun
1998 A Service of Home Security System on Intelligent Network
En: IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol 44, N°4 *pp*
1360-1365
- [42] MORRISON, Robert
2003 Updating the Home Control System
En: Circuit Cellar N°152
- [43] KLUSMANN VIEIRA, Hermann y ALBATRINO AZA, Renzo
2005 “Diseño de un Sistema Automático de Lectura a Distancia de Medidores de agua con emisores de Pulsos A Través de una Red Celular utilizando Mensajes de Texto”. Tesis (Ing). Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Lima. 76 p.
- [44] Del MAR REÁTEGUI, Edin y GALLIA GARRIDO, Enzo
2005 “Diseño y construcción de un equipo programable para el control y el registro de las llamadas efectuadas a través de una línea telefónica basado en el microcontrolador PIC 16C65A”. Tesis (Ing). Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Lima. 76 p.



ANEXO A
PRESUPUESTO DEL SISTEMA

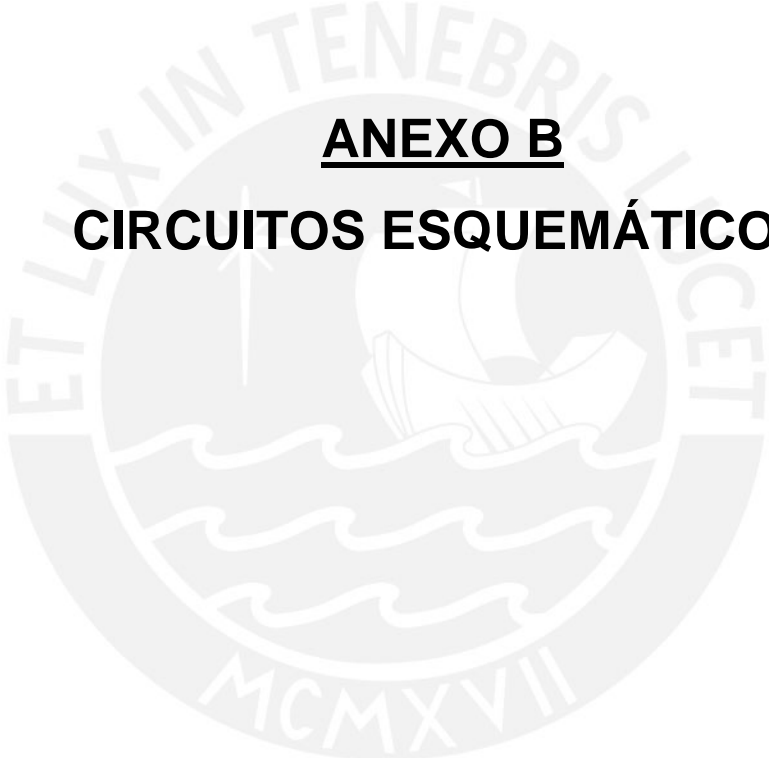
Presupuesto

Considerado para un solo equipo (Central o Casa):

	MÓDULO DE COMUNICACIÓN	Precio Unitario		SUBTOTAL Soles	SUBTOTAL Dolares
		Soles	Dolares		
1	circuito integrado MT8888		10.0	0.0	10.0
2	circuito integrado 4N25 o 4N35	1.3		2.6	0.0
1	circuito integrado CMOS 4066N	1.0		1.0	0.0
1	Relé 5VDC con 2 circuitos	3.0		3.0	0.0
1	Cristal de 3.579MHz	1.5		1.5	0.0
3	Condensadores de poliéster de 100nF	0.2		0.6	0.0
1	Condensador de poliéster de 10nF	0.2		0.2	0.0
1	Condensador de poliéster de 470nF 400VDC	0.9		0.9	0.0
2	Condensador electrolítico de 470uF	0.3		0.6	0.0
3	Resistencias de 1KΩ ¼ W	0.0		0.1	0.0
1	Resistencia de 150Ω ¼ W	0.0		0.0	0.0
1	Resistencia de 220Ω ¼ W	0.0		0.0	0.0
1	Resistencia de 10KΩ ¼ W	0.0		0.0	0.0
2	Resistencias de 3.3KΩ ¼ W	0.0		0.1	0.0
2	Resistencias de 100KΩ ¼ W	0.0		0.1	0.0
1	Resistencia de 1.5KΩ ¼ W	0.0		0.0	0.0
1	Resistencia de 4.7MΩ ¼ W	0.0		0.0	0.0
1	Resistencia de 360Ω ¼ W	0.0		0.0	0.0
3	Resistencia de 330Ω ¼ W	0.0		0.1	0.0
1	Resistencia de 56Ω ¼ W	0.0		0.0	0.0
1	Resistencia de 10KΩ ¼ W	0.0		0.0	0.0
2	Resistencia de 560Ω ¼ W	0.0		0.1	0.0
1	Molex 2 pines	0.4		0.4	0.0
1	Varistor de 150V	2.5		2.5	0.0
3	transistores 2N3904	0.2		0.6	0.0
2	diodo rápido 1N4148	0.1		0.2	0.0
1	Socket para IC tipo DIP 14 pines	0.3		0.3	0.0
1	Bornera alta de 2 pines	1.0		1.0	0.0
1	Jack Hembra de Alimentacion para Impreso	0.5		0.5	0.0
2	Socket DIP 3x2	0.5		1.0	0.0
1	Socket DIP 2x10	0.5		0.5	0.0
1	Fila de espadines de 20x1	1.0		1.0	0.0
2	Puente Rectificador 1 A	1.0		2.0	0.0
4	Led 3mm	0.2		0.8	0.0
1	Conector IDC 8x2 Hembra	1.5		1.5	0.0
1	Conector IDC 8x2 Macho con Borde para Impreso	1.8		1.8	0.0
1	Tarjeta impresa en fibra de vidrio	14.0		14.0	0.0
				39.3	10.0
				Cambio \$	3.2
				TOTAL (\$	22.3

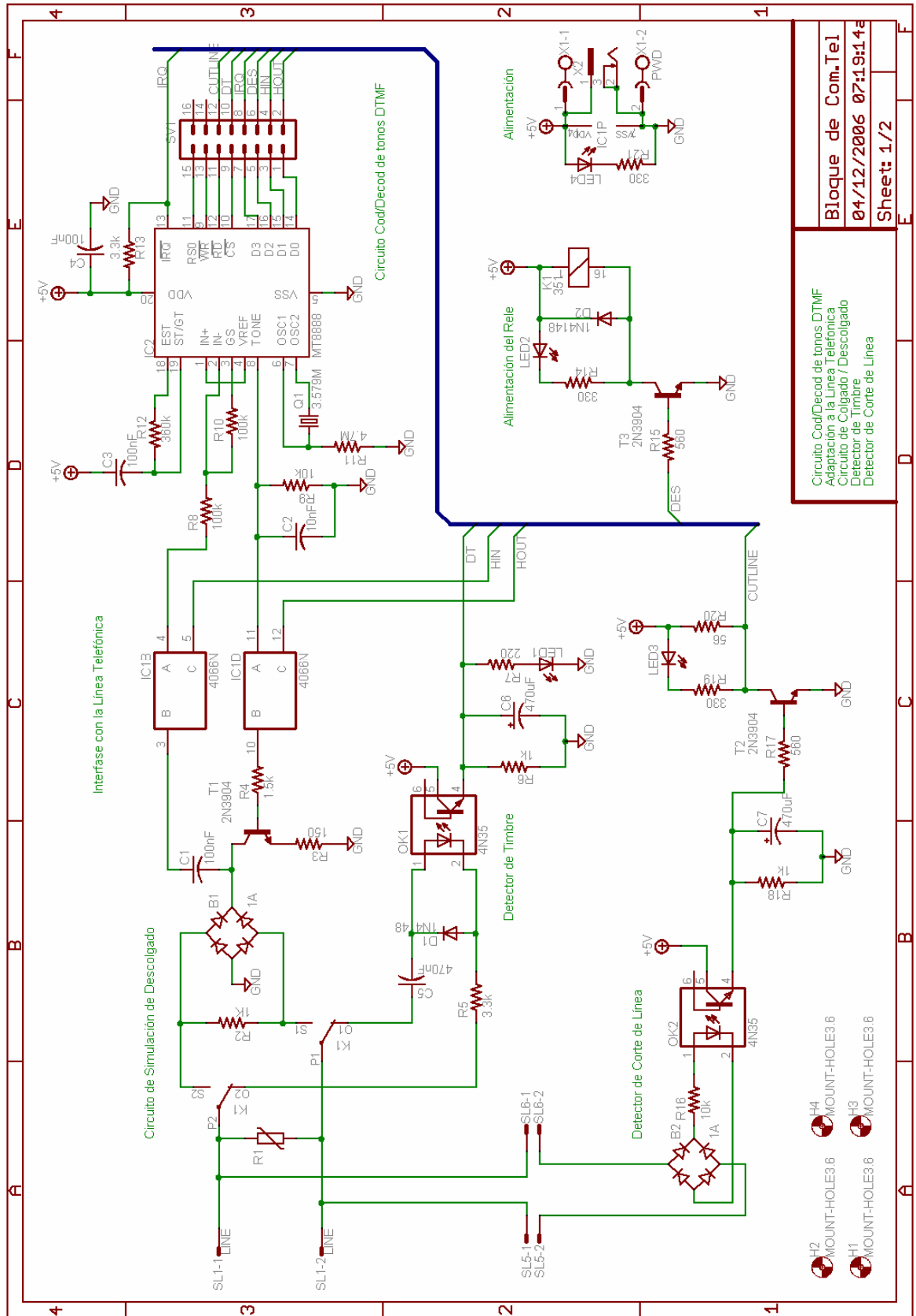
MÓDULO DE CONTROL

		Precio Unitario		SUBTOTAL	SUBTOTAL
		Soles	Dolares		
1	Microcontrolador ATmega8L		5.4	0.0	5.4
1	Circuito integrado MAX232		1.3	0.0	1.3
2	Condensadores electrolíticos de 1uF	0.5		1.0	0.0
2	Condensadores lentes de 4.7nF	0.5		1.0	0.0
1	Resistencia de 10kΩ ¼W	0.4		0.4	0.0
1	Resistencia de 330Ω ¼W	0.4		0.4	0.0
1	Resistencia de 500Ω ¼W	0.4		0.4	0.0
3	Resistencia de 1KΩ ¼W	0.4		1.2	0.0
1	Pulsador 4 pines	0.5		0.5	0.0
2	Led 3mm	0.2		0.4	0.0
1	Bornera alta de 2 pines	1.0		1.0	0.0
1	Jack Hembra de Alimentacion para Impreso	0.5		0.5	0.0
1	Conector IDC 5x2 Macho con Borde para Impreso	1.2		1.2	0.0
1	Conector IDC 5x2 Hembra	1.0		1.0	0.0
1	Conector IDC 8x2 Macho con Borde para Impreso	1.8		1.8	0.0
1	Conector IDC 8x2 Hembra	1.5		1.5	0.0
1	Conector DB-9 Hembra para Impreso	1.9		1.9	0.0
1	Socket Redondo DIP 14x2	1.0		1.0	0.0
1	Socket DIP 8x2	0.3		0.3	0.0
2	Molex 4 pines	0.8		1.6	0.0
1	Tarjeta impresa en fibra de vidrio	13.0		13.0	0.0
1	Transformador de 5VDC	10		10	0
1	Cable Serial Macho-Hembra	8		8	0
				48.1	6.7
				Cambio \$	3.2
				TOTAL (\$)	21.7

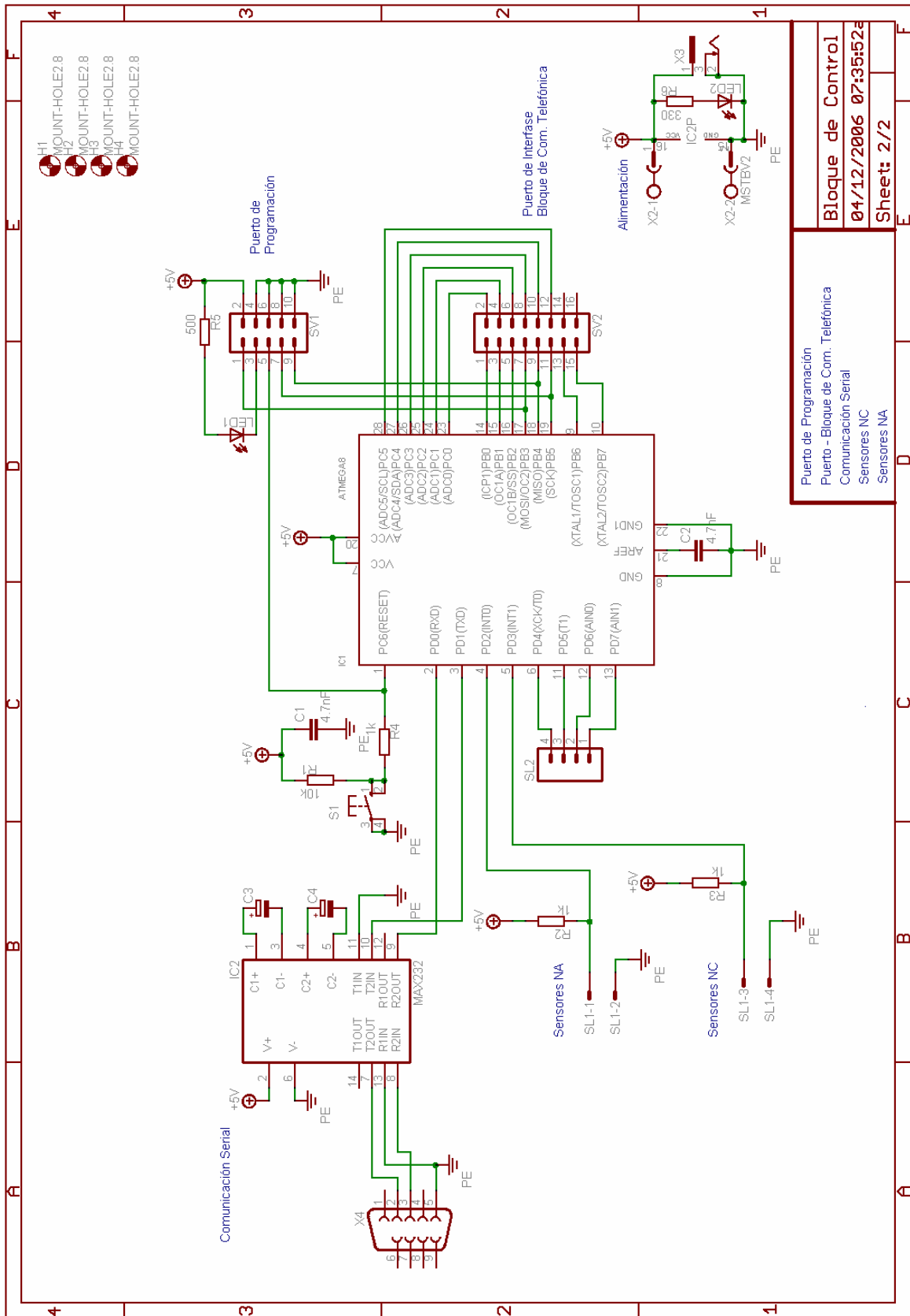


ANEXO B
CIRCUITOS ESQUEMÁTICOS

Bloque de Comunicación Vía Línea Telefónica



Bloque de Control y Comunicación con la PC



Puerto de Programación	
Puerto - Bloque de Com. Telefónica	
Comunicación Serial	
Sensores NC	
Sensores NA	
Bloque de Control	
04/12/2006 07:35:52	
Sheet: 2/2	



ANEXO C
**CÓDIGO FUENTE DEL
MICROCONTROLADOR**
(Incluido en el CD)

