



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



PONTIFICIA  
**UNIVERSIDAD**  
**CATÓLICA**  
DEL PERÚ

### Diseño de un Sistema de Comunicación Vía Radiofrecuencia Aplicado a la Seguridad Vecinal.

Tesis para optar el Título de Ingeniero Electrónico, que presenta el bachiller:

**ANDY GIOVANNI GIL PINGO**

Asesor: Miguel Ángel Cataño Sánchez

Lima, julio 2009

## RESUMEN

La seguridad en los vecindarios es un objetivo colectivo, que está incursionando de a pocos en la actualidad, ya que las familias deben coordinar y cooperar entre ellas para enfrentar a la delincuencia que las amenaza a diario. Uno de los elementos que debe mejorar dentro de los procesos llevados en contra de la delincuencia es el sistema de comunicación empleado.

El presente tema de tesis consiste en diseñar un sistema que integre a los domicilios pertenecientes a un mismo vecindario y al vigilante del mismo. Se espera que dicho sistema llegue a ser uno de los mecanismos más utilizados por los distritos y ciudades para la reducción de la delincuencia.

Este documento se encuentra dividido en 4 capítulos principales; el primero de ellos explica los factores relacionados a la seguridad vecinal. En este capítulo se han tomado datos del distrito de Pueblo Libre para una mejor comprensión.

El segundo capítulo brinda información sobre los mecanismos y tecnologías empleados en la seguridad de un vecindario. Además, identifica el problema donde se centra este asunto de estudio.

El tercer capítulo muestra el diseño pensado para el sistema de comunicación entre los domicilios y una central de vigilancia; empezando por una descripción general, la lógica a utilizar y el diseño de un protocolo sencillo para el sistema.

El último capítulo muestra los resultados de la implementación de un prototipo del sistema que permita simular su funcionamiento. Además se agregó un presupuesto aproximado, para tener noción del costo total que tendría el sistema y así pueda ser considerado como una alternativa más en los procesos de seguridad vecinal.

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>5</b>
<b><u>CAPÍTULO 1: La Seguridad Vecinal.</u></b>	
1.1 Variables del medio general.	6
1.1.1. Requerimientos sociales generales para la reducción de la delincuencia.	6
1.1.2. Análisis de la tecnología utilizada en la actualidad.	6
1.2 Variables del medio específico.	7
1.2.1. Estrategias delincuenciales	7
1.2.2. Usuarios.	8
1.2.3. La policía y su tecnología.	8
1.3 Variables del medio organizacional.	8
1.3.1 La municipalidad y serenazgo.	8
1.3.2 Tecnología e infraestructura utilizada por el grupo de serenazgo.	9
1.4 Proceso actual utilizado para combatir la delincuencia y la tecnología utilizada en la comunicación.	9
1.5 Declaración del marco problemático.	11
<b><u>CAPÍTULO 2: Metodologías para combatir la delincuencia en los vecindarios.</u></b>	
2.1. Estado del arte.	13
2.1.1. Presentación del Asunto de Estudio.	13
2.1.2. Estado de la Investigación.	14
2.1.3. Síntesis del asunto en estudio.	16
2.2. Seguridad Vecinal: Factores que participan en la seguridad vecinal.	18
2.3. Red de comunicación.	20
2.3.1. Definición.	20
2.3.2. RED ALÁMBRICA.	20
2.3.3. RED INALÁMBRICA.	20
2.3.4. Medios de Transmisión.	21
2.4. Modelo Teórico.	24
2.4.1. Descripción del Modelo Teórico.	25
2.4.2. Definiciones Operativas.	36

<b><u>CAPÍTULO 3: Diseño del Sistema de Comunicación que informa automáticamente de algún ingreso ilícito en un hogar.</u></b>	
3.1. Objetivo.	27
3.1.1. Objetivo general.	27
3.1.2. Objetivos específicos.	27
3.2. Diseño del sistema de comunicación.	27
3.2.1. Descripción del sistema propuesto.	27
3.2.2. Lógica del sistema.	29
3.2.3. Selección de componentes.	34
3.2.4. Diseño del Protocolo.	35
<b><u>CAPÍTULO 4: Análisis y resultados del Prototipo.</u></b>	
4.1. Resultados.	41
4.2. Costos.	44
<b><u>CONCLUSIONES</u></b>	46
<b><u>RECOMENDACIONES</u></b>	47
<b><u>BIBLIOGRAFÍA</u></b>	48

## INTRODUCCIÓN

En este documento se desarrollará la importancia del sistema de comunicación dentro del desempeño de las funciones de seguridad vecinal en la sociedad.

La seguridad ha dejado de ser exclusivamente una función personal pues en la actualidad ya se maneja en forma cooperativa. El accionar de forma conjunta de la comunidad, policía, serenazgo y el uso adecuado de la tecnología, permite una dificultad mayor para el crecimiento de la delincuencia. Es precisamente en el último aspecto donde se centra el desarrollo de este asunto de estudio, sin dejar de considerar los demás factores.

Para ser más específico, se diseñará un sistema de comunicación dedicado que permita avisar automáticamente, al vigilante del vecindario, los posibles ingresos ilícitos en los domicilios. Se espera que con este sistema se obtenga un mayor rendimiento de los mecanismos de seguridad en conjunto, ya sean estos mecanismos privados o públicos.

Resulta importante esta investigación porque el sistema de comunicación más utilizado en la actualidad es el telefónico; sin embargo éste es un medio abierto para la atención de muchos requerimientos de la sociedad, lo cual ocasiona en muchas oportunidades la ineficiencia del sistema de seguridad. Es por ello que con la existencia de este sistema dedicado, el cual será a bajo costo, se permitirá que la mayoría de los ciudadanos cuenten con una alternativa adicional para reducir los efectos de la delincuencia en domicilios.

## CAPÍTULO 1

### LA SEGURIDAD VECINAL.

#### 1.1 Variables del medio general.

##### 1.1.1. Requerimientos sociales generales para la reducción de la delincuencia.

En todo el mundo la seguridad es un tema de interés, tanto así que en el debate presidencial de las últimas elecciones en nuestro país fue un tema en la agenda política. La delincuencia es un problema global que aqueja a todos los países y el Perú es uno de los más afectados. A diario los medios de comunicación informan sobre fechorías que se cometen en todo el país. Estos actos delictivos ocurren en las calles, lugares públicos, domicilios, etc.; y pese a contar con entes de seguridad (policía y, con pocos años de creación en algunas ciudades y distritos, el cuerpo de serenazgo) que velan por nuestro bienestar y el de la sociedad en su conjunto, la delincuencia sigue en aumento dado que estos entes no se dan abasto para combatirla. En tal sentido tanto los policías, serenos como también personas civiles deben organizarse y cooperar en la reducción de la delincuencia. Muestra de ello es la organización que existe en algunos vecindarios para hacer de ellos lugares más seguros. Por otro lado, también es importante utilizar todos los recursos que se tienen a mano y uno de esos recursos es la tecnología, la cual debe ser una herramienta que ayude a la comunidad en su desarrollo y bienestar.

##### 1.1.2. Análisis de la tecnología utilizada en la actualidad.

Hoy por hoy existen diversos equipos y sistemas que pueden utilizarse en asuntos de seguridad y vigilancia, por ejemplo, contamos con sensores de presencia, cámaras de vigilancia, sirenas, entre otros. Asimismo existen empresas dedicadas a brindar servicios de seguridad utilizando tecnología y recursos humanos contratados, así tenemos las empresas de TELEMERGENCIA, PROSEGUR,

BOXER, etc. Estas empresas reciben una retribución económica mensual por brindar sus servicios. Sin embargo el costo de estas prestaciones y elementos tecnológicos es alto y en consecuencia el acceso a ellos es limitado para el ciudadano promedio peruano. Este hecho origina que no todos puedan participar del mismo modo en el combate contra la delincuencia. Por ejemplo en un vecindario no todas las familias cuentan con equipos de seguridad ni contratan todos a la misma empresa que les brinde su servicio; por lo que la organización y cooperación se vuelve difícil. Esto origina que las personas que cuentan con estos elementos de seguridad se aíslan de sus vecinos en los procesos contra el allanamiento y perturbación de sus viviendas.

## **1.2 Variables del medio específico.**

### **1.2.1 Estrategias delincuenciales**

Existe diversidad de estrategias utilizadas por los delincuentes para el cumplimiento de su cometido (ingresar ilícitamente a los domicilios y realizar sus crímenes). Muchas veces ellos estudian la rutina de la familia que quieren asaltar como por ejemplo a qué hora todos están durmiendo o el horario cuando no hay nadie en la casa. Además observan las medidas de seguridad tomadas; si cuentan con sirenas en el interior del domicilio, cerco eléctrico o si existe vigilancia en la zona. Muchas veces se cree haber encontrado la solución a una técnica empleada por ellos, sin embargo los malhechores vuelven a inventar nuevos mecanismos para realizar sus fechorías.



### **1.2.2 Usuarios.**

Los usuarios a quienes va dirigido este trabajo son ciudadanos de vecindarios con poder económico promedio. En esta oportunidad tomaremos algunos datos del distrito de Pueblo Libre para explicar algunos detalles de los procesos seguidos en la seguridad vecinal. La elección de dicho distrito fue debida a que el autor de este documento reside en el mismo.

### **1.2.3 La policía y su tecnología.**

La Policía es el organismo encargado de velar por el bienestar y orden en la sociedad. Este ente cuenta con una base de operaciones (comisaría) en cada distrito y ciudad, además dispone de vehículos motorizados como patrullas y motocicletas que vigilan las zonas asignadas por cada comisaría. Por otro lado, este ente posee 2 modos de comunicación: el primero es el sistema telefónico, el cual permite la comunicación por parte de los ciudadanos hacia la comisaría, y el segundo modo lo conforman las radios portátiles que sirven para una comunicación instantánea y de forma móvil entre los miembros policiales y la comisaría.

## **1.3 Variables del medio organizacional.**

### **1.3.1 La municipalidad y serenazgo.**

La municipalidad es el ente organizacional de cada distrito o ciudad que administra los recursos y vela por el desarrollo de la comunidad. La seguridad es uno de los principales aspectos por el que se preocupa y es por ello que ha salido a relucir la creación de un nuevo ente de seguridad llamado serenazgo.

El cuerpo de serenazgo es un ente que se rige bajo las normas de la municipalidad, pues parte de los recursos económicos que dispone van dirigidos a los programas de capacitación y formación de este organismo de seguridad.

### 1.3.2 Tecnología e infraestructura utilizada por el grupo de serenazgo.

El grupo de serenazgo posee una tecnología similar a la de la policía. Cuentan con una estación principal que es el centro de operaciones, con vehículos motorizados (camionetas, autos, motos) para la vigilancia por las calles y tienen las mismas 2 formas de comunicación: Vía telefónica y radios portátiles.

### 1.4 Proceso actual utilizado para combatir la delincuencia y la tecnología utilizada en la comunicación.

Los procesos utilizados para combatir la delincuencia vienen normados principalmente por el estado a través de la Policía Nacional del Perú. Además se cuenta con el apoyo de las autoridades municipales, que en conjunto con la policía se organizan en base a un plan de desarrollo.

Para este asunto de estudio, mencionaremos particularmente las características del proceso llevado en el distrito de Pueblo Libre.

En una entrevista que realicé al Coronel Wilson Aguilar del Águila [1], miembro del grupo de Participación vecinal del distrito de Pueblo libre, él informó que actualmente los procesos que hacen frente a la delincuencia están basados en la zonificación del distrito (dividido en ocho zonas demarcadas geográficamente). La policía, es apoyada por un nuevo ente de seguridad que ayuda en todo el proceso. Este ente es el cuerpo de serenazgo, el cual tiene como una de sus funciones la de patrullar por todo el distrito agrupándose por zonas; es decir existen patrullas específicas para cada una de las ocho zonas del distrito. Al mismo tiempo el grupo de serenazgo apoya en la organización de los vecindarios para hacer frente a los malhechores; es por ello que ha creído conveniente formar comités vecinales en todo el distrito para que éstos puedan integrarse de una mejor manera y los vecinos puedan cooperar en forma conjunta.

En algunos casos existen otros elementos adicionales que participan en el proceso de seguridad vecinal. En algunos vecindarios se cuenta con vigilantes particulares

que brindan sus servicios a cambio de una remuneración económica. En estos vecindarios que cuentan con vigilancia particular, el serenazgo los capacita para que puedan intervenir dentro del proceso de seguridad. Es por ello que los vigilantes cuentan con una radio que les permite comunicarse con los miembros del serenazgo y así poder coordinar acciones ante eventualidades sospechosas y peligrosas.

En caso de algún ingreso ilícito detectado por algún vecino o el vigilante, se debe de avisar al presidente del comité para que éste encienda la sirena (hay una en todo el vecindario) y los vecinos salgan para atemorizar al bandido y por ende éste huya. Sin embargo en esta situación se presentan dos problemas: PRIMERO, *SE DEBE ESTAR EN CONSTANTE ESTADO DE ALERTA. SEGUNDO, EL TIEMPO DE PERCEPCIÓN ES VARIABLE.* Al decir constante estado de alerta nos referimos a que la vigilancia del hogar debe de ser permanente, esto debido a que el intruso puede operar en cualquier momento, sea de día o de noche. Dado este inconveniente es que es requerido personal de vigilancia a tiempo completo.

El segundo problema significa que el tiempo en que alguna persona, sea vigilante o vecino, se alerte de la incursión del malhechor es indeterminado. Inclusive en muchas oportunidades no se logra detectar el allanamiento hasta muchas horas después, cuando el delincuente ya no se encuentra en la zona del delito. Si bien alguna persona puede percatarse del ingreso ilícito, esto puede ser tanto en un inicio como después que el delincuente haya cometido su objetivo y se haya ido del lugar.

Si la persona que peca el hecho es un miembro del domicilio afectado, esta persona debe de llamar a la policía y/o serenazgo a través de la línea telefónica y esperar a que lleguen para capturar al ladrón y/o minimizar los daños ocurridos. En este contexto, según una entrevista realizada a algunos oficiales en la comisaría de Pueblo Libre [2], también existen dos problemas: *SOLO SE CUENTA CON UNA LÍNEA TELEFÓNICA Y EL TIEMPO DE ESPERA PUEDE SER AMPLIO.* El primer

problema significa que cuando se desea informar de algún hecho delictivo a la base policial y/o al serenazgo se cuenta con una única línea telefónica para cada base. Esto reduce la eficiencia del accionar de los efectivos policiales y/o serenos. Además esta línea telefónica atiende todo tipo de llamadas, pueden ser concernientes a robos, accidentes de tránsito, problemas sociales, vecinales, etc. El segundo problema quiere decir que el tiempo en que tardan en llegar los efectivos policiales o miembros del serenazgo es un factor importante, ya que se requiere que este tiempo sea el mínimo posible para que la situación pueda ser controlada y así se pueda evitar daños o que estos tengan mayores consecuencias. Todos los elementos del sistema tienen que funcionar y desarrollar su papel de manera eficiente para que el sistema en conjunto pueda ser eficaz.

### **1.5 Declaración del marco problemático.**

La seguridad es uno de los principales problemas tomados en cuenta por la sociedad; es por ello que existen entes de seguridad al servicio de la comunidad como la policía nacional y el grupo de serenazgo. Sin embargo la seguridad vecinal es un problema que involucra más aspectos que solo a los entes de seguridad. Uno de ellos es el aspecto cultural de las personas; es decir los ciudadanos deben tomar consciencia de que la seguridad no solo es un asunto policial, sino todo lo contrario, es un asunto estrechamente relacionado con la cooperación de todos los ciudadanos (vecinos).

Además del aspecto cultural, también son importantes los recursos humanos con que se cuenta; así tenemos, que el número de efectivos policiales y miembros del grupo de serenazgo no se da abasto para cubrir todas las zonas del distrito. El tomar en consideración a los recursos humanos conlleva a buscar procesos para mejorar la eficacia y eficiencia del sistema de seguridad; sin embargo hoy en día observamos una desarticulación entre la vigilancia contratada, policía-serenazgo y ciudadanía. Por último, otro aspecto importante es el tecnológico. Por ejemplo el

sistema de comunicación telefónico es abierto a todo tipo de servicio a la comunidad, lo que genera una ineficiencia en el desarrollo de los procesos.

Si bien es cierto que es casi imposible reducir en su totalidad los delitos en los vecindarios, el fin principal de este asunto de estudio es llegar a ser una alternativa importante que colabore en la reducción de la delincuencia.



## CAPÍTULO 2

### Metodologías para combatir la delincuencia en vecindarios.

#### 2.1. Estado del arte.

##### 2.1.1. Presentación del Asunto de Estudio

La seguridad ciudadana es un problema que es el común denominador de todas las ciudades de nuestro país así como en el resto del mundo. Este problema radica desde tiempos muy antiguos pues problemas como el robo, pandillaje, homicidios, etc. han existidos desde épocas muy tempranas. Este problema ha llegado a ser tan fuerte que ni aún en nuestras casas podemos estar seguros, ya que delincuentes ven la forma de entrar con facilidad a nuestros hogares atentando con nuestra integridad y pertenencias.

Este problema social, trata de ser combatido por la Policía que hoy en día cuenta con la ayuda de El Servicio de Serenazgo. Este servicio provisto por algunas municipalidades de nuestro país ( pues, no en todos los distritos del país se cuenta con este servicio) se ha sumado a los métodos ya utilizados para reducir los casos de robos, atentados en domicilios como también otros hechos que afectan la seguridad ciudadana. En su esfuerzo para combatir la delincuencia, estos dos entes, tratan de crear en la comunidad lo que denominan una buena consciencia ciudadana, que nos ayude a ser cautos y prevenir hechos que atenten con nuestra seguridad.

Sin embargo, a pesar de todos los mecanismos e instituciones que combaten este mal; loa casos donde los robos, atentados u homicidios en domicilios suceden con gran frecuencia, sin lograr poder ser neutralizados a tiempo, pues generalmente uno se percata del delito posteriormente al hecho y por consecuencia las instituciones como la policía y serenazgo no pueden actuar a tiempo y sólo queda hacer averiguaciones de los hechos; las cuales muchas veces no terminan con la recuperación de los objetos perdidos ni con la identificación del delincuente.

De otro lado, la falta de integración de los domicilios, permite una mayor facilidad para que los ladrones entren a los hogares y logren sus cometidos. De este contexto, se desprende la necesidad de contar con un sistema que con ayuda de la tecnología; logre integrar a los domicilios de un vecindario con el puesto de vigilancia de la zona ayudando a estructurar mejor los elementos en los procesos del programa de seguridad vecinal.

### **2.1.2. Estado de la Investigación**

En el afán de estudiar el problema de la delincuencia que afecta a la ciudadanía y sobre cómo ésta afronta dicho problema, se ha podido determinar que para combatir a la delincuencia la gente utiliza varias formas o métodos. Sin embargo todos estos métodos los manejan de forma individual y de manera insipiente (cada domicilio utiliza un método diferente),

Estos métodos por lo general no contienen tecnología alguna y van de las formas más simples como por ejemplo: el tener en casa a un perro guardián que alerte al propietario sobre la presencia de un delincuente que intenta ingresar al domicilio y/o ahuyente al mismo o tener una persona que vigile el domicilio o un conjunto de domicilios para lo cual cooperan varios vecinos del barrio siempre con la idea de ser alertados ante la presencia de un malhechor, llegando además a la situación de adquirir un arma para poder defenderse y proteger sus hogares, hasta otras que pretenden ser más organizadas como por ejemplo en el distrito de Pueblo Libre que se ha zonificado todo el distrito en 8 zonas para así poder tener una mayor organización y control en todo el distrito. Además se han creado juntas vecinales para que puedan colaborar con la vigilancia de los hogares e integridad física de los vecinos.

Otra medida es el programa de serenos voluntarios, los que realizan rondas por determinadas zonas y ante hechos delictivos avisan a una patrulla de serenazgo.

La patrulla se encuentra acompañada de un efectivo policial, este efectivo es el

único que puede intervenir a los malhechores, ya que los miembros del cuerpo de serenazgo son personas civiles y no pueden intervenir o arrestar a los bandidos.

Sin embargo, a pesar que se cuenta con estos medios de protección, estos resultan insuficientes y muchas veces ineficientes. Un gran problema es la forma y velocidad de comunicación de los hechos hacia instituciones policiales, ya que en el mismo distrito de Pueblo Libre tanto la policía como el Servicio de Serenazgo cuentan con una única línea telefónica para la atención a llamadas de los ciudadanos de dicho distrito que solicitan tanto la ayuda ante hechos delincuenciales en sus domicilios como otros servicios. Además a la falta de vías de comunicación, se suma el hecho que la solicitud de ayuda, por diversos factores, no es atendida a tiempo; es decir en muchas oportunidades estas instituciones actúan después de que los hechos hayan ocurrido y sólo queda hacer las averiguaciones del caso y tratar de identificar a los delincuentes, con la efímera promesa de recuperar las pertenencias de los afectados y/o aprehenderlos.

La tabla 2.1 muestra los resultados de un estudio que califica la respuesta de efectividad del serenazgo de la municipalidad de Pueblo Libre ante la solicitud de ayuda de algún ciudadano. Dicho estudio fue realizado por el Coronel Wilson Aguilar del Águila, miembro del grupo de Participación vecinal del distrito de Pueblo Libre.

**TABLA 2.1 Respuesta Efectiva del Grupo de Serenazgo en Pueblo Libre**

Zonas	Nº de Familias	Distribución Porcentual	Tamaño de la Muestra	Menos de 15 min.	Entre 15 y 30 min.	Nunca llegan
1	1678	7,80%	27	5	22	0
2	1852	8,70%	29	5	24	0
3	3500	16,30%	56	19	29	8
4	1550	7,20%	25	5	20	0
5	3619	16,90%	57	16	32	9
6	3544	16,60%	56	29	18	9
7	2034	9,50%	32	12	6	14
8	3630	17,00%	58	25	18	15
Total	21407	100%	340	116	169	55



En este cuadro se puede observar que el mayor porcentaje de demora de intervención del serenazgo se da entre 15 y 30 minutos, tiempo que puede ser suficiente para que el delincuente se haya alejado una gran distancia del lugar del delito.

Otra forma de protegerse utilizado por un menor número de personas, es la de adquirir por sus propios medios mecanismos de seguridad como son las alarmas, cercos eléctricos, sirenas, sensores de seguridad, etc.

Si bien estos productos tecnológicos ayudan a prevenir con una mayor eficiencia los robos o atentados en los domicilios, muchos de estos no solucionan el problema de la comunicación inmediata (comunicación en tiempo real) con las instituciones encargadas de intervenir a los malhechores.

Se ha podido determinar también, que el problema de inseguridad ciudadana, puede solucionarse en gran medida, estructurando de una mejor forma la comunicación entre ciudadanos y entidades de seguridad.

Esto ha sido previsto por empresas particulares mediante la creación de un nuevo servicio llamado Telemergencia que es la unión de tres empresas privadas en los ámbitos de: Telecomunicaciones, Seguridad y Seguros. Dicho servicio es un sistema de seguridad integral, ya que vigila viviendas o negocios, y tiene la posibilidad de comunicar de manera inmediata a la policía y a Prosegur ante hechos delincuenciales. Sin embargo este servicio tiene un costo mensual significativo, ya que lo brindan empresas privadas.

### **2.1.3. Síntesis del asunto en estudio**

Los mecanismos utilizados para seguridad vecinal en la actualidad no van a contrarrestar a la delincuencia con una eficiencia del 100%, ya que es imposible; sin embargo la idea de utilizar los diferentes mecanismos es tratar de atenuar los daños o prevenirlos. El mejor mecanismo de seguridad tiene que involucrar de manera directa a tres elementos: Cooperación Vecinal, Instituciones de seguridad

(intervención policial y/o serenazgo) y tecnología (sensores, alarmas, comunicación automática, etc.).

Además, el tener varios mecanismos siempre que se pueda ayuda a tener un hogar más seguro. En cuanto a la cooperación vecinal, los ciudadanos deben tener la suficiente predisposición para colaborar con el resto de la ciudadanía y organizarse de una forma tal que la delincuencia disminuya. Sin embargo esta predisposición es una gran carencia hoy en día, esto es lo que señala tanto la fuerza policial como el serenazgo. Esto fue corroborado en el distrito de Pueblo Libre, pues en las entrevistas que se dieron tanto en la comisaría como en la base de serenazgo de dicho distrito, ellos dijeron que la mayoría de los ciudadanos solo toman consciencia a partir de que un hecho delincencial les ocurra de manera directa; es decir esperan a que el delito ocurra para recién tomar las precauciones del caso. Este mismo comentario es comprobado en el estudio hecho por el coronel Wilson Aguilar del Águila.

En la tabla 2.2 se encuentran los datos recopilados en cuanto a la disposición para integrar algún programa de participación ciudadana.

**Tabla 2.2 Disposición de Vecinos en Programas de Participación Ciudadana**

Zonas	Nº de Familias	Distribución Porcentual	Tamaño de la Muestra	Sí	No
1	1678	7,80%	27	14	13
2	1852	8,70%	29	15	14
3	3500	16,30%	56	28	28
4	1550	7,20%	25	13	12
5	3619	16,90%	57	34	23
6	3544	16,60%	56	29	27
7	2034	9,50%	32	20	12
8	3630	17,00%	58	27	31
Total	21407	100%	340	180	160

Como se observa en este cuadro, casi el 50% de la muestra no está dispuesta a participar en algún programa que ayude a combatir la delincuencia.

En cuanto a la intervención de las instituciones que velan por la seguridad, tenemos a la policía y al serenazgo, además de otras empresas privadas que cobran por la prestación de dicho servicio. Con ayuda de estas instituciones podemos lograr combatir la delincuencia, ya que ellos pueden capacitar a la ciudadanía para una mejor organización y control en seguridad. Por ejemplo en Pueblo Libre, como ya se mencionó se ha dividido el distrito en 8 zonas, las cuales a su vez son divididas en comunidades y cada una de estas tienen formado un comité vecinal, el cual organiza y controla a los vecinos para realizar rondas por la zona. Además cuentan con sirenas, ya que si ocurre un hecho en contra de la seguridad alguna familia o persona, alguien activa la sirena para que todos los vecinos del lugar salgan y así el delincuente huya. En casos donde los vecinos contratan a un vigilante, el serenazgo hace las coordinaciones necesarias para que este vigilante tenga una radio y forme parte de la ayuda a serenazgo para poder intervenir de una manera más rápida.

Aprovechando la organización y procesos establecidos similares en los distritos, un sistema de comunicación que integre a las viviendas con el vigilante será de gran aporte en la lucha contra la delincuencia vecinal.

## **2.2. Seguridad Vecinal: Factores que participan en la seguridad vecinal.**

### **Serenazgo:**

La división de serenazgo es un órgano de línea de la Gerencia de Seguridad Ciudadana dentro del organigrama de una Municipalidad, encargada de brindar seguridad y protección colectiva a los vecinos del distrito apoyando decididamente a las acciones de Defensa Civil y de la Policía Nacional dentro de su jurisdicción, y

está conformado mediante un equipo de serenos debidamente capacitados y entrenados.

### **Policía Nacional:**

*La Policía Nacional, es el ente legalmente responsable de velar por el bienestar y seguridad de la ciudadanía en general. A nivel distrital se han organizado de manera tal que un efectivo policial acompaña siempre a las patrullas del serenazgo, con el fin de respaldarlos legalmente al aprehender a algún delincuente perseguido por ellos, debido a que los serenos no tienen autoridad legal para detener a los delincuentes.*

### **Vecinos:**

Los vecinos son los principales interesados en obtener la seguridad que se requiere, pero también deben ser los principales actores para conseguir dicha seguridad y disminuir los delitos que los afectan. Ellos deben colaborar con los serenos y los efectivos policiales, comenzando por asimilar la “cultura de la seguridad” que implica desde adoptar medidas de precaución tanto en sus domicilios como fuera de ellos hasta su participación de manera activa alertando a los demás vecinos ante la sospecha o el inminente actuar de un delincuente.

### **Tecnología:**

La tecnología es un recurso que debe estar al servicio de todas las personas para mayor confort, beneficio, eficiencia, seguridad, etc. En la actualidad, la utilización de sistemas tecnológicos sofisticados, son los que mejor resultado brindan en el afán de obtener seguridad. Sin embargo, el principal obstáculo para su uso, es el elevado costo que tienen; es por ello que uno de los objetivos de este asunto de

estudio es que en su desarrollo, se tenga en cuenta utilizar elementos de bajo costo y capaces de cumplir con la misma eficiencia al mismo tiempo.

### **2.3. Red de comunicación.**

#### **2.3.1. Definición:**

Una red de comunicación es un conjunto de equipos y facilidades que proporcionan un servicio consistente en la transferencia de información entre usuarios situados en puntos geográficos distantes. Según el medio de transmisión por el que se propaga la información puede clasificarse en: Red alámbrica y red inalámbrica.

#### **2.3.2. Red Alámbrica:**

Una red alámbrica se refiere a una comunicación con cables; es decir la información es enviada a través de medios físicos. Una de sus principales ventajas es el bajo costo para la conexión entre los dispositivos que interactúan, siempre y cuando las distancias sean pequeñas, sin embargo cuando no se cumple esta condición, su utilización resulta económicamente inadecuada.

#### **2.3.3. Red Inalámbrica:**

Actualmente el término se refiere a comunicación sin cables, usando frecuencias de radio u ondas infrarrojas. Ondas de radio de bajo poder, como las que se emplea para transmitir información entre dispositivos. Normalmente su uso no tiene regulación legal, en cambio transmisiones utilizando ondas de radio de alto poder, requieren un permiso del estado para poder ser utilizadas en una frecuencia específica. Sus principales ventajas son que permiten una amplia libertad de movimientos, facilita la reubicación de las estaciones de trabajo evitando la necesidad de establecer cableado y la rapidez en la instalación, sumado a menores costos que permiten una mejor inserción en economías reducidas. Algunas de las

técnicas utilizadas en las redes inalámbricas son: infrarrojos, microondas, láser y radio. Las redes por radio pueden configurarse de muy diferentes maneras, integrando soluciones más robustas, de más ancho de banda junto a opciones de mayor penetración y mayor alcance para acceso a los usuarios finales.

#### **2.3.4. Medios de Transmisión.**

Para transmitir una señal eléctrica se requiere un medio de transmisión que normalmente es una línea de transmisión. En nuestro asunto de estudio lo que se requiere transmitir son datos; por lo tanto el tipo de medio de transmisión es importante, ya que determinará el número máximo de bits (dígitos binarios) que es posible transmitir por segundo (bps.). A continuación se mencionará los diferentes tipos de medios de comunicación:

##### **Líneas abiertas de 2 hilos:**

Es el medio de transmisión más simple: Cada uno de los 2 alambres está aislado uno del otro y ambos están abiertos al espacio libre. La distancia aproximada de comunicación que brinda este medio es de 50 m. Este medio también es utilizado para comunicaciones múltiples y la disposición más generalizada es un alambre aislado individual para cada señal y un solo alambre para la referencia de tierra común. Entre los principales factores que afectan la comunicación en este medio se encuentran la diafonía (acoplamiento capacitivo entre hilos), así como a la captación de señales de ruido provenientes de alguna radiación electromagnética.

##### **Líneas de par trenzado:**

Se dividen en cable UTP: unshielded twisted pairs (par trenzado sin blindaje) y STP: shielded twisted pairs (par trenzado blindado). Este medio tiene un uso masivo en aplicaciones de telefonía y comunicaciones de datos con una velocidad de 1Mbps.

aproximadamente para una separación de 100m. Este tipo de medio de comunicación reduce los efectos de diafonía y de las señales de interferencia.

### **Cable coaxial:**

Los principales factores limitantes de las líneas de par trenzado son su capacidad y un fenómeno conocido como conducción superficial, el cual consiste en el aumento de la resistencia eléctrica de los conductores por motivo de que la corriente fluye solo por la superficie exterior de los mismos, cuando se utiliza tasas de transmisión altas. Esto implica una mayor atenuación de la señal, por lo que se requeriría de mayor potencia. Sin embargo a frecuencias altas se pierde más la potencia de la señal por causa de los efectos de radiación. El cable coaxial minimiza estos 2 efectos y logra una tasa de 10 Mbps. a distancias de varios cientos de metros.

### **Fibra óptica:**

Los cables de fibra óptica transportan los datos en forma de un haz de luz fluctuante dentro de una fibra de vidrio y no como una señal eléctrica en un alambre. Las ondas de luz tienen un ancho de banda muy superior al de las ondas eléctricas, lo que permite alcanzar tasas de transmisión de cientos de mega bits por segundo. Además las ondas de luz son inmunes a la interferencia electromagnética y a la diafonía.

### **Satélites:**

Todos los medios de transmisión antes mencionados se valen de una línea física para transportar la información (datos). Sin embargo, los datos también pueden ser transmitidos por medio de ondas electromagnéticas (de radio) al destino o destinos previamente determinados. Un haz de microondas colimado se transmite al satélite desde la superficie terrestre y luego se retransmite (por medio de un circuito del satélite llamado transpondedor) hacia el o los destinos. Los satélites por lo general

son geoestacionarios; es decir recorren una órbita de 24 horas en sincronía con la tierra, así que desde la superficie parece mantener una posición estacionaria.

### **Microondas terrestres:**

Se ha difundido mucho el uso de enlaces terrestres de microondas para establecer enlaces de comunicación cuando no resulta práctico o costoso instalar medios de transmisión físicos (por ejemplo en desiertos, pantanos, etc.). Debido a que el haz de microondas colimado viaja a través de la atmósfera, puede sufrir perturbaciones por factores de construcciones o condiciones climáticas adversas. En cambio, con un enlace por satélite el principal medio de transmisión del haz es el espacio libre y por tanto es menos propenso a sufrir tales efectos.

### **Ondas de radiofrecuencia:**

Las ondas de radiofrecuencia pertenecen al espectro electromagnético cuyo principio es la generación de ondas electromagnéticas aplicando corriente alterna a una antena. Este tipo de transmisión se puede utilizar para comunicar zonas de un área rural extensa. Como el costo de instalar cables fijos sería muy alto, a menudo se usan ondas de radiofrecuencia para establecer un enlace inalámbrico entre un punto de terminación de cable fijo y zonas distribuidas en toda el área.



2.4. **Modelo Teórico:**

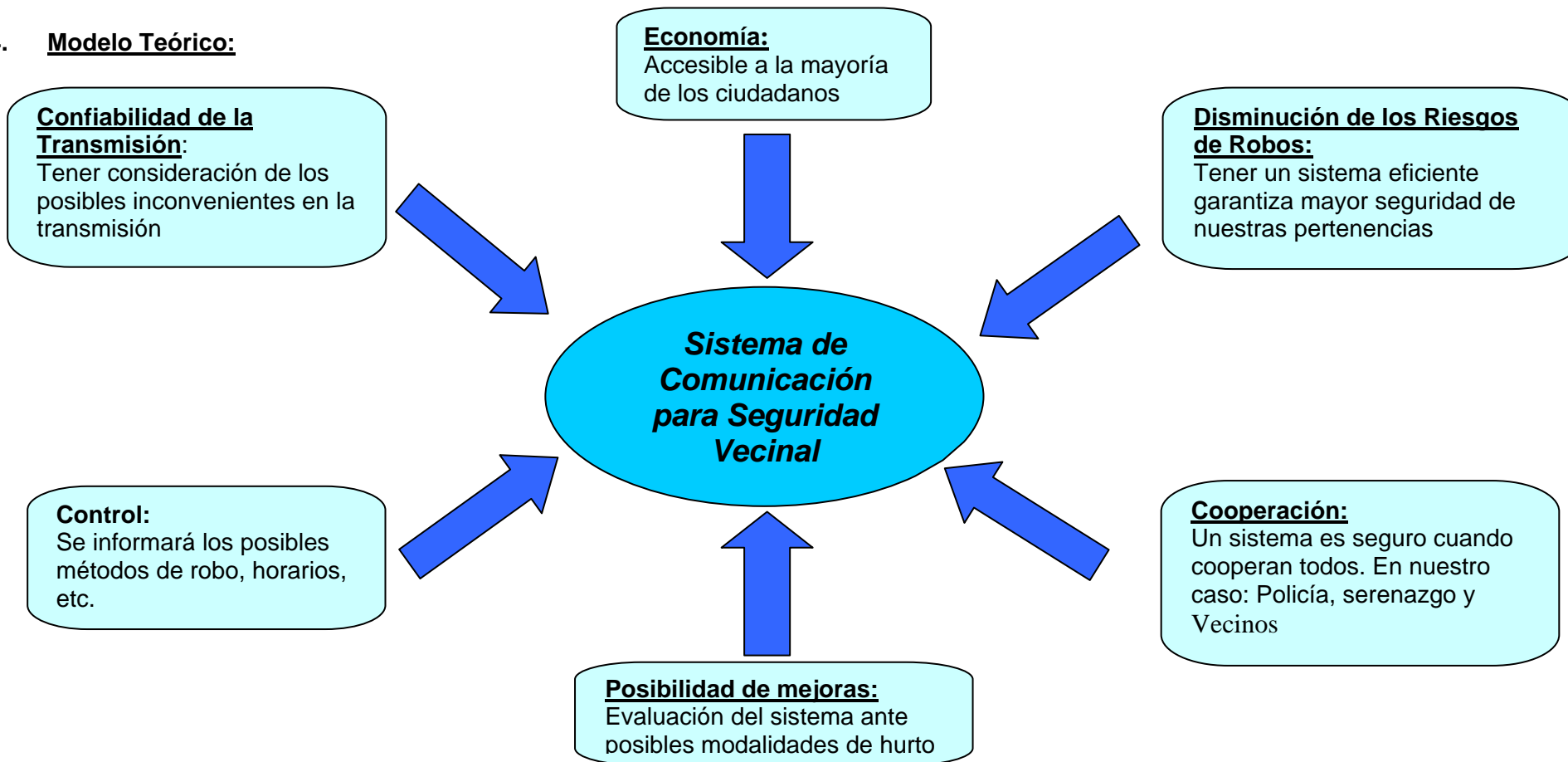


Diagrama que representa al modelo teórico, en el cual se muestran los factores relacionados al Sistema de Comunicación para la Seguridad Vecinal.

#### **2.4.1. Descripción del Modelo Teórico:**

Minimizar los hechos delictivos en cada uno de los vecindarios de la población es un asunto de preocupación en todo el país. Como sabemos, la delincuencia se presenta con mayor frecuencia e intensidad en nuestra capital; muestra de ello es la cantidad de noticias que leemos u observamos en los medios de comunicación.

El realizar un sistema de transmisión de datos para uso exclusivo de comunicación de situaciones que atenten contra nuestra seguridad en los vecindarios, beneficiaría a todos los ciudadanos de manera que estos hechos sean comunicados de modo automático al puesto de vigilancia para luego ser comunicados a la estación de serenazgo y/o policía o a un efectivo policial cercano al domicilio agraviado.

El desarrollo de esta tecnología implica establecer el medio y tipo de transmisión que se va a utilizar. Además se debe establecer la cobertura que alcanzan los dispositivos de transmisión y recepción para poder establecer los demás parámetros relacionados.

Otro aspecto que se debe tomar en cuenta y es muy importante para la realización del asunto de estudio, es el factor económico. Uno de los objetivos es brindar esta tecnología a la mayoría de los ciudadanos para que todos tengan este beneficio. El diseño tendrá en cuenta este punto.

La implementación de la red permitirá incrementar el nivel de seguridad en las viviendas siempre y cuando los ciudadanos tomen consciencia y colaboren en los procesos de los programas de seguridad vecinal; pues la tecnología es un gran aporte pero no olvidemos que forma parte de todo un proceso donde todos los elementos deben cumplir sus objetivos para el correcto funcionamiento de los procesos.

#### 2.4.2 Definiciones Operativas:

El desempeño del sistema dependerá en primer lugar del medio y tipo de transmisión a utilizar.

- **Velocidad Promedio de Transmisión:** Es la velocidad promedio que se va a transmitir desde el módulo localizado en los hogares hacia el receptor. Puede estar en el orden de los kilobits por segundo (kbps), o de los megabits por segundo (Mbps).
- **Potencia de la señal:** Dependiendo de la distancia y medio de transmisión de determinará la potencia con que se transmitirá los datos para que estos lleguen a su destino con total normalidad.
- **Atenuación e Interferencias:** El sistema debe tomar en cuenta las posibles atenuaciones e interferencias que se den en el trayecto de emisión de los datos, para que se asegure una comunicación eficiente. Debe tener mecanismos para reducir dichos conflictos.
- **Tiempo de Respuesta ante problemas:** Este indicador está relacionado con la capacidad y habilidad del personal de monitoreo de red. Se capacitará a personas para que monitoreen el funcionamiento de la red y puedan actuar con rapidez ante posibles fallas.
- **Costos a futuro del producto:** El diseño del sistema será pensando en el uso de componentes que cumplan con los objetivos y al mismo tiempo sean de costos pequeños. Además se evaluará si hay la necesidad de cobrar un servicio por mantenimiento.

## CAPÍTULO 3

### Diseño del Sistema de Comunicación que informa automáticamente de algún ingreso ilícito en un hogar

#### **3.1. Objetivos:**

##### **3.1.1. Objetivo general:**

Diseñar un sistema de comunicación dedicado que unirá tecnológicamente a los domicilios de un vecindario con el vigilante para que este se entere de forma automática de algún ingreso indebido en alguna vivienda. De este modo los ciudadanos contarán con una alternativa adicional para la reducción de los delitos en sus vecindarios.

##### **3.1.2. Objetivos específicos:**

- 1) Diseñar un sistema accesible a todos los vecinos (bajo costo).
- 2) Enlace entre los módulos de radiofrecuencia.
- 3) Detección automática de algún ingreso indebido.
- 4) Identificación del domicilio donde ocurrió el delito.

#### **3.2. Diseño del sistema de comunicación:**

##### **3.2.1. Descripción del sistema propuesto:**

El sistema de comunicación propuesto consta de 2 elementos: Módulo de transmisión y módulo de recepción.

##### ✓ **Módulo de Transmisión:**

El módulo de transmisión se ubicará en el interior de cada domicilio y será capaz de detectar los accesos indebidos. Para ello se hará uso de sensores (electromagnéticos, PIR, entre otros.), que se ubicarán estratégicamente en puertas, ventanas e interiores de la vivienda donde sea necesario. El estado de los

sensores será leído por una tarjeta de procesamiento, la cual evaluará la acción a tomar según la lógica programada. La tarjeta enviará los datos correspondientes hacia el transmisor RF según el protocolo diseñado.

El sistema podrá ser activado por los residentes de cada vivienda cuando así lo crean conveniente (si están durmiendo o no hay nadie en el domicilio). El manejo del módulo de transmisión será a través de un teclado matricial, el cual tiene dentro de sus funciones la activación del sistema.

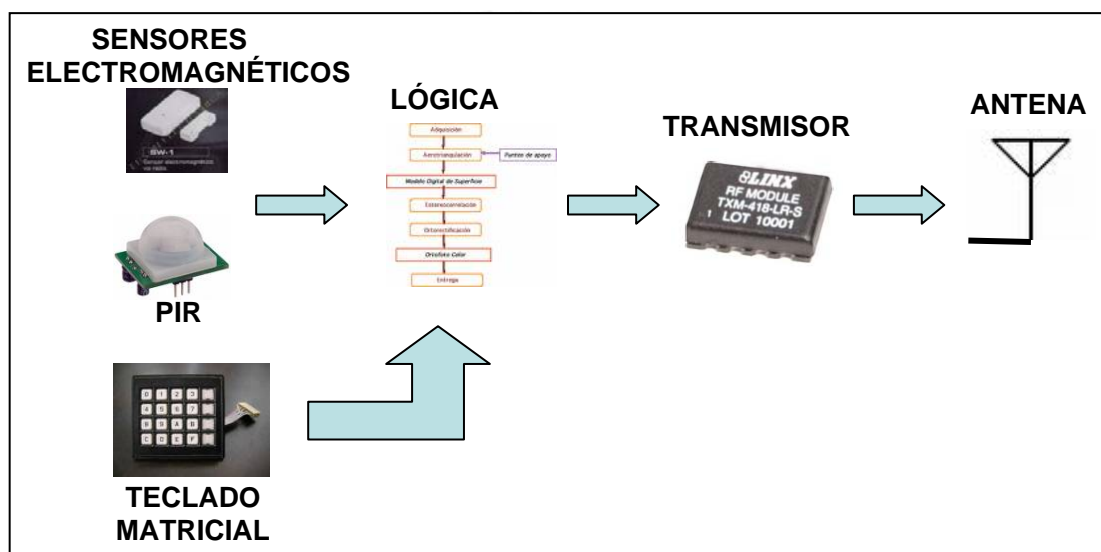


Figura 3.1 Diagrama de bloques del módulo de transmisión

✓ **Módulo de Recepción:**

El módulo de recepción se ubicará en el puesto de vigilancia del vecindario en donde el guardián monitoreará el estado de los domicilios. El sistema avisará al vigilante de forma automática si ocurriera algún allanamiento en el vecindario. Los datos enviados por el transmisor viajarán a través del ambiente y llegarán al puesto de vigilancia donde la antena del módulo receptor captará las ondas. El receptor de radiofrecuencia demodulará la señal entrante para ser decodificada por la tarjeta de procesamiento. Esta tarjeta procesará los datos recibidos y mostrará a través de

una interfaz esos datos. Esta interfaz estará integrada por visualizadores de 7 segmentos.

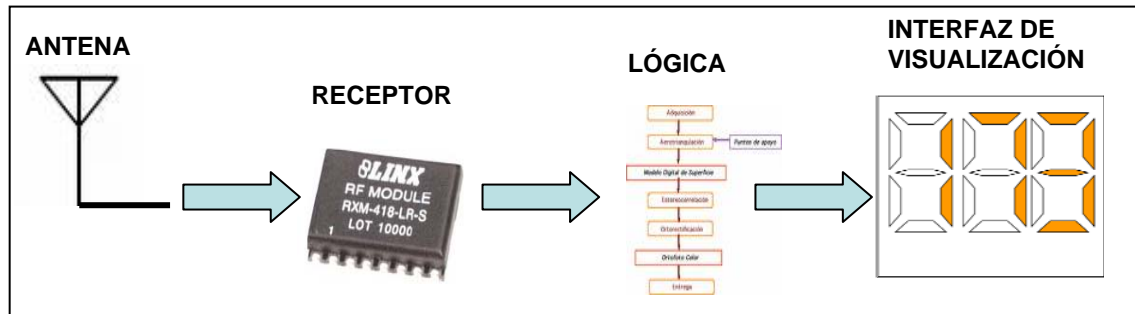


Figura 3.2 Diagrama de bloques del módulo receptor.

**3.2.2. Lógica del sistema:**

Para el diseño de la lógica tenemos que tomar en cuenta las características con que debe contar un buen sistema de comunicación. Estas características influirán en la programación de la tarjeta de procesamiento.

A continuación presentaremos un cuadro donde se resaltan las principales bondades que debe tener este sistema:

Características	Descripción
Velocidad de Transmisión	Recibe la Señal de Alarma dentro de un período de tiempo pequeño (en el orden de los segundos) después del Suceso.
Redundancia	Garantiza el éxito de envío del mensaje.
Minimiza los Gastos Mensuales Recurrentes	Reduce o reemplaza los Gastos de Comunicaciones Mensuales por Comunicaciones de las Alarmas
Instalación y Mantenimiento	Minimiza los Costos de Propiedad

Tabla 3.1 Características de un buen Sistema de Comunicación

Según estas características, tanto el módulo transmisor como el módulo receptor operarán del siguiente modo:

- **Módulo transmisor:**

EL módulo tendrá como entrada, aparte de los sensores, un teclado matricial de donde se operará el sistema. Este teclado cuenta con dígitos del 0 al 9 para formar con ellos una clave de 4 dígitos, además de teclas atrás (clear), continua (enter) y las teclas funcionales (F1, F2, F3, F4). En un estado inicial el módulo esperará solo las teclas F1, F2 ó F3 para realizar alguna función.

Si se presiona la tecla F1 se procederá a realizar el cambio de clave; para ello se solicitará la clave actual seguido de la nueva clave con su respectiva confirmación. Una vez validada la nueva clave se procederá a almacenarla internamente como clave actual.

Si se presiona la tecla F2, el sistema pasará al estado de alerta. Para ello se validará el ingreso de la clave comparándola con la clave actual. Si luego de haberse presionado la tecla F2, ya no se desea activar al sistema puede hacerse uso de la tecla F4 para volver al estado inicial (siempre y cuando no se haya validado la clave completa). Una vez activado el sistema, el módulo leerá permanentemente el estado de los sensores así como el teclado. Si un sensor se activa, se esperará por un lapso de 35 segundos para la desactivación del sistema (uno de los residentes puede estar ingresando). Si en el lapso de los 35 segundos no se desactiva el sistema se procederá a enviar los datos al receptor conteniendo la identificación del domicilio y el número de sensor (de este modo se indicará si el ingreso se realizó por puerta o ventana). Para salir del estado de alerta se deberá ingresar la clave actual.

Por último la tecla F3 servirá para realizar ensayos durante la instalación del sistema. En esta etapa se evaluará el correcto funcionamiento de los sensores, así como el envío de datos predeterminados para verificar la correcta recepción en el puesto de vigilancia. En esta opción también se pedirá una clave, la cual va a ser predeterminada (la clave será: 9999) y por ende los usuarios no la tendrán dentro de sus opciones.

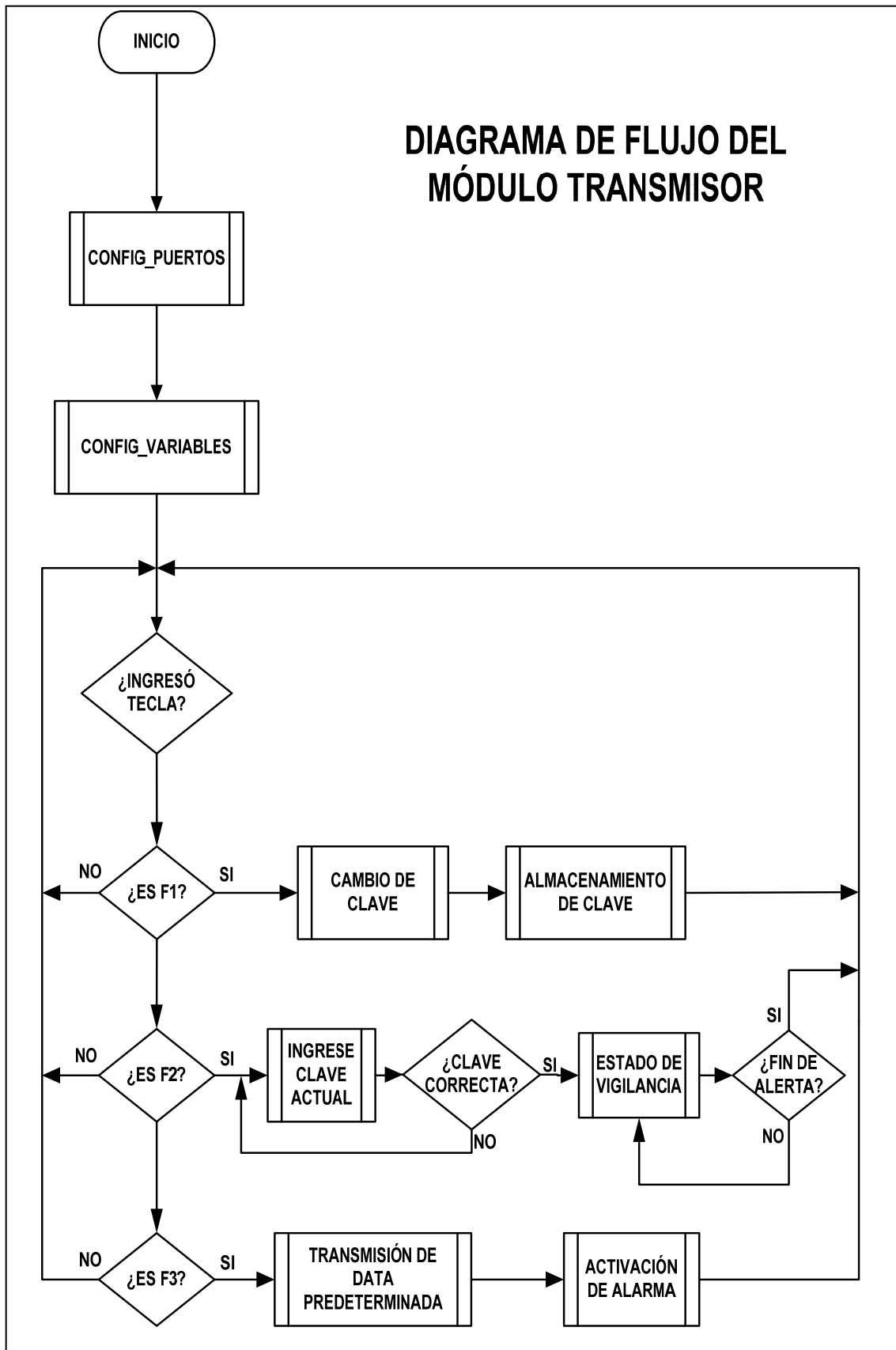


Figura 3.1 Diagrama de flujo del módulo transmisor



1	2	3	F1	<b>F1: CAMBIO DE CLAVE</b>
4	5	6	F2	<b>F2: ACTIVACIÓN DEL SISTEMA</b>
7	8	9	F3	<b>F3: TEST DE PRUEBA</b>
CLR	0	ENT	F4	<b>F4: RESET</b>

Figura 3.2 Esquema del teclado

- **Módulo receptor:**

El módulo de recepción esperará la llegada de datos. Estos datos procederán a decodificarse según la lógica programada en un microcontrolador, el cual es el elemento principal dentro de la tarjeta de procesamiento. Una vez decodificados, estos se mostrarán en los visualizadores de 7 segmentos. Esta interfaz mostrará 3 dígitos, siendo los 2 primeros la identificación del domicilio y el último dígito representará al sensor que detectó el acceso indebido en la vivienda.

La figura 3.4 muestra un ejemplo de la interfaz que hará uso el vigilante para decodificar los datos. En este ejemplo se muestra en los visualizadores el número 173, donde los 2 primeros dígitos significan que ha habido un ingreso indebido en la vivienda 17 y el sensor detector fue el número 3. El vigilante hará uso de una lista donde se encontrará los identificadores de cada vivienda con sus respectivos sensores.

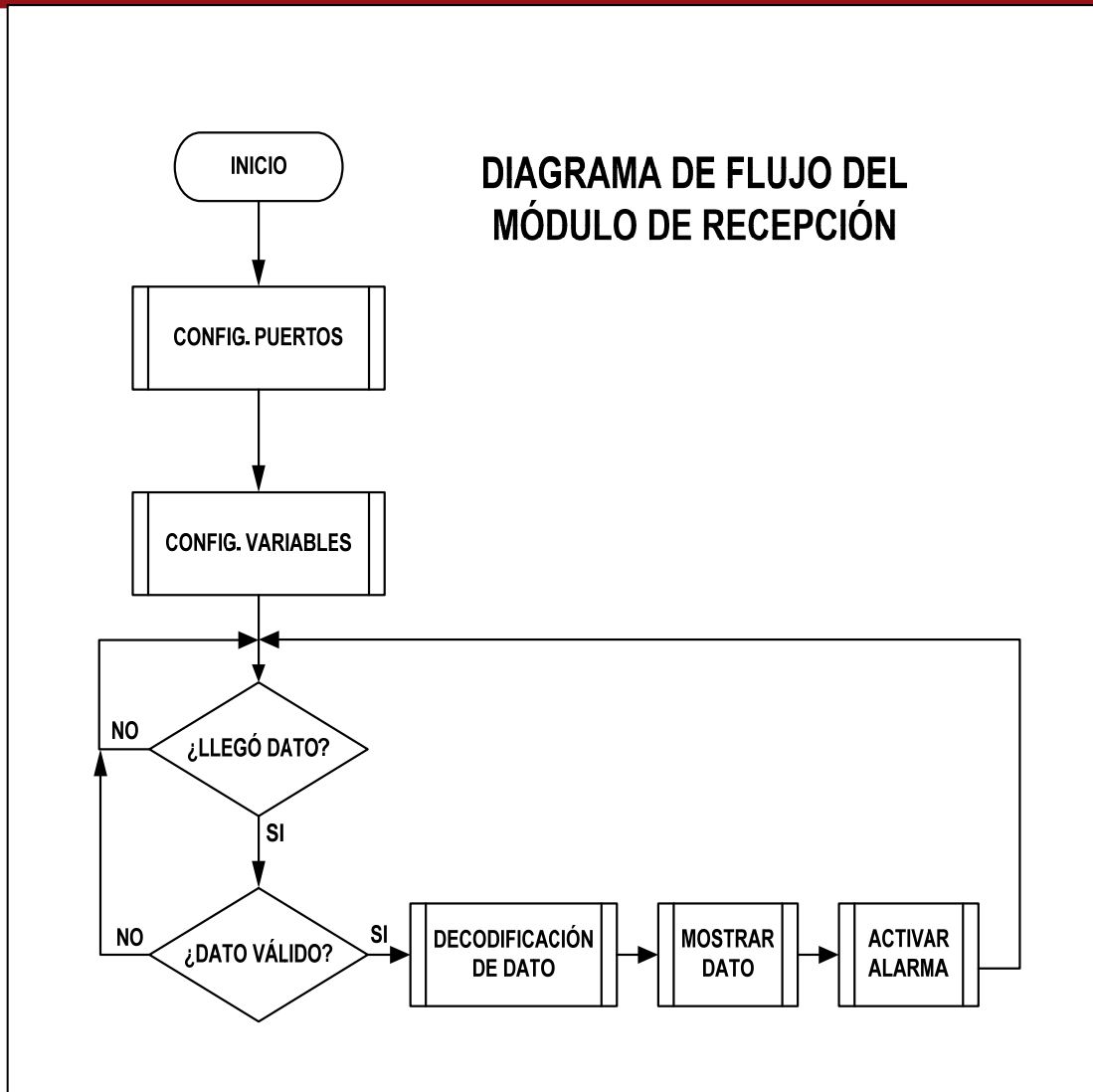


Figura 3.3 Diagrama de flujo del módulo receptor

- ID DE DOMICILIO: 17  
DATOS:  
FAMILIA PERALTA  
MZ. A LOTE 1
  
- Nº DE SENSOR: 3  
DATO:  
PUERTA TRASERA

Figura 3.4 Ejemplo de la Interfaz

### 3.2.3. Selección de componentes:

A continuación se determinarán los principales elementos de cada etapa para los 2 módulos:

- **Módulo de transmisión:**

Para la detección de ingresos utilizaremos como sensores a contactos magnéticos los cuales se encuentran disponibles en el mercado local y además son de bajo costo. Para el manejo del módulo se utilizará un teclado matricial de 4x4 (también disponible en el mercado local).

Para la etapa de procesamiento de datos, el principal elemento a designar es el microcontrolador. Este será el ATMEGA8 de la familia AVR del fabricante ATMEL. La elección de este microcontrolador se debió a que posee las características necesarias para lograr el objetivo final. Dichas características son: 4 K de Memoria Flash, 512 bytes de memoria EEPROM incorporada, 1 Kbyte de memoria RAM, 23 pines de entrada y/o salida.

El transmisor RF a utilizar es el TXM418-LR de LINX TECHNOLOGIES, el cual emplea modulación ASK con una portadora de 418 MHz. y ancho de banda de 10 MHz. Estas características permiten que la distancia de transmisión sea de gran alcance, la suficiente para la conexión entre los domicilios y el vigilante.

La antena que se propone es la ANT-418-CW-HWR-RPS del fabricante LINX TECHNOLOGIES con una ganancia de 0 dBi, ideal para el alcance necesario que se requiere.

- **Módulo de recepción:**

Los componentes que se propone para el receptor son similares. El módulo de recepción contará con los siguientes componentes:

- ✓ Antena: ANT-418-CW-HWR-RPS
- ✓ Receptor: RXM418-LR
- ✓ Microcontrolador: ATMEGA8
- ✓ Interfaz: VISUALIZADORES DE 7 SEGMENTOS (ÁNODO COMÚN)

### 3.2.4. **Diseño del Protocolo:**

- ✓ **EL BIT:**

El protocolo juega un papel importante en un sistema de comunicación dado que depende de él la correcta comprensión de los datos. Como en toda comunicación digital la unidad menos significativa es el BIT, el cual puede tomar 2 valores: '0' y '1' lógico. El período para representar cada BIT es de 50 ms. y la forma de diferenciar entre ambos valores es asignando diferentes tiempos en alta y baja.

Las figuras 3.5 y 3.6 representan la forma de onda del bit en el transmisor y receptor respectivamente. Dichas formas de onda son diferentes debido a que los niveles de voltaje en las entradas y salidas entre la etapa de procesamiento y los módulos RF son distintos.

Transmisor:

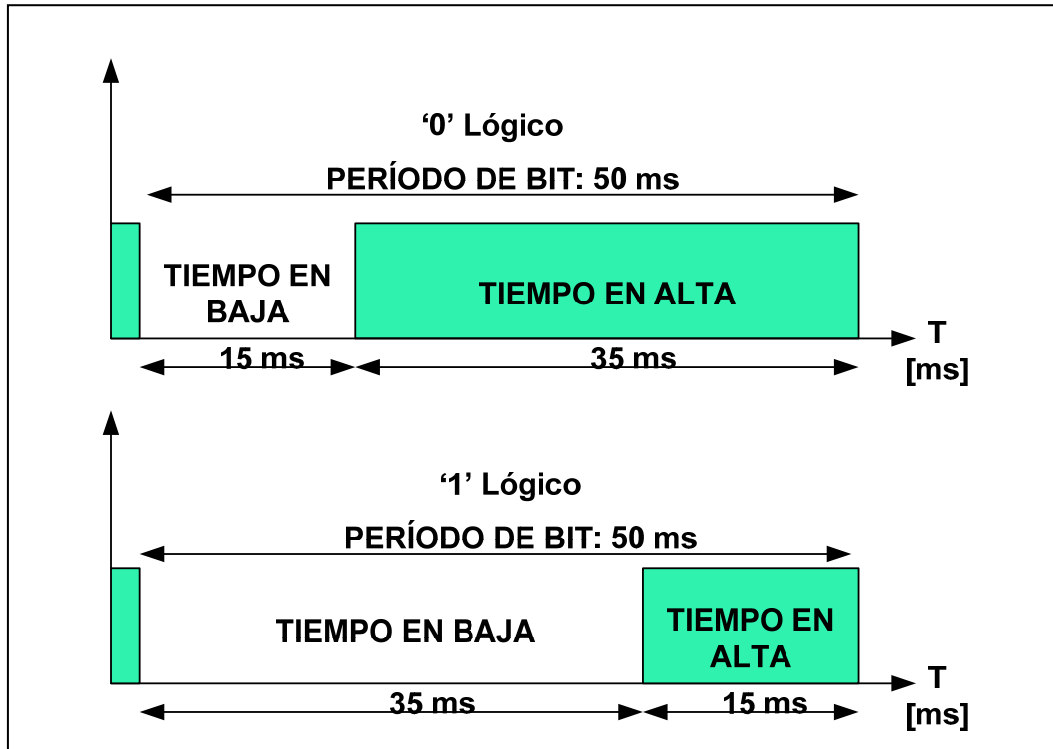


Figura 3.5 Representación del bit en la transmisión

Receptor:

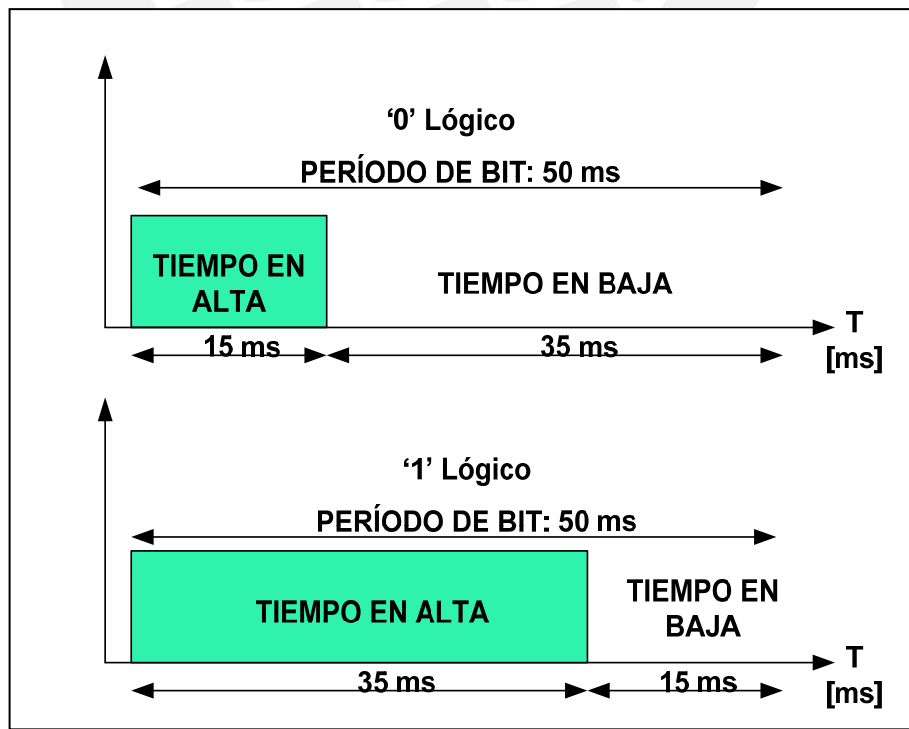


Figura 3.6 Representación del bit en la recepción

Como se observa las formas de onda son negadas. Esto es debido al acople de la señal del microcontrolador con el transmisor y receptor RF. Se debe realizar este acople ya que los niveles de voltaje aceptados por los componentes son diferentes. Mientras el microcontrolador trabaja con valores TTL, los módulos RF lo hacen con voltajes de: 0v - 3.6v.

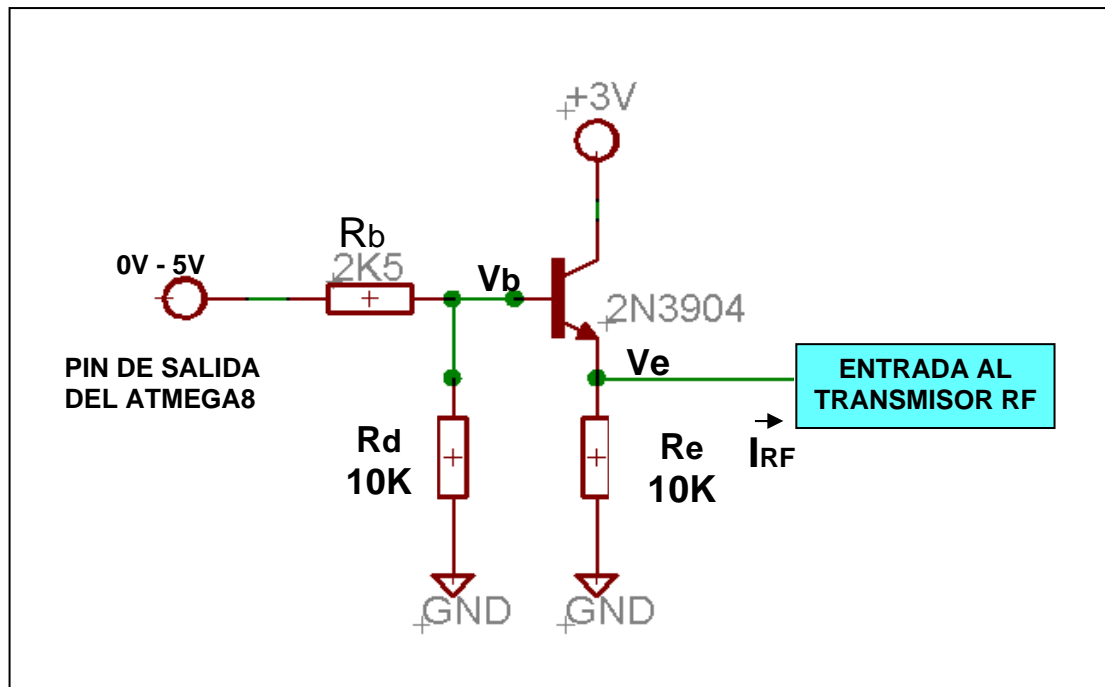
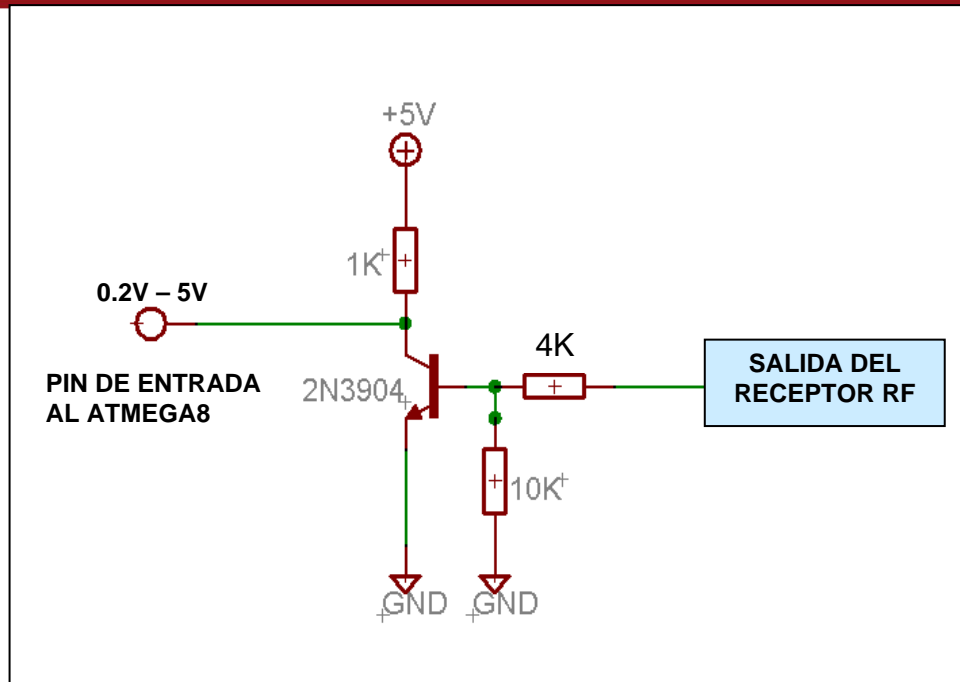


Figura 3.7 Acoplamiento de voltaje en el transmisor

La figura 3.7 muestra cómo es el acople utilizado en el transmisor. El pin de salida del Atmega8 saturará y cortará al transistor npn. La corriente del colector será:  $I_c = V_E / R_E + I_{RF}$ . Siendo  $I_{RF}$  la corriente de entrada al transmisor RF. Según la hoja técnica del TXM418-LR adjunta, como anexo,  $I_{RF}$  es igual a 1.8mA en baja y 5.1mA en alta. La corriente de base será aproximadamente igual a la corriente que pase por  $R_b$ . Para asegurar saturación escogemos una resistencia de  $2.5 K\Omega$ .



**Figura 3.8 Acoplamiento de voltaje en el receptor**

En la recepción también se utiliza un transistor para que la señal se acople. En este caso se requiere pasar de los niveles 0-3v a nivel TTL para el microcontrolador. En este caso como el pin del Atmega8 consume  $1 \mu A$  cuando está configurado como entrada, el microcontrolador leerá como '1' lógico si el transistor está en corte y '0' lógico si está saturado.

✓ **La Trama:**

Los datos que se enviarán, una vez detectada la activación de un sensor, son transmitidos en 2 tramas de 8 bits cada uno con una separación entre ellas de 100 ms. La primera trama será una etiqueta que identifique a cada receptor (para los diferentes vecindarios). Esta etiqueta permitirá sincronizar los datos enviados con los datos recibidos, pues el microcontrolador no es capaz de hacerlo por si solo. Solo si los 8 bits recibidos coinciden con la etiqueta, el receptor procederá a esperar la segunda trama.

En la segunda trama los primeros 6 bits identificarán el domicilio donde ha ocurrido el hecho. Con estos 6 bits se podrá identificar a 64 viviendas, número suficiente para la representación de un vecindario. Los 2 bits restantes señalarán el sensor activado de la vivienda que representaban los primeros 6 bits. Con estos 2 bits se podrán identificar como un máximo de 4 sensores. Por último esta trama será enviada cada cierto tiempo (redundancia) para asegurar que el dato llegue al puesto de vigilancia. Para la determinación de este período de tiempo, se hará uso del dígito de las unidades en la representación del identificador del domicilio; es decir si se detecta un robo en la vivienda cuyo identificador es 32, la trama se enviará cada 2 segundos. Con esto se reducirá los riesgos de mala recepción por posibles colisiones o interferencias.



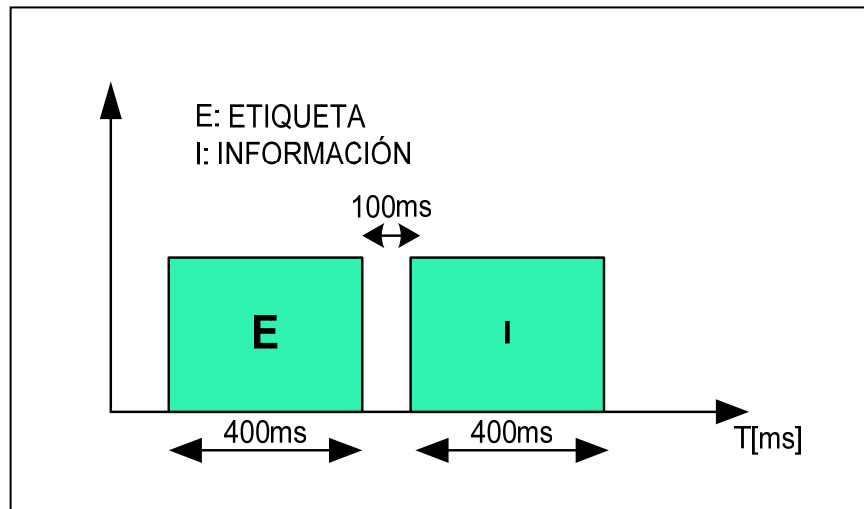


Figura 3.9 Representación de la trama

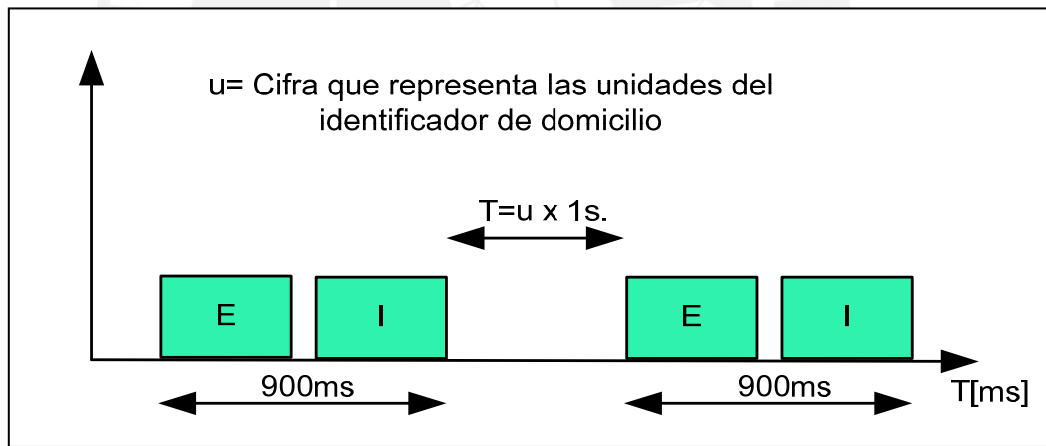


Figura 3.10 Redundancia

## CAPÍTULO 4

### Análisis y resultados del Prototipo.

#### 4.1. Resultados:

Para este asunto de estudio se creyó conveniente la implementación de un prototipo para experimentar el funcionamiento del sistema y verificar el cumplimiento de los objetivos propuestos. Para la implementación del prototipo se utilizó una antena ANT 418-SP debido a que la antena propuesta no estaba disponible en el mercado local. La antena ANT 418-SP (también del LINX TECHNOLOGIES) tiene como ganancia -9.7 dBi; lo cual significa que en vez de ganancias tiene pérdidas. Este hecho originará que la distancia se reduzca grandemente al momento de la transmisión.

Al momento de probar el sistema, este simuló correctamente el funcionamiento de las etapas con excepción de la distancia, pues como ya se mencionó la antena provoca pérdidas en la potencia de transmisión. La máxima distancia en donde la transmisión operaba correctamente es de 12 metros aproximadamente.

Las figuras 4.1 y 4.2 muestran los diagramas esquemáticos de los módulos transmisor y receptor respectivamente. En la figura 4.1 se observan los elementos mencionados en las páginas anteriores: Conectores para los sensores (SE1 - SE4), teclado, microcontrolador, transmisor RF (TXM) y la antena. También se observan 2 reguladores, uno de ellos es para la alimentación del microcontrolador y el otro es un regulador variable, con código LM-317, para las señales del transmisor RF. En la figura 4.2 también se puede apreciar la interfaz, el receptor RF y al microcontrolador.

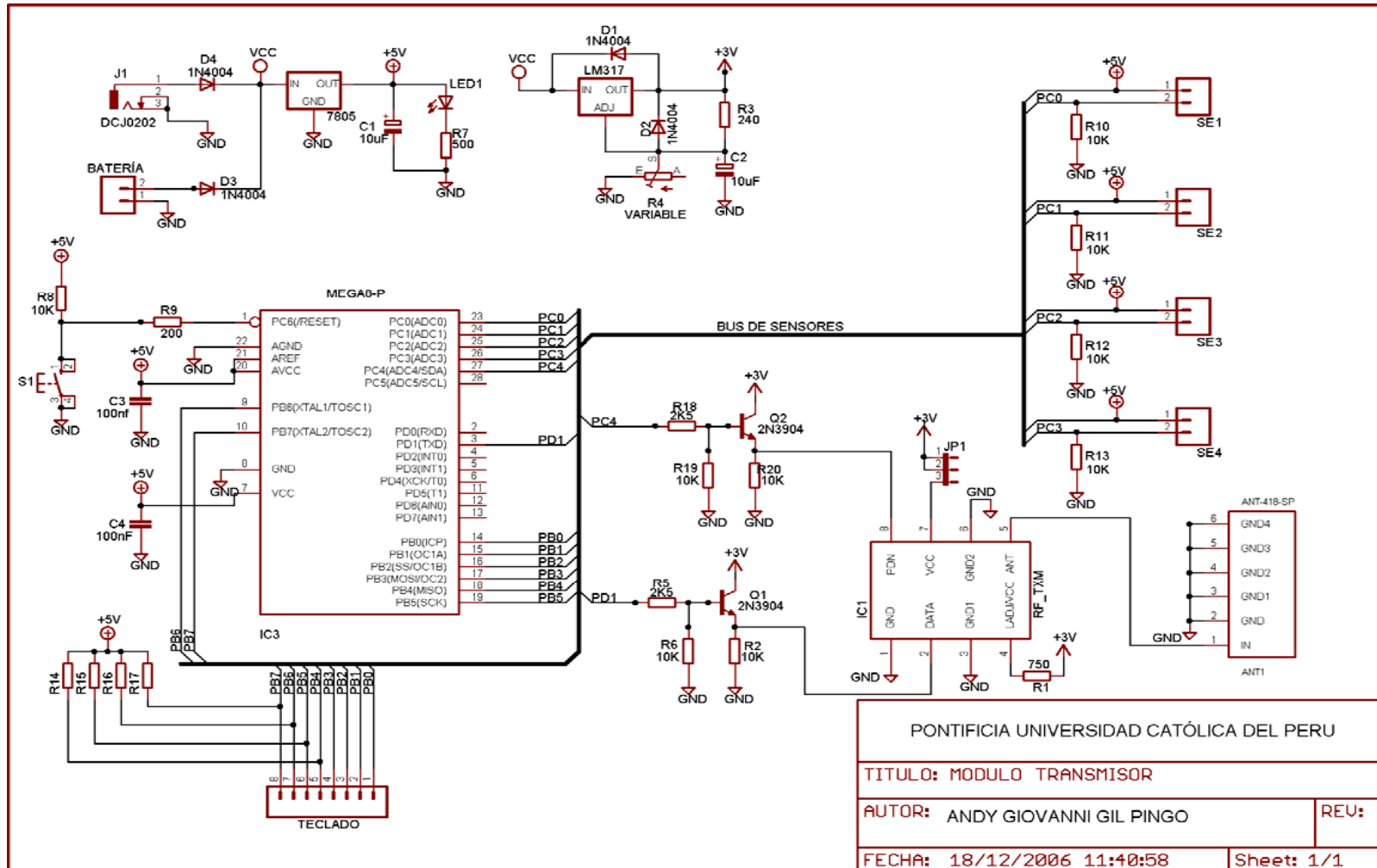
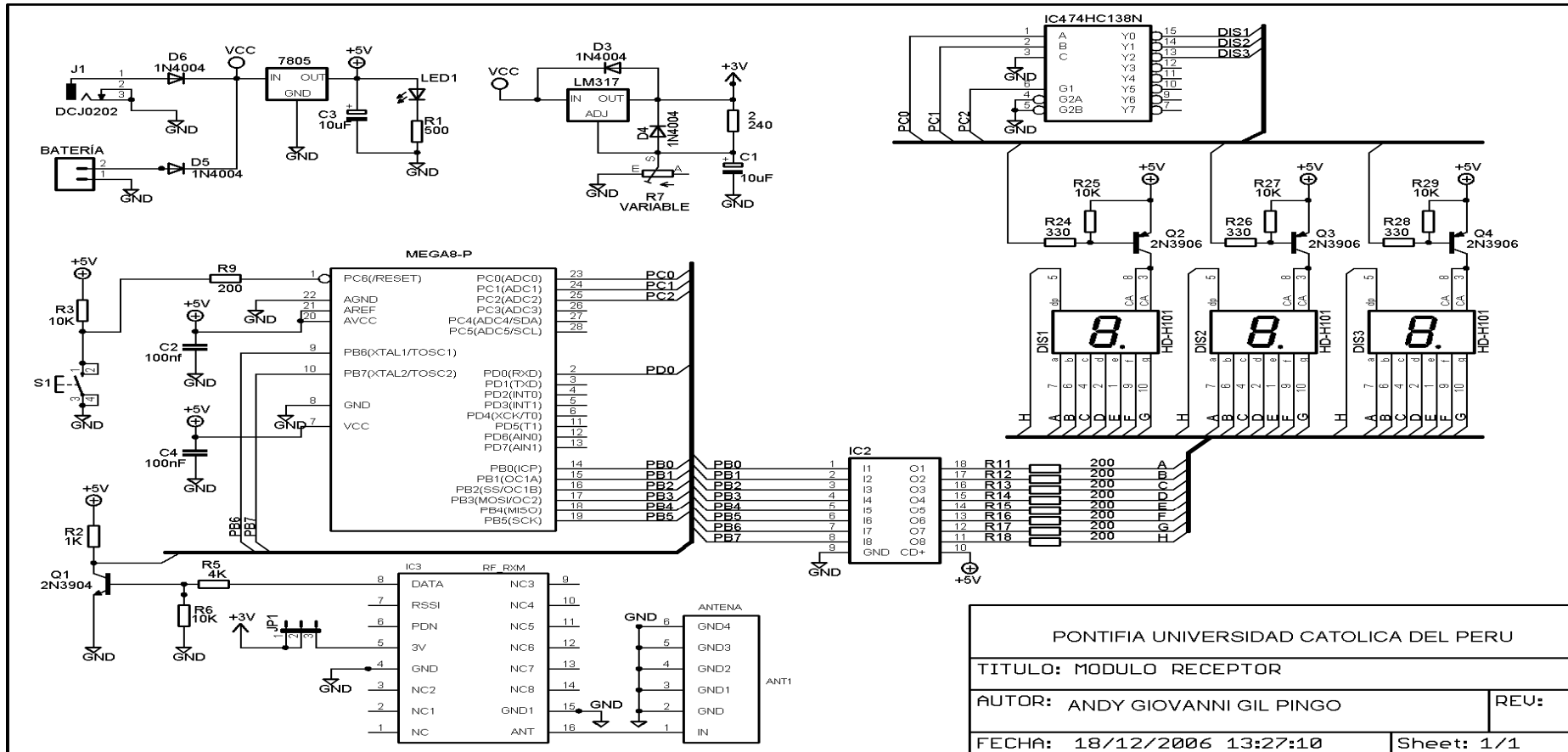


Figura 4.1 Diagrama esquemático completo del módulo transmisor



PONTIFIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU	
TITULO: MODULO RECEPTOR	
AUTOR: ANDY GIOVANNI GIL PINGO	REV:
FECHA: 18/12/2006 13:27:10	Sheet: 1/1

Figura 4.2 Diagrama esquemático completo del módulo receptor

#### 4.2. Costos:

Uno de los objetivos de este asunto de estudio es poder hacer que el sistema sea de bajo costo a comparación con los demás servicios particulares que se brindan (los cuales tienen un costo mensual) y de esta forma la mayoría de los ciudadanos puedan acceder a él. El presupuesto que se presentará a continuación para ambos módulos es estimado y no considera gastos de envío, ni la fabricación de la estructura en donde irá instalado.

MÓDULO TRANSMISOR				
ITEM	CANTIDAD	PRODUCTO	PRECIO UNITARIO	COSTO
1	01	TECLADO MATRICIAL 4X4	S/. 25,00	S/. 25,00
2	04	CONTACTOS ELECTROMAGNÉTICOS	S/. 4,00	S/. 16,00
3	01	MICROCONTROLADOR ATMEGA8	S/. 18,00	S/. 18,00
4		COMPONENTES: RESISTENCIAS, CONDENSADORES, REGULADORES, LEDS, CONECTORES, ETC.		S/. 25,00
5	01	TXM418-LR		S/. 30,00
6	01	ANT418-SP		S/. 6,50
7		COSTO ESTIMADO DE ELABORACIÓN DE TARJETA		S/. 30,00
<b>TOTAL</b>				<b>S/. 150,50</b>

Tabla 4.1

MÓDULO RECEPTOR				
ITEM	CANTIDAD	PRODUCTO	PRECIO UNITARIO	COSTO
1	01	VISUALIZADORES DE 7 SEGMENTOS	S/. 2,00	S/. 8,00
2	01	MICROCONTROLADOR ATMEGA8	S/. 18,00	S/. 18,00
3		COMPONENTES: (RESISTENCIAS, CONDENSADORES, REGULADORES, LEDS, CONECTORES, ETC.)		S/. 25,00
4	01	TXM418-LR		S/. 30,00
5	01	ANT418-SP		S/. 6,50
6		COSTO ESTIMADO DE ELABORACIÓN DE TARJETA		S/. 40,00
<b>TOTAL</b>				<b>S/. 117,50</b>

Tabla 4.2

Teniendo en cuenta los montos establecidos en las tablas 4.1 y 4.2, y asumiendo que un vecindario promedio tiene 15 domicilios, el monto por el equipamiento (15 módulos Transmisores y un Receptor) de todo el vecindario será de:  $15 \times 150.5 = 2257.5 + 117.5 = 2375$  nuevos soles.

A este monto se le debe incluir los gastos por instalación, estructura y acabado final de los módulos transmisores y receptores. Considerando estos gastos adicionales se estima que el monto se elevará en un 50%, teniendo así la suma de:  $S/.2375 \times 1.5 = S/.3562.5$

Finalmente a este valor se le adiciona el costo para el autor (**Costo de Ingeniería**) de este asunto de estudio por su diseño. Dicho monto es de S/.60 por módulo (sea Receptor o Transmisor).

	Cantidad	Costo por Módulo	Total
Módulos Receptores	1	117.5	117.5
Módulos Transmisores	15	150.5	2257.5
Gastos de Acabado Final e Instalación (50% del costo del Total de Módulos)			1187.5
Costo de Ingeniería	16	60	960
			<b>4522.5</b>

Por consiguiente el precio final por domicilio sería de:

$$P_f = 4522.5 \text{ (Costo Total)} / 15 \text{ (Cantidad de domicilios)} = S/.301.5$$

Como se observa el precio final no es alto (en comparación con la mayor tranquilidad y seguridad que pueda brindar este sistema y los costos mensuales de empresas existentes en el mercado). Además dicho monto puede ser pagado con un pago único o se podría negociar (en coordinación con alguna municipalidad) en cuotas mensuales, como por ejemplo pagando aproximadamente S/.50 mensuales (medio año).

## CONCLUSIONES

- Con este sistema se estructurará de una mejor manera las fases en la comunicación dentro de los procesos de seguridad vecinal y también mejorará la eficiencia dentro de los mismos procesos.
- Al implementar el prototipo se logró establecer la comunicación entre los módulos de radiofrecuencia, simulando así la detección y comunicación de un posible allanamiento en alguna vivienda
- El protocolo de este sistema de comunicación es un protocolo diseñado específicamente para el mismo. Cuenta con una cualidad de redundancia para evitar posibles interferencias.
- La distancia alcanzada en la comunicación no es la óptima para el funcionamiento del sistema. Esto debido a que la antena utilizada tiene pérdida en vez de ganancia.
- En el diseño del sistema se procuró que sea lo más sencillo posible, pero a la vez que cuente con lo necesario para cumplir con los objetivos propuestos. Esto debido a que uno de los objetivos es que el costo del sistema sea lo más bajo posible para que la mayoría de los ciudadanos pueda acceder a él.

## RECOMENDACIONES

- La comunicación en el sistema diseñado es unidireccional (los transmisores no pueden recibir datos, ni el receptor puede transmitir). Para un futuro sería oportuno diseñar el sistema para que la comunicación sea en ambos sentidos, para ello se deben utilizar transceivers, los cuales son módulos que poseen un transmisor y receptor en su interior.
- Es conveniente mejorar el protocolo, para que en un futuro este sistema de comunicación pueda extenderse y llegar a ser una red más grande; es decir que cada vecindario pueda ser reconocido dentro de una red global la cual pueda ser administrada por algún ente de seguridad. Así mismo el protocolo debería seguir siendo un protocolo diseñado exclusivamente para este sistema de comunicación, pues así la posibilidad de intersección de los datos por delincuentes se dificulta.
- Se debe realizar pruebas con más de un módulo transmisor y de esta forma simular el correcto funcionamiento del sistema. Estas pruebas serán de gran ayuda en un futuro para poder perfeccionar el protocolo.
- Este sistema de comunicación podría ser utilizado no sólo para avisar ingresos ilícitos, pues utilizando otro tipo de sensores puede comunicar algún tipo de hecho específico que pueda ser útil para una determinada aplicación.



## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Entrevista con el Coronel Wilson Aguilar del Águila, miembro del grupo de Participación vecinal del distrito de Pueblo libre.
- [2] Comisaría de Pueblo Libre.
- [3] HALSALL, FRED  
1998 "Comunicación de datos, redes de computadores y sistemas abiertos". 4ª ed. México D.F.: Pearson Education S.A.
- [4] SIERRA PÉREZ, MANUEL et al.  
2003 "Electrónica de comunicaciones". Madrid: Pearson Education S.A.
- [5] LEÓN GARCÍA, ALBERTO Y WIDJAJA, INDRA.  
2002 "Redes de comunicación, conceptos fundamentales y arquitecturas básicas". Madrid: McGRAW-HILL.
- [6] DONALD G DUNN, NICHOLAS P SANDS.  
2005 Standards importantes de sistemas de alarmas.  
PROQUEST [En línea] [Consultado el 2006/04/21]
- [7] CUPERMAN, JOSÉ.  
2003 "Alarmas de radio de largo alcance. El siguiente paso" [en línea] [Consultado el 2006/04/21].  
< [http://www.syscom.com.mx/PDF/Productos/El\\_Siguiente\\_Paso.pdf](http://www.syscom.com.mx/PDF/Productos/El_Siguiente_Paso.pdf) >
- [8] AES-INTELLINET  
2005 "Requerimientos para la comunicación de alarmas" [en línea] [Consultado el 2006/04/22].  
< <http://www.aes-intellinet.com/espanol/alarmcomm.html> >
- [9] AES-INTELLINET  
2005 "Sobrevista de la Tecnología" [en línea] [Consultado el 2006/04/22].  
< <http://www.aes-intellinet.com/espanol/technologyoverview.html> >
- [10] UIT-CCIR  
Libros del comité consultivo internacional de radiocomunicaciones.
- [11] AHCIET  
Sistemas de comunicación digital.

- [12] ESMAILZADEH, RIAZ Y NAKAGAWA, MASAO.  
2003 "TDD-CDMA for wireless communications". Boston: Artech House.
- [13] STALLINGS, WILLIAN  
2005 "Wireless Communication & Networks". 2ª ed New Jersey: Pearson Education S.A.
- [14] DOBKIN, DANIEL  
2005 "RF engineering for wireless networks: hardware, antennas and propagation". Elsevier.
- [15] Egan, William F.  
2003 "Practical RF system design". New York: IEEE

