

Ing.

HENRY DÍAZ

Septiembre 2005

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE INGENIERÍA

DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALARMA BARRIAL

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

HENRY JAVIER DÍAZ BARRERA

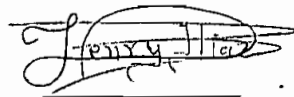
DIRECTOR: ING. VELARDE JAIME

Quito, Septiembre 2005

DECLARACIÓN

Yo Henry Javier Díaz Barrera, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

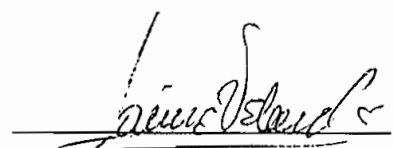
La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Henry Díaz", written over a horizontal line.

Henry Díaz

CERTIFICACIÓN:

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Henry Javier Díaz Barrera bajo mi supervisión.



Ing. Velarde Jaime
Director del proyecto

DEDICATORIA

Dedico la presente tesis a mis padres,
y los agradezco por todo el esfuerzo realizado
para darme la educación
y agradezco a Dios por permitirlo.

AGRADECIMIENTO A

Ing. Jaime Velarde
por la valiosa dirección
prestada al presente proyecto.

CONTENIDO.

INTRODUCCIÓN.....	9
CAPITULO 1.	11
JUSTIFICACIÓN Y VISIÓN GLOBAL DEL PROYECTO.....	11
1.1. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO.....	12
1.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ROBOS.	15
1.2.1. <i>CARACTERÍSTICAS DE LOS DATOS.</i>	15
1.2.1.1. Localización.....	15
1.2.1.2. Dispersión.....	15
1.2.1.3. Simetría y Asimetría.....	15
1.2.2. <i>DIAGRAMAS.</i>	15
1.2.2.1. Diagrama de Puntos.....	15
1.2.2.2. Diagrama de Tallo y Hojas.	16
1.2.2.3. Gráfico de Pastel y Gráfico de Barras.....	16
1.2.2.4. Distribución de Frecuencias e Histograma.....	16
1.2.3. <i>MEDIDAS DE LOCALIZACIÓN.</i>	17
1.2.3.1. La Media Muestral o Promedio.....	17
1.2.3.2. La Mediana.....	18
1.2.3.3. La Moda.....	18
1.2.3.4. La Media Simétricamente Segada al 10%.....	18
1.2.4. <i>MEDIDAS DE DISPERSIÓN.</i>	19
1.2.4.1. La Desviación Estándar.....	19
1.2.4.2. La Varianza Muestral.....	19
1.2.4.3. El Rango y el Rango Intercuartil.....	20
1.2.4.4. Desviación Absoluta de la Mediana.....	20
1.2.4.5. Percentiles y Quintiles.....	21
1.2.5. <i>ESTADÍSTICAS DE ROBOS EN EL ECUADOR.</i>	21
1.2.5.1. Pichincha.....	22
1.2.5.2. Guayas.....	23
1.2.5.3. Manabí.....	24
1.2.5.4. Azuay.....	25
1.2.5.5. Esmeraldas.....	26
1.2.5.6. Imbabura.....	27
1.2.5.7. Loja.....	28
1.2.5.8. Los Ríos.....	29
1.2.5.9. Chimborazo.....	30
1.2.5.10. Tungurahua.....	31
1.2.5.11. El Oro.....	32
1.2.5.12. Cotopaxi.....	33
1.2.5.13. Sucumbíos.....	34
1.2.5.14. Pastaza.....	35
1.2.5.15. Napo.....	36
1.2.5.16. Carchi.....	37
1.2.5.17. Orellana.....	38
1.2.5.18. Bolívar.....	39
1.2.5.19. Morona Santiago.....	40
1.2.5.20. Cañar.....	40
1.2.5.21. Zamora Chinchipe.....	41
1.2.5.22. Galápagos.....	41
1.2.6. <i>DATOS TOTALES A NIVEL NACIONAL.</i>	42
1.2.7. <i>RESUMEN DE PORCENTAJES DE ROBOS A NIVEL NACIONAL.</i>	44
1.2.8. <i>CÁLCULO DE MEDIDAS ESTADÍSTICAS O ESTADÍSTICOS.</i>	44

CAPITULO 2.	49
BASES PARA EL DISEÑO.	49
2.1. DIAGRAMA DE BLOQUES.	50
2.2. SENSORES.	50
2.2.1. <i>SENSORES DE MOVIMIENTO.</i>	50
2.2.1.1 Sensor de movimiento por luz infrarroja.....	51
2.2.1.2. Sensor de movimiento por campo magnético.....	53
2.2.1.3. Sensor de movimiento por Ultrasonido.....	54
2.2.2 <i>SENSORES DE APERTURA DE PUERTAS Y VENTANAS.</i>	54
2.2.3 <i>SENSORES DE ROTURA DE VIDRIOS.</i>	55
2.3. INTERFAZ DE USUARIO.	57
2.3.1 <i>DISPLAY LCD</i>	57
2.3.2. <i>EL TECLADO.</i>	59
2.3.2.1 Lectura del teclado por software.	59
2.3.2.2. Lectura del teclado por hardware.	59
2.3.2.3 Eliminación de Rebotes.	59
2.4. INDICACIÓN DE ALARMA.....	60
2.5. SISTEMA MICROPROCESADO.	60
2.6. CIRCUITO DE RADIO FRECUENCIA.	62
2.6.1. <i>INTEGRADO TRANSMISOR.</i>	62
2.6.2. <i>CONSIDERACIONES PARA LA ANTENA.</i>	64
2.6.3. <i>INTEGRADO RECEPTOR.</i>	64
2.6.4. <i>INTEGRADO TRANSCEPTOR.</i>	66
2.7 INTERFAZ INALÁMBRICA.	67
2.8 PROGRAMA PARA COMPUTADOR.	67
2.9 FUENTE.	67
CAPITULO 3.	68
DISEÑO DEL MÓDULO PERIFÉRICO.	68
3.1. CONEXIÓN DEL MICROCONTROLADOR.	69
3.1.1 <i>CIRCUITO DE RESET</i>	69
3.1.1.1 Calculo de R de Pull Down.....	70
3.1.1.2 Eliminación de rebotes en el circuito de reset.	70
3.1.2 <i>OSCILADOR.</i>	73
3.2. CONEXIÓN DEL DISPLAY (LCD).....	73
3.3. CONEXIÓN DEL TECLADO.....	75
3.4. CONEXIÓN DE SENSORES.....	76
3.5. INDICADORES DE ALARMA.	78
3.6. CIRCUITO INDICADOR DEL ESTADO DE LA BATERÍA.....	82
3.7. FUENTE.....	88
3.8. DIAGRAMA DE FLUJO.	98
3.9. PRUEBA DEL MÓDULO PERIFÉRICO.	102
CAPITULO 4.	103
DISEÑO DEL MÓDULO CENTRAL.	103
4.1. CIRCUITOS DE RADIO FRECUENCIA.	104
4.2. RADIO ENLACE.	119
4.3. FORMA DE COMUNICACIÓN.	122
4.4. TIEMPOS DE ESPERA EN LOS PROGRAMAS.	123
4.5. DIAGRAMAS DE FLUJO DEL PROGRAMA DE COMPUTADOR.....	125
4.6. PRUEBA DEL MÓDULO CENTRAL.	129

CAPÍTULO 5	130	
ESTUDIO DE COSTOS DEL SISTEMA	130	
5.1. CONSIDERACIONES.....	131	
5.2. COSTO DE LOS DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS.....	132	
5.3. MÓDULO PERIFÉRICO COMO ALARMA CONVENCIONAL.....	137	
5.4. COSTO DE FABRICACIÓN DEL MÓDULO PERIFÉRICO.....	139	
5.5. COSTO DEL MÓDULO CENTRAL.....	140	
5.6. COSTO DE INSTALACIÓN.....	141	
5.7. COTIZACIONES DE SERVICIO DE GUARDIANÍA PRIVADA.....	141	
5.8. INVERSIÓN.....	142	
5.9. VENTA DE LOS MÓDULOS A LOS USUARIOS.....	143	
5.9.1. <i>VENTA DEL MÓDULO PERIFÉRICO</i>	143	
5.9.2. <i>VENTA DEL MÓDULO CENTRAL</i>	143	
5.10. COSTOS TOTALES PARA CADA USUARIO.....	144	
5.11. FLUJO DE FONDOS.....	144	
5.12. VAN Y TIR.....	144	
5.13. TABLAS DE AMORTIZACIÓN.....	145	
5.14. FINANCIAMIENTO A TRAVÉS DE UN PRÉSTAMO.....	146	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	149	
CONCLUSIONES.....	150	
RECOMENDACIONES.....	154	
BIBLIOGRAFÍA	158	
ANEXOS	167	
Anexo A.....	Transmisor LINX TXM-xxx-LC	A1-A8
Anexo B.....	Receptor LINX RXM-xxx-LC-S	B1-B8
Anexo C.....	Transceptor LINX TR-xxx-SC-P	C1-C20
Anexo D.....	Manual de Display LCD	D1-D7
Anexo E.....	Manual de Usuario	E1-E33

INTRODUCCIÓN.

INTRODUCCIÓN.

Los índices de delincuencia, han aumentado en los últimos tiempos, debido a diferentes factores que ocurren dentro o fuera de nuestro país, los robos a hogares y locales comerciales cada vez son más frecuentes y pueden ocurrir a cualquier hora del día.

Los delincuentes acechan a sus víctimas y se organizan para cometer robos y asaltos, si la gente se organiza, es menos propensa a ser tomada por sorpresa por los malhechores, entonces nacen las alarmas comunitarias como una organización de los moradores para frenar a la delincuencia.

Pero, es común, que en lugares donde se haya instalado una alarma comunitaria, no se tenga el respaldo de la policía nacional o de guardias privados para enfrentar a cualquier delincuente, en su caso, los mismos moradores son quienes enfrentan una alarma, algunos acudirán rápidamente pero otros solo saldrán por curiosidad a ver que es lo que pasa, entonces ¿cómo la gente común puede enfrentarse a delincuentes que pueden estar muy bien armados? Este es uno de los puntos débiles de este tipo de agrupación comunitaria, la gente no esta preparada para enfrentar a la delincuencia de la manera que lo haría el personal de la policía o guardia de seguridad, los cuales están capacitados, armados y protegidos para estos casos.

Si un delincuente es apresado por los moradores de un barrio, es lógico pensar que se llamará a la policía nacional, pero estos tardan mucho en llegar. El auxilio inmediato es lo que todos los moradores quieren en caso de una emergencia. ¿Que pasa si un robo se produce en horas de oficina? cuando por lo general los hogares se encuentran abandonados, ¿quién acudirá al auxilio cuando una alarma se produzca?

Por todos estos motivos, la presente tesis es una ayuda para quienes se han organizado en brigadas barriales o para quienes aun no lo han hecho, invitándolos a la organización comunitaria.

CAPITULO 1.

JUSTIFICACIÓN Y VISIÓN GLOBAL DEL PROYECTO.

1.1. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO.

La presente tesis trata de mejorar, en cierta manera, las alarmas comunitarias, tomando en cuenta algunos puntos débiles de estas, como son:

- Falta de personal adecuado y capacitado para hacer frente a la delincuencia.
- La policía no atiende a una emergencia de manera inmediata.

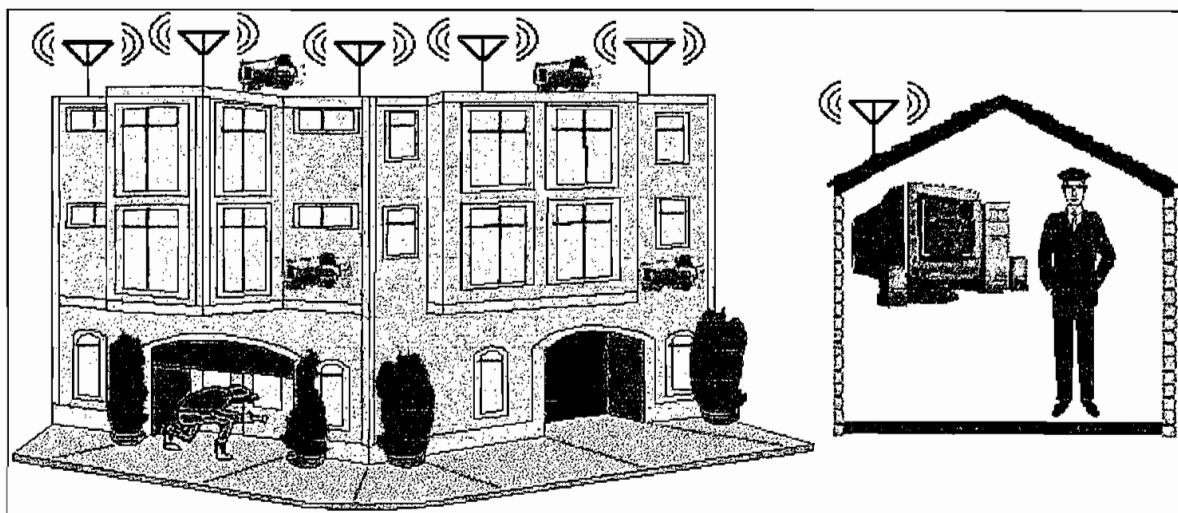


Gráfico 1.1. Reseña gráfica del proyecto.

El proyecto consta de un sistema de vigilancia permanente, del tipo centralizado para el cual se puede contratar a guardias privados o contar con un puesto de auxilio inmediato (PAI) de la Policía Nacional como personal de vigilancia y si una alarma ocurre, se estima que en menos de un minuto, el vigilante llegará hasta el lugar en el cual se necesita auxilio.

En cada departamento se podrá instalar un conjunto de sensores, entre los cuales están:

- De apertura de puertas
- De movimiento
- De apertura de ventanas
- De rotura de vidrios

Los cuales pueden ser ubicados en lugares estratégicos y conectados a un microcontrolador que procesará la información de cada uno.

El microcontrolador estará conectado también a un circuito de acceso al usuario con la finalidad de dar un fácil acceso al sistema de vigilancia.

Todo esto se conecta a un circuito de radio frecuencia basado en circuitos integrados de la marca Linx de la serie LC mostrados en el gráfico 1.2, los cuales sirven para un enlace inalámbrico.

En caso de falla en el suministro de energía eléctrica, el circuito seguirá operando gracias a una batería de respaldo. Todo esto conforma el Módulo Periférico.

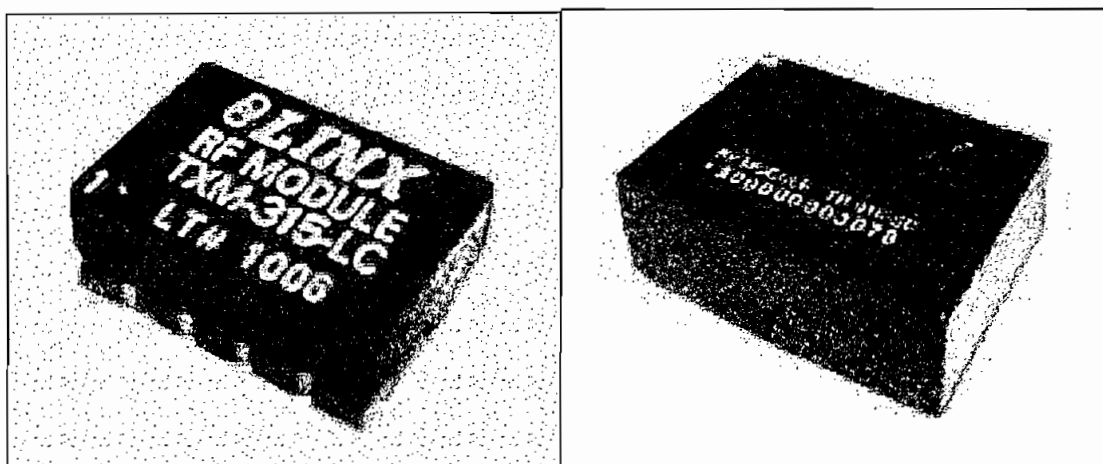


Gráfico 1.2 Circuitos integrados de Radio Frecuencia de la marca LINX.

A través del enlace inalámbrico (half-duplex), el módulo periférico puede comunicarse con el módulo central, el cual está formado por un computador, un programa y otro circuito de radio frecuencia.

Cuando el módulo central seleccione a un módulo periférico, este último responderá con información del estado en que se encuentra. La señal de respuesta, del módulo periférico, será captada por un circuito de radio frecuencia en el módulo central y una vez demodulada ingresará por el puerto serie de un computador en el cual se ejecuta un programa que se encarga de procesar los datos y mostrarlos en pantalla.

La función del módulo central es de monitorear el estado de cada uno de los módulos periféricos, con la finalidad de recolectar información del estado de cada uno de ellos y mostrar cada evento ocurrido a la persona encargada de la seguridad.

En el caso del módulo central se recomienda el uso de un UPS para el computador. Si no está disponible, entonces, cada módulo periférico actuará de forma independiente y si una alarma ocurre, se alertará al guardia mediante una sirena que sonará en el lugar donde se cometa un atraco.

El uso de frecuencias está regulado, en nuestro país, por el Consejo Nacional de Telecomunicaciones CONATEL, este organismo indica que si la cobertura entre el transmisor y el receptor es menor a 100 metros, no es necesario pagar por el uso de aquella frecuencia.

Dentro de este rango, se considera la ubicación de los 120 lugares a vigilar, si es necesaria una ampliación, el módulo central podrá hacerlo y sondeará hasta 256 módulos periféricos en total.

1.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ROBOS.

Existen herramientas de la estadística que nos ayudan en el análisis de los datos obtenidos de cualquier acontecimiento. A continuación se revisará brevemente algunas herramientas para la estadística.

1.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS DATOS.

Cuando se analiza un conjunto de datos, estos responden a ciertas características que permiten deducir el comportamiento del proceso del cual fueron obtenidos, las principales son: localización, dispersión y simetría.

1.2.1.1. Localización.

Es la posición relativa que los datos presentan y en general se mide por el valor que tiene el punto medio del conjunto de datos.

1.2.1.2. Dispersión.

Es la variación entre los valores obtenidos de un evento y nos indica el grado de diseminación de los valores alrededor del centro de las observaciones.

1.2.1.3. Simetría y Asimetría.

Un conjunto de datos es simétrico cuando los valores de los datos están distribuidos en la misma forma por encima y por debajo de la mitad de la muestra.

La asimetría es un agrupamiento de los datos a un lado de su centro.

1.2.2. DIAGRAMAS.

1.2.2.1. Diagrama de Puntos.

Es una forma de resumir datos cuantitativos, en el cual se presenta cada dato sobre una recta numérica, esto nos indica la localización general de los datos, la dispersión, y la presencia de datos inusuales, o también llamados atípicos.

Todo esto es válido para un máximo de 20 datos y es similar a un gráfico de barras con las barras reemplazadas por puntos.

1.2.2.2. Diagrama de Tallo y Hojas.

Surge como una solución al diagrama de puntos cuando se tiene muchos datos.

El diagrama de tallo y hojas se emplea para ilustrar las principales características de los datos, como localización, dispersión, simetría y además presenta de manera gráfica los valores de los datos.

Por la forma de construcción debe emplearse con un número de datos menor a 100.

Se comienza tomando en cuenta las decenas, centenas, etc. de los datos, estas se las ubica en forma vertical y ascendente.

Los dígitos que siguen a los ya colocados se los escribe a la derecha y se los puede separar por comas para luego ordenarlos de menor a mayor.

Se puede realizar subdivisiones y separar los datos por rangos.

También se puede comparar entre dos de estos diagramas uniéndolos, para ello se coloca un tallo común y las hojas de un conjunto se ponen a la izquierda del tallo y las hojas del segundo conjunto se ponen a la derecha del tallo, en el centro, los números que se ha tomado en cuenta como tallo (unidades, decenas, centenas, etc.)

Se puede usar también para representar datos con decimales.

1.2.2.3. Gráfico de Pastel y Gráfico de Barras.

El gráfico de pastel es una forma de resumir un conjunto de datos categóricos y consta del área de un círculo dividida de acuerdo al porcentaje de cada categoría.

El gráfico de barras, se exhibe mediante rectángulos del mismo ancho y con altura variable según el porcentaje de cada categoría.

1.2.2.4. Distribución de Frecuencias e Histograma.

La distribución de frecuencias es una herramienta con la que se puede resumir numerosos datos, poniendo en manifiesto la localización y la dispersión de los mismos.

Si los datos son continuos, se puede resumirlos haciendo grupos sensibles. La frecuencia absoluta es: cuántas veces se repite un dato para luego ordenar los datos en forma ascendente en una columna. En una segunda columna sus frecuencias absolutas.

La frecuencia relativa es la proporción de apareamiento de cada dato, se calcula así:

$$f_i = \frac{n_i}{n} \quad (1.1)$$

Donde:

f_i = Frecuencia relativa.

n_i = Frecuencia absoluta.

n = Número de datos.

Estos valores se colocan en una tercera columna en forma de %. Una cuarta y quinta columna se puede formar con las frecuencias acumuladas tanto de la absoluta como la relativa y son el resultado de sumar todas las frecuencias anteriores incluyendo la considerada. La tabla construida se la puede resumir creando clases, pero se pierden algunos detalles; todo esto es válido para un número de datos mayor a 20 con clases entre 6 y 20. Se presenta mediante un histograma (gráfico de densidad de datos), en el cual el eje vertical representa la frecuencia. Es apropiado para variables cuyos valores son numéricos y cuando un diagrama de tallo y hojas es difícil de construir.

1.2.3. MEDIDAS DE LOCALIZACIÓN.

Nos da una idea del valor en torno al cual se agrupan la mayoría de los datos o el centro de los mismos. Se denomina también, medidas de tendencia central.

1.2.3.1. La Media Muestral o Promedio.

El Promedio (x) es igual a la suma de sus valores dividido para n mediciones.

$$x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (1.2)$$

Donde:

x = Promedio.

x_i = Cada dato.

n = Número de mediciones.

1.2.3.2. La Mediana.

La mediana de un conjunto de datos, es el valor que se encuentra en el punto medio, cuando se observan los valores de menor a mayor. Se nota como Q_2 o Med. A cada lado de este valor se encuentra el 50% de las observaciones, es decir, la mediana divide al conjunto de observaciones a la mitad.

Para calcular la mediana se procede de la siguiente manera:

- 1) Ordenar los datos en forma creciente
- 2) Si el número de datos es impar:

$$m = \frac{n-1}{2} \quad (1.3)$$

Donde:

m= (dato auxiliar).

n= Número de mediciones.

La mediana es el valor que se encuentra en el lugar m+1.

- 3) Si el número de datos es par.

$$m = \frac{n}{2} \quad (1.4)$$

Donde:

m= (dato auxiliar).

n= Número de mediciones.

La mediana es la suma de los valores de las posiciones m y m+1, dividido para dos.

1.2.3.3. La Moda.

Se la obtiene de una tabla de frecuencia de datos y es aquel valor que tiene la mayor frecuencia absoluta, es decir, es el valor que más se repite. Se nota como Mo. Un conjunto de datos puede, no tener, o tener varias modas.

1.2.3.4. La Media Simétricamente Segada al 10%.

Se elimina el 5% de los datos más bajos y el 5% de los más altos, con los datos restantes se calcula el promedio. Se nota como $x_{0,1}$.

1.2.4. MEDIDAS DE DISPERSIÓN.

Nos da una idea de cuan dispersos se encuentran los datos. Se denominan también medidas de variabilidad.

Si los datos están ampliamente extendidos, la medida es alta; y si los datos se encuentran más agrupados, la medida es baja.

1.2.4.1. La Desviación Estándar.

Se nota como (s), es la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las desviaciones de los datos respecto al promedio (x) dividida para n-1, es decir:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - x)^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n(x)^2}{n-1}} \quad (1.5)$$

Donde:

s= Desviación estándar.

n= Número de datos.

x_i = Cada dato.

x= Promedio.

La desviación estándar es siempre positiva y sus unidades de medida son las mismas correspondientes a los datos originales.

1.2.4.2. La Varianza Muestral.

Se nota como s^2 y su fórmula es:

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - x)^2 \quad (1.6)$$

Donde:

s^2 = Varianza.

n= Número de datos.

x_i = Cada dato.

x= Promedio.

1.2.4.3. El Rango y el Rango Intercuartil.

El rango es igual a la diferencia entre los valores mayor y menor de los datos.

Si a un conjunto de datos se lo divide en 4 partes, se tienen 3 cuartiles que son la división entre una parte y otra. Se los llama, inferior, superior y medio, este último coincide con la mediana del conjunto.

El cuartil inferior (Q_1) es la mediana de la mitad inferior de los datos.

El cuartil medio (Q_2) coincide con la mediana del conjunto.

El cuartil superior (Q_3) es la mediana de la mitad superior de los datos.

Los cuartiles y la mediana dividen al conjunto de datos en subconjuntos que contienen aproximadamente el 25% de los datos.

Debe tenerse en cuenta, para el cálculo de los cuartiles superior e inferior, que cuando n es impar se vuelve a incluir la mediana en cada uno de los subconjuntos de datos resultantes, para realizar nuevamente los cálculos.

El rango intercuartil es igual a la diferencia entre los cuartiles superior e inferior, se nota con las siglas RIQ.

$$\boxed{RIQ = Q_3 - Q_1} \quad (1.7)$$

Donde:

RIQ= Rango intercuartil.

Q_1 = Cuartil inferior

Q_3 = Cuartil superior

1.2.4.4. Desviación Absoluta de la Mediana.

Es la mediana de los valores absolutos de las diferencias entre cada dato y la mediana del conjunto de datos. Se nota como DAM y su fórmula es:

$$\boxed{DAM = med\{x_i - Q_2 \mid i = 1, 2, \dots, n.\}} \quad (1.8)$$

Donde:

DAM= Desviación absoluta de la mediana.

med= mediana

X_i = Cada dato.

Q_2 = Mediana del conjunto de datos.

1.2.4.5. Percentiles y Quintiles.

Los percentiles son valores que dividen al conjunto de datos en cien grupos cada uno de los cuales contiene igual número de datos. Con esto se puede encontrar regiones donde se acumulan los datos. Los quintiles son valores que dividen al conjunto de datos en cinco grupos, cada uno de los cuales contiene el 20% de los datos.

El cálculo se lo hace de manera similar a lo explicado para los cuartiles.

1.2.5. ESTADÍSTICAS DE ROBOS EN EL ECUADOR.

Se ha recopilado datos estadísticos de robos a domicilios y locales comerciales que han sucedido desde 1995 hasta Mayo del 2004, estos datos fueron proporcionados por el departamento de Estadística de la Dirección Nacional Judicial e Investigaciones de la Policía Nacional del Ecuador.

Cabe destacar que son datos de los robos denunciados.

No se mostrará: diagrama de puntos (porque toma los datos máximos como inusuales), diagrama de tallo y hojas (porque no hay muchos datos a nivel provincia), gráfico de barras (porque los datos no son muy repetitivos), distribución de frecuencias e histograma (porque son para numerosos datos y repetitivos).

Se mostrará: gráficos en los cuales se aprecia la evolución de la delincuencia con el tiempo y gráficos de resultados a nivel nacional.

1.2.5.1. Pichincha.

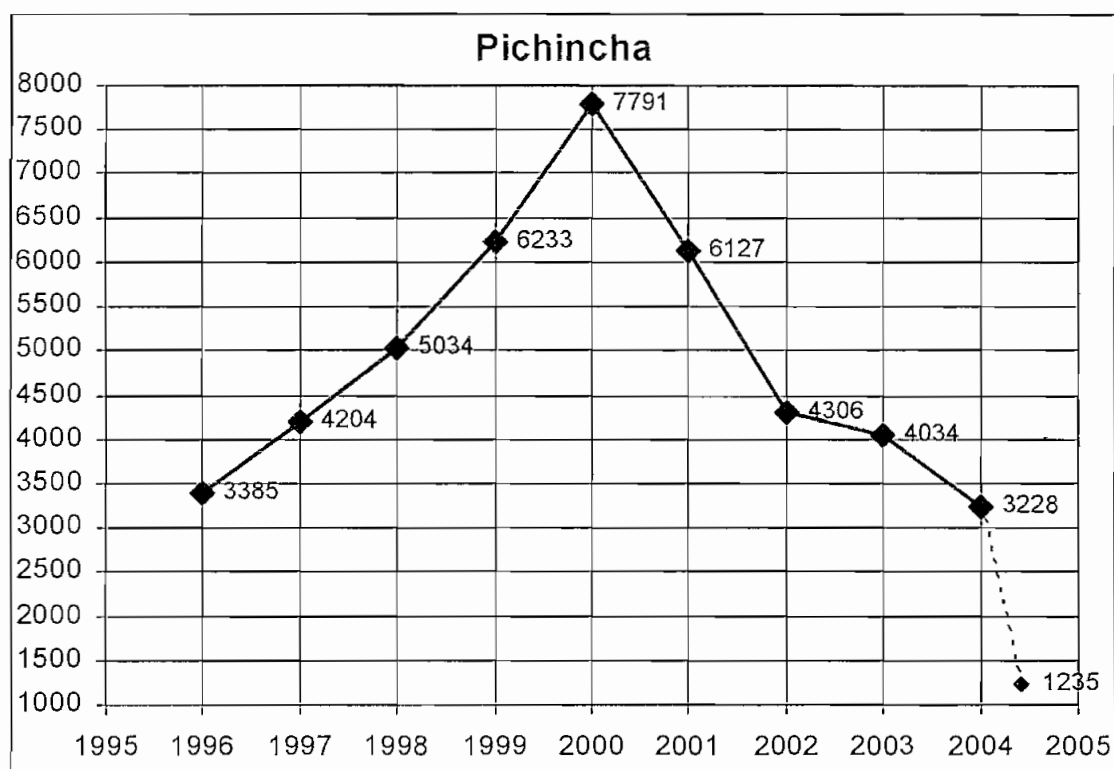


Gráfico 1.3A. Robos a Domicilios.

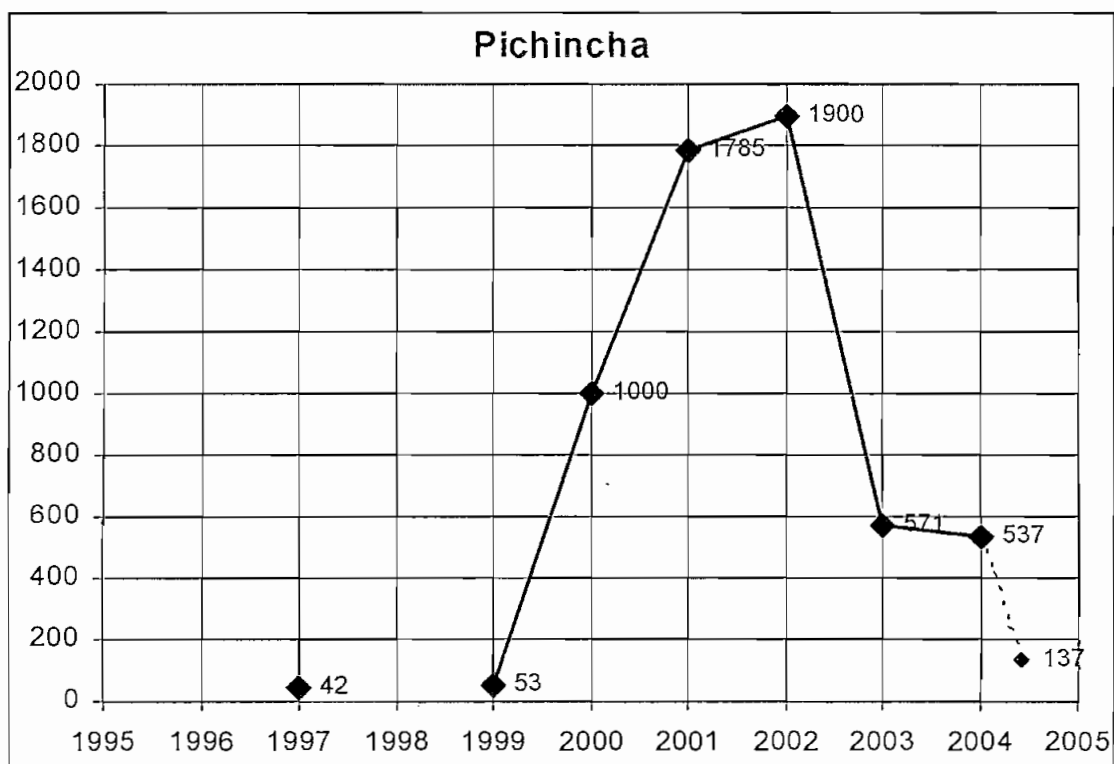


Gráfico 1.3B. Robos a Locales Comerciales.

1.2.5.2. Guayas.

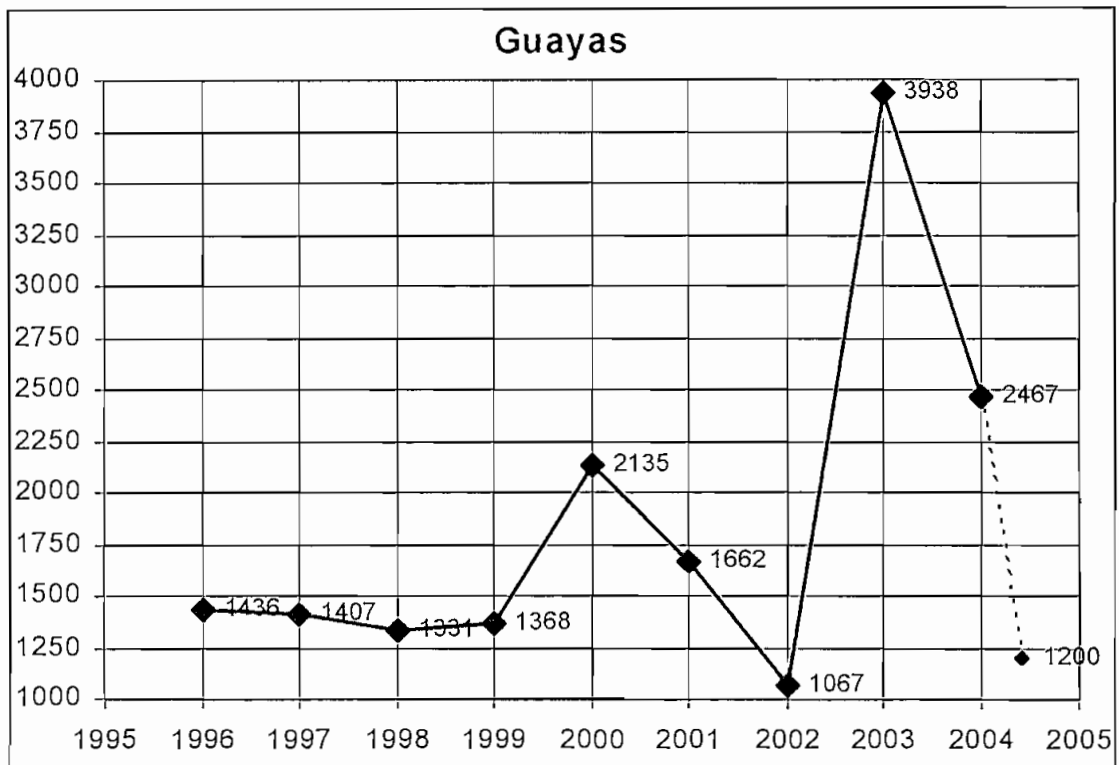


Gráfico 1.4A. Robos a Domicilios.

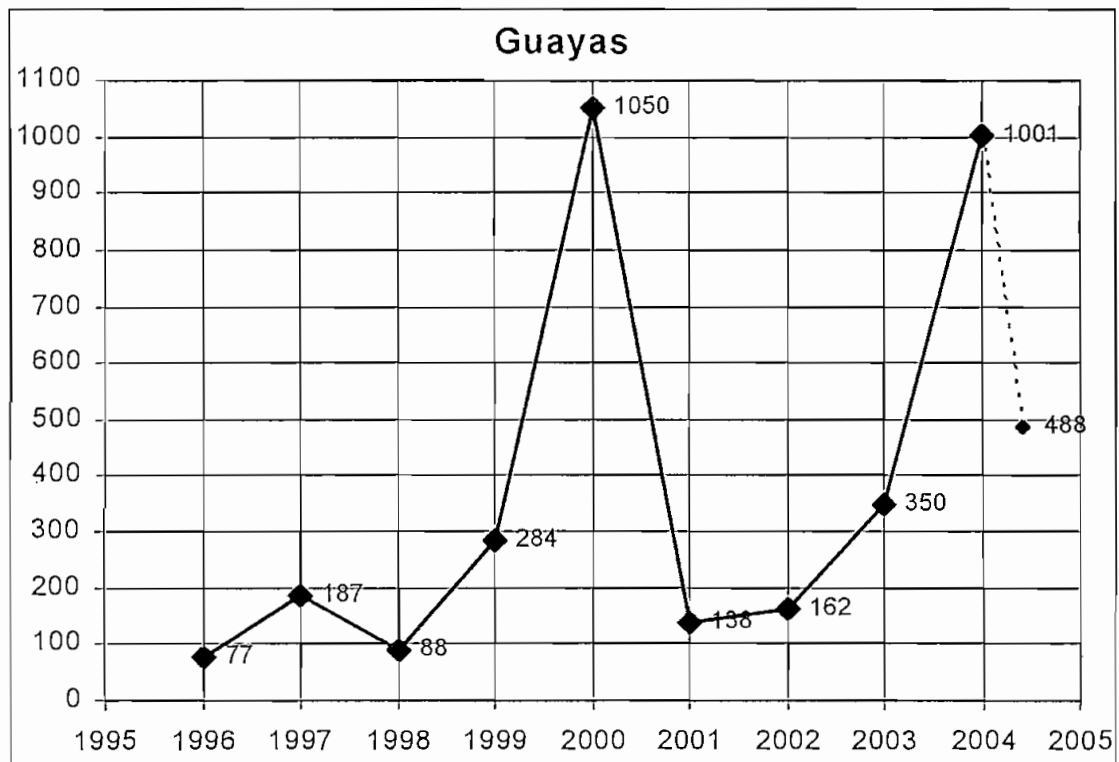


Gráfico 1.4B. Robos a Locales Comerciales.

1.2.5.3. Manabí.

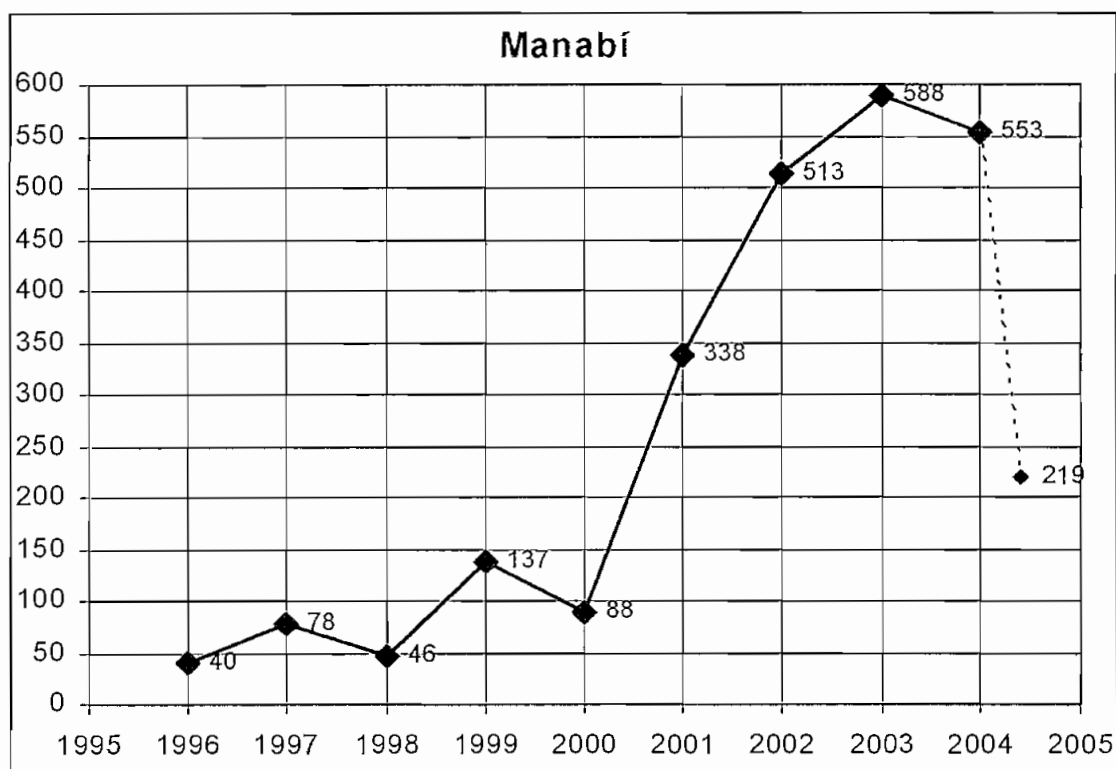


Gráfico 1.5A. Robos a Domicilios.

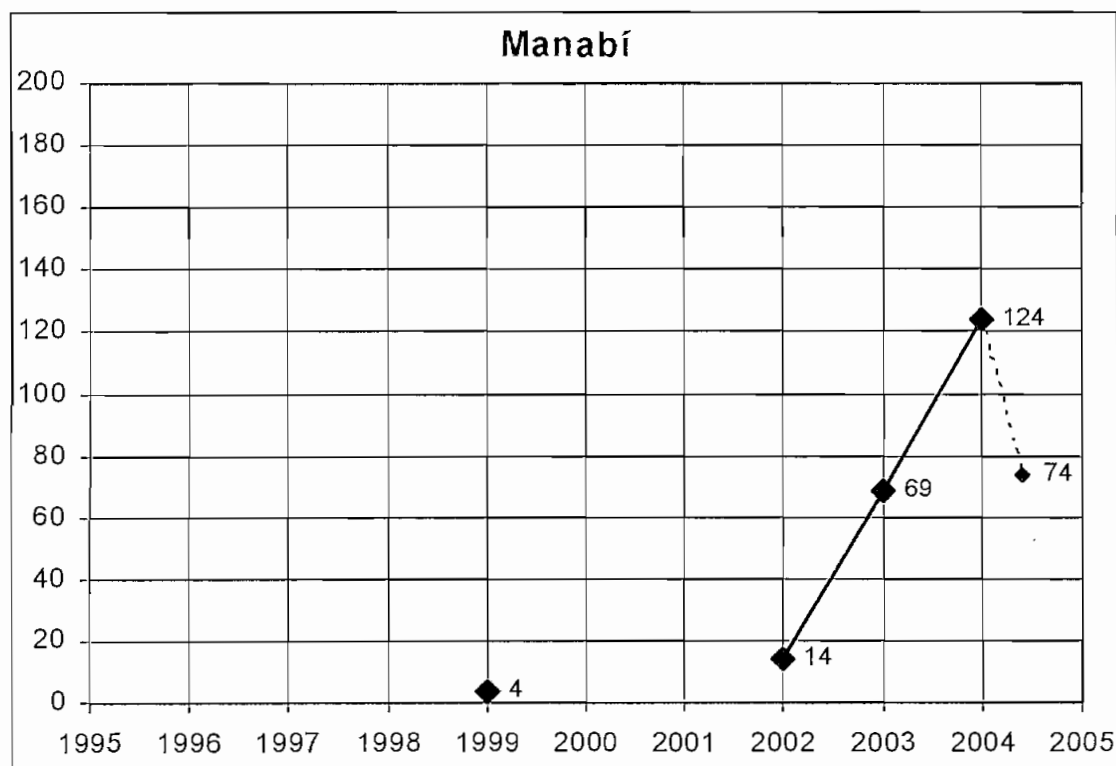


Gráfico 1.5B. Robos a Locales Comerciales.

1.2.5.4. Azuay.

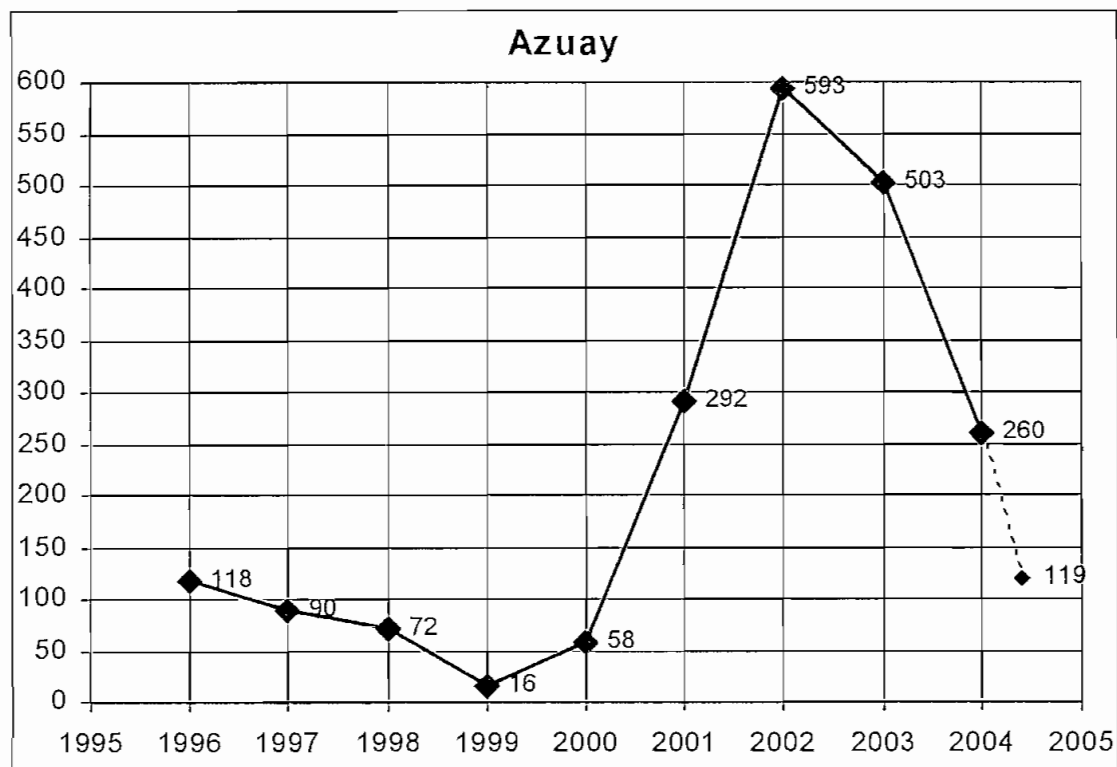


Gráfico 1.6A. Robos a Domicilios.

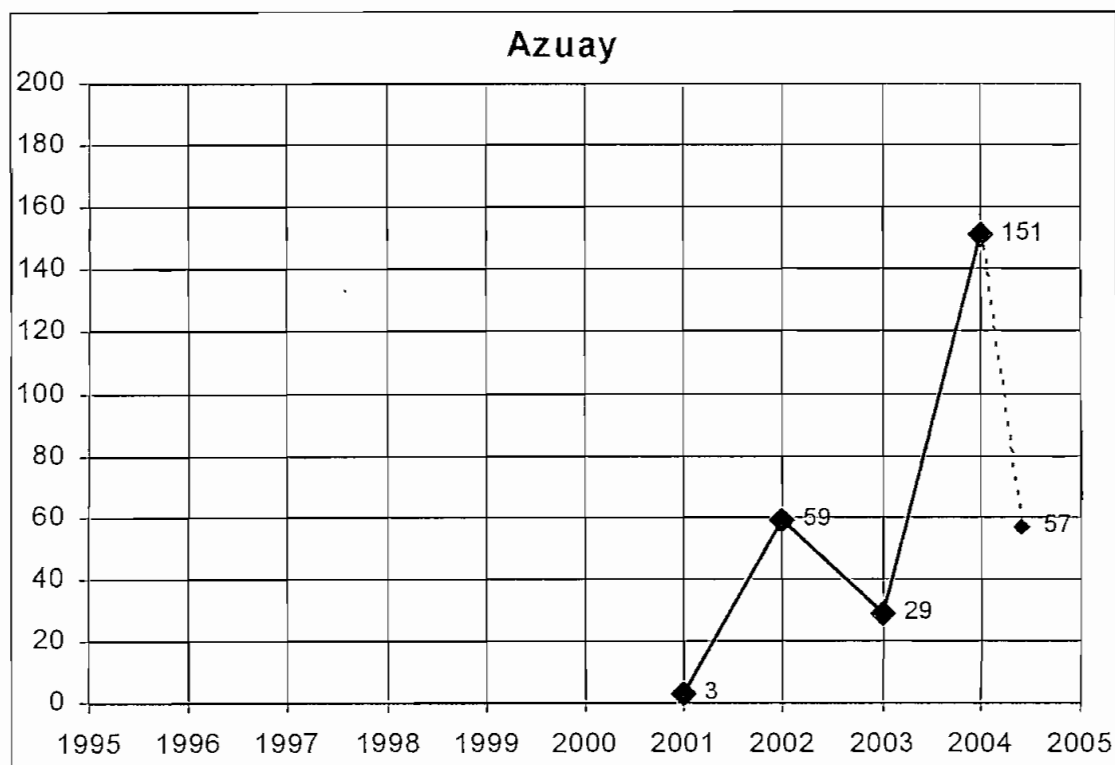


Gráfico 1.6B. Robos a Locales Comerciales.

1.2.5.5. Esmeraldas.

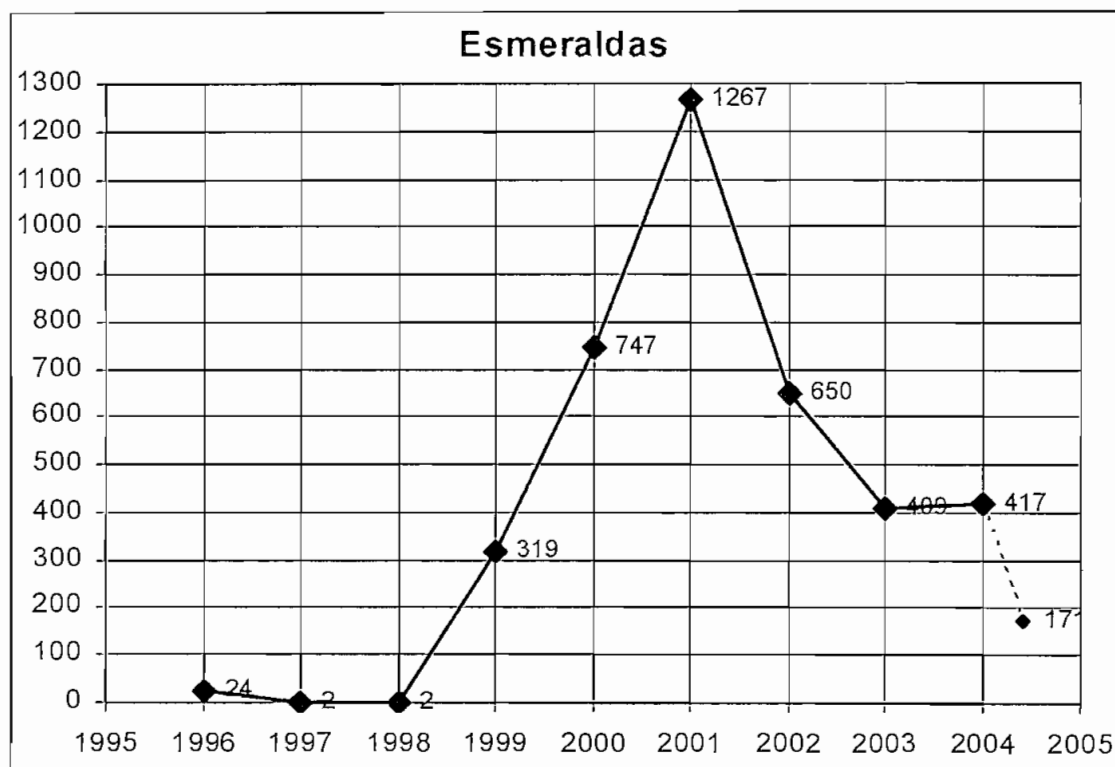


Gráfico 1.7A. Robos a Domicilios.

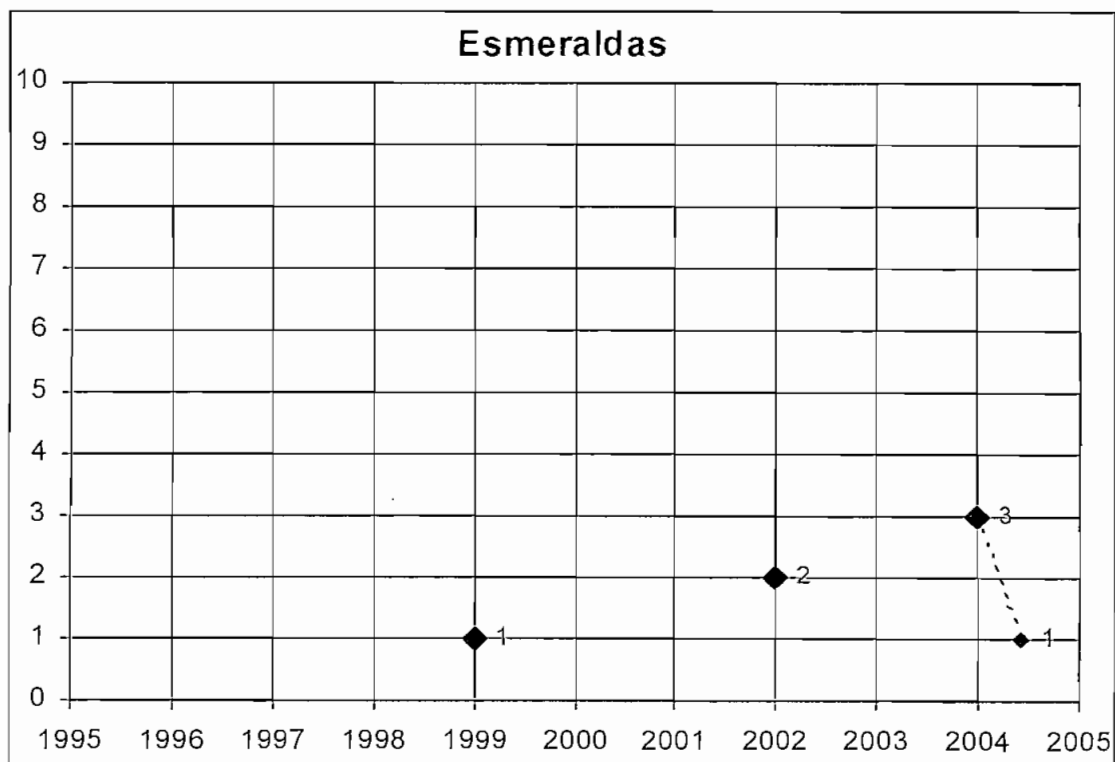


Gráfico 1.7B. Robos a Locales Comerciales.

1.2.5.6. Imbabura.

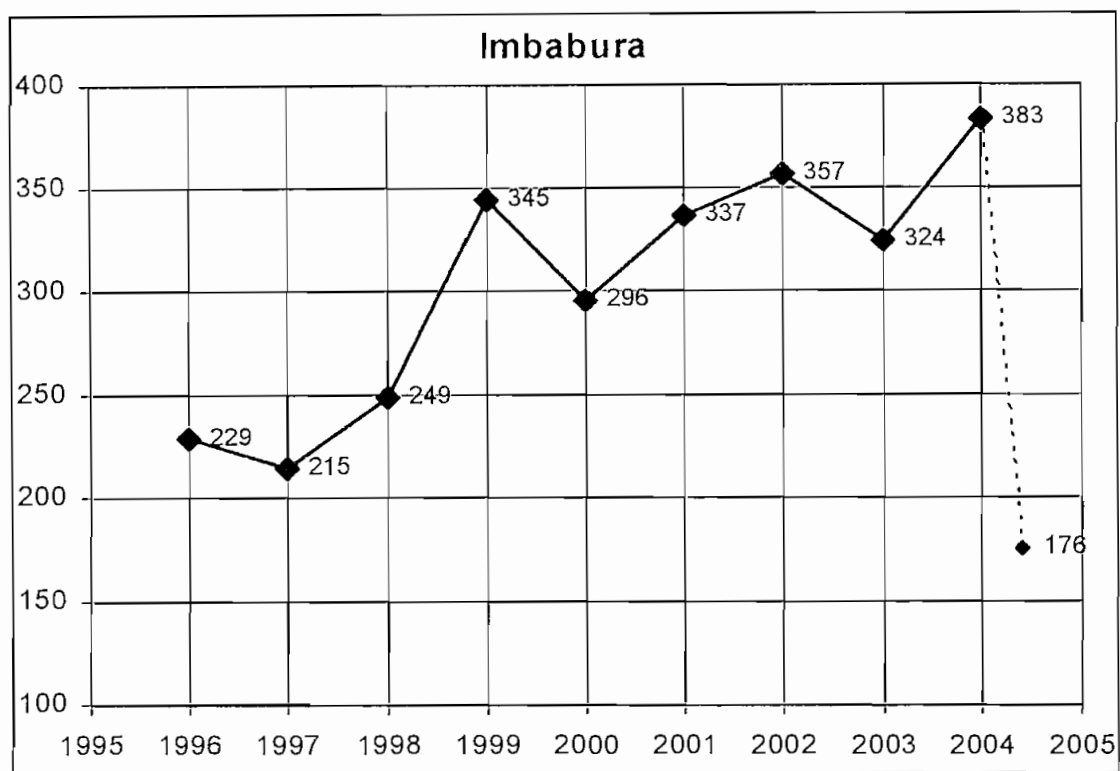


Gráfico 1.8A. Robos a Domicilios.

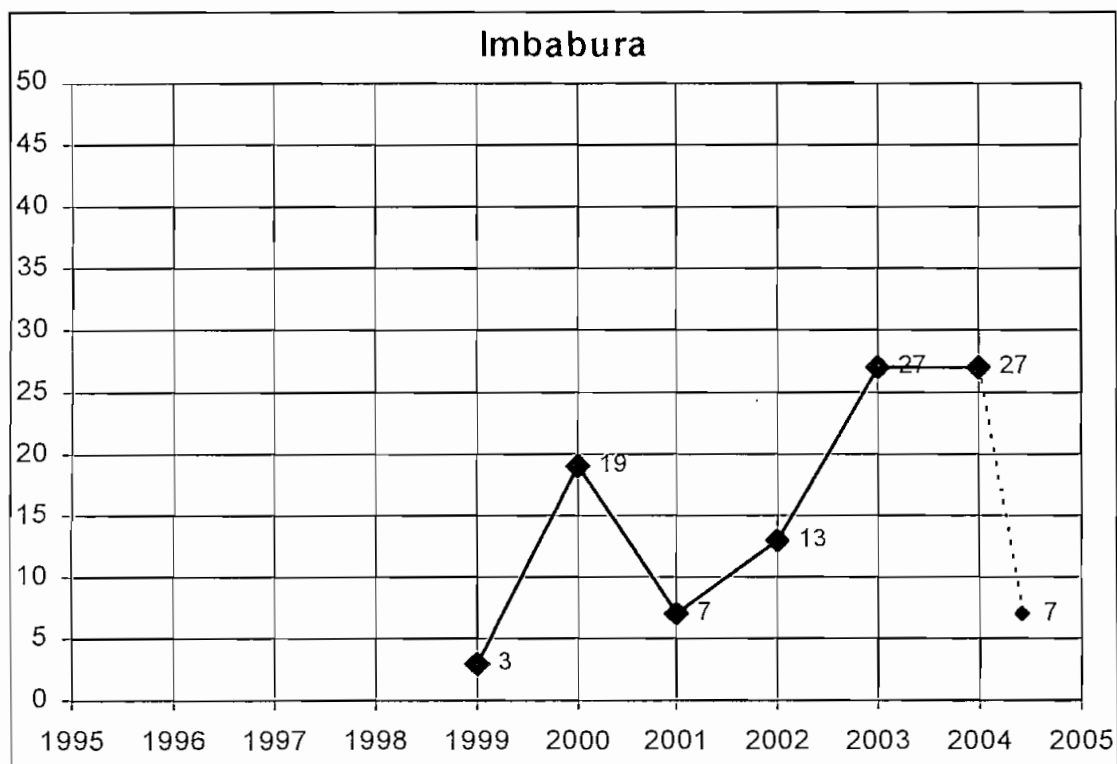


Gráfico 1.8B. Robos a Locales Comerciales.

1.2.5.7. Loja.

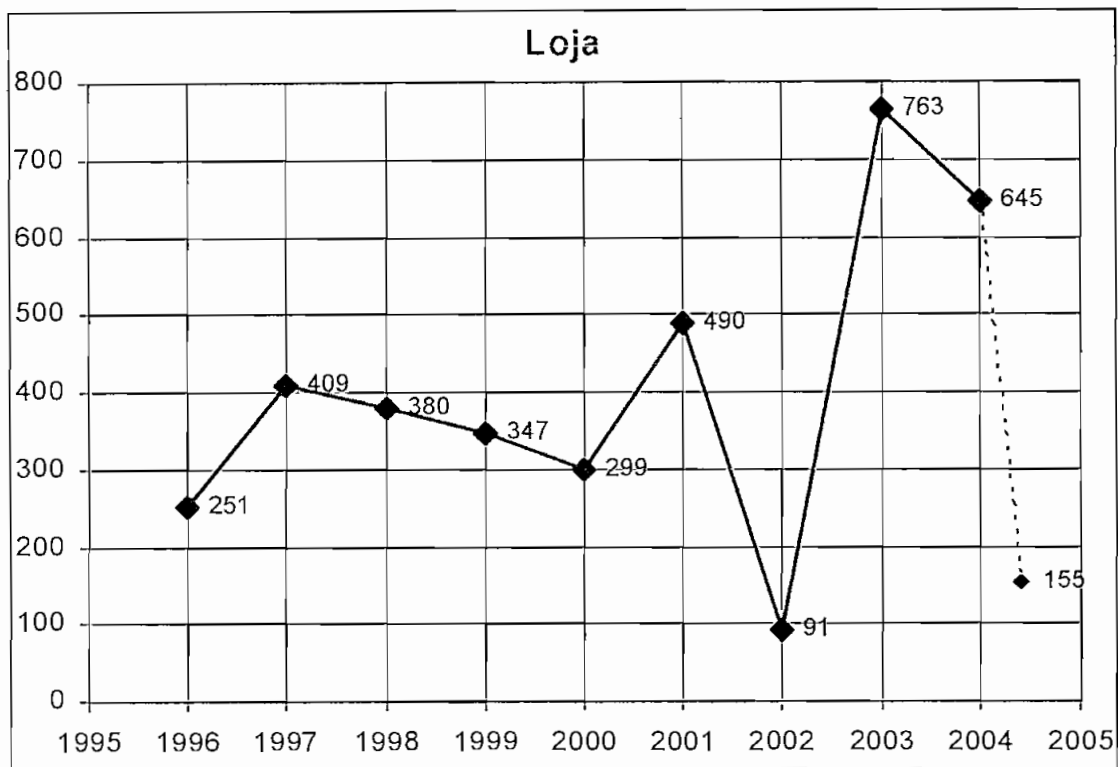


Gráfico 1.9A. Robos a Domicilios.

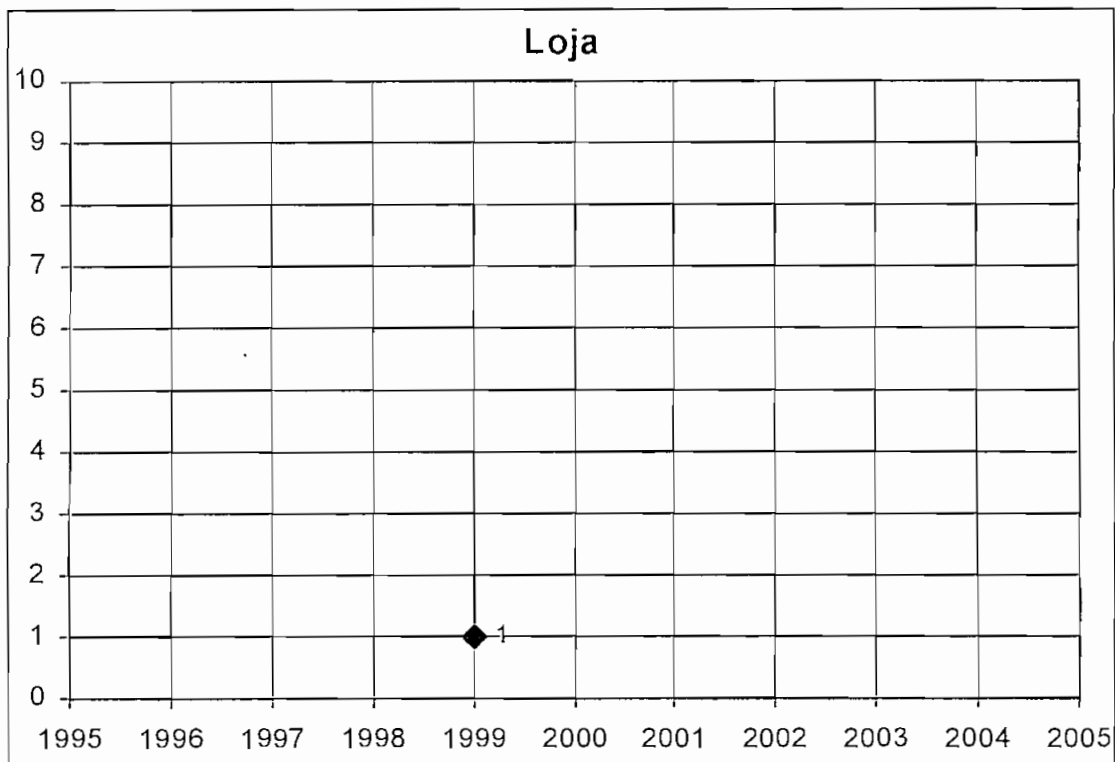


Gráfico 1.9B. Robos a Locales Comerciales.

1.2.5.8. Los Ríos.

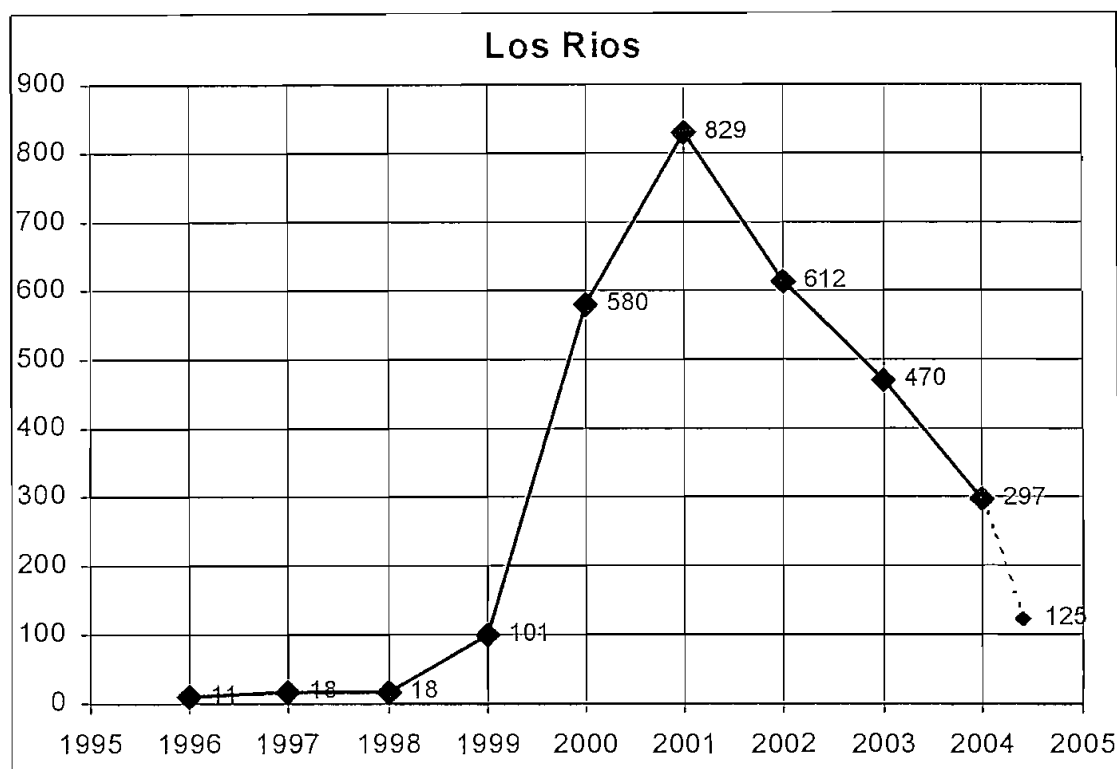


Gráfico 1.10A. Robos a Domicilios.

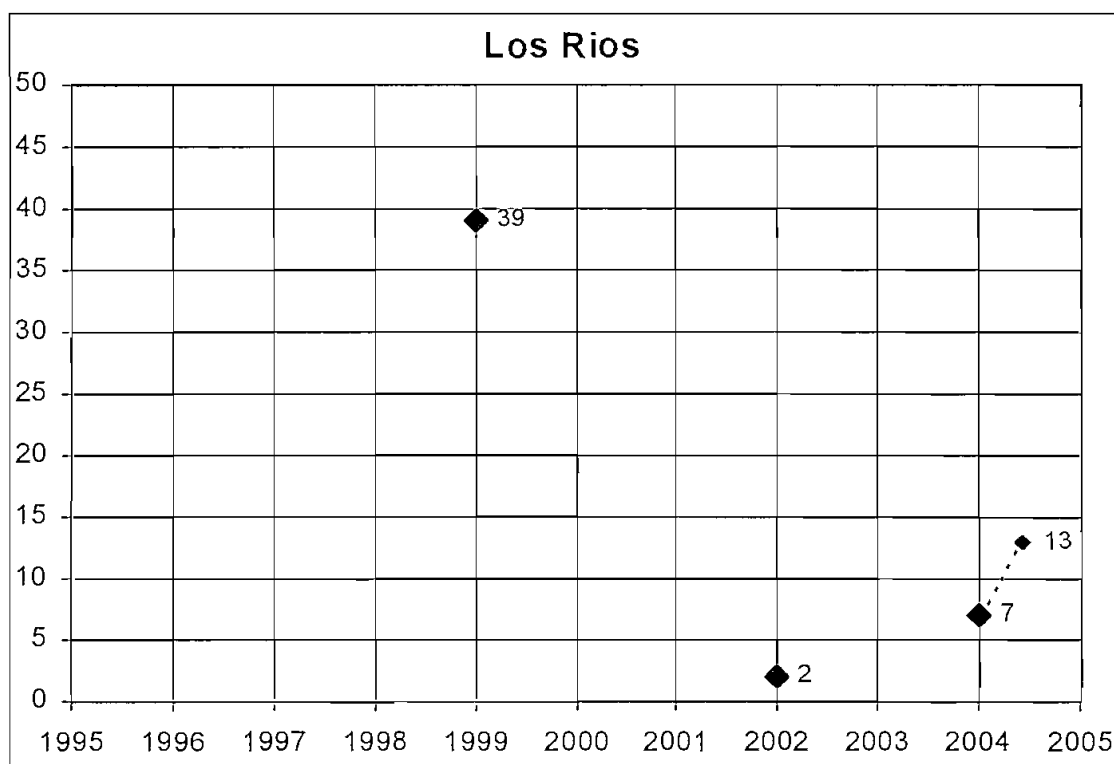


Gráfico 1.10B. Robos a Locales Comerciales.

1.2.5.9. Chimborazo.

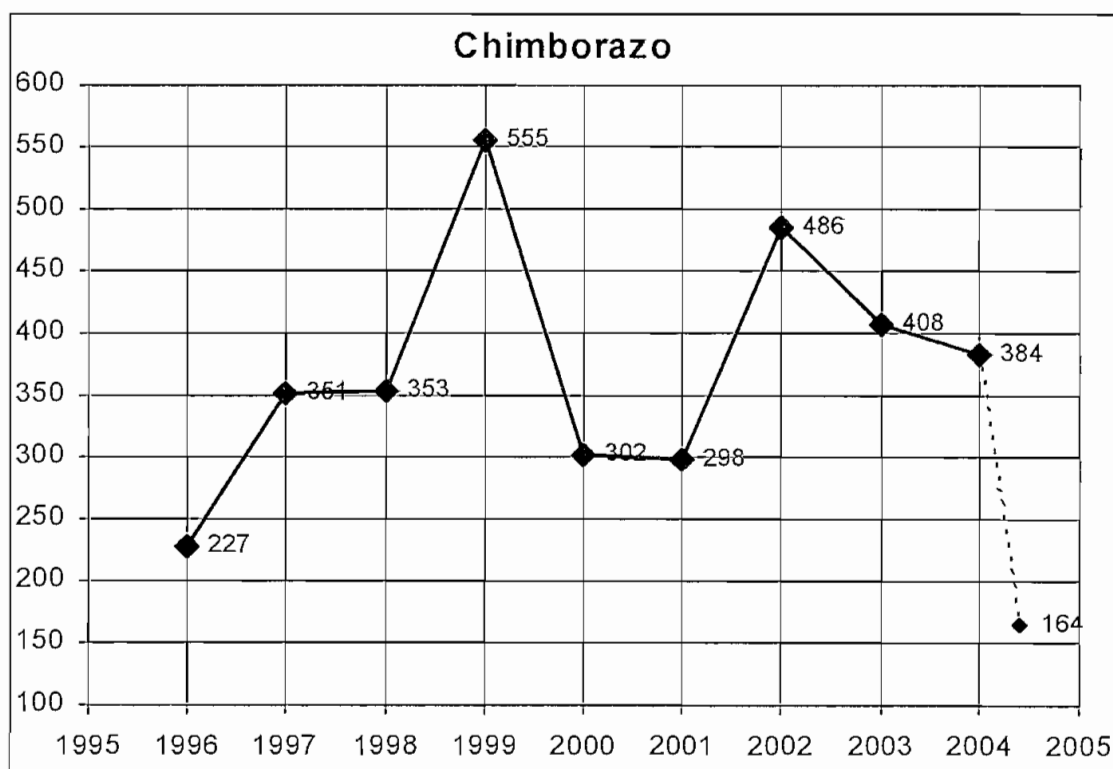


Gráfico 1.11A. Robos a Domicilios.

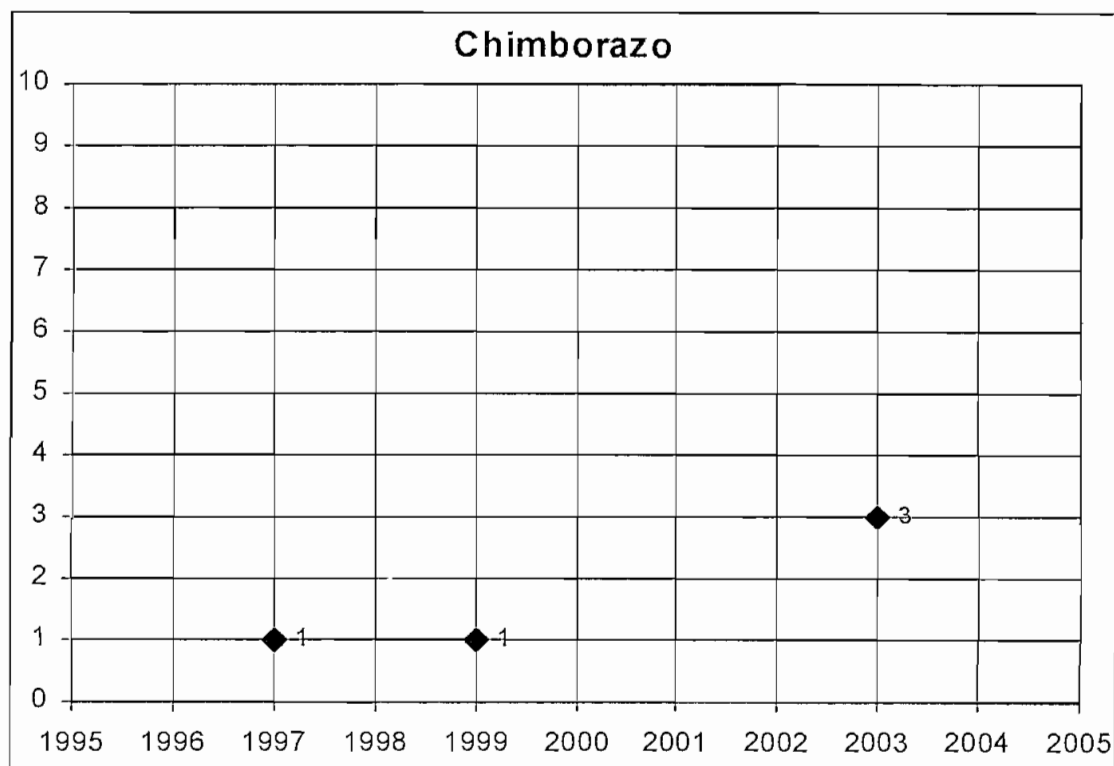


Gráfico 1.11B. Robos a Locales Comerciales.

1.2.5.10. Tungurahua.

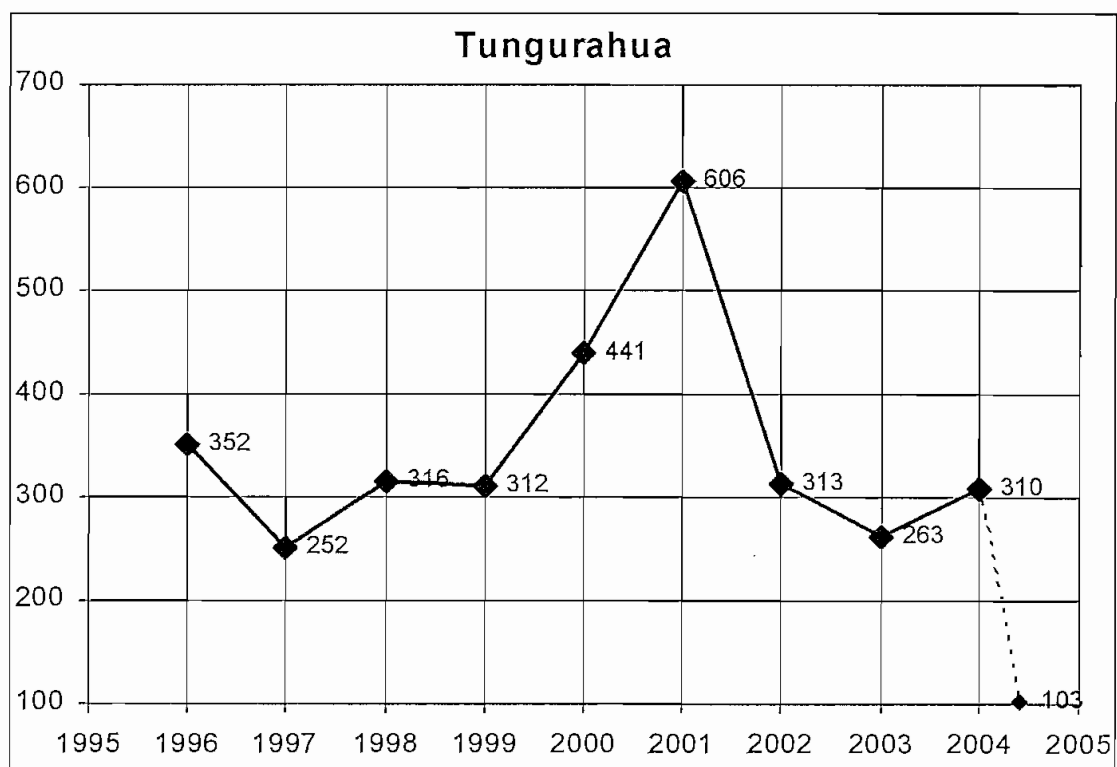


Gráfico 1.12A. Robos a Domicilios.

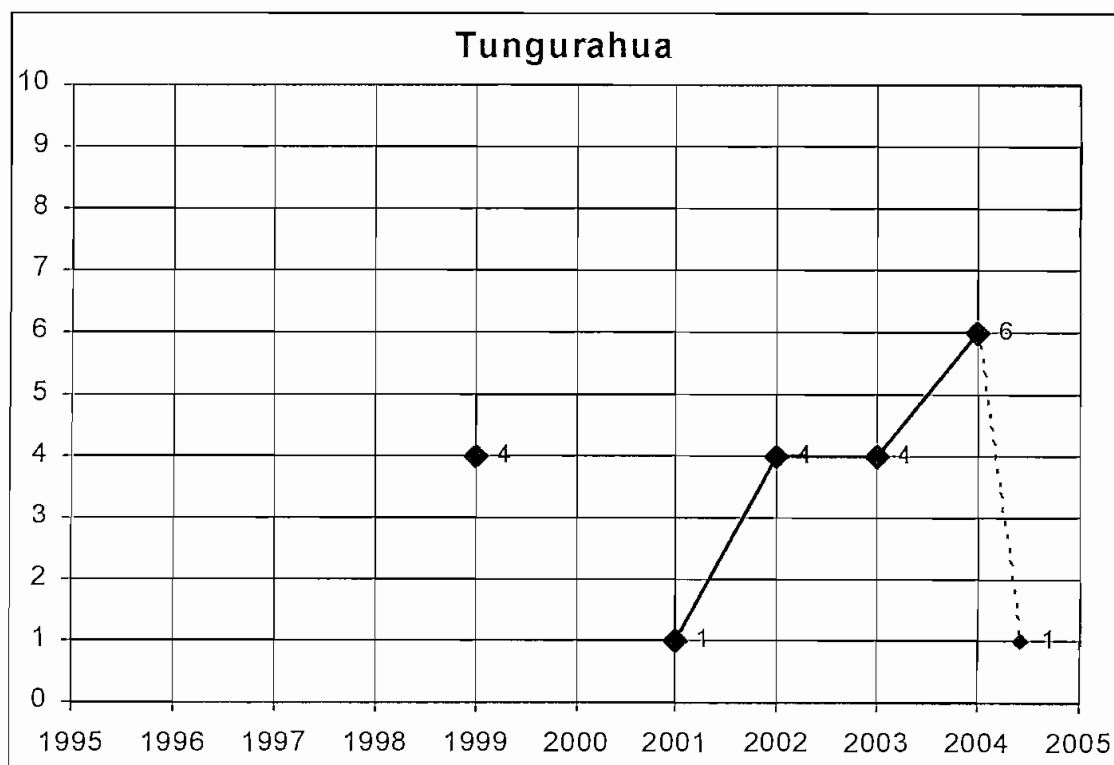


Gráfico 1.12B. Robos a Locales Comerciales.

1.2.5.11. El Oro

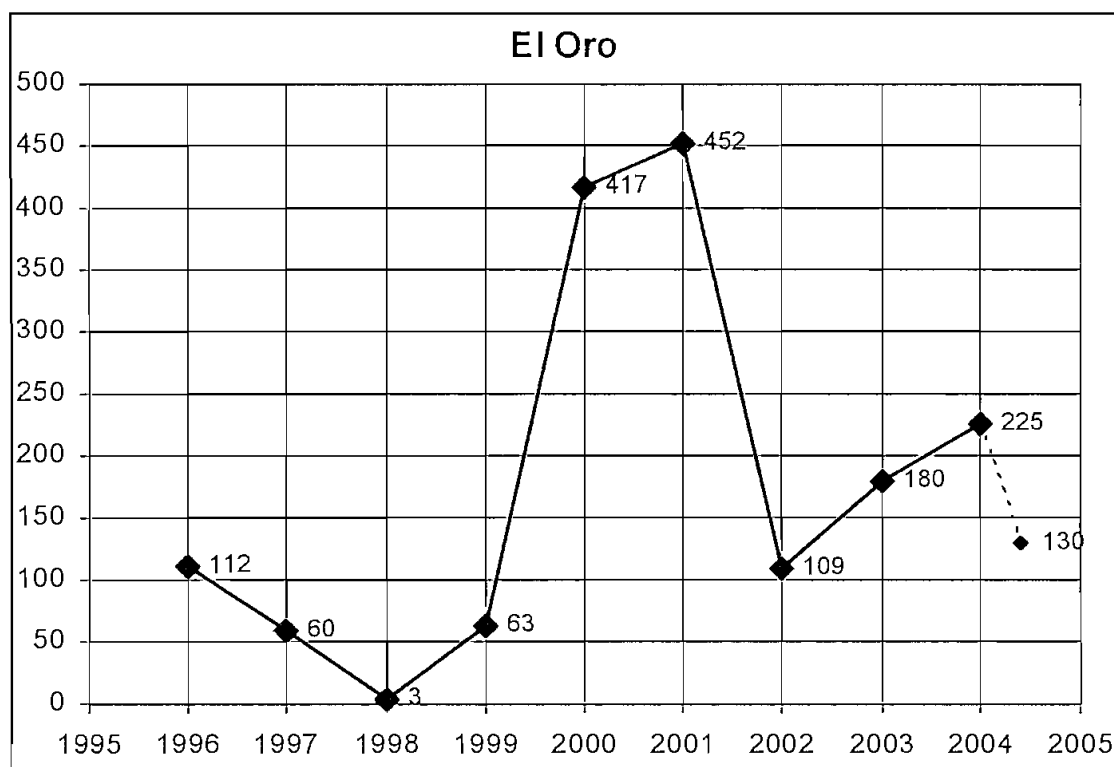


Gráfico 1.13A. Robos a Domicilios.

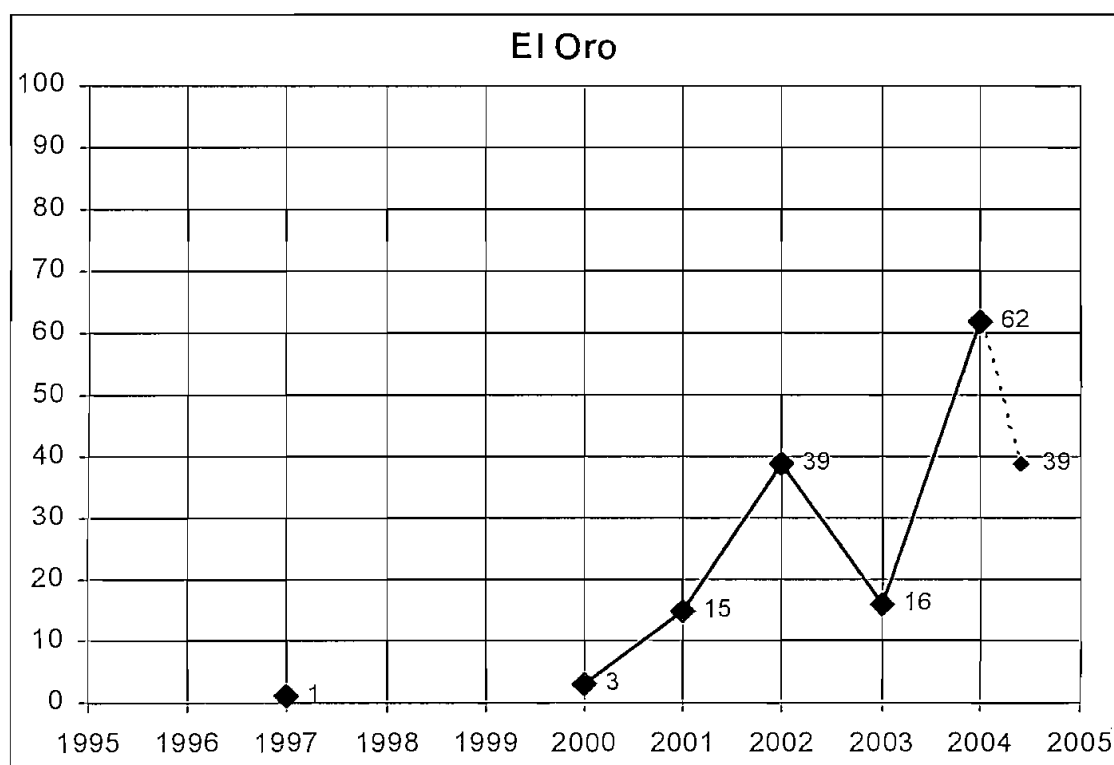


Gráfico 1.13B. Robos a Locales Comerciales.

1.2.5.12. Cotopaxi.

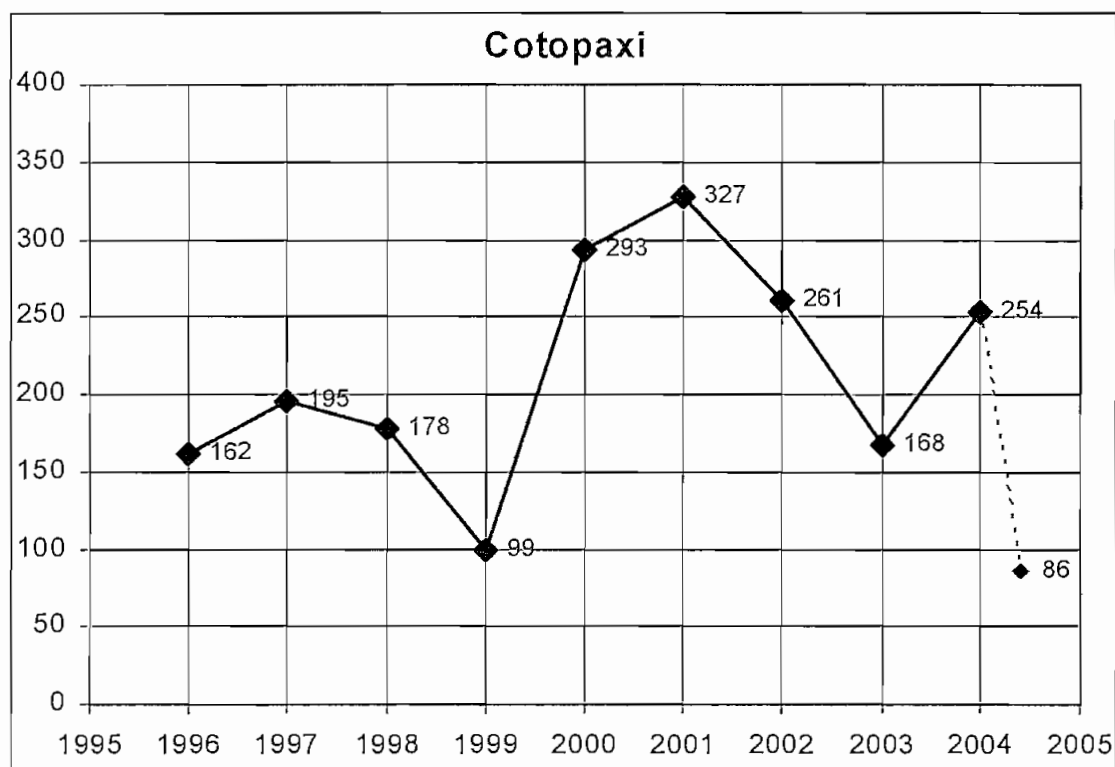


Gráfico 1.14A. Robos a Domicilios.

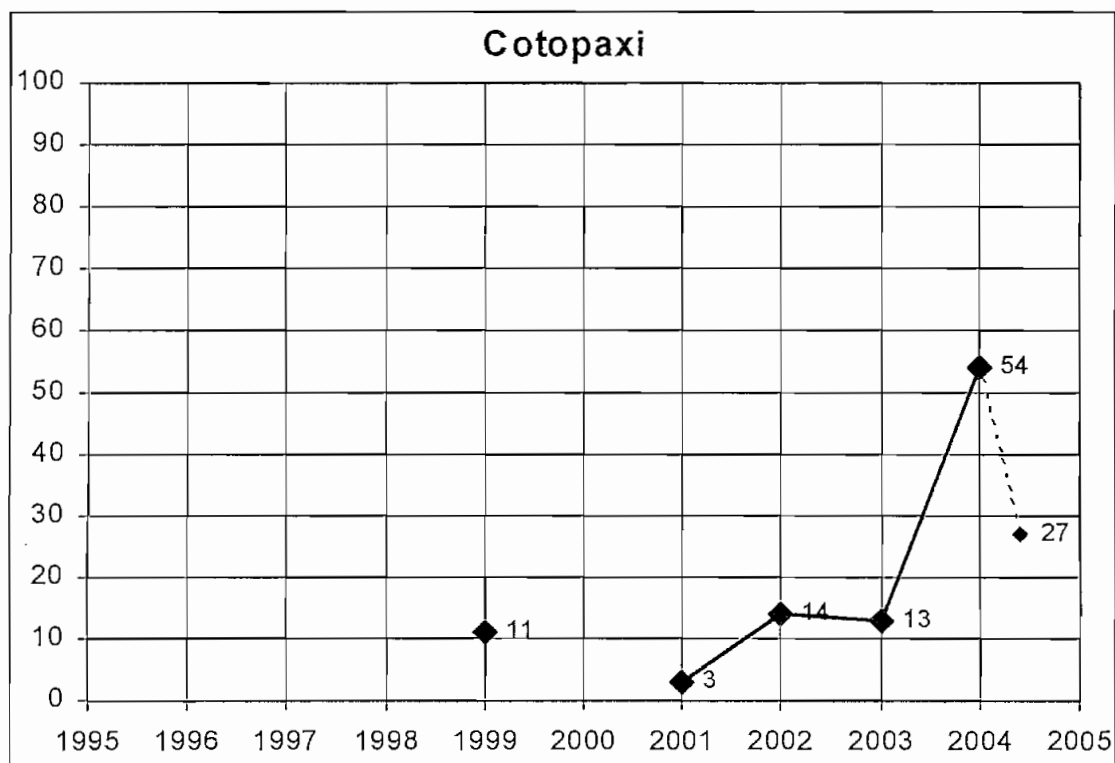


Gráfico 1.14B. Robos a Locales Comerciales.

1.2.5.13. Sucumbíos.

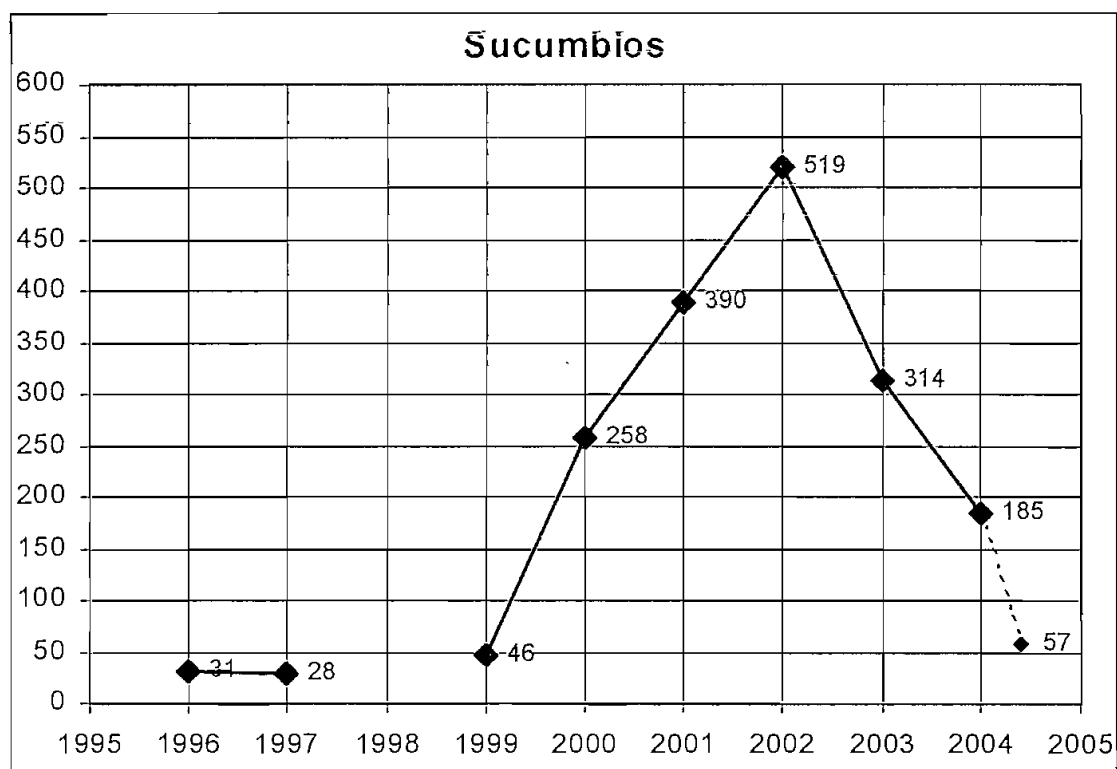


Gráfico 1.15A. Robos a Domicilios.

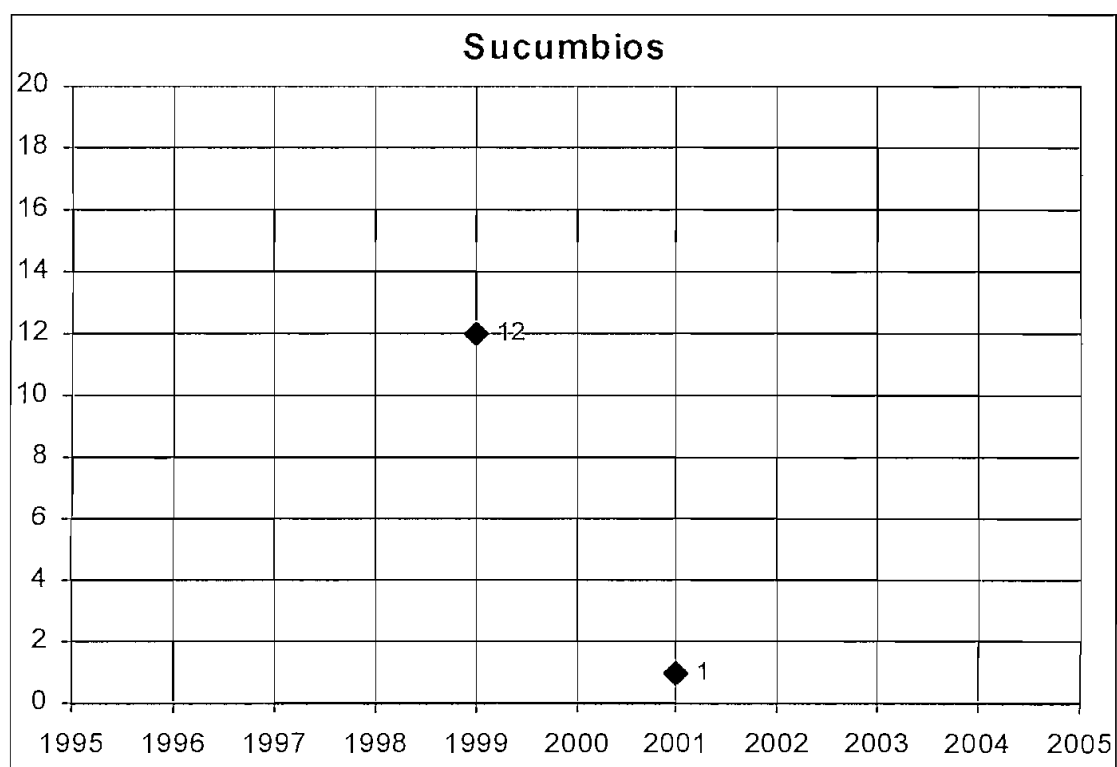


Gráfico 1.15B. Robos a Locales Comerciales.

1.2.5.14. Pastaza.

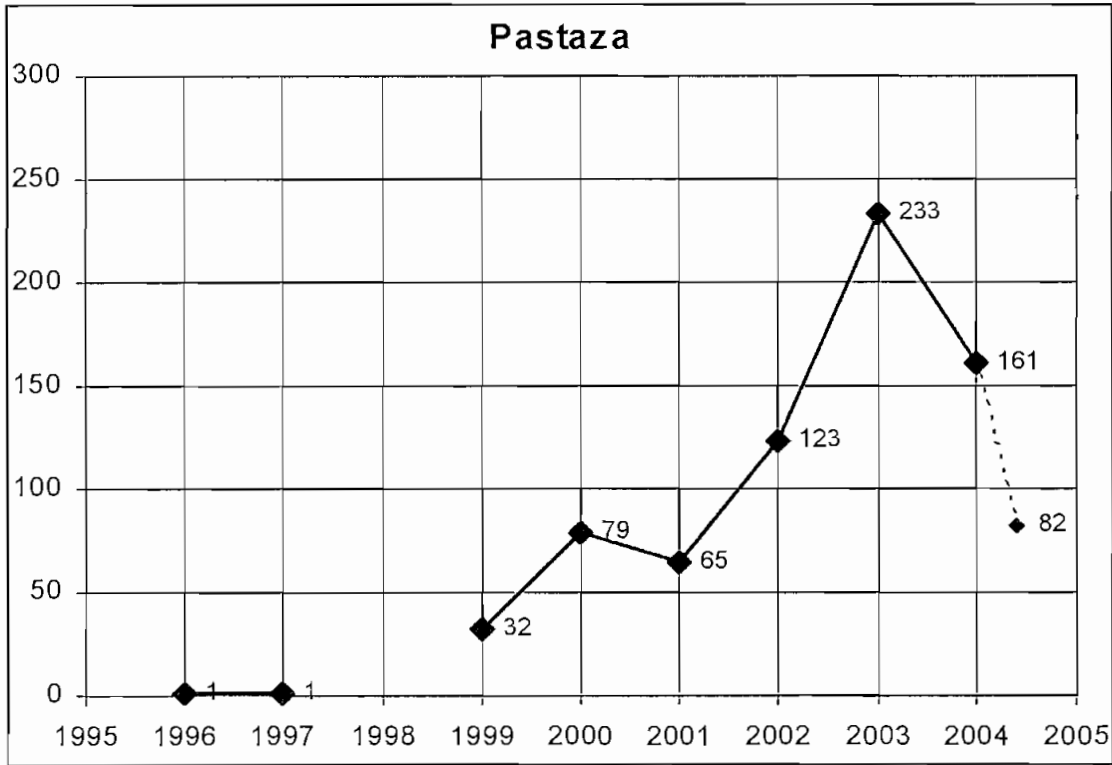


Gráfico 1.16A. Robos a Domicilios.

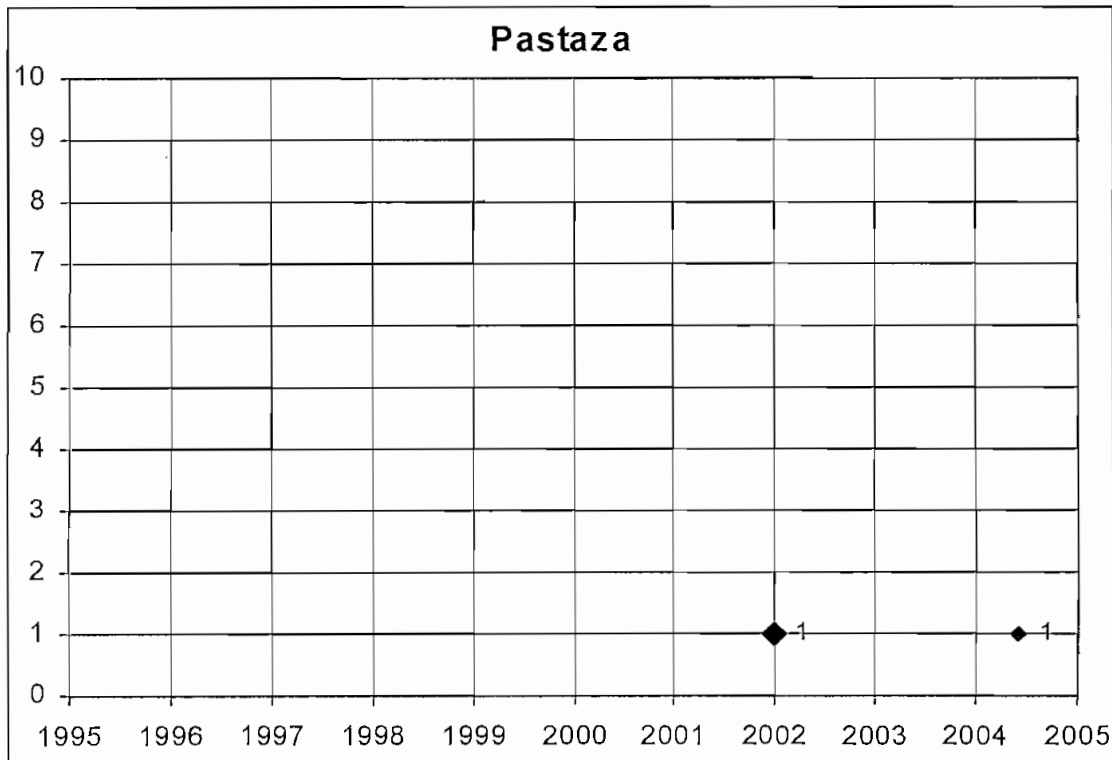


Gráfico 1.16B. Robos a Locales Comerciales.

1.2.5.15. Napo.

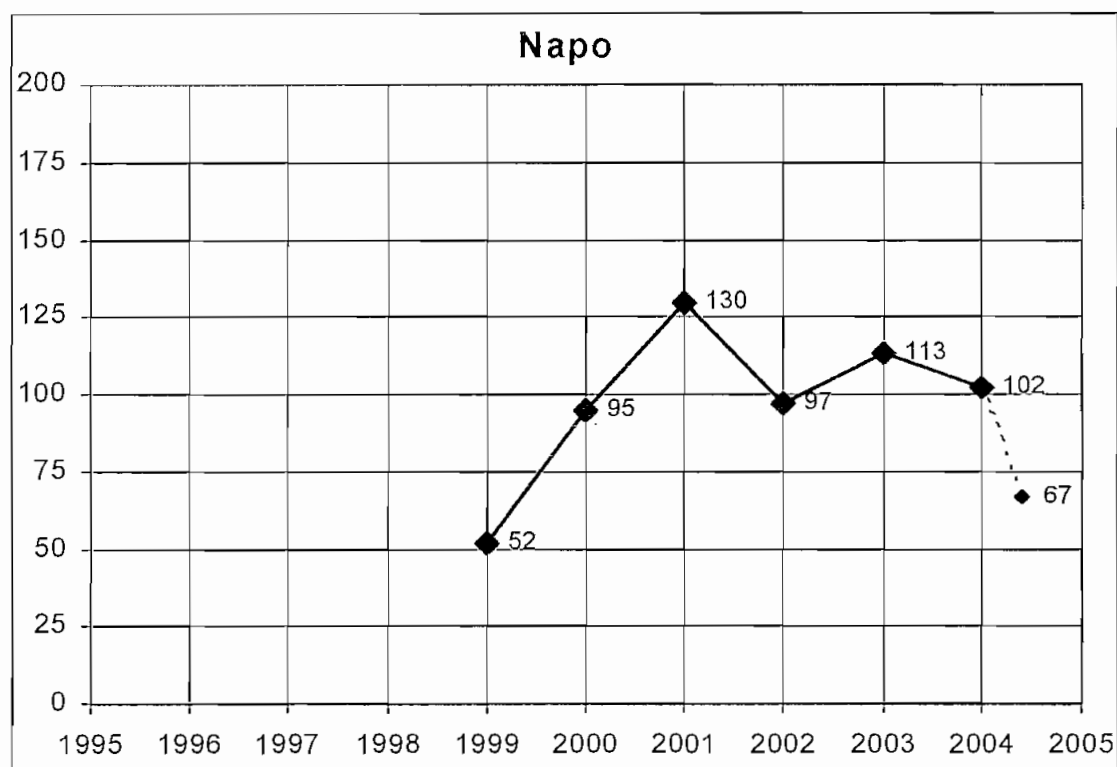


Gráfico 1.17A. Robos a Domicilios.

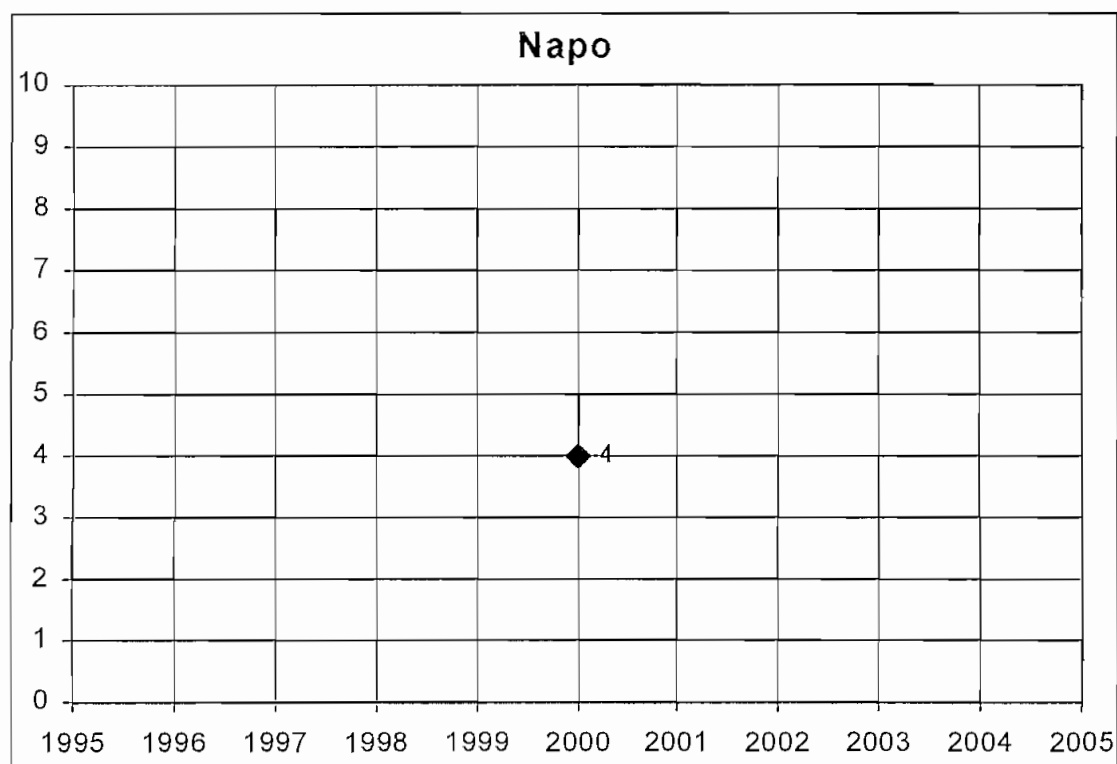


Gráfico 1.17B. Robos a Locales Comerciales.

1.2.5.16. Carchi.

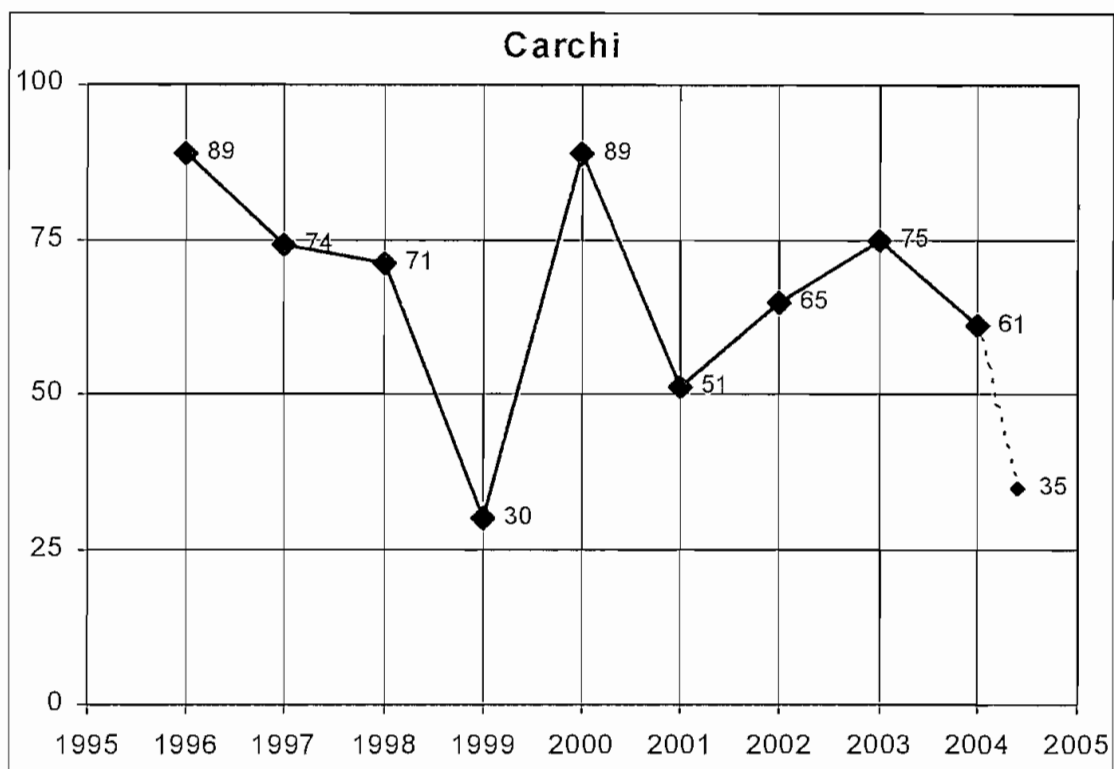


Gráfico 1.18A. Robos a Domicilios.

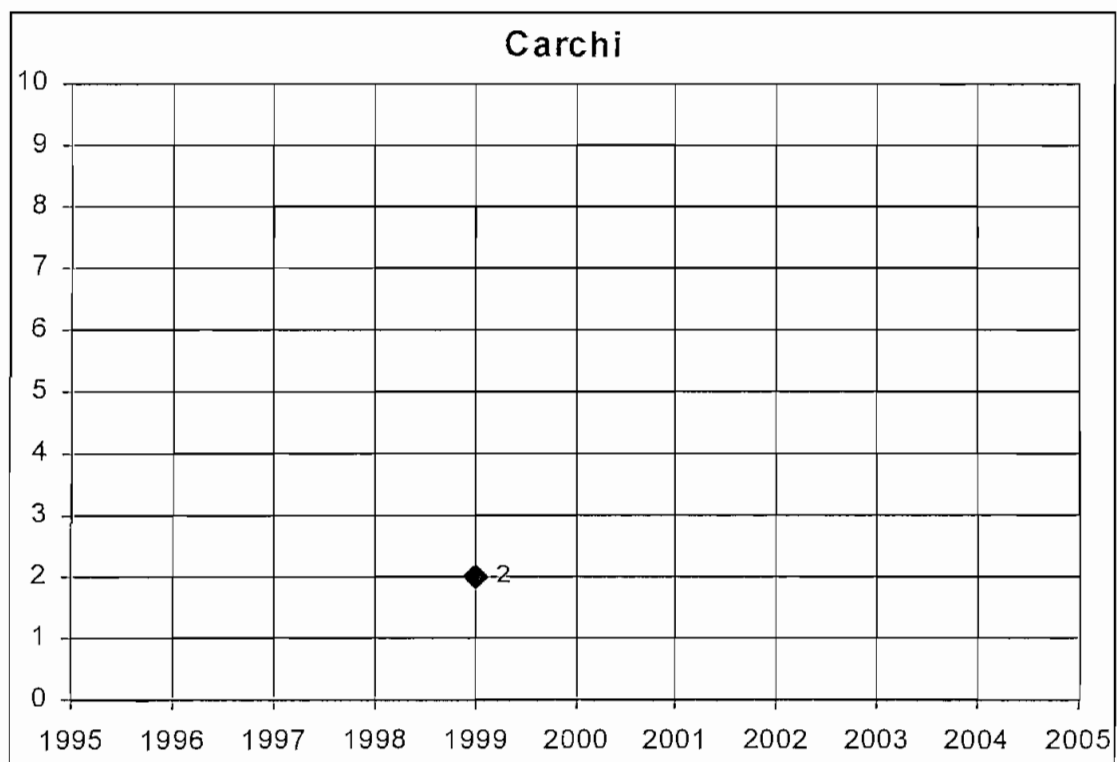


Gráfico 1.18B. Robos a Locales Comerciales.

1.2.5.17. Orellana.

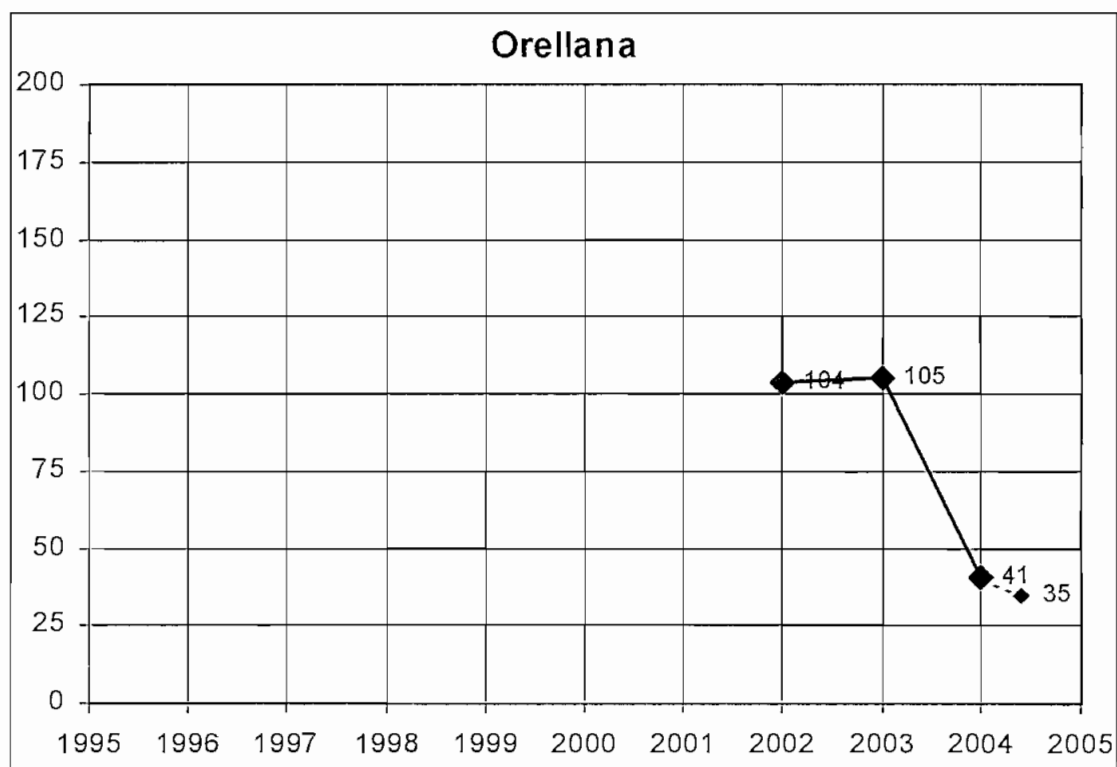


Gráfico 1.19A. Robos a Domicilios.

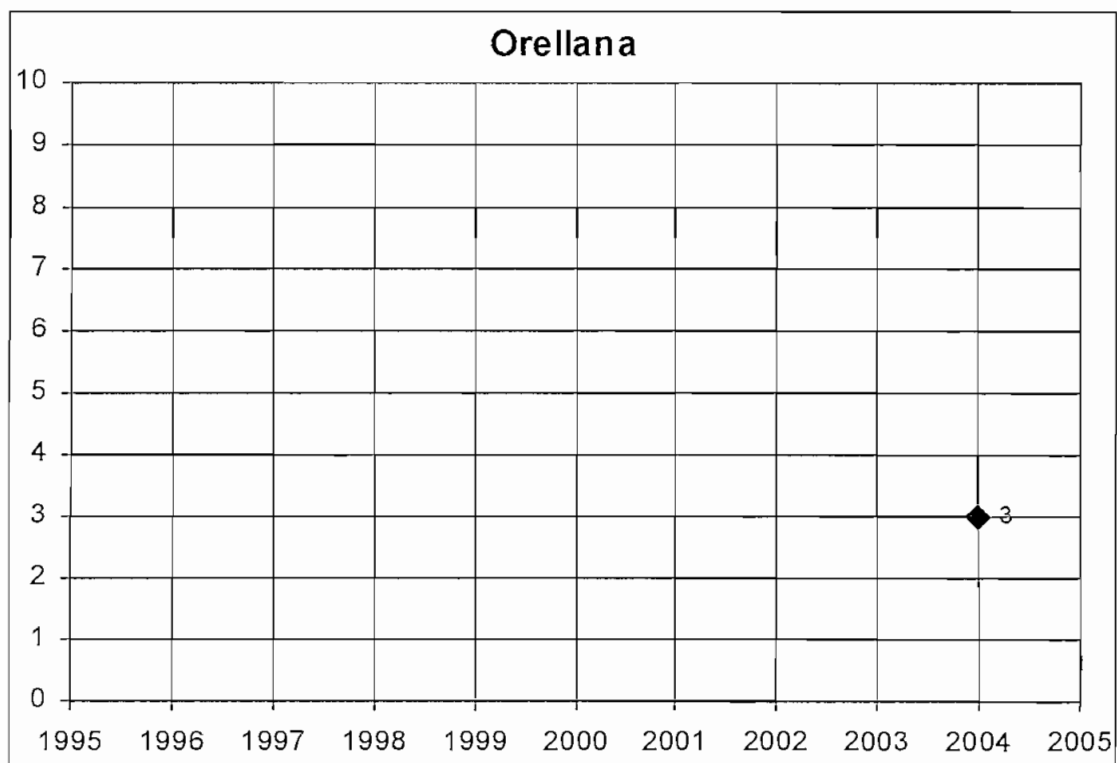


Gráfico 1.19B. Robos a Locales Comerciales.

1.2.5.18. Bolívar.

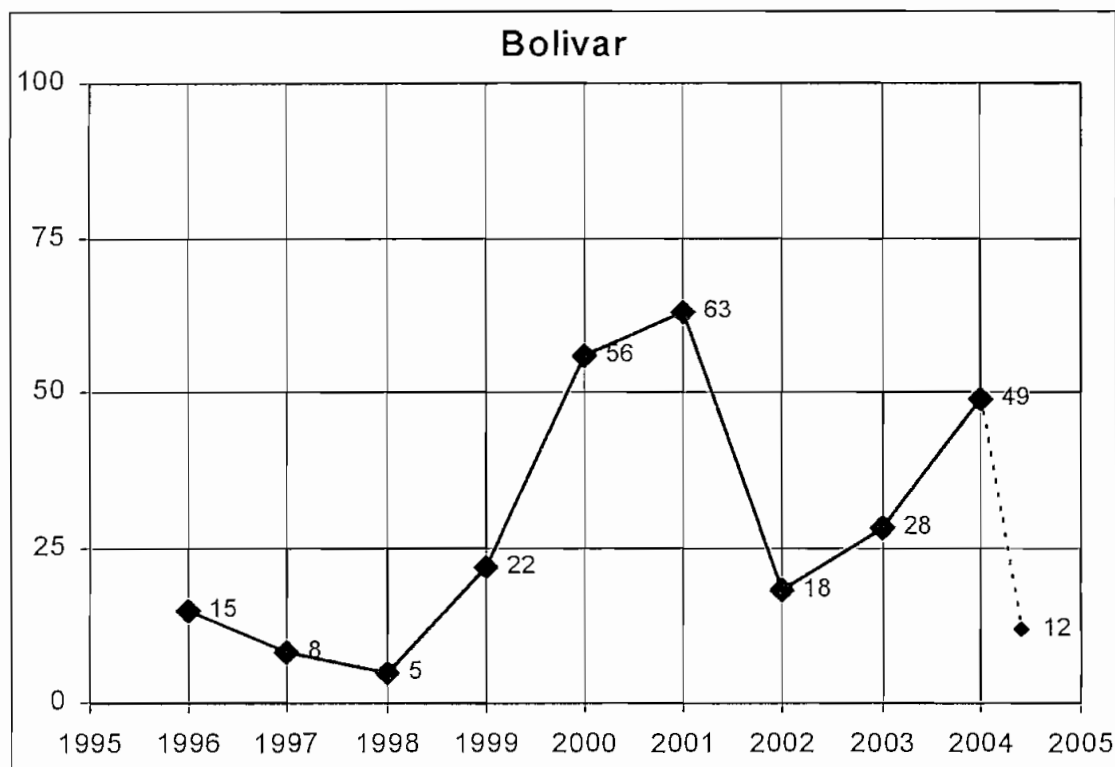


Gráfico 1.20A. Robos a Domicilios.

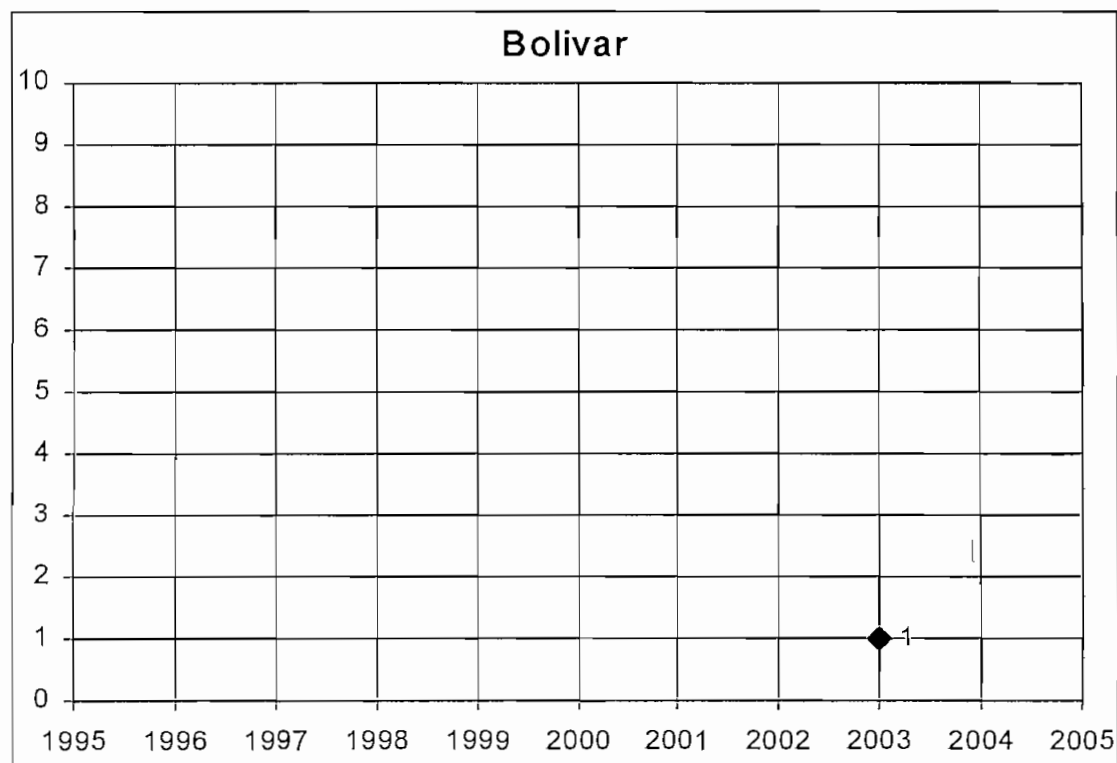


Gráfico 1.20B. Robos a Locales Comerciales.

1.2.5.19. Morona Santiago.

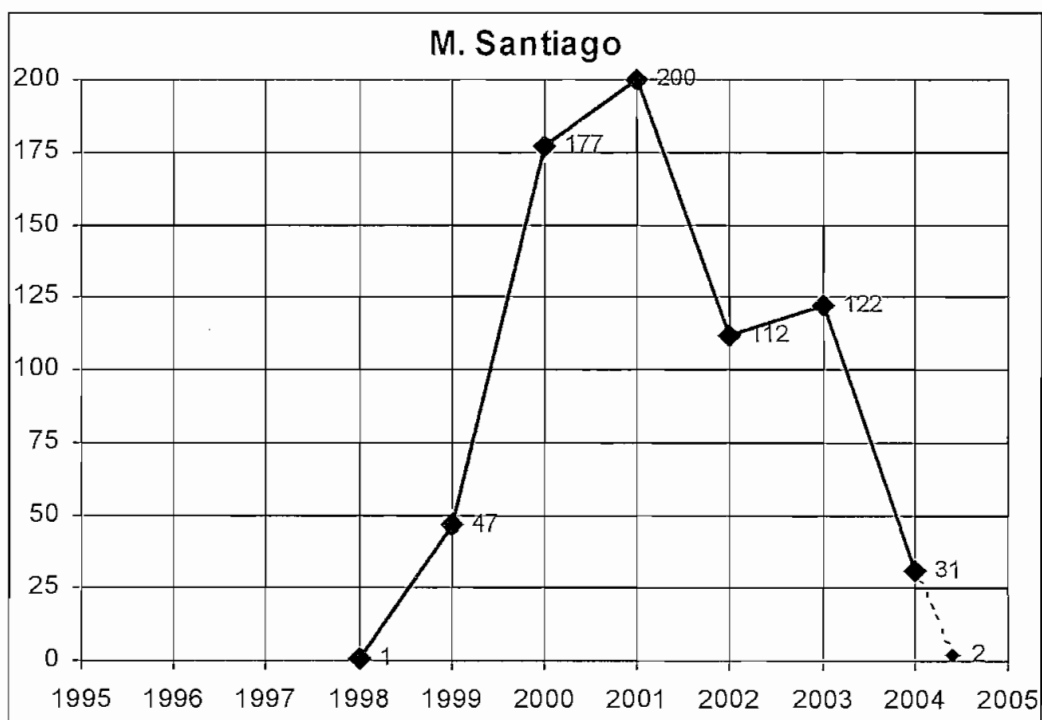


Gráfico 1.21. Robos a Domicilios.

1.2.5.20. Cañar.

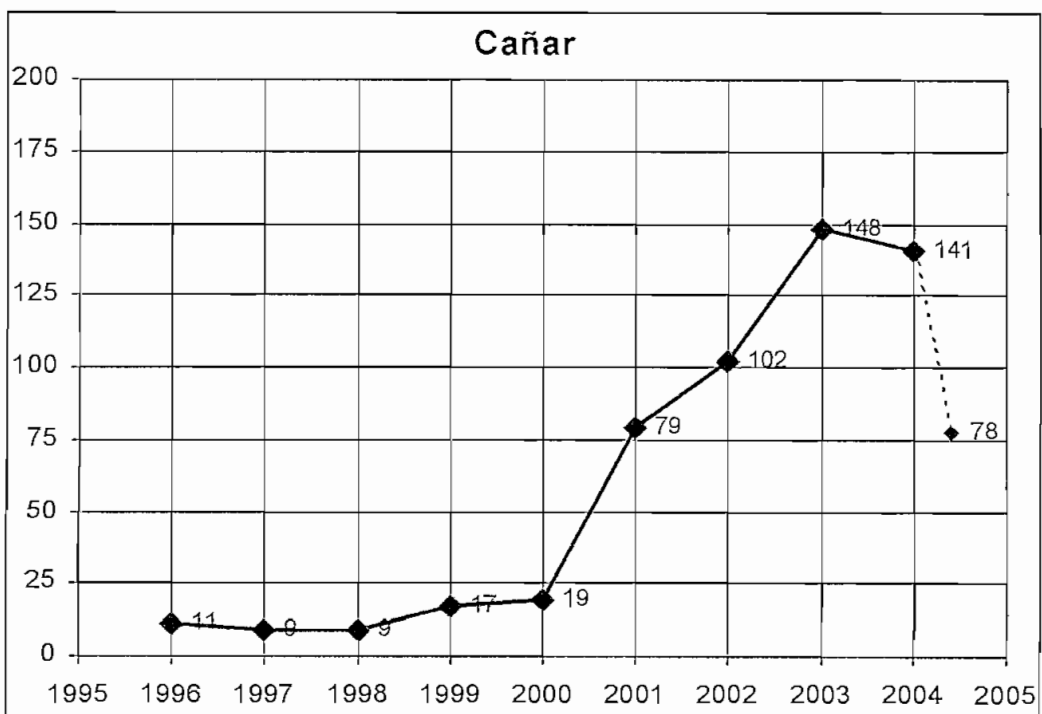


Gráfico 1.22. Robos a Domicilios.

1.2.5.21. Zamora Chinchipe.

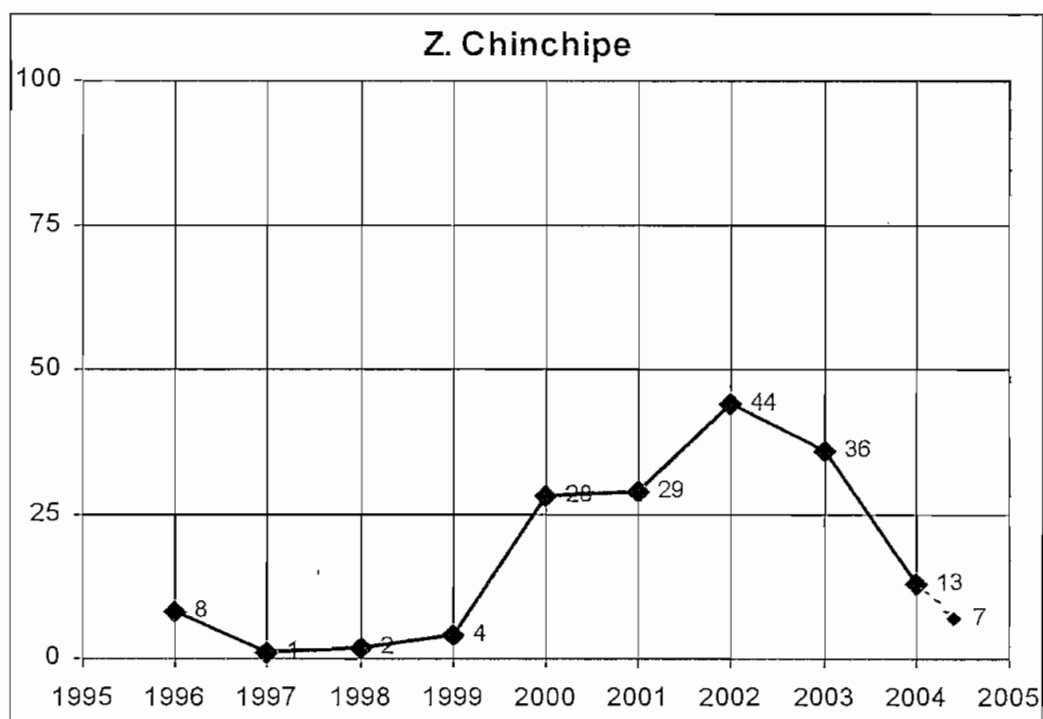


Gráfico 1.23. Robos a Domicilios.

1.2.5.22. Galápagos.

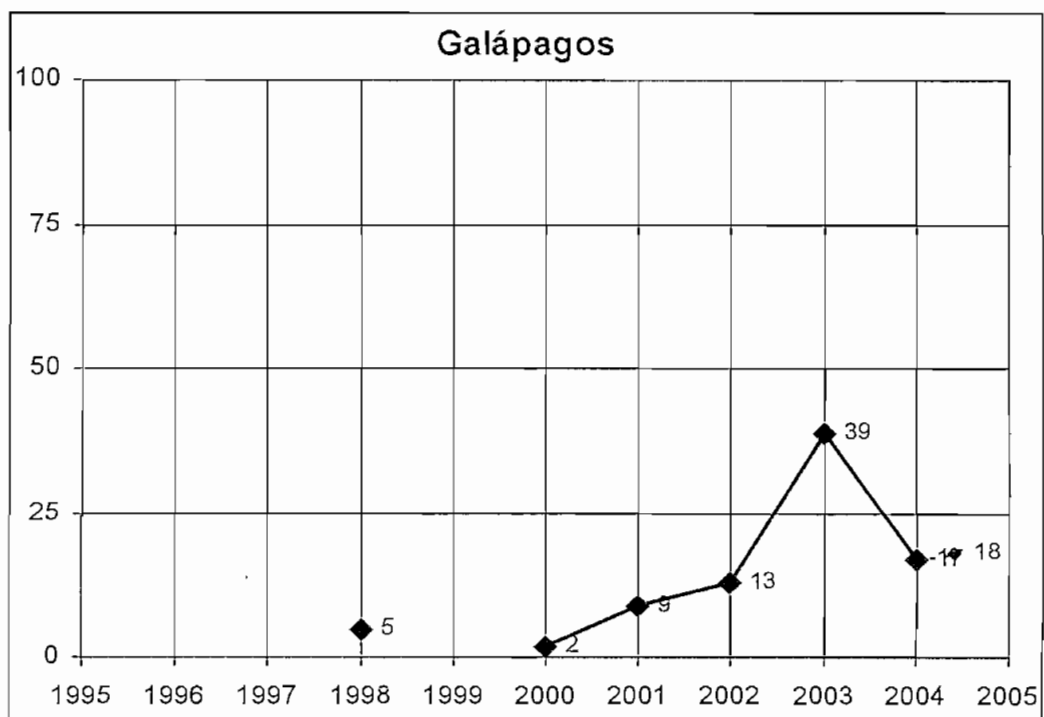


Gráfico 1.24. Robos a Domicilios.

1.2.6. DATOS TOTALES A NIVEL NACIONAL.

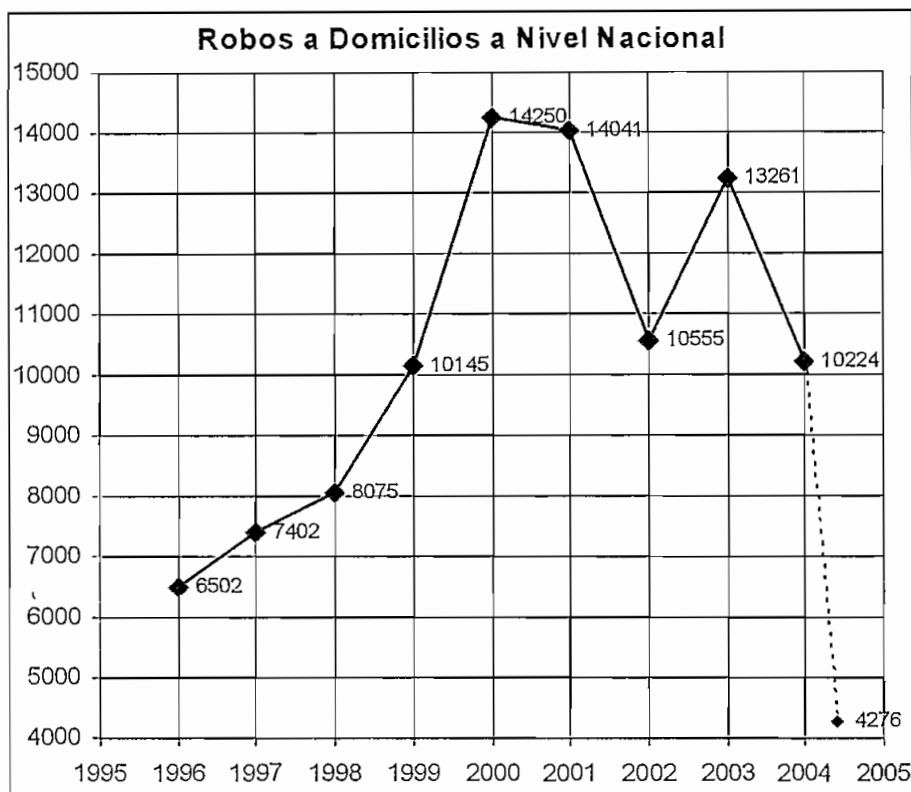


Gráfico 1.25A. Robos a Domicilios a Nivel Nacional.

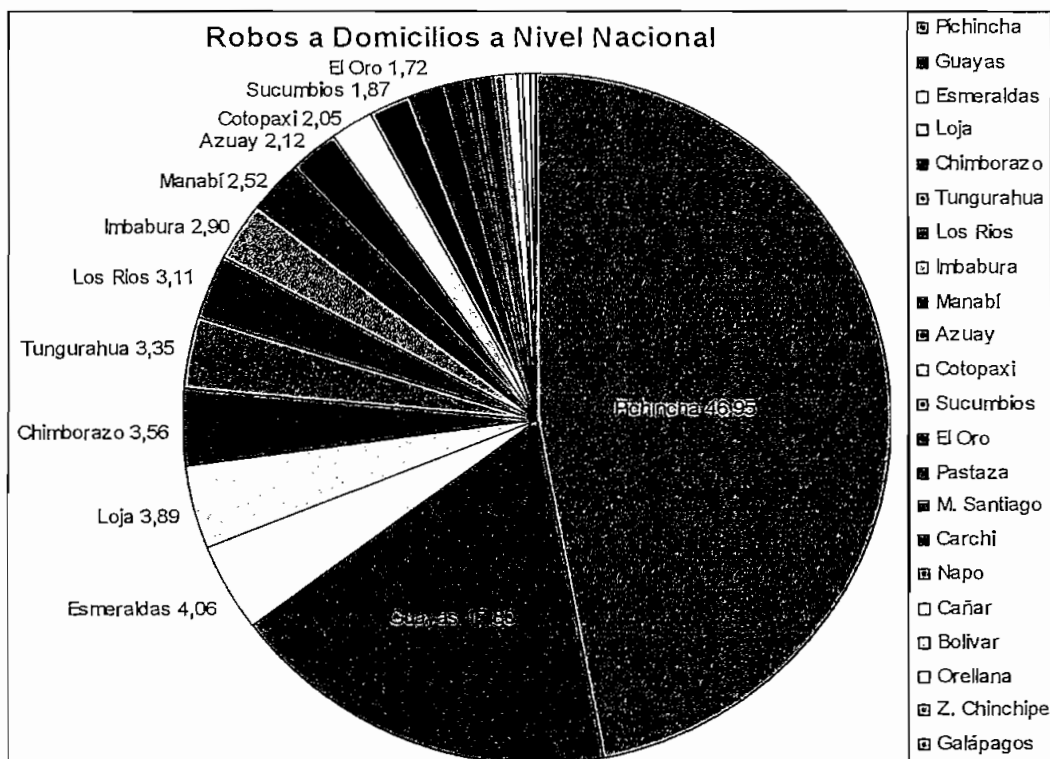


Gráfico 1.25B. Robos a Domicilios a Nivel Nacional.

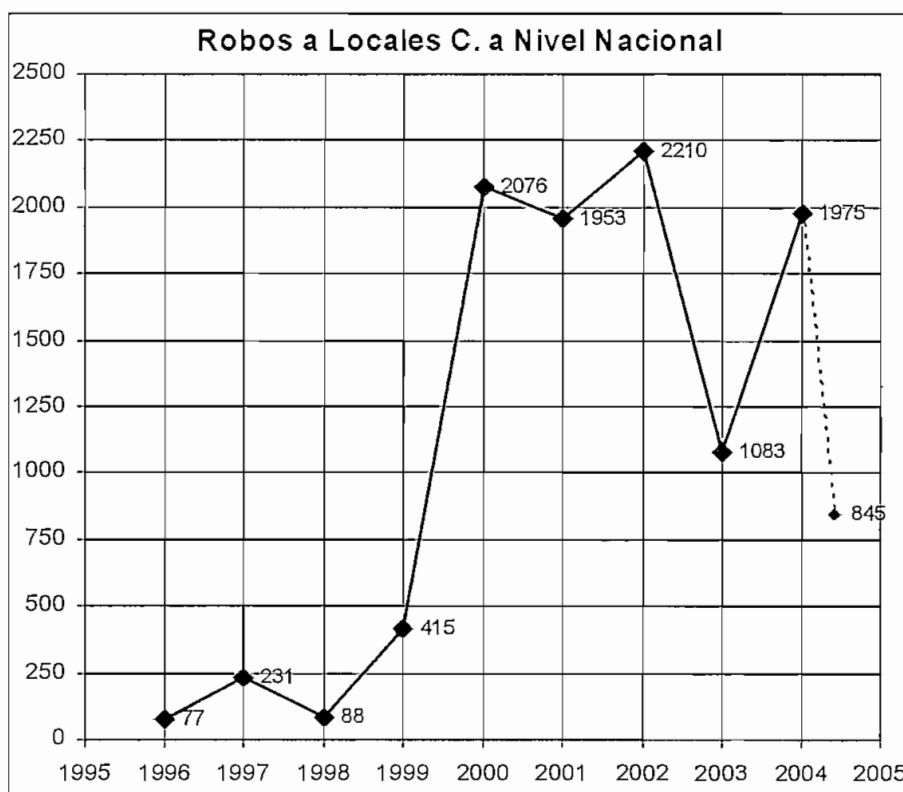


Gráfico 1.26A. Robos a Locales C. a Nivel Nacional.

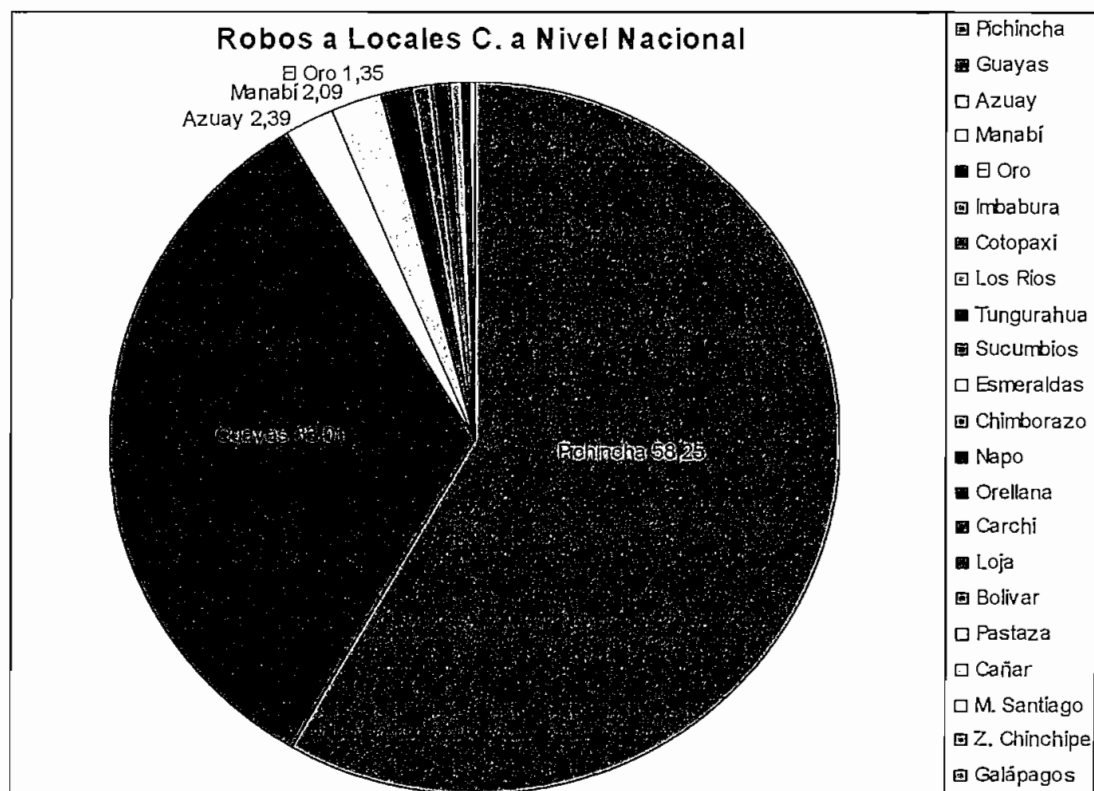


Gráfico 1.26B. Robos a Locales C. a Nivel Nacional.

1.2.7. RESUMEN DE PORCENTAJES DE ROBOS A NIVEL NACIONAL.

PROVINCIA	% DOMICILIOS	% LOCALES C.
Pichincha	46,16	55,01
Guayas	18,24	34,92
Manabí	2,63	2,6
Azuay	2,15	2,73
Esmeraldas	4,06	0,06
Imbabura	2,95	0,94
Loja	3,88	0,01
Los Ríos	3,1	0,56
Chimborazo	3,57	0,05
Tungurahua	3,31	0,18
El Oro	1,77	1,6
Cotopaxi	2,05	1,11
Sucumbíos	1,85	0,12
Pastaza	0,79	0,02
Napo	0,66	0,04
M. Santiago	0,7	0
Carchi	0,65	0,02
Cañar	0,62	0
Orellana	0,29	0,03
Bolívar	0,28	0,01
Z. Chinchipe	0,17	0
Galápagos	0,1	0

Tabla 1.1. Porcentajes de robos a nivel nacional.

1.2.8. CÁLCULO DE MEDIDAS ESTADÍSTICAS O ESTADÍSTICOS.

Para los siguientes cálculos no se tomó en cuenta los datos del año 2004 porque no son de un año completo. No se calcula percentiles.

Para el cálculo de:

Medidas de localización: Media, Mediana, Moda y Media simétricamente segada al 10%.

Medidas de dispersión: Desviación estándar, Rango, Rango intercuartil, Cuartiles, Desviación absoluta de la mediana y Quintiles.

Es primordial ordenar los datos en forma ascendente. A continuación se muestra los datos ordenados y en forma de cuadros para cada provincia y a nivel nacional.

Datos ordenados de robos a domicilios desde 1995 hasta 2003.

Domicilios	Menor									Mayor
Pichincha	3228	3385	4034	4204	4306	5034	6127	6233	7791	
Guayas	1067	1331	1368	1407	1436	1662	2135	2467	3938	
Esmeraldas	2	2	24	319	409	417	650	747	1267	
Loja	91	251	299	347	380	409	490	645	763	
Chimborazo	227	298	302	351	353	384	408	486	555	
Tungurahua	252	263	310	312	313	316	352	441	606	
Los Ríos	11	18	18	101	297	470	580	612	829	
Imbabura	215	229	249	296	324	337	345	357	383	
Manabí	40	46	78	88	137	338	513	553	588	
Azuay	16	58	72	90	118	260	292	503	593	
Cotopaxi	99	162	168	178	195	254	261	293	327	
Sucumbíos	0	28	31	46	185	258	314	390	519	
El Oro	3	60	63	109	112	180	225	417	452	
Pastaza	0	1	1	32	65	79	123	161	233	
M. Santiago	0	0	1	31	47	112	122	177	200	
Carchi	30	51	61	65	71	74	75	89	89	
Napo	0	0	0	52	95	97	102	113	130	
Cañar	9	9	11	17	19	79	102	141	148	
Bolívar	5	8	15	18	22	28	49	56	63	
Orellana	0	0	0	0	0	0	41	104	105	
Z. Chinchipe	1	2	4	8	13	28	29	36	44	
Galápagos	0	0	0	2	5	9	13	17	39	
Nacional	6502	7402	8075	10145	10224	10555	13261	14041	14250	

Tabla 1.2. Datos ordenados de robos a domicilios 1995 - 2003.

Datos ordenados de robos a locales comerciales desde 1995 hasta 2003.

Locales C.	Menor									Mayor
Pichincha	0	0	42	53	537	571	1000	1785	1900	
Guayas	77	88	138	162	187	284	350	1001	1050	
Azuay	0	0	0	0	0	3	29	59	151	
Manabí	0	0	0	0	0	4	14	69	124	
El Oro	0	0	0	1	3	15	16	39	62	
Imbabura	0	0	0	3	7	13	19	27	27	
Cotopaxi	0	0	0	0	3	11	13	14	54	
Los Ríos	0	0	0	0	0	0	2	7	39	
Tungurahua	0	0	0	0	1	4	4	4	6	
Sucumbíos	0	0	0	0	0	0	0	1	12	
Esmeraldas	0	0	0	0	0	0	1	2	3	
Chimborazo	0	0	0	0	0	0	1	1	3	
Napo	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
Orellana	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
Carchi	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
Loja	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Bolívar	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Pastaza	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Cañar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
M. Santiago	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Z. Chinchipe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Galápagos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nacional	77	88	231	415	1083	1953	1975	2076	2210	

Tabla 1.3. Datos ordenados de robos a locales comerciales 1995 - 2003.

Resumen de valores estadísticos por provincia y a nivel nacional.

Domicilios	Media	Mediana	Moda	Media Segada	Desviación Estándar	Cuartil Inferior	Cuartil Superior	Rango	Rango Intercuartil	DAM	Quintil q1	Quintil q2	Quintil q3	Quintil q4
Pichincha	4926,89	4306	0	5139,25	1513,68	4034	6127	4563	2093	921	3385	4204	4306	6127
Guayas	1867,89	1436	0	1988,00	889,98	1368	2135	2871	767	226	1331	1407	1436	2135
Esmeraldas	426,33	409	2	479,38	417,35	24	650	1265	626	338	2	319	409	650
Loja	408,33	380	0	448,00	203,24	299	490	672	191	110	251	347	380	490
Chimborazo	373,78	353	0	392,13	100,06	302	408	328	106	55	298	351	353	408
Tungurahua	351,67	313	0	364,13	109,85	310	352	354	42	39	263	312	313	352
Los Ríos	326,22	297	18	365,63	308,32	18	580	818	562	279	18	101	297	580
Imbabura	303,89	324	0	315,00	60,06	249	345	168	96	33	229	296	324	345
Manabí	264,56	137	0	292,63	233,28	78	513	548	435	97	46	88	137	513
Azuay	222,44	118	0	248,25	207,07	72	292	577	220	102	58	90	118	292
Cotopaxi	215,22	195	0	229,75	72,89	168	261	228	93	59	162	178	195	261
Sucumbios	196,78	185	0	221,38	185,81	31	314	519	283	154	28	46	185	314
El Oro	180,11	112	0	202,25	158,61	63	225	449	162	68	60	109	112	225
Pastaza	77,22	65	1	86,88	81,52	1	123	233	122	64	1	32	65	123
M. Santiago	76,67	47	0	86,25	78,28	1	122	200	121	47	0	31	47	122
Carchi	67,22	71	89	71,88	18,58	61	75	59	14	10	51	65	71	75
Napo	65,44	95	0	73,63	53,23	0	102	130	102	35	0	52	95	102
Cañar	59,44	19	9	65,75	58,69	11	102	139	91	10	9	17	19	102
Bolívar	29,33	22	0	32,38	21,41	15	49	58	34	14	8	18	22	49
Orellana	27,78	0	0	31,25	45,52	0	41	105	41	0	0	0	0	41
Z. Chinchipe	18,33	13	0	20,50	16,15	4	29	43	25	12	2	8	13	29
Galápagos	9,44	5	0	10,63	12,68	0	13	39	13	5	0	2	5	13
Nacional	10495,00	10224		10994,13	1411,79	8075	13261	7748	5186	2822	7402	10145	10224	13261

Tabla 1.4. Valores estadísticos de domicilios, por provincia y a nivel nacional.

Resumen de valores estadísticos por provincia y a nivel nacional.

Locales	Media	Mediana	Moda	Media Segada	Desviación Estándar	Cuartil Inferior	Cuartil Superior	Rango	Rango Intercuartil	DAM	Quintil q1	Quintil q2	Quintil q3	Quintil q4
Comerciales														
Pichincha	654,22	537	0	736,00	755,24	42	1000	1900	958	495	0	53	537	1000
Guayas	370,78	187	0	407,50	381,49	138	350	973	212	99	88	162	187	350
Azuay	26,89	0	0	30,25	50,78	0	29	151	29	0	0	0	0	29
Manabí	23,44	0	0	26,38	43,88	0	14	124	14	0	0	0	0	14
El Oro	15,11	3	0	17,00	21,80	0	16	62	16	3	0	1	3	16
Imbabura	10,67	7	0	12,00	11,30	0	19	27	19	7	0	3	7	19
Cotopaxi	10,56	3	0	11,88	17,35	0	13	54	13	3	0	0	3	13
Los Ríos	5,33	0	0	6,00	12,84	0	2	39	2	0	0	0	0	2
Tungurahua	2,11	1	0	2,38	2,37	0	4	6	4	1	0	0	1	4
Sucumbios	1,44	0	0	1,63	3,97	0	0	12	0	0	0	0	0	0
Esmeraldas	0,67	0	0	0,75	1,12		1	3	1	0	0	0	0	1
Chimborazo	0,56	0	0	0,63	1,01	0	1	3	1	0	0	0	0	1
Napo	0,44	0	0	0,50	1,33	0	0	4	0	0	0	0	0	0
Orellana	0,33	0	0	0,38	1,00	0	0	3	0	0	0	0	0	0
Carchi	0,22	0	0	0,25	0,67	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Loja	0,11	0	0	0,13	0,33	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Bolívar	0,11	0	0	0,13	0,33	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Pastaza	0,11	0	0	0,13	0,33	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Cañar	0,00	0	0	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M. Santiago	0,00	0	0	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z. Chinchipe	0,00	0	0	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Galápagos	0,00	0	0	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nacional	1123,11	1083	0	1253,88	933,30	231	1975	2133	1744	892	88	415	1083	1975

Tabla 1.5. Valores estadísticos de locales c., por provincia y a nivel nacional.

CAPITULO 2.

BASES PARA EL DISEÑO.

2.1. DIAGRAMA DE BLOQUES.

Un diagrama de bloques es de gran utilidad y muestra de forma general los procesos que se siguen para que una tarea se realice. En el gráfico 2.1 se muestra el diagrama de bloques completo para el presente proyecto.

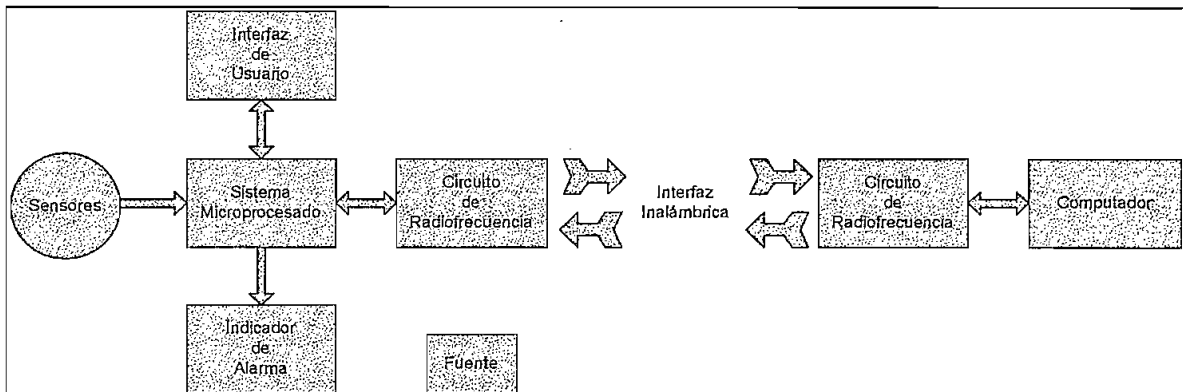


Gráfico 2.1 Diagrama de bloques completo.

2.2. SENSORES.

Los sensores son una parte primordial en este proyecto pues de ellos depende la efectividad. En el mercado existen muchos tipos de sensores que toman en cuenta muchos aspectos externos para no causar una falsa alarma y son de este tipo los que se recomienda usar. Para el presente proyecto se necesita sensores de movimiento, de apertura de puertas y ventanas y de rotura de vidrios. A continuación se describen algunos de ellos.

2.2.1. SENSORES DE MOVIMIENTO.

Los sensores de movimiento son de una amplia variedad y entre ellos se puede encontrar, sensores de proximidad que usan diferentes técnicas de detección, los de luz infrarroja, los de campo magnético, los de ultrasonido e incluso los de cargas electrostáticas, los cuales detectan la presencia de personas en base a las cargas de electricidad estática de las mismas, a través de una antena de pequeñas dimensiones, este es un método, muy confiable y económico, pero fueron desplazados por los detectores por infrarrojo que tienen un excelente rendimiento.

A continuación se revisará brevemente algunos de estos tipos de sensores.

2.2.1.1 Sensor de movimiento por luz infrarroja.

Se basa en la reflexión de la luz infrarroja sobre un objeto, es decir, un diodo emite luz infrarroja que al chocar con algún obstáculo rebota y es captada por un fototransistor.

Las desventajas de este tipo de sensor son:

- La lectura es afectada por la luz solar.
- El objeto debe tener una superficie reflectante para que sea detectado.
- El rango de acción es de pocos centímetros.

A continuación, en el gráfico 2.2, se muestra un sensor de este tipo.

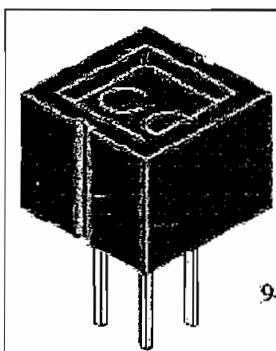


Gráfico 2.2. Sensor Infrarrojo
Marca Vishay Telefunken
Modelo CNY70.

Los más comunes, se los encuentra en locales comerciales y pueden ser usados tanto en interiores como en exteriores (con precauciones), en el gráfico 2.3 se muestra un sensor de este tipo.

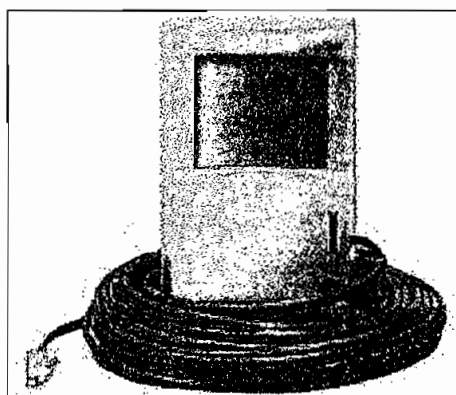


Gráfico 2.3. ALPIR801 Sensor infrarrojo para detección de movimiento.

Se puede tener una falsa alarma provocada por mascotas o animales que invaden la zona protegida. Un ejemplo de los sensores que toman en cuenta este inconveniente es el S110575 y esta especialmente diseñado para distinguir las señales procedentes de los cuerpos humanos mediante un proceso holográfico de las señales recibidas. Se muestra en el gráfico 2.4.



Gráfico 2.4. PIR S110575
PowerMax.

Existen modelos similares de otros fabricantes que cubren áreas en un radio de aproximadamente 15m y un ángulo especificado por el fabricante. Pueden tener:

- Sistema de compensación térmica y óptica (EL-100).
- Combinación de infrarrojos y microondas para eliminar falsas alarmas (EL-7000)
- Transmisor para enlace inalámbrico (5890).
- Batería que pueden durar muchos años.

Estos sensores se muestran en el gráfico 2.5.

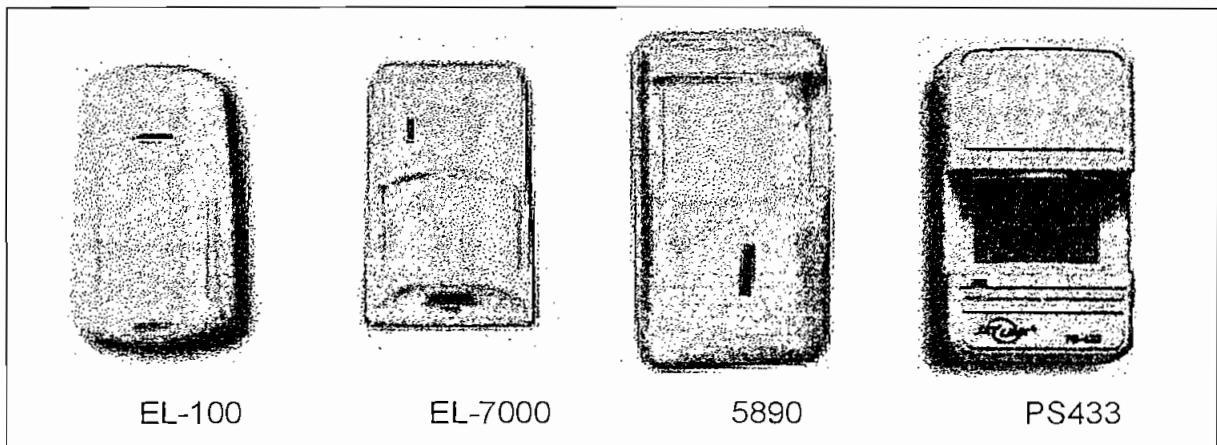


Gráfico 2.5. Sensores Powermax y Skylink

2.2.1.2. Sensor de movimiento por campo magnético.

Lo que en realidad detecta, es el cambio en un campo magnético perpendicular a la superficie del dispositivo y lo traduce a voltaje; usa el efecto Hall para este propósito.

El efecto Hall se basa en la tensión transversal de un conductor que está sometido a un campo magnético. Colocando un voltímetro entre dos puntos de un cable se puede medir esa tensión. Para ello hay que hacer circular por el cable una intensidad fija y acercar un imán. Los electrones que pasan por el cable se verán desplazados hacia un lado, entonces aparece una diferencia de tensión entre los dos puntos del cable. Al separar el imán del cable, la tensión transversal desaparece. Si no existe campo magnético, se dispone de un Voffset para calibrar el valor que se necesite a la salida.

Es necesario amplificar el valor obtenido de la tensión transversal, porque su valor es muy pequeño y dejarlo de acuerdo a lo que se desee medir, por ejemplo, una alta amplificación sirve para medir campos magnéticos muy débiles como el campo magnético de la tierra, mientras que una amplificación baja servirá para imanes permanentes o electroimanes.

Cabe destacar que los metales son más susceptibles de ser detectados.

En el gráfico 2.6 se muestra un sensor de campo magnético.

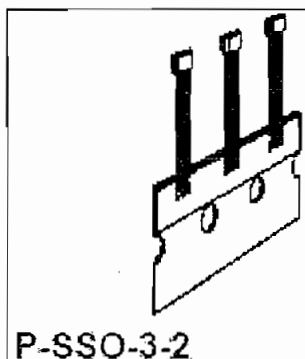


Gráfico 2.6. Sensor de campo magnético
Marca Infineon
Tipo TLExx

Para utilizar este tipo de dispositivos, es necesario un campo magnético, dentro del cual se halle un objeto metálico como una puerta, para detectar su movimiento. Otro tipo es el KMZ10A de Philips.

2.2.1.3. Sensor de movimiento por Ultrasonido.

Se basa en el rebote de las ondas sonoras en un objeto, tal como lo hace un murciélago o un sonar cuando generan un ultrasonido que es enviado al ambiente y que está fuera del alcance del oído humano; en el caso del sensor, las ondas sonoras que rebotan son captadas por un micrófono, luego amplificadas y finalmente se genera la señal de alarma.

No se recomienda el uso de este tipo de sensor si se tiene mascotas, ya que el ultrasonido puede molestarlos. Este tipo de sensores puede ser usado tanto en interiores como en exteriores y si el diseño es compacto se lo puede ocultar en cualquier lugar.

2.2.2 SENSORES DE APERTURA DE PUERTAS Y VENTANAS.

Para determinar si una puerta o ventana se abre, se puede usar sensores como los de luz infrarroja de los cuales ya se habló, o interruptores magnéticos sobre los cuales se expone a continuación.

Estos sensores generalmente están formados por dos partes, una tiene el interruptor al cual se conecta los cables y la otra parte tiene un imán que acciona al interruptor. Los fabricantes han diseñado estos interruptores de acuerdo al lugar en el cual serán colocados, los hay grandes, como los que se encuentran en puertas Lárfor, instalados en el piso, cubiertos de metal para hacerlos resistentes a golpes y pisadas; o los hay también pequeños que por lo general se instalan en las partes superiores de las puertas. Algunos fabricantes los han hecho inalámbricos para eliminar el cableado como el PowerMax S110945 o el Skylink WT433. En el gráfico 2.7 se muestra algunos de estos tipos de sensores.

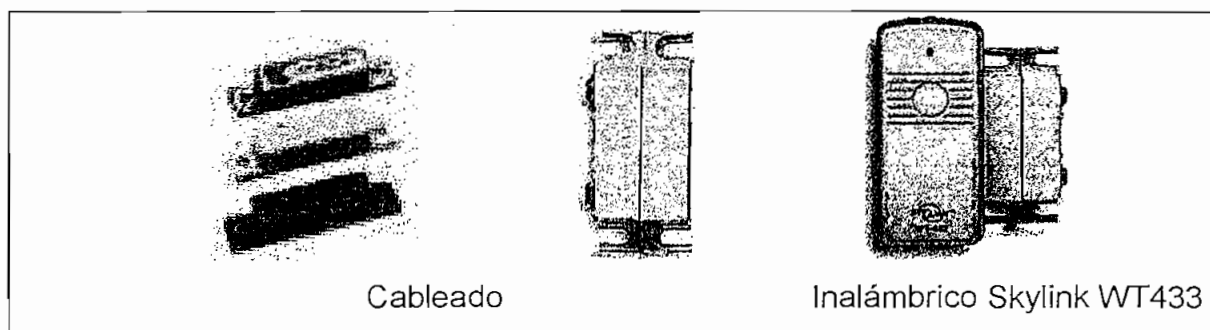


Gráfico 2.7. Interruptores magnéticos.

2.2.3 SENSORES DE ROTURA DE VIDRIOS.

Para detectar la ruptura de un vidrio, se puede usar sensores como los de vibración, los cuales detectan la vibración del vidrio al ser roto, para esto, el sensor, puede utilizar láminas metálicas, unas más blandas que otras, o incluso existen sensores que captan el sonido de un vidrio al romperse y lo filtran del sonido ambiental.

Otra forma es a través de sensores que utilizan el principio del péndulo, estos generalmente detectan los golpes y las vibraciones.

No se recomienda el uso de sensores de vibración ya que se puede dar una falsa alarma cuando un camión pasa cerca.

Un ejemplo es el PowerMax S110942 con una cobertura de 6m de radio y operación por pilas. Su representación se muestra en el gráfico 2.8.



Gráfico 2.8. PowerMax S110942

Otro ejemplo es el modelo 5849/5850 para detección de ruptura de cristales por sonido o intento de ruptura por impacto; este aparato detecta el sonido y las ondas de choque asociadas con la ruptura del cristal para generar una alarma y además posee un transmisor dual inalámbrico. Se muestra en el gráfico 2.9.

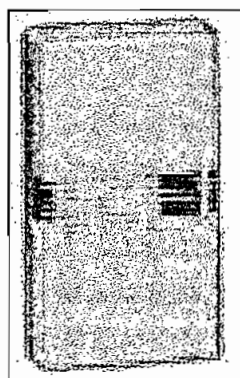


Gráfico 2.9. Modelo 5849/5850

El detector de ruptura de cristal por audio, Ademco 9500, es programable por DIP switch para configurar la dirección del módulo y tiene un rango de 60cm. Solo funciona con sistemas Ademco. Su representación en el gráfico 2.10.

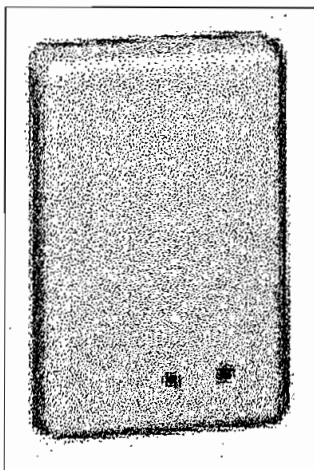


Gráfico 2.10. Ademco 9500

El modelo S110942 de PowerMax es de uso interior y resulta muy útil en grandes habitaciones, tiene una cobertura de 6m de radio, pero solo funciona con sistemas PowerMax.

Otro detector de vibraciones y movimientos es el Skylink VS433 con un rango de cobertura de 30m. Su representación en el gráfico 2.11.

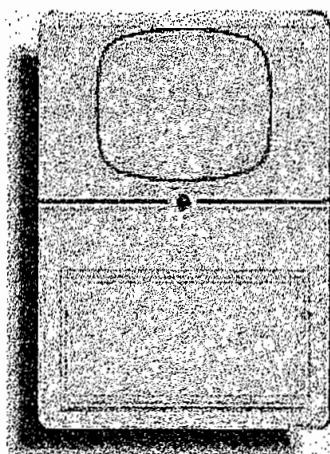


Gráfico 2.11. Skylink VS433

Los sensores que utilizan sonido constan de un micrófono, un filtro pasa altos y una o más etapas amplificadoras, de las cuales la última trabaja en corte y saturación para dar niveles lógicos.

2.3. INTERFAZ DE USUARIO.

La interfaz de usuario, es de fácil uso, lo más sencilla posible, capaz de ser usada de forma intuitiva por personas que no conocen el funcionamiento del sistema o que no han sido capacitadas.

2.3.1 DISPLAY LCD

A continuación se describe algunos aspectos de importancia para el uso del Display de la marca OPTREX modelo 16204.

Algunas características de este dispositivo son:

- Representación de caracteres mediante 5x7, 5x8 o 5x11 puntos.
- Interfaz de 4 u 8 bits.
- Generador de caracteres por ROM y RAM.
- Amplia variedad de comandos que puede ejecutar.
- 2 filas de 16 caracteres.

La asignación de terminales se muestra en la tabla 2.1.

Pin Number	Symbol
1	V _{ss}
2	V _{cc}
3	V _{sa}
4	RS
5	R/W
6	E
7	DB0
8	DB1
9	DB2
10	DB3
11	DB4
12	DB5
13	DB6
14	DB7

Tabla 2.1. Terminales para Display LCD. Optrex 16204

Las líneas DB0 a DB7 son entradas/salidas, de DB4 a DB7 son los bits más significativos en una interfaz de 8 bits y los únicos usados con interfaz de 4 bits, los demás (DB0 a DB3) deben ser conectados a tierra. DB7 también puede ser usado como bandera de ocupado.

La habilitación (Enable) es una señal para empezar la operación de lectura o escritura de datos según se especifique en la línea R/W.

RS es el selector de registro ya sea de instrucciones o de datos.

Vee, es el terminal para suministrar voltaje al circuito "driver" del display y se lo usa como control de contraste cuando se lo conecta a un potenciómetro.

Antes de ser usado debe ser inicializado, esto se puede hacer de dos formas, mediante hardware o software y sirve para especificar la forma en la que ha de operar el display, es decir:

- La configuración de la función: número de bits de interfase, filas habilitadas para mostrar mensajes y tamaño de la fuente.
- La configuración del control del display: tipo de cursor y parpadeo.
- El modo de entrada de datos: incremento automático de la dirección de memoria en la que se almacena cada caracter enviado al display y el desplazamiento de los caracteres en pantalla.

El LCD OPTREX 16204 tiene dos tipos de registros, uno de instrucciones y otro para los datos a ser representados. El registro de instrucciones es solo de escritura, es decir, solo para recibir instrucciones o para especificar direcciones del registro de datos. El registro de datos está compuesto por la "Display Data RAM" (DD RAM) de 80 bytes para 80 caracteres normales y la "Character Generator RAM" (CG RAM) de 64 bytes para 8 caracteres personalizados de 5x7 o 4 caracteres de 5x10.

La RAM de datos, es aquella en la cual se almacena los códigos ASCII de los caracteres a ser mostrados. La RAM generadora de caracteres, es aquella en la cual se puede grabar caracteres personalizados para luego ser mostrados como parte del mensaje.

Para dar un comando al display es necesario poner un 0 lógico tanto a RS como a R/W; y en las líneas DB0 a DB7 el comando.

Para escribir un caracter en el display es necesario poner un 1 lógico en RS y un 0 lógico en R/W, con el caracter en las líneas DB0 a DB7.

Si la interfaz es de 4 bits es necesario enviar cada nibble del byte por separado, es decir, primero el más significativo y luego el menos significativo, tanto para instrucciones como para caracteres y sin cambiar los valores de RS y R/W.

El display posee una memoria ROM en la cual se encuentra almacenada una amplia gama de caracteres o símbolos predeterminados.

2.3.2. EL TECLADO.

A través del teclado se interactúa con el sistema, este dispositivo es un conjunto de interruptores o pulsadores ordenados por filas y columnas.

La lectura se lo puede hacer por software o por hardware.

2.3.2.1 Lectura del teclado por software.

Se lo hace por medio de escritura y lectura, a continuación se describe una forma de hacerlo:

1. Se habilita una fila o columna con un 0L; a las demás líneas, tanto filas como columnas, se entrega un 1L.
2. Se lee las líneas que tenían asignado un 1L esperando un cambio a 0L en alguna de ellas.
3. Si no hay cambio, se pasa a habilitar la siguiente fila o columna
4. Si existe un cambio, se debe esperar un tiempo hasta que cesen los rebotes.
5. Se repite nuevamente los pasos 1 y 2 para verificar la tecla presionada.
6. Si lo anterior se cumple, se identifica la tecla presionada mediante la línea habilitada y la línea que cambió.
7. Esperar hasta que la tecla sea liberada.

En el presente proyecto se lee el teclado por programa.

2.3.2.2. Lectura del teclado por hardware.

Se lo puede hacer a través del integrado 74C922 para teclados de 16 teclas y solo necesita capacitores externos para eliminar rebotes y determinar la frecuencia de barrido. Indica cuando una tecla ha sido presionada por medio del terminal "Data Available" y posee un registro interno que recuerda la última tecla presionada.

2.3.2.3 Eliminación de Rebotes.

La eliminación de rebotes se lo puede hacer por medio de un condensador y una resistencia o con un circuito en base a flip-flop, esta última opción resulta ser la mejor puesto que se considera a toda la circuitería como un interruptor ideal.

En el teclado es común que una tecla rebote al ser presionada, si el contacto es metálico se tiene un rebote mecánico.

Una aproximación de rebote mecánico se muestra en el gráfico 2.12

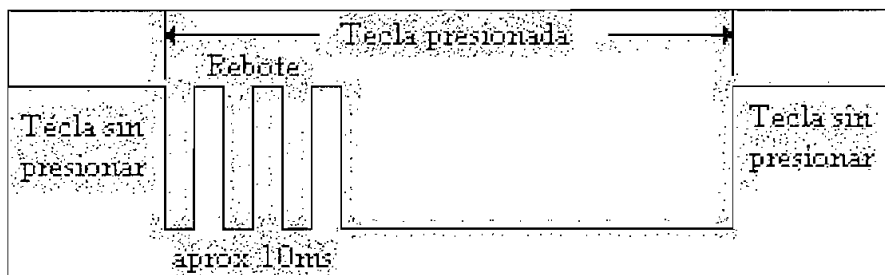


Gráfico 2.12. Aproximación del rebote mecánico.

2.4. INDICACIÓN DE ALARMA.

Para notificar que una alarma se ha producido, se lo puede hacer por medio de una señal luminosa o audible.

Si la señal es audible, la mejor opción es una sirena, el sonido producido puede ser escuchado a varios metros; no se recomienda el uso de aquellas para automóvil pues es tan común escucharlas en las calles que se las puede pasar por alto y no es un auto lo que se está vigilando, sino un departamento.

En el mercado se puede encontrar sirenas de 12V-DC o de 110V-AC, se recomienda las de 12 voltios para que puedan funcionar con la batería de respaldo de la fuente de voltaje.

En el gráfico 2.13 se muestra un modelo de sirena.



Gráfico 2.13. Sirena.

2.5. SISTEMA MICROPROCESADO.

Consta de un microcontrolador Atmel 89C52, al cual se conectará, los sensores, el circuito para interfaz de usuario, los indicadores de alarma y el circuito de radio frecuencia. Posee 8KB de memoria Flash Rom. Se debe conectar resistores de pull-up en el puerto 0, los demás puertos poseen pull-up interna. Se recomienda el uso de un cristal de 11.0592Mhz puesto que se trabajará con comunicación serial.

La distribución de terminales se muestra en el gráfico 2.14.

P1.0	1	40	VCC
P1.1	2	39	P0.0 (AD0)
P1.2	3	38	P0.1 (AD1)
P1.3	4	37	P0.2 (AD2)
P1.4	5	36	P0.3 (AD3)
P1.5	6	35	P0.4 (AD4)
P1.6	7	34	P0.5 (AD5)
P1.7	8	33	P0.6 (AD6)
RST	9	32	P0.7 (AD7)
(RXD) P3.0	10	31	$\overline{E}A/VPP$
(TXD) P3.1	11	30	ALE/PROG
($\overline{INT0}$) P3.2	12	29	PSEN
($\overline{INT1}$) P3.3	13	28	P2.7 (A15)
(T0) P3.4	14	27	P2.6 (A14)
(T1) P3.5	15	26	P2.5 (A13)
(\overline{WR}) P3.6	16	25	P2.4 (A12)
(\overline{RD}) P3.7	17	24	P2.3 (A11)
XTAL2	18	23	P2.2 (A10)
XTAL1	19	22	P2.1 (A9)
GND	20	21	P2.0 (A8)

Gráfico 2.14. Terminales AT89C51/52

El puerto 3 posee otras funciones que se muestran en la tabla 2.2.

Port Pin	Alternate Functions
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	$\overline{INT0}$ (external interrupt 0)
P3.3	$\overline{INT1}$ (external interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 external input)
P3.5	T1 (timer 1 external input)
P3.6	\overline{WR} (external data memory write strobe)
P3.7	\overline{RD} (external data memory read strobe)

Tabla 2.2. Funciones del puerto 3.

- Para resetear el micro es necesario un 1L en el terminal de reset.
- El terminal ALE emite una señal de reloj de 1/16 de la frecuencia del oscilador.
- EA/Vpp debe estar a Vcc para ejecutar el programa interno.
- Los capacitores del cristal deben ser de 30pF.

2.6. CIRCUITO DE RADIO FRECUENCIA.

Los circuitos de radio frecuencia, se basan, en el uso de los integrados de la marca LINX del tipo TXM-xxx, RXM-xxx ($x=315, 418, 433\text{Mhz}$) con modulación ASK; y TR-916 con modulación FSK (en el futuro disponible también en 433 y 868Mhz).

2.6.1. INTEGRADO TRANSMISOR.

En conjunto con su correspondiente receptor, se logra un enlace que cubre hasta 100m y la ventaja de estos circuitos es que no se necesita componentes de RF externos, excepto la antena. Es de montaje superficial.

La velocidad máxima de transferencia de datos es de 5Kbps con una interfaz serial directa. La distribución de terminales se muestra en el gráfico 2.15.

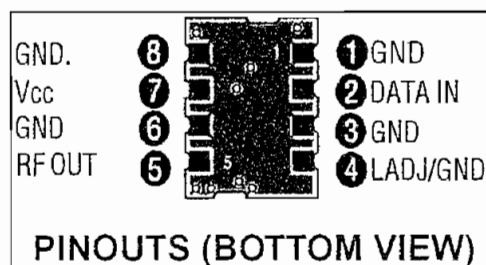


Gráfico 2.15. Distribución de terminales para TXM-xxx

El esquema de conexión para su uso se muestra en el gráfico 2.16.

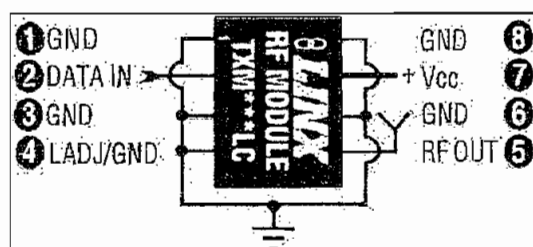


Gráfico 2.16. Esquema de uso para TXM-xxx

El terminal 4 se puede conectar a tierra, si se trabaja con $V_{cc}=3V$; pero si V_{cc} es 5V, se debe conectar a tierra pero a través de un resistor que determinará el nivel de señal en la antena.

La selección del valor de resistencia, de acuerdo al nivel de señal a la salida, se muestra en el gráfico 2.17.

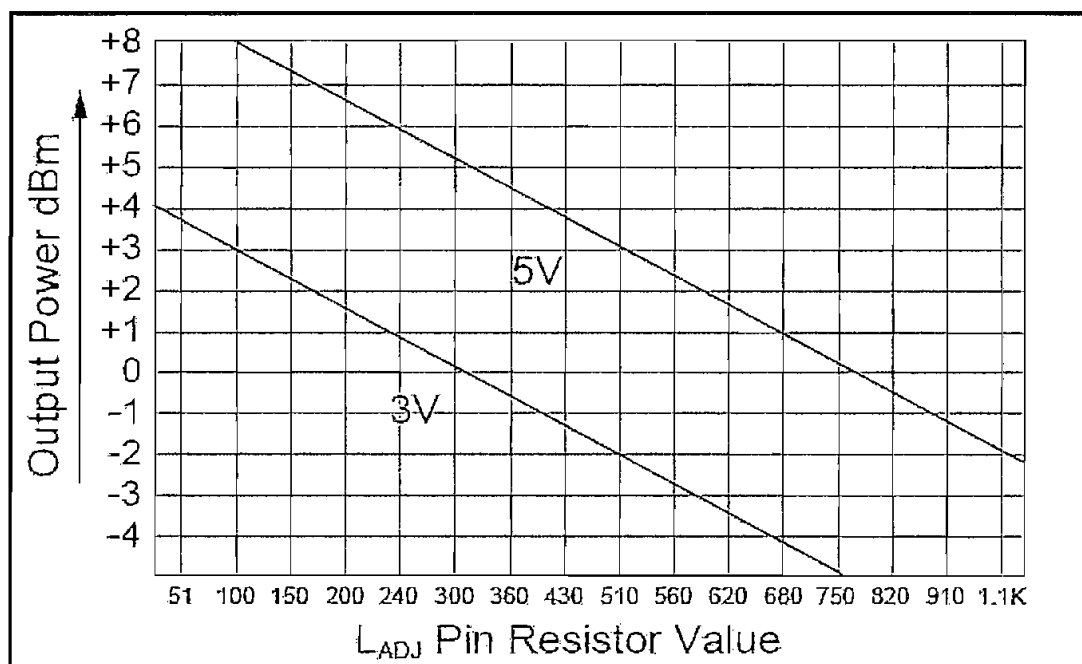


Gráfico 2.17. Potencia de salida Vs Resistencia.

El terminal 5 es la salida de RF y es aquí donde se conecta la antena que debe resonar a la frecuencia indicada en el circuito integrado.

El voltaje de rizado debe ser menor a 20mVpp, en caso contrario se recomienda el uso de un filtro RC como se muestra en el gráfico 2.18.

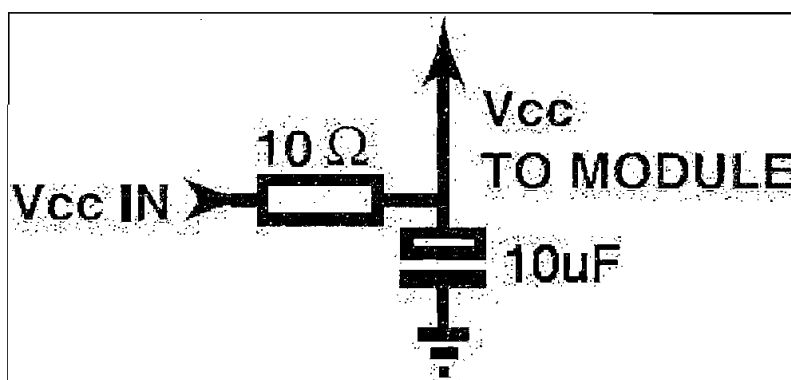


Gráfico 2.18. Filtro para eliminar ruido en V_{cc}

2.6.2. CONSIDERACIONES PARA LA ANTENA.

Se recomienda el uso de una antena de $\frac{1}{4}$ de longitud de onda y ubicada en un lugar lejos de metales y del cuerpo humano, también se recomienda colocar un plano de tierra debajo de la antena para formar en esencia un dipolo $\lambda\frac{1}{2}$, el área del plano de tierra debe ser mayor o igual a la longitud promedio de la antena (dato del fabricante) o una superficie de 12x12cm.

En el gráfico 2.19 se muestra la forma correcta para la instalación de la antena.

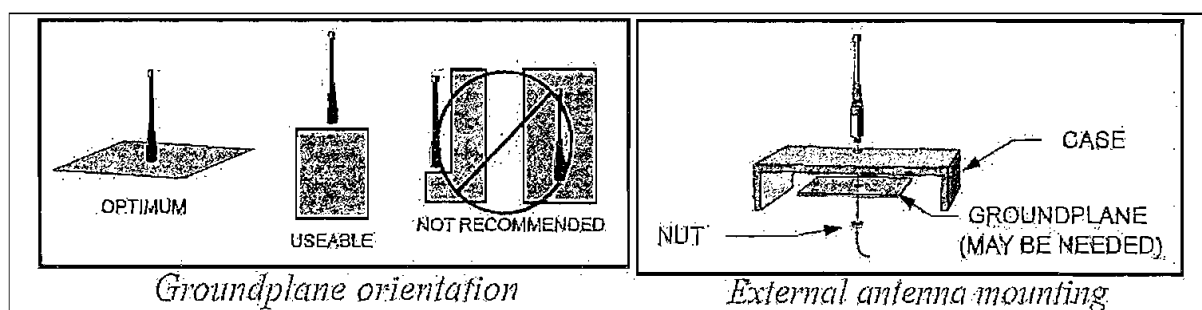


Gráfico 2.19. Instalación de la antena.

Recuerde instalar la antena lejos de una fuente de ruido y si es necesario cable coaxial, use el RG-58.

La longitud de la antena esta relacionada con la frecuencia a la que va a operar, por tanto el fabricante brinda la tabla mostrada en la tabla 2.3.

Frecuencia (Mhz)	Longitud aproximada (cm)
315	22.6
418	17
433	16.5

Tabla 2.3. Frecuencia – Longitud de antena.

2.6.3. INTEGRADO RECEPTOR.

La ventaja de estos circuitos es que no se necesita componentes de RF externos excepto la antena. Es de montaje superficial.

La velocidad máxima de transferencia de datos es de 5Kbps con una interfaz serial directa.

La distribución de terminales se muestra el gráfico 2.20.

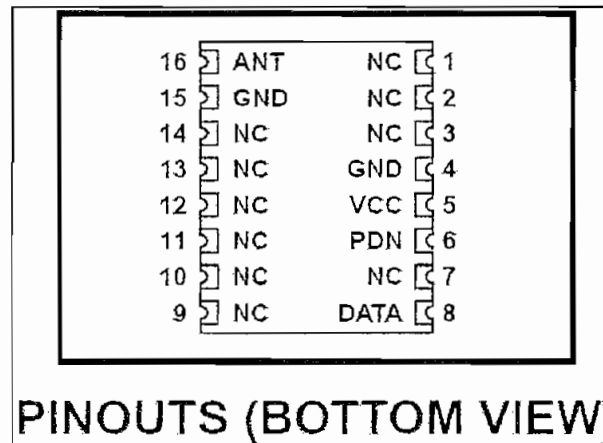


Gráfico 2.20. Distribución de terminales para RXM-xxx

El esquema de conexión para su uso se muestra en el gráfico 2.21.

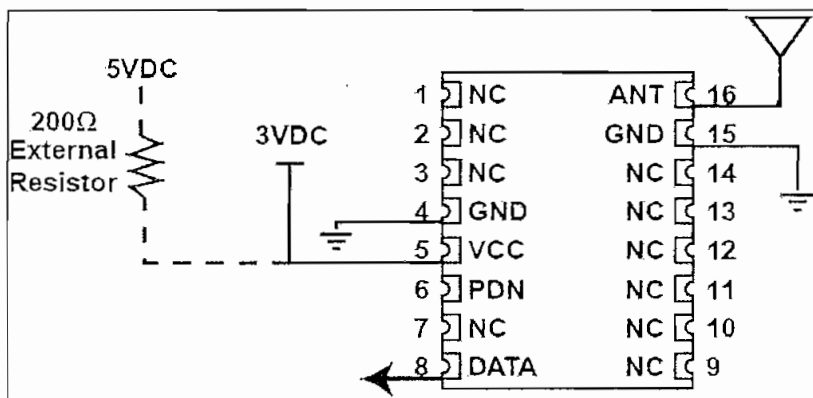


Gráfico 2.21. Esquema de uso para RXM-xxx.

A 4,8Kbps tiene un BER de 10^{-5} , el voltaje de rizado debe ser menor a 20mVpp; y si se opera con Vcc de 4.7 a 5.2V se debe colocar un resistor de 200Ω en serie.

El voltaje a la salida de datos es de $V_{cc}-0.3V$ en 1L.

La antena debe resonar a la frecuencia indicada en el circuito integrado.

Se recomienda el uso del filtro para VCC, mostrado en el gráfico 2.18, para eliminar posibles problemas.

Tomar en cuenta las consideraciones para la antena y su instalación como lo indicado anteriormente.

El terminal 6 sirve para poner al circuito en reposo si se aplica un 0L.

2.6.4. INTEGRADO TRANSCEPTOR.

Este circuito integrado posee una interfaz directa para audio y para datos a 33.6Kbps y usa una sola antena. Puede operar desde 2.7V hasta 13V.

La distribución de terminales se muestra en el gráfico 2.22.

GND	● 1	20 ●	GND
RX DATA	● 2	19 ●	GND
AUDIO	● 3	18 ●	GND
RSSI	● 4	17 ●	GND
PDN	● 5	16 ●	GND
N/C	● 6	15 ●	GND
RXEN	● 7	14 ●	LVLADJ
TXEN	● 8	13 ●	GND
TXDATA	● 9	12 ●	ANT
VIN	● 10	11 ●	GND

Gráfico 2.22. Distribución de terminales para TR-xxx

Se lo usa en modo half duplex y cubre distancias de 150m en espacios abiertos y 60m en espacios cerrados.

El terminal LVLADJ sirve para manipular la potencia de salida. La modulación es FSK para señal digital y FM para señal analógica.

El terminal PDN es para seleccionar el modo de reposo.

Se recomienda el uso de capacitores de bypass si el voltaje de alimentación presenta ruido. Esto se presenta en el gráfico 2.23.

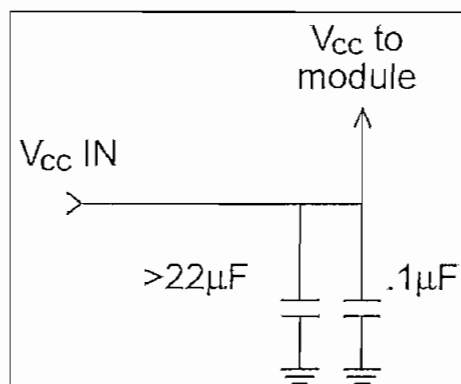


Gráfico 2.23. Filtro para eliminar ruido en Vcc para TR-xxx.

Se toma en cuenta las consideraciones para antena como en los dos casos anteriores.

2.7 INTERFAZ INALÁMBRICA.

Esta parte trata sobre la forma de como transmitir datos, es decir, el protocolo, se debe tomar en cuenta que en un intercambio de datos de forma inalámbrica, los errores en los datos recibidos son muy comunes sobre todo si el canal de enlace tiene ruido, entonces habrá que detectar y corregir errores; para esto se ha formulado muchos algoritmos e incluso se puede aplicar códigos de línea. Sin embargo, para el presente proyecto se adopta un esquema de comunicación tomando en cuenta los datos necesarios para la comunicación entre el módulo central y el módulo periférico. Se realiza detección de errores en forma básica y la forma de corregirlos es mediante retransmisión.

2.8 PROGRAMA PARA COMPUTADOR.

El programa diseñado tiene la tarea de indicar el lugar y el motivo de la alarma en caso de ocurrir, monitoreará a 120 módulos periféricos instalados en departamentos o en locales comerciales y tiene capacidad de ampliación para más módulos periféricos (256 módulos en total).

Al computador está conectado el circuito de radio frecuencia para computador a través del cual se comunicará con los módulos periféricos.

El programa fue desarrollado en Visual Basic 6.

2.9 FUENTE.

La fuente alimenta a todos los diferentes componentes del circuito, además está provista de una batería de respaldo con su propio cargador, el cual mantiene a la batería cargada y lista para entrar en uso cuanto exista una falla en el suministro de energía eléctrica.

CAPITULO 3.

DISEÑO DEL MÓDULO PERIFÉRICO.

3.1. CONEXIÓN DEL MICROCONTROLADOR.

Se usa un microcontrolador CMOS de la marca ATMEL el cual se alimenta con 5V en el terminal Vcc (40), la tierra se conecta al terminal GND (20) y el terminal EA/Vpp (31) se conecta a Vcc para ejecutar el programa de la memoria ROM interna mientras que los terminales ALE/PROG y PSEN se los deja sin conexión. La distribución de terminales se muestra en el gráfico 3.1.

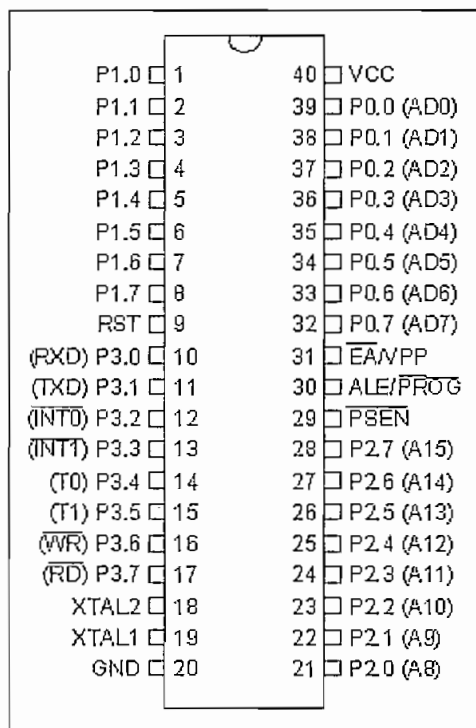


Gráfico 3.1. Distribución de terminales para AT89C51/52

3.1.1 CIRCUITO DE RESET

Este circuito, conectado al terminal de reset (9) proporciona, un 1L por más de 2 ciclos de máquina, es decir, más de 24 periodos del reloj; esta es la condición propuesta por el fabricante, el que además especifica los siguientes datos:

- Voltajes de entrada:
 - 1L de 3.5V a 5V
 - 0L de 0V a 0.9V
- Resistencia de pull down de 50KΩ a 300KΩ
- El terminal de reset posee un Smith Trigger interno.

Para el caso general de los integrados CMOS se especifica las siguientes corrientes en el caso de una entrada:

- Corriente máxima de entrada en 1L: $1\mu\text{A}$
- Corriente máxima de entrada en 0L: $-1\mu\text{A}$ (corriente que sale)

3.1.1.1 Calculo de R de Pull Down.

Si la corriente en 0L sale y es de $1\mu\text{A}$ y la caída de voltaje en la resistencia de pull down debe ser menor a 0.9V , entonces, para el diseño se considera la misma corriente y se desea una caída de voltaje de 0.1V sobre la resistencia, entonces:

$$V_{PD}=0.1\text{V} \quad I_{PD}=1\mu\text{A}$$

$$\begin{aligned} R_{PD} &= \frac{V_{PD}}{I_{PD}} \\ R_{PD} &= \frac{0.1\text{V}}{1\mu\text{A}} \\ R_{PD} &= 100\text{K}\Omega \end{aligned} \quad (3.1)$$

Donde:

V_{PD} =Caída de voltaje sobre la resistencia de pull down= 0.1V

I_{PD} =Corriente a través de la resistencia de pull down= $1\mu\text{A}$

R_{PD} =Resistencia de pull down.

En el gráfico 3.2 se observa el esquema de conexión de la R. de pull down.

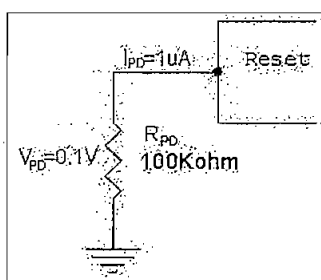


Gráfico 3.2 $R_{\text{Pull Down}}$.

3.1.1.2 Eliminación de rebotes en el circuito de reset.

Para resetear manualmente el microcontrolador, se usa un pulsador, este estará conectado a V_{cc} para proporcionar un 1L al momento de ser presionado, pero existen rebotes, en los contactos, que se debe eliminar, esto se hace mediante los circuitos mostrados en el gráfico 3.3.

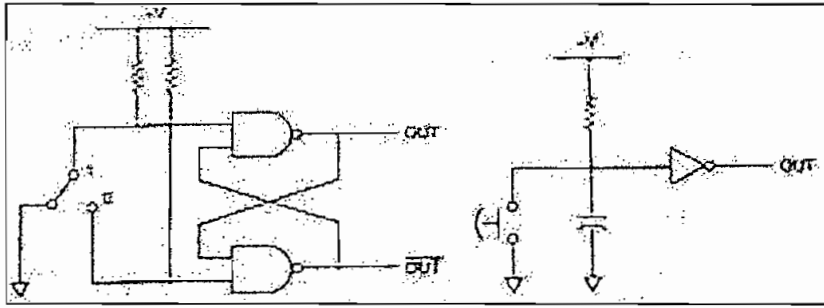


Gráfico 3.3. Circuitos para eliminación de rebotes.

Se usa una modificación del circuito de la derecha puesto que este proporciona un 0L y usa resistencia de pull up. Entonces para el circuito a diseñar; en estado estable (sin presionar), el condensador se habrá cargado a 5V, con lo cual la corriente y el voltaje en la resistencia de pull down son cero, dando como resultado un nivel de 0L en el terminal de reset.

Al presionar el pulsador, se cortocircuita al capacitor, toda la carga de este pasa de manera brusca a los contactos causando una chispa que puede dañarlo, para eliminar esta chispa se usa una resistencia en serie con el pulsador, por lo tanto, cuando el pulsador está abierto, el condensador se carga a través de R_{PD} y cuando está cerrado, se descarga en R_D (Resistencia de Descarga). R_{PD} y R_D forman un divisor de voltaje por tanto $R_{PD} \gg R_D$. R_D será de 100Ω .

Generalmente los rebotes ocurren de entre 5 a 25ms, entonces, hay que

- "sostener" el voltaje en 1L con el condensador para eliminarlos. Las ecuaciones a utilizar en este diseño son:

$$I_{CARGA} = \frac{V}{R} e^{-\frac{t}{RC}}$$

$$V_{DESCARGA} = V_o e^{-\frac{t}{RC}}$$
(3.2)

Donde:

I_{CARGA} =Corriente de carga (A).

V=Voltaje de alimentación (V)

R=Resistencia (Ω)

T=tiempo

C=Valor del capacitor (F)

$V_{DESCARGA}$ =Voltaje del capacitor al descargarse.

V_o =Voltaje del capacitor cargado.

El voltaje que se ingresa al terminal de reset es el mismo voltaje de la resistencia R_{PD} y como el condensador se carga a través de esta, la corriente que circula por ambos es la misma, entonces, se calcula el valor del capacitor tomando en cuenta que el voltaje debe mantenerse dentro del rango de 5V a 3.5V para mantener un 1L durante 25ms (este periodo podría ser menor).

$$\begin{aligned}
 V_{PD} &= R_{PD} I \\
 V_{PD} &= R_{PD} \frac{V_{CC}}{R_{PD}} e^{-\frac{t}{RC}} \\
 V_{PD} &= V_{CC} e^{-\frac{t}{RC}} \\
 3.5V &= 5V e^{-\frac{25 \text{ ms}}{(100 \text{ K}\Omega)C}} \\
 \ln(0.7) &= \ln\left(e^{-\frac{25 \text{ ms}}{(100 \text{ K}\Omega)C}}\right) \\
 +0.35 &= +\frac{25 \text{ ms}}{(100 \text{ K}\Omega)C} \\
 C &= \frac{25 \text{ ms}}{(100 \text{ K}\Omega)0.35} \\
 C &= 0.7 \mu F \\
 C &\approx 1.00 \mu F
 \end{aligned} \tag{3.3}$$

Donde:

V_{PD} =Voltaje de Reset.

V_{CC} =Alimentación=5V

T =tiempo=25ms

R =R de pull down=100k Ω

C =Condensador de reset=1 μF .

Una vez que se deja de presionar el pulsador, se observa que el voltaje decae lentamente, esto no es de preocupación puesto que el circuito interno de reset del microcontrolador posee un Smith Trigger, este dará valores internos de 1L o 0L. La forma del voltaje en el terminal de reset se muestra en el gráfico 3.4.

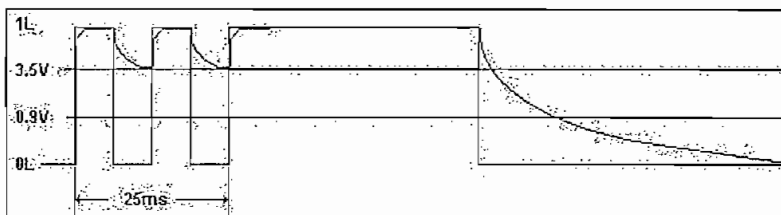


Gráfico 3.4 Voltaje en el terminal de reset.

El circuito final de reset se muestra en el gráfico 3.5.

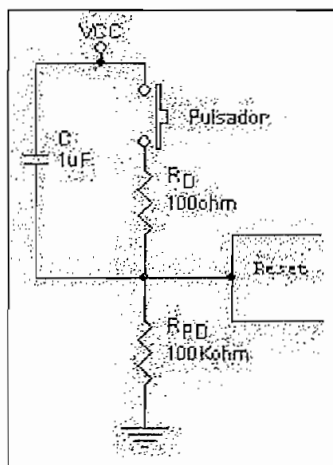


Gráfico 3.5. Circuito de Reset.

3.1.2 OSCILADOR.

Debido a que se tendrá comunicación serial, se recomienda el uso de un oscilador de cristal de 11.0592Mhz, pero si el usuario no desea la comunicación serial, puede usar uno de 12Mhz que es más fácil de conseguir; en todo caso, se conecta entre los terminales 18 y 19 del microcontrolador, acompañado de dos condensadores cerámicos de 30pF que son mucho mayores que la capacidad asociada a la rigidez del cristal y conectados desde cada terminal hacia tierra, con la finalidad de minimizar el efecto de la capacidad parásita de los electrodos del cristal.

3.2. CONEXIÓN DEL DISPLAY (LCD).

El display usado posee 2 filas de 16 caracteres cada una; el terminal Vcc (2) es para la alimentación de 5V y Vss (1) es para tierra, el terminal Vee (3) es una entrada de voltaje que puede ser conectada a un potenciómetro con el fin de controlar el contraste; entonces si se conoce que la alimentación es de 5V y que la entrada de un circuito CMOS trabaja con algunos micro amperios, entonces, si se hace circular por el potenciómetro una corriente de 0.5mA se obtendrá un potenciómetro del siguiente valor:

$$\begin{aligned}
 R_{POT} &= \frac{V_{CC}}{I_{POT}} \\
 R_{POT} &= \frac{5V}{0.5mA} \\
 R_{POT} &= 10K\Omega
 \end{aligned}
 \tag{3.4}$$

Donde:

R_{POT} =Valor del potenciómetro

V_{CC} =Voltaje de alimentación=5V

I_{POT} =Corriente por el potenciómetro.

Los terminales RS (4), RW (5) y E (6) se manejan en forma digital desde el microcontrolador. Este tipo de display se lo puede configurar para usarlo con interfaz de 4 u 8 bits; con 8 bits se usa los terminales de datos (7 a 14); pero en este diseño, se lo hace con 4 bits, con lo cual los terminales del 7 al 10 no se usa, por lo tanto se los conecta a tierra; los terminales del 11 (LSB) al 14 (MSB) son conectados directamente al microcontrolador.

El display no tiene luz de fondo (back light) y el terminal 15 no tiene conexión, pero se usa para activar unos LEDs que se han conectado al display. El terminal 15 debe ser conectado al punto de suelda marcado como cátodo (K); entre este y el ánodo se ha colocado un LED que tiene otro conectado en paralelo y soldado en los terminales ELB, todo esto se controla con un pulsador que se encuentra en serie con una resistencia que se conecta a tierra; por los diodos LED generalmente se hace circular una corriente de 13mA, con lo cual el valor de la resistencia es:

$$\begin{aligned}
 R_{LED} &= \frac{V_{CC} - 0.7V}{2I_{LED}} \\
 R_{LED} &= \frac{5V - 0.7V}{2(13mA)} \\
 R_{LED} &= 165.38\Omega \\
 R_{LED} &\approx 160\Omega
 \end{aligned}
 \tag{3.5}$$

Donde:

R_{LED} =Valor de la resistencia

V_{CC} =Voltaje de alimentación=5V

I_{LED} =Corriente por el LED=13mA

Cabe destacar que el terminal ENABLE no es para la activación del display sino par indicar que existen datos en los terminales mediante un flanco negativo.

El circuito del display se muestra en el gráfico 3.6.

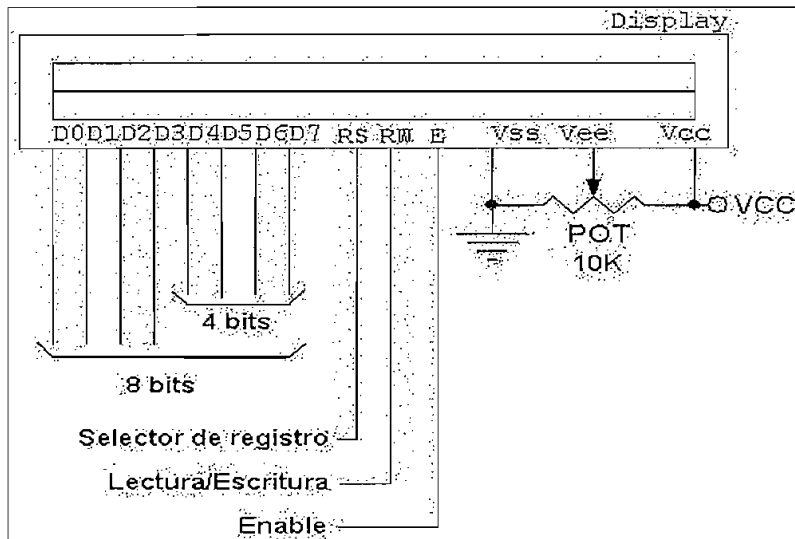


Gráfico 3.6 Circuito de Display

3.3. CONEXIÓN DEL TECLADO.

El teclado usado es del tipo matriz, la lectura de este se lo hace a través de programa, haciendo un barrido y cuando se detecta una tecla presionada, aplica eliminación de rebotes a través de retardos de tiempo, y luego lee la tecla.

En el gráfico 3.7 se observa la conexión del teclado.

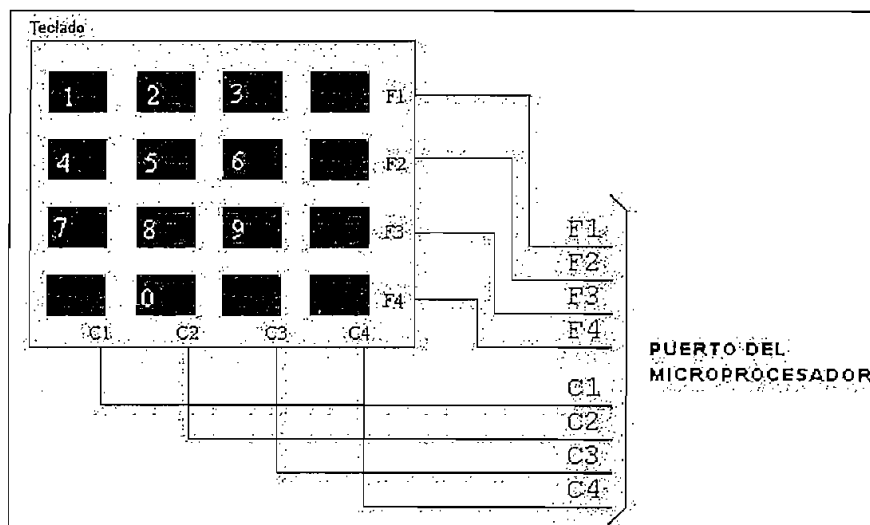


Gráfico 3.7 Circuito del teclado.

3.4. CONEXIÓN DE SENSORES.

Se puede conectar un sensor o más de acuerdo a dos configuraciones circuitales que sirven para zonificar, estas son:

Lazo normalmente abierto.- Los sensores (de lazo abierto) se conectan en paralelo; si la línea de sensores es cortada, no se detecta ninguna alerta.

Lazo normalmente cerrado.- Los sensores (de lazo cerrado) se conectan en serie; si la línea de sensores es cortada, sí se detecta la alerta.

Existen dos formas de mejorar estas configuraciones:

Supervisión de línea.- Se añade un cable en lazo cerrado, pero necesita una entrada adicional u ocupar el lugar de algún sensor.

Resistencia de fin de línea.- Se añade una resistencia como si fuese un sensor más, esto amerita una circuitería para sensores que detecte la activación de un sensor (corto circuito o circuito abierto) y la presencia de la resistencia si el cable es cortado.

En el presente proyecto se ha diseñado la placa para la conexión directa de sensores que operen en lazo cerrado, de tal manera que al cortar un cable se dispare la alarma, pero si el usuario desea puede usar más sensores conectados en lazo cerrado e incluso puede usar "supervisión de línea" si usa el espacio destinado para un sensor. El gráfico 3.8 muestra estas conexiones.

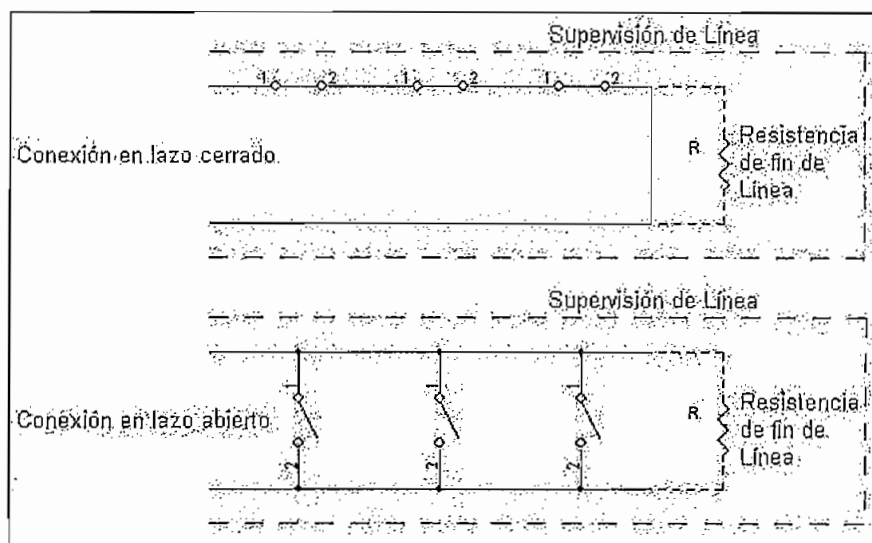


Gráfico 3.8 .Conexión de sensores.

Los sensores actúan como interruptores y están conectados al puerto 0, este necesita resistencias de pull-up, entonces, cuando un sensor está abierto hace que actúe solo la resistencia, marcando un 1L en el terminal correspondiente del microcontrolador. En caso de que el sensor se encuentre cerrado, circulará corriente a través de este y pondrá un 0L en el terminal correspondiente. Si la corriente a través de la resistencia de pull-up es de 10mA, el valor de esta es:

$$\begin{aligned}
 R_{PULL-UP} &= \frac{V_{CC}}{I_{PULL-UP}} \\
 R_{PULL-UP} &= \frac{5V}{10mA} \\
 R_{PULL-UP} &= 500\Omega \\
 R_{PULL-UP} &\approx 470\Omega
 \end{aligned}
 \tag{3.6}$$

Donde:

$R_{PULL-UP}$ =Resistencia que pone 1L en el puerto 0.

V_{CC} =Voltaje de alimentación=5V

$I_{PULL-UP}$ =Corriente por la resistencia=10mA

La longitud de los cables que conectan a los sensores tiene un límite y esta determinado por el divisor de voltaje formado entre la resistencia de pull-up y la resistencia del cable. El fabricante del microcontrolador indica que el nivel de 0L comprende el rango de voltajes entre -0.5V a 0.9V entonces la resistencia del conductor de cobre es:

$$\begin{aligned}
 V_{CC} \frac{R_{CU}}{R_{PULL-UP} + R_{CU}} &= 0.9V \\
 5V \frac{R_{CU}}{470\Omega + R_{CU}} &= 0.9V \\
 R_{CU} &= 84.6 + 0.18R_{CU} \\
 0.82R_{CU} &= 84.6 \\
 R_{CU} &= 103.17\Omega
 \end{aligned}
 \tag{3.7}$$

Donde:

R_{CU} =Resistencia del conductor de cobre.

V_{CC} =Voltaje de alimentación=5V

$R_{PULL-UP}$ =Resistencia de pull-up

Para determinar la longitud del conductor se recurre a la resistividad lineal del cobre y al área transversal del conductor; si se usa cable 22AWG se tiene:

$$\begin{aligned}
 R_{CU} &= \frac{\delta * L}{A_{22AWG}} \\
 103.17\Omega &= \frac{1.723 * 10^{-8} \Omega m * L}{0.32 * 10^{-6} m^2} \\
 L &= 1.916 Km
 \end{aligned}
 \tag{3.8}$$

Donde:

R_{CU} =Resistencia del conductor de cobre=103.17 Ω

δ =Resistividad lineal del cobre=1.723*10⁻⁸ Ωm

A_{22AWG} =Área transversal del conductor 22AWG=0.32*10⁻⁶m²

Entonces, la longitud total del cable puede llegar hasta 1.916Km, esto quiere decir que el sensor estará a la mitad de esta longitud, es decir, 958m.

3.5. INDICADORES DE ALARMA.

Tres terminales del microcontrolador son usados para indicar el disparo del sistema de alarma. Un terminal controla una salida lógica, formada por un transistor en corte y saturación. El segundo terminal controla un transistor darlington de potencia, el cual sirve como interruptor para la sirena que funciona con 12V. El tercer terminal controla un sistema de 120V que consta de un optoacoplador con triac, este a su vez controla un triac de potencia que servirá como interruptor, si el usuario lo desea, con esta salida puede controlar una sirena de corriente alterna, algún foco o incluso un radio para crear pánico en los intrusos. En el caso de una falla en la energía eléctrica, las salidas lógica y de sirena funcionarán correctamente gracias a la batería de respaldo pero no así la salida para corriente alterna.

Para la salida lógica:

Si $I_c=10mA$

$$\begin{aligned}
 R_C &= \frac{V_{CC} - V_{CE.SAT}}{I_C} \\
 R_C &= \frac{5V - 0.2V}{10mA} \\
 R_C &\approx 470\Omega
 \end{aligned}
 \tag{3.9}$$

Donde:

R_C =Resistencia de colector.

V_{CC} =Voltaje de alimentación=5V.

$V_{CE\ SAT}$ =Voltaje colector emisor de saturación=0.2V.

I_C =Corriente de colector=10mA.

La resistencia de base es:

$$\begin{aligned}
 R_B &= \frac{V_{CC} - V_{BE}}{I_C / \beta} \\
 R_B &= \frac{5V - 0.7V}{10mA / 10} \\
 R_B &= 4.3K\Omega
 \end{aligned}
 \tag{3.10}$$

Donde:

R_B =Resistencia de base.

V_{CC} =Voltaje de alimentación=5V.

V_{BE} =Voltaje base emisor=0.7V.

I_C =Corriente de colector=10mA.

β =Ganancia del transistor en corte y saturación=10

Para la sirena:

El terminal del micro puede recibir una corriente de 10mA en 0L, entonces este es el parámetro para dimensionar la resistencia de base, así:

$$\begin{aligned}
 R_B &= \frac{V_{CC}}{10mA} \\
 R_B &= \frac{5V}{10mA} \\
 R_B &= 500\Omega \\
 R_B &\approx 510\Omega
 \end{aligned}
 \tag{3.11}$$

Donde:

R_B =Resistencia de base.

V_{CC} =Voltaje de alimentación=5V.

La corriente de base es:

$$\begin{aligned}
 I_B &= \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B} \\
 I_B &= \frac{5V - 1.5V}{510\Omega} \\
 I_B &= 6.863 \text{ mA}
 \end{aligned}
 \tag{3.12}$$

Donde:

I_B =Corriente de base.

V_{CC} =Voltaje de alimentación=5V.

V_{BE} =Voltaje base emisor=0.7V.

R_B =Resistencia de base.

La ganancia de los transistores darlington es de 1000 como mínima, entonces al multiplicar la corriente de base por la ganancia se tiene una corriente de más de 6A en colector, lo que significa que existe suficiente corriente de base para saturar al transistor, pero esta corriente de colector está limitada por la sirena ($I_{sirena}=1.2A$ dato del fabricante), por lo tanto la corriente de colector que soporta el transistor debe ser mayor que la corriente de la sirena, por tanto, se ha seleccionado el transistor Darlington TIP122.

Para la salida de Corriente alterna:

Se usa un opto-acoplador con foto triac, el LED se alimenta de VCC a través de una resistencia y el cátodo se conecta al terminal del microcontrolador.

$$\begin{aligned}
 R_{LED-OPTO} &= \frac{V_{CC} - V_{LED}}{I_{LED}} \\
 R_{LED-OPTO} &= \frac{5V - 0.7V}{13 \text{ mA}} \\
 R_{LED-OPTO} &= 330.8\Omega \\
 R_{LED-OPTO} &\approx 330\Omega
 \end{aligned}
 \tag{3.13}$$

Donde:

$R_{LED-OPTO}$ = Resistencia de polarización del LED del opto acoplador.

V_{CC} = Alimentación = 5V.

V_{LED} = Caída de voltaje=0.7V.

I_{LED} = Corriente en el LED= 13mA.

El opto-triac está conectado entre un terminal y la compuerta de un triac de potencia, a través de una resistencia que lo alimenta. En este cálculo se considera los voltajes picos de la red de 120V y la corriente máxima de 100mA que puede soportar el opto-triac; pero se opera a una corriente menor (75mA).

$$\begin{aligned}
 R_{OP} &= \frac{V_P}{I_{OP}} \\
 R_{OP} &= \frac{120\sqrt{2}}{75mA} \\
 R_{OP} &= 2.263K\Omega \\
 R_{OP} &\approx 2.2K\Omega
 \end{aligned}
 \tag{3.14}$$

Donde:

R_{OP} = Resistencia de alimentación del foto-triac (1/2W).

V_P = Voltaje pico de la red=120V $\sqrt{2}$.

I_{OP} = Corriente por el opto-triac=75mA.

Para la protección del triac de potencia BT136 se añade una red de freno o también llamada Red Snubber, esta protege al dispositivo de sobrevoltajes.

$$\begin{aligned}
 R_s &= 20 \frac{V_{RMS}}{I_{RMS}} \\
 R_s &= 20 \frac{120V}{3A} \\
 R_s &= 800\Omega \\
 R_s &\approx 820\Omega
 \end{aligned}
 \tag{3.15}$$

$$\begin{aligned}
 C_s &= 0.6 \frac{I_{RMS}}{V_{RMS}} \\
 C_s &= 0.6 \frac{3A}{120V} \\
 C_s &= 15nF
 \end{aligned}
 \tag{3.16}$$

$$\begin{aligned}
 P_s &= 0.06(S) \\
 P_s &= 0.06(120)(3) * 10^{-3} \\
 P_s &= 21.6mW
 \end{aligned}
 \tag{3.17}$$

Donde:

R_s =Resistencia de freno

C_s =Capacitor de freno

P_s =Potencia en W, donde S está en KVA.

Los circuitos indicadores de alarma se muestran en el gráfico 3.9.

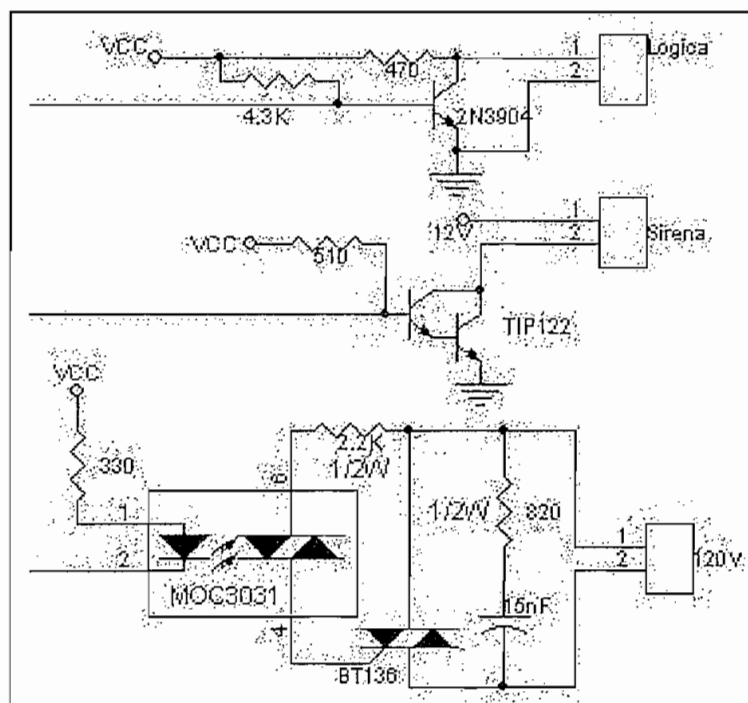


Gráfico 3.9 Circuitos para salida de alarma

3.6. CIRCUITO INDICADOR DEL ESTADO DE LA BATERÍA

Si la batería se descarga hasta un cierto voltaje, el microcontrolador entrará en modo IDLE, es decir, en un modo con el cual se ahorrará un poco de corriente, el nivel de voltaje a detectar está dado por el rango de operación de los sensores activos, es decir, de 9 a 16Vdc pero, por otro lado, está el regulador 7805 que alimenta al circuito cuyo valor mínimo de voltaje en la entrada es de 7.5Vdc, entonces se toma los 7.5Vdc como nivel de voltaje a detectar; con esto los sensores activos pueden fallar pero no así los sensores pasivos.

Se conecta los 12V al cátodo de un zener y del ánodo de este a una resistencia, luego de la cual se conecta a la base de un transistor 2N3904 que entrará en corte o saturación dependiendo de si se alcanza o no el voltaje deseado. En el colector se encuentra una resistencia para limitar la corriente que proviene desde 5V. El voltaje de Zener es:

$$\begin{aligned}
 V_Z &= 7.5V - V_{BE} \\
 V_Z &= 7.5V - 0.7V \\
 V_Z &= 6.8V
 \end{aligned}
 \tag{3.18}$$

Donde:

V_Z =Voltaje del diodo Zener.

V_{BE} =Voltaje base emisor=0.7V.

Si no hay energía eléctrica, la batería alimentará a todo el circuito y el voltaje máximo será de aprox. 12V, en este caso se hace circular una corriente de 10mA por la base, de tal manera que disminuya junto con el voltaje de la batería cuando esta se descargue, con esto se garantiza que por lo menos en el rango de 10mA a 1mA como corriente de base, el transistor estará saturado, considerando una ganancia de $\beta=10$ como mínima para el transistor 2N3904. Para corrientes menores, el transistor entrará en zona de amplificación hasta llegar al corte. En la práctica, el corte y saturación del transistor se comprueba con una pequeña variación de voltaje alrededor de 7.5V.

La resistencia de base es:

$$\begin{aligned}
 R_B &= \frac{12V - V_Z - V_{BE}}{10mA} \\
 R_B &= \frac{12V - 6.8V - 0.7V}{10mA} \\
 R_B &= 450 \Omega \\
 R_B &\approx 470 \Omega
 \end{aligned}
 \tag{3.19}$$

Donde:

R_B =Resistencia de base.

V_Z =Voltaje del diodo Zener=6.8V

V_{BE} =Voltaje base emisor=0.7V.

Si la corriente de colector es de 10mA, entonces la resistencia de colector es:

$$\begin{aligned}
 R_C &= \frac{V_{CC} - V_{CE-SAT}}{10mA} \\
 R_C &= \frac{5V - 0.2V}{10mA} \\
 R_C &= 480 \Omega \\
 R_C &\approx 470 \Omega
 \end{aligned}
 \tag{3.20}$$

Donde:

R_C =Resistencia de colector.

V_{CC} =Voltaje de alimentación=5V.

V_{CE-SAT} =Voltaje colector emisor de saturación=0.2V.

El circuito de detección de batería baja se lo muestra en el gráfico 3.10

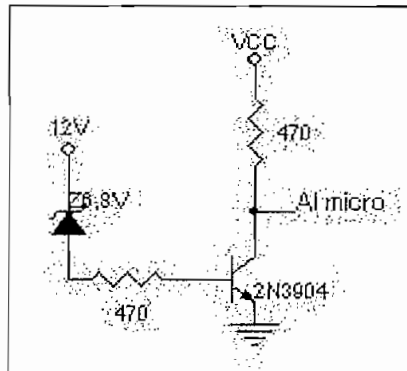


Gráfico 3.10. Circuito para revisar batería.

Una vez que se ha detectado la batería baja, el microcontrolador entra en el modo IDLE, con lo cual se ahorra un poco de corriente, para sacarlo de este modo se lo puede resetear o usar una de las interrupciones externas, en este caso se usa la segunda opción, generando un flanco negativo cuando uno de los sensores es activado, para esto se usa una compuerta OR cableada, es decir, hecha con diodos, pero la salida de esta genera un flanco positivo cuando un sensor se abre, entonces se invierte la salida con un transistor en emisor común trabajando en corte y saturación.

Cuando un sensor se abre, se tiene un circuito en serie, desde Vcc, formado por la resistencia de 470Ω , un diodo, otra resistencia (cuyo valor se desea calcular) y la base de un transistor 2N3904, si la corriente por la base es de 1mA, se tiene:

$$1mA = \frac{V_{CC} - V_{DIODO} - V_{BE}}{470\Omega + R_B}$$

$$1mA = \frac{5V - 0.7V - 0.7V}{470\Omega + R_B} \quad (3.21)$$

$$R_B = 3.13K\Omega$$

$$R_B \approx 3K\Omega$$

Donde:

V_{CC} =Voltaje de alimentación=5V.

V_{DIODO} =Caída de voltaje en el diodo=0.7V.

V_{BE} =Voltaje base emisor=0.7V.

Si la corriente de colector es de 10mA, entonces la resistencia de colector es:

$$R_C = \frac{V_{CC} - V_{CE-SAT}}{10mA}$$

$$R_C = \frac{5V - 0.2V}{10mA}$$

$$R_C = 480\Omega$$

$$R_C \approx 470\Omega$$
(3.22)

Donde:

R_C =Resistencia de colector.

V_{CC} =Voltaje de alimentación=5V.

$V_{CE SAT}$ =Voltaje colector emisor de saturación=0.2V.

El circuito se lo muestra en el gráfico 3.11.

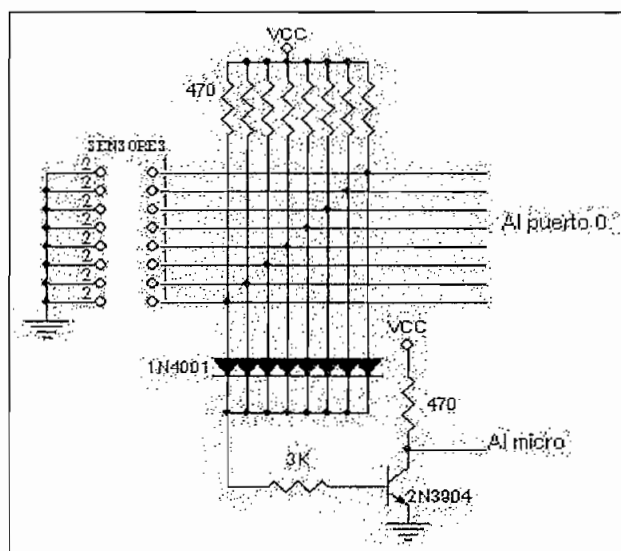


Gráfico 3.11. OR cableada más inversor

Para eliminar ruido se añade condensadores de 0.1uF en el terminal de voltaje del microcontrolador y display. Se añade también en la entrada de 5V y 12V.

Se ha colocado borneras para hacer fácil la instalación de la alimentación; zócalos para el microcontrolador y el display, para montarlos y desmontarlos cuando sea necesario, también existe borneras para los sensores, las salidas y para la conexión de los circuitos de radio frecuencia.

El circuito completo se muestra en el gráfico 3.12.

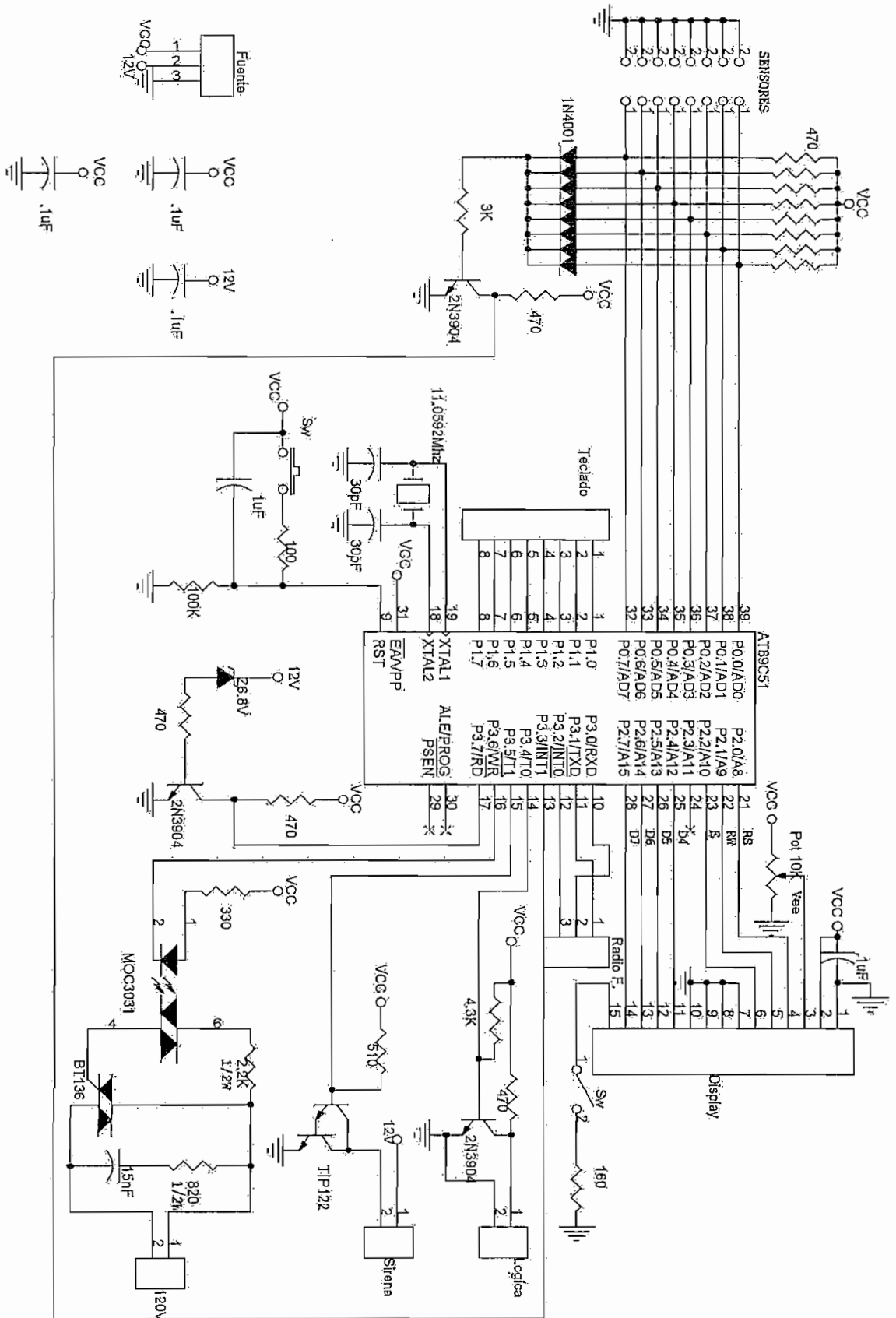


Gráfico 3.12. Circuito completo.

La escala de los siguientes gráficos es real (1 : 1)

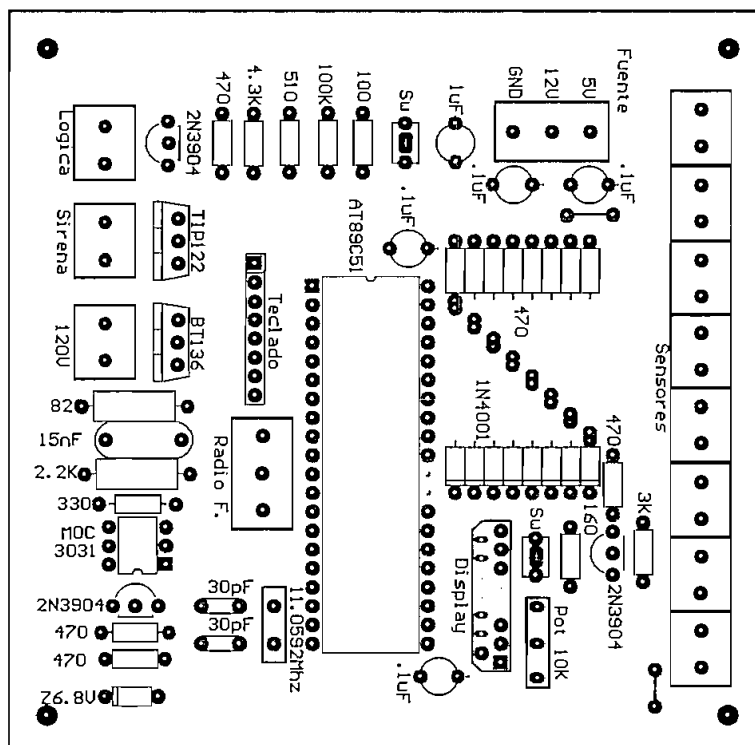


Grafico 3.13. Distribución de elementos

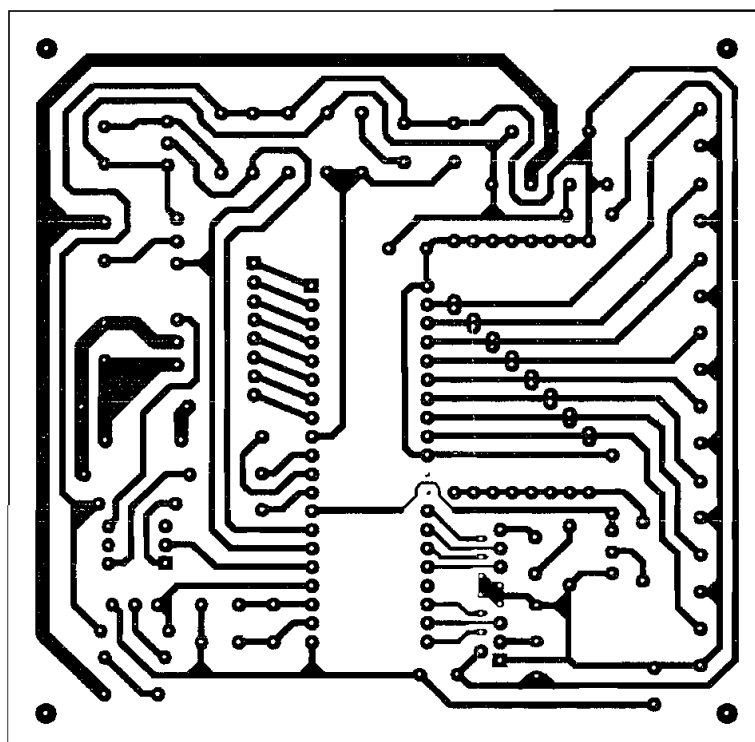


Gráfico 3.14. Placa para el circuito.

3.7. FUENTE.

La fuente de voltaje diseñada opera con 120V de la red local y dispone de una batería que entrará en operación cuando existan cortes de energía. Proporciona voltajes de 12V para la sirena y los sensores; y 5V para la operación del microcontrolador, circuitos de radio frecuencia y otros.

La salida de 5V proviene del regulador de voltaje 7805, el cual tiene conectado a la salida un condensador de 0.01 μ F (valor mínimo) para limitar o evitar el ruido de alta frecuencia; en la entrada de este se encuentra otro condensador de 0.33 μ F que debe ser conectado si el regulador se encuentra a más de 3 pulgadas (7.62cm) del filtro C de la fuente y su función es la de eliminar inductancias o capacitancias parásitas.

Este regulador es alimentado por el voltaje proveniente de otros reguladores (dos 7812) o de la batería de respaldo, la conexión a cualquiera de estos se lo hace con un arreglo de dos diodos que funciona como un conmutador automático si falla la energía eléctrica; el ánodo del primer diodo al regulador; y el ánodo del segundo diodo a la batería; y finalmente unidos sus cátodos, esto hace que solo uno de los diodos conduzca para alimentar al regulador 7805.

Si existe energía eléctrica de la red (120V), los sensores y el regulador 7805 son alimentados por dos reguladores 7812 conectados en paralelo, pues la corriente necesaria para alimentar al circuito excede la corriente de cada uno, estos también tienen condensadores del mismo valor y para el mismo propósito como el anterior y son alimentados por el filtro C de la fuente.

Si no existe energía eléctrica, tanto los sensores como el regulador 7805 serán alimentados por la batería de respaldo. Esta es cargada mediante un circuito basado en el regulador variable LM317T y un 7812 con ajuste; y protegida de altas corrientes o cortocircuitos por un fusible.

La corriente de carga es controlada por el LM317T a un valor fijo y el voltaje final de carga será de 12V (del 7812), la red de ajuste es para compensar pérdidas. El voltaje de salida en el regulador 7812 depende de un divisor de voltaje formado por una resistencia y un potenciómetro, la señal de este divisor se conecta al terminal de tierra del regulador, entonces el potenciómetro permite controlar el voltaje a la salida. Cuando la carga está completa la corriente será mínima.

Si $I_{\text{CARGA}}=100\text{mA}$:

$$R = \frac{V_{\text{REF}}}{I_{\text{CARGA}}}$$

$$R = \frac{1.25\text{V}}{100\text{mA}}$$

$$R = 12.5\Omega$$

$$R \approx 12\Omega$$
(3.23)

$$P = R * I_{\text{CARGA}}^2$$

$$P = 12\Omega * (100\text{mA})^2$$

$$P = 120\text{mW}$$
(3.24)

Donde:

R =Resistencia a la salida del LM317T.

V_{REF} =Voltaje de referencia= 1.25V (dato del fabricante).

I_{carga} =Corriente de carga.

P =Potencia que la resistencia disipa.

La batería esta protegida por un fusible que debería ser de 100mA pero que por causa de la tolerancia de la resistencia, debe ser mayor. El valor de $12\Omega \pm 5\%$, da un rango de resistencias, esto es: $12 \pm 0.6\Omega$, es decir de 11.4Ω a 12.6Ω , entonces: $1.25\text{V}/11.4\Omega = 109.65\text{mA}$, aproximadamente 125mA como valor para el fusible. Para el circuito de ajuste a la salida del 7812, se necesita una resistencia R_1 en la cual debe caer el 1/10 del voltaje de la salida y en el potenciómetro el resto de voltaje. Una condición que se debe cumplir es:

$$\frac{V_{\text{out}}}{R_1} \geq 3I_Q$$

$$\frac{12\text{V}}{R_1} \geq 24\text{mA}$$

$$R_1 \leq 500\Omega$$

$$R_1 \approx 470\Omega$$
(3.25)

$$P_1 = \frac{V_{\text{out}}^2}{R_1}$$

$$P_1 = \frac{12^2}{470}$$

$$P_1 = 306.4\text{mW}$$

$$P_1 \approx .5\text{W}$$
(3.26)

$$V_P = V \frac{P}{R_1 + P}$$

$$0.9\text{V} = V \frac{P}{470\Omega + P}$$

$$0.9\text{V}(470\Omega + P) = VP$$

$$423\Omega V + 0.9VP = VP$$

$$423\Omega + 0.9P = P$$

$$0.1P = 423\Omega$$

$$P = 4.23\text{K}\Omega$$

$$P \approx 10\text{K}\Omega$$
(3.27)

Donde:

V_{OUT} =Voltaje de salida=12V.

R_1 =Resistencia a la salida del 7812.

I_Q =8mA (fabricante)

P_1 =Potencia de R_1 .

V_P =Caída de voltaje en el potenciómetro.

P =Valor del potenciómetro

El voltaje de salida en el 7812 se determina con la siguiente fórmula:

$$V_o = 12V + \left(\frac{12V}{R_1} + I_Q \right) R_2 \quad (3.28)$$

Donde:

V_o =Voltaje de salida del regulador 7812.

R_1 = Resistencia fija=470 Ω

R_2 =Potenciómetro

I_Q =Corriente fija (Quiescent Current)=8mA.

Este voltaje variable esta limitado por el voltaje de entrada.

Para la siguiente parte de la fuente, se necesita conocer la resistencia que toda la circuitería presenta, para esto es necesario conocer los voltajes a aplicar y la corriente que necesitará el circuito; a continuación se muestra, en la tabla 3.1, el estimado teórico de voltajes y corrientes.

Dispositivo	5V	Dispositivo	12V	Dispositivo	V. Variable
Micro	20mA			Cargador	125mA
Display	20mA Aprox.				
Teclado	X				
Radio	46mA				
C. Sensores	80mA	Sensores	160mA		
Reset	50uA				
C. Bat. Baja	10mA	C. Bat. Baja	10mA		
Salida 120V	13mA				
Salida 12V	10mA	Sirena	1,2A		
Salida 5V	10mA				
Led Display	28mA				
Total 5V	237,05mA	Total 12V	1,37A		
Total Circuito		1,60705A		Total	125mA
Total Fuente				1,73205A	
20% más				2A Aprox.	

Tabla 3.1. Estimado teórico de voltajes y corrientes.

Los reguladores 7812 necesitan un voltaje mínimo a la entrada de 14.5V, pero se necesita un poco más para el regulador que forma parte del cargador de batería ya que este debe compensar las pérdidas en el LM317 (por calentamiento) y en el diodo (0.7V), entonces se estima entregar al circuito un voltaje de 16.5V.

La corriente esta aumentada en un 20%, con el fin de que la fuente pueda entregar más potencia que la requerida por el circuito y para que el transformador no se recaliente. Entonces, la resistencia total del circuito es:

(Se aproxima para facilidad de cálculo):

$$\begin{aligned}
 R_c &= \frac{V_c}{I_e} \\
 R_c &= \frac{16.5V}{2A} \\
 R_c &= 8.25\Omega \\
 R_c &\approx 8\Omega
 \end{aligned}
 \tag{3.29}$$

Donde:

V_c =Voltaje entregado al circuito=16.5V

I_e =Corriente estimada= 2A

R_c =Resistencia total del circuito.

El secundario del transformador entrega un poco más del voltaje nominal (12V_{RMS}) el valor medido es de 14.2V_{RMS} lo cual genera un voltaje pico de:

$$\begin{aligned}
 V_{PICO} &= V_{RMS} * \sqrt{2} \\
 V_{PICO} &= 14.2V * \sqrt{2} \\
 V_{PICO} &= 20.08V \\
 V_{PICO} &\approx 20V
 \end{aligned}
 \tag{3.30}$$

Donde:

V_{PICO} =Voltaje pico

V_{RMS} =Voltaje en el secundario=14.2V_{RMS}

El puente de diodos usado como rectificador, tiene una caída de voltaje de 1.2V por elemento, esto da aprox. 2.5V en total, lo que disminuye al voltaje pico.

$$\begin{aligned}
 V_{RECTIFICADO} &= V_{PICO} - V_{PUENTE} \\
 V_{RECTIFICADO} &= 20V - 2.5V \\
 V_{RECTIFICADO} &= 17.5V
 \end{aligned}
 \tag{3.31}$$

Donde:

V_{PUENTE} =Caída de voltaje en el puente de diodos (1.25V por diodo)= 2.5V

V_{PICO} =Voltaje pico antes de ser rectificado.

$V_{RECTIFICADO}$ = Voltaje pico luego del puente de diodos.

Por el modelo de aproximación a diente de sierra, el voltaje de rizado es el doble de la diferencia entre el voltaje pico y el voltaje entregado al circuito, entonces, el voltaje de rizado es:

$$\begin{aligned}
 V_r &= 2(V_p - V_c) \\
 V_r &= 2(17.5V - 16.5V) \\
 V_r &= 2V
 \end{aligned}
 \tag{3.32}$$

Donde:

V_r =Voltaje de rizado

V_p =Voltaje pico

V_c =Voltaje entregado al circuito.

El valor del condensador se obtiene de la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned}
 V_r &= \frac{V_c}{R_c C 2F} \\
 2V &= \frac{16.5V}{(8\Omega)C(120Hz)}
 \end{aligned}
 \tag{3.33}$$

$$\begin{aligned}
 C &= \frac{16.5V}{(8\Omega)(2V)(120Hz)} \\
 C &= 8594 \mu F \\
 C &\approx 8600 \mu F
 \end{aligned}
 \tag{3.34}$$

Donde:

V_r =Voltaje de rizado=2V

V_c =Voltaje entregado al circuito=16.5V

R_c =Resistencia total del circuito=8 Ω

C =Valor del capacitor (filtro)

F =Frecuencia=60Hz.

El factor de rizado es:

$$\gamma = \frac{1}{2\sqrt{3}R_c C 2F}$$

$$\gamma = \frac{1}{2\sqrt{3}(8\Omega)(6800\mu F)(120Hz)} \quad (3.35)$$

$$\gamma = 0.044$$

$$\gamma\% = 4.4\%$$

Donde:

γ = Factor de rizado.

R_c = Resistencia total del circuito = 8Ω

C = Valor del capacitor (filtro) = $6800\mu F$

F = Frecuencia = $60Hz$.

Los ángulos entre los cuales se carga el condensador son:

$$\theta_1 = \text{arcSEN} \left(\frac{2R_c C 2F - 1}{2R_c C 2F + 1} \right)$$

$$\theta_1 = \text{arcSEN} \left(\frac{2(8\Omega)(6800\mu F)(120Hz) - 1}{2(8\Omega)(6800\mu F)(120Hz) + 1} \right) \quad (3.36)$$

$$\theta_1 = 59.06^\circ$$

$$\theta_2 = \text{arcTAN}(-2\pi 2FR_c C)$$

$$\theta_2 = \text{arcTAN}(-2\pi(120Hz)(8\Omega)(6800\mu F)) \quad (3.37)$$

$$\theta_2 = -88.60^\circ + 180^\circ$$

$$\theta_2 = 91.4^\circ$$

Donde:

θ_1 = Ángulo en el cual empieza la carga del condensador.

θ_2 = Ángulo en el cual empieza la descarga del condensador

R_c = Resistencia total del circuito = 8Ω

C = Valor del capacitor (filtro)

F = Frecuencia = $60Hz$.

La corriente máxima en los diodos es:

$$\begin{aligned}
 I_{D.MAX} &= V_P \left(2\pi F C \cos(\theta_1) + \frac{\text{Sen}(\theta_1)}{R_c} \right) \\
 I_{D.MAX} &= 20V \left(2\pi(60\text{Hz})(6800\mu\text{F})\cos(59.06^\circ) + \frac{\text{Sen}(59.06^\circ)}{8\Omega} \right) \\
 I_{D.MAX} &= 28.5A
 \end{aligned}
 \tag{3.38}$$

Donde:

$I_{D.MAX}$ =Corriente máxima en los diodos.

V_P =Voltaje pico=20V.

F =Frecuencia=60Hz.

C =Valor del capacitor (filtro)=6800uF.

θ_1 =Angulo de carga=59.06°.

R_c =Resistencia total del circuito=8Ω

El rectificador usado es de 8A y soporta picos de 125A.

El transformador usado es de 12V_{RMS} de 3A y se lo protege con un fusible, el valor de este se calcula de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
 P_I &= P_O \\
 120V * I_F &= 14.2V * 2A
 \end{aligned}
 \tag{3.39}$$

$$\begin{aligned}
 I_F &= \frac{14.2V * 2A}{120V} \\
 I_F &= 236mA \\
 I_F &\approx 250mA
 \end{aligned}
 \tag{3.40}$$

Donde:

P_I =Potencia de entrada.

P_O =Potencia de salida.

I_F =Valor del fusible.

El circuito completo de la fuente se muestra en el gráfico 3.13.

La escala de los siguientes gráficos es real (1 : 1)

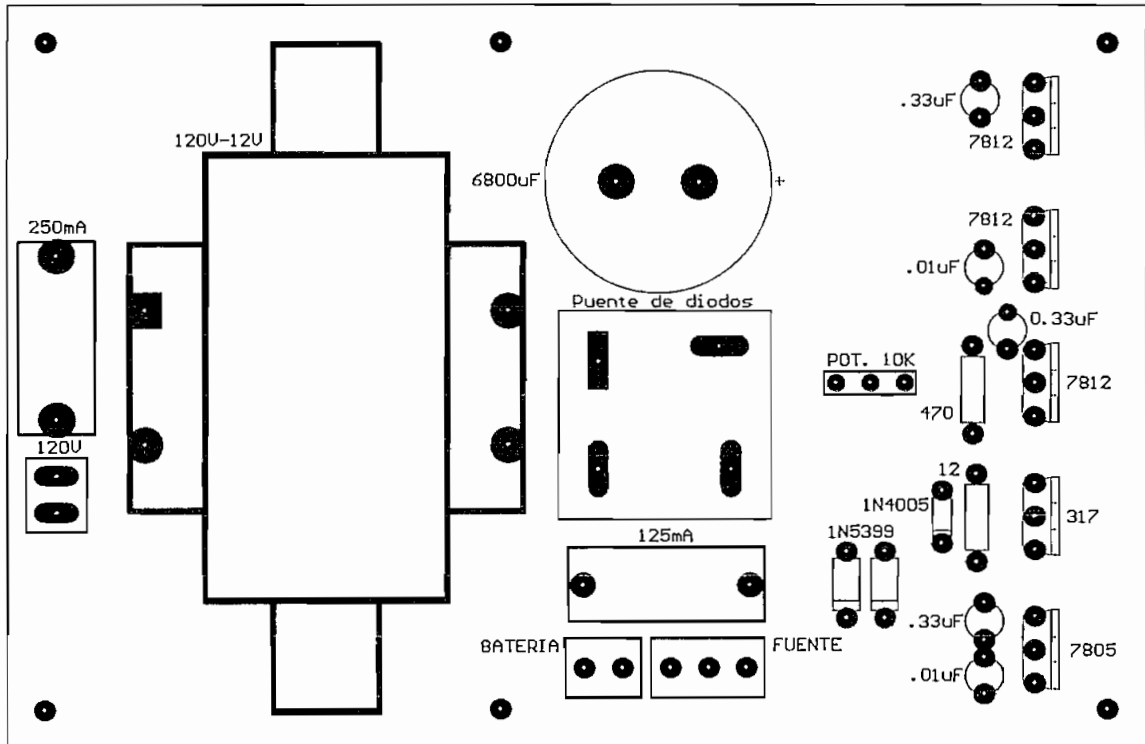


Grafico 3.16. Distribución de elementos

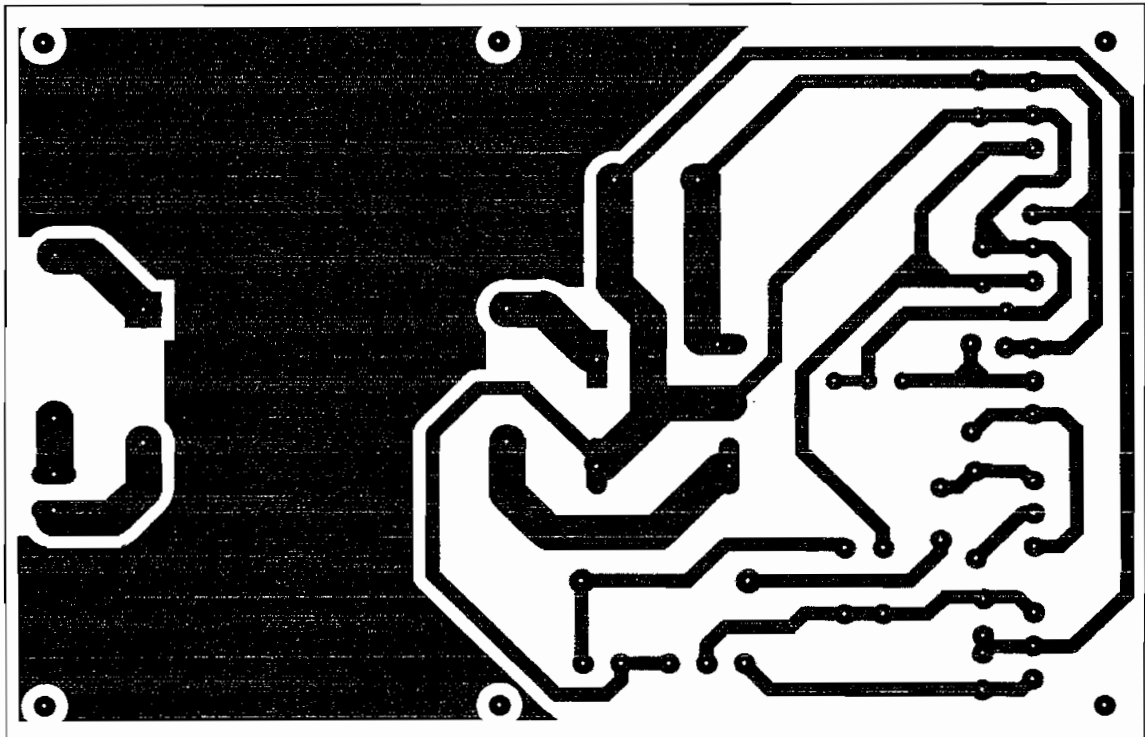


Gráfico 3.17. Placa para el circuito de la fuente.

La longitud de los cables, que conectan al circuito con la batería, está determinado por el divisor de voltaje formado entre la resistencia del cable y la resistencia del circuito; pero, se tiene dos voltajes, el de 12V que alimenta a los sensores y el de 5V para el circuito. El primero puede variar debido a que se puede alimentar los sensores en un rango amplio pero no así con 5V entonces si la caída de voltaje en el cable de alimentación es de 1V, al circuito llegará 4V, entonces la resistencia del conductor de cobre es:

$$\begin{aligned} V_{CC} \frac{R_{CIRCUITO}}{R_{CIRCUITO} + R_{CU}} &= 4V \\ 5V \frac{8\Omega}{8\Omega + R_{CU}} &= 4V \\ R_{CU} &= 2\Omega \end{aligned} \quad (3.41)$$

Donde:

R_{CU} =Resistencia del conductor de cobre.

V_{CC} =Voltaje de alimentación=5V

$R_{CIRCUITO}$ =Resistencia del circuito=8 Ω .

Con la resistividad lineal del cobre y al área transversal de un conductor de calibre 22AWG sólido, se tiene:

$$\begin{aligned} R_{CU} &= \frac{\delta * L}{A_{22AWG}} \\ 2\Omega &= \frac{1.723 * 10^{-8} \Omega m * L}{0.32 * 10^{-6} m^2} \\ L &= 37.1445m \end{aligned} \quad (3.42)$$

Donde:

R_{CU} =Resistencia del conductor de cobre=2 Ω

δ =Resistividad lineal del cobre=1.723*10⁻⁸ Ω m

A_{22AWG} =Área transversal del conductor 22AWG=0.32*10⁻⁶m²

La longitud total del cable puede llegar hasta 37.14m pero como se necesita dos conductores, la distancia se divide entre dos, esto quiere decir que, la distancia entre la fuente y circuito será máximo de 18.57m.

La sirena tiene un rango de operación de 6 a 12V y se puede conectar con el mismo conductor 22AWG que soporta 3 amperios a 60 grados centígrados.

3.8. DIAGRAMA DE FLUJO.

El programa elaborado para el microcontrolador se resume en el siguiente diagrama de flujo. El gráfico 3.18 muestra el diagrama de flujo del programa al iniciar.

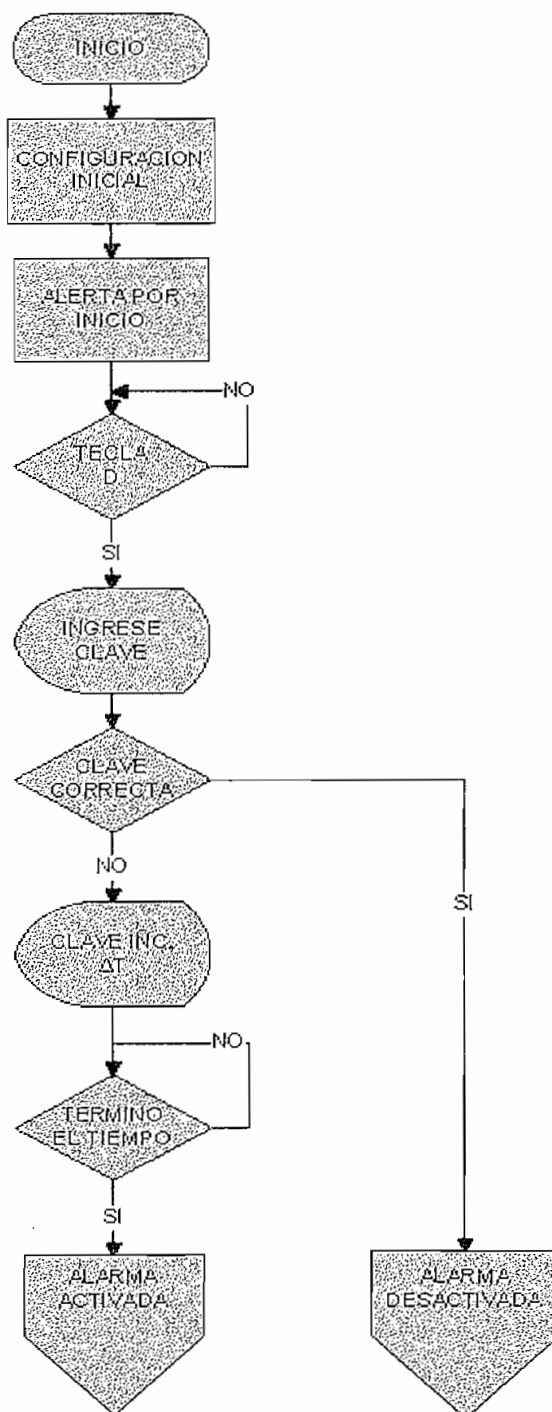


Gráfico 3.18. Diagrama de flujo del programa al iniciar.

El gráfico 3.19 muestra el diagrama de flujo en estado "alarma activada"

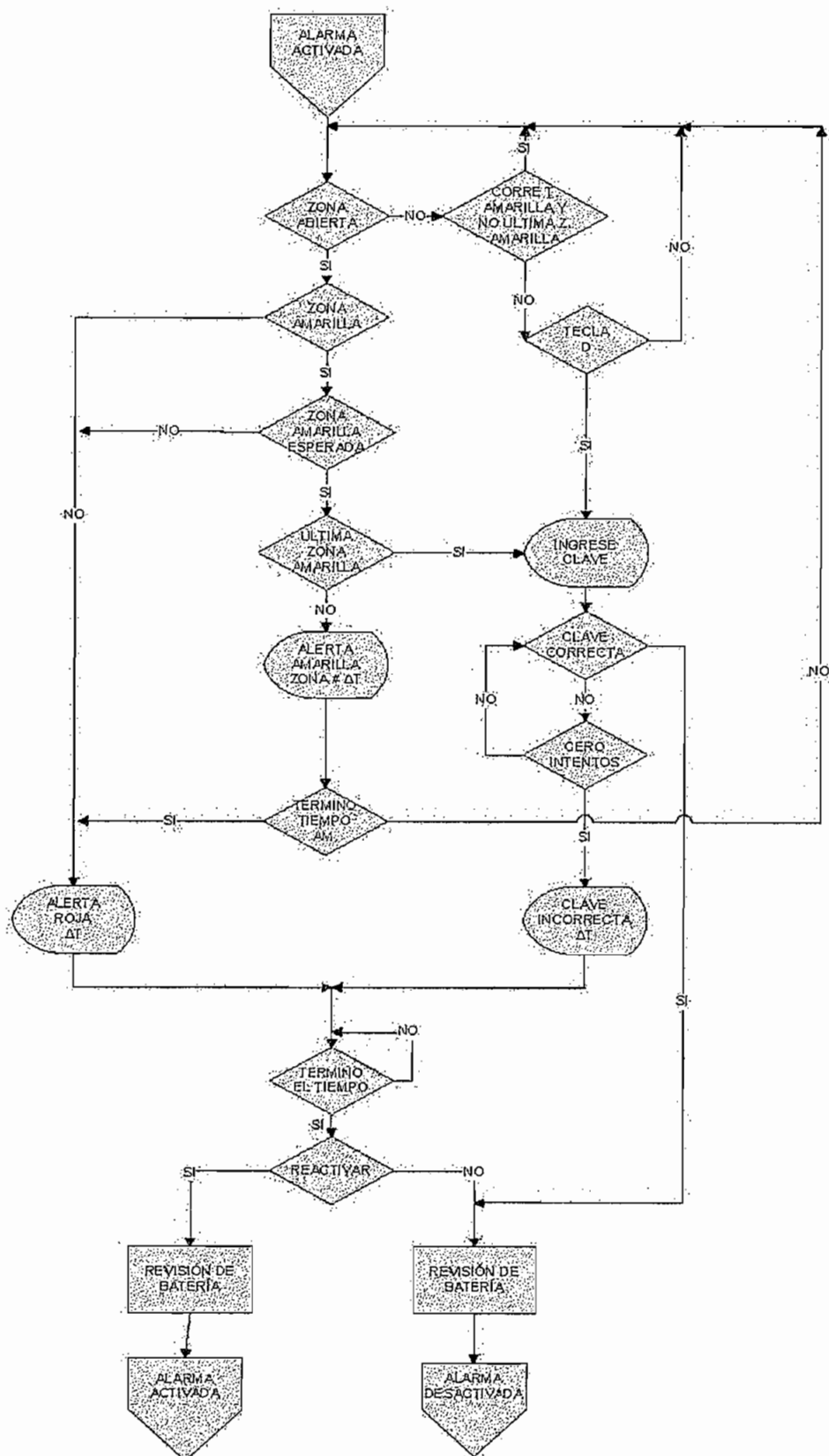


Gráfico 3.19. Alarma Activada

El gráfico 3.20 muestra el diagrama de flujo en estado "alarma desactivada"

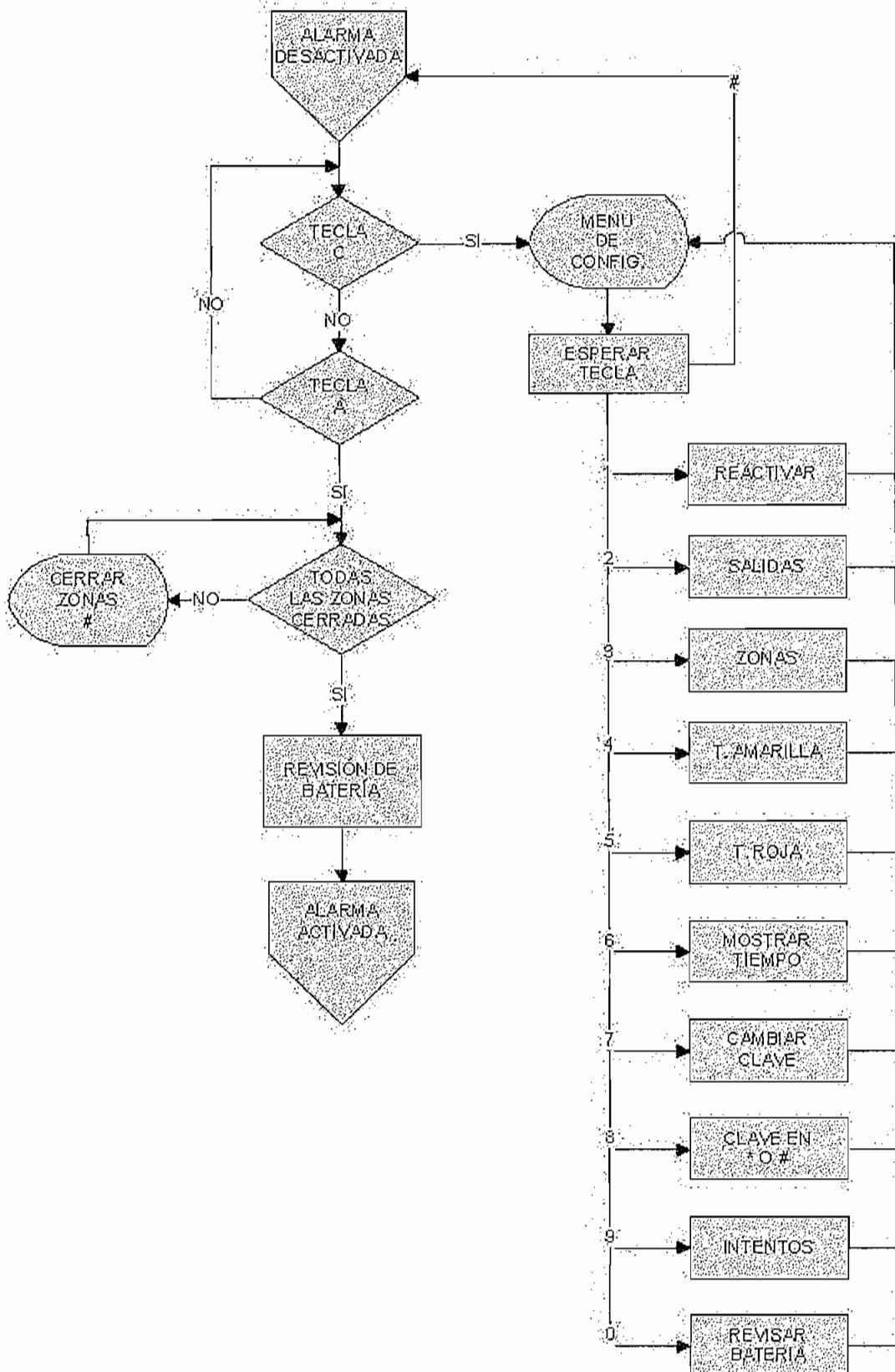


Gráfico 3.20. Alarma Desactivada

El gráfico 3.21 muestra el diagrama de flujo para la interrupción serial.

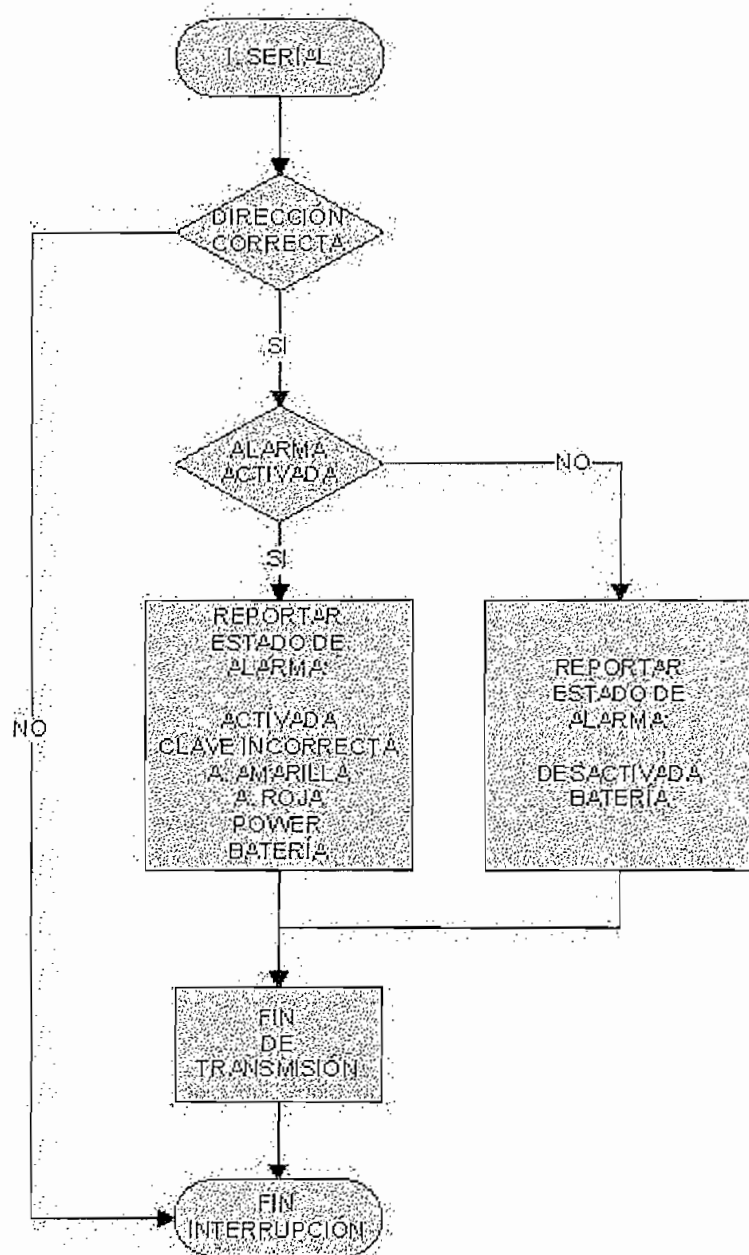


Gráfico 3.21. Interrupción serial.

En el proceso de revisión de batería, si está baja, pone al microcontrolador en modo IDLE y para salir de este modo es necesario el reset o alguna interrupción activa, al activarse algún sensor, genera un flanco negativo que activa la interrupción externa 1 y el micro "despierta".

Los circuitos de radiofrecuencia son tratados en el siguiente capítulo.

3.9. PRUEBA DEL MÓDULO PERIFÉRICO.

La corriente total teórica que se estimó, es mayor que la corriente que puede entregar solo un regulador LM7812, inicialmente se pensó en adquirir uno de mayor corriente, pero la dificultad para encontrarlo y el precio demasiado alto hizo que se busque otra solución. La idea de conectar dos reguladores en paralelo tenía sus inconvenientes puesto que si existe una pequeña diferencia de voltajes a sus salidas, esto podía provocar un corto circuito; primero se lo probó en un Project Board con lo cual se observó que no había ningún inconveniente. Ya con la fuente completa, cuando la corriente que el circuito consume es menor que la entregada por uno de los reguladores, solo uno está en funcionamiento; pero cuando la corriente aumenta, los dos reguladores entran a trabajar, esto se comprobó al sentir la misma temperatura en los dos reguladores.

Para el cargador de batería, incluido en la fuente, se hace funcionar a un regulador LM7812 como variable mediante el uso de una resistencia y un potenciómetro como en los reguladores variables, esto hace que se tenga un voltaje mayor a los 12V y regulable con el potenciómetro. En la práctica, cuando se gira la perilla del potenciómetro, el voltaje sube hasta un cierto valor y luego va disminuyendo, esto se debe al limitado voltaje de entrada; ya que el regulador LM7812 necesita, en la entrada, 3V más de los que se tiene a la salida.

Para comprobar el funcionamiento del circuito del estado de la batería, se alimentó con una fuente variable. El resultado fue exitoso; cuando el voltaje es menor a $V_Z + V_{BE}$, se muestra el mensaje de batería baja, y para retornarlo al estado normal de funcionamiento, se debe subir el voltaje y abrir uno de los sensores.

Cuando se corta la energía eléctrica y se pasa a operar con la batería de respaldo; este cambio no resetea al microcontrolador.

El voltaje es un poco menor a los 12V debido a la caída de voltaje en el diodo 1N5399.

CAPITULO 4.

DISEÑO DEL MÓDULO CENTRAL.

4.1. CIRCUITOS DE RADIO FRECUENCIA.

Están basados en circuitos integrados de la marca LINX, estos están disponibles en transmisor y receptor por separado o en transceptor; por separado, operan con modulación ASK en frecuencias de 315, 418 y 433Mhz y el transceptor opera con modulación FSK a 916Mhz. Con esto en cuenta, se diseñan los circuitos de igual funcionalidad y se deja a elección la frecuencia y el tipo de modulación deseada.

En **integrado transmisor** funciona normalmente con 3V pero se lo puede alimentar con 5V, y controlar la potencia de salida, si se conecta una resistencia al terminal 4, el valor de esta se obtiene del gráfico 4.1.

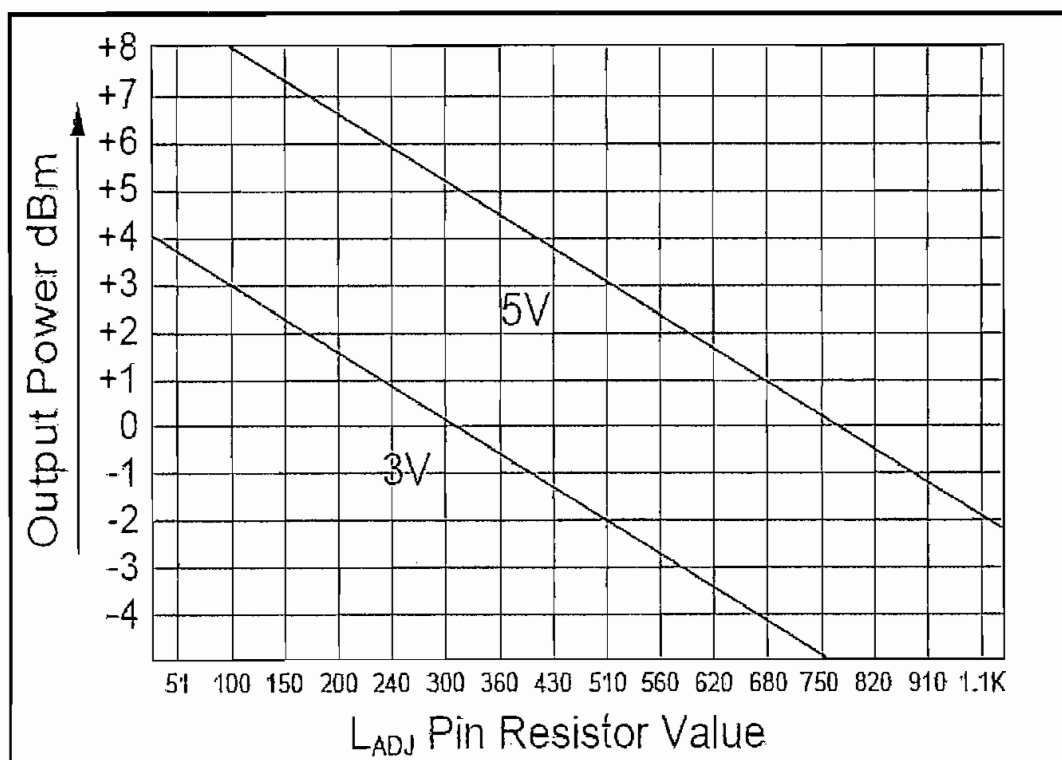


Gráfico 4.1. Potencia de salida vs. Resistencia de ajuste.

Se desea que la potencia de transmisión sea la máxima posible, entonces, una resistencia de 100 Ω se conecta en el terminal 4.

En el terminal 5 está la salida de la señal de radio frecuencia, en el cual, está conectada una antena y, la entrada de datos digitales, provenientes del microcontrolador, ingresan por el terminal 2 en el caso del circuito para módulo periférico, y a través del MAX232 en el caso del módulo central.

Si el circuito está lejos de la fuente, el fabricante recomienda el uso del filtro mostrado en el gráfico 4.2.

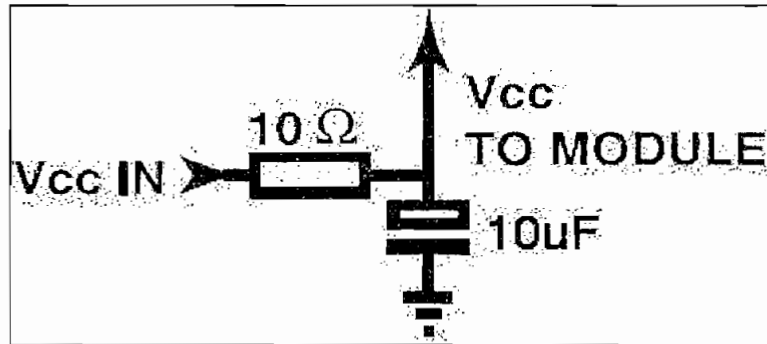


Gráfico 4.2. Filtro para eliminar ruido en Vcc

Este es un sencillo filtro pasa bajos tipo RC, destinado a eliminar el ruido; a continuación se hace un análisis de este filtro.

La frecuencia de corte es:

$$\begin{aligned}
 F_c &= \frac{1}{2\pi R_f C_f} \\
 F_c &= \frac{1}{2\pi(10\Omega)(10\mu F)} \\
 F_c &= 1.591\text{KHz}
 \end{aligned}
 \tag{4.1}$$

Donde:

F_c =Frecuencia de corte del filtro.

R_f =Resistencia del filtro= 10Ω .

C_f =Condensador del filtro= $10\mu F$.

Entonces, las frecuencias mayores a 1.6KHz serán atenuadas, es decir, el ruido será eliminado, pero, una de las desventajas de este tipo de filtro es que existe una caída de voltaje en la resistencia; para minimizar y eliminar esta resistencia, y entregar todo el voltaje disponible de la fuente (5V) al circuito integrado, se modifica el filtro, considerando una resistencia de 1Ω y manteniendo la frecuencia de corte, se tiene un condensador de:

$$\begin{aligned}
 1.591\text{KHz} &= \frac{1}{2\pi(1\Omega)C_{F2}} \\
 C_{F2} &= 100\mu\text{F}
 \end{aligned}
 \tag{4.2}$$

Donde:

C_{F2} =Nuevo condensador del filtro

Este condensador de 100uF se ubica en la entrada de voltaje y se añade uno de 0.1uF junto al circuito integrado para eliminar cualquier ruido que pueda afectar al voltaje desde la entrada de este hasta el circuito transmisor (en la placa).

Por otro lado, el **integrado receptor** funciona con un voltaje nominal de 3V, para alimentarlo con 5V, se conecta una resistencia de 200Ω en serie y se recomienda usar también el filtro mostrado en el gráfico 4.2 (dato del fabricante).

Estas resistencias (10+200Ω) forman un divisor de voltaje con el circuito integrado; para suministrar, a este último, la mayor cantidad de voltaje, será necesario disminuir el valor de esta resistencia. Se usa un condensador de 100uF y 0.1uF como se indicó anteriormente, y se recalcula el divisor de voltaje de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
 R_{RX} &= \frac{V_{RX}}{I_{RX}} \\
 R_{RX} &= \frac{4.2V}{7mA} \\
 R_{RX} &= 600\Omega
 \end{aligned}
 \tag{4.3}$$

$$\begin{aligned}
 V_{RX} &= V_{CC} \frac{R_{RX}}{R_1 + R_{RX}} \\
 4.2V &= 5V \frac{600}{R_1 + 600} \\
 R_1 &= 114.28\Omega \\
 R_1 &\approx 120\Omega
 \end{aligned}
 \tag{4.4}$$

Donde:

R_{RX} =Resistencia del circuito receptor.

V_{RX} =Voltaje máximo de alimentación=4.2V.

I_{RX} =Corriente total por el C. Integrado=7mA.

V_{CC} =Voltaje de alimentación=5V.

R_1 =Nueva resistencia para alimentar al circuito.

La antena va en el terminal 16; el terminal 6 es para la habilitación y el terminal 8 para la salida de datos digitales que ingresarán directamente al microcontrolador, en el caso del módulo periférico; o a través del MAX232 hacia la computadora, en el módulo central.

En el circuito **integrado transceptor**, la alimentación tiene un amplio rango, de 2.7V hasta 13V pero internamente funciona con 3V gracias a un regulador incorporado; la antena está colocada en el terminal 12, la salida de datos es el terminal 2, el terminal 5 es para habilitación total, un 1L en el terminal 7 activa el receptor y un 1L en el terminal 8 activa el transmisor, la señal en los terminales 7 y 8 no deben ser iguales por lo que se usa un circuito inversor con transistor; en el terminal 9 ingresan los datos para ser transmitidos y por último el terminal 14 sirve para ajustar la potencia de transmisión. Mientras menos ruido haya en el voltaje de alimentación, mejor será la comunicación, por esto, el fabricante sugiere colocar condensadores de bypass, como se muestra en la figura 4.3.

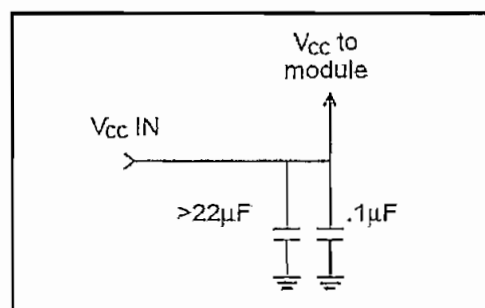


Gráfico 4.3. Filtro para alimentación.

El análisis de este filtro con condensadores, se lo hace partiendo del hecho que a los -3dB, X_c es igual a R_{TRX} , donde R_{TRX} es la resistencia que el circuito integrado presenta en el terminal de V_{cc} , entonces:

$$\begin{aligned}
 R_{TRX} &= \frac{V_{TRX}}{I_{TRX}} \\
 R_{TRX} &= \frac{5V}{29mA} \\
 R_{TRX} &= 172.41\Omega
 \end{aligned}
 \tag{4.5}$$

Donde:

R_{TRX} =Resistencia del circuito transceptor.

V_{TRX} =Voltaje de alimentación=5V.

I_{TRX} =Corriente total por el C. Integrado=29mA.

La frecuencia de corte es:

$$F_{ci} = \frac{1}{2\pi R_{TRX} C_i}
 \tag{4.6}$$

Sustituyendo valores:

$$\begin{aligned}
 F_{c_1} &= \frac{1}{2\pi(172.41\Omega)(0.1\mu F)} \\
 F_{c_1} &= 9.23KHz
 \end{aligned}
 \tag{4.7}$$

$$\begin{aligned}
 F_{c_2} &= \frac{1}{2\pi(172.41\Omega)(22\mu F)} \\
 F_{c_2} &= 41.96Hz
 \end{aligned}
 \tag{4.8}$$

Donde:

F_{ci} =Frecuencia de corte de los filtros.

R_{TRX} =Resistencia del circuito transceptor=172.41 Ω .

C_i =Condensadores=0.1 μF y 22 μF

El análisis se hace para cada condensador porque están ubicados en diferentes lugares de la placa, el de mayor valor está en la entrada de voltaje para minimizar el rizado proveniente de la fuente, y el de menor valor junto al circuito integrado y está destinado para eliminar el ruido de altas frecuencias.

Ahora, se diseña un sencillo inversor, en base a un transistor; si la corriente de colector es de 1mA y la corriente de base, también, de 1mA, entonces se tendrá valores similares de resistencia. Se calcula la resistencia de colector y se asume un valor igual para la resistencia de base.

$$R_C = \frac{V_{CC} - V_{CE-SAT}}{I_C}$$

$$R_C = \frac{5V - 0.2V}{1mA}$$

$$R_C = 4800\Omega$$

$$R_C \approx 4.7K\Omega$$
(4.9)

Donde:

R_C =Resistencia de Colector

V_{CC} = Alimentación = 5V

V_{CE-SAT} =Voltaje Colector-Emisor de saturación = 0.2V

Los circuitos de radio frecuencia completos se los observa en los gráficos 4.4.

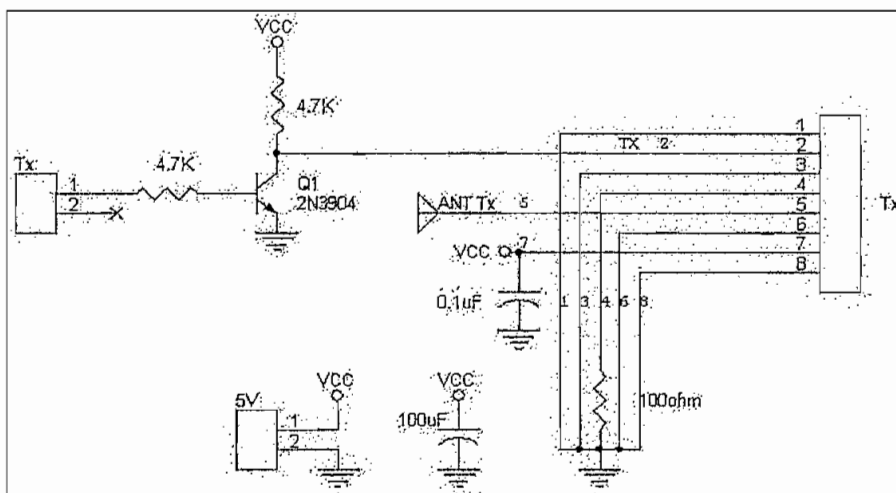


Gráfico 4.4A Circuito transmisor ASK 315, 418, 433Mhz. Módulo periférico.

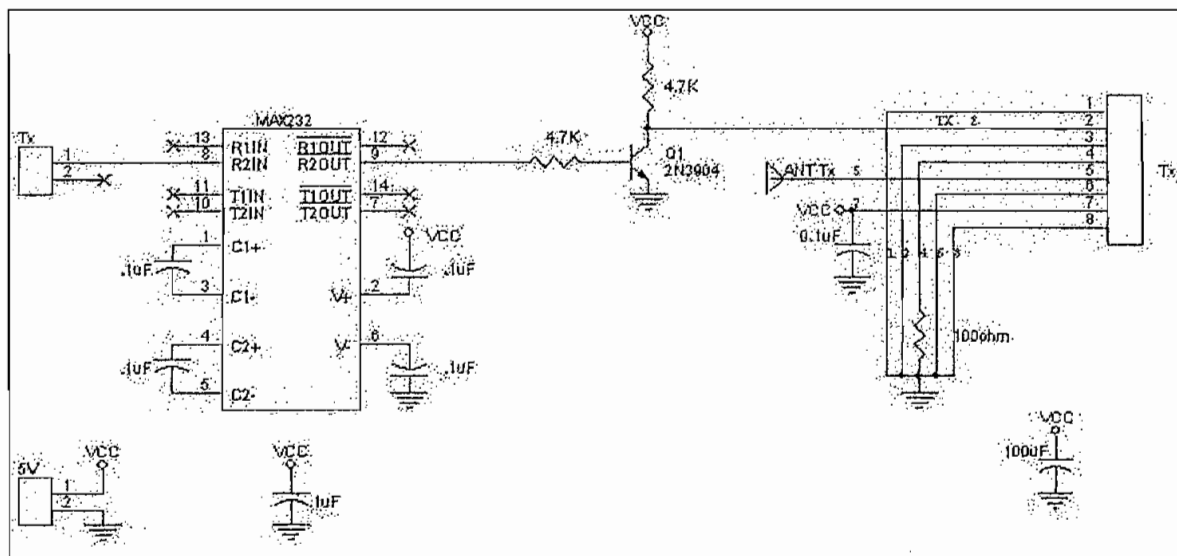


Gráfico 4.4B Circuito transmisor ASK 315, 418, 433Mhz. Módulo central

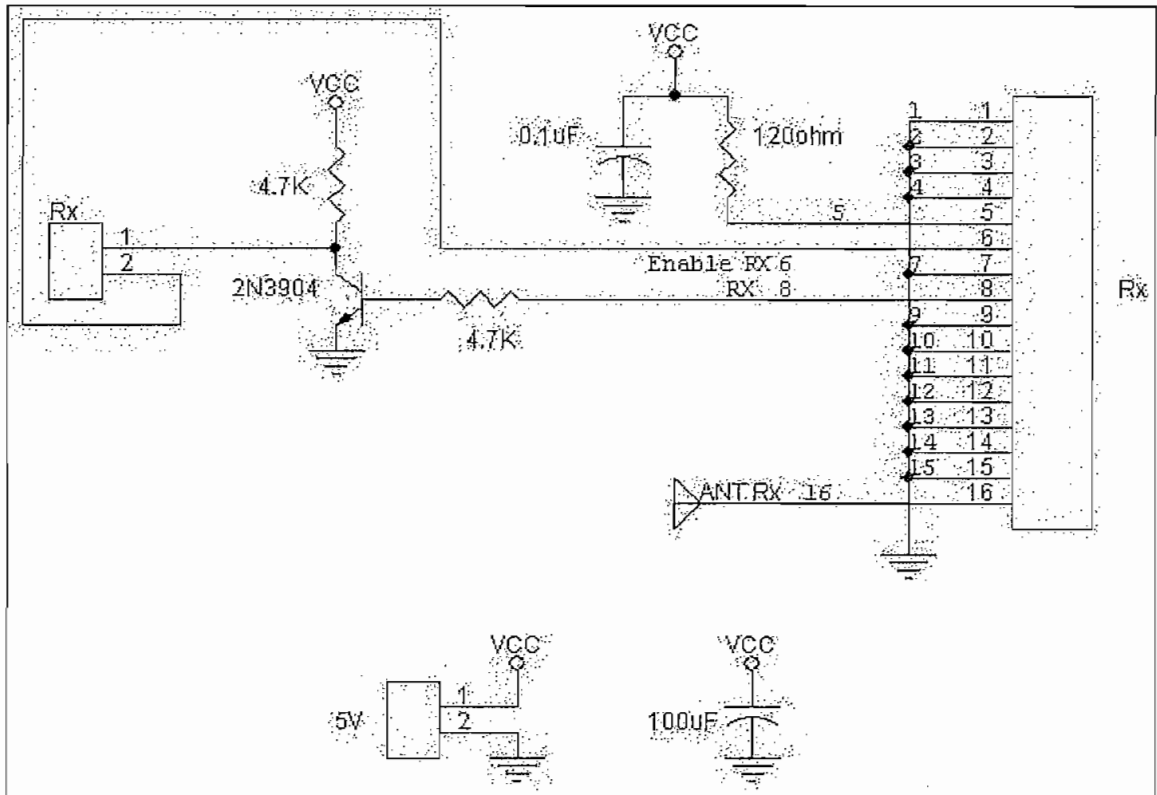


Gráfico 4.4C. Circuito receptor ASK 315, 418, 433Mhz. Módulo periférico.

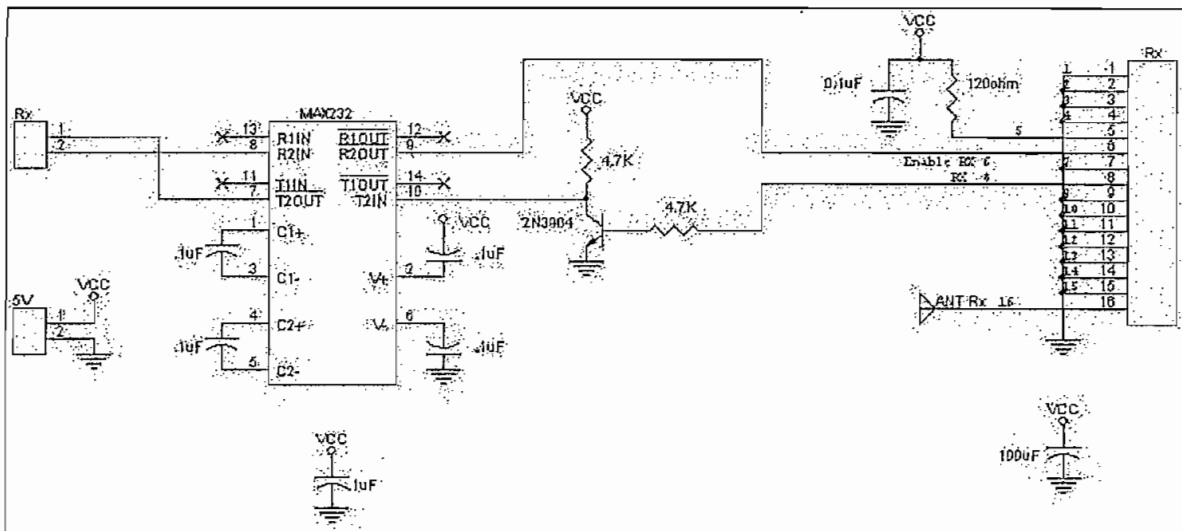


Gráfico 4.4D. Circuito receptor ASK 315, 418, 433Mhz. Módulo central.

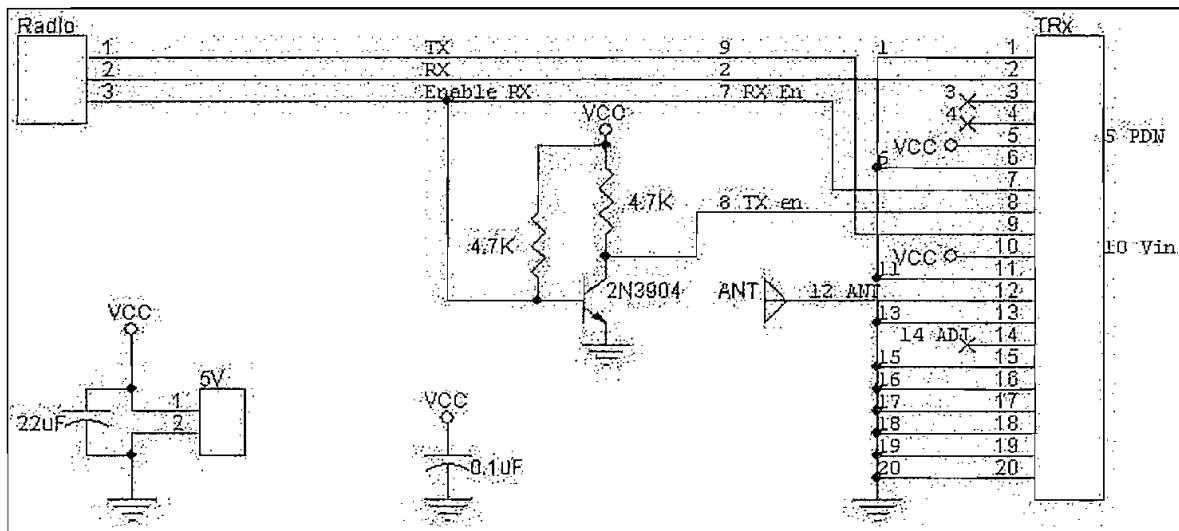


Gráfico 4.4E. Circuito transceptor. FSK 916Mhz. Módulo periférico.

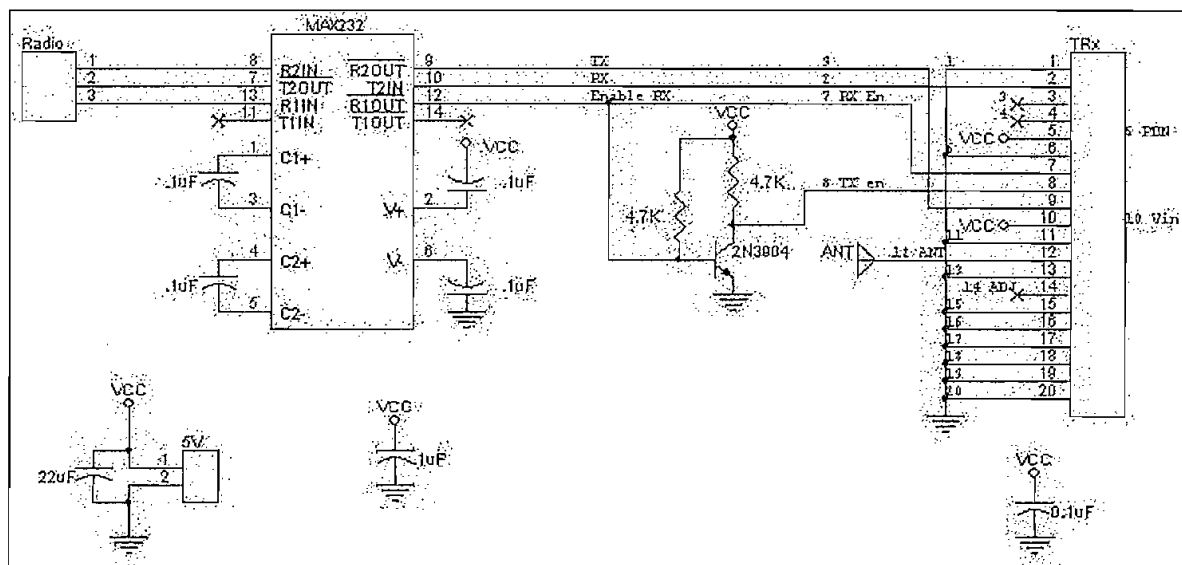


Gráfico 4.4F. Circuito transceptor. FSK 916Mhz. Módulo central.

Las placas de circuito impreso, de los circuitos anteriores, se muestra en los siguientes gráficos.

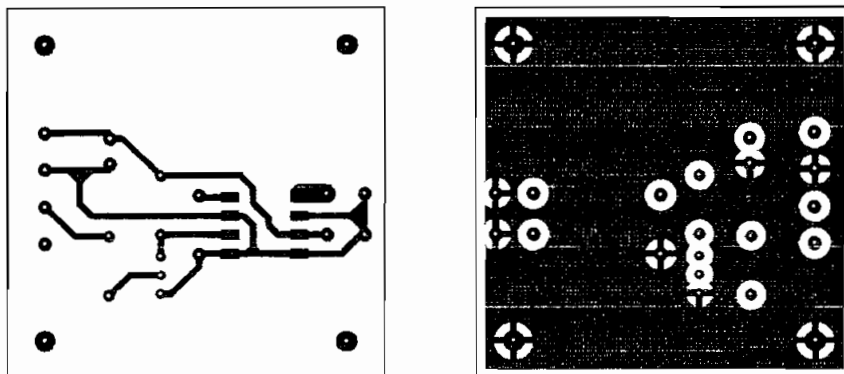


Gráfico 4.5A. Placa para Transmisor (tamaño real). Módulo periférico.

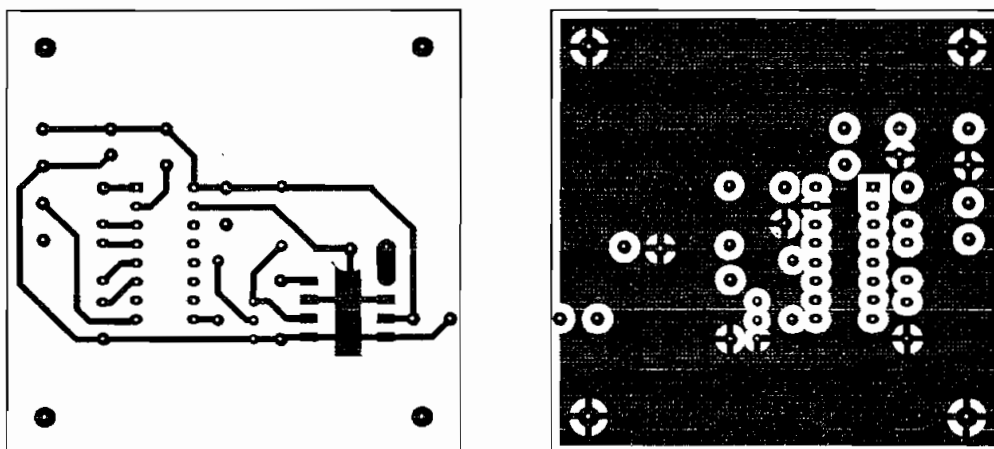


Gráfico 4.5B. Placa para Transmisor (tamaño real). Módulo central.

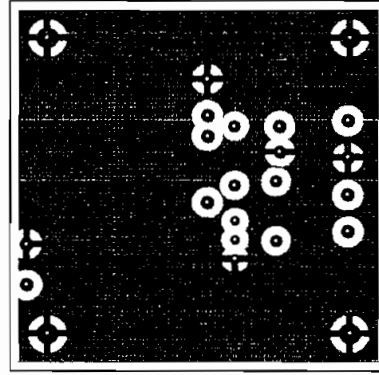
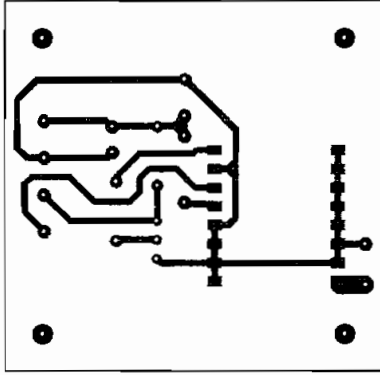


Gráfico 4.5C. Placa para Receptor (tamaño real). Módulo periférico.

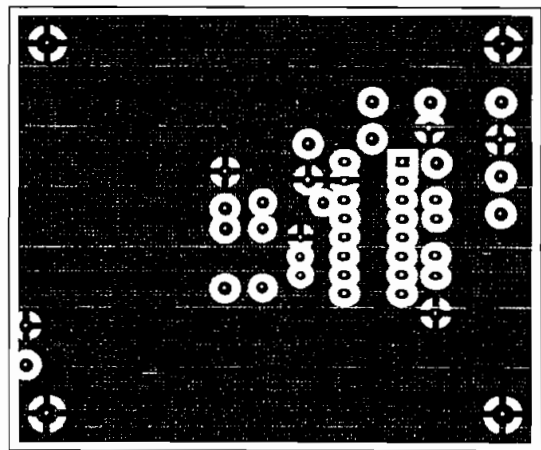
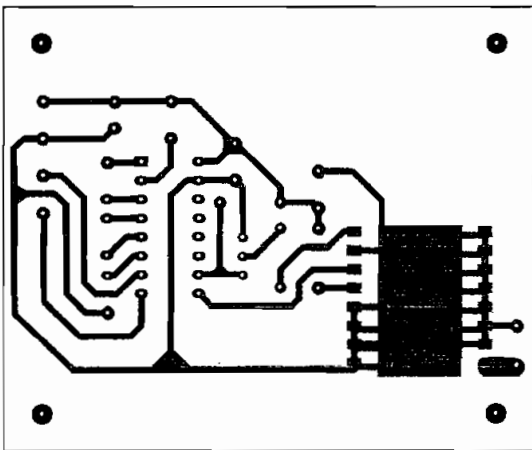


Gráfico 4.5D. Placa para Receptor (tamaño real). Módulo central.

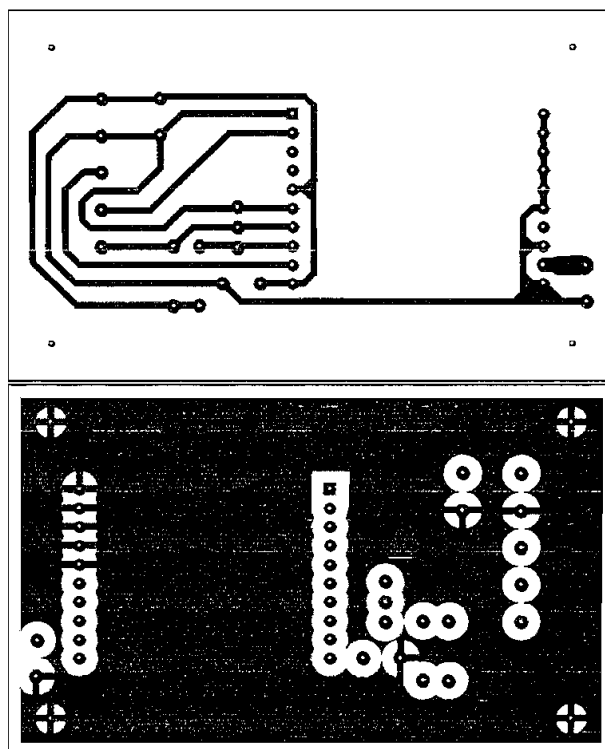


Gráfico 4.5E. Placa para Transceptor (tamaño real). Módulo periférico.

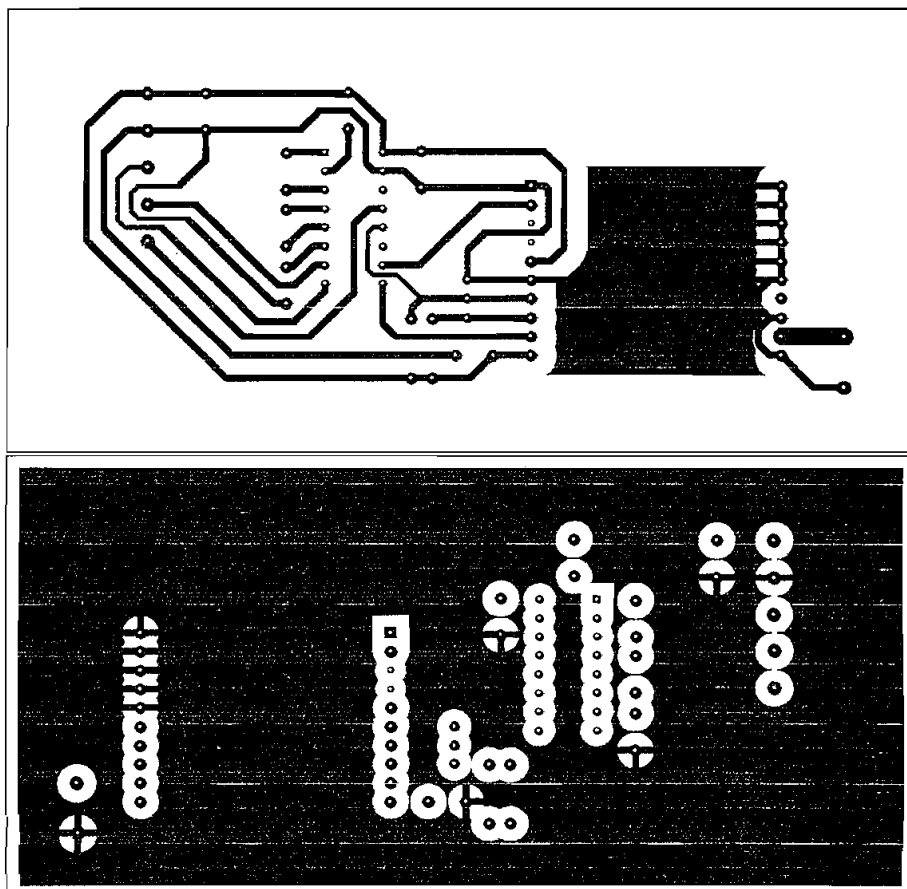
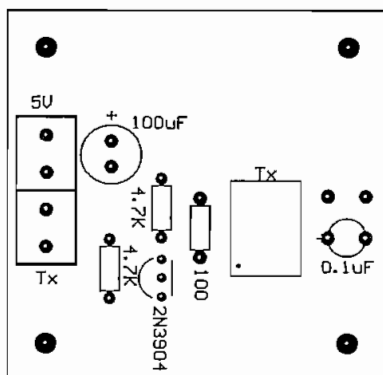


Gráfico 4.5F. Placa para Transceptor (tamaño real). Módulo central.

La distribución de elementos se muestra en los siguientes gráficos.

Módulo periférico.



Módulo central.

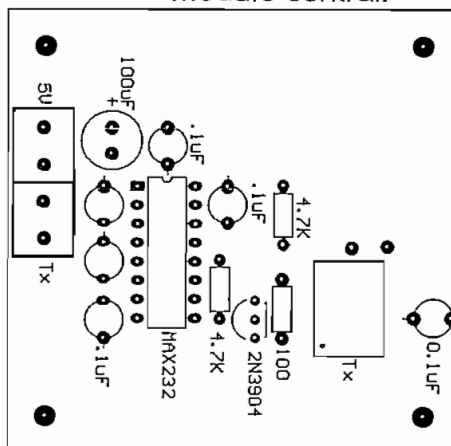
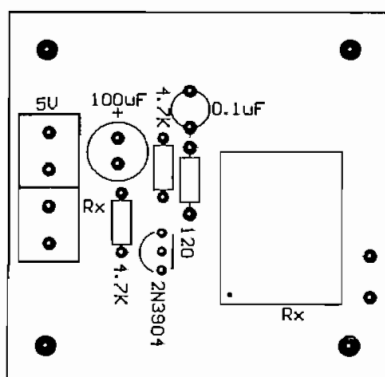


Gráfico 4.6A. Transmisor.

Módulo periférico.



Módulo central.

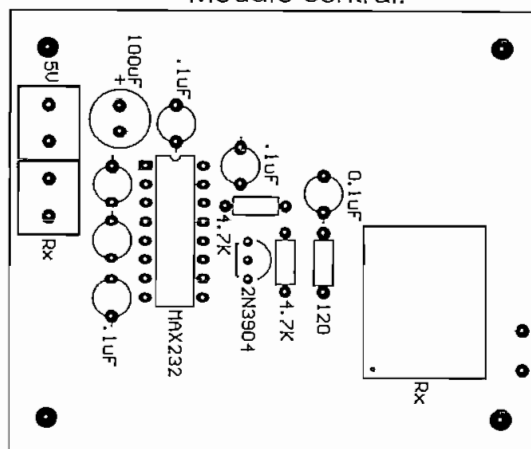


Gráfico 4.6B. Receptor.

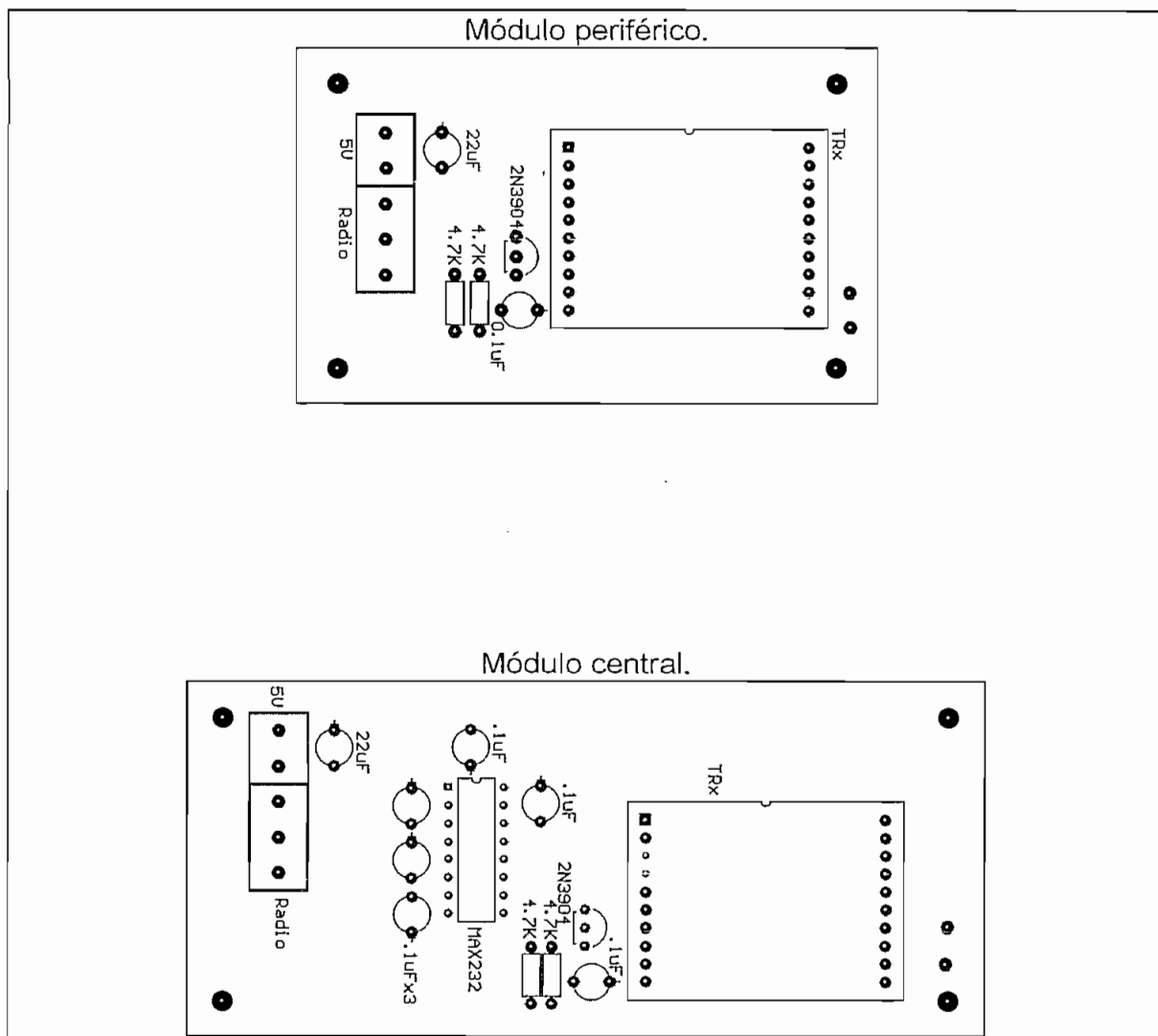


Gráfico 4.6C. Transceptor.

La alimentación de los circuitos de radio frecuencia, para el módulo central, se lo hace a través de un conector USB. Un conector DB9 sirve para la comunicación de datos entre la computadora y los circuitos, como muestra el gráfico 4.7.

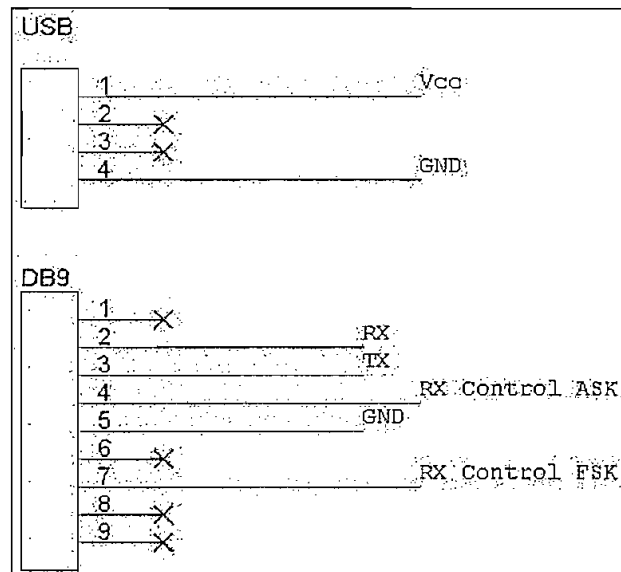


Gráfico 4.7. Conectores para el módulo central.

El estándar RS232 dice que la longitud máxima del cable debe ser 15.24m en lo referente a datos, a continuación se calcula la longitud del cable de alimentación, considerando en este una caída de voltaje de 1V, esto quiere decir que al circuito llegará 4V y teniendo en cuenta que la corriente máxima de consumo es de 46mA se tiene:

$$\begin{aligned}
 V_{CC} \frac{R_{CIR.RF}}{R_{CIR.RF} + R_{CU}} &= 4V \\
 5V \frac{5V/46mA}{5V/46mA + R_{CU}} &= 4V \\
 R_{CU} &= 27.17\Omega
 \end{aligned}
 \tag{4.10}$$

Donde:

R_{CU} =Resistencia del conductor de cobre.

V_{CC} =Voltaje de alimentación=5V

$R_{CIR.RF}$ =Resistencia del circuito de radio frecuencia=5V/46mA=108.7 Ω .

Con la resistividad lineal del cobre y al área transversal de un conductor sólido, de calibre 22AWG, se tiene:

$$\begin{aligned}
 R_{cu} &= \frac{\delta * L}{A_{22AWG}} \\
 27.17\Omega &= \frac{1.723 * 10^{-8} \Omega m * L}{0.32 * 10^{-6} m^2} \\
 L &= 504.68m
 \end{aligned}
 \tag{4.11}$$

Donde:

R_{cu} =Resistencia del conductor de cobre=27.17 Ω

δ =Resistividad lineal del cobre=1.723*10⁻⁸ Ω m

A_{22AWG} =Área transversal del conductor 22AWG=0.32*10⁻⁶m²

La longitud total del cable puede llegar hasta 504.68m pero como se necesita dos conductores, la distancia se divide entre dos, esto quiere decir que, la distancia entre la PC y el circuito de radio frecuencia será máximo de 252.34m. Por lo tanto el limitante es el conductor de datos, así, la distancia entre la computadora y el circuito de radio frecuencia no debe exceder los 15.24m.

A continuación, se hace una revisión, de la aplicación a nivel mundial, de las frecuencias usadas en los circuitos de radiofrecuencia.

Frecuencia 315Mhz. Las bandas 312 - 315Mhz (Móvil Tierra – espacio) y 315 - 322Mhz se usan para servicio fijo, móvil y móvil por satélite, previo acuerdo y con la condición de que no produzcan interferencia perjudicial a otros. Se proyecta usarlo también en satélites no geoestacionarios.

Frecuencia 418Mhz. La banda 410 - 420MHz se usa en fijo, móvil (no aeronáutico) y en el servicio de investigación espacial (espacio-espacio).

Frecuencia 433Mhz. La banda 430 - 440MHz está atribuida al servicio de Radio localización y aficionados, en Ecuador también para servicio fijo y móvil salvo móvil aeronáutico.

Frecuencia 916Mhz. La banda 902 - 928MHz se usa para servicio fijo, aficionados, móvil (no aeronáutico), radiolocalización, aplicaciones industriales, científicas y médicas (ICM). En Ecuador también se usa para Sistemas de Espectro Ensanchado (Spread Spectrum).

4.2. RADIO ENLACE.

La potencia de transmisión teórica, es de 4dBm; la ganancia de las antenas, es de 5.1dB. No se considera las pérdidas en las líneas de transmisión ya que no sobrepasa los 20cm, debido a que la antena y el circuito están en la misma caja. Con esto, se calcula la potencia que llega al receptor; si la potencia umbral es de -95dBm y la distancia es de 90m (dato del fabricante), entonces:

$$\begin{aligned}
 P_{RX} &= P_{TX} + G_{TX} - A_0 + G_{RX} \\
 P_{RX} &= 4dBm + 5.1dB - [92.4 + 20 \log(0.090) + 20 \log(0.418)] + 5.1dB \\
 P_{RX} &= 4dBm + 5.1dB - 63.90dB + 5.1dB \\
 P_{RX} &= -49.7dBm
 \end{aligned}
 \tag{4.12}$$

Donde:

P_{RX} =Potencia en el receptor.

P_{TX} =Potencia de transmisión=4dBm.

G_{TX} = G_{RX} =Ganancia de las antenas=5.1dB

A_0 =Pérdidas en la atmósfera. 0.418GHz; 0.090Km.

El margen de desvanecimiento, se lo considera como la diferencia entre la potencia de recepción y la potencia de umbral, con esto se tiene:

$$\begin{aligned}
 FM &= P_{RX} - P_U \\
 FM &= -49.7dBm - (-95dBm) \\
 FM &= 45.29dBm
 \end{aligned}
 \tag{4.13}$$

Donde:

FM=Margen de desvanecimiento.

P_{RX} =Potencia en el receptor = -49.7dBm.

P_U =Potencia de umbral = -95dBm.

Para calcular la confiabilidad se considera la misma distancia, un terreno liso (asfaltado), clima muy húmedo y un margen de desvanecimiento de 45.29dBm, con esto se tiene:

$$\begin{aligned}
 R &= 1 - 2.5 \times 10^{-9} A B F_{\text{MHz}} D_{\text{Km}}^3 10^{\frac{[FM]}{10}} \\
 R &= 1 - 2.5 \times 10^{-9} (4)(1)(418)(0.090)^3 10^{\frac{45.29}{10}} \\
 R &= 0.99989694 \\
 R\% &= 99.989694\%
 \end{aligned}
 \tag{4.14}$$

Donde:

R=Confiabilidad.

A=Factor para Tipo de terreno. 4=terreno liso

B=Factor para Tipo de clima. 1=muy húmedo.

F=Frecuencia=418MHz.

D=Distancia=0.090Km.

FM=Margen de desvanecimiento=45.29dBm.

El Sistema de Ganancia, es una medida del desempeño del radio enlace; y es:

$$\begin{aligned}
 G_s &= P_{TX} - P_u \\
 G_s &= 4\text{dBm} - (-95\text{dBm}) \\
 G_s &= 99\text{dBm}
 \end{aligned}
 \tag{4.15}$$

Donde:

G_s=Sistema de Ganancia.

P_{TX}=Potencia de transmisión=4dBm.

P_u=Potencia umbral=-95dBm.

Para cumplir con el objetivo de confiabilidad, se aplica la siguiente desigualdad:

$$\begin{aligned}
 G_s &\geq P_{TX} - P_{RX,MIN} \\
 99\text{dBm} &\geq 4\text{dBm} - (-95\text{dBm}) \\
 99\text{dBm} &\geq 99\text{dBm}
 \end{aligned}
 \tag{4.16}$$

Donde:

G_s=Sistema de Ganancia=99dBm.

P_{TX}=Potencia de transmisión=4dBm.

P_{RX,MIN}=Potencia de recepción mínima=-95dBm.

El tiempo fuera de enlace se calcula de la siguiente manera:

$$T_F = \left(1 - \frac{R_{\%}}{100}\right) * 365 * 24 * 60 * 60 \text{seg}$$

$$T_F = \left(1 - \frac{99.989694}{100}\right) * 365 * 24 * 60 * 60 \text{seg}$$

$$T_F = 3249.92 \text{seg}$$

(4.17)

$$T_F = 54 \text{min } 9 \text{seg } 92^{100}$$

Donde:

T_F = Tiempo fuera de enlace.

R = Confiabilidad = 99.989694%

El perfil de pérdidas se muestra en el gráfico 4.8.

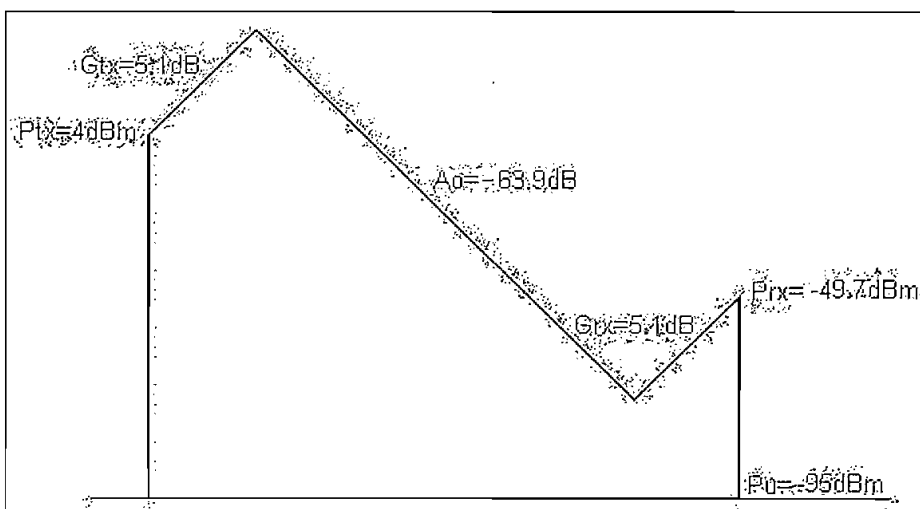


Gráfico 4.8. Perfil de pérdidas.

El presupuesto de pérdidas se muestra en la tabla 4.1.

Presupuesto de Pérdidas		
Ptx	+	4dBm
Línea de tx		-----
Gtx	+	5,1dB
Ao	-	63,90 dB
Grx	+	5,1dB
Línea de tx		-----
$\Sigma =$	-	49,7dBm

Tabla 4.1. Presupuesto de pérdidas

La antena es de tipo monopolo, modelo ANT-418-PW-QW de la marca LINX. Los anchos de banda en banda base se calcula en base a la fórmula $AB_{BB}=V_{tx}/2$ y considerando que en el primer lóbulo se concentra el 90% de la energía y siendo la velocidad única de transmisión de 4.8Kbps se tiene:

Velocidad de TX	AB banda base	$AB_{ASK}=2AB_{BB}$	$AB_{FSK}=2AB_{BB}+\Delta f_{pp}$ $\Delta f_{pp}=110Khz$
4.8Kbps	2.4Khz	4.8Khz	X
4.8Kbps	2.4Khz	X	114.8Khz

Tabla 4.2. Anchos de banda.

4.3. FORMA DE COMUNICACIÓN.

En el presente diseño se ha tenido en cuenta dos formas de comunicación entre el módulo central y el módulo periférico. La primera forma, es mediante el uso del entorno multiprocesador. La segunda es una comunicación sencilla entre el módulo central y el módulo periférico.

La selección, de una de estas formas, se lo hace tomando en cuenta lo siguiente:

Entorno Multi-Procesador		Comunicación Sencilla	
Pro	Contra	Pro	Contra
El formato de la dirección se diferencia de los datos	Lento proceso de apertura y cierre del puerto serial para cambiar el formato de dirección y datos	El programa del computador se ejecuta de forma rápida	El formato de dirección y datos es igual
En el módulo periférico se activa la interrupción solo cuando recibe una dirección			Un módulo periférico se interrumpe con cada transmisión del módulo central y de otros módulos
El módulo periférico funciona de forma continua			Con tantas interrupciones los módulos periféricos alargan los tiempos programados y puede perder información del teclado
La respuesta del módulo seleccionado no interrumpe a otros módulos periféricos			Se tiene un máximo de 239 módulos periféricos
Número máximo de módulos periféricos es 256			

Tabla 4.3. Análisis de "pros" y "contras" en las formas de comunicación.

El método seleccionado es el entorno multi-procesador, en el cual, el módulo central envía la dirección con paridad marca (1L), esta dirección interrumpe a todos los módulos periféricos pero solo el seleccionado responderá enviando datos al módulo central con paridad espacio (0L), esto no se interrumpe a los demás módulos periféricos. El computador debe cambiar la configuración del puerto cada vez que envía o recibe bytes, lo que lleva su tiempo haciendo lento al programa. Una posible solución es usar un computador más rápido, con lo cual se deberá cambiar el tiempo que espera del microcontrolador para enviar los datos. El programa está diseñado para un computador de 450Mhz.

4.4. TIEMPOS DE ESPERA EN LOS PROGRAMAS.

Si se usa frecuencias diferentes en la comunicación, se puede mantener siempre activos a los circuitos integrados de radio frecuencia, pero si se usa la misma frecuencia, es necesario esperar un cierto tiempo cuando se activa o desactiva el receptor; en el caso del circuito integrado transmisor, es 10ms; para el receptor es 80us y para el transceptor es 5ms al activar el receptor y 8ms al desactivarlo. Se toma el máximo de 10ms como tiempo de espera único para todos.

El programa debe cambiar la configuración del puerto, esto solo es posible si se cierra y se abre el puerto serie, esto toma su tiempo y ha sido medido por el mismo programa, con Windows98 y un computador de 450Mhz, dando tiempos mínimo y máximo respectivamente de: 207ms y 284ms, para tener un margen de seguridad se asume estos valores como $T. \text{mínimo}=200\text{ms}$ y $T. \text{máximo}=290\text{ms}$, luego de pasado este tiempo, se activa el receptor y se espera 10ms hasta que esté listo. Por otro lado, cuando el microcontrolador es seleccionado, debe esperar el tiempo de cambio de configuración del puerto y 10ms adicionales, el caso del tiempo máximo de espera es de $290\text{ms}+10\text{ms}=300\text{ms}$ y transcurrido este tiempo, el microcontrolador enviará sus datos con un máximo de 10bytes que tomará 23ms, a la velocidad de transmisión, pero se añade 2ms por seguridad, entonces, el microcontrolador habrá enviado sus datos dentro de $300\text{ms}+25\text{ms}=325\text{ms}$ a partir su selección.

Ahora el programa debe esperar los datos del microcontrolador a partir de la activación del receptor; si se considera los 200ms para el cambio de configuración del puerto y los 325ms de espera del microcontrolador, entonces

la espera máxima del programa es de $325-200\text{ms}=125\text{ms}$ para que llegue todos los datos del microcontrolador.

Los tiempos de transmisión, para una velocidad de 4800bps , son:

$$\begin{aligned} t_b &= \frac{1}{V_{tx}} \\ t_b &= \frac{1}{4800\text{bps}} \\ t_b &= 208.3\mu\text{s} \end{aligned} \quad (4.18)$$

Donde:

T_b =Tiempo de bit.

V_{tx} =Velocidad de transmisión= 4800bps

Si se multiplica este valor por 8 bits de datos (1.667ms), se tiene el tiempo de datos y si se multiplica por 11 bits (8 de datos, una marca, inicio y parada) (2.292ms), se tiene el tiempo de transmisión total de esos bits.

La eficiencia de transmisión se la calcula tomando en cuenta los tiempos necesarios para la comunicación y considerando como datos la dirección y el caracter de fin de transmisión.

Cuando el microcontrolador transmite un dato y un caracter de parada, se tiene la eficiencia mostrada en la ecuación (4.19).

Cuando el microcontrolador transmite un dato, información de 8 zonas y caracter de parada, se tiene la eficiencia mostrada en la ecuación (4.20).

$$\begin{aligned} \eta_{\%} &= \frac{T_d + 2T_d}{T_{tx} + T_{ci} + 2T_{tx}} * 100 \\ \eta_{\%} &= \frac{1.667\text{ms} + 2(1.667\text{ms})}{(2.292\text{ms}) + (300\text{ms}) + 2(2.292\text{ms})} * 100 \\ \eta_{\%} &= 1.63\% \end{aligned} \quad (4.19)$$

$$\eta_{\%} = \frac{Td + 10Td}{Ttx + Tci + 10Ttx} * 100$$

$$\eta_{\%} = \frac{1.667ms + 10(1.667ms)}{(2.292ms) + (300ms) + 10(2.292ms)} * 100$$

$$\eta_{\%} = 5.64\%$$
(4.20)

Donde:

$\eta_{\%}$ =Eficiencia de transmisión

Td=tiempo de datos=1.667ms.

Ttx=tiempo de transmisión de los 11 bits=2.292ms.

Tci=tiempo de espera hasta que el RX este listo=300ms

La eficiencia espectral δ es igual a 2 porque se usa código binario.

4.5. DIAGRAMAS DE FLUJO DEL PROGRAMA DE COMPUTADOR.

Los diagramas para los eventos son:

Check Box es la casilla en la cual se activa con un visto la capacidad máxima del sistema de alarma

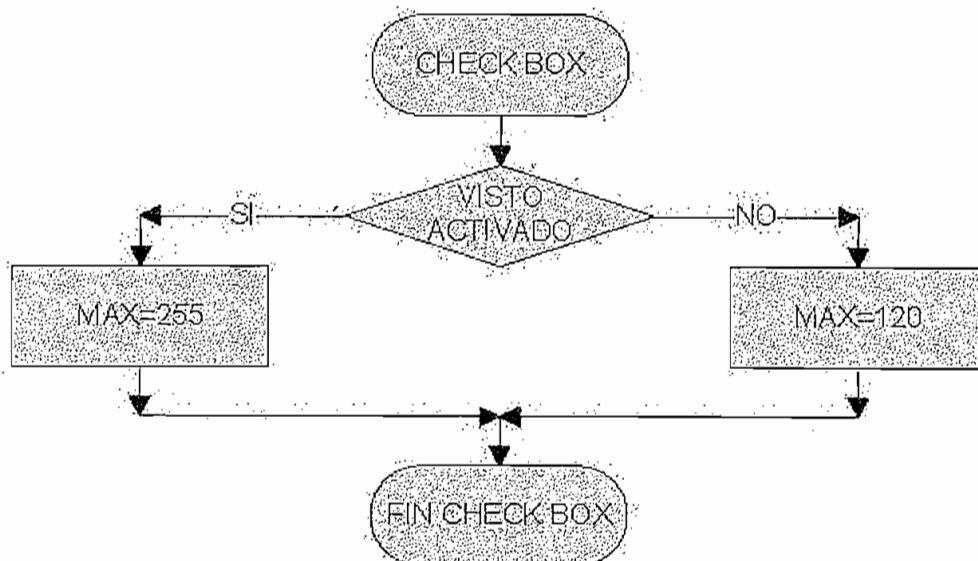


Gráfico 4.9. Diagrama de F. para la ampliación de la capacidad

El evento **OnComm** se produce cuando han llegado los datos del microcontrolador.

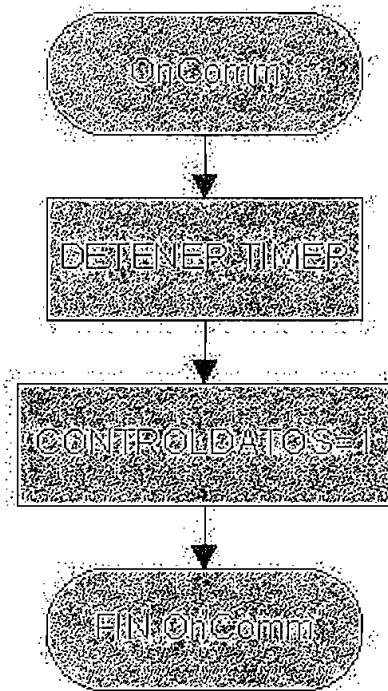
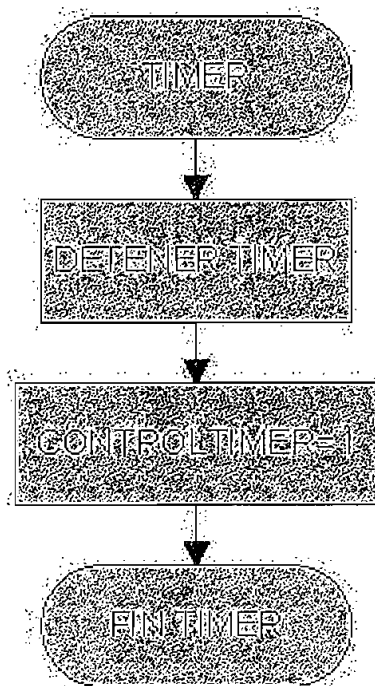


Gráfico 4.10. Comandos para el evento OnComm

El evento **TIMER** se produce cada vez que se cumple el tiempo programado.



4.11. Comandos para el evento Timer.

Proceso de registro de usuarios.

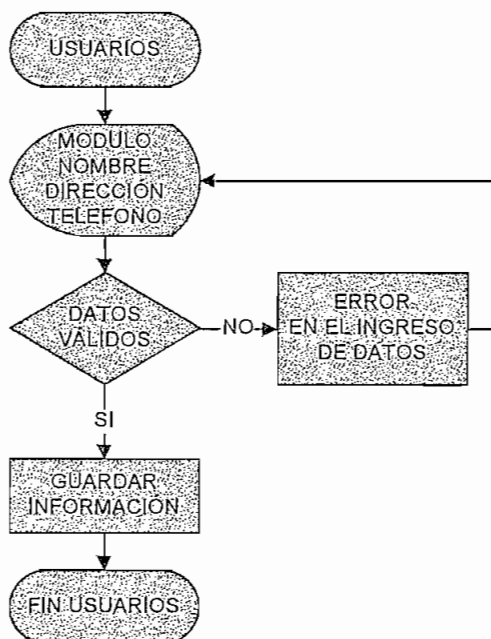


Gráfico 4.12. Proceso de registro de usuarios.

El evento **SALIR** se produce cuando se hace click en el botón salir.



Gráfico 4.13. Comandos para terminar el programa.

El diagrama principal se muestra a continuación.

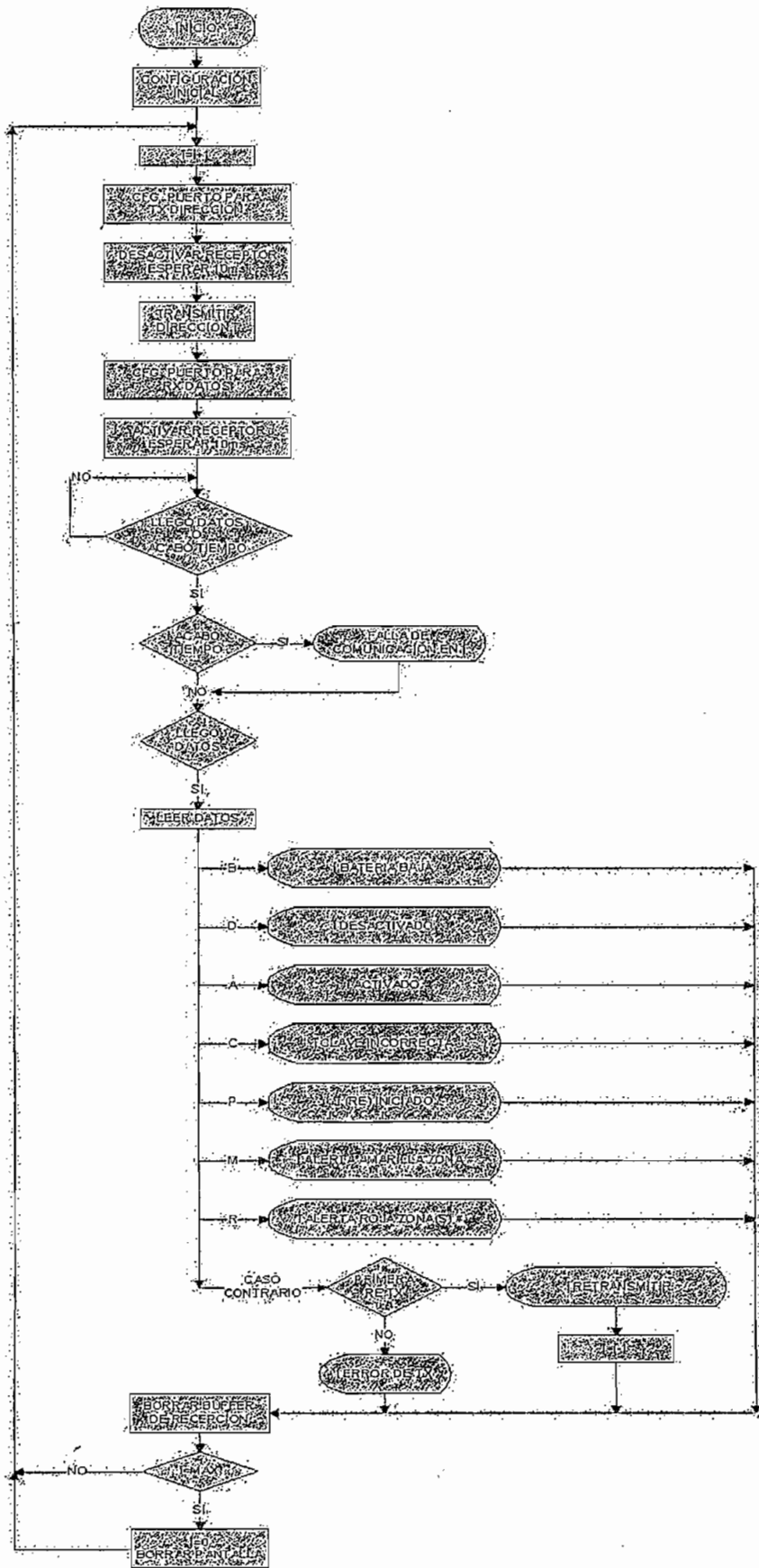


Gráfico 4.14. Diagrama de F. del programa principal

4.6. PRUEBA DEL MÓDULO CENTRAL.

La primera prueba que se realizó, fue para comprobar la comunicación entre el computador y el microcontrolador, eso se hizo con alambres y con un MAX232. Poco a poco se fue desarrollando el software para cada uno de ellos y cuando estuvo listo, se pasó a la fabricación de los circuitos de radio frecuencia.

Los primeros circuitos de RF armados, fueron los correspondientes al módulo central, es decir, los circuitos que incluyen MAX232, a los cuales se conectó unas sencillas antenas.

Para la primera prueba, de los circuitos de RF, se tomó el transmisor al cual se aplicó voltajes a la entrada de datos; mientras que en el receptor se conectó un multímetro en la salida de datos; el funcionamiento fue exitoso.

Con este juego de transmisor y receptor, se reemplazó uno de los alambres de comunicación entre el PC y el microcontrolador; tomando en cuenta que a uno de los circuitos se debía quitar el CI. MAX232 y unir los terminales correspondientes en el zócalo para que funcione con el microcontrolador. La comunicación fue exitosa.

Una vez armados todos los circuitos de RF, que funcionan a la misma frecuencia, y correctamente conectados, se procedió a la prueba de comunicación, la cual falló. El problema estaba en el nivel de reposo (1L) en las líneas de transmisión tanto del PC como del microcontrolador, esto hacía que los dos transmisores emitan sus ondas al espacio, creando una interferencia mutua. La solución estaba en invertir los niveles lógicos de los transmisores y también de los receptores, mediante un sencillo inversor con transistor. Una vez hecho esto, la comunicación fue exitosa.

Inicialmente, en los circuitos transmisores se usó una resistencia de 100Ω con una tolerancia de 5%, esta fue reemplazada por una resistencia de precisión del mismo valor.

La distancia de cobertura, entre los circuitos de radio frecuencia, fue probada ingresando datos manualmente al transmisor, mientras que, en el receptor se conectó un LED. Con línea de vista, esta distancia es de aproximadamente 30m, para distancias superiores, se recibe señal pero muy débil.

Ahora, el transceptor, opera a frecuencias de: 433.92Mhz, 868Mhz y 916Mhz.

CAPÍTULO 5

ESTUDIO DE COSTOS DEL SISTEMA.

5.1. CONSIDERACIONES.

El módulo periférico se lo ha diseñado para operar de forma independiente como un sistema de alarma tradicional; si se lo usa de esta manera, no es necesario el circuito de radio frecuencia ni el módulo central, por tanto, cada usuario haría una sola inversión que cubriría el costo del módulo e instalación.

Si se opera con el módulo central, entre todos los usuarios deberán adquirir un computador (mínimo pentium2) y los circuitos de radio frecuencia que lo conforman. A partir de este punto, se puede usar los servicios de la policía nacional (o comunitaria) con lo cual, el único pago que realizarían los usuarios sería el costo del equipo y la implementación; o en su caso, contratar los servicios de una compañía de guardias privados para lo cual será necesaria una cuota mensual.

Cabe notar que los costos presentados a continuación pueden variar, dependiendo del lugar y momento en que se decida implementar.

El costo de los dispositivos electrónicos corresponde a distintos lugares en los cuales fueron adquiridos, los precios varían de un lugar a otro. Para la compra al por mayor, depende del lugar, por ejemplo, Electrónica Nacional necesita una lista de todo lo que se desea comprar para hacer una cotización, al igual que Tecompartes pero esta vende al por mayor solo si pasa de 1000 unidades. La única solución razonable fue de Electrónica H&L la cual hace un descuento del 15% y es de esta manera como se calcula el costo de los dispositivos al por mayor, pero no para todos.

El costo de los circuitos de radio frecuencia, al por mayor, se tomó de la página web del fabricante. El costo de las antenas corresponde a la corporación Digi-key. Respecto a las placas de circuito impreso, 5 fueron cotizadas por SME Elektronik, y las otras fueron estimadas. Esta empresa también puede soldar los dispositivos electrónicos y fabricar en serie todos los módulos del proyecto. Las cajas fueron hechas en la hojalatería Indutol, todas al mismo precio.

Los costos mostrados no incluyen IVA.

Los costos, del servicio de guardianía, se lo hace tomando en cuenta dos guardias que vigilen las 24 horas de día, todos los días del año.

Para el costo de ensamblaje se toma como referencia el sueldo básico de \$150 y se lo divide para 255 módulos; aproximadamente \$0.60.

5.2. COSTO DE LOS DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS.

Los dispositivos, para el circuito microprocesado, se muestra en la tabla 5.1 junto con sus respectivos precios al por menor y por mayor.

Tipo	Cantidad	Parte	Precio U.	Precio T.	Por Mayor
Resistencias					
	1	100	0,04	0,04	0,03
	1	160	0,04	0,04	0,03
	1	330	0,04	0,04	0,03
	12	470	0,04	0,48	0,41
	1	510	0,04	0,04	0,03
	1	820 1/2W	0,08	0,08	0,07
	1	2.2K 1/2W	0,08	0,08	0,07
	1	3K	0,04	0,04	0,03
	1	4.3K	0,04	0,04	0,03
	1	100K	0,04	0,04	0,03
	1	POT. 10K pequeño	0,70	0,70	0,60
Condensadores					
	2	30pF	0,10	0,20	0,17
	1	15nF	0,10	0,10	0,09
	4	0.1uF	0,05	0,20	0,17
	1	1uF	0,05	0,05	0,04
Diodos					
	8	1N4001	0,08	0,64	0,54
	1	Z6.8V	0,15	0,15	0,13
Transistores					
	3	2N3904	0,09	0,27	0,23
	1	TIP122	0,40	0,40	0,34
	1	BT136	0,61	0,61	0,52
Circuitos I.					
	1	AT89C52	10	10	8,00
	1	MOC3031	1,05	1,05	0,89
Componentes					
	1	Teclado 16 teclas	10,60	10,60	10,07
	1	Display 16x2	17,50	17,50	16,63
Pulsadores/Int.					
	2	Sw	0,25	0,50	0,43
Conectores					
	11	Bornera x2	0,32	3,52	2,99
	2	Bornera x3	0,80	1,60	1,36
	2	Conector x4	0,25	0,50	0,43
Otros					
	1	11.0592Mhz	2	2	1,70
	1	Zócalo 40pines	0,24	0,24	0,20
Externos					
	1	Sirena 12V	5,50	5,50	4,68
			TOTAL	57,25	50,97

Tabla 5.1. Dispositivos electrónicos para circuito microprocesado.

Los dispositivos electrónicos necesarios para el circuito de la fuente se muestran en la tabla 5.2.

Tipo	Cantidad	Parte	Precio U.	Precio T.	Por Mayor
Resistencias					
	1	12 1/2W	0,08	0,08	0,07
	1	470 1W	0,08	0,08	0,07
	1	POT. 10K	0,27	0,27	0,23
Condensadores					
	2	.01uF	0,10	0,20	0,17
	3	0.33uF	0,05	0,15	0,13
	1	6800uF	3,20	3,20	2,72
Diodos					
	1	1N4005	0,08	0,08	0,07
	2	1N5399	0,13	0,26	0,22
	1	Puente de diodos	1,47	1,47	1,25
Circuitos I.					
	1	7805	0,45	0,45	0,38
	3	7812	0,37	1,11	0,94
	1	317	0,46	0,46	0,39
Conectores					
	1	Bornera x2	0,32	0,32	0,27
	1	Bornera x3	0,8	0,80	0,68
	2	Porta Fusible	0,35	0,70	0,60
	2	Terminal Bat.	0,08	0,16	0,14
Fusibles					
	1	250mA	0,06	0,06	0,05
	1	125mA	0,06	0,06	0,05
Transformador					
	1	12+12V 3A	4,96	4,96	4,22
Batería					
	1	12V 8A/h	14,49	14,49	12,32
			TOTAL	29,36	24,96

Tabla 5.2. Dispositivos electrónicos para el circuito de la fuente.

Los dispositivos electrónicos necesarios para el circuito transmisor, del módulo periférico, se muestran en la tabla 5.3A.

Periférico	Cantidad	Parte	Precio U.	Precio T.	Por Mayor
Resistencias					
	1	100	0,04	0,04	0,03
	2	4,7K	0,04	0,08	0,07
Condensadores					
	1	0.1uF	0,05	0,05	0,04
	1	100uF	0,10	0,10	0,09
Transistores					
	1	2N3904	0,09	0,09	0,08
Circuitos I.					
	1	LINX TXM-xxx-LC	20	20	8
Antena					
	1	ANT-xxx-PW-QW	14	14	5,07
Conectores					
	2	Bornera x2	0,32	0,64	0,54
			TOTAL	35	13,92

Tabla 5.3A. Dispositivos electrónicos para transmisor periférico.

* xxx=315, 418, 433

Los dispositivos electrónicos necesarios para el circuito transmisor del módulo central se muestran en la tabla 5.3B.

Central	Cantidad	Parte	Precio U.	Precio T.	Por Mayor
Resistencias					
	1	100	0,04	0,04	0,03
	2	4,7K	0,04	0,08	0,07
Condensadores					
	6	0.1uF	0,05	0,30	0,26
	1	100uF	0,10	0,10	0,09
Transistores					
	1	2N3904	0,09	0,09	0,08
Circuitos I.					
	1	LINX TXM-418-LC	20	20	8
	1	MAX232	3	3	2,55
Antena					
	1	ANT-418-PW-QW	14	14	5,07
Conectores					
	2	Bornera x2	0,32	0,64	0,54
	1	Zócalo 16 pines	0,08	0,08	0,07
			TOTAL	38,33	16,75

Tabla 5.3B. Dispositivos electrónicos para transmisor central.

* xxx=315, 418, 433

La lista de dispositivos electrónicos que se necesita para el circuito receptor del módulo periférico está en la tabla 5.4A.

Periférico	Cantidad	Parte	Precio U.	Precio T.	Por Mayor
Resistencias					
	1	120ohm	0,04	0,04	0,03
	2	4,7K	0,04	0,08	0,07
Condensadores					
	1	0.1uF	0,05	0,05	0,04
	1	100uF	0,10	0,10	0,09
Transistores					
	1	2N3904	0,09	0,09	0,08
Circuitos I.					
	1	LINX RXM-xxx-LC-S	40	40	17
Antena					
	1	ANT-xxx-PW-QW	14	14	5,07
Conectores					
	2	Bornera x2	0,32	0,64	0,54
		TOTAL		55	22,92

Tabla 5.4A. Dispositivos electrónicos para receptor periférico.

* xxx=315, 418, 433

La lista de dispositivos electrónicos que se necesita para el circuito receptor del módulo central está en la tabla 5.4B.

Central	Cantidad	Parte	Precio U.	Precio T.	Por Mayor
Resistencias					
	1	120ohm	0,04	0,04	0,03
	2	4,7K	0,04	0,08	0,07
Condensadores					
	6	0.1uF	0,05	0,3	0,26
	1	100uF	0,10	0,1	0,09
Transistores					
	1	2N3904	0,09	0,09	0,08
Circuitos I.					
	1	LINX RXM-xxx-LC-S	40	40	17
	1	MAX232	3	3	2,55
Antena					
	1	ANT-xxx-PW-QW	14	14	5,07
Conectores					
	2	Bornera x2	0,32	0,64	0,54
	1	Zócalo 16 pines	0,08	0,08	0,07
		TOTAL		58,33	25,75

Tabla 5.4B. Dispositivos electrónicos para receptor central.

* xxx=315, 418, 433

En la tabla 5.5A se muestra la lista de dispositivos electrónicos para el transceptor del módulo periférico.

Periférico	Cantidad	Parte	Precio U.	Precio T.	Por Mayor
Resistencias					
	1	4.3K	0,04	0,04	0,03
	1	4.7K	0,04	0,04	0,03
Condensadores					
	1	.1uF	0,05	0,05	0,04
	1	22uF	0,08	0,08	0,07
Transistor					
	1	2N3904	0,09	0,09	0,08
Circuitos I.					
	1	TR-916-SC-P	90	90	55
Antena					
	1	ANT-916-PW-QW	14	14	6,21
Conectores					
	1	Bornera x2	0,32	0,32	0,27
	1	Bornera x3	0,80	0,80	0,68
		TOTAL	105,42	105,42	62,42

Tabla 5.5A. Dispositivos electrónicos para transceptor periférico.

En la tabla 5.5B se muestra la lista de dispositivos electrónicos para el transceptor del módulo central.

Central	Cantidad	Parte	Precio U.	Precio T.	Por Mayor
Resistencias					
	1	4.3K	0,04	0,04	0,03
	1	4.7K	0,04	0,04	0,03
Condensadores					
	6	.1uF	0,05	0,3	0,26
	1	22uF	0,08	0,08	0,07
Transistor					
	1	2N3904	0,09	0,09	0,08
Circuitos I.					
	1	TR-916-SC-P	90	90	55
	1	MAX232	3	3	2,55
Antena					
	1	ANT-916-PW-QW	14	14	6,21
Conectores					
	1	Bornera x2	0,32	0,32	0,27
	1	Bornera x3	0,80	0,8	0,68
Otros					
	1	Zócalo 16 pines	0,08	0,08	0,07
		TOTAL	108,75	108,75	65,25

Tabla 5.5B. Dispositivos electrónicos para transceptor central.

5.3. MÓDULO PERIFÉRICO COMO ALARMA CONVENCIONAL.

El módulo periférico puede funcionar de forma independiente, actuando como un sistema de alarma convencional, es decir, sin usar los circuitos de radio frecuencia. En este caso, el costo de su implementación será, el costo fijo de la fabricación del circuito microprocesado y del circuito de la fuente, más el costo variable de la instalación.

El costo de fabricación de un circuito microprocesado se muestra en la tabla 5.6A.

1 C. Microproc.	Cantidad	P. Unitario	\$
Elementos			57,25
Placa+Suelta	1	27,70	27,70
Separador P.	4	0,10	0,40
Tornillos	16	0,0128	0,20
Caja	1	3	3
Ensamblaje	1	0,60	0,60
TOTAL			89,15

Tabla 5.6A. Costo de un circuito microprocesado.

El costo de fabricación al por mayor de los circuitos microprocesados se muestra en la tabla 5.6B.

255 C. Microproc.	Cantidad	P. Unitario	\$
Elementos	255	50,97	12997,99
Placa+Suelta	255	13,46	3432,30
Separador P.	1020	0,10	96,90
Tomillos	4080	0,0071	28,87
Caja	255	2,50	637,50
Ensamblaje	255	0,60	153
TOTAL			17346,55
Cada uno			68,03

Tabla 5.6B. Costo al por mayor de un circuito microprocesado.

El costo de fabricación de un circuito para fuente se muestra en la tabla 5.7A.

1 Fuente	Cantidad	P. Unitario	\$
Elementos			29,36
Placa+Suelta	1	30,25	30,25
Separador P.	6	0,10	0,60
Tomillos	8	0,01275	0,10
Caja	1	3	3
Ensamblaje	1	0,60	0,60
TOTAL			63,91

Tabla 5.7A. Costo de un circuito para fuente.

El costo de fabricación, al por mayor, de circuitos para fuente, se muestra en la tabla 5.7B.

255 Fuentes	Cantidad	P. Unitario	\$
Elementos	255	24,96	6363,78
Placa+Suelta	255	14,47	3689,85
Separador P.	1530	0,10	145,35
Tomillos	2040	0,007075	14,43
Caja	255	2,50	637,50
Ensamblaje	1	0,60	0,60
TOTAL			10851,51
Cada uno			42,55

Tabla 5.7B. Costo al por mayor de un circuito para fuente.

Entonces el costo total de fabricación de una alarma se muestra en la tabla 5.8A.

1 Alarma	\$
Micro	89,15
Fuente	63,91
TOTAL	153,07

Tabla 5.8A. Costo de fabricación de una alarma.

El costo de fabricación unitario, al por mayor, se muestra en la tabla 5.8B.

255 Alarma	\$
Micro	68,03
Fuente	42,55
TOTAL	110,58

Tabla 5.8B. Costo unitario de fabricación de alarmas al por mayor.

5.4. COSTO DE FABRICACIÓN DEL MÓDULO PERIFÉRICO.

En este caso sí se toma en cuenta los circuitos de radio frecuencia. La tabla 5.9A muestra los costos de fabricación de un módulo periférico con transmisor y receptor por separado.

1 Periférico	\$
Micro	89,15
Fuente	63,91
Tx	51,34
Rx	71,50
TOTAL	275,91

Tabla 5.9A. Costo de un módulo periférico con TX y Rx separados.

La tabla 5.9B. Muestra el costo de fabricación de un módulo periférico con transceptor.

1 Periférico	\$
Micro	89,15
Fuente	63,91
TRx	124,12
TOTAL	277,18

Tabla 5.9B. Costo de un módulo periférico con transceptor.

El costo, al por mayor, de un módulo periférico, con transmisor y receptor por separado, se muestra en la tabla 5.10A.

255 Periféricos	\$
Micro	68,03
Fuente	42,55
Tx	20,47
Rx	29,60
TOTAL	160,64

Tabla 5.10A. Costo al por mayor de un módulo periférico con Tx y Rx separados.

El costo al por mayor usando el circuito transceptor se muestra en la tabla 5.10B.

255 Periféricos	\$
Micro	68,03
Fuente	42,55
TRx	69,63
TOTAL	180,21

Tabla 5.10B. Costo al por mayor de un módulo periférico con transceptor.

5.5. COSTO DEL MÓDULO CENTRAL.

El presente proyecto está diseñado para funcionar con un computador pentium2 o superior de medio uso, se estima que el costo será de \$150 y estará alimentado por un UPS estimado en \$20.

La lista de materiales, sin tomar en cuenta los circuitos de radio frecuencia, se encuentran en la tabla 5.11A.

Tipo	Cantidad	Parte	Precio U.	Precio T.
Conectores				
	1	USB	0,80	0,80
	1	DB9	0,52	0,52
Computador				
	1	(min) Pentium 2	150	150
	1	UPS	20	20
			TOTAL	171,32

Tabla 5.11A. Lista de materiales para el módulo central (sin circuitos de RF).

El costo total de un módulo central con transmisor y receptor por separado se muestra en la tabla 5.11B. Los materiales para fijar la caseta al piso y la mano de obra se han estimado en \$20.

1 Central	\$
CPU+UPS+Conectores	171,32
Tx	38,96
Rx	50,28
Garita	350
Materiales y M.O.	20
TOTAL	630,56

Tabla 5.11B. Costo de un módulo central con Tx y Rx separados.

El costo total de un módulo central con transceptor se muestra en la tabla 5.11C.

1 Central	\$
CPU+UPS+Conectores	171,32
TRx	89,52
Garita	350
Materiales y M.O.	20
TOTAL	630,84

Tabla 5.11C. Costo de un módulo central con transceptor.

5.6. COSTO DE INSTALACIÓN.

Este es un costo variable que dependerá de cada lugar donde se haga la instalación, no se ha hecho una estimación ya que los tamaños de las residencias y locales comerciales son muy diferentes. A continuación se muestra, en la tabla 5.12, una lista de costos, para que según esta, se estime el costo de la instalación en un lugar determinado.

La mano de obra, por concepto de instalación, se calcula tomando en cuenta el sueldo básico de \$150 dividido para 176 horas de trabajo en 22 días al mes.

Item	Costo unitario
Alambre 22AWG	\$0,15 / metro
Alambre datos	\$0,50 / metro
Sensor de movimiento	\$ 15
Switch magnético	\$ 3,10
Canaleta delgada + tornillos	\$.099 / 2m
Grapas para alambre	\$0.04
Mano de obra	\$0,85 / hora

Tabla 5.12. Datos para estimar el costo de instalación.

5.7. COTIZACIONES DE SERVICIO DE GUARDIANÍA PRIVADA.

Existen muchas compañías que brindan el servicio de guardianía privada, cada una con personal calificado, capacitado, armado y correctamente uniformado, además se ofrece también vigilancia motorizada, comunicación vía radio y acompañamiento canino.

A continuación se muestra tres cotizaciones de diferentes empresas cuyas oficinas se encuentran en Quito y están autorizadas por el Ministerio de Defensa Nacional y el Ministerio de Gobierno y Policía.

COTECSE CIA. LTDA.

$$730 + IVA = 817.60$$

FREVINCO CIA. LTDA.

$$770 + IVA = 862.40$$

SECOIN.

$$800 + IVA = 896$$

Valor mensual, a pagar los primeros días de cada mes por concepto de vigilancia privada (de 2 a 4 guardias), las 24 horas del día, los 7 días de la semana.

A continuación, en la tabla 5.13, se muestra el monto que cada usuario deberá pagar mensualmente por concepto de guardianía privada, dependiendo de la empresa que se contrate.

Usuarios	Cotecse	Frevinco	Secoin
#	817,60	862,40	896
1	817,60	862,40	896,00
10	81,76	86,24	89,60
20	40,88	43,12	44,80
30	27,25	28,75	29,87
40	20,44	21,56	22,40
50	16,35	17,25	17,92
60	13,63	14,37	14,93
70	11,68	12,32	12,80
80	10,22	10,78	11,20
90	9,08	9,58	9,96
100	8,18	8,62	8,96
110	7,43	7,84	8,15
120	6,81	7,19	7,47
130	6,29	6,63	6,89
140	5,84	6,16	6,40
150	5,45	5,75	5,97
160	5,11	5,39	5,60
170	4,81	5,07	5,27
180	4,54	4,79	4,98
190	4,30	4,54	4,72
200	4,09	4,31	4,48
210	3,89	4,11	4,27
220	3,72	3,92	4,07
230	3,55	3,75	3,90
240	3,41	3,59	3,73
250	3,27	3,45	3,58

Tabla 5.13. Monto mensual, para cada usuario, por guardianía privada.

5.8. INVERSIÓN.

El monto total de la inversión se ha calculado, tomando en cuenta, el costo máximo de fabricación, tanto del módulo periférico como del central. Este cálculo se muestra en la tabla 5.14

Costo		\$
1 Módulo Periférico		180,21
Usuarios	255	45953,11
1 Módulo Central		630,84
Inversión Total		46583,95

Tabla 5.14 Cálculo de la inversión total.

5.9. VENTA DE LOS MÓDULOS A LOS USUARIOS.

El costo de implementación será: el costo de instalación, más el costo del módulo periférico. El costo de instalación se lo puede calcular con la tabla 5.12 y se recomienda que este valor sea cancelado por el usuario el mismo día.

La venta de los módulos puede ser de contado o a crédito. En el caso de crédito, se considera un interés anual del 10% a 12 meses plazo.

5.9.1. VENTA DEL MÓDULO PERIFÉRICO.

A continuación, en la tabla 5.15, se muestra una propuesta de venta.

Costo de contado	\$180,21
Meses Plazo	12
Interés Anual	10%
Interés Mensual	0,83%
Cuota Mensual	\$15,84
Costo a crédito	\$190,12

Tabla 5.15. Costos de contado y a crédito del módulo periférico.

Si el usuario puede pagar de contado, el costo será de \$180.21 mientras que si paga a crédito, se recomienda que la primera cuota mensual de \$15.84 sea pagada los primeros días, del siguiente mes, luego de la instalación.

5.9.2. VENTA DEL MÓDULO CENTRAL.

La venta del módulo central se lo hace, tomando en cuenta, que todos los 255 usuarios deberán pagar el costo total. Esto se muestra en la tabla 5.16.

Costo de contado	\$630,84
1 Usuario	2,47
Meses Plazo	12
Interés Anual	10%
Interés Mensual	0.83%
Cuota Mensual	\$0,22
Costo a crédito	\$2,61

Tabla 5.16. Costo de contado y a crédito del módulo central.

El cálculo del costo a crédito, se justifica cuando el usuario pague a crédito todo el sistema de alarma o cuando este se financie con un crédito.

5.10. COSTOS TOTALES PARA CADA USUARIO.

El costo total, que debe ser cubierto por cada usuario de este sistema de alarma barrial, se muestra en la tabla 5.17.

Costo M. Periférico	\$180,21
Costo M. Central	\$2,47
Costo T. por usuario	\$182,68

Tabla 5.17. Costo total para cada usuario.

Si se paga a plazos, el costo mensual total, que cada usuario deberá pagar, se muestra en la tabla 5.18.

Cuota Mensual P.	\$15,84
Cuota Mensual C.	\$0,22
Pago mensual total	\$16,06

Tabla 5.18. Pago mensual total para cada usuario.

5.11. FLUJO DE FONDOS.

El flujo de fondos, para un usuario, está hecho para 12 meses plazo y se muestra en la tabla 5.19.

Flujo de fondos 1U.	Mes 0	Mes 1	Mes ..i..	Mes 12
Ingresos		16,06	16,06	16,06
Costos	182,68			

Tabla 5.19. Flujo de fondos de un usuario.

El flujo de fondos, para los 255 usuarios, se muestra en la tabla 5.20.

Flujo de fondos 255U.	Mes 0	Mes 1	Mes ..i..	Mes 12
Ingresos		4121,72	4121,72	4121,72
Costos	46882,49			

Tabla 5.20. Flujo de fondos de los 255 usuarios.

5.12. VAN Y TIR.

El Valor Actual Neto (VAN), es una herramienta que ayuda a decidir, si se invierte en un proyecto o no, además indica si habrá ganancia o pérdida. Su formula es:

$$VAN = \sum_{i=0}^n \frac{INGRESO_i - COSTO_i}{(1 + INTERÉS)^i} \quad (5.1)$$

Donde:

VAN= Valor Actual Neto.

n=meses

Ingreso_i=ingreso en el mes i

Costo_i=costo en el mes i

Interés=Interés mensual.

La Tasa Interna de Retorno (TIR), es el interés que hace cero al VAN.

Reemplazando los datos de los flujos de fondos, tanto de un usuario como de los 255, en esta ecuación, se obtiene el valor de VAN=0 y la TIR=10%.

El valor de TIR=10% se lo obtiene directamente del interés con el cual se hizo el flujo de fondos.

El valor de VAN=0 indica que no se gana ni se pierde. Con esto se evidencia que este es un proyecto social sin fines de lucro.

5.13. TABLAS DE AMORTIZACIÓN

La tabla de amortización para un usuario se muestra en la tabla 5.21.

Tabla de Amortización para 1 Usuario						
Meses	Mensualidad	Saldo Inicial	Interés	Interés Ac.	Amortiza	Saldo final
1	16,06	182,68	1,52	1,52	14,54	168,14
2	16,06	168,14	1,40	2,92	14,66	153,48
3	16,06	153,48	1,28	4,20	14,78	138,70
4	16,06	138,70	1,16	5,36	14,90	123,80
5	16,06	123,80	1,03	6,39	15,03	108,77
6	16,06	108,77	0,91	7,30	15,15	93,61
7	16,06	93,61	0,78	8,08	15,28	78,33
8	16,06	78,33	0,65	8,73	15,41	62,93
9	16,06	62,93	0,52	9,25	15,54	47,39
10	16,06	47,39	0,39	9,65	15,67	31,72
11	16,06	31,72	0,26	9,91	15,80	15,93
12	16,06	15,93	0,13	10,05	15,93	0,00

Tabla 5.21. Tabla de amortización para un usuario.

La tabla de amortización para 255 usuarios se muestra en la tabla 5.22.

Tabla de Amortización para 255 Usuarios						
Meses	Mensualidad	Saldo Inicial	Interés	Interés Ac.	Amortiza	Saldo final
1	4095,47	46583,95	388,20	388,20	3707,27	42876,68
2	4095,47	42876,68	357,31	745,51	3738,16	39138,51
3	4095,47	39138,51	326,15	1071,66	3769,31	35369,20
4	4095,47	35369,20	294,74	1366,40	3800,73	31568,47
5	4095,47	31568,47	263,07	1629,47	3832,40	27736,08
6	4095,47	27736,08	231,13	1860,61	3864,34	23871,74
7	4095,47	23871,74	198,93	2059,54	3896,54	19975,20
8	4095,47	19975,20	166,46	2226,00	3929,01	16046,19
9	4095,47	16046,19	133,72	2359,72	3961,75	12084,44
10	4095,47	12084,44	100,70	2460,42	3994,77	8089,68
11	4095,47	8089,68	67,41	2527,83	4028,06	4061,62
12	4095,47	4061,62	33,85	2561,68	4061,62	0,00

Tabla 5.22. Tabla de amortización para 255 usuarios.

5.14. FINANCIAMIENTO A TRAVÉS DE UN PRÉSTAMO.

A continuación, se muestra la información referente a un préstamo, solicitado a una cooperativa de ahorro. En la tabla 5.23 se muestra el monto a solicitar.

Depósito	\$46583,95
Meses plazo	12
Solicitar	\$47109,79

Tabla 5.23 Monto a solicitar.

Se debe solicitar una cantidad mayor a la necesaria, puesto que, se aplican muchos impuestos o costos al monto solicitado. Una vez que se conoce el monto a solicitar se aplican los cargos mostrados en la tabla 5.24.

Cargo	%	Costo \$
		47109,79
Asesoramiento Financiero	3,90	1837,28
Seguro de Desgravamen	1,00	471,10
Provi. Operac. Conting.	0,60	282,66
Aporte Adm. x Meses plazo	0,51	2883,12
Préstamo Total		52583,94
Solca	1	525,84

Tabla 5.24. Cargos aplicados por una cooperativa de ahorro.

Se puede observar que el monto del préstamo total es mayor que la cantidad que se ha solicitado.

El costo del aporte administrativo se debe multiplicar por el número de meses plazo. Se aplica un cargo del 1% del préstamo total para Solca, pero este no se resta del préstamo total sino del monto solicitado como se indica en la tabla 5.25.

Dinero Solicitado		47109,79
Solca		-525,84
Préstamo Líquido		46583,95

Tabla 5.25. Préstamo líquido.

La tabla de amortización para este préstamo se muestra en la tabla 5.26.

Tabla de Amortización						
Meses	Mensualidad	Saldo Inicial	Interés	Interés Ac.	Amortiza	Saldo final
1	4696,65	52583,94	569,66	569,66	4127,00	48456,95
2	4696,65	48456,95	524,95	1094,61	4171,70	44285,24
3	4696,65	44285,24	479,76	1574,37	4216,90	40068,35
4	4696,65	40068,35	434,07	2008,44	4262,58	35805,77
5	4696,65	35805,77	387,90	2396,34	4308,76	31497,01
6	4696,65	31497,01	341,22	2737,55	4355,44	27141,57
7	4696,65	27141,57	294,03	3031,59	4402,62	22738,95
8	4696,65	22738,95	246,34	3277,93	4450,32	18288,63
9	4696,65	18288,63	198,13	3476,05	4498,53	13790,11
10	4696,65	13790,11	149,39	3625,45	4547,26	9242,84
11	4696,65	9242,84	100,13	3725,58	4596,52	4646,32
12	4696,65	4646,32	50,34	3775,91	4646,32	0,00

Tabla 5.26. Tabla de amortización de un préstamo.

La comparación entre los montos mensuales del préstamo y lo recaudado mensualmente por el costo de los módulos, se muestra en la tabla 5.27.

Mensualidad de Préstamo		\$4696,65
Mensualidad de Usuarios		\$4095,47
Diferencia		\$601,19
Usuarios	255	\$2,36

Tabla 5.27. Aporte mensual adicional si se hace un préstamo.

Se concluye que, si se hace un préstamo a esta institución, los usuarios deberán pagar mensualmente \$2.36 adicionales a su correspondiente mensualidad para cubrir la diferencia entre la mensualidad del préstamo y la mensualidad que pagan los usuarios por el costo de los módulos. Este ajuste se debe a la diferencia de interés anual aplicado en cada caso. Entonces, resulta muy bueno hacer un préstamo.

Con todo lo mencionado hasta aquí, se ha demostrado que este es un proyecto social sin fines de lucro que busca la unión y cooperación de los moradores de un barrio.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

CONCLUSIONES.

Una vez que se ha considerado todo lo expuesto, se tiene las siguientes conclusiones del presente proyecto.

- Los datos estadísticos corresponden a las denuncias hechas, por los afectados, en los departamentos correspondientes de la policía judicial, y en su mayoría corresponden al sector urbano, puesto que en las áreas rurales resulta complicado realizar una denuncia debido a la distancia que tendría que recorrer el afectado, para llegar al lugar en el cual haría la denuncia. Se desconoce la cantidad de personas que no hacen una denuncia formal, sea por temor a represalias o por desconocimiento.
- La mayor cantidad de denuncias, por concepto de robo a domicilios, se dio en el transcurso del año 2000, habiendo tenido un vertiginoso aumento a partir del año 1998. Luego de esto se observa un comportamiento oscilante, a tal punto de alcanzar a principios del año 2004 similares valores comparado con el inicio del año 1999.

En el caso de denuncias por robo a locales comerciales, se tiene un alarmante aumento en el transcurso del año 1999, y alcanzó su pico máximo a principios del año 2002. Luego de esto, también se observa un comportamiento oscilante, con un pico mínimo a finales del año 2002.

En conclusión, a partir del año 1999, Ecuador experimenta una crisis de seguridad pública que hasta el momento se mantiene en niveles alarmantes, perjudicando a la población de nuestro país.

- La lista de provincias más peligrosas, en cuanto a robos se refiere, la encabeza Pichincha seguida de Guayas y en menor proporción, Esmeraldas, Loja y Chimborazo.

En cambio, las provincias con menor índice delincencial son:

Galápagos, Zamora Chinchipe, Bolívar, Orellana, Cañar, Carchi, Morona Santiago, Napo y Pastaza.

-
- En el plan de tesis se menciona el uso del microcontrolador Atmel AT89C51, pero en el diseño final, se menciona el circuito integrado AT89C52, este posee el doble de memoria para programa, un timer adicional y la misma distribución de terminales. Se usa este microcontrolador porque el programa final desarrollado no cabe en la memoria ROM disponible del microcontrolador AT89C51.
 - El display de cristal líquido utilizado no dispone de luz de back light, en este diseño, se adaptó dos diodos LED para crear una función similar, para esto, se raspó una porción de la máscara anti-soldadura de una pista conductora para conectarla al terminal 15 del conector del display, en el cual, se encuentra una resistencia y un interruptor para controlar el encendido de los diodos LED, sin causar problemas al funcionamiento del display. Si se desea usar un display que sí disponga de back light, asegúrese que la distribución de terminales sea igual, para evitar problemas de funcionamiento; y que posea dos filas de 16 caracteres cada una; si se tiene diferente número de caracteres o de filas, los mensajes sí se visualizarán correctamente.
 - Tomando en cuenta las regulaciones y usos de las frecuencias 315Mhz, 418Mhz, 433Mhz y 916Mhz en nuestro país; se deja a los usuarios la elección de la frecuencia en la cual operarán los circuitos de Radio Frecuencia. Una vez armados estos circuitos, las frecuencias permanecerán fijas y solo podrán ser cambiadas si se mantiene el tipo de modulación, es decir, si se cambia el circuito integrado por uno de 315Mhz, 418Mhz o 433Mhz en el caso de modulación ASK y manteniendo la misma placa de elementos; mientras que para cambiar el tipo de modulación a FSK, es decir, a 916Mhz es necesario cambiar toda la placa ya que en este tipo de modulación se tiene tanto el transmisor y el receptor unidos en un solo circuito integrado, no como en el caso de modulación ASK en el cual el transmisor y el receptor están separados.
-

-
- La alimentación de los circuitos de radio frecuencia, en el módulo periférico, se lo hace con el voltaje proveniente de la fuente, mientras que para el módulo central se toma el voltaje de 5 voltios disponible en el conector USB, no se transmite datos por este puerto, para ello, se usa el puerto serial. En el conector DB9 no se debe unir las líneas 4 con 7 y 6 con 8, como si se tratase de una conexión Null Modem, puesto que en la configuración de la comunicación del programa, se ha deshabilitado el Handshake y se usan estas líneas para controlar la habilitación del circuito integrado receptor, en el caso de modulación ASK, y para conmutar entre transmisor y receptor, en el caso del transceptor, tratándose de modulación FSK.
 - Visual Basic es un programa, con un entorno de fácil uso, que permite desarrollar aplicaciones basadas en eventos, los cuales son manejados por el sistema operativo. Si un evento ocurre, pero el sistema operativo, por alguna razón, no lo comunica a la aplicación en ejecución, puede producir un fallo en aquella aplicación, esto ocurre generalmente con la función TIMER cuando el tiempo programado es muy pequeño.
 - De la comparación de tres cotizaciones, para contratación de guardias privados, se concluye, que se necesita la colaboración de más de 90 usuarios para pagar una mensualidad de menos de 10 dólares, valor que resulta razonable tomando en cuenta la situación económica actual que el país está atravesando.
 - Si la cobertura, entre módulo central y módulo periférico, necesita ser ampliada, se puede utilizar antenas direccionales tipo Yagui, con esto se logra una mayor cobertura, pero en este caso, se deberá realizar los trámites correspondientes por uso de frecuencia en el CONATEL. Si no se desea usar antenas direccionales, se puede cambiar el circuito de radio frecuencia a aquel que posee transceptor, con modulación FSK, puesto que este tipo de modulación es menos propensa a ser afectada por ruido en comparación con la modulación ASK.
-

-
- Durante el diseño de este proyecto, se considera al transceptor únicamente de 916Mhz, puesto que es el primero que se lanzó al mercado, pero hoy en día, existe disponible en dos frecuencias más, estas son 433.92Mhz y 868Mhz, pudiendo ser utilizados, sin problemas, en los circuitos de radio frecuencia ya diseñados. Con esto, se tiene tres frecuencias para modulación ASK (315Mhz, 418Mhz, 433Mhz) y también tres frecuencias para modulación FSK (433.92Mhz, 868Mhz, 916Mhz).
 - El programa para microcontrolador, se ha procurado hacerlo de manera que sea fiable, es decir, sin fallas con las cuales se pueda bloquear el normal funcionamiento, como por ejemplo, no se puede esperar eternamente hasta que el usuario ingrese la clave cuando se lo solicite.
 - El programa para computador se lo ha diseñado de manera que cada vez que se lo ejecute, solo sondee a los diez primeros módulos, esto es solamente para fines demostrativos, una vez que se active la casilla para ampliar la capacidad, se sondeará a 256 módulos en total, es decir, de la dirección 0 a la 255. Si la casilla se desactiva, se sondeará a 120 módulos, es decir, de la dirección 1 a la 120.
 - El funcionamiento de todo el sistema de alarma barrial es satisfactorio, tanto en hardware como en software y se ha cumplido con el alcance mencionado en el plan de tesis. En cuanto al hardware, se lo ha diseñado de tal manera que tenga un tiempo largo de vida útil y en tanto software, se lo ha desarrollado de manera que se adapte a las necesidades del usuario y que además sea de fácil uso.
 - En el cálculo teórico del radio enlace, se tiene una cobertura de 90m; en la práctica, cuando se probó los circuitos de radio frecuencia, tal cobertura fue de aproximadamente 30m, esto se debe a que la impedancia de las antenas utilizadas es de 36Ω lo cual provoca una onda reflejada que causa pérdidas. No se usó las antenas recomendadas en la lista de materiales por lo complicado de la importación.
-

RECOMENDACIONES.

Se sugiere las siguientes recomendaciones para un óptimo funcionamiento del presente proyecto.

- Para interiores, se recomienda el uso de sensores de movimiento Infrarrojos, pero pueden ser instalados en exteriores tomando en cuenta las precauciones indicadas por el fabricante, puesto que, los cambios de luz o de temperatura puede afectarlos.
Para exteriores, se recomienda el uso de sensores de movimiento por ultrasonido, cuyas ondas sonoras no son percibidas por el ser humano, además que no son afectados por la luz o la temperatura, como en el caso de los sensores por luz infrarroja.
Si existe una mascota cerca de este tipo de sensores, se puede provocar una falsa alarma, si este es el caso, se recomienda el uso de sensores de movimiento infrarrojos que discriminen entre la presencia, de una mascota o de un ser humano. Por otro lado, no se recomienda el uso de sensores de movimiento por ultrasonido si se tiene mascotas, puesto que el ultrasonido puede molestarlos.
 - Para puertas y ventanas, se recomienda el uso de interruptores magnéticos, la parte del interruptor se fijará al marco, y el magneto, se deberá instalar en la hoja móvil de la puerta o ventana. Para detectar la rotura de vidrios se recomienda usar un sensor de golpe o un discriminador de audio. Los sensores de vibración no son muy recomendables puesto que se puede generar una falsa alarma si pasa cerca algún automotor de transporte pesado.
 - En la elaboración de los circuitos, se recomienda usar los componentes electrónicos indicados en el diseño. Si se usa algún reemplazo, asegúrese de que tenga igual funcionalidad y distribución de terminales para no causar, problemas de funcionamiento, o tal vez un corto circuito.
-

- Se recomienda tener mucho cuidado al conectar los terminales del teclado y del display. En el teclado, para no cambiar la función de cada tecla; y en el display para conectarlo de forma correcta ya que tiene una seguridad que impide la conexión con los terminales, si es conectado al revés; si esto ocurre, el display no funcionará y puede confundirse con un problema de contraste o de mala inicialización del display.
- En el caso de los circuitos de radio frecuencia, se recomienda usar las antenas apropiadas para cada frecuencia y que estén conectadas por un cable coaxial de 50Ω de impedancia. Además, se recomienda que la caja en la cual se encuentran estos circuitos sea de metal y que esté conectada al negativo de la fuente, puesto que el tipo de antenas usadas requiere de un plano de tierra perpendicular y para tener un blindaje que proteja de interferencia a la parte interna donde se encuentra el circuito.
- Las cajas de los circuitos de RF se deberán instalar de manera que exista línea de vista hasta la antena del módulo central y que además esté fuera del alcance de las personas. Se recomienda hacer una prueba de la comunicación inalámbrica antes de instalar definitivamente las cajas de estos circuitos con el fin de determinar si la mejor posición de la antena es vertical u horizontal, dependiendo del caso en el que se tenga menor ruido de interferencia. Una vez determinada la posición de la antena, se deberá instalar todas las demás de la misma forma, caso contrario, la comunicación puede fallar.
- Cuando se ejecuta por primera vez el programa para computador, este crea un archivo en la unidad "C" llamado "Usuarios.txt" este almacenará información de los usuarios cuando sean registrados, si se borra por accidente, el programa creará otro la siguiente vez que sea ejecutado pero estará en blanco, es decir, se perderá la información. Se recomienda no modificar el contenido de este archivo, porque se puede alterar la información de los usuarios.

- Se recomienda que el computador utilizado para el módulo central este alimentado por un UPS y sea Pentium 2 o superior, con sistema operativo Windows 98, ya que estos son los requerimientos mínimos para que funcione el programa. Si el computador es inferior a Pentium 2 se puede tener problemas con la comunicación. Si el programa es instalado y ejecutado en Windows XP, el módulo responderá cuando se le indique su dirección, pero en pantalla se observa como si respondiera a la siguiente dirección, este es un problema del sistema operativo más no del módulo periférico.
 - Se recomienda usar los servicios de la noble institución policial, si el número de usuarios es menor a 90 y si la cobertura de los circuitos de radio frecuencia permiten la comunicación desde el retén o puesto de auxilio inmediato (PAI) hasta cada uno de los domicilios o locales comerciales.
 - En el diseño de la fuente de voltaje, se tiene dos reguladores LM7812 conectados en paralelo, una mejora de esto, sería cambiar estos por un solo regulador de más potencia con una red de ajuste, como si se tratase de un regulador variable, con el fin de compensar la pérdida de voltaje en los diodos que conmutan entre la batería y la fuente con filtro; y de esta manera tener exactamente 12 voltios a la salida.
 - Para conectar los sensores se requiere una gran cantidad de alambre, esto genera algunos inconvenientes, como cuando se tiene que atravesar paredes, o cuando los cables quedan visibles, una forma de mejorar el diseño, consiste en usar el protocolo X.10, el cual transmite datos por la red eléctrica, con esto, el usuario ahorra dinero y quien instala ahorra tiempo.
-

-
- La salida lógica puede tener conectado directamente un diodo LED, pero si se desea mejorar, se puede usar esta salida para activar un circuito que use una línea telefónica y que pueda marcar un número, y que además posea un circuito integrado en el cual se pueda almacenar sonido por corto tiempo, con todo esto, si una alarma se produce, se puede alertar al propietario o a la policía nacional. La gran ventaja de esto, es que se puede conocer un evento de alarma tan lejos como la cobertura telefónica lo permita.
 - La única velocidad de transmisión de datos es de 4800bps, una mejora en el programa, tanto del microcontrolador como del computador, sería tener un menú de opciones en el cual se pueda escoger la velocidad de transmisión de datos, y estas velocidades serían:
De 4800bps para modulación ASK, puesto que, la velocidad máxima a la que pueden transmitir datos es de 5000bps, esta es una limitación propia de estos circuitos integrados.
Una velocidad de 19200bps para modulación FSK, puesto que, la velocidad máxima a la que pueden transmitir datos es de 33600bps, esta es también una limitación propia de estos circuitos integrados.
 - Si se desea mejorar la cobertura de comunicación entre el módulo periférico y el módulo central, se puede usar, solo en el transmisor, un circuito integrado que amplifique la salida de señal de radio frecuencia, con esto, si se mantiene el mismo circuito del receptor, se puede alcanzar mayores distancias ya que se aumenta la potencia de transmisión.
 - Cada vez que el módulo central sondea a un módulo periférico, lo hace en secuencia y con direcciones en orden ascendente, esto provoca que se tenga un retardo, en el peor de los casos, de algunos minutos, desde que se provoca una alarma hasta que se muestra en la pantalla del computador, para mejorar esto, se puede cambiar la forma de comunicación para que el módulo periférico solicite la atención del módulo central apenas se produzca una alarma.
-

BIBLIOGRAFÍA.

LIBROS:**GONZALES VÁZQUEZ**

Introducción a los microcontroladores.

Mc. Graw Hill

España

1992

STEWART JAMES

The 8051 microcontroller

2da edición.

Prentice Hall

Columbus, Ohio

1999

ING. VELARDE

Sistemas microprocesados.

Quito Ecuador.

GALINDO DE LA TORRE

Estadística para ingeniería y administración.

1ra edición

Gráficas Mediavilla

2001

MUHAMMAD H. RASHID

Electrónica de potencia, circuitos, dispositivos y aplicaciones.

2da edición.

Prentice Hall

México

1995

MOHAN, UNDELAND ROBBINS

Power electronics, converters, applications & design.

Wiley

New York

1989

MANUALES:

NATIONAL SEMICONDUCTORS

National analog and interface products databook

USA

PHILIPS

Ecg

2000

USA

ATMEL CORPORATION

AT89C51

1996

ATMEL CORPORATION

Memory Organization Flash MCU

1998

ATMEL CORPORATION

Atmel 8051 MCU Instruction Set

1997

OPTREX CORPORATION

Dot matrix character LCD module user's manual

2000

LINX TECHNOLOGIES.

LC series transmitter module data guide

2000

LINX TECHNOLOGIES.

LC series receiver module data guide

2001

LINX TECHNOLOGIES.

SC series transceiver module design guide

2001

MAXIM

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

1997

ELECTRONICS LINE

Orion EL-55

2000

INTEL

Power Delivery Design Issues for Hi-Speed USB on Motherboards

2002

GUILLERMO E. GÓMEZ - LABORATORIO DE COMUNICACIONES - FIUBA

Interfaces Físicas y Medios de Transmisión

2005

PROCOBRE

Conductores Eléctricos

2002

ANÓNIMO

Los cables de conexión

2000

DIRECCIONES ELECTRÓNICAS.

http://www.bash.cl/seguridad/layout_lineas.php?familia=18&tipo=

BASH SEGURIDAD

Sistemas de Alarma

<http://www.videotec.es/S110942.htm>

VIDEOTEC Y ELECTRÓNICA

Detector de rotura de cristal Powermax S110942

<http://www.videotec.es/S110575.htm>

VIDEOTEC Y ELECTRÓNICA

Detector PIR especial mascotas S110575

http://espanol.securityandmore.com/cctv2.asp?Model_ID=1&Task=Detail

SECURITY AND MORE

Detector PIR de movimiento para interiores

<http://www.domaut.com/main.htm>

DOMAUT

Sistemas de seguridad / Centrales de alarma.

<http://seguridad.de-mex.com/sensores.html>

SECURITY EXPRESS

Sensores para Alarmas

<http://paidoteca.dgsca.unam.mx/neopaidoteca/acervos/area-exp/practicas/sensores/leac13.html>

UNAM.

Sensor de Campo Magnético

http://www.rolcar.com.mx/Tecno%20Tips/Sensor%20Hall/sensor_hall.htm

TECNO TIP

Sensor Hall

<http://www.videotec.es/S110945.htm>

VIDEOTEC Y ELECTRÓNICA

Sensor Powermax S110945. Sensor magnético inalámbrico

http://www.micropik.com/provisional/pag_sensores.htm

MICROPIK

Página de sensores y aplicaciones

<http://www.videotec.es/alarmas.htm>

VIDEOTEC Y ELECTRÓNICA

Sistemas de alarmas seguridad

<http://www.skylinkseguridad.com/Scripts/prodView.asp?idproduct=24>

SKYLINK SEGURIDAD

Sensor de Movimiento (PS433)

<http://www.skylinkseguridad.com/Scripts/prodView.asp?idproduct=23>

SKYLINK SEGURIDAD

Sensor de Contacto Puerta / Ventana (WT433)

<http://www.skylinkseguridad.com/Scripts/prodView.asp?idproduct=36>

SKYLINK SEGURIDAD

Sensor de Vibración (VS433)

<http://www.skylinkseguridad.com/Scripts/prodView.asp?idproduct=45>

SKYLINK SEGURIDAD

Interruptor Magnético (MS001)

<http://www2.rad.com/networks/1995/rs232/common.htm>

ANÓNIMO

Common configurations

<http://www2.rad.com/networks/1995/rs232/exam.htm>

ANÓNIMO

Examples

<http://www.beyondlogic.org/serial/serial.htm>

CRAIG PEACOCK

Interfacing The Serial / RS-232 Port

2001

http://www.taltech.com/TALtech_web/resources/intro-sc.html

TALTECH

Introduction to RS232 Serial Communications

<http://www2.rad.com/networks/1995/rs232/pins.htm>

ANÓNIMO

RS-232 characteristics

<http://www.rs485.com/rs485spec.html>

R.E. SMITH

RS485, RS232, RS422, RS423, Quick Reference Guide

<http://www.arcelect.com/rs232.htm>

ARC ELECTRONICS

RS232 Tutorial on Data Interface and cables

http://www.webopedia.com/TERM/R/RS_232C.html

JUPITERMEDIA CORPORATION

RS-232C

2004

http://www.camiresearch.com/Data_Com_Basics/RS232_standard.html

CHRISTOPHER E. STRANGIO, CAMI RESEARCH INC.

The RS232 Standard

2004

http://www.unicrom.com/Tut_filtroRCpasaalto.asp

MAXWEBPORTAL

Electrónica Unicrom | Filtro RC Paso Alto

2004

http://www.unicrom.com/Tut_filtroRCpasabaio.asp

MAXWEBPORTAL

Electrónica.Unicrom | Filtro RC Paso Alto

2004

<http://rexodor.galeon.com/productos1208516.html>

ING. JOSÉ ANTONIO ARCE FLORES – CIPET

http://www.elquille.info/vb/cursos_vb/basico/indice.htm

GUILLERMO SOM

Curso Básico de Programación en Visual Basic

1997

TESIS.

SALAZAR AMAYA ALFREDO

Módulo didáctico de un sistema de alarmas con mando central de operación
utilizando un microcontrolador.

Director: Ing. Novillo

Quito

1999

Y APUNTES DE CLASE

ANEXOS

Anexo A.....	Transmisor LINX TXM-xxx-LC	A1-A8
Anexo B.....	Receptor LINX RXM-xxx-LC-S	B1-B8
Anexo C.....	Transceptor LINX TR-xxx-SC-P	C1-C20
Anexo D.....	Manual de Display LCD	D1-D7
Anexo E.....	Manual de Usuario	E1-E33

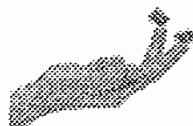
Anexo A

Transmisor

LINX TXM-xxx-LC



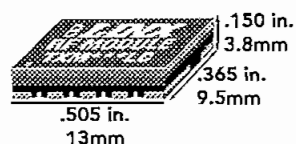
TXM-315-LC
TXM-418-LC
TXM-433-LC



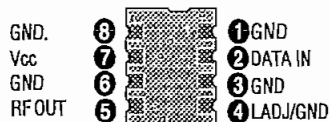
LC SERIES TRANSMITTER MODULE DATA GUIDE

DESCRIPTION:

The LC Series is ideally suited for volume use in OEM applications such as remote control, security, identification, and periodic data transfer. Packaged in a compact SMD package, the LC transmitter utilizes a highly optimized SAW architecture to achieve an unmatched blend of performance, size, efficiency and cost. When paired with a matching LC series receiver, a highly reliable wireless link is formed, capable of transferring serial data at distances in excess of 300 Feet. No external RF components, except an antenna, are required, making design integration straightforward, even for engineers lacking previous RF experience.



PHYSICAL DIMENSIONS



PINOUTS (BOTTOM VIEW)

FEATURES:

- Low Cost
- No External RF Components Required
- Ultra-low Power Consumption
- Compact Surface-Mount Package
- Stable SAW-based Architecture
- Supports Data Rates to 5,000 bps
- Wide Supply Range (2.7-5.2 VDC)
- Direct Serial Interface
- Low Harmonics
- No Production Tuning

APPLICATIONS INCLUDE:

- Remote control
- Keyless entry
- Garage / Gate openers
- Lighting control
- Medical monitoring / Call systems
- Remote industrial monitoring
- Periodic data transfer
- Home / Industrial automation
- Fire / Security alarms
- Remote status / Position sensing
- Long-range RFID
- Wire Elimination

ORDERING INFORMATION

PART #	DESCRIPTION
EVAL-***-LC	Basic Evaluation Kit
MDEV-***-LC	Master Development Kit
TXM-315-LC	Transmitter 315 MHZ
TXM-418-LC	Transmitter 418 MHZ
TXM-433-LC	Transmitter 433 MHZ
RXM-315-LC	Receiver 315 MHZ
RXM-418-LC	Receiver 418 MHZ
RXM-433-LC	Receiver 433 MHZ

*** Insert Frequency

Not covered in this manual

LC Transmitters are supplied in tube packaging - 50 pcs. per tube.

ABOUT THESE MEASUREMENTS

The performance parameters listed below are based on module operation at 25°C from a 3.3Vdc supply unless otherwise noted. Figure 1 at the right illustrates the connections necessary for testing and operation. It is recommended that all ground pins be connected to the groundplane.

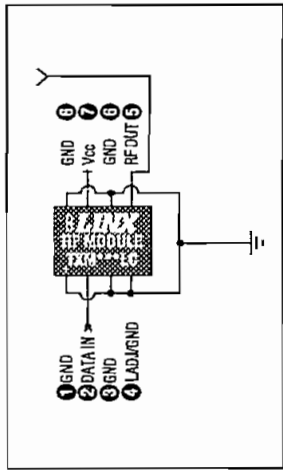


figure 1: Test/Basic application circuit

Parameters	Designation	Min.	Typical	Max.	Units	Notes
LC7X: 433, 418, 315 MHz	V _{CC}	2.7	—	5.2	Volts	—
Operating Voltage Range	I _{CC}	—	3.0	6.0	mA	1, 5
Current Continuous	I _{CA}	—	1.5	—	mA	2, 5
Current Average	I _{SLP}	—	—	1.5	µA	3
Current In Sleep	V _{IL}	0	—	0.4	Volts	—
Data Input Low	V _{IH}	2.5	—	V _{CC}	Volts	—
Data Input High	T _{OSU}	—	—	80	µS	4
Oscillator Start-up Time	T _{ORD}	—	—	100	nSec	4
Oscillator Ring-down Time	P _O	-4	0	+4	dBm	4
Output Power						

Parameter	Designation	Min.	Typical	Max.	Units	Notes
LC7X: 315 MHz	F _C	314.925	315.0	315.075	MHz	—
Frequency of Carrier	P _H	—	—	-40	dBc	4
Harmonic Emissions						

Parameter	Designation	Min.	Typical	Max.	Units	Notes
LC7X: 418 MHz	F _C	417.925	418	418.075	MHz	—
Frequency of Carrier	P _H	—	—	-40	dBc	4
Harmonic Emissions						

Parameter	Designation	Min.	Typical	Max.	Units	Notes
LC7X: 433 MHz	F _C	433.845	433.92	433.995	MHz	—
Frequency of Carrier	P _H	—	—	-45	dBc	4
Harmonic Emissions						

Notes:

1. Current draw with data pin held continuously high.
2. Current draw with 50% mark/space ratio.
3. Current draw with data pin low.
4. RF out connected to 50Ω load.
5. Ladj (pin 4) through 430Ω resistor.

Absolute Maximum Ratings:
 Supply voltage V_{CC}, using pin 7 -0.3 to +6 VDC
 Operating temperature -30°C to +70°C
 Storage temperature -45°C to +85°C
 Soldering temperature +225°C for 10 sec.
 Any input or output pin -0.3 to V_{CC}

NOTE Exceeding any of the limits of this section may lead to permanent damage of the device. Furthermore, extended operation at these maximum ratings may reduce the life of this device.

TYPICAL PERFORMANCE GRAPHS

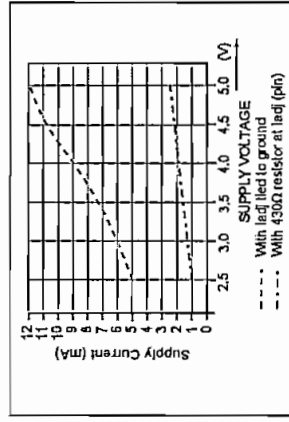


figure 2: Consumption vs. Supply Voltage

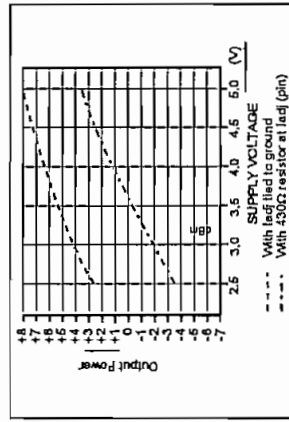


figure 3: Typical RF power into 50Ω

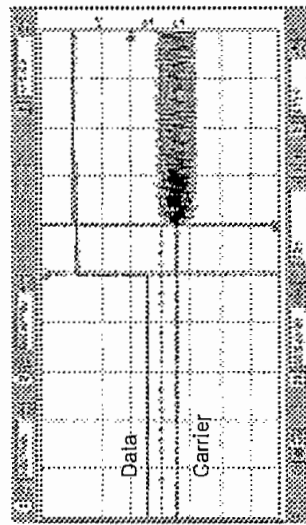


figure 4: Typical Oscillator Turn-On Time

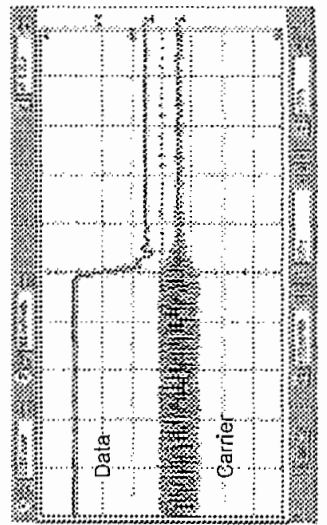


figure 5: Typical Oscillator Turn-Off Time

The LC modules are packaged in a hybrid SMD package which has been designed to support hand- or automated-assembly techniques. Since LC devices contain discrete components internally, the assembly procedures are critical to insuring the reliable function of the LC product. The following procedures should be reviewed with and practiced by all assembly personnel.

PAD LAYOUT

The following pad layout diagrams are designed to facilitate both hand and automated assembly.

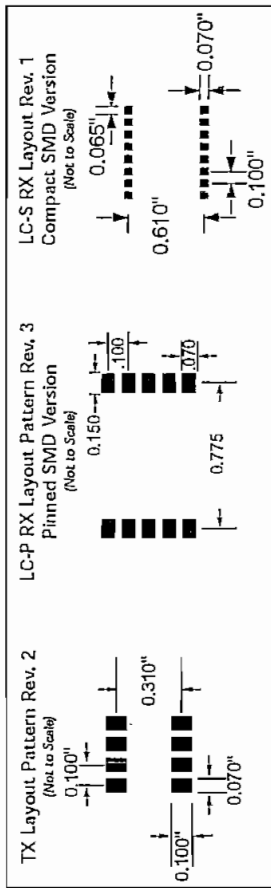


figure 7: Suggested Pad Layout

TRANSMITTER HAND ASSEMBLY

The LC transmitter's primary mounting surface is eight pads located on the bottom of the module. Since these pads are inaccessible during mounting, castellations that run up the side of the module have been provided to facilitate solder wicking to the module's underside. If the recommended pad placement (Rev.2) has been followed, the pad on the board will extend slightly past the edge of the module. Touch both the PCB pad and the module castellation with a fine soldering tip. Tack one module corner first, then work around the remaining attachment points using care not to exceed the solder times listed below.

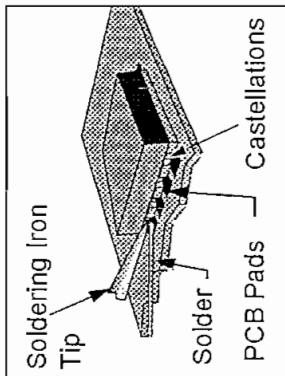


Figure 8: LC-TX Soldering Technique

Absolute Maximum Solder Times

- Hand-Solder Temp. TX +225°C for 10 Sec.
- Hand-Solder Temp. RX +225°C for 10 Sec.
- Recommended Solder Melting Point +180°C
- Reflow Oven: +220° Max. (See adjoining diagram)

For high-volume assembly most users will want to auto-place the modules. The modules have been designed to maintain compatibility with most pick-and-place equipment; however, due to the module's hybrid nature certain aspects of the automated assembly process are far more critical than for other component types.

Following are brief discussions of the three primary areas where caution must be observed.

Reflow Temperature Profile

The single most critical stage in the automated assembly process is the reflow process. The reflow profile below should be closely followed since excessive temperatures or transport times during reflow will irreparably damage the modules. Assembly personnel will need to pay careful attention to the oven's profile to insure that it meets the requirements necessary to successfully reflow all components while still meeting the limits mandated by the modules themselves.

Shock During Reflow Transport

Since some internal module components may reflow along with the components placed on the board being assembled, it is imperative that the module not be subjected to shock or vibration during the time solder is liquidus.

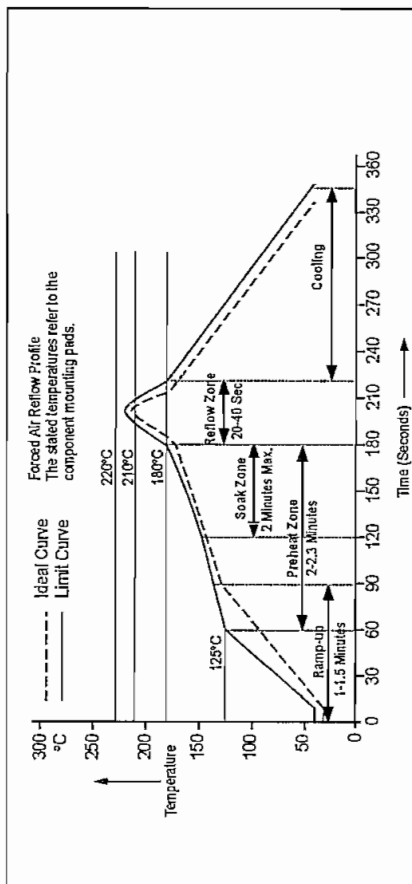


figure 6: Required reflow profile

Washability

The modules are wash resistant, but are not hermetically sealed. They may be subject to a standard wash cycle; however, a twenty-four-hour drying time should be allowed before applying electrical power to the modules. This will allow any moisture that has migrated into the module to evaporate, thus eliminating the potential for shorting during power-up or testing.

The transmitter is packaged as a hybrid SMD module with eight pads spaced 0.100" apart on center. The SMD package is equipped with castellations which allow for side introduction of solder. This simplifies prototyping or hand assembly while maintaining compatibility with automated pick-and-place equipment. Modules are available in tube or tape-and-reel packaging (see page 1 for ordering information).

PIN DESCRIPTIONS:

- Pin 1 GROUND**
Connect to quiet ground or groundplane.
- Pin 2 DATA IN**
Serial data input pin. TTL and CMOS compatible.
- Pin 3 GROUND**
Connect to quiet ground or groundplane.
- Pin 4 LADJ/GND**
Output power level adjustment. Connect to ground for 3V operation. Connect to ground through 430 Ohm resistor for 5V operation. (see graph on page 3 and page 10)
- Pin 5 RF OUT**
Connect to 50Ω matched antenna.
- Pin 6 GROUND**
Connect to quiet ground or groundplane.
- Pin 7 POSITIVE SUPPLY (Vcc 2.7-6 VDC)**
The supply must be clean (<20 mV pp), stable and free of high-frequency noise. A supply filter is recommended unless the module is operated from its own regulated supply or battery.
- Pin 8 GROUND**
Connect to quiet ground or groundplane.

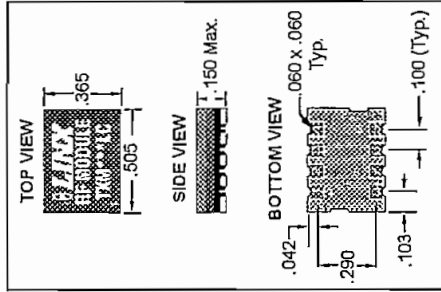


Figure 9: LC-TXM Physical Package

POWER SUPPLY REQUIREMENTS

The transmitter module requires a clean, well-regulated power source. While it is preferable to power the unit from a battery, the unit can also be operated from a power supply as long as noise and 'hash' are kept to less than 20 mV. A 10Ω resistor in series with the supply followed by a 10μF tantalum capacitor from Vcc to ground as shown at the right will help in cases where the quality of supply power is poor.

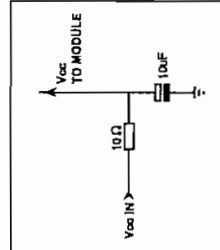


Figure 10: Supply Filter

The LC-TXM is a low-cost, high-performance SAW-(Surface Acoustic Wave) based CPCA (Carrier-Present Carrier-Absent) transmitter capable of sending serial data at up to 5,000 bits/second. The LC's compact surface-mount package integrates easily into existing designs and is equally friendly to prototype and volume production. The LC's ultralow power consumption makes it ideally suited for battery powered products. When combined with a Linx LC series receiver a reliable RF link capable of transferring data over line-of-sight distances in excess of 300 feet (90M) is formed.

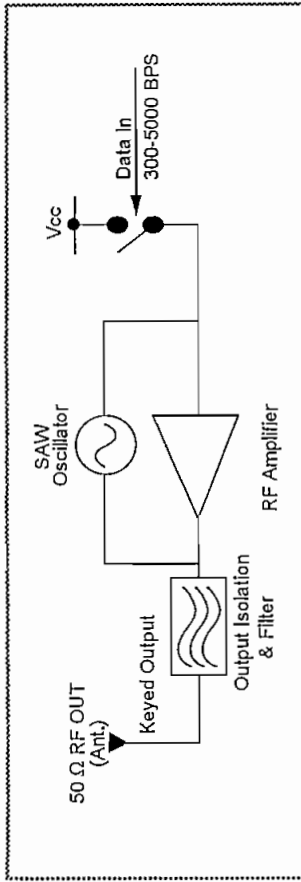


Figure 11: LC Series Transmitter Block Diagram

THEORY OF OPERATION

The LC-TXM transmits data using CPCA (Carrier-Present Carrier-Absent) modulation. This type of AM modulation is often referred to by other designations including CW and OOK. This type of modulation represents a logic low '0' by the absence of a carrier and a logic high '1' by the presence of a carrier. This modulation method affords numerous benefits. Three of the most important are: 1) Cost-effectiveness due to design simplicity. 2) No minimum data rate or mark/space ratio requirement. 3) Higher output power and thus greater range in countries (such as the US) where output power measurements are averaged over time. (Please refer to Linx application note #00130).

The LC-TXM is based on a simple but highly optimized architecture which achieves a high fundamental output power with low harmonic content. This insures that most approval standards can be met without external filter components. The LC transmitter is exceptionally stable over time, temperature, and physical shock as a result of the precision SAW (Surface Acoustic Wave) frequency reference. Due to the of the SAW device most of the output power is concentrated in a narrow bandwidth. This allows the receiver's pass opening can be quite narrow, thus increasing sensitivity and reducing susceptibility to near-band interference. The quality of components and overall architecture utilized in the LC series is unusual in a low-cost RF device and is one reason the LC transmitter is able to outperform far more expensive products.

THE DATA INPUT

A CMOS/TTL level data input is provided on pin 2. This pin is normally supplied with a serial bitstream input directly from a microprocessor, encoder, or UART. During standby or the input of a logic low, the carrier is fully suppressed and the transmitter consumes less than 2μA of current. During a logic high the transmitter generates a carrier to indicate to the receiver the presence of a logic 1. The applied data should not exceed a rate of 5,000 bits/sec. The data input pin should always be driven with a voltage common to the supply voltage present at pin 7 (Vcc). The data pin should never be allowed to exceed the supply voltage (Vcc).

If you are at all familiar with RF devices you may be concerned about specialized board layout requirements. Fortunately, because of the care taken by Linx in designing the LC series, integration is very straightforward. This ease of application results from the advanced multi-layer construction of the module. By adhering to the following layout principles and observing a few basic design rules, you can enjoy a straightforward path to RF success.

1. A groundplane should be placed under the module as shown. It will generally be placed on the bottom layer. The amount of overall plane is also critical for the correct function of many antenna styles and is covered in the next section.
2. Observe appropriate layout practice between the module and its antenna. A simple trace may suffice for runs of less than .25" but longer distances should be covered using 50Ω coax or a 50Ω microstrip transmission line. In order to minimize loss and detuning, a microstrip transmission line is commonly utilized. The term microstrip refers to a PCB trace running over a groundplane, the width of which has been calculated to serve as a 50Ω transmission line. This effectively removes the trace as a source of detuning. The correct trace width can be easily calculated using the information below. The width is based on the desired characteristic impedance, the thickness of the PCB, and its dielectric constant.

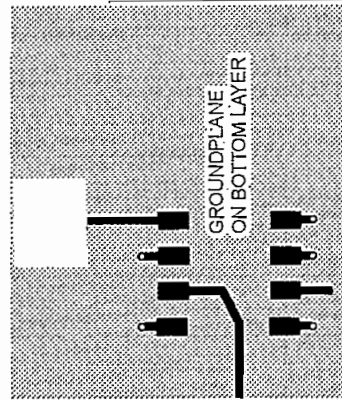


Figure 13: Example of proper groundplane

$$E_r = \frac{E_r + 1}{2} + \frac{E_r - 1}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + 12d/W}}$$

$$Z_0 = \begin{cases} \frac{60}{\sqrt{E_r}} \cdot \ln\left(\frac{8d}{W} + \frac{1W}{4d}\right) & \text{For } r \frac{W}{d} \leq 1 \\ \frac{120\pi}{\sqrt{E_r}} \cdot \left(\frac{W}{d} + 1.393 + 0.667 \cdot \ln\left(\frac{W}{d} + 1.444\right)\right) & \text{For } \frac{W}{d} \geq 1 \end{cases}$$

Figure 14: Microstrip formulas (Er = Dielectric constant of pc board material)

Dielectric Constant	Width/Height (W/d)	Effective Dielectric Constant	Characteristic Impedance
4.8	1.8	3.59	50.0
4	2	3.07	51.0
2.55	3	2.12	48.0

Once a reliable RF link has been established, the challenge becomes how to effectively transfer data across it. While a properly designed RF link provides reliable data transfer under most conditions, there are still distinct differences from a wired link that must be addressed. Since the LC modules do not incorporate internal coding/decoding, a user has tremendous flexibility in how data is formatted and sent. It is always important to separate what type of transmissions are technically possible from those that are legally allowable in the country of intended operation. You may wish to review application notes #00125 and #00140 along with Part 15 Sec. 231 for further details on acceptable transmission content.

Another consideration is that of data structure or protocol. If you are not familiar with the sending serial data in a wireless environment read Linx application note #00232 (Considerations for sending data with the LC series). This application note details important issues such as the effect of start-up times, pulse stretching and shortening and the relationship between data and output power in a CPCA-based transmitter. These issues should be understood prior to commencing a design effort.

If you want to send simple control or status signals such as button presses or switch closures, consider using an encoder and decoder IC set available from a wide range of manufacturers including: Microchip (Keeloq), Holtek, and Motorola. These IC's take care of all encoding, error checking, and decoding functions and generally provide a number of data pins to which switches can be directly connected. Address bits are usually provided for security and to allow the addressing of multiple receivers independently. Additionally, it is a simple task to interface with inexpensive microprocessors such as the Microchip PIC or one of many IR, remote control, DTMF, and modem IC's.

Shown below is an example of a basic remote control transmitter utilizing an encoder chip from Holtek. When a key is pressed at the transmitter, a corresponding pin at the receiver goes high. A schematic for the receiver/decoder circuit may be found in the LC receiver guide.

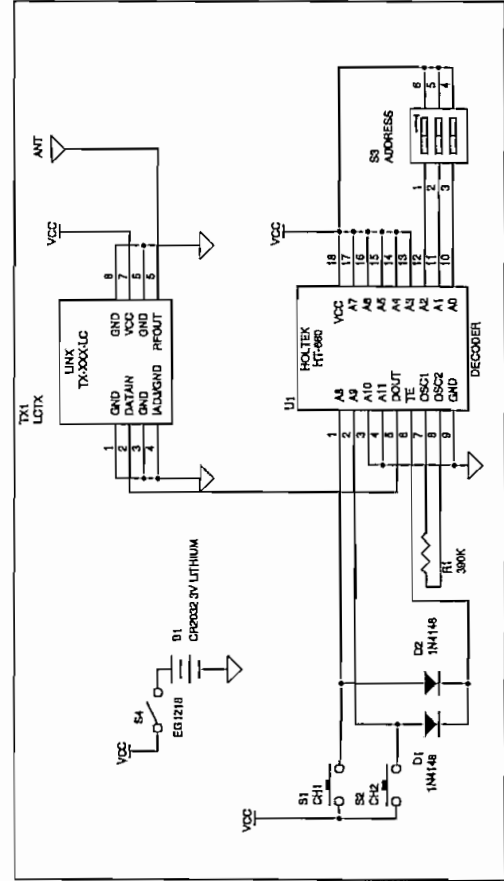


Figure 12: Basic Remote Control Transmitter Circuit

Notes:

- 1) DIP Switch used to set ID code. A 3-position switch was chosen for this example but all or none of the address bits may be used. Settings of the Receiver and Transmitter must match for signal to be recognized.

The choice of antennas is one of the most critical and often overlooked design considerations. The range, performance, and legality of an RF link is critically dependent upon the type of antenna employed. Proper design and matching of an antenna is a complex task requiring sophisticated test equipment and a strong background in principles of RF propagation. While adequate antenna performance can often be obtained by trial and error methods, you may also want to consider utilizing a professionally designed antenna such as those offered by Linx. Our low-cost antenna line is designed to ensure maximum performance and compliance with Part 15-attachment requirements. The purpose of the following sections is to give you a basic idea of some of the considerations involved in the design and selection of antennas. For a more comprehensive discussion please review Linx applications note #00500 "Antennas: Design, Application, Performance".

THE TRANSMITTER ANTENNA

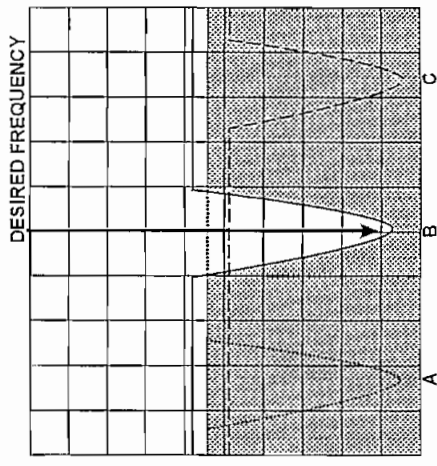
The transmitter antenna allows RF energy to be efficiently radiated from the output stage into free space. In modular designs such as the LC, a transmitter's output power is often slightly higher than the legal limit. This allows a designer to utilize an inefficient antenna in order to achieve full legal power while meeting size, cost, or cosmetic objectives. For this reason a transmitter's antenna can generally be less efficient than the antenna used on the receiver.

It is usually best to utilize a basic 1/4-wave whip for your initial concept evaluation. Once the prototype product is operating satisfactorily, a production antenna should be selected to meet the cost, size and cosmetic requirements of the product.

Maximum antenna efficiency is always obtained when the antenna is at resonance. If the antenna is too short, capacitive reactance is present; if it is too long, inductive reactance will be present. The indicator of resonance is the minimum point in the VSWR curve. You will see from the following example that antenna (A) is resonant at too low a frequency, indicating excessive length, while antenna (C) is resonant at too high a frequency, indicating the antenna is too short. Antenna (B), however, is "just right."

Antenna resonance should not be confused with antenna impedance. The difference between resonance and impedance is most easily understood by considering the value of VSWR at its lowest point. The lowest point of VSWR indicates the antenna is resonant, but the value of that low point is determined by the quality of the match between the antenna, the transmission line, and the device to which it is attached.

To fully appreciate the importance of an antenna that is both resonant and matched consider that an antenna with a VSWR of 1.5 will effectively transmit approximately 95% of its power while an antenna with a VSWR of 10 will only transmit about 30%.



the output power of the LC module may be higher than FCC regulations allow. The output power of the module is intentionally set high since many designers pair the module with an inefficient antenna in order to realize cost or space savings. Since attenuation is often required it is generally wise to provide for its implementation.

Two methods of attenuation are available using the LC module. First, a resistor may be placed in series with Pad 4 (LVL, ADJ.) to achieve up to a 7 dB reduction in output power. The resistor value is easily determined from the diagram below. Do not exceed the resistance values shown as transmitter instability may result. This method can also be used to reduce transmission range and power consumption.

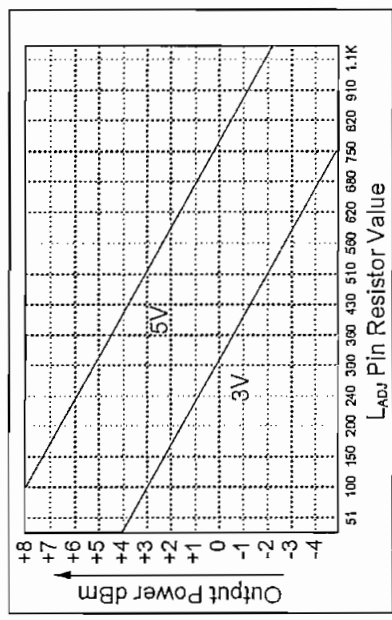


Figure 15: Power-Output vs. L-ADJ Pad Resistor Value

Another method commonly used to achieve attenuation, particularly at higher levels, is the use of a T-pad. A T-pad is a 3-resistor network that allows for variable attenuation while maintaining the quality of match to the antenna. It is usually prudent to allow space for the addition of a T-pad. For further details on T-pads please refer to Linx application note #00150.

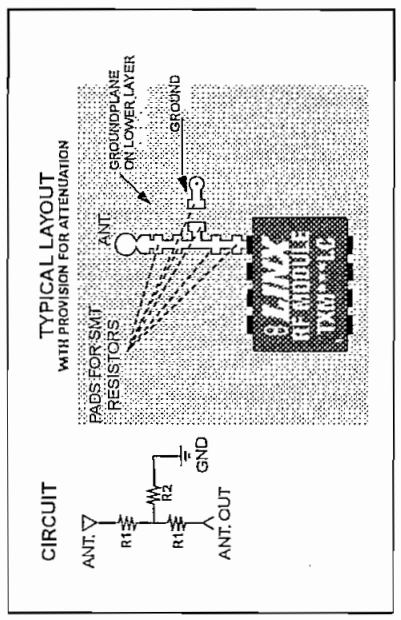
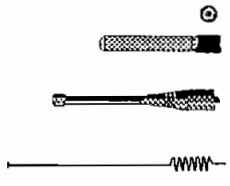


Figure 16: Attenuation pad layout

There are literally hundreds of antenna styles that can be successfully employed with the LC Series. Following is a brief discussion of the three styles most commonly utilized in compact RF designs. Additional antenna information can be found in Linx application notes #00500, #00100, #00126 and #00140. Linx also offers a broad line of antennas and connectors which offer outstanding performance and cost-effectiveness.

Whip Style

A whip-style monopole antenna provides outstanding overall performance and stability. A low-cost whip can be easily fabricated from wire or rod, but most product designers opt for the improved performance and cosmetic appeal of a professionally made model. To meet this need, Linx offers a wide variety of straight and reduced-height whip-style antennas in permanent and connectorized mounting styles. The wavelength of the operational frequency determines an antenna's overall length. Since a full wavelength is often quite long, a partial 1/4-wave antenna is normally employed. Its size and natural radiation resistance make it well matched to Linx modules. The proper length for a 1/4-wave antenna can be easily found using the formula below. It is also possible to reduce the overall height of the antenna by using a helical winding. This decreases the antenna's bandwidth but is an excellent way to minimize the antenna's physical size for compact applications.



1/4-wave wire lengths for LC frequencies:
315Mhz=8.9"
418Mhz=6.7"
433Mhz=6.5"

$$L = \frac{234}{F \text{ MHz}}$$

Where:
L=length in feet of quarter-wave length
F=operating frequency in megahertz

Helical Style

A helical antenna is precisely formed from wire or rod. A helical antenna is a good choice for low-cost products requiring average range-performance and internal concealment. A helical can detune badly in proximity to other objects and its bandwidth is quite narrow so care must be exercised in layout and placement.



Loop Style

A loop- or trace-style antenna is normally printed directly on a product's PCB. This makes it the most cost-effective of antenna styles. There are a variety of shapes and layout styles which can be utilized. The element can be made self-resonant or externally resonated with discrete components. Despite its cost advantages, PCB antenna styles are generally inefficient and useful only for short-range applications. Loop-style antennas are also very sensitive to changes in layout or substrate dielectric which can introduce consistency issues into the production process. In addition, printed styles initially are difficult to engineer, requiring the use of expensive equipment including a network analyzer. An improperly designed loop will have a high SWR at the desired frequency which can introduce substantial instability in the RF stages. Linx offers a low-cost planar antenna called the "SPLATCH" which is an excellent alternative to the sometimes problematic PCB trace style. This tiny antenna mounts directly to a product's PCB and requires no testing or tuning. Its design is stable even in compact applications and it provides excellent performance in light of its compact size.



1. Proximity to objects such as a user's hand or body, or metal objects will cause an antenna to detune. For this reason the antenna shaft and tip should be positioned as far away from such objects as possible.

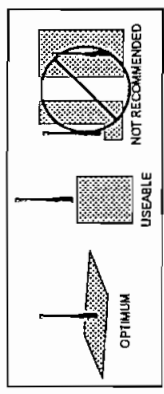


Figure 17: Groundplane orientation

2. Optimum performance will be obtained from a 1/4- or 1/2-wave straight whip mounted at a right angle to the groundplane. In many cases this isn't desirable for practical or ergonomic reasons; thus, an alternative antenna style such as a helical, loop, patch, or base-loaded whip may be utilized.

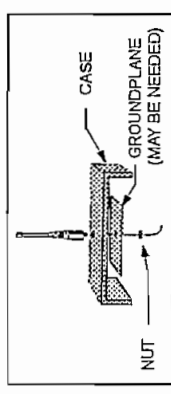


Figure 18: External antenna mounting

3. If an internal antenna is to be used, keep it away from other metal components, particularly large items like transformers, batteries, and PCB tracks and groundplanes. In many cases, the space around the antenna is as important as the antenna itself.

4. In many antenna designs, particularly 1/4-wave whips, the groundplane acts as a counterpoise, forming, in essence, a 1/2-wave dipole. For this reason adequate groundplane area is essential. The groundplane can be a metal case or ground-fill areas on a circuit board. Ideally, the groundplane to be used as counterpoise should have a surface area \geq the overall length of the 1/4-wave radiating element; however, Linx recognizes that this is impossible for most compact designs, so all Linx antennas are characterized using a 4.5" X 4.5" groundplane with the antenna centered and oriented at a 90° angle. Such an orientation is often not practical due to size and configuration constraints. In these instances a designer must make the best use of the area available to create as much groundplane in proximity to the base of the antenna as possible. In instances where the antenna is remotely located or the antenna is not in close proximity to a circuit board plane or grounded metal case, a small metal plate may be fabricated to maximize antenna performance.

5. Remove the antenna as far as possible from potential interference sources. There are many possible sources of internally generated interference. Switching power supplies, oscillators, even relays can also be significant sources of potential interference. Remember, the single best weapon against such problems is attention to placement and layout. Filter the module's power supply with a high-frequency bypass capacitor. Place adequate groundplane under all potential sources of noise. Shield noisy board areas whenever practical.

6. In some applications it is advantageous to place the transmitter and its antenna away from the main equipment. This avoids interference problems and allows the antenna to be oriented for optimum RF performance. Always use 50Ω coax such as RG-174 for the remote feed.

Adding an RF stage brings an exciting new dimension to any product. It also means that additional effort and commitment will be needed to bring the product successfully to market. By utilizing pre-made RF modules, such as the LC series, the design and approval process will be greatly simplified. It is still important, however, to have an objective view of the steps necessary to insure a successful RF integration. Since the capabilities of each customer vary widely it is difficult to recommend one particular design path, but most projects follow steps similar to those shown at the right.

In reviewing this sample design path you may notice that Linx offers a variety of services, such as antenna design, and FCC prequalification, that are unusual for a high-volume component manufacturer. These services, along with an exceptional level of technical support, are offered because we recognize that RF is a complex science requiring the highest caliber of products and support. "Wireless Made Simple" is more than just a motto, it's our commitment. By choosing Linx as your RF partner and taking advantage of the resources we offer, you will not only survive implementing RF, you may even find the process enjoyable.

HELPFUL APPLICATION NOTES FROM LINX

It is not the intention of this manual to address in depth many of the issues that should be considered to ensure that the modules function correctly and deliver the maximum possible performance. As you proceed with your design you may wish to obtain one or more of the following application notes, which address in depth key areas of RF design and application of Linx products.

LINX APPLICATION NOTE TITLE	
NOTE #	General considerations for sending data with the LC Series
00232	Antennas: Design, Application, Performance
00500	Modulation techniques for low-cost RF data links
00130	Considerations for operation in the 260 Mhz to 470 Mhz band
00125	RF 101: information for the RF challenged
00100	Understanding the performance specifications of receivers
00110	The FCC Road: Part 15 from concept to approval
00140	Use and design of T-Attenuation Pads
00150	

NOTE: LC Series Modules are designed as component devices which require external components to function. The modules are intended to allow for full Part 15 compliance; however, they are not approved by the FCC or any other agency worldwide. The purchaser understands that approvals may be required prior to the sale or operation of the device, and agrees to utilize the component in keeping with all laws governing its operation in the country of operation.

When working with RF, a clear distinction must be made between what is technically possible and what is legally acceptable in the country where operation is intended. Many manufacturers have avoided incorporating RF into their products as a result of uncertainty and even fear of the approval and certification process. Here at Linx our desire is not only to expedite the design process, but also to assist you in achieving a clear idea of what is involved in obtaining the necessary approvals to market your completed product legally.

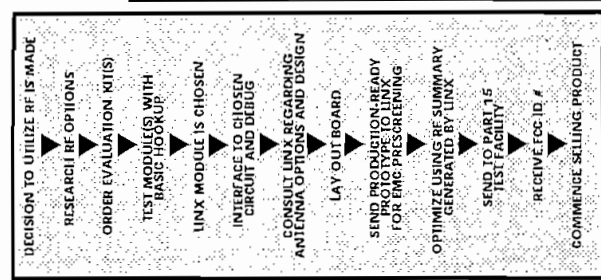
In the United States the approval process is actually quite straightforward. The regulations governing RF devices and the enforcement of them are the responsibility of the Federal Communications Commission. The regulations are contained in the Code of Federal Regulations (CFR), Title 47. Title 47 is made up of numerous volumes; however, all regulations applicable to this module are contained in volume 0-19. It is strongly recommended that a copy be obtained from the Government Printing Office in Washington, or from your local government book store. Excerpts of applicable sections are included with Linx evaluation kits or may be obtained from the Linx Technologies web site (www.linxtechnologies.com). In brief, these rules require that any device which intentionally radiates RF energy be approved, that is, tested, for compliance and issued a unique identification number. This is a relatively painless process. Linx offers full EMC pre-compliance testing in our HP/Emcoo-equipped test center. Final compliance testing is then performed by one of the many independent testing laboratories across the country. Many labs can also provide other certifications the product may require at the same time, such as UL, CLASS A/B, etc. Once your completed product has passed, you will be issued an ID number which is then clearly placed on each product manufactured.

Questions regarding interpretations of the Part 2 and Part 15 rules or measurement procedures used to test intentional radiators, such as the LC modules, for compliance with the Part 15 technical standards, should be addressed to:

Federal Communications Commission
 Equipment Authorization Division
 Customer Service Branch, MS 1300F2
 7435 Oakland Mills Road
 Columbia, MD 21046
 Tel: (301) 725-1585 / Fax: (301) 344-2050 E-Mail: labinfo@fcc.gov

International approvals are slightly more complex, although many modules are designed to allow all international standards to be met. If you are considering the export of your product abroad, you should contact Linx Technologies to determine the specific suitability of the module to your application.

All Linx modules are designed with the approval process in mind and thus much of the frustration that is typically experienced with a discrete design is eliminated. Approval is still dependent on many factors such as the choice of antennas, correct use of the frequency selected, and physical packaging. While some extra cost and design effort are required to address these issues, the additional usefulness and profitability added to a product by RF makes the effort more than worthwhile.



TYPICAL STEPS FOR IMPLEMENTING RF

Anexo B

Receptor

LINX RXM-xxx-LC-S



RXM-315-LC-S
 RXM-418-LC-S
 RXM-433-LC-S

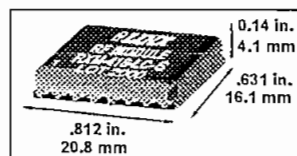


LC SERIES RECEIVER MODULE DATA GUIDE

Covers Ultra-Compact S-Style (True SMD Version)

DESCRIPTION:

The LC Series is ideally suited for volume use in OEM applications such as remote control, security, identification, and periodic data transfer. Available in 2 styles of compact SMD packages, the LC-S receiver utilizes a highly optimized SAW architecture to achieve an unmatched blend of performance, size, efficiency and cost. When paired with a matching LC series transmitter, a highly reliable wireless link is formed, capable of transferring serial data at distances in excess of 300 Feet. No external RF components, except an antenna, are required, making design integration straightforward.



PHYSICAL DIMENSIONS

16	ANT	NC	1
15	GND	NC	2
14	NC	NC	3
13	NC	GND	4
12	NC	VCC	5
11	NC	PDN	6
10	NC	NC	7
9	NC	DATA	8

PINOUTS (BOTTOM VIEW)

FEATURES:

- Low Cost
- No External RF Components Required
- Low Power Consumption
- Compact True Surface-Mount Package
- Stable SAW-based Architecture
- Outstanding Sensitivity
- Supports Data Rates to 5,000 bps
- Direct Serial Interface
- No Production Tuning

APPLICATIONS INCLUDE:

- Remote control / Keyless entry
- Garage / Gate openers
- Lighting control
- Medical monitoring / Call systems
- Remote industrial monitoring
- Periodic data transfer
- Home / Industrial automation
- Fire / Security alarms
- Wire Elimination
- Long-range RFID

ORDERING INFORMATION

PART #	DESCRIPTION
EVAL-***-LC	Basic Evaluation Kit
MDEV-***-LC	Master Development Kit
RXM-315-LC-P	Receiver 315MHZ (Pinned SMD)
RXM-418-LC-P	Receiver 418MHZ (Pinned SMD)
RXM-433-LC-P	Receiver 433MHZ (Pinned SMD)
RXM-315-LC-S	Receiver 315MHZ (SMD)
RXM-418-LC-S	Receiver 418MHZ (SMD)
RXM-433-LC-S	Receiver 433MHZ (SMD)

*** Insert Frequency

Not covered in this manual

LC Receivers are supplied in tube packaging - 40 pcs. per tube.

ABOUT THESE MEASUREMENTS

The performance parameters listed below are based on module operation at 25°C from a 3VDC. Figure 1 at the right illustrates the connections necessary for testing and operation. It is recommended all ground pads be connected to the groundplane. The pads marked NC have no physical connection and are designed only to add support.

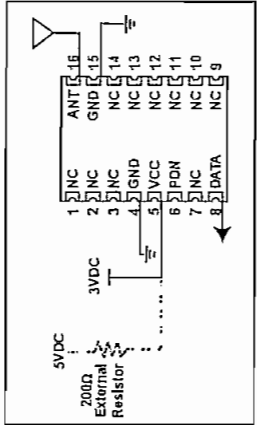


figure 1: Test/Basic application circuit

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply voltage V_{cc}	-0.3	to	+4.2	VDC
	-0.3	to	+5.2	VDC (SEE NOTES 3,4)
Operating temperature	-30°C	to	+70°C	
Storage temperature	-45°C	to	+85°C	
Soldering temperature	+225°C for 10 sec.			
RF input, pin 16	-0.3	to	0 dBm	
Any input or output pin	-0.3	to	V_{cc}	

NOTE Exceeding any of the limits of this section may lead to permanent damage to the device. Furthermore, extended operation at these maximum ratings may reduce the life of this device.

Parameters RXM-315-LC-S	Designation	Min.	Typical	Max.	Units	Notes
Operating Voltage	V_{cc}	2.7	-	4.2	VDC	-
w/Dropping Resistor	V_{cc}	4.7	-	5.2	VDC	3
Current Continuous	I_{cc} ($V_{cc}=3V$)	4.0	5.0	7.0	mA	-
Current in Sleep	I_{SLP} ($V_{cc}=3V$)	-	700	930	μA	-
Data Out Voltage Logic Low	V_{OL}	0	-	.2	VDC	-
Data Out Voltage Logic High	V_{OH}	$V_{cc}-0.3$	-	V_{cc}	VDC	-
	V_{OH}	2.7	3.4	V_{cc} (Note 5)	VDC	4
Receive Frequency	F_c	314.925	315.0	315.075	MHz	-
Noise BW		-	280	-	KHz	-
Sensitivity @10 ⁻⁵ BER		-92	-95	-100	dBm	1
Baud Rate		100	-	5,000	bps	-
Settling Time		5	7	10	mSec	2

Parameters RXM-418-LC-S	Designation	Min.	Typical	Max.	Units	Notes
Operating Voltage	V_{cc}	2.7	-	4.2	VDC	-
w/Dropping Resistor	V_{cc}	4.7	-	5.2	VDC	3
Current Continuous	I_{cc} ($V_{cc}=3V$)	4.0	5.0	7.0	mA	-
Current in Sleep	I_{SLP} ($V_{cc}=3V$)	-	700	930	μA	-
Data Out Voltage Logic Low	V_{OL}	0	-	.2	VDC	-
Data Out Voltage Logic High	V_{OH}	$V_{cc}-0.3$	-	V_{cc}	VDC	-
	V_{OH}	2.7	3.4	V_{cc} (Note 5)	VDC	4
Receive Frequency	F_c	417.925	418	418.075	MHz	-
Noise BW		-	280	-	KHz	-
Sensitivity @10 ⁻⁵ BER		-92	-95	-100	dBm	1
Baud Rate		100	-	5,000	bps	-
Settling Time		5	7	10	mSec	2

Parameters RXM-433-LC-S	Designation	Min.	Typical	Max.	Units	Notes
Operating Voltage	V_{cc}	2.7	-	4.2	VDC	-
w/Dropping Resistor	V_{cc}	4.7	-	5.2	VDC	3
Current Continuous	I_{cc} ($V_{cc}=3V$)	4.0	5.0	7.0	mA	-
Current in Sleep	I_{SLP} ($V_{cc}=3V$)	-	700	930	μA	-
Data Out Voltage Logic Low	V_{OL}	0	-	.2	VDC	-
Data Out Voltage Logic High	V_{OH}	$V_{cc}-0.3$	-	V_{cc}	VDC	-
	V_{OH}	2.7	3.4	V_{cc} (Note 5)	VDC	4
Receive Frequency	F_c	433.845	433.92	433.995	MHz	-
Noise BW		-	280	-	KHz	-
Sensitivity @10 ⁻⁵ BER		-92	-95	-100	dBm	1
Baud Rate		100	-	5,000	bps	-
Settling Time		5	7	10	mSec	2

Notes:

1. For BER of 10⁻⁵ @ 4800 baud. Sensitivity is affected by antenna SWR. See figure 3.
2. Time to valid data output.
3. *CRITICAL* In order to operate the device over this range it is necessary for a 200Ω resistor to be placed in-line with V_{CC} .
4. When operating from a 5 volt source it is important to consider that the output will swing to well less than 5 volts as a result of the required dropping resistor. Please verify that the minimum voltage will meet the high threshold requirement of the device to which data is being sent.
5. Maximum output voltage measured after in-line dropping resistor.

The receiver is packaged as a hybrid SMD module with sixteen pads spaced 0.100" on center. The castellated SMD package allows for easy prototyping or hand assembly while maintaining full compatibility with automated pick-and-place equipment. Modules are supplied in tube packaging.

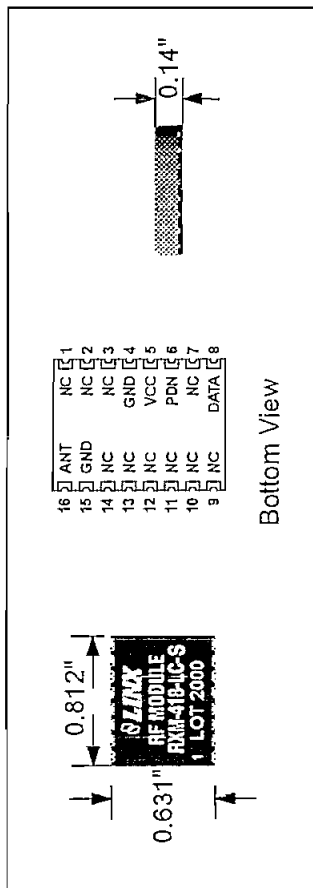


figure 2: LC-S Series Receiver Package Dimensions

PIN DESCRIPTIONS:

Pin 1, 2, 3, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14 - NO CONNECTION

Attach to an isolated pad to provide support for the module. Do not make electrical connection.

Pin 4, 15 - GROUND

Connect to quiet ground or groundplane. It is internally connected to pin 8.

Pin 5 - POSITIVE SUPPLY (VCC 2.7-4.2 VDC *4.7-5.2 w/ external drooping resistor)

The supply must be clean (<20 mV pp), stable and free of high-frequency noise. A supply filter is recommended unless the module is operated from its own regulated supply or battery. Please note that operation from 4.7 to 5.2 volts requires the use of an external 200Ω resistor placed in-line with VCC.

Pin 6 - POWER DOWN

Pull this line low to put the receiver in sleep mode (700 μA). Leave floating or pull high to enable the receiver.

Pin 8 - DATA OUT

Internally pulled to V_{cc}. Open collector data output w/internal pullup to V_{cc}. Recovered data is output on this pin. Output voltage during a high bit will average V_{cc} - 0.3V.

Pin 16 - RF IN

The receiver antenna connects to this input. It has nominal RF impedance of 50Ω and is capacitively isolated from the internal circuitry.

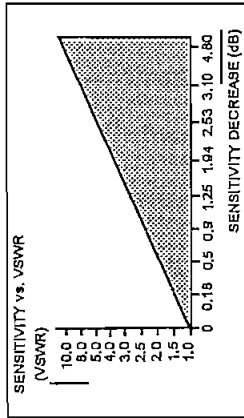


figure 3: Sensitivity vs. VSWR

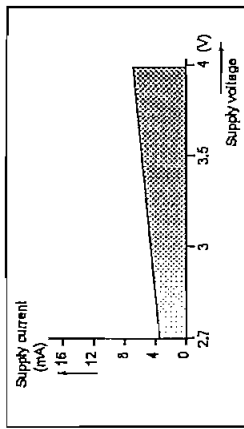


figure 4: Consumption vs. Supply Voltage

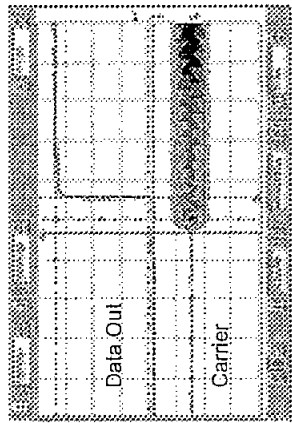


figure 5: RT in vs. Receiver response time

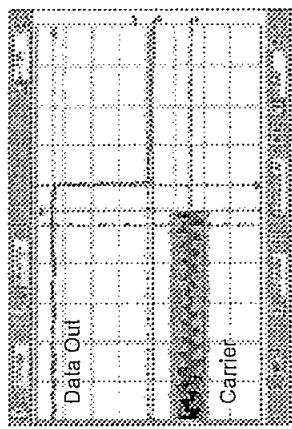


figure 6: Typical Receiver Turn-Off Time

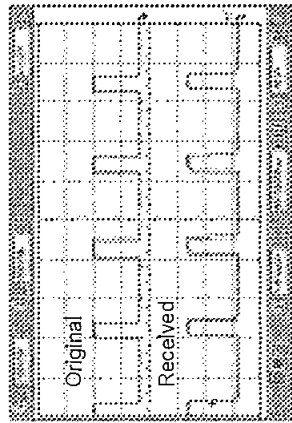


figure 7: Original vs. Received Data 4,800 BPS 20% Duty Cycle

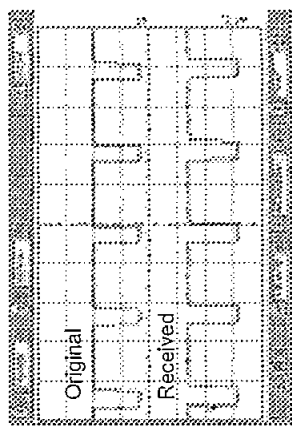


figure 8: Original vs. Received Data 4,800 BPS 80% Duty Cycle

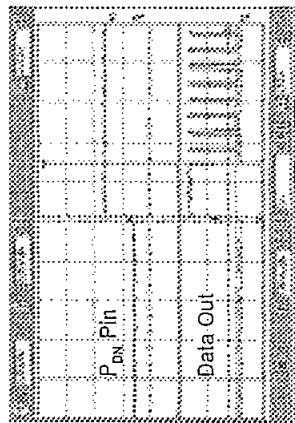


figure 9: Power-On Settling Time (Time to Valid Data)

The LC modules are packaged in a hybrid SMD package which support hand- or automated-assembly techniques. Since LC devices contain discrete components internally, the assembly procedures are critical to insuring the reliable function of the LC product. The following procedures should be reviewed with and practiced by all assembly personnel.

PAD LAYOUT

The following pad layout diagrams are designed to facilitate both hand and automated assembly.

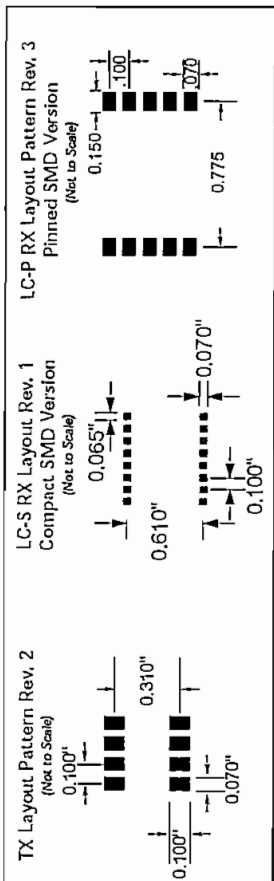


figure 10: Recommended Pad Layout

RECEIVER HAND ASSEMBLY

The LC-S Receiver's primary mounting surface is sixteen pads located on the bottom of the module. Since these pads are inaccessible during mounting, castellations that run up the side of the module have been provided to facilitate solder wicking to the module's underside. If the recommended pad placement has been followed, the pad on the board will extend slightly past the edge of the module. Touch both the PCB pad and the module castellation with a fine soldering tip. Tack one module corner first, then work around the remaining attachment points using care not to exceed the times listed below.

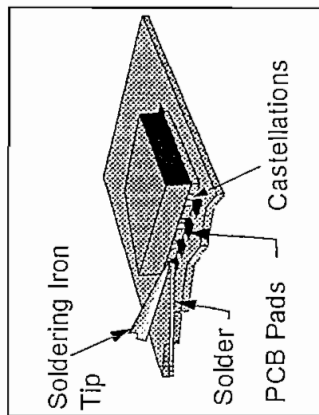


figure 11: LC-S Soldering Technique

Absolute Maximum Solder Times

- Hand-Solder Temp. TX +225°C for 10 Sec.
- Hand-Solder Temp. RX +225°C for 10 Sec.
- Recommended Solder Melting Point +180°C
- Reflow Oven: +220° Max. (See adjoining diagram)

For high-volume assembly most users will want to auto-place the modules. Receivers have been designed to maintain compatibility with reflow processing techniques; however, due to the module's hybrid nature certain aspects of the assembly process are far more critical than for other component types.

Following are brief discussions of the three primary areas where caution must be observed.

Reflow Temperature Profile

The single most critical stage in the automated assembly process is the reflow process. The reflow profile below should be closely followed since excessive temperatures or transport times during reflow will irreparably damage the modules. Assembly personnel will need to pay careful attention to the oven's profile to insure that it meets the requirements necessary to successfully reflow all components while still meeting the limits mandated by the modules themselves.

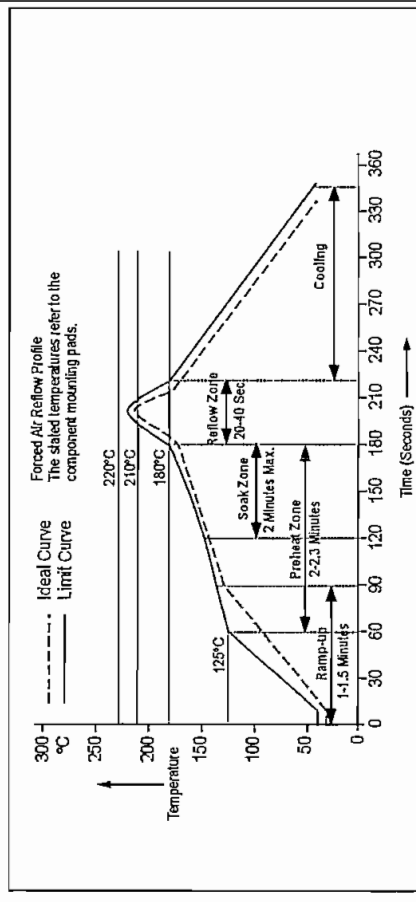


figure 12: Required reflow profile

Shock During Reflow Transport

Since some internal module components may reflow along with the components placed on the board being assembled, it is imperative that the module not be subjected to shock or vibration during the time solder is liquidus.

Washability

The modules are wash resistant, but are not hermetically sealed. They may be subject to a standard wash cycle; however, a twenty-four-hour drying time should be allowed before applying electrical power to the modules. This will allow any moisture that has migrated into the module to evaporate, thus eliminating the potential for shorting during power-up or testing.

The receiver module requires a clean, well-regulated power source. While it is preferable to power the unit from a battery, the unit can also be operated from a power supply as long as noise and 'hash' is less than 20 mV. A 10Ω resistor in series with the supply followed by a 10μF tantalum capacitor from VCC to ground will help in cases where the quality of supply power is poor. Please note that operation from 4.7 to 5.2 volts requires the use of an external 200 resistor placed in-line with VCC.

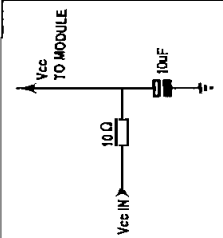


Figure 15: Supply Filter

THE DATA OUTPUT

A CMOS-compatible data output is available on pin 8. This output is normally used to drive directly a digital decoder IC or a microprocessor which is performing the data decoding. The receiver's output is internally qualified, meaning that it will only transition when valid data is present. In instances where no carrier is present the output will remain low. Since a UART utilizes high marking to indicate the absence of data, a designer using a UART may wish to insert a logic inverter between the data output of the RXM-LC-S and the UART.

It is important to realize that the data output of the receiver may be subject to some pulse stretching or shortening. This is caused by a combination of oscillator start-up time on the transmitter and ring-down time in the receiver's ceramic filter. It is important to consider this effect when planning protocol. To learn more about protocol considerations for the LC series we suggest you read Linx applications note #00232.

RECEIVING DATA

Once a reliable RF link has been established, the challenge becomes how to effectively transfer data across it. While a properly designed RF link provides reliable data transfer under most conditions, there are still distinct differences from a wired link that must be addressed. Since the RXM-LC-S modules do not incorporate internal encoding/decoding, a user has tremendous flexibility in how data is handled. It is always important to separate what type of transmissions are technically possible from those that are legally allowable in the country of intended operation. You may wish to review application notes #00125 and #00140 along with Part 15 Sec. 231 for further details on acceptable transmission content.

Another area of consideration is that of data structure or protocol. If unfamiliar with the considerations for sending serial data in a wireless environment, you will want to review Linx application note #00232 (Considerations for sending data with the LC series). These issues should be clearly understood prior to commencing a significant design effort.

If you want to transfer simple control or status signals such as button presses or switch closures, and your product does not have a microprocessor on board your product or you wish to avoid protocol development, consider using an encoder and decoder IC set. These chips are available from a wide range of manufacturers including: Microchip (Keeloc), Holtek (available directly from Linx), and Motorola. These chips take care of all encoding, error checking, and decoding functions and generally provide a number of data pins to which switches can be directly connected. In addition, address bits are usually provided for security and to allow the addressing of multiple receivers independently. These IC's are an excellent way to bring basic Remote Control/Status products quickly and inexpensively to market. Additionally, it is a simple task to interface with inexpensive microprocessors such as the Microchip PIC or one of many IR, remote control, DTMF, and modem IC's.

The RXM-LC-S is a low-cost, high-performance SAW (Surface Acoustic Wave) based CPCA (Carrier-Present Carrier-Absent) receiver, capable of receiving serial data at up to 5,000 bits/second. Its exceptional sensitivity provides outstanding range at the maximum data rate. While oriented toward high-volume automated production, the LC-S's compact surface-mount package is also friendly to prototype and hand production. When combined with a Linx LC series transmitter/encoder, a highly reliable RF link capable of transferring digital data over line-of-sight distances in excess of 300 feet (90M) is formed.

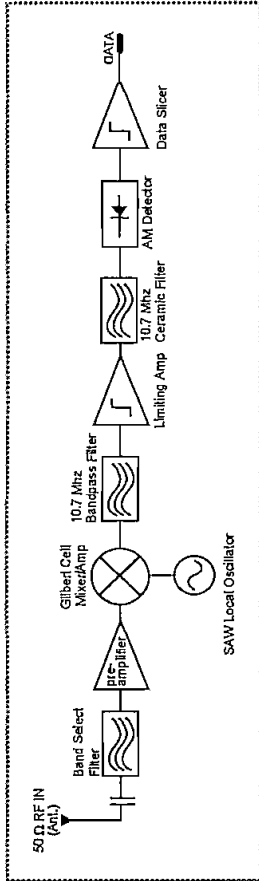


Figure 13: LC Series Receiver Block Diagram

THEORY OF OPERATION

The RXM-LC-S is designed to recover data sent by a CPCA (Carrier-Present Carrier-Absent) transmitter. This type of AM modulation is often referred to by other designations including CW and OOK. As the CPCA designation suggests, this type of modulation represents a logic low '0' by the absence of a carrier and a logic high '1' by the presence of a carrier. This modulation method affords numerous benefits. Two most important are: 1) Cost-effectiveness due to design simplicity and 2) Higher output power and thus greater range in countries (such as the US) which average output power measurements over time. Please refer to Linx application note #00130 for a further discussion of modulation techniques including CPCA.

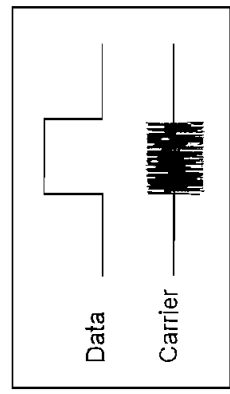


Figure 14: CPCA (AM) Modulation

The LC series utilizes an advanced single-conversion superhet design which incorporates a SAW device, high IF frequency and multi-layer ceramic filters. The SAW (Surface Acoustic Wave) device has been in use for more than a decade but has only recently begun to receive the widespread acclaim its outstanding capabilities deserve. A SAW device provides a highly accurate frequency source with excellent immunity to frequency shift due to age or temperature. The use of SAW devices in both the LC transmitter and receiver modules allows the receiver's pass opening to be quite narrow, thus increasing sensitivity and reducing susceptibility to near-band interference. The quality of components and overall architecture utilized in the LC series is unusual in a low-cost product and is one of the primary reasons the LC receivers are able to outperform even far more expensive products.

simple trace may suffice for runs of less than .25" but longer distances should be covered using 50Ω coax or a 50Ω microstrip transmission line. This is because the trace leading to the module can effectively contribute to the length of the antenna, thus lowering its resonant bandwidth. In order to minimize loss and detuning, a microstrip transmission line is commonly utilized. The term microstrip refers to a PCB trace running over a groundplane, the width of which has been calculated to serve as a 50Ω transmission line between the module and antenna. This effectively removes the trace as a source of detuning. The correct trace width can be easily calculated using the information below.

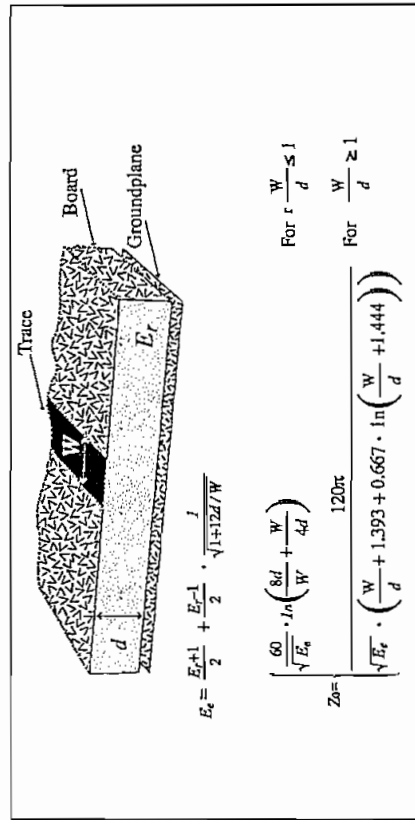


Figure 17: Microstrip formulas (Er = Dielectric constant of pc board material)

Dielectric Constant	Width/Height (W/d)	Effective Dielectric Constant	Characteristic Impedance
4.8	1.8	3.59	50.0
4	2	3.07	51.0
2.55	3	2.12	48.0

RECEIVER ANTENNA CONSIDERATIONS

The choice of antennas is one of the most critical and often overlooked design considerations. The range, performance, and legality of an RF link is critically dependent upon the type of antenna employed. Proper design and matching of an antenna is a complex task requiring sophisticated test equipment and a strong background in principles of RF propagation. While adequate antenna performance can often be obtained by trial and error methods, you may also want to consider utilizing a professionally designed antenna such as those offered by Linx. Our low-cost antenna line is designed to ensure maximum performance and compliance with Part 15 attachment requirements.

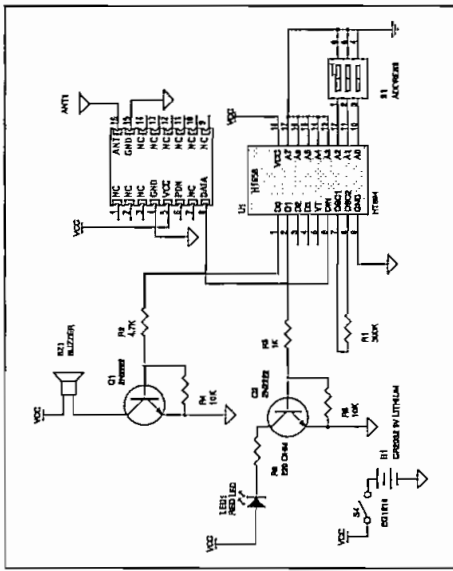
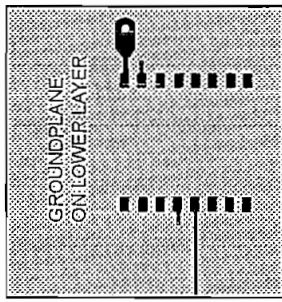


Figure 16: Basic Remote Control Receiver

BOARD LAYOUT CONSIDERATIONS

If you are at all familiar with RF devices you may be concerned about specialized board layout requirements. Fortunately, because of the care taken by Linx in designing the LC Series, integrating an LC-S receiver is very straightforward. This ease of application is a result of the advanced multi-layer isolated construction of the module. By adhering to good layout principles and observing a few basic design rules you can enjoy a straightforward path to RF success.

1. No conductive items should be placed within .15 in. of the module's top or sides.



Always incorporate adequate groundplane

2. A groundplane should be placed under the module as shown. In most cases, it will be placed on the bottom layer. The amount of overall plane area is also critical for the correct function of many antenna styles and is covered in the next section.
3. Keep receiver module away from interference sources. Any frequency of sufficient amplitude to enter the receiver's front end will reduce system range, cause bit errors, and may even prevent reception entirely. There are many possible sources of internally generated interference. High speed logic is one of the worst in this respect, as fast logic edges have harmonics which extend into the UHF band and the PCB tracks radiate these harmonics most efficiently. Microprocessors with external busses are generally incompatible with sensitive radio receivers. Single-chip microprocessors do not generally pose a problem. Switching power supplies, oscillators, even relays can also be significant sources of potential interference. Here again, the single best weapon against such problems is attention to placement and layout. Filter the supply with a high-frequency bypass capacitor as described above. Place adequate groundplane under all potential sources of noise.

A receiver antenna should give its optimum performance at the frequency or in the band for which the receiver was designed, and capture as little as possible of other off-frequency signals. The efficiency of the receiver's antenna is critical to maximizing range-performance. Unlike the transmitter antenna, where legal operation may mandate a reduction in antenna efficiency or attenuation, the receiver's antenna should be optimized as much as is practical.

It is usually best to utilize a basic quarter-wave whip for your initial concept evaluation. Once the prototype product is operating satisfactorily, a production antenna should be selected to meet the cost, size and cosmetic requirements of the product. To gain a better understanding of the considerations involved in the design and selection of antennas, please review application note #00500 "Antennas: Design, Application, Performance".

The following notes should help in optimizing antenna performance:

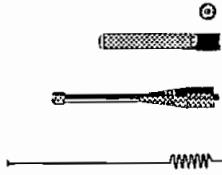
1. Proximity to objects such as a user's hand or body, or metal objects will cause an antenna to detune. For this reason the antenna shaft and tip should be positioned as far away from such objects as possible.
2. Optimum performance will be obtained from a 1/4- or 1/2-wave straight whip mounted at a right angle to the groundplane. In many cases this isn't desirable for practical or ergonomic reasons; thus, an alternative antenna style such as a helical, loop, patch, or base-loaded whip may be utilized.
3. If an internal antenna is to be used, keep it away from other metal components, particularly large items like transformers, batteries, and PCB tracks and groundplanes. In many cases, the space around the antenna is as important as the antenna itself.
4. In many antenna designs, particularly 1/4-wave whips, the groundplane acts as a counterpoise, forming, in essence, a 1/2-wave dipole. For this reason adequate groundplane area is essential. The groundplane can be a metal case or ground-fill areas on a circuit board. Ideally, it should have a surface area \geq the overall length of the 1/4-wave radiating element. This is often not practical due to size and configuration constraints. In these instances a designer must make the best use of the area available to create as much groundplane in proximity to the base of the antenna as possible. When the antenna is remotely located or the antenna is not in close proximity to a circuit board plane or grounded metal case, a small metal plate may be fabricated to maximize antenna performance.

5. Remove the antenna as far as possible from potential interference sources. Any frequency of sufficient amplitude to enter the receiver's front end will reduce system range and can even prevent reception entirely. Switching power supplies, oscillators, even relays can also be significant sources of potential interference. The single best weapon against such problems is attention to placement and layout. Filter the module's power supply with a high-frequency bypass capacitor. Place adequate groundplane under potential sources of noise. Shield noisy board areas whenever practical.

6. In some applications it is advantageous to place the receiver and its antenna away from the main equipment. This avoids interference problems and allows the antenna to be oriented for optimum RF performance. Always use 50 Ω coax, such as RG-174, for the remote feed.

There are literally hundreds of antennas styles that can be successfully employed with the LC Series. Following is a brief discussion of the three styles most commonly utilized in compact RF designs. Additional antenna information can be found in Linx application notes #00500, #00100, #00126 and #00140. Linx also offers a broad line of antennas and connectors which offer outstanding performance and cost-effectiveness.

Whip Style



1/4-wave wire lengths for LC frequencies:

315MHz=8.9"

418MHz=6.7"

433MHz=6.5"

A whip-style monopole antenna provides outstanding overall performance and stability. A low-cost whip can be easily fabricated from wire or rod, but most product designers opt for the improved performance and cosmetic appeal of a professionally made model. To meet this need, Linx offers a wide variety of straight and reduced height whip-style antennas in permanent and connector mounting styles.

The wavelength of the operational frequency determines an antenna's overall length. Since a full wavelength is often quite long, a partial 1/4-wave antenna is normally employed. Its size and natural radiation resistance make it well matched to Linx modules. The proper length for a 1/4-wave antenna can be easily found using the formula below. It is also possible to reduce the overall height of the antenna by using a helical winding. This decreases the antenna's bandwidth but is an excellent way to minimize the antenna's physical size for compact applications.

Where:

L = length in feet of quarter-wave length

F = operating frequency in megahertz

$$L = \frac{234}{F \text{ MHz}}$$

Helical Style



A helical antenna is precisely formed from wire or rod. A helical antenna is a good choice for low-cost products requiring average range performance and internal concealment. A helical can detune badly in proximity to other objects and its bandwidth is quite narrow so care must be exercised in layout and placement.

Loop Style



A loop- or trace-style antenna is normally printed directly on a product's PCB. This makes it the most cost-effective of antenna styles. There are a variety of shapes and layout styles which can be utilized. The element can be made self-resonant or externally resonated with discrete components. Despite its cost advantages, PCB antenna styles are generally inefficient and useful only for short-range applications. Loop-style antennas are also very sensitive to changes in layout or substrate dielectric which can introduce consistency issues into the production process. In addition, printed styles initially are difficult to engineer, requiring the use of expensive equipment including a network analyzer. An improperly designed loop will have a high SWR at the desired frequency which can introduce substantial instability in the RF stages.

Linx offers a low-cost planar antenna called the "SPLATCH" which is an excellent alternative to the sometimes problematic PCB trace style. This tiny antenna mounts directly to a product's PCB and requires no testing or tuning. Its design is stable even in compact applications and it provides excellent performance in light of its compact size.



NOTE: LC Series Modules are designed as component devices which require external components to function. The modules are intended to allow for full Part 15 compliance; however, they are not approved by the FCC or any other agency worldwide. The purchaser understands that approvals may be required prior to the sale or operation of the device, and agrees to utilize the component in keeping with all laws governing its operation in the country of operation.

When working with RF, a clear distinction must be made between what is technically possible and what is legally acceptable in the country where operation is intended. Many manufacturers have avoided incorporating RF into their products as a result of uncertainty and even fear of the approval and certification process. Here at Linx our desire is not only to expedite the design process, but also to assist you in achieving a clear idea of what is involved in obtaining the necessary approvals to legally market your completed product.

In the United States the approval process is actually quite straightforward. The regulations governing RF devices and the enforcement of them are the responsibility of the Federal Communications Commission. The regulations are contained in the Code of Federal Regulations (CFR), Title 47. Title 47 is made up of numerous volumes; however, all regulations applicable to this module are contained in volume 0-19. It is strongly recommended that a copy be obtained from the Government Printing Office in Washington, or from your local government book store. Excerpts of applicable sections are included with Linx evaluation kits or may be obtained from the Linx Technologies web site (www.linxtechnologies.com). In brief, these rules require that any device which intentionally radiates RF energy be approved, that is, tested, for compliance and issued a unique identification number. This is a relatively painless process. Linx offers full EMC pre-compliance testing in our HP/Emco-equipped test center. Final compliance testing is then performed by one of the many independent testing laboratories across the country. Many labs can also provide other certifications the product may require at the same time, such as UL, CLASS A/B, etc. Once your completed product has passed, you will be issued an ID number which is then clearly placed on each product manufactured.

Questions regarding interpretations of the Part 2 and Part 15 rules or measurement procedures used to test intentional radiators, such as the LC modules, for compliance with the Part 15 technical standards, should be addressed to:

Federal Communications Commission
 Equipment Authorization Division
 Customer Service Branch, MS 1300F2
 7435 Oakland Mills Road
 Columbia, MD 21046

Tel: (301) 725-1585 / Fax: (301) 344-2050 E-Mail: labinfo@fcc.gov

International approvals are slightly more complex, although many modules are designed to allow all international standards to be met. If you are considering the export of your product abroad, you should contact Linx Technologies to determine the specific suitability of the module to your application.

All Linx modules are designed with the approval process in mind and thus much of the frustration that is typically experienced with a discrete design is eliminated. Approval is still dependent on many factors such as the choice of antennas, correct use of the frequency selected, and physical packaging. While some extra cost and design effort are required to address these issues, the additional usefulness and profitability added to a product by RF makes the effort more than worthwhile.

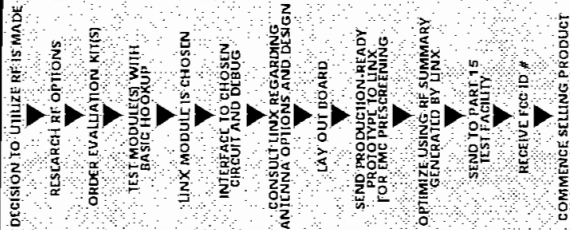
Adding an RF stage brings an exciting new dimension to any product. It also means that additional effort and commitment will be needed to bring the product successfully to market. By utilizing premade RF modules, such as the LC series, the design and approval process will be greatly simplified. It is still important, however, to have an objective view of the steps necessary to insure a successful RF integration. Since the capabilities of each customer vary widely it is difficult to recommend one particular design path, but most projects follow steps similar to those shown at the right.

In reviewing this sample design path you may notice that Linx offers a variety of services, such as antenna design, and FCC prequalification, that are unusual for a high-volume component manufacturer. These services, along with an exceptional level of technical support, are offered because we recognize that RF is a complex science requiring the highest caliber of products and support. "Wireless Made Simple" is more than just a motto, it's our commitment. By choosing Linx as your RF partner and taking advantage of the resources we offer, you will not only survive implementing RF, you may even find the process enjoyable.

HELPFUL APPLICATION NOTES FROM LINX

It is not the intention of this manual to address in depth many of the issues that should be considered to ensure that the modules function correctly and deliver the maximum possible performance. As you proceed with your design you may wish to obtain one or more of the following application notes, which address in depth key areas of RF design and application of Linx products.

NOTE #	LINX APPLICATION NOTE TITLE
00232	General considerations for sending data with the LC Series
00500	Antennas: Design, Application, Performance
00130	Modulation techniques for low-cost RF data links
00125	Considerations for operation in the 260 Mhz to 470 Mhz band
00100	RF 101: Information for the RF challenged
00110	Understanding the performance specifications of receivers
00140	The FCC Road: Part 15 from concept to approval
00150	Use and design of T-Attenuation Pads



TYPICAL STEPS FOR IMPLEMENTING RF

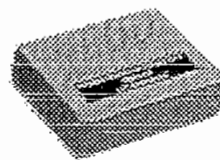
Anexo C

Transceptor

LINX TR-xxx-SC-P



HIGH-PERFORMANCE
SC SERIES
RF TRANSCEIVER



WIRELESS-MADE-SIMPLE

SC SERIES TRANSCEIVER MODULE DESIGN GUIDE

DESCRIPTION:

The TR-XXX-SC transceiver module is designed for the cost-effective, bi-directional transfer of wireless information. The Transceiver utilizes an advanced synthesized superhet architecture and has direct interface for analog or digital information, UART-compatible data output, RSSI, low power consumption, wide operational voltage, on-board TX/RX switch, SAW front-end filter, and many other useful features. Fast turnaround times, along with the support for data rates to 33.6Kbps, make the transceiver suitable for a wide range of applications. Housed in a compact through-hole package, the transceiver requires no tuning or external RF components (except antenna), allowing for straightforward application, even by engineers lacking previous RF experience.

FEATURES

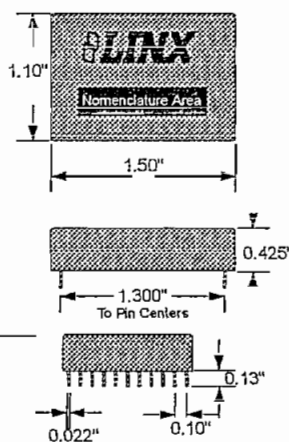
- Direct interface for analog or digital information
- Precision crystal-controlled synthesized architecture
- Transparent serial input
- UART-compatible data output
- Built-in data squelching
- High data-rate: up to 33,600bps
- Wide-range analog capability including audio
- Single-antenna-ready (No TX/RX switch required)
- Output power and harmonics are compatible with FCC regulations
- Differential LO dramatically reduces unintended radiation
- Output power can be programmed with an external resistor
- Good sensitivity (-94dBm typical at 10^{-5} BER)
- SAW filter on front end for superior out-of-band rejection
- Received signal strength indication
- Fast start-up and turnaround time
- Wide input voltage range (2.7 to 13 VDC)
- Very low power consumption (as low as 12 mA)
- Power-down mode – 50 μ A max (V_{CC} @ 5V)

APPLICATIONS

- Small Area Networks
- Wireless RS:232/485 Modems
- 2-Way Paging
- Remote Control W/ Confirmation
- Telemetry
- Data Collection
- Home/Industrial Automation
- Long-Range RFID
- Robotics
- Wire Elimination

Covers S/N > 3000. Second edition Revised 4/10/01

PACKAGE OUTLINE



ORDERING INFORMATION

PART #	DESCRIPTION
TR-XXX-SC-P	SC Series Transceiver
XXX=433,92, 868, 916MHz	

PERFORMANCE DATA TR-XXX-SC

*ABOUT THESE MEASUREMENTS

The performance parameters listed below are based on module operation at 25°C from a 5VDC supply unless otherwise noted.


TRANSMIT SECTION						
Parameter	Designation	Min	Typ	Max	Units	Notes
Center Frequency	Fc		SEE TABLE 1		MHz	
Fc Tolerance		-50		+50	KHz	1
Output Power	Po	-3	-0	+4	dBm	2,3
Output-Power Control Range			15		dB	2,4,8
Harmonic Emissions	Ph		-43		dBc	
Spurious Emissions	compatible with FCC part 15					
Frequency Deviation		90	110	130	KHz	5
Data Rate		300		33,600	Bps	8
Audio Modulation Bandwidth		.15		17	KHz	7,8
Modulation Voltage						
Digital (Mark)		3	5	5.2	VDC	9
Digital (Space)		0	0		VDC	
Analog		0		3	Vp-p	10
RECEIVE SECTION						
LO Frequency	Flo		SEE TABLE 1		MHz	
Flo Tolerance		-50		+50	KHz	
Local Oscillator Feedthru			-65	-50	dBm	2
Spurious Emissions	compatible with FCC part 15					
Receive Sensitivity		-90	-94	-100	dBm	6
Data Rate		300		33,600	Bps	8
Required Transition Interval				3.5	ms	8,14
Audio Bandwidth		.15		17	KHz	7,8
Audio Level			180		mVp-p	8
RSSI DC Output Range			.7 to 2.5		V	8
RSSI Gain	Grssi		27		mV/dB	8
RSSI Dynamic Range			65		dB	8
ANTENNA PORT						
Designed for match			50		ohms	8
TIMING						
Power-on to Valid Receive			6	8	ms	8, 9,11
Power-on to Valid Transmit			3	5	ms	8, 9,11
RX to Valid TX Switching			3	5	ms	8,9,12
TX to Valid RX Switching			4	6	ms	8,9,13
POWER SUPPLY						
Operating Voltage	VCC (pin 10)	2.7		13	VDC	
Current Consumption	Icc					
TX Mode		12		29	mA	
RX Mode		10	13	15	mA	
Sleep Mode			50		uA	8
ENVIRONMENTAL						
Operational Temp.		0		70	°C	

*Table applies to S/N >3000

- NOTES:
- 1) Center frequency measured while modulated with a 0-5V square wave.
 - 2) Into a 50-ohm load.
 - 3) LVLADJ open.
 - 4) Maximum power when LVLADJ open, minimum power when LVLADJ grounded.
 - 5) TXDATA pin modulated with a 0-5V square wave.
 - 6) For 10^{-5} BER at 9,600 baud.
 - 7) The audio bandwidth is wide to accommodate the needs of the data slicer. In audio applications, audio quality may be improved by using a low pass filter rolling off at the maximum frequency of interest.
 - 8) These parameters are only characterized and not tested.
 - 9) The SC is optimized for 0-5V modulation when sending digital data. 0-3V modulation is possible but will slightly reduce system sensitivity and increase settling times.
 - 10) Analog signals including audio should be AC-coupled. Signals in excess of 3V will cause distortion.
 - 11) Time to transmitter or receiver readiness from the application of power to VIN or PDN going high.
 - 12) Time from the TXEN going high and RXEN going low to the transmitter being ready to transmit data.
 - 13) Time from the RXEN going high and TXEN going low to valid receiver data output.
 - 14) Maximum time without a data transition.

MODEL	Center Frequency		UNITS
	TX	RX LO	
TR-433-SC	Not Released		MHz
TR-868-SC	Not Released		MHz
TR-916-SC	916.48	905.78	MHz

Table 1



CAUTION

This product incorporates numerous static-sensitive components. Always wear an ESD wrist strap and observe proper ESD handling procedures when working with this device. Failure to observe this precaution may result in module damage or failure.

TYPICAL PERFORMANCE GRAPHS

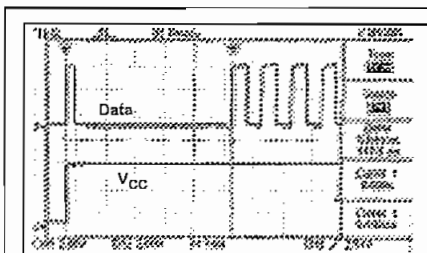


Figure 1: Power-on to valid RX data

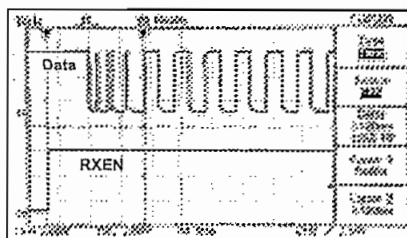


Figure 2: Time to Valid Data TX → RX

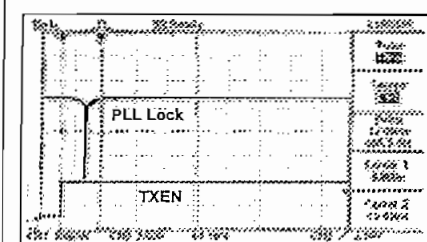


Figure 3: Transmitter Enabled to PLL Lock

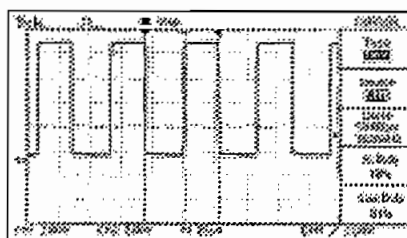


Figure 4: Receive Bit Symmetry @33.6Kbps

PIN DESCRIPTION

GND	● 1	20	● GND
RX DATA	● 2	19	● GND
AUDIO	● 3	18	● GND
RSSI	● 4	17	● GND
PDN	● 5	16	● GND
N/C	● 6	15	● GND
RXEN	● 7	14	● LVLADJ
TXEN	● 8	13	● GND
TXDATA	● 9	12	● ANT
VIN	● 10	11	● GND

Figure 5: SC Series Pinouts (viewed looking down on top cover)

PIN#	Pin Title	Description
1,11,13 15-20	Ground	Module Grounds Tie to Common Groundplane
2	RXDATA	Recovered Data Output
3	AUDIO	Recovered Analog Output
4	RSSI	Received Signal Strength Indicator
5	PDN	Logic Low Powers Down The Transceiver
6	N/C	Not Implemented Do Not Connect
7	RXEN	Receiver Enable Pin Active High Pull Low When in TX
8	TXEN	Transmitter Enable Pin Active High Pull Low When in RX
9	TXDATA	Analog or Digital Content to be Transmitted
10	VIN	2.7-13VDC Supply
12	ANT	50Ω Antenna Port TX/RX Switch Inside Module
14	LVLADJ	Open for Maximum TX Power Insert Resistor to Reduce by up to 15dB

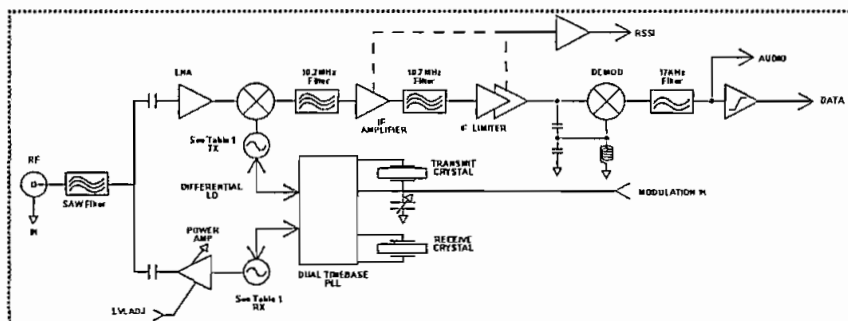


Figure 6: SC Series Block Diagram

DESCRIPTION

The TR-XXX-SC module is a single-channel, half-duplex transceiver designed for the wireless transmission of digital or analog information over distances of <500 feet outside and <200 feet inside.

No external components (excluding an antenna) are required. The module incorporates an on-board switch allowing the use of a single antenna. Linx offers a wide selection of antennas designed for use with the transceiver module.

The transceiver is half-duplex; therefore, it can only be operated in one mode at a time: either transmit mode or receive mode. When transmitting, the receiver is powered down. Likewise, the transmitter is powered down in receive mode.

The transmit section of the transceiver is capable of producing up to 1mW of output power while maintaining harmonics and spurious emissions within legal limits. The power amplifier can be adjusted over a 15dB adjustment range via the LVLADJ pin. This is very useful for optimizing a product during FCC testing.

The transmitter directly modulates the carrier with the baseband signal present at the TXDATA pin. If the signal is analog in nature, it will FM modulate the carrier. If the signal is digital, the modulation method becomes FSK. In either case the carrier's peak deviation is determined by the modulating signal's amplitude.

The receive section of the transceiver is capable of recovering a signal as low as -94dBm (typical). The receiver operates in a single conversion superhet configuration, with an IF of 10.7 MHz. A quadrature demodulator is used to recover the baseband analog signal from the carrier. This analog signal is low-pass filtered and then made externally available to the user via the audio pin. It is also passed to the data slicer for squaring of digital content.

The transceiver has an on-board voltage regulator that regulates the internal VCC to 3.0V. This allows a wide operating voltage range of 2.7V to 13V. At 2.7V, the internal regulator acts as a saturated switch, directly passing voltage through to the internal electronics. The PDN pin can be used to put the transceiver into a low-current sleep mode (<50uA).

TRANSMITTER OPERATION

The transceiver's transmitter section is a wide-band FM transmitter capable of generating 1mW of output power into a 50-ohm load.

The transmitter is comprised of a VCO and a crystal-controlled frequency synthesizer. The frequency synthesizer, referenced to a precision crystal, locks the VCO to achieve a high-Q, low phase-noise oscillator.

FM modulation is achieved by direct modulation of the reference crystal. By modulating the transmitter in this manner, a wide modulation bandwidth is achieved. If the transmitter LO were modulated, the frequency synthesizer would track out modulation within the bandwidth of the loop filter (this is a common limitation of most synthesized FM transmitters).

When the transmitter will be used to transmit digital data, the TXDATA is best driven from a 5-volt source. The transmitter is designed to give an average deviation of 110kHz with a 5V square wave input. It is possible to successfully modulate the transceiver with a level as low as 3 volts; however, the reduced carrier deviation will cause a slight loss in receiver sensitivity and a 10 to 20% increase in settling times.

Analog sources such as audio should provide a 3V P-P maximum waveform and should be AC-coupled into the TXDATA pin. The size of the coupling capacitor should be large enough to insure the passage of all desired frequencies. Since the modulation voltage applied to the TXDATA pin determines the carrier deviation, distortion can occur if the TXDATA pin is over-driven. The actual level of the input waveform should be adjusted to achieve optimum in-circuit results.

The transmitter's output power is not affected by supply voltage but it can be externally adjusted from approximately -15dBm to 0dBm using the LVLADJ pin. When the LVLADJ pin is open, power is at its max and the transmitter will draw 25mA typically. When LVLADJ is at 0V, power is at its minimum and the transmitter will draw 13mA typically. An internal 1K pull-up resistor holds LVLADJ high when the transceiver is in transmit mode so no external components are needed to obtain maximum power. To lower the transmit power, simply place a resistor from the LVLADJ pin to ground to form a voltage divider. Linx recommends placing pads for this resistor in case the power needs to be later reduced for legal compliance.

RECEIVER OPERATION

The receiver is configured as a single conversion superhet FM receiver with a baseband analog bandwidth of 17kHz.

Low-level RF signals are filtered at the front end by a SAW band-pass filter. This filter reduces the signal levels of interfering transmitters such as pager towers and cell phones.

The filtered signal is amplified and down-converted to the 10.7 MHz IF by mixing it with a LO frequency generated by a PLL locked differential VCO. Then the 10.7 MHz IF is amplified, filtered, and finally demodulated to recover the analog baseband signal originally transmitted. The analog baseband output is low-pass filtered and then made available externally via the audio pin. The signal is also squared by a proprietary data slicer for output of digital information at the RX Data pin. The data slicer is capable of recreating squared waveforms in the 150Hz to 17kHz band, giving a data-rate bandwidth of 300bps to 33.6Kbps.

The receiver features a RSSI output (Received Signal Strength Indicator). The RSSI pin gives a linear voltage output corresponding to incoming signal level. The RSSI output has many valuable uses including interference assessment, signal strength indication, external data squelching and qualification, and transmitter presence indication. Since RSSI values vary from part to part and correspond to signal strength and not necessarily distance, the pin is not recommended for range-finding applications.

When RF transmissions are not present, or when the received signal strength is too low to ensure proper demodulation, the data output is squelched to a continuous high state. This ensures compatibility with common serial UART's. It is important to note that the squelch level is set just over the transceiver's internal noise threshold and any external RF activity above that threshold will produce hashing on the transceiver output. While the data output is qualified high in low-noise environments, the designer should always plan for the potential of hashing. This is a key area of consideration when considering the overall protocol structure.

The two most obvious ways a wireless link differs from a wire are timing and susceptibility to interference. Brief reviews of each of these critical areas follows:

INTERFERENCE CONSIDERATIONS

It must be recognized that many bands are widely used, and the potential for conflict with other unwanted sources of RF is very real. Despite careful design, all RF products are at risk from interference.

Interference can manifest itself in many ways. Low-level interference will produce noise and hashing on the output and reduce the link's overall range. Thanks to the capture properties of an FM system, the transceiver will still function when an intended signal is present at a higher level than the interference.

Another type of interference can be caused by higher-powered devices such as hopping spread-spectrum devices. Since these devices move rapidly from frequency to frequency they will usually cause short, intense losses of information. Such errors are referred to as bursting errors and will generally be dealt with through protocol.

High-level interference is caused by products sharing the same frequency or from near-band high-power devices. Fortunately, this type of interference is less common than those mentioned previously, but in severe cases can prevent all useful function of the affected device.

Although technically it is not interference, multipath is also a factor to be understood. Multipath is a term used to refer to the signal cancelation effects that occur when RF waves arrive at the receiver in different phase relationships. This is particularly a factor in interior environments where objects provide many different reflection paths. Multipath results in lowered signal levels at the receiver and thus shorter useful distances for the link.

A spectrum analyzer is the primary tool of the RF engineer for assessing interference sources and levels, but is often not available due to its cost. Fortunately, the RSSI voltage output can also be used to determine the presence and strength of interference during the development process.

TIMING CONSIDERATIONS

There are three general areas of timing that are important to consider when designing with the transceiver: the actual time value for each is listed under the "Performance Specifications" section of this document.

1. Start-up time

Start-up time is the time to transmitter or receiver readiness from the application of power to the VIN pin on the PDN pin going high.

Transmitter readiness is defined as the presence of a fully locked carrier.

Receiver readiness is determined by valid data at the RXDATA pin. (This assumes an incoming data stream.)

2. Mode turnaround time

This is the time taken by a powered-up module to switch between modes.

The RX-to-TX time is measured as the time from the TXEN pin going high and the RXEN pin going low to the transmitter being ready to transmit data. Here again, transmitter readiness is defined as the presence of a fully locked carrier.

The TX-to-RX time is measured as the time from the RXEN pin going high and the TXEN pin going low to the receiver's data output being valid. (This assumes valid incoming data.)

It is important to note that TXEN and RXEN should never be high at the same time. This will invalidate the timing parameters and may cause illegal emissions from the transceiver.

3. Required transition interval.

This is the maximum amount of time that can elapse without a transition on the TX data pin.

It is always important to think of data in both the analog and the digital domain. Because the data stream is asynchronous and no particular format is imposed, it is possible for the data to meet the baud-rate requirements of the module and yet violate the analog frequency parameters. For example, if a 255 (0FF hex) is being sent continuously the receiver would view the data as a DC level. The receiver would hold that level until a transition was required to meet the minimum frequency requirement. If no transition occurred, data integrity could not be guaranteed. Thus, while no particular signal structure or code-balancing requirement is imposed, the designer must insure that both analog and digital signals have transitions suitable to meet the required transition interval specification.

A TYPICAL SYSTEM EXAMPLE

To properly apply the transceiver, it is critical to understand and respect the differences that exist between a wired and a wireless environment. At every point in this system, there are timing and data-corruption issues that should be understood and accounted for. The following section provides a basic outline of the typical flow of events in a link incorporating SC series modules. While there are many alternate methodologies, this section illustrates many of the considerations previously mentioned.

It is important to note that the TR-XXX-SC does not encode or packetize the data in any manner. This transparency eliminates the issues of variable latency common to traditional radio modems and gives the designer tremendous flexibility in the structure of protocol. A drawback to this approach is that the performance and reliability of the link is in part determined by the quality of external software and hardware.

The SC series is a half-duplex transceiver, meaning it can only act as a transmitter or a receiver at any given time, but never both. Designing a system with a half-duplex transceiver can be a bit challenging because of the timing requirements when shifting between transmit and receive modes. A typical systems operation would be similar to the following:

1) Switch to transmit mode

The transceiver is placed in transmit mode by bringing TXEN high and RXEN low. The PDN pin must be open or pulled to VCC. Once the transceiver is placed in transmit mode, the synthesizer will begin trying to lock.

2) Wait for transmitter to stabilize

This step is necessary to allow the transmitter time to lock and stabilize. Several options are available during this time. The designer might choose to set a fixed delay equal to the worst-case stabilization time before sending data. Another method would be to send data immediately, knowing that it would not be valid until the transmitter had stabilized. Depending on packet size, the latter method may achieve faster turnaround times but would require more care from a protocol standpoint.

3) Transmit a packet

Structuring the data to be sent into small packets is highly recommended. That way, errors can be managed easily without affecting large amounts of data. Packets should be transmitted so that there is no space between bytes. When using a UART the following packet format is generally followed:

[uart sync byte] [start byte] [data packet]

The UART Sync Byte is used to ensure that the start-bit for the start byte will be accurately detected. It is a single byte with a value of 255 (0FF hex).

A Start Byte often follows the Sync Byte to intelligently qualify the Data Packet which will follow. Detection of the Start Byte would be performed by the computer or microcontroller connected to the transceiver.

4) Switch to receive mode

The transceiver is placed in receive mode by bringing RXEN high and TXEN low. The PDN pin must be open or pulled to VCC. Once the transceiver is placed in receive mode, the PLL will begin trying to lock.

5) Wait for receiver to stabilize

This step is necessary to allow the receiver time to stabilize. When the PLL is locked and the data slicer is stable, the transceiver is ready to receive valid data. During the settling time the receiver output may produce scraps of data; however, the data can only be considered reliable once the settling time has passed.

6) Receive a packet

The procedure here is protocol-dependent but to illustrate, let's consider the packet format outlined above being sent to a UART. A UART interprets the start-bit of a byte as a 1-0 transition. When the incoming data is 101010 or hash... it is hard to actually find the start bit. This problem is solved by the UART Sync Byte. The purpose of the Sync Byte is to create a high marking period of at least a byte length so that the start bit of the following Start Byte can be correctly recognized.

The Start Byte following the Sync Byte is used by the receiving computer or microcontroller to intelligently identify the beginning of a data packet. The Start Byte value should be chosen so that it does not appear in the data stream. Otherwise, a receiver may "wake up" in the middle of a packet and interpret data in the packet as a valid Start Byte. There are many other, more complicated ways to organize the protocol if this restriction cannot be met.

There is always a possibility of bursting errors from interference or changing signal conditions causing corruption of the data packet, so some form of error checking should be employed. A simple checksum or CRC could be used. Once an error is detected the protocol designer may wish to simply discard the corrupt data or to develop a scheme for correcting it or requesting its retransmission.

The preceding steps indicate the general events involved in using the transceiver for a half-duplex communication application. To summarize, the system controller will basically run through the steps in order and then return to step 1, flipping back and forth between transmit and receive modes. As discussed, the designer must take into account the timing considerations of both the transmitting and receiving sides and carefully think through protocol issues to ensure product reliability under field conditions.

USING THE TR-XXX-SC FOR AUDIO APPLICATIONS

The SC series is optimized for the transmission of serial data; however, it can also be used very effectively to send a variety of simple and complex analog signals including audio. The SC is an excellent choice for applications requiring audio quality comparable to a radio or intercom. The ability of the SC to send combinations of audio and data also opens new areas of opportunity for creative design. In applications which require high-quality audio, the SC series may be used with a compandor to further improve SNR. In the cases where truly high fidelity audio is required, the SC will probably not be the best choice. For such applications, consider devices which have been optimized for audio.

The audio source should provide a 3V P-P maximum waveform and should be AC-coupled into the TXDATA pin. The size of the coupling capacitor should be large enough to insure the passage of all desired frequencies. Since the modulation voltage applied to the TXDATA pin determines the carrier deviation, distortion can occur if the TXDATA pin is over-driven. The actual level of the input waveform should be adjusted to achieve the optimum results for your application in your circuit.

The RXAUDIO output of the transceiver should be filtered and buffered to obtain maximum audio quality. For voice, a 3-4KHz low-pass filter is often employed. For broader-range sources such as music, a 12-17KHz cutoff may be more appropriate.

The SNR of the audio will depend on the bandwidth you select. The higher the SNR, the less "hiss" you will hear in the background. For the best SNR, choose the lowest filter cutoff appropriate for the intended signal.

POWER SUPPLY CONSIDERATIONS

The user must provide a clean source of power to the module to ensure proper operation. Power-supply noise will manifest itself as AM and FM noise and can significantly affect transceiver performance. Providing a clean power supply for the module should be a high design priority.

The TR-XXX-SC incorporates an on-board Low-Dropout Regulator allowing the module to operate over an input voltage range of 2.7 to 13 volts DC. The module's power-supply line should have bypass capacitors configured as shown in figure 7. Actual capacitor values will vary depending on noise conditions.

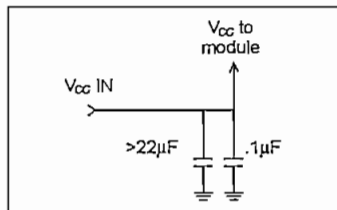


Figure 7: Suggested supply filter

BOARD LAYOUT CONSIDERATIONS

If you are at all familiar with RF devices, you may be concerned about specialized layout requirements. Fortunately, because of the care taken by Linx in the layout of the module's PCB, integrating a TR-XXX-SC transceiver into your design is very straightforward. By adhering carefully to a few basic design and layout rules, you can enjoy a trouble-free path to RF success.

Figure 8 shows the suggested PCB footprint for the SC Series transceiver.

A groundplane (as large as possible) should be placed directly under the SC Transceiver. This groundplane can also be critical to the performance of your antenna.

The SC should, as much as reasonably possible, be isolated from all other components on your PCB. Specifically, high-frequency circuitry such as crystal oscillators should be kept as far away as possible from the module.

The trace from the receiver to the antenna should be kept as short as possible. A simple trace is suitable for runs up to 1/8 inch for antennas with wide bandwidth characteristics. For longer runs or to avoid detuning a high-Q narrow bandwidth antenna such as a helical, use a 50-ohm coax or 50-ohm microstrip transmission line as described in the following section.

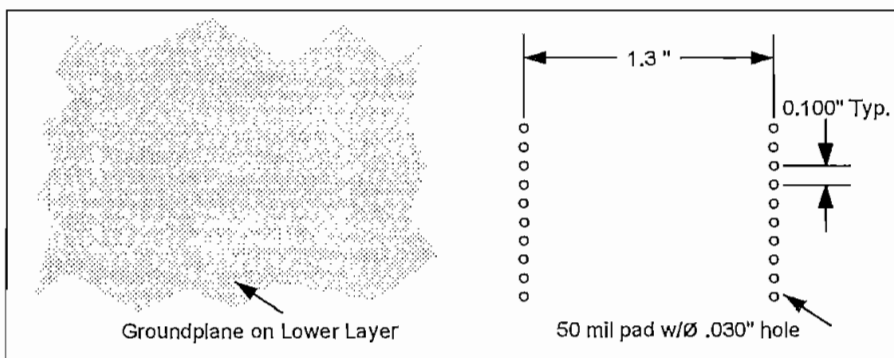
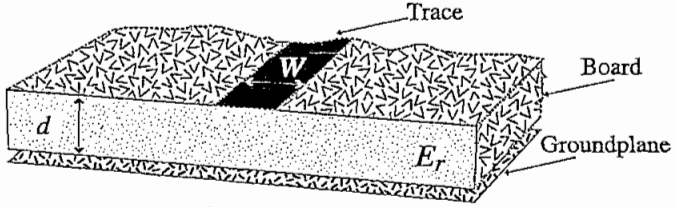


Figure 8: Recommended PCB layout

MICROSTRIP DETAILS

A transmission line is a medium whereby RF energy is transferred from one place to another with minimal loss. This is a critical factor, particularly in high-frequency products like the SC, because the trace leading to the module's antenna can effectively contribute to the length of the antenna, changing its resonant bandwidth. In order to minimize loss and detuning, some form of transmission line between the antenna and the module is needed, unless the antenna connection can be made in close proximity: <math><1/8\text{ in.}</math> to the module. One common form of transmission line is coax cable, another is the *microstrip*. This term refers to a PCB trace running over a groundplane which is designed to serve as a transmission line between the module and the antenna. The width is based on the desired characteristic impedance, the thickness of the PCB, and its dielectric constant. For standard .062 thick FR-4 material, the trace width would be .111mils. The correct trace width can be calculated for other widths and materials using the information below.



The diagram shows a 3D perspective of a microstrip. A rectangular trace of width W is printed on the top surface of a PCB board of thickness d . Below the board is a groundplane. The dielectric constant of the board material is labeled as E_r .

$$E_e = \frac{E_r + 1}{2} + \frac{E_r - 1}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + 12d/W}}$$

$$Z_0 = \begin{cases} \frac{60}{\sqrt{E_e}} \cdot \ln\left(\frac{8d}{W} + \frac{W}{4d}\right) & \text{For } \frac{W}{d} \leq 1 \\ \frac{120\pi}{\sqrt{E_e} \cdot \left(\frac{W}{d} + 1.393 + 0.667 \cdot \ln\left(\frac{W}{d} + 1.444\right)\right)} & \text{For } \frac{W}{d} \geq 1 \end{cases}$$

E_r = Dielectric constant of PCB material

Dielectric Constant	Width/Height (W/d)	Effective Dielectric Constant	Characteristic Impedance
4.8	1.8	3.59	50.0
4	2	3.07	51.0
2.55	3	2.12	48.0

Figure 9: Microstrip formulas (E_r = Dielectric constant of pc board material)

ANTENNA CONSIDERATIONS

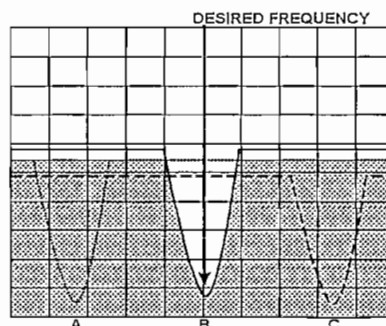
The choice of antennas is one of the most critical and often overlooked design considerations. The range, performance, and legality of an RF link is critically dependent upon the type of antenna employed. Proper design and matching of an antenna is a complex task requiring sophisticated test equipment and a strong background in the principles of RF propagation. While adequate antenna performance can often be obtained by trial and error methods, you may also want to consider utilizing a premade antenna from Linx. Our low-cost antenna line is designed to ensure maximum performance and Part 15 compliance. The purpose of the following sections is to give you a basic idea of some of the considerations involved in the design and selection of antennas. For a more comprehensive discussion please review Linx applications note #00500 "Antennas: Design, Application, Performance".

GENERAL ANTENNA RULES

An antenna allows RF energy to be efficiently conveyed to and from free space. The antenna should give its optimum performance in the band of use and capture as little as possible of other off-frequency signals. It is important to recognize that the antenna plays a significant role in determining the performance and legality of your end product. In order to gain a better understanding of the considerations involved in the design and selection of antennas, please review Linx applications note #00500 "Antennas: Design, Application, Performance".

It is usually best to utilize a basic quarter-wave whip for your initial concept evaluation. Once the prototype product is operating satisfactorily, a production antenna should be selected to meet the cost, size and cosmetic requirements of the product.

Maximum antenna efficiency is always obtained when the antenna is at resonance. If the antenna is too short, capacitive reactance is present; if it is too long, inductive reactance will be present. The indicator of resonance is the minimum point in the VSWR curve. You will see from the adjoining example that antenna (A) is resonant at too low a frequency, indicating excessive length, while antenna (C) is resonant at too high a frequency, indicating the antenna is too short. Antenna (B), however, is "just right."



Antenna resonance should not be confused with antenna impedance. The difference between resonance and impedance is most easily understood by considering the value of VSWR at its lowest point. The lowest point of VSWR indicates the antenna is resonant, but the value of that low point is determined by the quality of the match between the antenna, the transmission line, and the device to which it is attached.

To fully appreciate the importance of an antenna that is both resonant and matched consider that an antenna with a VSWR of 1.5 will effectively transmit approximately 95% of its power while an antenna with a VSWR of 10 will only transmit about 30%.

GUIDELINES FOR OPTIMUM ANTENNA PERFORMANCE

1. Proximity to objects such as a user's hand or body, or metal objects will cause an antenna to detune. For this reason the antenna shaft and tip should be positioned as far away from such objects as possible.
2. Optimum performance will be obtained from a 1/4- or 1/2-wave straight whip mounted at a right angle to the groundplane. In many cases this isn't desirable for practical or ergonomic reasons; thus, an alternative antenna style such as a helical, loop, patch, or base-loaded whip may be utilized.
3. If an internal antenna is to be used, keep it away from other metal components, particularly large items like transformers, batteries, and PCB tracks and groundplanes. In many cases, the space around the antenna is as important as the antenna itself.

4. In many antenna designs, particularly 1/4-wave whips, the groundplane acts as a counterpoise, forming, in essence, a 1/2-wave dipole. For this reason adequate groundplane area is essential. The groundplane can be a metal case or ground-fill areas on a

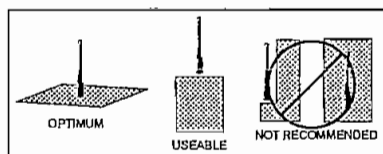
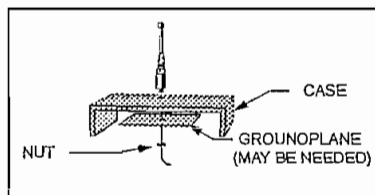


figure 17: Groundplane Orientation

circuit board. Ideally, the groundplane to be used as counterpoise should have a surface area \geq the overall length of the 1/4-wave radiating element; however, Linx recognizes that this is impossible for most compact designs, so all Linx antennas are characterized using a 4.5" X 4.5" groundplane with the antenna centered and oriented at a 90° angle. Such an orientation is often not practical due to size and configuration constraints. In these instances a designer must make the best use of the area available to create as much groundplane in proximity to the base of the antenna as possible. In instances where the antenna is remotely located or the antenna is not in close proximity to a circuit board plane or grounded metal case, a small metal plate may be fabricated to maximize antenna performance.

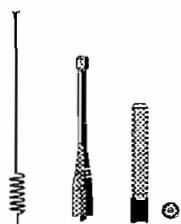


5. Remove the antenna as far as possible from potential interference sources. There are many possible sources of internally generated interference. Switching power supplies, oscillators, even relays can also be significant sources of potential interference. Remember, the single best weapon against such problems is attention to placement and layout. Filter the module's power supply with a high-frequency bypass capacitor. Place adequate groundplane under all potential sources of noise. Shield noisy board areas whenever practical.
6. In some applications it is advantageous to place the transceiver and its antenna away from the main equipment. This avoids interference problems and allows the antenna to be oriented for optimum RF performance. Always use 50Ω coax such as RG-174 for the remote feed.

COMMON ANTENNA STYLES

There are literally hundreds of antenna styles that can be successfully employed with the SC Series. Following is a brief discussion of the three styles most commonly utilized in compact RF designs. Additional antenna information can be found in Linx application notes #00500, #00100, #00126 and #00140.

Whip Style



1/4-wave wire lengths
for SC frequencies:
433MHz = 6.5"
868MHz = 3.24"
902-928MHz = 3.06"

A whip-style monopole antenna provides outstanding overall performance and stability. A low-cost whip can be easily fabricated from wire or rod, but most product designers opt for the improved performance and cosmetic appeal of a professionally made model. To meet this need, Linx offers a wide variety of straight and reduced-height whip-style antennas in permanent and connectorized mounting styles.

The wavelength of the operational frequency determines an antenna's overall length. Since a full wavelength is often quite long, a partial 1/4-wave antenna is normally employed. Its size and natural radiation resistance make it well matched to Linx modules. The proper length for a 1/4-wave antenna can be easily found using the formula below. It is also possible to reduce the overall height of the antenna by using a helical winding. This decreases the antenna's bandwidth but is an excellent way to minimize the antenna's physical size for compact applications.

$$L = \frac{234}{F_{\text{MHz}}}$$

Where:
L=length in feet of quarter-wavelength
F=operating frequency in megahertz

Example:
 $\frac{234}{916\text{MHz}} = .255$
.255 x 12" = 3.06"

Helical Style



A helical antenna is precisely formed from wire or rod. A helical antenna is a good choice for low-cost products requiring average range performance and internal concealment. A helical can detune badly in proximity to other objects and its bandwidth is quite narrow so care must be exercised in layout and placement.

Loop Style



A loop- or trace-style antenna is normally printed directly on a product's PCB. This makes it the most cost-effective of antenna styles. There are a variety of shapes and layout styles which can be utilized. The element can be made self-resonant or externally resonated with discrete components. Despite its cost advantages, PCB antenna styles are generally inefficient and useful only for short-range applications. Loop-style antennas are also very sensitive to changes in layout or substrate dielectric which can introduce consistency issues into the production process. In addition, printed styles initially are difficult to engineer, requiring the use of expensive equipment including a network analyzer. An improperly designed loop will have a high SWR at the desired frequency which can introduce substantial instability in the RF stages.

Linx offers a low-cost planar antenna called the "SPLATCH" which is an excellent alternative to the sometimes problematic PCB trace style. This tiny antenna mounts directly to a product's PCB and requires no testing or tuning. Its design is stable even in compact applications and it provides excellent performance in light of its compact size.

LEGAL CONSIDERATIONS

NOTE: SC Series Modules are designed as component devices which require external components to function. The modules are intended to allow for full Part 15 compliance; however, they are not approved by the FCC or any other agency worldwide. The purchaser understands that approvals may be required prior to the sale or operation of the device, and agrees to utilize the component in keeping with all laws governing its operation in the country of operation.

When working with RF, a clear distinction must be made between what is technically possible and what is legally acceptable in the country where operation is intended. Many manufacturers have avoided incorporating RF into their products as a result of uncertainty and even fear of the approval and certification process. Here at Linx our desire is not only to expedite the design process, but also to assist you in achieving a clear idea of what is involved in obtaining the approvals necessary to legally market your completed product.

In the United States the approval process is actually quite straightforward. The regulations governing RF devices and the enforcement of them are the responsibility of the Federal Communications Commission. The regulations are contained in the Code of Federal Regulations (CFR), Title 47. Title 47 is made up of numerous volumes; however, all regulations applicable to this module are contained in volume 0-19. It is strongly recommended that a copy be obtained from the Government Printing Office in Washington, or from your local government book store. Excerpts of applicable sections are included with Linx evaluation kits or may be obtained from the Linx Technologies web site (www.linxtechnologies.com). In brief, these rules require that any device which intentionally radiates RF energy be approved, that is, tested, for compliance and issued a unique identification number. This is a relatively painless process. Linx offers full EMC pre-compliance testing in our HP/Emco-equipped test center. Final compliance testing is then performed by one of the many independent testing laboratories across the country. Many labs can also provide other certifications the product may require at the same time, such as UL, CLASS A/B, etc. Once your completed product has passed, you will be issued an ID number which is then clearly placed on each product manufactured.

Questions regarding interpretations of the Part 2 and Part 15 rules or measurement procedures used to test intentional radiators should be addressed to:

Federal Communications Commission
Equipment Authorization Division
Customer Service Branch, MS 1300F2
7435 Oakland Mills Road
Columbia, MD 21046

Tel: (301) 725-1585 / Fax: (301) 344-2050 E-Mail: labinfo@fcc.gov

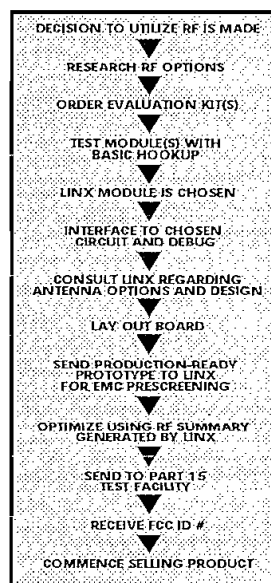
International approvals are slightly more complex, although many modules are designed to allow all international standards to be met. If you are considering the export of your product abroad, you should contact Linx Technologies to determine the specific suitability of the module to your application.

All Linx modules are designed with the approval process in mind and thus much of the frustration that is typically experienced with a discrete design is eliminated. Approval is still dependent on many factors such as the choice of antennas, correct use of the frequency selected, and physical packaging. While some extra cost and design effort are required to address these issues, the additional usefulness and profitability added to a product by RF makes the effort more than worthwhile.

ACHIEVING A SUCCESSFUL RF IMPLEMENTATION

Adding wireless capabilities brings an exciting new dimension to any product. It also means that additional effort and commitment will be needed to bring the product successfully to market. By utilizing Linx RF modules the design and approval process will be greatly simplified. It is important, however, to have an objective view of the steps necessary to insure a successful RF integration. Since the capabilities of each customer vary widely it is difficult to recommend one particular design path, but most projects follow steps similar to those shown at the right.

In reviewing this sample design path you may notice that Linx offers a variety of services, such as antenna design, and FCC prequalification, that are unusual for a high-volume component manufacturer. These services, along with an exceptional level of technical support, are offered because we recognize that RF is a complex science requiring the highest caliber of products and support. "Wireless Made Simple" is more than just a motto, it's our commitment. By choosing Linx as your RF partner and taking advantage of the resources we offer, you will not only survive implementing RF, but you may even find the process enjoyable.



TYPICAL STEPS FOR IMPLEMENTING RF

HELPFUL APPLICATION NOTES FROM LINX

It is not the intention of this manual to address in depth many of the issues that should be considered to ensure that the modules function correctly and deliver the maximum possible performance. As you proceed with your design you may wish to obtain one or more of the following application notes, which address in depth key areas of RF design and application of Linx products.

NOTE #	LINX APPLICATION NOTE TITLE
00500	Antennas: Design, Application, Performance
00130	Modulation techniques for low-cost RF data links
00126	Considerations for operation in the 902 Mhz to 928 Mhz band
00100	RF 101: Information for the RF challenged
00140	The FCC Road: Part 15 from concept to approval
00150	Use and design of T-Attenuation Pads
00102	RS-232 A brief overview
00161	Considerations for sending data with the SC Series*

* =Not available at the time of this printing

dBm	mW	dBmV	mVRMS	mVp	mVpp
-50	0.000	-3.0	0.7	1.0	2.0
-45	0.000	2.0	1.3	1.8	3.6
-40	0.000	7.0	2.2	3.2	6.3
-35	0.000	12.0	4.0	5.6	11.2
-30	0.001	17.0	7.1	10.0	20.0
-25	0.003	22.0	12.6	17.8	35.6
-20	0.010	27.0	22.4	31.6	63.2
-15	0.032	32.0	39.8	56.2	112.5
-10	0.100	37.0	70.7	100.0	200.0
-5	0.316	42.0	125.7	177.8	355.7
0	1.000	47.0	223.6	316.2	632.5
1	1.259	48.0	250.9	354.8	709.6
2	1.585	49.0	281.5	398.1	796.2
3	1.995	50.0	315.9	446.7	893.4
4	2.512	51.0	354.4	501.2	1002.4
5	3.162	52.0	397.6	562.3	1124.7
6	3.981	53.0	446.2	631.0	1261.9
7	5.012	54.0	500.6	707.9	1415.9
8	6.310	55.0	561.7	794.3	1588.7
9	7.943	56.0	630.2	891.3	1782.5
10	10.000	57.0	707.1	1000.0	2000.0
11	12.589	58.0	793.4	1122.0	2244.0
12	15.849	59.0	890.2	1258.9	2517.9
13	19.953	60.0	998.8	1412.5	2825.1
14	25.119	61.0	1120.7	1584.9	3169.8
15	31.623	62.0	1257.4	1778.3	3556.6
16	39.811	63.0	1410.9	1995.3	3990.5
17	50.119	64.0	1583.0	2238.7	4477.4
18	63.096	65.0	1776.2	2511.9	5023.8
19	79.433	66.0	1992.9	2818.4	5636.8
20	100.000	67.0	2236.1	3162.3	6324.6
21	125.893	68.0	2508.9	3548.1	7096.3
22	158.489	69.0	2815.0	3981.1	7962.1
23	199.526	70.0	3158.5	4466.8	8933.7
24	251.189	71.0	3543.9	5011.9	10023.7
25	316.228	72.0	3976.4	5623.4	11246.8
26	398.107	73.0	4461.5	6309.6	12619.1
27	501.187	74.0	5005.9	7079.5	14158.9
28	630.957	75.0	5616.7	7943.3	15886.6
29	794.328	76.0	6302.1	8912.5	17825.0
30	1000.000	77.0	7071.1	10000.0	20000.0

MISMATCH CONVERSION TABLE

VSWR	Insertion Loss (dB)	Power Transmitted (%)	Power Reflected (%)
17.391	-6.87	20.57%	79.43%
11.610	-5.35	29.21%	70.79%
8.724	-4.33	36.90%	63.10%
6.997	-3.59	43.77%	56.23%
5.848	-3.02	49.88%	50.12%
5.030	-2.57	55.33%	44.67%
4.419	-2.20	60.19%	39.81%
3.946	-1.90	64.52%	35.48%
3.570	-1.65	68.38%	31.62%
3.010	-1.26	74.88%	25.12%
2.615	-0.97	80.05%	19.95%
2.323	-0.75	84.15%	15.85%
2.100	-0.58	87.41%	12.59%
1.925	-0.46	90.00%	10.00%
1.433	-0.14	96.84%	3.16%
1.222	-0.04	99.00%	1.00%
1.119	-0.01	99.68%	0.32%
1.065	0.00	99.90%	0.10%
1.034	0.00	99.97%	0.03%
1.020	0.00	99.99%	0.01%

NOTES:



U.S. CORPORATE HEADQUARTERS:

LINX TECHNOLOGIES, INC.

575 S.E. ASHLEY PLACE
GRANTS PASS, OR 97526

Phone: (541) 471-6256

FAX: (541) 471-6251

<http://www.linxtechnologies.com>

Disclaimer

Linx Technologies is continually striving to improve the quality and function of its products; for this reason, we reserve the right to make changes without notice. The information contained in this Data Sheet is believed to be accurate as of the time of publication. Specifications are based on representative lot samples. Values may vary from lot to lot and are not guaranteed. Linx Technologies makes no guarantee, warranty, or representation regarding the suitability of any product for use in a specific application. None of these devices is intended for use in applications of a critical nature where the safety of life or property is at risk. The user assumes full liability for the use of product in such applications. Under no conditions will Linx Technologies be responsible for losses arising from the use or failure of the device in any application, other than the repair, replacement, or refund limited to the original product purchase price. Some devices described in this publication are patented. Under no circumstances shall any user be conveyed any license or right to the use or ownership of these patents.

© 2001 by Linx Technologies, Inc. The stylized Linx logo, Linx, and "Wireless made Simple" are the trademarks of Linx Technologies, Inc. Printed in U.S.A.

Anexo D

Manual de Display LCD

DOT MATRIX CHARACTER
LCD MODULE
USER'S MANUAL

OPTREX CORPORATION

Apollo Display Technologies Inc.
194-22 Morris Ave. Holtsville NY 11742
Phone: (516) 654-1143 Fax: (516) 654-1496
www.apollodisplays.com

Pin Assignments

Table

Pin Number	Symbol
1	V _{ss}
2	V _{cc}
3	V _{ee}
4	RS
5	R/W
6	E
7	DB0
8	DB1
9	DB2
10	DB3
11	DB4
12	DB5
13	DB6
14	DB7

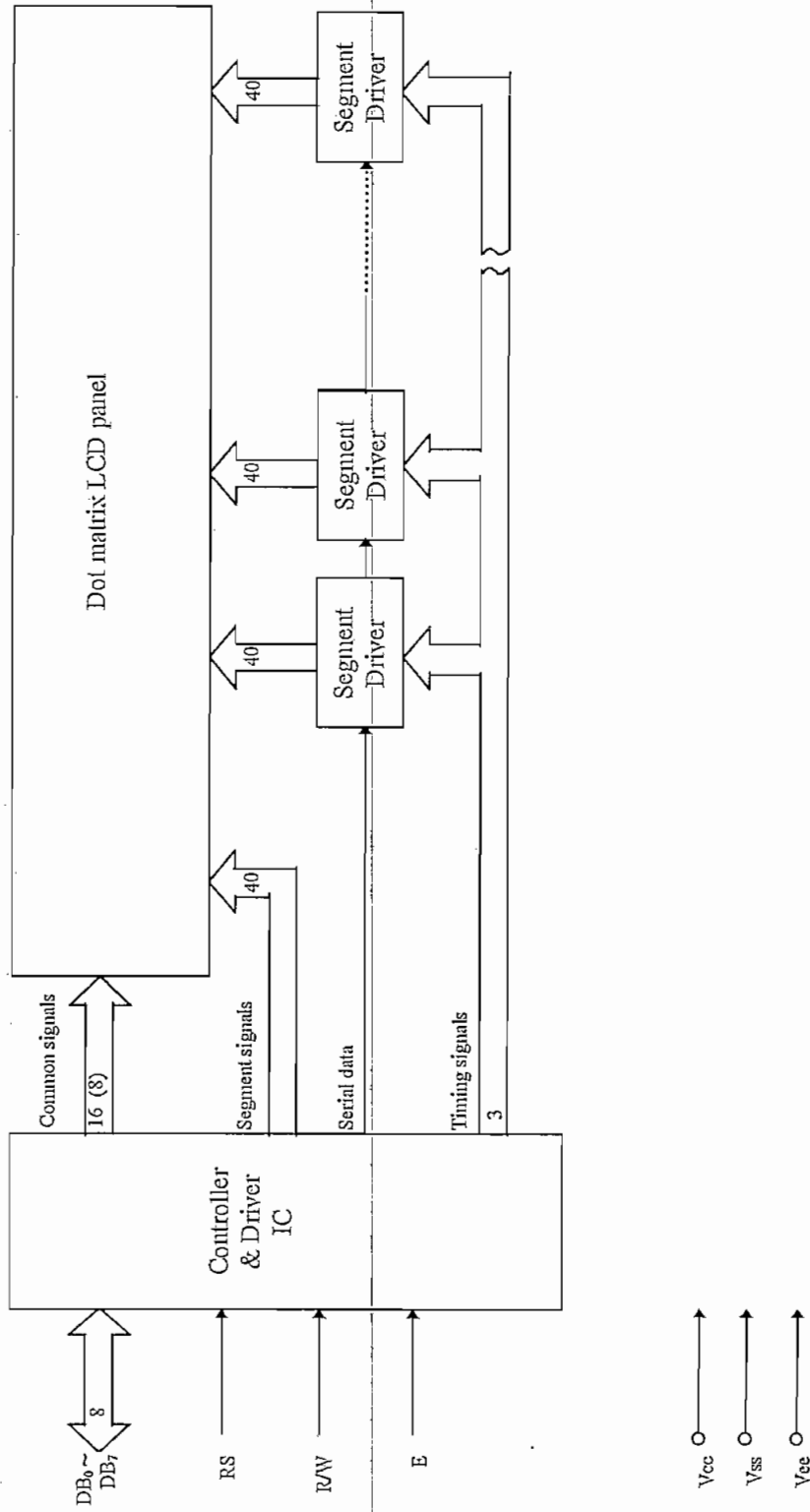
Pin Descriptions:

Table List of terminal functions

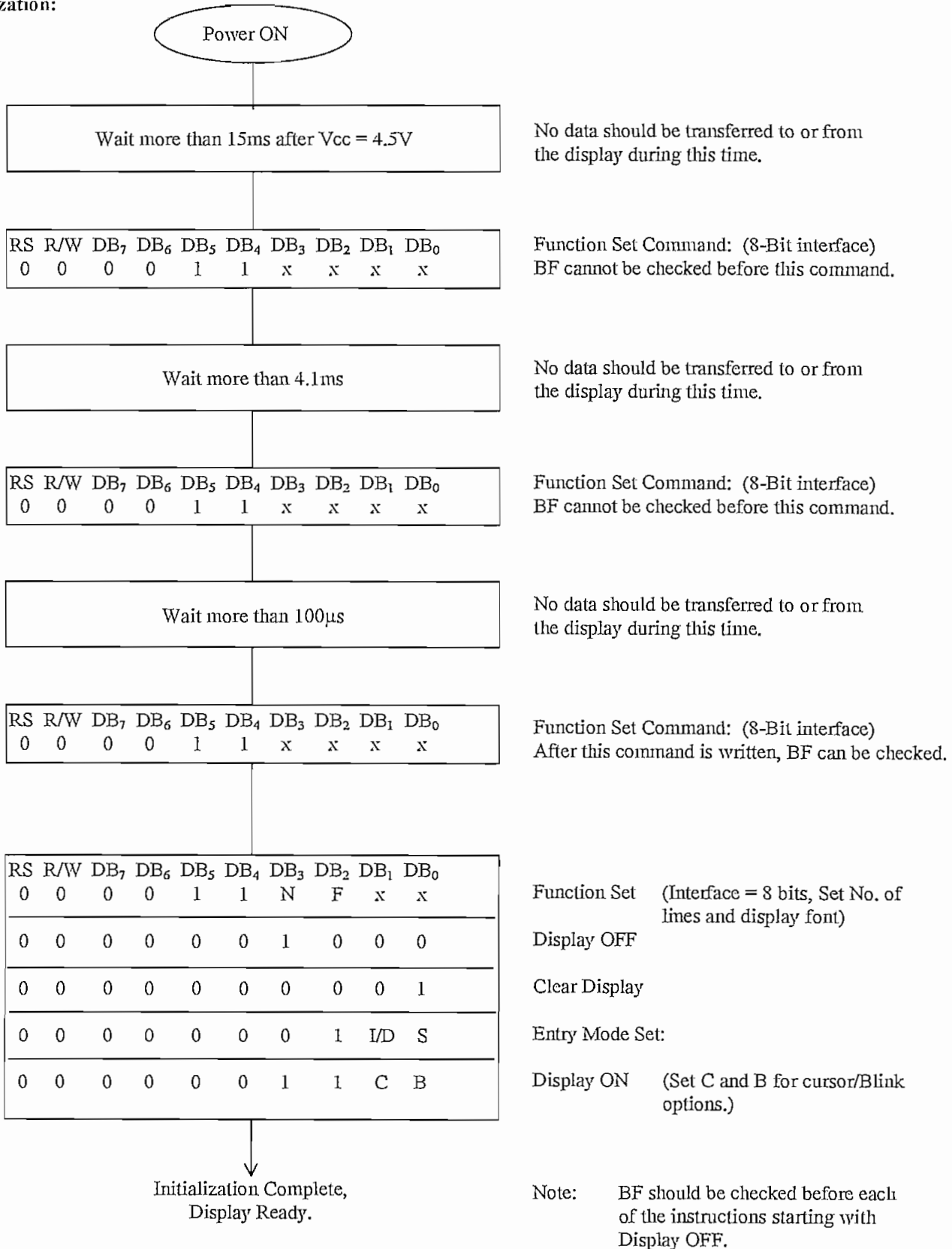
Signal name	No. of Lines	Input/Output	Connected to	Function
DB4 ~ DB7	4	Input/Output	MPU	4 lines of high order data bus. Bi-directional transfer of data between MPU and module is done through these lines. Also DB ₇ can be used as a busy flag. These lines are used as data in 4 bit operation.
DB0 ~ DB3	4	Input/Output	MPU	4 lines of low order data bus. Bi-directional transfer of data between MPU and module is done through these lines. In 4 bit operation, these are not used and should be grounded.
E	1	Input	MPU	Enable - Operation start signal for data read/write.
R/W	1	Input	MPU	Signal to select Read or Write "0": Write "1": Read
RS	1	Input	MPU	Register Select "0": Instruction register (Write) : Busy flag; Address counter (Read) "1": Data register (Write, Read)
V _{ee}	1		Power Supply	Terminal for LCD drive power source.
V _{cc}	1		Power Supply	+5V
V _{ss}	1		Power Supply	0V (GND)
E1	1	Input	MPU	Enable 1 - Operation start signal for data Read/Write of upper 2 lines. Applicable to DMC 40457 series only.
E2	1	Input	MPU	Enable 2 - Operation start signal for data Read/Write of lower 2 lines. Applicable to DMC 40457 series only.

Block Diagram

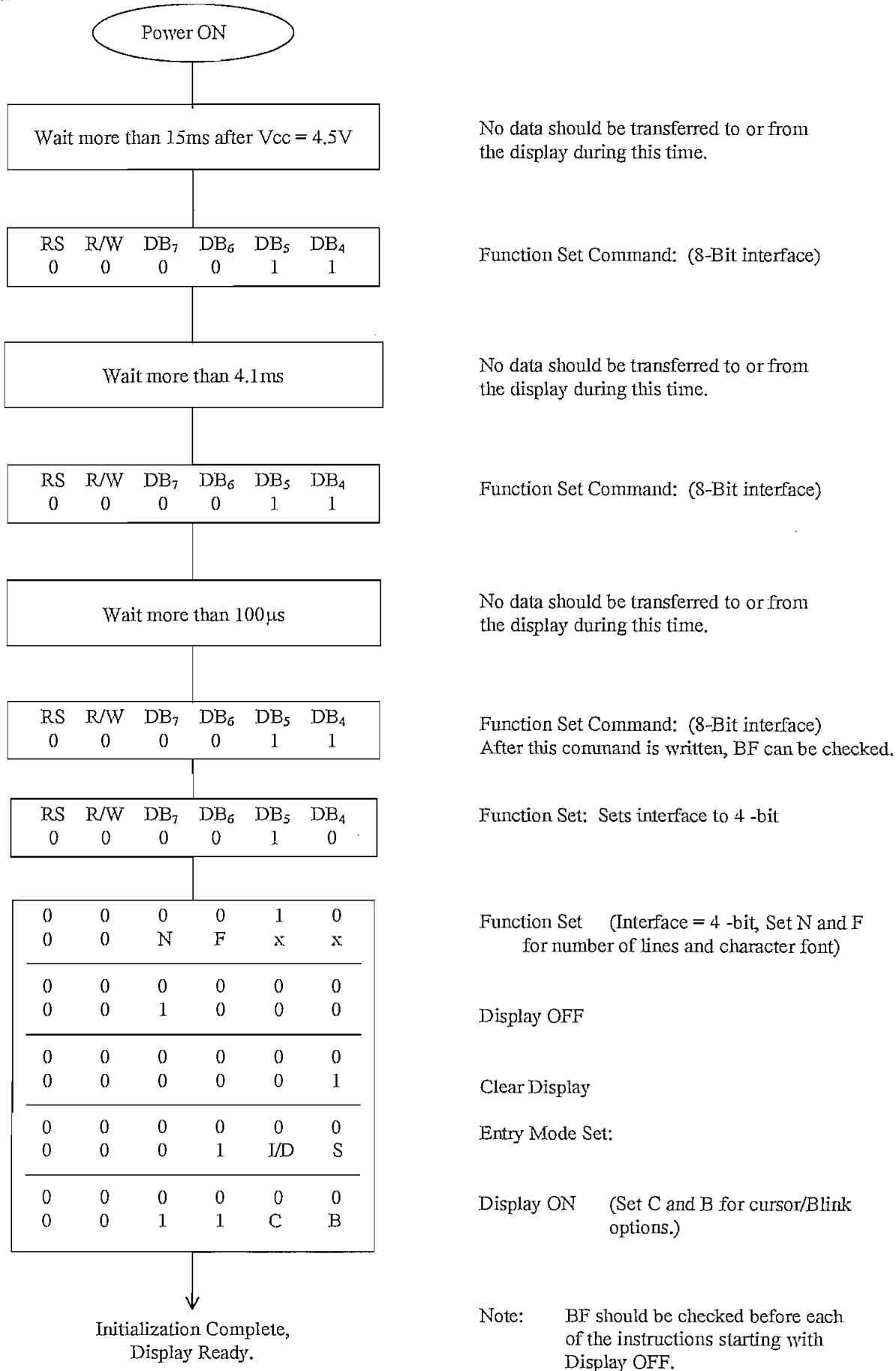
Figure



8 - Bit Initialization:



4 - Bit Initialization:



Wait more than 15ms after Vcc = 4.5V

RS	R/W	DB ₇	DB ₆	DB ₅	DB ₄
0	0	0	0	1	1

Wait more than 4.1ms

RS	R/W	DB ₇	DB ₆	DB ₅	DB ₄
0	0	0	0	1	1

Wait more than 100µs

RS	R/W	DB ₇	DB ₆	DB ₅	DB ₄
0	0	0	0	1	1

RS	R/W	DB ₇	DB ₆	DB ₅	DB ₄
0	0	0	0	1	0

0	0	0	0	1	0
0	0	N	F	x	x

0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0

0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1

0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	I/D	S

0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	C	B


Initialization Complete,
Display Ready.

List of Instructions

Instruction	Code										Description	Execution time (max.) when fcp or fosc is 250 kHz
	RS	R/W	DB ₇	DB ₆	DB ₅	DB ₄	DB ₃	DB ₂	DB ₁	DB ₀		
Clear Display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	15.2ms
Return Home	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	x	15.2ms
Entry Mode Set	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S		40µs
Display ON/OFF Control	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B		40µs
Cursor or Display Shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	x	x		40µs
Function Set	0	0	0	0	1	DL	N	F	x	x		40µs
Set CG RAM Address	0	0	0	1	ACG							40µs
Set DD RAM Address	0	0	1	ADD							40µs	
Read Busy Flag & Address	0	1	BF	AC							40µs	
Write Data to CG or DD RAM	1	0	Write Data							40µs		
Read Data from CG or DD RAM	1	1	Read Data							40µs		
	I/D=1 : Increment I/D=0 : Decrement S=1 : Accompanies display shift S/C=1 : Display shift S/C=0 : Cursor move R/L=1 : Shift to the right R/L=0 : Shifts to the left DL=1 : 8 bits, DL=0 : 4 bits N=1 : 2 lines, N=0 : 1 line F=1 : 5x10 dots, F=0 : 5x7 dots BF=1 : Internally operating BF=0 : Can accept instruction										Execution time changes when frequency changes. Example: When fcp or fosc is 270kHz: $40\mu s \times 250/270 = 37\mu s$	

x = don't care. (No Effect)

Standard Character Font Table

High order bit Low order bit	0000	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1010	1011	1100	1101	1110	1111
XXXX0000	CG RAM (1)		Ø	Q	P	˘	P	—	9	Ξ		α	ρ
XXXX0001	(2)	!	l	A	O	a	9	≡	ア	チ	厶	ä	q
XXXX0010	(3)	"	2	B	R	b	r	Γ	イ	ウ	ノ	ρ	θ
XXXX0011	(4)	#	3	C	S	c	s	┘	ウ	テ	エ	e	ω
XXXX0100	(5)	\$	4	D	T	d	t	、	エ	ト	ヤ	μ	Ω
XXXX0101	(6)	%	5	E	U	e	u	"	オ	ナ	1	ε	ü
XXXX0110	(7)	&	6	F	V	f	v	ヲ	カ	ニ	ヨ	ρ	Σ
XXXX0111	(8)	'	7	G	W	g	w	ア	キ	ヌ	ラ	g	π
XXXX1000	(1)	(	8	H	X	h	x	、	ウ	ホ	リ	γ	Σ
XXXX1001	(2)	)	9	I	Y	i	y	ウ	ト	リ	ル	ı	γ
XXXX1010	(3)	*	:	J	Z	j	z	エ	コ	ハ	レ	j	≠
XXXX1011	(4)	+	;	K	E	k	e	(	オ	サ	ヒ	□	×
XXXX1100	(5)	:	<	L	¥	l	ı	ヤ	ヨ	フ	ワ	φ	π
	(6)	—	=	M	I	m	ı	ユ	ズ	ハ	ウ	ε	÷
	(7)	;	>	N	^	n	÷	ヨ	セ	ホ	°	ñ	
	(8)	/	?	O	_	o	+	ウ	リ	マ		ö	

Note: Character of high order bit 1110 and 1111 may be inadequate.

Anexo E

Manual de Usuario.

SISTEMA DE
ALARMA
BARRIAL.

MANUAL DE
USUARIO.

INDICE:

1. MODULO PERIFERICO.....	4
1.1. FUENTE DE VOLTAJE.....	5
1.1.1. CONEXIÓN.....	5
1.1.1.1. Conexión a la red de 110v.....	5
1.1.1.2. Conexión a la batería.....	5
1.1.1.3. Salidas de voltaje.....	6
1.1.2. OPERACIÓN.....	7
1.1.2.1. Control de carga de la batería.....	7
1.2. CIRCUITO MICROPROCESADO.....	8
1.2.1. CONEXIÓN.....	8
1.2.1.1. El display.....	8
1.2.1.2. El teclado.....	8
1.2.1.3. Entradas de voltaje.....	9
1.2.1.4. Conexión de sensores.....	10
1.2.1.5. Salidas.....	10
1.2.1.6. Conector de circuitos de RF.....	11
1.3. CIRCUITOS DE RF.....	12
1.3.1. CONEXIÓN.....	12
1.4. OPERACIÓN DE HARDWARE.....	13
1.4.1. Intensidad del display.....	13
1.4.2. Pulsador para resetear.....	13
1.4.3. Luz para el display.....	14
1.5. OPERACIÓN DE SOFTWARE.....	15
1.5.1. Lo que se debe saber.....	15
1.5.2. La primera vez que se energiza el circuito.	16
1.5.3. Activación de la alarma.....	17
1.5.4. Desactivación de la alarma.....	18
1.5.4.1. Desde dentro.....	18
1.5.4.2. Desde fuera.....	18

1.5.5. CONFIGURACIÓN.....	19
1.5.5.1. Reactivar alarma. Tecla 1.....	19
1.5.5.2. Configuración de salidas. Tecla 2....	20
1.5.5.3. Configuración de zonas. Tecla 3.	20
1.5.5.4. Tiempo en alerta amarilla. Tecla 4. .	21
1.5.5.5. Tiempo en alerta roja. Tecla 5.	22
1.5.5.6. Mostrar tiempo. Tecla 6.	22
1.5.5.7. Cambiar clave. Tecla 7.....	22
1.5.5.8. Como mostrar la clave. Tecla 8.	23
1.5.5.9. Intentos para digitar la clave. Tecla 9.	23
1.5.5.10. Revisión de batería. Tecla 0.	24
2. MODULO CENTRAL.....	25
2.1. CONEXIÓN.....	26
2.1.1. Alimentación de los circuitos de RF.....	26
2.1.2. Conexión de datos.	26
2.2. EL SOFTWARE.	27
2.2.1. Instalación.	27
2.2.2. Operación.	27
2.2.2.1. Pantalla inicial.	27
2.2.2.2. Pantalla principal.	28
2.2.2.3. Registro de usuarios.	30
2.2.2.3.1. Corregir la información.	31
2.2.2.3.2. Borrar la información.	31
3. ESPECIFICACIONES:.....	32
3.1. FUENTE.....	32
3.2. CIRCUITO MICROPROCESADO.	32
3.3. CIRCUITOS DE RF.....	33
3.3.1. TRANSMISOR.....	33
3.3.2. RECEPTOR.....	33
3.3.3. TRANSCEPTOR.....	33

1. MODULO PERIFERICO.

1.1. FUENTE DE VOLTAJE.

1.1.1. CONEXIÓN.

1.1.1.1. Conexión a la red de 110v.

La instalación de la fuente de voltaje a 110V se lo hace a través de una bornera doble colocada en un lado, como se muestra en el gráfico 1.

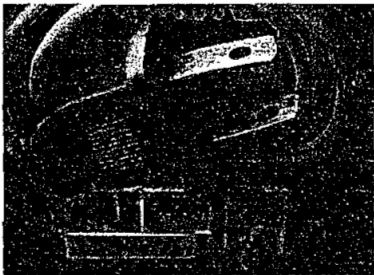


Figura 1. Conexión a 110V.

1.1.1.2. Conexión a la batería.

La conexión a la batería de respaldo se lo hace con los cables de lado izquierdo de la bornera triple, como se muestra en el gráfico 2.

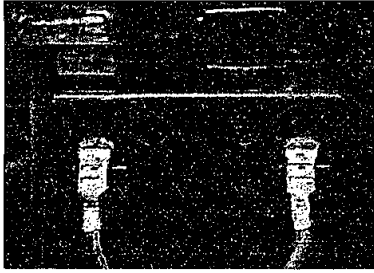


Gráfico 2. Conexión de la batería.

1.1.1.3. Salidas de voltaje.

La salida de voltajes se muestra en el gráfico 3, es la bornera triple, los voltajes de izquierda a derecha son: Tierra, +12V y +5V.



Gráfico 3. Salidas de voltajes.

1.1.2. OPERACIÓN.

1.1.2.1. Control de carga de la batería.

El potenciómetro que se muestra en el gráfico 4 sirve para ajustar el voltaje final de carga de la batería.

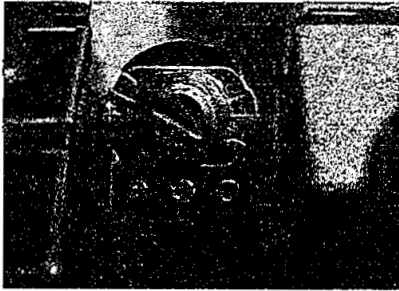


Gráfico 4. Ajuste de voltaje final de carga.

El fabricante recomienda cambiar la batería cada 5 años aunque parezca estar en buen estado.

1.2. CIRCUITO MICROPROCESADO.

1.2.1. CONEXIÓN.

1.2.1.1. El display.

El display tiene un conector de cinta flexible como el mostrado en el gráfico 5. Compruebe que esta cinta esté fija.

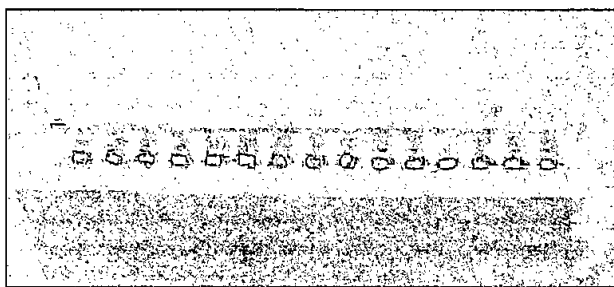


Gráfico 5. Conector del display.

1.2.1.2. El teclado.

El teclado también tiene su conector, es el que se muestra en el gráfico 6. Compruebe que este haya encajado hasta el fondo.



Gráfico 6. Conector de teclado.

1.2.1.3. Entradas de voltaje.

El conector para los voltajes provenientes de la fuente se muestra en el gráfico 7. Las entradas de voltaje, de arriba hacia abajo son:

+5V, +12V y tierra.

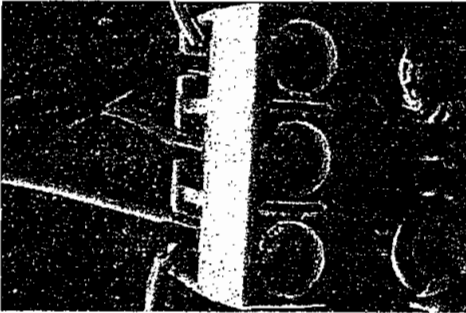


Gráfico 7. Entradas de voltaje.

1.2.1.4. Conexión de sensores.

Los sensores se conectan en las 8 borneras ubicadas en un lado de la placa y mostradas en el gráfico 8, no existe polaridad por lo que se puede conectar indistintamente.

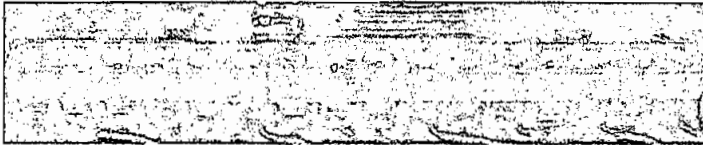


Gráfico 8. Borneras para sensores.

Los sensores que requieren voltaje deben ser alimentados con +12V proveniente de la fuente.

1.2.1.5. Salidas.

Las salidas son un conjunto de tres borneras dobles ubicadas en un lado de la placa, se las observa en el gráfico 9.

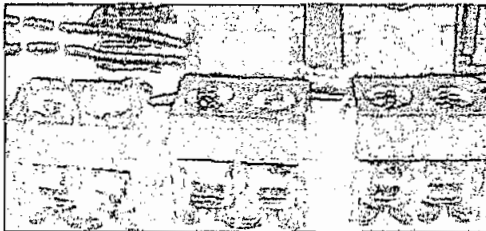


Gráfico 9. Salidas.

La primera salida, de lado izquierdo, es la salida lógica, esta dará solo niveles lógicos de voltaje.

Positivo a la izquierda y negativo a la derecha.

La segunda salida, es para la sirena de 12V,

Positivo a la izquierda y negativo a la derecha.

La tercera salida, de lado derecho, funciona como interruptor para 110V A.C. max. 6A rms.

1.2.1.6. Conector de circuitos de RF.

Los circuitos de radio frecuencia se conectan a una bornera triple, mostrada en el gráfico 10.

De izquierda a derecha se tiene: Transmisión, Recepción y Control de receptor.

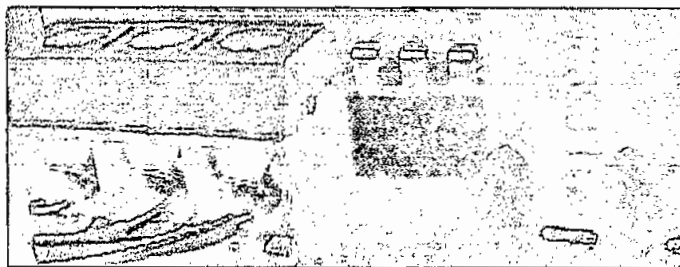


Gráfico 10. Conector para circuitos RF.

1.3. CIRCUITOS DE RF.

1.3.1. CONEXIÓN.

En todos los circuitos de radio frecuencia se encuentra unos conectores como los mostrados en el gráfico 11.

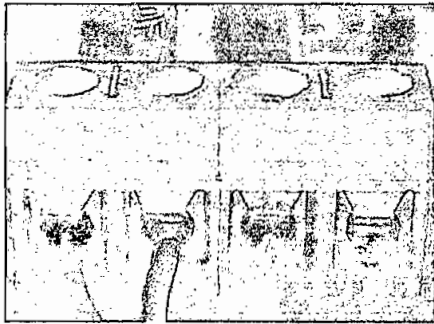


Gráfico 11. Conector en circuitos de RF.

Tanto en el transmisor del módulo periférico como del módulo central, de izquierda a derecha se tiene: +5V, tierra y transmisión.

Tanto en el receptor del módulo periférico como del módulo central, de izquierda a derecha se tiene: +5V, tierra, recepción y control de receptor.

En el transceptor se tiene: +5V, tierra, Tx, Rx, control de receptor.

1.4. OPERACIÓN DE HARDWARE.

1.4.1. Intensidad del display

El control de intensidad para el display se encuentra cerca de los conectores para sensores y se muestra en el gráfico 12, cabe indicar, que solo cerca del tope de movimiento de la perilla será visible el contenido del display.



Gráfico 12. Control de contraste del display.

1.4.2. Pulsador para resetear.

El pulsador para resetear al microcontrolador, se encuentra cerca del conector para las entradas de voltaje y se muestra en el gráfico 13.

El contenido de la memoria RAM del microcontrolador solo se borrará cuando no

llegue +5V a su placa, es decir, cuando se desconecte la batería y la toma de 110V. Una vez restaurado el voltaje se regresará a la configuración por defecto.

Cuando se resetea, mantiene la configuración y la clave.

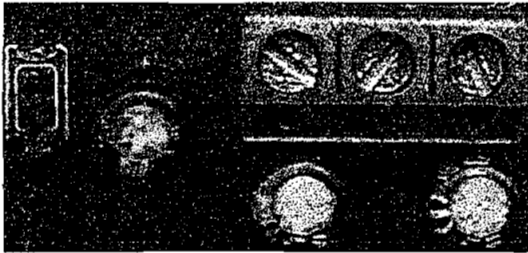


Gráfico 13. Pulsador de reset.

1.4.3. Luz para el display.

En la parte frontal de la caja se tiene un pequeño interruptor, este controla el encendido de los LEDs que iluminan la pantalla.

1.5. OPERACIÓN DE SOFTWARE.

1.5.1. Lo que se debe saber.

Alerta amarilla.- Es un estado de alerta en el cual se espera un determinado tiempo antes de pasar a alerta roja. No activa las salidas.

Alerta roja.- Es un estado de alerta en el cual se activa inmediatamente las salidas por un tiempo determinado.

Zona Amarilla.- Es aquella que al ser violada provoca una alerta amarilla. Espera que otra zona amarilla sea violada o que el usuario ingrese la clave. La violación de estas zonas debe ser secuencial, generalmente son las zonas por las cuales el usuario transita al ingresar a su departamento o local comercial, por tanto, la primera zona amarilla deberá ser la primera que el usuario cruce al ingresar y, la última será la que se cruce antes de llegar hasta el teclado. Solo si la primera zona es violada

desencadenará la secuencia. Las zonas fuera de secuencia se convierten en zonas rojas.

Por ejemplo, si se define las zonas 1, 2 y 3 como amarillas y en esa secuencia, quien ingrese desde fuera, deberá cruzar las zonas en esa secuencia para poder ingresar y desactivar la alarma, caso contrario, si se activa fuera de secuencia o si solo se activan las zonas 2 o 3, la alarma activará sus salidas y entrará en alerta roja.

Zona Roja.- Es aquella que al ser violada provoca una alerta roja activando inmediatamente las salidas.

1.5.2. La primera vez que se energiza el circuito.

Una vez que se energiza el circuito o se resetea, las salidas toman su estado activo, como consecuencia de esto, la sirena sonará y el display seguirá mostrando el último mensaje si fue reseteado, o mostrará una fila completa si fue energizado.

- Lo primero que se debe hacer es presionar la tecla D (Desactivar).
- Instantáneamente se mostrará el mensaje “Ingrese la clave”, esta debe ser la personalizada por el usuario en caso de haber reiniciado o la clave por defecto si fue energizado. La clave por defecto es 1473695.
- Una vez que se ingrese la clave correcta se debe presionar la tecla de # (Numeral), las salidas se desactivan y en el display se muestra “Alarma Desactivada”.

1.5.3. Activación de la alarma.

Para activar la alarma, se debe presionar la tecla A (Activar). Si en alguna zona existe un sensor abierto, en el display se mostrará “Alerta Zona(s)” y en la siguiente línea las zonas cuyos sensores deben cerrarse. Una vez hecho esto, la alarma se activará mostrando el mensaje “Alarma Activada” y activando solo por 2 segundos las salidas, si la sirena se encuentra

conectada se la escuchará sonar, indicando la correcta activación.

1.5.4. Desactivación de la alarma.

1.5.4.1. Desde dentro.

Si una persona se encuentra dentro del departamento o local comercial, podrá desactivar la alarma presionando la tecla D (Desactivar). Inmediatamente se pide la clave con el mensaje "Ingrese la clave". Digitar la clave correcta y luego presionar la tecla de # (Numeral), luego de esto la alarma se desactivará.

1.5.4.2. Desde fuera.

El proceso de desactivación, cuando una persona se encuentra fuera del departamento o local comercial, empieza cuando el usuario cruza la primera zona amarilla, a partir de este instante, se pasa a alerta amarilla y el usuario tiene un tiempo determinado para cruzar la siguiente zona

amarilla o ingresar completamente la clave y presionar la tecla # para desactivar la alarma. Si esto no ocurre, en el tiempo dado, la alarma activa sus salidas y se pasa a alerta roja.

1.5.5. CONFIGURACIÓN.

El menú de configuración permite personalizar muchos aspectos relacionados con el funcionamiento del software y solo se puede acceder a este cuando la alarma está desactivada y presionando la tecla C (Configuración). Una vez hecho esto, en el display se muestra el mensaje "Menú de configuración" a continuación puede seleccionar las siguientes opciones:

1.5.5.1. Reactivar alarma. Tecla 1.

Sirve para configurar la reactivación luego de producida una alerta roja.

El mensaje es "Reactivar alarma".

Presione 1 si desea reactivar
Presione 3 en caso contrario.
Valor por defecto "si".

Presione la tecla # para salir.

1.5.5.2. Configuración de salidas. Tecla 2.

Sirve para configurar la activación de las salidas cuando se produce una alarma.

El mensaje es "Cfg. Salida #:_".

Presione 1, 2 o 3 para la salida correspondiente.

Presione 1 para activar

Presione 3 para desactivar.

Valor por defecto "activada"

Presione la tecla # para salir.

1.5.5.3. Configuración de zonas. Tecla 3.

Sirve para definir si una zona es roja o amarilla.

La secuencia de programación correcta es:

zonas amarillas en secuencia, zonas rojas y al último las zonas desactivadas.

El mensaje es "Configurar Z#:_".

:

Presione de 1 a 8 para la salida correspondiente.

Presione 1 para activar.

Presione 1 para zona roja

Presione 3 para zona amarilla. Se indicará el número de secuencia.

Presione 3 para desactivar.

Valores por defecto:

Todas activadas, Zonas 1 y 2 zonas amarillas y en esa secuencia.

Zonas 3 a 8 zonas rojas.

Presione la tecla # para salir.

1.5.5.4. Tiempo en alerta amarilla. Tecla 4.

Sirve para configurar el tiempo de espera máximo hasta que la siguiente zona amarilla sea violada o hasta que se ingrese la clave.

El mensaje es "Tiempo en alerta amarilla".

Digite los minutos y segundos usando el teclado.

Valor por defecto: 00:30 (30 segundos).

Presione la tecla # para salir.

1.5.5.5. Tiempo en alerta roja. Tecla 5.

Sirve para configurar el tiempo en alerta roja.

El mensaje es "Tiempo en alerta roja".

Digite los minutos y segundos usando el teclado.

Valor por defecto: 05:00 (5 minutos).

Presione la tecla # para salir.

1.5.5.6. Mostrar tiempo. Tecla 6.

Sirve para mostrar o no el tiempo que se visualiza en el display.

El mensaje es "Mostrar tiempo?".

Presione 1 si desea ver el tiempo

Presione 3 en caso contrario.

Valor por defecto "si".

Presione la tecla # para salir.

1.5.5.7. Cambiar clave. Tecla 7.

Se cambia la clave a una personalizada por el usuario. Puede ser de un dígito hasta diez.

El mensaje es "Clave actual".

Digite la clave actual y presione la tecla *
Digite la nueva clave y presione la tecla D
Digite nuevamente la nueva clave y
presione la tecla B, se mostrará el
mensaje "Clave aceptada"
Clave por defecto 1473695.

1.5.5.8. Como mostrar la clave. Tecla 8.

Sirve para mostrar en el display los dígitos
presionados como un asterisco o número.

El mensaje es "Mostrar clave en".

Presione 1 si desea ver asteriscos

Presione 3 si desea ver números

Valor por defecto "asteriscos".

Presione la tecla # para salir.

1.5.5.9. Intentos para digitar la clave. Tecla 9.

Configura el número de intentos posibles para
ingresar la clave antes de pasar a alerta roja.

La primera vez que se digita es el primer intento.

El mensaje es "Intentos para digitar clave:".

Presione 1, 2 o 3 de acuerdo a su elección.

Valor por defecto "2".

Presione la tecla # para salir.

1.5.5.10. Revisión de batería. Tecla 0.

Sirve para verificar el estado de la batería en caso de corte de energía eléctrica. Funcionará solo cuando la batería esté baja (menos de 7.5V)

El mensaje es "Revisar batería?".

Presione 1 para revisar.

Presione 3 en caso contrario.

Valor por defecto "si".

Presione la tecla # para salir.

2. MODULO CENTRAL.

2.1. CONEXIÓN.

2.1.1. Alimentación de los circuitos de RF.

La alimentación se lo hace a través del puerto USB del computador, con el conector que se muestra en el gráfico 14. Conectar este a su respectivo puerto del computador.

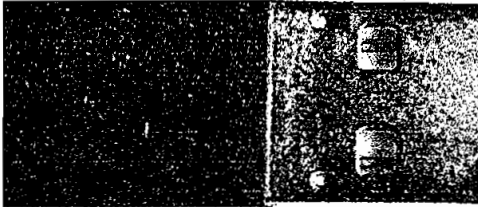


Gráfico 14. Conector USB.

2.1.2. Conexión de datos.

Se lo hace con el conector DB9 mostrado en el gráfico 15.

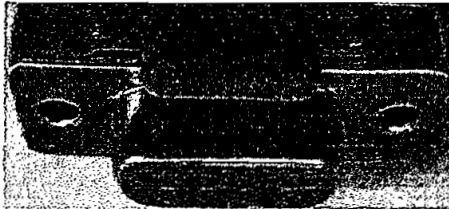


Gráfico 15. Conector de datos.

2.2. EL SOFTWARE.

2.2.1. Instalación.

Solamente inserte el CD de instalación en el computador, automáticamente comenzará el proceso de instalación.

Una vez que haya terminado se recomienda reiniciar el computador.

2.2.2. Operación.

2.2.2.1. Pantalla inicial.

Vaya al menú inicio y de un click sobre el programa "Sistema de alarma barrial", se presenta una pantalla de carátula mostrada en el gráfico 16. Haga click en el botón Aceptar para continuar.

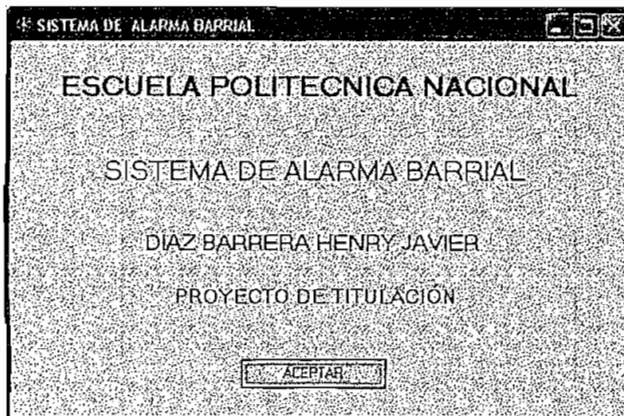


Gráfico 16. Pantalla inicial.

2.2.2.2. Pantalla principal.

Es la pantalla en la cual se puede observar el estado de los módulos periféricos y se muestra en el gráfico 17.

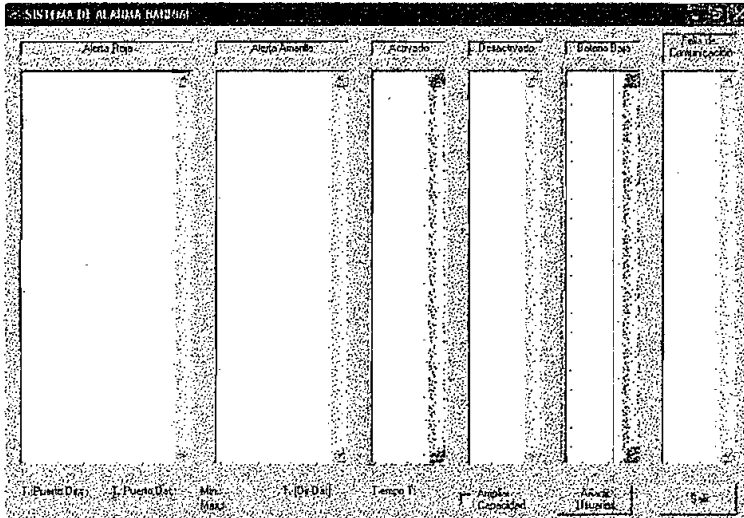


Gráfico 17. Pantalla principal.

En la primera columna de la derecha se muestra la dirección de los módulos periféricos con los cuales no se ha podido establecer la comunicación.

La siguiente columna muestra la dirección de los módulos que tienen baja su batería.

La columna de Desactivado, muestra la dirección de los módulos que se encuentran en "alarma desactivada".

La columna de Activado, muestra la dirección de los módulos que se encuentran en "alarma activada".

La columna de alerta amarilla muestra los módulos en los cuales se haya producido una alerta amarilla.

La última columna es para las alertas rojas, debido a la violación de una zona roja o una amarilla fuera de secuencia, clave incorrecta o reinicio del módulo.

En esta se muestra información del usuario si está registrado.

2.2.2.3. Registro de usuarios.

Si presiona sobre el botón Añadir Usuarios, se mostrará la pantalla del gráfico 18. Esta es la pantalla con la cual se puede ingresar información del usuario.

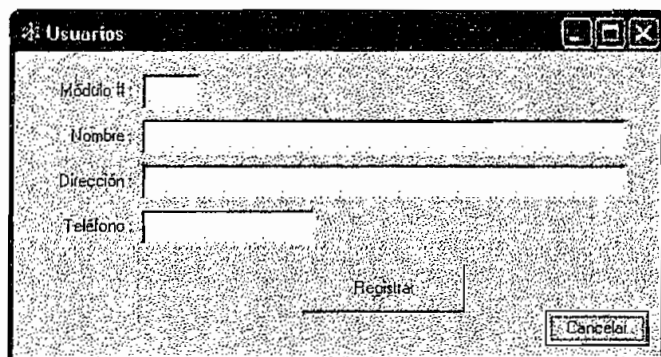
A screenshot of a Windows-style application window titled "Usuarios". The window has a standard title bar with minimize, maximize, and close buttons. Inside the window, there are four text input fields stacked vertically, each with a label to its left: "Módulo #", "Nombre", "Dirección", and "Teléfono". Below these fields, there are two buttons: "Registrar" and "Cancelar". The "Registrar" button is larger and positioned to the left of the "Cancelar" button. The entire window content is rendered in a high-contrast, dithered black and white style.

Gráfico 18. Registro de usuarios.

Se deberá ingresar el número del módulo y los datos correspondientes, luego, presione el botón Registrar, los campos se borran y está listo para ingresar al siguiente usuario.

NOTA: La información de usuarios se encuentra en el archivo C:\Usuarios.txt por favor no modifique este archivo.

2.2.2.3.1. Corregir la información.

Si se desea corregir la información, solo digítela de forma correcta y presione en registrar.

2.2.2.3.2 Borrar la información.

Si se desea borrar un usuario, digite el número del módulo y deje los demás campos en blanco y luego presione en el botón de registrar.

3. ESPECIFICACIONES:

3.1. FUENTE.

Corriente de carga para batería: 100mA

Corriente de diseño DC: 2A

Distancia Max. Fuente-alarma: 18.57m (22AWG)

Fusible de 110V: 250mA

Fusible de batería: 125mA

Voltaje nominal: +12V, +5V, 0V

Caja: 16cm X 17.5cm X 11cm

3.2. CIRCUITO MICROPROCESADO.

Corriente nominal en sensor (interruptor): 10mA

Corriente máxima en las salidas:

Salida 1: 10mA

Salida 2: 8A

Salida 3: 8A pico.

Voltaje para declarar batería baja: $\leq 7.5V$

Velocidad de transmisión de datos: 4800bps

Caja: 11cm X 11cm X 5cm

3.3. CIRCUITOS DE RF.

3.3.1. TRANSMISOR

Alimentación nominal: +5V

Corriente DC Max. Módulo periférico: 6mA

Corriente DC Max. Módulo central: 21mA

Modulación: ASK

3.3.2. RECEPTOR

Alimentación nominal: +5V

Corriente DC Max. Módulo periférico: 7mA

Corriente DC Max. Módulo central: 22mA

Modulación: ASK

3.3.3. TRANSCEPTOR

Alimentación nominal: +5V

Corriente DC Max. Módulo periférico: 30mA

Corriente DC Max. Módulo central: 45mA

Modulación: FSK