

62



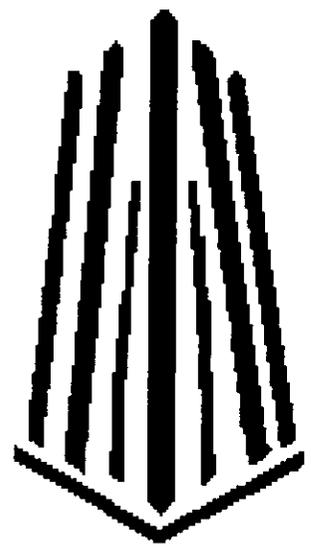
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONAL**

**CAMPUS ARAGÓN**

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y  
CORRECTIVO DEL RADIOLOCALIZADOR  
ADVISOR ELITE DE MOTOROLA**

293388



**TESIS PROFESIONAL**

Que para obtener el título de:

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

Presenta:

**ALEJANDRO MONROY LÓPEZ**

y

**FAUSTO ROMERO MÁRQUEZ**

**ASESOR: M. EN I. ELEAZAR MARGARITO PINEDA DIAZ**

**MÉXICO D.F.**

**2001**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
CAMPUS ARAGÓN

SECRETARÍA ACADÉMICA

UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

Ing. IVÁN MUÑOZ SOLÍS  
Jefe de la Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica,  
Presente.

En atención a la solicitud de fecha 14 de febrero del año en curso, por la que se comunica que los alumnos ALEJANDRO MONROY LÓPEZ y FAUSTO ROMERO MÁRQUEZ, de la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista, han concluido su trabajo de investigación intitulado "MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DEL RADIOLOCALIZADOR ADVISORE ELITE DE MOTOROLA", y como el mismo ha sido revisado y aprobado por usted, se autoriza su impresión; así como la iniciación de los trámites correspondientes para la celebración del Examen Profesional.

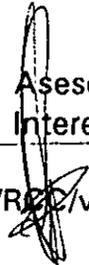
Sin otro particular, reitero a usted las seguridades de mi atenta consideración.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
San Juan de Aragón, México, 15 de febrero del 2001

EL SECRETARIO

  
Lic. ALBERTO IBARRA ROSAS

C p Asesor de Tesis.  
C p Interesado.

AIR/RCC/vr  


A mi madre:

Quien con su irreclinable  
cariño, y brillante ejemplo  
de trabajo y superación, ha  
iluminado siempre el  
sendero de mi existencia.

A Hugo

Porque espero haber sido, ser y  
seguir siendo un ejemplo digno  
de ti.

A Erika:

Por todo tu apoyo, cariño y amistad. Y por  
todas las ilusiones que guardamos.

A nuestro asesor:

Por sus consejos y apoyo  
que me brindó en la  
elaboración de este trabajo.

A todos mis profesores:

Que me enseñaron el camino  
hacia el maravilloso mundo de  
la ingeniería.

A Motorola de México:

Que tan gentilmente me brindó  
la información necesaria para la  
realización de esta tesis.

A Fausto:

Por compartir la instrucción  
universitaria desde el principio  
hasta el fin.

¡Acabamos!

Al Ing. Roberto Reyes

A mis amigos y compañeros y a  
todas aquellas personas que  
directamente o indirectamente han  
hecho posible uno de mis  
propósitos al brindarme su apoyo

A la memoria de mi padre

Quién vive dentro de mí  
apoyándome y guiándome en  
todo momento.

A mi madre

Porque todo mi esfuerzo y dedicación son  
el arte de su herencia.

A mi hermano

Quién es fuente de inspiración  
para los logros de nuestro  
crecimiento.

Con todo mi amor, mi más grande apoyo.

A mis familiares, amigos y  
sueños que me influyeron con  
su mentalidad de superación  
y entrega.

Alejandro Monroy

Amigo y compañero  
en la dura carrera del  
conocimiento.

A mis maestros y a la Universidad por permitirme acceder  
noblemente en la evolución humana.

Fausto Romero Márquez

# Indice

## Pags.

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>	
<b>CAPÍTULO 1. CONCEPTOS</b>	<b>3</b>	
1.1	HISTORIA DE LA COMUNICACIÓN INALÁMBRICA	3
1.2	EL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO	6
1.3	MODULACIÓN – DEMODULACIÓN	10
1.3.1	MODULACIÓN ANALÓGICA O DE SEÑAL CONTINUA	11
1.3.1.1	Modulación de amplitud	11
1.3.1.2	Modulación de frecuencia	13
1.3.1.3	Modulación de fase	13
1.3.2	MODULACIÓN DIGITAL	13
1.3.2.1	Modulación de amplitud de pulsos (MAP)	14
1.3.2.2	Modulación por duración de pulsos (MDP)	15
1.3.2.3	Modulación de posición de pulsos (MPP)	16
1.3.2.4	Modulación de código de pulsos (PCM)	16
1.3.3	MODULACIÓN INVOLUCRANDO SISTEMAS ANALÓGICO – DIGITALES	17
1.3.3.1	Modulación ASK	17
1.3.3.2	Modulación FSK	17
1.3.3.3	Modulación PSK	19
1.3.4	DEMODULACIÓN	19
1.4	CÓDIGOS DE LÍNEA	19
1.4.1	NO RETORNO A CERO, “NRZ-LEVEL”	20
1.4.2	NO RETORNO A CERO, “NRZ-SPACE”	21
1.4.3	NO RETORNO A CERO, “NRZ-MARK”	21
1.4.4	NO RETORNO A CERO, “NRZ-BIPOLAR”	22
1.4.5	RETORNO A CERO, “RZ”	22
1.4.6	RETORNO A CERO, “RZ-POLAR”	23
1.4.7	RETORNO A CERO, “RZ-BIPOLAR”	23
1.4.8	BIFÁSICO M	24
1.4.9	HDB3	24
1.5	TIPOS DE RADIOLOCALIZADORES	25
1.5.1	RADIOLOCALIZADOR PARA MENSAJE DE SOLO – TONO	26
1.5.2	RADIOLOCALIZADOR PARA MENSAJES DE TONO Y VOZ	26
1.5.3	RADIOLOCALIZADOR PARA MENSAJES NUMÉRICOS.	27
1.5.4	RADIOLOCALIZADOR PARA MENSAJES ALFANUMÉRICOS	27
1.6	PROTOCOLO FLEX®	28
1.6.1	TRANSMISIÓN Y MODULACIÓN	32
1.6.2	DECODIFICACIÓN DE MENSAJES FLEX®	35
1.6.3	AHORRO DE BATERÍA	35
1.6.4	DETECCIÓN DE ERRORES	35
1.6.4.1	Detección de errores utilizando la comprobación de suma	36
1.6.4.2	Detección de errores sin utilizar la comprobación de suma	36
1.6.5	FIN DE LOS DATOS.	36
1.6.6	MENSAJES FRAGMENTADOS.	36
1.6.7	INDICADOR DE FRAGMENTO PERDIDO.	36
1.6.8	MENSAJES TRUNCADOS.	37

<b>CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN</b>	<b>38</b>
2.1	INTRODUCCIÓN 38
2.2	ESPECIFICACIONES 39
2.3	CARACTERÍSTICAS 39
2.3.1	DIRECCIONAMIENTO 39
2.3.2	ALMACENAMIENTO DE MENSAJES. 40
2.3.3	LIBRETA DE MENSAJES. 40
2.3.4	BORRADO AUTOMÁTICO DE MENSAJES. 41
2.3.5	MANEJO Y ESTADO DE MENSAJES 41
2.3.6	PROTECCIÓN DE MENSAJES NO NUMÉRICOS CON ERRORES 41
2.3.7	RELOJ DE TIEMPO REAL Y RELOJ DE ALERTA 41
2.3.8	TIEMPO DE RECEPCIÓN DEL MENSAJE. 42
2.3.9	ALARMA DE MENSAJE INDIVIDUAL 42
2.3.10	FECHA INTERNACIONAL 42
2.3.11	HORA PRIVADA 42
2.3.12	SONIDO DE LOS BOTONES 42
2.3.13	RETIRO DE BATERÍA 42
2.3.14	INDICADORES DE BATERÍA 42
2.3.15	RETENCIÓN DE MEMORIA 43
2.3.16	AHORRO DE BATERÍA 43
2.3.17	INDICACIÓN DE MEMORIA LLENA 43
2.3.18	SELECCIÓN DE ALERTAS 43
2.3.19	SÍMBOLO DE CARÁCTER IDEOGRÁFICO INVÁLIDO 44
2.3.20	SÍMBOLO DE DATOS ERRÓNEOS 44
2.4	DIAGRAMAS A BLOQUES 44
2.4.1	ALIMENTACIÓN 47
2.4.2	TARJETA RECEPTORA 47
2.4.3	TARJETA DECODIFICADORA 47
2.5	CONTROLES 48
2.5.1	BOTONES DIRECCIONALES IZQUIERDA/DERECHA 48
2.5.2	BOTONES DIRECCIONALES PARA SUBIR/BAJAR 49
2.5.3	BOTÓN PARA SELECCIONAR FUNCIONES 49
2.5.4	BOTÓN PARA LEER/PRENDER 49
2.6	INDICADORES 50
2.7	ICONOS 51
2.8	PROGRAMACIÓN 55
<b>CAPÍTULO 3. FUNCIONAMIENTO</b>	<b>58</b>
3.1	INTRODUCCIÓN 58
3.2	FACILIDADES DE USUARIO 60
3.2.1	FACILIDADES EN LA MEMORIA DE MENSAJES 60
3.2.1.1	Mensajes de servicios 60
3.2.1.2	Retención del mejor mensaje de servicio 60
3.2.1.3	Alerta de mensajes de servicios 60
3.2.1.4	Limpieza general de la memoria 60
3.2.1.5	Detención de mensajes duplicados 60
3.2.2	FACILIDADES EN LAS ALERTAS 61
3.2.2.1	Modo de cambio de alertas 61
3.2.2.2	Tipos de alertas 61
3.2.2.3	Vibrador 61
3.2.2.4	Modo de operación para el radiocalizador sin alertas. 61
3.2.2.5	Desactivación de las alertas 61
3.2.2.6	Retención de mensajes numéricos con errores. 61
3.2.2.7	Cancelación manual de las alertas 61

3.2.2.8	Alerta para los mensajes no leídos.	61
3.2.2.9	Frecuencia de alerta	62
3.2.2.10	Duración de la alerta	62
3.2.3	<b>FACILIDADES DE LA PANTALLA</b>	62
3.2.3.1	Iluminación automática	62
3.2.3.1	Origen del mensaje	62
3.2.3.2	Amplificación de los caracteres	62
3.2.3.3	Indicador de cobertura	62
3.2.3.4	Indicador del menú de funciones	62
3.2.3.5	Contraste de la pantalla	62
3.2.3.6	Ajuste automático del contraste	63
3.2.3.7	Indicador de datos con errores	63
3.2.3.8	Indicador de fragmentos perdidos	63
3.2.3.9	Resumen del mensaje	63
3.2.4	<b>FACILIDADES DE IMPRESIÓN</b>	63
3.3	<b>FUNCIONAMIENTO DE LA TARJETA RECEPTORA</b>	63
3.3.1	ANTENA	64
3.3.2	AMPLIFICADOR DE RADIOFRECUENCIA Y CONTROL AUTOMÁTICO DE GANANCIA	65
3.3.3	FILTRO FL500 Y PRIMER MEZCLADOR	65
3.3.4	PRIMER OSCILADOR	65
3.3.5	SINTETIZADOR Y MULTIPLICADOR POR CUATRO	65
3.3.6	FL501	66
3.3.7	SEGUNDO OSCILADOR, SEGUNDO MEZCLADOR Y FILTROS CERÁMICOS	67
3.3.8	PUNTO M1, DEMODULADOR Y FILTRO PASA BAJAS	67
3.3.9	REGULADOR DE 1 VOLT	67
3.4	<b>FUNCIONAMIENTO DE LA TARJETA DECODIFICADORA</b>	67
3.4.1	<b>FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO DE LA TARJETA DECODIFICADORA</b>	68
3.4.1.1	Módulo Microcontrolador U001	68
3.4.1.2	Módulo de Soporte U002	73
3.4.1.3	Módulo de Memoria RAM U003	75
3.4.1.4	Módulo de memoria CG ROM U004	75
3.4.1.5	Módulo Procesador de señales U005	75
3.4.1.6	Controlador de lámpara U006	76
3.4.2	<b>MODOS BÁSICOS DE OPERACIÓN DE LA TARJETA DECODIFICADORA</b>	77
3.4.2.1	Modo de Encendido	77
3.4.2.1.1	Batería principal por encima o en su nivel de Voltaje	77
3.4.2.1.2	Batería Principal por debajo de su nivel de voltaje	77
3.4.2.2	Modo de espera de mensajes	77
3.4.2.3	Aviso de mensajes	78
3.4.2.3.1	Modo de espera de mensajes	78
3.4.2.3.2	Modo de Aviso de Mensajes entrantes	78
3.4.2.4	Almacenamiento y retención en memoria	78
3.4.2.5	Funcionamiento de las líneas de control	79
3.4.2.5.1	Desactivación	79
3.4.2.5.2	Restauración	79
3.4.2.5.3	Retención	80
3.4.2.5.4	Rastreo 1	80
3.4.2.5.5	Rastreo 2	80
3.4.2.5.6	Rastreo 3	81
3.4.2.5.7	FLEX <sup>®</sup> 1	81
3.4.2.5.8	FLEX <sup>®</sup> 2	81
3.5	<b>SENSIBILIDAD DE RECEPCIÓN</b>	81

<b>CAPÍTULO 4.</b>	<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO</b>	<b>83</b>
4.1	EQUIPO DE PRUEBA	83
4.1.1	GENERADOR DE SEÑALES.	83
4.1.2	VÓLMETRO DE CORRIENTE ALTERNA.	84
4.1.3	FRECUENCÍMETRO	84
4.1.4	SINTETIZADOR DE CÓDIGO FLEX®.	84
4.1.5	BASE DE PRUEBAS CON ANTENA.	85
4.1.6	OSCILOSCOPIO.	85
4.1.7	MULTÍMETRO.	86
4.1.8	AISLADOR DE 6dB.	86
4.1.9	JAULA DE FARADAY	87
4.1.10	CONEXIÓN DEL EQUIPO DE PRUEBA.	87
4.2	DESENSAMBLE Y ENSAMBLE DEL EQUIPO	87
4.2.1	ESQUEMA GENERAL	88
4.2.2	RETIRO DE BATERÍA	89
4.2.3	INSTALACIÓN DE LA BATERÍA	89
4.2.4	RETIRO DE LA CUBIERTA POSTERIOR.	90
4.2.5	INSTALACIÓN DE LA CUBIERTA POSTERIOR.	92
4.2.6	RETIRO DE LA TARJETA RECEPTORA	93
4.2.7	INSTALACIÓN DE LA TARJETA RECEPTORA.	93
4.2.8	RETIRO DE LA TARJETA DECODIFICADORA	94
4.2.9	INSTALACIÓN DE LA TARJETA DECODIFICADORA.	94
4.2.10	RETIRO DE LA MICA	95
4.2.11	REPLAZO DE LA MICA	96
4.2.12	RETIRO DEL VIBRADOR	97
4.2.13	COLOCACIÓN DEL VIBRADOR	97
4.2.14	RETIRO DE LA PANTALLA	98
4.2.15	REPLAZO DE LA PANTALLA.	99
4.2.16	RETIRO DE LOS BOTONES.	99
4.2.17	INSTALACIÓN DE LOS BOTONES	101
4.3	MODO DE AUTO DIAGNÓSTICO.	101
4.4	DIAGNÓSTICOS, AJUSTES Y PRUEBAS EN LA TARJETA RECEPTORA	105
4.4.1	DIAGNÓSTICO	105
4.4.2	AJUSTE DE LA GANANCIA DE ANTENA Y DE LA SEGUNDA FRECUENCIA INTERMEDIA	107
4.4.3	PRUEBAS	108
4.5	DIAGNÓSTICOS Y PRUEBAS EN LA TARJETA DECODIFICADORA	111
4.5.1	DIAGNÓSTICO	111
4.5.2	PRUEBAS	117
4.5.2.1	El radiolocalizador alerta de encendido pero no recibe mensajes	117
4.5.2.2	El radiolocalizador al encender no emite ningún tipo de alertas	117
4.5.2.3	El radiolocalizador no tiene luz de fondo en la pantalla	118
4.5.2.4	La alerta de vibración no funciona	119
4.5.2.5	La alerta audible no funciona	119
4.5.2.6	El radiolocalizador pierde los mensajes.	120
4.6	DIAGNÓSTICOS Y PRUEBAS EN LA PANTALLA	120
4.6.1	DIAGNÓSTICO	120
4.6.2	PRUEBAS	121
4.7	DIAGNÓSTICOS Y PRUEBAS EN LA BATERÍA	122
4.7.1	BATERÍA PRINCIPAL	122
4.7.1.1	Diagnóstico	122
4.7.1.2	Pruebas preventivas	123
4.7.1.3	Pruebas correctivas	123
4.7.2	BATERÍA DE RESPALDO	124
4.8	DIAGNÓSTICOS Y PRUEBAS EN LOS BOTONES	124

4.8.1	DIAGNÓSTICO	124
4.8.2	PRUEBAS	124
<b>APÉNDICE</b>		<b>126</b>
A. MANUAL DE USUARIO		126
BOTONES DE CONTROL		126
¿CÓMO PRENDER EL RADIOLOCALIZADOR?		127
¿CÓMO APAGAR EL RADIOLOCALIZADOR?		127
LUZ DE FONDO		127
USO DEL MENÚ FUNCIÓN		127
PANTALLA PARA VISUALIZAR EL ESTADO DE LOS MENSAJES		128
RECEPCIÓN Y LECTURA DE MENSAJES		128
AJUSTAR HORA Y FECHA		130
AJUSTAR LA ALERTA PARA LOS MENSAJES ENTRANTES		130
BLOQUEO Y DESBLOQUEO DE MENSAJES		131
BORRAR MENSAJES		132
ALARMAS DEL RADIOLOCALIZADOR		132
ALARMAS DE LOS MENSAJES		134
HORA PRIVADA		135
OPCIÓN DE SERVICIOS DE INFORMACIÓN		136
LIBRETAS		137
CONCLUSIONES		141
BIBLIOGRAFÍA		143

---

# INTRODUCCIÓN

---

Hoy en día, existen innumerables sistemas de comunicaciones comerciales que evolucionan a un ritmo vertiginoso (gobernado por la competencia entre fabricantes), haciendo imposible para los estudiantes de ingeniería ir a la par con los diseños y aplicaciones de la ingeniería en telecomunicaciones.

El radiolocalizador Advisor Elite es un ejemplo claro de lo anterior. Este radiolocalizador es un equipo que cuenta con la tecnología comercial más avanzada en los sistemas de radiolocalización existentes en nuestro país. En tan solo dos años, la empresa Motorola, fabricante de este radiolocalizador, vendió en nuestro país una gran cantidad de estos equipos. Los cuales los podemos ver a diario, atados a la vestimenta de cientos de personas. Es por eso que es necesario contar con un trabajo que muestre, a los estudiantes de ingeniería en telecomunicaciones, los aspectos necesarios para brindar un mantenimiento preventivo y/o correctivo de este radiolocalizador. Mostrando una aplicación práctica de los conocimientos adquiridos dentro de las materias de telecomunicaciones.

Con el objetivo que el lector adquiera, de una manera sencilla, los conocimientos necesarios para darle un mantenimiento preventivo o correctivo al radiolocalizador fue necesario dividir este trabajo en cuatro capítulos: conceptos, descripción, funcionamiento y mantenimiento preventivo y correctivo del radiolocalizador Advisor Elite.

En el capítulo uno se presentan los conceptos necesarios para el desarrollo y entendimiento del trabajo en general, mediante una breve historia de la comunicación inalámbrica, la descripción del espectro electromagnético, la modulación y la demodulación de señales y los códigos de línea, los tipos de radiolocalizadores; así como una amplia explicación del protocolo de comunicación utilizado por el radiolocalizador Advisor Elite denominado FLEX<sup>®</sup>.

En el capítulo dos se describen las especificaciones técnicas, las características de operación, los diagramas a bloques de sus circuitos, los controles del usuario, los distintos indicadores, los iconos en pantalla y la programación del radiolocalizador Advisor Elite.

En el capítulo tres se explica el funcionamiento del radiolocalizador Advisor Elite, describiendo a detalle las facilidades que tiene el usuario, además de la descripción por bloques del funcionamiento de las tarjetas receptora y decodificadora con la que está compuesta la circuitería total del radiolocalizador. Así como también, las especificaciones de sensibilidad de recepción del equipo.

En el capítulo cuatro se detallan los aspectos necesarios para darle mantenimiento preventivo y correctivo al radiolocalizador Advisor Elite. Dentro de este capítulo se presenta el equipo de prueba necesario para los dos tipos de mantenimiento, se muestran los pasos a seguir para el desensamble y ensamble del equipo, se explica el modo de auto diagnóstico con el que cuenta el radiolocalizador (útil para identificar las posibles fallas que pudiera tener), se detalla el procedimiento de ajuste de la ganancia de la antena y de la segunda frecuencia intermedia, así como los diagnósticos y pruebas de los problemas que pudieran tener las tarjetas receptora y decodificadora, la pantalla, la batería y los botones del radiolocalizador.

Al final de este trabajo se presenta un apéndice, el cual contiene el manual de operación del radiolocalizador, las conclusiones del presente trabajo y la bibliografía empleada.

---

# CAPÍTULO 1.

## CONCEPTOS

---

### 1.1 HISTORIA DE LA COMUNICACIÓN INALÁMBRICA

Los sistemas de comunicación inalámbrica tienen sus inicios en el siglo XIX (1864), cuando un profesor de física escocés de la universidad de Cambridge, James Maxwell mostró teóricamente que un disturbio eléctrico propagándose a la velocidad de la luz podía producir un efecto a distancia. Esta teoría fue puesta en práctica por primera vez por el físico Alemán Heinrich Hertz, quien demostró en 1880 que la electricidad puede transmitirse en forma de ondas electromagnéticas a varios metros de distancia. La distancia de transmisión fue rápidamente prolongada por Marconi, quien en 1901 logró transmitir el código Morse a través del océano Atlántico. En 1906 se tuvo la primera transmisión exitosa de señales de radio realizada por Reginald Fessender y Lee De Forest. Posteriormente, el tubo al vacío, "bulbo", hizo posible la transmisión de mensajes de voz. En 1915 la compañía "American Telephone & Telegraph" transmitía mensajes de voz desde Washington, D.C. hasta París y Honolulu. En 1933 surgió el primer sistema de transmisión de señales de radio de dos vías; el cual se utilizaba por el departamento de policía de Detroit como se ilustra en la figura 1.1.1.

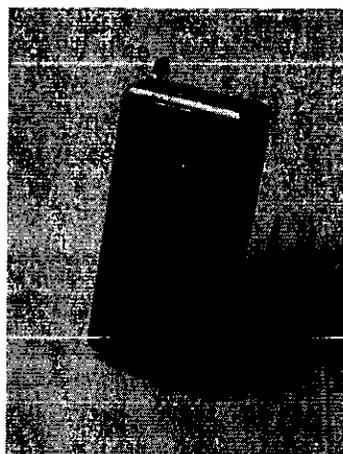


**Figura 1.1.1** Policía comunicándose a través de un sistema de radiocomunicación dos vías.

Estos sistemas de radio bidireccional contaban con una unidad que controlaba el envío de los mensajes operada por un despachador de la estación de policía con un transmisor capaz de enviar mensajes a las unidades móviles. En 1936 la Comisión Federal de Comunicaciones asignó los primeros canales permanentes para las comunicaciones policiacas. Entre 1928 y 1950 se dieron varios saltos en

el avance de la comunicación con señales de radio, desde la introducción del primer sistema de radio para comunicaciones móviles hasta el primer aparato radiolocalizador (equipo móvil receptor de mensajes). El primer radiolocalizador era de tipo analógico y utilizaba un sistema de antenas muy grandes, por lo que los rangos de frecuencias eran muy pequeños. Estos sistemas de radiolocalización inicialmente fueron usados solo para comunicaciones dentro de edificios. La primera vez que se introdujo un sistema de radiocomunicación documentado correctamente se remonta al año de 1949. Este sistema fue desarrollado e instalado por el Ingeniero en Electrónica Charles F. Neergard en el hospital de Santo Tomas, en Londres Inglaterra, donde anteriormente había estado hospitalizado y era constantemente molestado por los mensajes que se emitían para los doctores del hospital por medio de altavoces; todo esto le hizo pensar en un sistema de comunicación que de forma silenciosa y privada se pudiera mandar y almacenar un mensaje para posteriormente ser consultado. Al principio se colocó un enlace de audio frecuencia alrededor del edificio del hospital. Cada radiolocalizador se sintonizaba a la frecuencia de la señal asignada; sin embargo, esta técnica causaba interferencias a otros equipos. No obstante, se incremento en gran medida el número de usuarios, por lo que se introdujo la modulación en frecuencia (subtema 1.3.1.2) de la señal portadora de información, que variaba de los 30 a los 40 kilohertz (KHz). Estos sistemas aún se utilizan ampliamente debido a sus excelentes características para aprovechar su espectro radioeléctrico. Sin embargo, el costo de instalación y la predicción del alcance, hacen del sistema poco atractivo en comparación con otros sistemas de radiocomunicaciones.

El área de cobertura de estos sistemas permitía tan solo una operación local pero durante las décadas de los 60's su uso se expandió con rapidez, utilizando las bandas de 27 a 42 megahertz (MHz) y la banda de los 470 MHz (subtema 1.2). En 1955, Motorola introduce su primer radiolocalizador de bolsillo, "Pageboy I", capaz de recibir un mensaje de radio en particular. Este radiolocalizador se muestra en la figura 1.1.2. Los hospitales se encuentran entre los primeros usuarios de este equipo.



**Figura 1.1.2 Primer Radiolocalizador de Bolsillo.**

En principio, la intención de los radiolocalizadores y sus correspondientes sistemas era reemplazar los sistemas de altavoces dentro de edificios como fábricas, hoteles y hospitales. El primer sistema de radiolocalización público de cobertura amplia fue desarrollado en la década de los 60's. En un principio, los usuarios llamaban vía telefónica a un operador quien tecleaba en el sistema la dirección del radiolocalizador deseado. Sin embargo, inmediatamente se notó que el usuario podía marcar directamente el número que representaba la dirección del radiolocalizador deseado y que los pulsos de marcación podían ser recibidos en una terminal automática, la cual podía comprobar la validez de la llamada y dar acuse de recibo al usuario, memorizar y colocar en una fila los mensajes entrantes, encender los transmisores y transmitir en tramas las llamadas previamente recibidas. Si se deseaba, la facturación también podía ser incluida en este proceso automático. Un ejemplo de este tipo de sistemas fue el sistema de Bell Canadá "*System Wide Area Pagin*" (SWAP).

En Europa, los sistemas de radiolocalización de cobertura amplia fueron inaugurados en Holanda y Bélgica en 1964 y en Suiza en 1965 usando los radiolocalizadores montados en vehículos.

Los primeros radiolocalizadores recibían únicamente su propia dirección y simplemente emitían un tono de alerta, notificando al usuario que debía de llamar a su hogar u oficina para recoger el mensaje. Un ejemplo de estos equipos fue el radiolocalizador transistorizado "Pageboy I", que fue suministrado en 1965, a la compañía de telecomunicaciones "AT&T", bajo el nombre de "Bellboy" por el fabricante Motorola. En su tiempo, este radio costaba aproximadamente \$245.00 dólares, y aunque el precio era alto para su época las ventas empezaron a crecer. Para 1969 Motorola ofrecía 16 diferentes modelos de radiolocalizadores, incluyendo los modelos de tono y voz, además del modelo de solo tono. A medida que la demanda crecía, también había cambios en el tipo de señalización para lograr enviar la mayor cantidad de mensajes en el menor tiempo posible. Para finales de los años 60's empezaron a aparecer sistemas de señalización que utilizaban la digitalización binaria.

Actualmente se ha detenido la producción de radiolocalizadores que utilizan una combinación de frecuencias. En Japón funcionaban muchos sistemas de radiolocalización regionales y para que no existieran interferencias entre ellos, cada uno utilizaba una frecuencia diferente de su señal portadora de información. Por lo tanto no fue posible tener un sistema nacional generalizado de radiolocalización.

En 1978 emergió un código digital de solo tono que tenía una capacidad de manejar 65,000 equipos. Posteriormente, este código fue extendido para incluir mensajes alfanuméricos que podían ser mostrados en una pantalla de cristal líquido. En 1970 se introdujo en Canadá el primer sistema de radiolocalización digital y de inmediato despertó gran interés. La utilización de técnicas de señalización digital no se había considerado por completo debido a que tenía ciertas desventajas. En esa época, las técnicas digitales ofrecían una baja

sensibilidad; debido a que cuando se deseaban grandes capacidades de direccionamiento y tasas de llamadas, el ruido producido ocupaba un mayor ancho de banda que el de la señalización por tonos. Sin embargo, como el costo de la tecnología digital es menor y por su gran capacidad de direccionamiento y manejo de un alta tasa de llamadas, es posible crecer los sistemas de acuerdo a las necesidades y lograr sistemas de radiolocalización de cobertura para grandes ciudades e incluso países enteros; por lo tanto, la señalización digital fue la alternativa más apropiada.

Los sistemas digitales de radiolocalización, también tienen la ventaja de poder proporcionar fácilmente funciones y características adicionales, como por ejemplo, múltiples direcciones y mensajes alfanuméricos. Tales características son las razones por las cuales los fabricantes de sistemas de radiolocalización han introducido la señalización digital. En el Reino Unido, la Oficina de Correo Británica (BPO, actualmente British Telecom) inauguró su primer servicio de radiolocalización en 1973 y comenzó el servicio nacional en 1976. Al principio; el sistema utilizaba dos diferentes tipos de códigos, transmitiendo los mensajes en turnos. Enviaba un lote de mensajes en un código y posteriormente otro lote de mensajes en otro código. Sin embargo, este método de multicódigo empezó a demostrar que era por demás costoso. La BPO generó un código estándar industrial reuniendo a manufactureros similares de radiolocalizadores de varias partes del mundo para que en conjunto, dentro del Post Office Code Standardization Advisory Group (POGSAC) alcanzaran acuerdos para crear codificaciones estándares. El código resultante POGSAC, que tiene la capacidad de incluir mensajes numéricos y alfanuméricos completos, fue tan prometedor que se presentó ante el CCIR (Comité Consultor Internacional de Reglamentación) como un estándar internacional. En febrero de 1982 el CCIR adoptó al código POGSAC como el Código No. 1 de Radiomensajería. El POGSAC es utilizado en muchas partes del mundo y antes de la aparición del código de señalización FLEX<sup>®</sup> era el código de señalización más popular que cualquier otro.

## 1.2 EL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

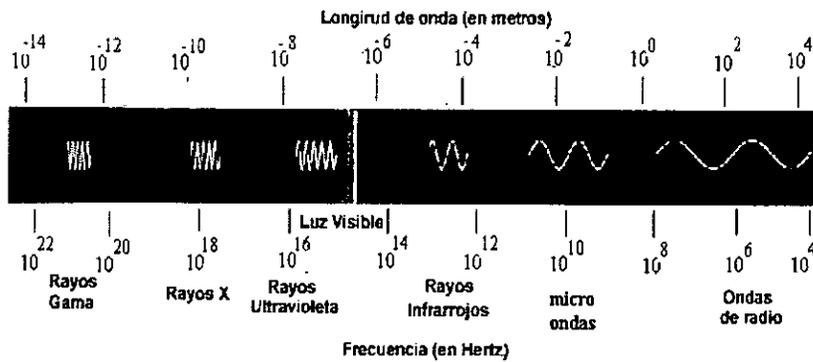
El espectro electromagnético (figura 1.2.1) es el nombre que le dan los científicos a la gama completa de energía radiante, en forma de ondas (luz) o de partículas (protones), cuya longitud de onda va desde cero hasta infinito. La longitud de onda  $\lambda$  de la radiación electromagnética está relacionada con su frecuencia  $f$  mediante la ecuación:

$$\lambda = c / f$$

donde  $c$  es la velocidad de la luz ( $3 \times 10^8$  m/s).

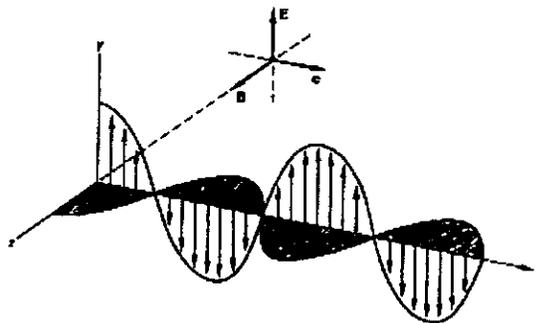
El espectro electromagnético puede ser expresado en función de energía (electrón volts), longitud de onda (metros) o frecuencia (Hertz), dependiendo del estudio realizado. Los distintos límites que se le establecen obedecen más a

causas históricas que físicas. El espectro electromagnético es continuo; no hay separaciones tangibles entre una forma de radiación y otra pero normalmente suele dividirse en al menos siete regiones, más o menos diferenciadas. Haciendo un recorrido a través de la historia, los primeros descubrimientos se remontan a la luz(1700), posteriormente siguió el infrarrojo (1880), el ultravioleta (1881), las ondas de radio (1888), los rayos X (1895), los rayos gamma (1900) y, poco después, las microondas (1930).



**Figura 1.2.1 Espectro electromagnético**

A diferencia del sonido, la radiación electromagnética no necesita de un medio para propagarse. Además, las ondas del sonido son longitudinales y las radiaciones electromagnéticas, son transversales (figura 1.2.2). La estrecha banda espectral que vemos los humanos (que impregna nuestra retina) suele denominarse luz. Sin embargo, es una especificación inexacta, ya que la retina responde también a los rayos X. Se pueden ver sombras de rayos X proyectadas directamente a la retina, aunque el ojo no puede formar imágenes a la manera usual. Además, muchos de nosotros podemos ver, aunque no demasiado bien, en el infrarrojo y también en el ultravioleta.



**Figura 1.2.2 Onda transversal**

Como se mencionó anteriormente el espectro electromagnético se puede explicar en función de la energía, frecuencia o longitud de onda; es decir, distancia entre las crestas de ondas, y cantidad de ciclos del movimiento de la onda en

cualquier tiempo dado en cuanto a frecuencia. Las enormes diferencias entre estas longitudes de ondas y frecuencias se cuentan entre sus más curiosas características. Así, en un extremo del espectro están los rayos gamma, de  $10^{-14}$  a  $10^{-12}$  metros entre cada cresta, creados en una relación de  $10^{22}$  a  $10^{20}$  veces por segundo. Al otro extremo están las ondas radioeléctricas, hasta de  $10^4$  metros de longitud y producidas  $10^4$  veces por segundo.

Partiendo de las frecuencias más bajas (longitudes de onda de mayor tamaño) del espectro electromagnético, tenemos que, las frecuencias bajas (ondas de radio) son dos: la banda de muy baja frecuencia (very low frequency, VLF) abarca de 3 a 30 KHz, el equivalente al rango de 100 a 10 metros; y la baja frecuencia (low frequency, LF) que va de 30 a 300 KHz. Las frecuencias medias (FM) se encuentran arriba de las bajas, entre 300 KHz y 3 MHz, se usan para las transmisiones de televisión, radio AM y FM y onda corta. Por la gran cantidad de aparatos receptores que hay en todo el mundo no se les ha asignado otras funciones.

La banda de alta frecuencia (high frequency, HF), de 3 a 30 MHz. El intervalo de longitudes está entre 0,3 m y 1 mm. Las frecuencias de esta banda tienen posibilidades de alcance mundial, aunque funcionan de manera muy irregular ya que la propagación de las ondas depende de la geografía de los suelos, el clima, el horario, etcétera. Antes de que se inventaran los satélites y los cables submarinos, esta banda de frecuencias se usaba para el servicio telefónico internacional pero en nuestros días, esta banda ha sido asignada en muchos países a grupos de aficionados de Banda Civil.

Las siguientes bandas del espectro son las de muy alta frecuencia (very high frequency, VHF), de 30 a 300 MHz, y ultra alta frecuencia (ultra high frequency, UHF), de 300 MHz a 3 GHz. Aquí se ubican los canales de televisión y de radio de frecuencia modulada; también se hacen transmisiones de radio móviles de policías, bomberos, y "radio-taxis". Dentro de estas frecuencias también se encuentra el servicio de telefonía móvil celular y de radiolocalización.

Las bandas donde operan las microondas se localizan en la parte más alta del espectro, la banda de super alta frecuencia (super high frequency, SHF) de 3 a 30 GHz, la extremadamente alta frecuencia (extremely high frequency, EHF) de 30 a 300 GHz, el infrarrojo, la luz visible y rayos ultravioleta.

Con respecto al tipo de energía radiada por sus diferentes ondas, el espectro electromagnético comienza por las ondas de radio. Se han detectado, procedentes del cosmos, ondas electromagnéticas de hasta 27 millones de kilómetros de longitud. La longitud de onda, de las ondas de radio, va desde la longitud anterior hasta unos  $10^4$  m. Dentro de este conjunto se encuentran las frecuencias de transmisión de televisión, las de radio de AM y FM y onda corta.

Las microondas se encuentran dentro del intervalo de longitudes esta entre 0,3 m y 1 mm. Su uso es muy variado, desde conversaciones telefónicas, cocinar

hamburguesas, hasta el registro de los excesos de velocidad (radar). Se utilizan también, en las comunicaciones con vehículos espaciales.

El infrarrojo (IR) es la energía que emiten todos los objetos calientes, desde el carbón incandescente hasta los radiadores. Casi la mitad de la energía radiante emitida por el Sol es IR. Nosotros mismos emitimos IR. Existen películas fotográficas, sistemas de televisión (termógrafos), satélites espías que responden al IR. También se utilizan radiaciones infrarrojas en detectores térmicos de cáncer de mama, en los sistemas de detección de posibles ladrones, etc.

En Física, cuando se emplea la palabra color, se hace únicamente de forma vaga o someramente descriptiva, pues físicamente lo que distingue una sensación de color de otra es la longitud de onda de la radiación luminosa que impresiona nuestro sentido de la vista, y si, como generalmente sucede, la radiación es compuesta, el ojo no puede analizar las distintas radiaciones o longitudes de onda que recibe y aprecia tan sólo el tinte o "color" resultante.

Lo que habitualmente denominamos luz es radiación electromagnética cuya longitud de onda está comprendida entre 380 y 780 nanómetros (nm). Dichas radiaciones son registradas por minúsculas células receptoras (conos y bastoncillos) ubicadas en la retina del ojo. La misión de ambas es captar la energía de las radiaciones que inciden en ellas y transformarlas en impulsos eléctricos. Tales impulsos son los que forman los códigos que, a través del sistema nervioso, son enviados al cerebro, donde tiene lugar la sensación de color propiamente dicha. La percepción del color, sensación experimentada por los seres humanos y determinados animales, es un proceso neurofisiológico muy complejo. Los métodos utilizados actualmente para la especificación del color se encuadran en la especialidad denominada colorimetría.

Después del espectro visible tenemos el rango de las ondas ultravioleta (UV). Se trata de la llamada luz negra de los anuncios luminosos, la radiación que broncea la piel y activa la síntesis de la vitamina D en su interior. En la actualidad existen microscopios ultravioleta e incluso telescopios diseñados para ver el UV. Cualquiera que haya sufrido quemaduras por la acción del Sol, tiene un conocimiento de la potencia de la radiación ultravioleta. Todo el interés actual sobre el ozono de la Tierra proviene del hecho de que esta envoltura gaseosa absorbe la radiación ultravioleta, que de no ser así sería letal para la mayoría de los seres vivos.

Cuando se descubrieron los rayos X la gente los utilizaba para cosas tan variadas que iban desde la depilación facial hasta curar el acné (se realizó hasta los años 50's). Los rayos X son muy penetrantes y peligrosos en potencia.

Ya al final del espectro electromagnético están los rayos gamma. Estos rayos son muy penetrantes. Se emiten en desintegraciones de átomos radiactivos. Pueden producir cáncer al interactuar con la materia viva. También se sabe que

los rayos gamma destruyen con más facilidad las células cancerosas que a las células normales, por lo que se utilizan como tratamiento para algunos cánceres.

Todos los servicios de comunicación inalámbricos que van desde telefonía móvil, radiodifusión, TV, radiolocalización, meteorología por satélite, etc. son ubicados en una de las bandas del espectro radioeléctrico de acuerdo a sus necesidades y a la disponibilidad de frecuencias. Esta asignación es realizada por la oficina que administra el espectro en cada país. En México la Comisión Federal de Telecomunicaciones (COFETEL) es la entidad gubernamental que verifica que no exista interferencia entre usuarios en el espectro asignado a cada uno, una vez que sus sistemas han sido instalados, y checa periódicamente el espectro para detectar usuarios sin permiso para la instalación de equipos de transmisión y aplicar su sanción respectiva. Todo esto lleva a una mejor utilización y planificación del espectro radioeléctrico. Los equipos de medición que permiten realizar el análisis de la señal en el dominio de la frecuencia son los analizadores de espectro.

### **1.3 MODULACIÓN - DEMODULACIÓN**

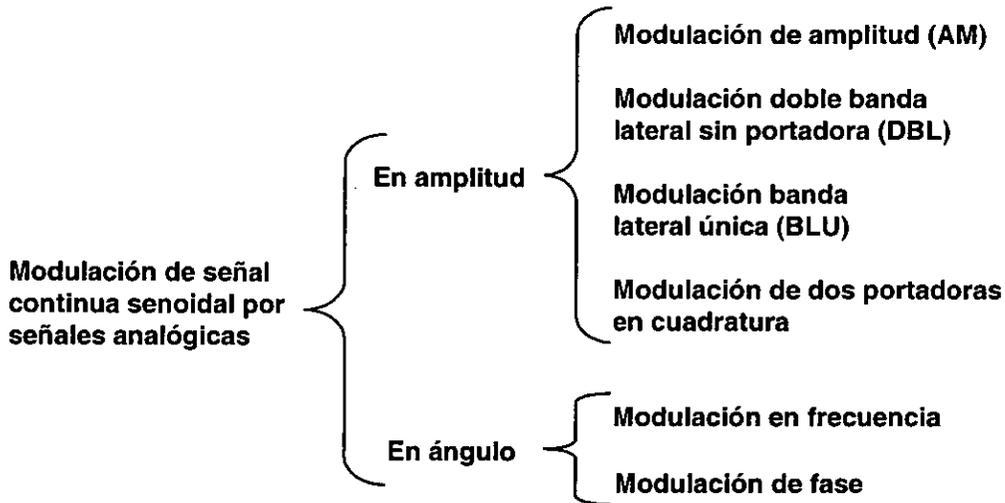
Se entiende como modulación al proceso de trasladar el espectro de frecuencias de una señal a cualquier rango de frecuencias que resulte conveniente para hacer más fácil su transmisión por señales electromagnéticas. En otras palabras, la modulación consiste en hacer variar una de las características de una señal llamada portadora ya sea en amplitud, frecuencia, o fase, con el fin de transmitir información según el modelo proporcionado por otra señal llamada mensaje o señal de información. El grado de cambio de la señal portadora, desde su estado normal sin modular, es lo que se conoce como índice de modulación o porcentaje de modulación.

La necesidad de modular señales, surge con el fin de reducir la altura de las antenas y el tamaño de los equipos de comunicaciones. En general, de esta manera se optimiza el uso del espectro de frecuencias. No debe pasarse por alto que una de las mayores ventajas que se tienen con el uso de la modulación, es la reducción del ruido (señal no deseada de tipo ininteligible que afecta las señales de información) introducido a las señales durante las transmisiones con lo que se obtiene una mejora en la relación señal a ruido. El proceso de modulación debe ser previo a cualquier otro proceso, principalmente antes de la amplificación.

En una señal de forma senoidal se tienen tres parámetros que pueden hacerse variar en los procesos de modulación. Es decir, la amplitud de la señal se puede hacer cambiar y por tanto, dar lugar al proceso de "Modulación en Amplitud", también se puede cambiar la frecuencia de la señal, dando lugar a la "Modulación en Frecuencia" y por último, se puede variar el ángulo de fase para originar el proceso de "Modulación en Fase".

### 1.3.1 MODULACIÓN ANALÓGICA O DE SEÑAL CONTINUA

La modulación analógica consiste en montar las variaciones de una señal (señal moduladora) en otra señal de forma senoidal que sea continua y de amplitud, frecuencia y fase constantes (señal portadora) de tal manera que al menos uno de los parámetros de ésta última señal pueda ser cambiado en función de esas variaciones. En el cuadro sinóptico 1.3.1 se muestran los métodos tradicionales de esta forma de modulación.



Cuadro 1.3.1 Métodos de modulación analógica

#### 1.3.1.1 Modulación de amplitud

Para el caso de modulación en amplitud (Amplitude Modulation, AM). Se cambia la fuerza o amplitud de la señal portadora proporcionalmente con la señal moduladora con lo que se mantiene su ángulo y la frecuencia constantes, en la figura 1.3.1 se muestra un ejemplo de la modulación en amplitud.

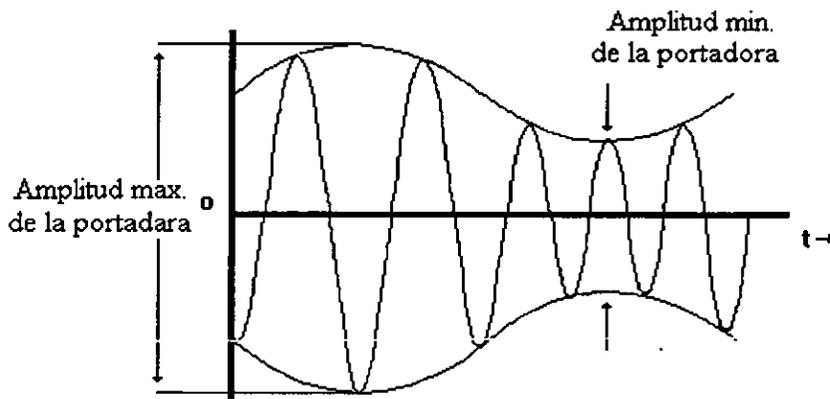
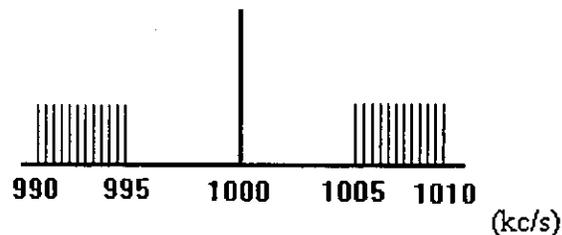


Figura 1.3.1 Señal senoidal modulada en amplitud

Al modular en amplitud, se ocupa el espectro de frecuencias de la señal portadora y de sus bandas laterales, las cuales son las frecuencias adyacentes que aparecen al modular, por lo que la señal portadora es el resultado de la suma de tres señales, es decir, la senoide de la portadora con sus dos bandas laterales. En la figura 1.3.2 se muestra un ejemplo del espectro de frecuencias que ocupan las dos bandas laterales en ambos lados de su frecuencia central, la cual pertenece a una señal modulada en amplitud.



**Figura 1.3.2 Representación de las bandas laterales de una frecuencia central.**

Por lo anterior, la modulación en amplitud se divide en los siguientes tipos de modulación:

#### **DOBLE BANDA LATERAL (DBL)**

Este tipo de modulación permite una mayor facilidad para transmitir información debido a que se varía solo la amplitud de la señal portadora. Como se vio anteriormente, el espectro de frecuencias de la señal modulada está formado por una componente que representa a la señal portadora y por dos componentes mas, una a cada lado de la portadora que representan, respectivamente, a las bandas laterales inferior y superior. La potencia utilizada para la transmisión de la señal modulada se distribuye en las tres componentes que constituyen la señal; es decir, con la energía que se encuentra en una de las dos bandas laterales se desperdicia una gran cantidad de la potencia con la que se envía la señal. Para mejorar el aprovechamiento de la potencia se utiliza la técnica de "supresión de portadora", la cual se explica a continuación.

#### **DOBLE BANDA LATERAL CON SUPRESION DE PORTADORA (DBLSP)**

En esta técnica de modulación, se suprime la señal portadora, logrando un ahorro de potencia en la transmisión y un aumento en la eficiencia de la misma.

#### **BANDA LATERAL UNICA (BLU)**

El espectro de la doble banda lateral tiene dos bandas laterales, la superior y la inferior, cualquiera de ellas contiene la información completa de la señal original. Cuando se transmite solo una banda lateral se conoce como transmisión de banda lateral única y requiere solo la mitad del ancho de banda de una señal de doble banda lateral.

## BANDA LATERAL RESIDUAL (BLR)

Un sistema de banda lateral residual es un compromiso entre la DBL y la BLU. Hereda las ventajas de la DBL y de la BLU pero evita sus inconvenientes, las señales BLR son relativamente fáciles de generar y al mismo tiempo su ancho de banda es solo ligeramente mayor que las señales de BLU (típicamente 25%).

### 1.3.1.2 Modulación de frecuencia

En la Modulación de Frecuencia (FM Frequency modulation). Se hace variar la frecuencia de la señal portadora proporcionalmente con la amplitud de la señal moduladora. En esta modalidad, la amplitud de la señal portadora es idealmente constante. Entre mayor sea la amplitud de la señal moduladora, mayores serán las variaciones de las frecuencias de la señal portadora, por lo que se debe limitar la amplitud de la moduladora a un cierto valor, para que el ancho de banda que se ocupe no se dispare a valores muy elevados. En la figura 1.3.3 se muestra una señal modulada en frecuencia.

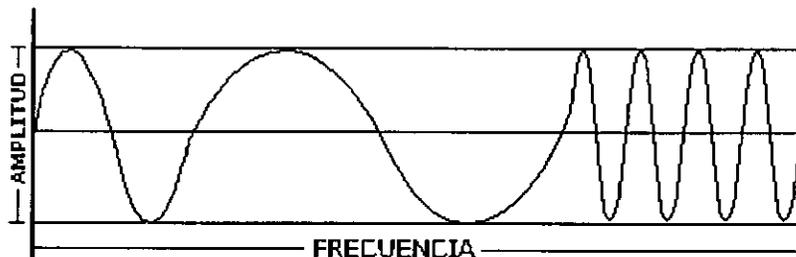


Figura 1.3.3 Señal modulada en frecuencia

### 1.3.1.3 Modulación de fase

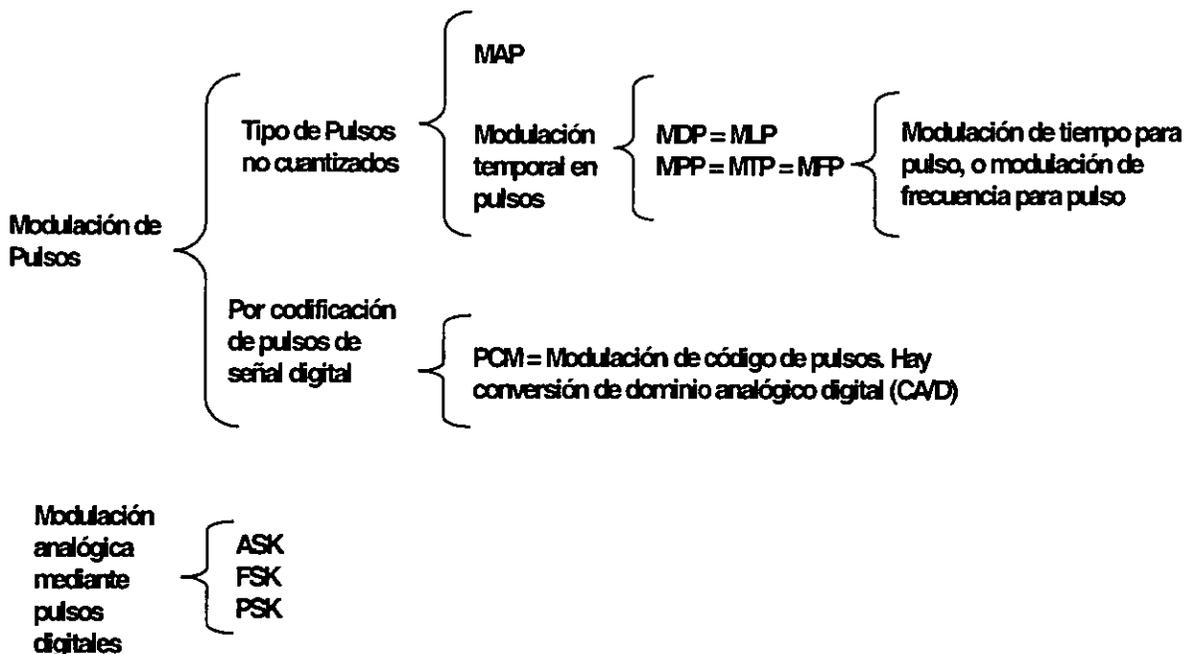
En la Modulación en Fase (Phase Modulation, PM). Las amplitudes de las señales moduladora y portadora son constantes, lo único que se hace variar es el ángulo de fase de la señal portadora. Las señales moduladas en fase ocupan la misma cantidad del espectro de frecuencias que las señales moduladas en frecuencia, sin embargo, sus ángulos de fase variarán con una diferencia de  $90^\circ$ .

## 1.3.2 MODULACIÓN DIGITAL

Hasta ahora, solo se han utilizado señales analógicas continuas para modular. Los sistemas que utilizan esta técnica son muy utilizados y continuarán siéndolo para ciertas aplicaciones debido a su sencillez y buen desempeño. Paralelamente, el desarrollo de sistemas de modulación utilizando señales que varían por intervalos cortos sucesivos (pulsos) ha permitido una forma alterna de modulación que se conoce como "Modulación de Pulsos o Modulación Digital". En este método de modulación se utilizan pulsos planos regularmente espaciados y cada uno de una amplitud que corresponda proporcionalmente a las variaciones de amplitud de la señal original. Tales pulsos son llamados a veces "señales sucesivas separadas" y

son generados bajo el proceso de “cuantización”, este proceso se explica dentro del capítulo 1.3.2.4. En otras palabras, la modulación por pulsos consiste en remplazar una señal continua por niveles de energía separados en espacios de tiempo.

Se pueden modificar los parámetros de un pulso o una sucesión de pulsos (tren de pulsos) después de que han sido generados en tres maneras distintas, siempre que los pulsos sean generados periódicamente y de la misma amplitud, siendo éstas: modulación de amplitud de pulso (MAP), modulación de longitud o duración de pulso (MLP o MDP) y Modulación de Posición de Pulso (MPP). En el cuadro 1.3.2 se muestran los tipos de modulación digital.



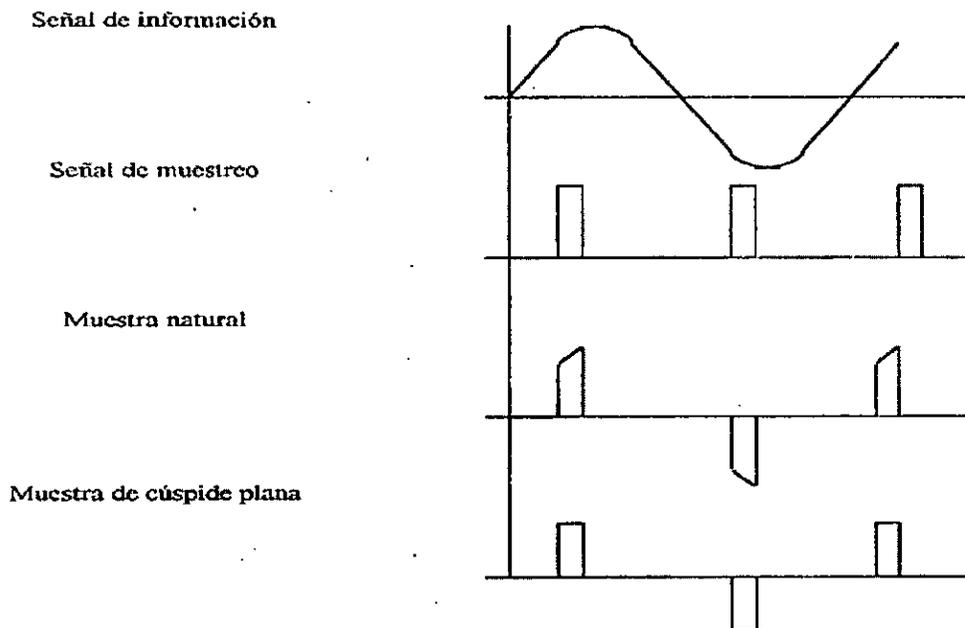
**Cuadro 1.3.2 Tipos de modulación Digital**

### 1.3.2.1 Modulación de amplitud de pulsos (MAP)

En la modulación de amplitud de pulsos, la amplitud de un tren de pulsos se varía de forma proporcional con la amplitud de la señal moduladora. Básicamente, se toman muestras de la señal moduladora, proporcionalmente con el tren de pulsos, de acuerdo con el teorema de muestreo que da la frecuencia mínima a que debe hacer un muestreo de la señal moduladora. En la figura 1.3.5 se muestra un ejemplo de la modulación de amplitud de pulsos.

Por otro lado, el teorema de muestreo nos indica que tanto para los sistemas analógicos, como para los sistemas digitales, la señal de información no se va a modular en forma permanente, sino que se va a realizar tomando muestras de esta información con la frecuencia suficiente para que en el extremo lejano demodulador o receptor sea posible recomponer la señal de información. Se

requiere un número suficiente de muestras para permitir la reconstrucción total de la señal. Una señal muestreada a un ritmo de dos veces mayor que la mayor frecuencia más significativa de la señal de información, se puede reconstruir en el receptor con alto grado de precisión. A este ritmo de muestreo se le conoce como velocidad de Nyquist. Existen dos tipos posibles de muestreo, los cuales se denominan Muestreo de Cúspide natural y Muestreo de Cúspide Plana. La muestra de cúspide plana o muestra natural es un tipo de señal muestreada en el que cada pulso de muestra sigue a la señal de información durante todo el tiempo de duración del pulso de la señal de muestreo. La muestra de cúspide plana es aquella en la que la cúspide de cada pulso de muestra es de un valor constante e igual al primer valor de la señal de información en el momento de producirse el pulso de la señal de muestreo. En la figura 1.3.4 se muestran los dos tipos de muestreo.



**Figura 1.3.4 Tipos de muestreo**

### 1.3.2.2 Modulación por duración de pulsos (MDP)

Si en vez de variar la amplitud de un tren de pulsos periódicos, manteniendo su duración constante, se varía la longitud o duración de los pulsos manteniendo su amplitud constante se obtiene la modulación por duración de pulsos. Si se generan pulsos con separaciones muy estrechas entre si, se logra reducir el ruido pero se genera el inconveniente de requerir un mayor ancho de banda del canal de transmisión que el requerido por el sistema MAP.

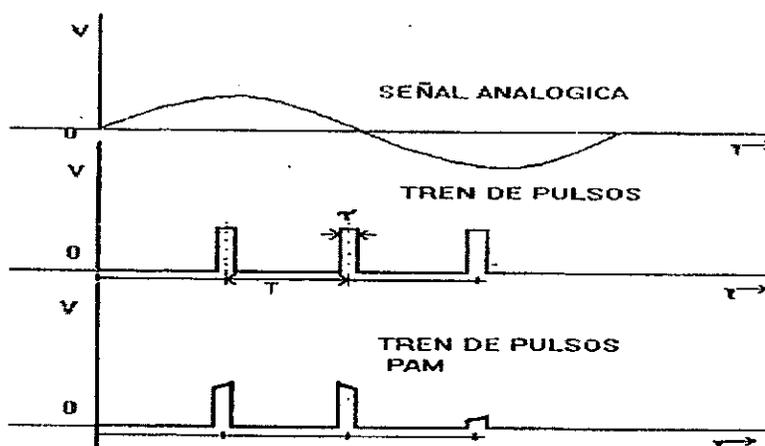


Figura 1.3.5 Modulación en amplitud de pulso

#### 1.3.2.3 Modulación de posición de pulsos (MPP)

La modulación de posición de pulsos se obtiene a partir del cambio en la duración de los pulsos. Este tipo de modulación permite transmitir con menor potencia que la MDP puesto que los pulsos son más cortos y el transmisor se desconecta en los intervalos (más largos) entre pulso y pulso.

#### 1.3.2.4 Modulación de código de pulsos (PCM)

Este tipo de modulación utiliza grupos de pulsos codificados para representar los valores de la señal moduladora.

La señal moduladora a transmitir se compone de un grupo continuo de valores, esta señal es primero muestreada para que esas muestras resultantes formen un tren de pulsos modulados en amplitud, a continuación, a dichos pulsos se les asigna un valor cuantizado. Los pulsos cuantizados son codificados en grupos de acuerdo al código binario (0's y 1's), el número máximo de pulsos que puede contener un grupo depende del número total de niveles de cuantización elegidos para el sistema.

La técnica de dividir en grupos de valores digitales los valores originales continuos de una señal analógica, es lo que se conoce como cuantización. Una señal cuantizada es una aproximación de una señal analógica. Existen dos tipos de cuantización: la cuantización uniforme, en la que los niveles se encuentran separados uniformemente y la cuantización no uniforme, en la que la separación es desigual.

Se debe tener muy en cuenta la mínima rapidez en que se deben tomar las muestras sucesivas de la señal a transmitir, con el fin de reconstruirla lo mejor posible en el receptor a partir de esas muestras.

Cuando una señal continua se digitaliza y representa por un código, cada dígito o pulso muestra una parte de la señal con su propio valor en un código digital. La información en esta forma puede recibir tratamiento extra con miras a una utilización más eficiente de algún sistema de transmisión como se explica a continuación:

### 1.3.3 MODULACIÓN INVOLUCRANDO SISTEMAS ANALÓGICO - DIGITALES

Los sistemas de comunicaciones cumplen con su función de dos maneras: tomando como base una estructura analógica o una estructura digital. Debido a esto, se hace necesario utilizar una estructura que transporte datos digitales codificados, lo cual se logra alternando las características de una señal continua generada por un sistema analógico proporcionalmente con niveles de pulsos digitales. La modulación de una señal portadora analógica mediante pulsos binarios significa que una señal senoidal continua variará una de sus características como la amplitud, la frecuencia o la fase en forma proporcional a una sucesión digital.

Básicamente existen tres formas de modulación involucrando sistemas analógico - digitales, a los cuales se les asocia respectivamente el término "Conmutación de corrimiento de Amplitud" (Amplitude Shift Keying = ASK), "Conmutación de corrimiento de Frecuencia" (Frequency Shift Keying = FSK) y "Conmutación de corrimiento de Fase" (Phase Shift Keying = PSK).

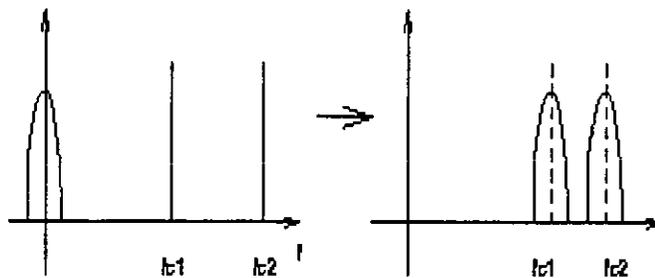
#### 1.3.3.1 Modulación ASK

Tomando como base al principio de modulación en amplitud y que ahora la señal moduladora consta de pulsos (niveles lógicos 1 y 0) que representan valores de una señal digital, la señal portadora pasará o será bloqueada de acuerdo a los niveles lógicos. Este es el principio del sistema ASK para comunicar información, de tal forma que en el punto destino la recuperación de los datos digitales, será en función de la presencia o ausencia de la amplitud de la señal portadora. Por la poca inmunidad al ruido en los medios de transmisión, este sistema no es el favorito para transmisión de información codificada.

#### 1.3.3.2 Modulación FSK

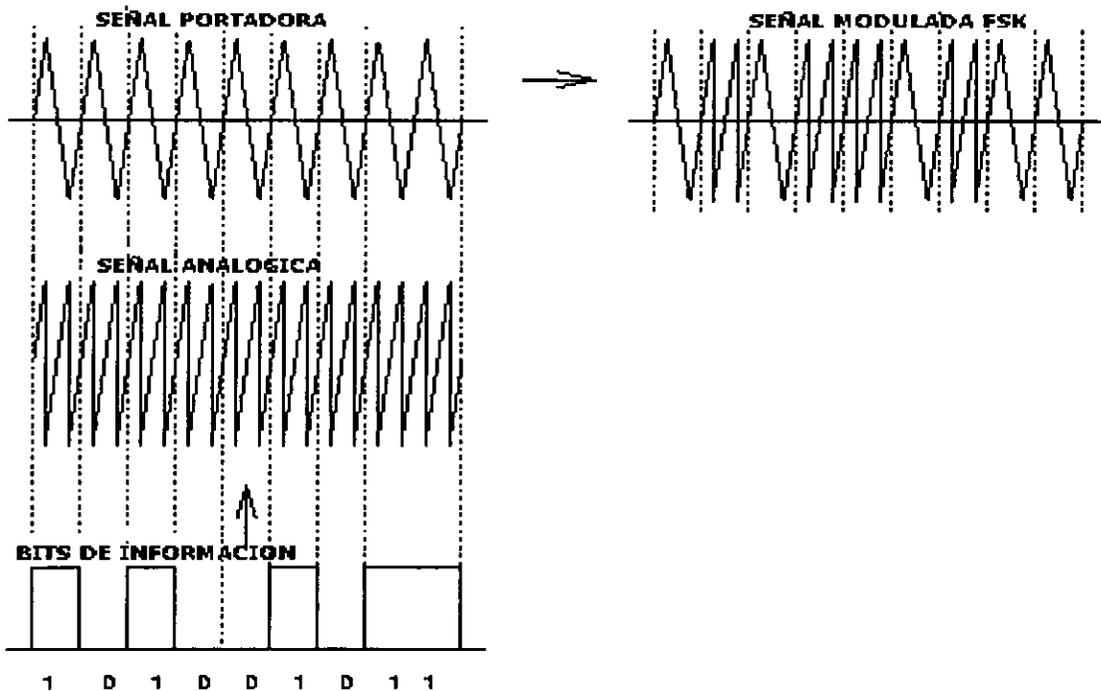
Si se desea aumentar el nivel de confianza en la transferencia de información, puede optarse por el sistema de transmisión de datos abreviado como FSK. En ese caso al aplicarse la señal moduladora, en su versión de 1's y 0's, la frecuencia de la señal portadora conmutará (cambiará) entre dos valores diferentes que representarán respectivamente a los niveles lógicos (1's y 0's). La señal modulada resultante puede tomarse en cuenta como la suma de las dos amplitudes de señales con diferentes frecuencias. En la figura 1.3.6 se muestra el espectro de frecuencias ocupado por el resultado de modular señales en FSK.

La modulación FSK se clasifica dentro de banda ancha si la separación entre las dos frecuencias ocupa un rango de frecuencias grande en comparación con el ancho de banda que ocupan los espectros de cada señal. En este caso, el espectro de la señal modulada aparece como la separación de dos señales ASK.



**Figura 1.3.6 Cambio del espectro de frecuencias al modular en FKS**

El término “Banda Estrecha FSK” es usado para describir a una señal FSK cuya frecuencia portadora esta separada por un menor ancho de banda que el ocupado por el espectro de frecuencias en la modulación ASK. En la figura 1.3.7 se ilustra la modulación FSK.



**Figura 1.3.7 Modulación FSK**

Se supone que la amplitud de la señal portadora se mantiene constante, pero en caso de haber variaciones, no alterarán la recuperación de la información genuina en el receptor. El sistema FSK tiene mucha aplicación en transmisiones de datos a larga distancia a velocidades altas.

### 1.3.3.3 Modulación PSK

Modular una señal senoidal continua con niveles lógicos 0's y 1's de voltaje (los cuales bajo un código preestablecido representarán valores de pulsos que son muestras en intervalos de una señal) para que dicha señal modifique su fase al existir un pulso binario y regrese a su fase anterior al no existir pulso y sea a la vez portadora de esa información codificada en un sistema de comunicación analógico, es lo que se ha llamado sistema PSK.

### 1.3.4 DEMODULACIÓN

Para recuperar la señal de información original de las señales moduladas, es necesario volver a trasladar el espectro de frecuencias a su posición original, a ese proceso se le denomina demodulación o detección. Esto se logra con cualquier circuito que tenga una salida que siga la envolvente de la señal de entrada. Considerando el caso de una señal de AM en que la frecuencia de la portadora es grande en comparación con el ancho de banda del mensaje y para el cual el porcentaje de modulación es menor al 100 %, la demodulación puede llevarse a cabo con el empleo de un dispositivo simple aunque altamente efectivo que se conoce como detector de envolvente, el cual produce una señal de salida que sigue exactamente la forma de la señal envolvente de la señal de entrada.

## 1.4 CÓDIGOS DE LÍNEA

Cuando un ingeniero tiene la tarea de seleccionar o desarrollar un código digital debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Longitud del código. Debe de ser lo más corto posible.
- Protección contra errores.
- Información necesaria que garantice la sincronía del equipo receptor (señal de reloj).
- Inmunidad contra la inversión de fase. Si eventualmente, por alguna razón, todos los "unos" cambiaran a "ceros" y viceversa, la señal debe de poder ser decodificada en el equipo receptor sin problemas.
- Restricción en la propagación de errores. Si el equipo receptor se equivoca al reconocer un bit, esto no debe propiciar más errores en los bits subsecuentes.
- El espectro en frecuencia debe de ser lo más adecuado para que la señal fluya sin dificultad a través del medio de transmisión. Para que una señal binaria (unos y ceros) fluya sin dificultad, implica eliminar la componente de corriente directa (CD), reducir la amplitud de las componentes de baja frecuencia e impedir, en la medida de lo posible, las altas frecuencias.

Una sola técnica de codificación no puede cumplir con las seis condiciones antes citadas. Debido a esto se han desarrollado tres tipos de códigos digitales:

- Códigos de longitud mínima.
- Códigos de detección y corrección de errores.

## ➤ Códigos de línea.

Adicionalmente se pueden usar técnicas de modulación digital para cumplir con la última característica o para tener la posibilidad de enviar varias señales simultáneamente por el mismo medio.

Se puede diseñar un buen sistema de comunicaciones utilizando varias de estas técnicas en “cascada”. Por ejemplo, inicialmente se puede usar un código con la longitud mínima posible; enseguida, agregar bits de protección contra errores, adecuar el espectro de la señal con un código de línea y hacer pasar esta señal por alguno de los muchos tipos de módems existentes y enviarla por el medio de transmisión correspondiente. Un módem es un equipo modulador-demodulador que convierte las señales digitales en analógicas y viceversa.

### 1.4.1 NO RETORNO A CERO, “NRZ-LEVEL”

La codificación NRZ-L, figura 1.4.1 es comúnmente utilizada como base de comparación para obtener las ventajas y desventajas de cualquier otro código que se pueda implementar. De manera práctica, este código se utiliza en interfaces que conecten dos o más dispositivos con una comunicación a baja velocidad, ya sea en transmisiones síncronas o asíncronas. Se dice que una transmisión es síncrona cuando se obtiene o se provee la información en periodos de tiempo previamente establecidos. Y en contra parte, en una transmisión asíncrona la información puede ser recibida o entregada en cualquier instante de tiempo. Utilizando NRZ-L, un 1 lógico es enviado como un valor alto y un 0 lógico es enviado como un valor bajo, utilizando lógica positiva. Utilizando lógica negativa un 1 lógico es enviado como un valor bajo y un 0 lógico es enviado como un valor alto.

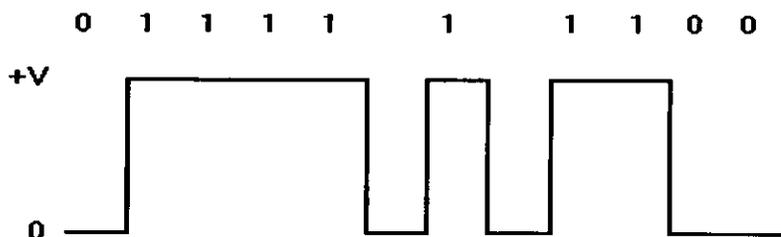


Figura 1.4.1 Código de línea “NRZ-Level”

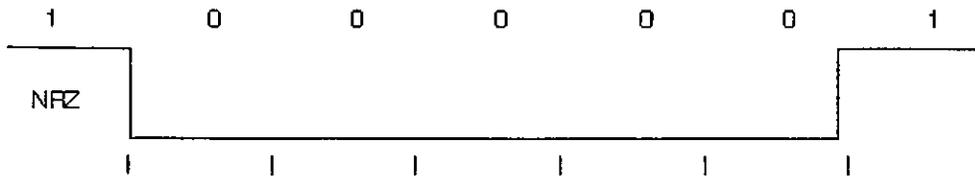
Las ventajas de este formato de codificación son:

- Eficiente uso del ancho de banda.
- Fácil de implementar.

Sus desventajas son:

- Problemas debidos a la componente de CD.

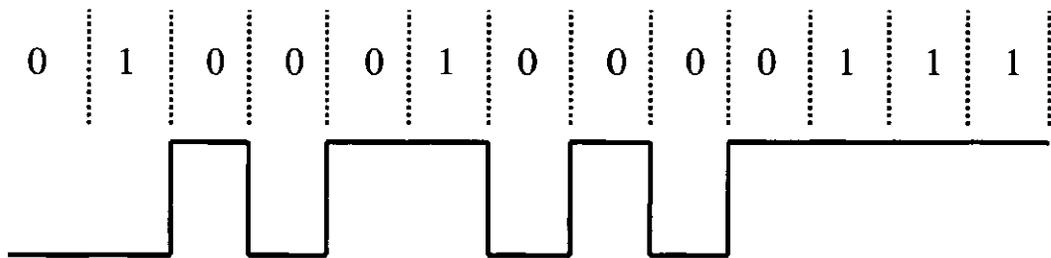
- Problemas de sincronización debido a la dificultad que se tiene para determinar el principio y el final de cada bit dentro de una secuencia larga de 1s ó 0s, produciendo una pérdida de sincronía. En la figura 1.4.2 se ilustra el caso de tener una secuencia larga de ceros consecutivos.



**Figura 1.4.2 Bits consecutivos (0's), utilizando "NRZ-Level"**

### 1.4.2 NO RETORNO A CERO, "NRZ-SPACE"

Este formato se utiliza cuando se tiene la seguridad de que el mensaje contiene mucho mayor número de ceros que de unos. Para describir este código se puede decir que la señal cambia de nivel cuando se presenta un cero y no cambia cuando se presenta un uno. Es por eso que se le agrega una S al final del nombre ("Space" en inglés). Figura 1.4.3.



**Figura 1.4.3 Código de línea "NRZ-Space"**

Dentro de las características con que cuenta este código se tiene:

Inmunidad a la inversión de fase, ya que la información no está en los niveles, sino en los cambios de nivel. Debido a esto, aún cuando la señal se invierte se puede recuperar el mensaje sin problemas.

En cuanto a su componente de CD se puede mencionar que con un flujo constante de unos o ceros se obtiene un determinado nivel; pero con un flujo alternado de unos y ceros esta constante se reduce a cero.

### 1.4.3 NO RETORNO A CERO, "NRZ-MARK"

Este código se usa cuando se tiene la seguridad de que el mensaje contiene mucho mayor cantidad de unos que de ceros; las desventajas y desventajas son las mismas las del código NRZ-S. En la figura 1.4.4 se muestra un ejemplo de código NRZ-M.

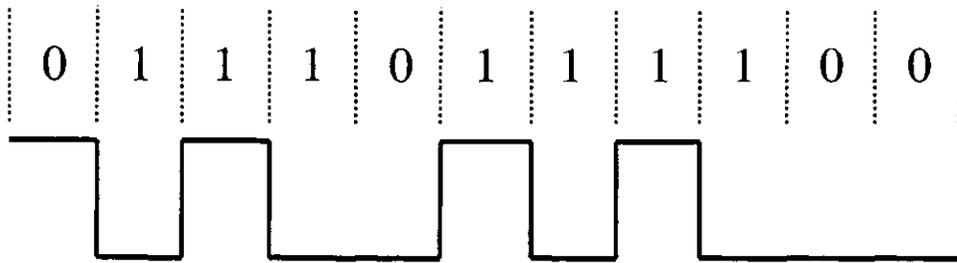


Figura 1.4.4 Código de línea "NRZ-Mark"

#### 1.4.4 NO RETORNO A CERO, "NRZ-BIPOLAR"

Consiste en alternar la polaridad de los unos sin tomar en cuenta la presencia de los ceros. Para trenes muy largos, ya sea de ceros o de unos, la componente de CD es nula. Un ejemplo del código NRZ-bipolar se muestra en la figura 1.4.5.

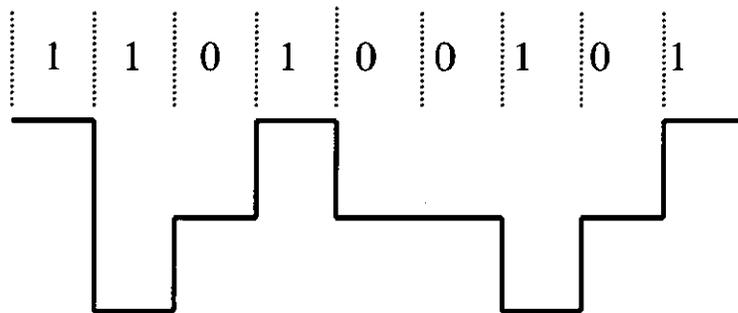


Figura 1.4.5 Código de línea "NRZ-Bipolar"

#### 1.4.5 RETORNO A CERO, "RZ"

El código de línea RZ, figura 1.4.6 se refiere a una forma de transmisión de datos binarios en donde el estado "alto" y el "bajo", representados por 1 y 0, son transmitidos a través de pulsos de voltaje, con ciertas características. El estado de la señal es determinado por el voltaje durante la primera mitad de cada bit. La señal regresa al nivel intermedio durante la segunda mitad de cada bit. El nivel intermedio usualmente es cero volts, aunque esto no es una regla.

En RZ de lógica positiva, el estado bajo es representado por el voltaje más negativo o menos positivo, y el estado alto es representado por el voltaje menos negativo o el voltaje más positivo.

En RZ de lógica negativa, el estado bajo es representado por el voltaje más positivo o menos negativo, y el estado alto es representado por el voltaje menos positivo o más negativo.

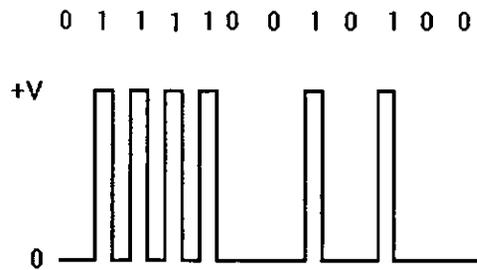


Figura 1.4.6 Código de línea "RZ"

#### 1.4.6 RETORNO A CERO, "RZ-POLAR"

En este código de línea, los unos tienen un voltaje positivo durante la primera mitad del periodo y un voltaje de cero en el otro medio ciclo; y en contra parte, los ceros tienen voltaje negativo durante medio periodo y un voltaje de cero durante el otro semiciclo. Utilizando este código la sincronización se consigue muy fácilmente ya que se puede obtener una excelente señal de reloj, como se puede observar en la figura 1.4.6.

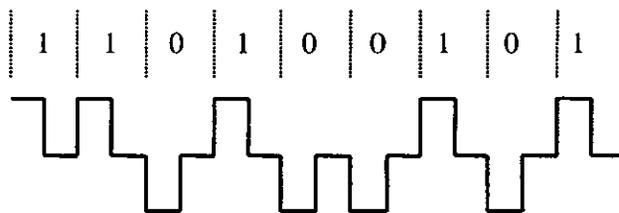


Figura 1.4.7 Código de línea "RZ-Polar"

La componente de CD puede aparecer en este formato pero es del 50% con respecto al formato NRZ-L. En este código no existe propagación de errores pero tampoco tiene la facilidad de detectarlos. No cuenta con inmunidad a la inversión de fase; y con respecto a la sincronía, esta se puede obtenerse con gran facilidad rectificando la onda completa de la señal recibida.

#### 1.4.7 RETORNO A CERO, "RZ-BIPOLAR"

También se le denomina inversión alternada de marcas (AMI-Bipolar). Para realizar el código AMI bipolar. Figura 1.4.8 se requiere de dos pasos de conversión. Primero se debe de pasar de NRZ a RZ y finalmente hacer la inversión alternada de marcas. Este código es una variante del formato NRZ bipolar.

Las características del código AMI bipolar son:

- No tiene componente de CD
- Su corrección de errores es nula

- La sincronización que se puede obtener al usarlo no es muy buena por la posible presencia de trenes muy largos de 0's
- Tiene inmunidad a la inversión de fase.

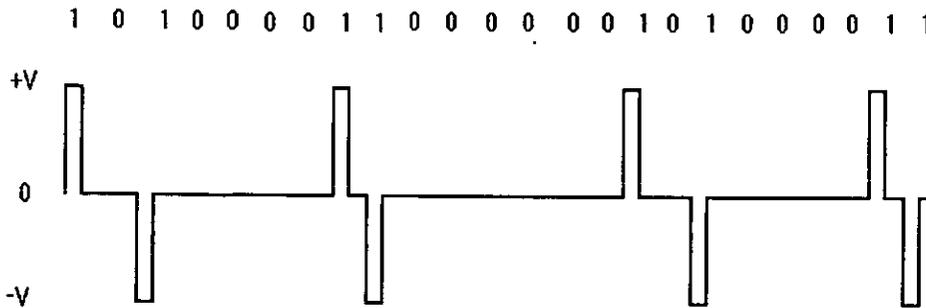


Figura 1.4.8 Código de línea "AMI-Bipolar"

#### 1.4.8 BIFÁSICO M

En este código los datos son representados de la siguiente manera:

El bit cero es representado por un nivel de voltaje positivo (+V) en el primer medio ciclo y por un voltaje negativo (-V) en el segundo semiciclo.

El bit uno es representado por un nivel de voltaje negativo (-V) en el primer medio ciclo y por un voltaje positivo (+V) en el segundo semiciclo. Un ejemplo se muestra en la figura 1.4.9.

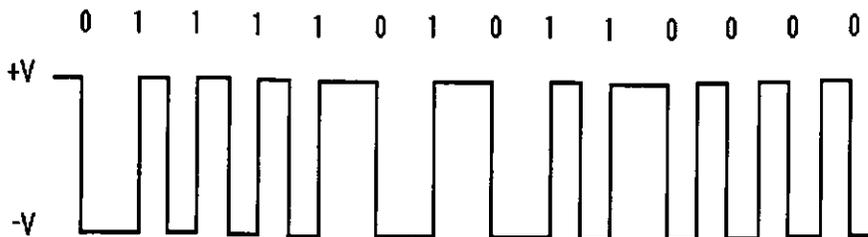


Figura 1.4.9 Código de línea "Bifásico-M"

#### 1.4.9 HDB3

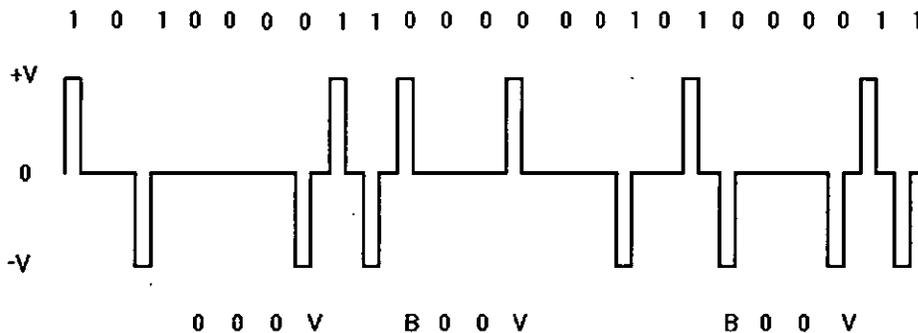
Este es un esquema de codificación que comúnmente es usado en Europa y Japón. También se le conoce como alta densidad bipolar de tres cero (HDB3). El cual se muestra en la tabla 1.4.1. Este código es basado sobre el uso de la codificación AMI. En este caso es el esquema que reemplaza el enlace de cuatro ceros consecutivos, contando uno o dos pulsos. En cada caso, los cuatro ceros son reemplazados con un código de visualización.

Este sistema puede detectar algunos errores tomando en cuenta la polaridad del último uno. Pero no tiene la capacidad de corregirlos, debido a que la velocidad de transmisión es muy rápida.

POLARIDAD DEL PULSO ANTERIOR	NÚMERO DE PULSOS BIPOLARES. DESPUÉS DE LA ÚLTIMA SUSTITUCIÓN.		
	NON	PAR	Cuando existen exclusivamente ceros se consideran como par
-	000-	+00+	
+	000+	-00-	

**Tabla 1.4.1 Reglas del código de línea "HDB3"**

En cuanto a su sincronización, los pulsos de reloj se recuperan con mayor facilidad aunque existe la posibilidad de que se pierdan; pero, esta probabilidad es mínima. Como ejemplo del código HDB3 se tiene la figura 1.4.10.



**Figura 1.4.10 Código HDB3**

## 1.5 TIPOS DE RADIOLOCALIZADORES

Existen en el mercado radiolocalizadores aptos para diferentes servicios, los cuales varían dependiendo del tamaño, precio, color y marca. Además de que han evolucionado en su aspecto, se ha reducido mucho su tamaño, peso y costo. Existen radiolocalizadores del tamaño de un bolígrafo, otros tienen el aspecto y las dimensiones de una tarjeta de crédito o un reloj de pulsera; y algunos incluso pueden conectarse a una impresora.

Los primeros radiolocalizadores no tenían una memoria que pudiese almacenar los mensajes recibidos, así como una pantalla que pudiese mostrarlos. Fue hasta la década de los 80's que comenzaron a diseñarse los primeros equipos con estas dos características.

A continuación se describen los diferentes tipos de radiolocalizadores y sus ventajas más representativas.

#### 1.5.1 RADIOLOCALIZADOR PARA MENSAJE DE SOLO - TONO

Este radiolocalizador solamente emite un tono de alerta, avisándole al usuario que debe de comunicarse a un número telefónico previamente acordado entre el usuario y quienes envían los mensajes.

##### VENTAJAS

- Muy fácil de usar.
- Utiliza un ancho de banda muy estrecho.
- Se puede alertar al usuario instantáneamente en cualquier lugar, dentro del área de cobertura del transmisor.

#### 1.5.2 RADIOLOCALIZADOR PARA MENSAJES DE TONO Y VOZ

Este radiolocalizador emite un tipo de alerta previamente seleccionada cuando se recibe un mensaje de voz, el cual es almacenado dentro del mismo para poder ser escuchado de 10 a 20 segundos después de haberse escuchado la alerta.

##### VENTAJAS

- El usuario recibe mensajes de voz con una o varias alertas.
- Eliminación de la necesidad de realizar llamadas telefónicas para escuchar sus mensajes.
- Los mensajes de voz se comprenden mejor.
- Identificación de la voz del remitente.
- El tono de la voz de quien manda el mensaje puede ser escuchado. Muy útil si se trata de mensajes de emergencia.
- El equipo puede guardar los mensajes permitiendo escucharlos en privado.
- Los mensajes pueden ser revisados mas tarde si el receptor se encuentra en un medio ambiente ruidoso.

Un ejemplo de este radiolocalizador es el modelo "Keynote VM" de Motorola, el cual se muestra en la figura 1.5.1.



Figura 1.5.1 Radiolocalizador modelo "Keynote VM" de voz

### 1.5.3 RADIOLOCALIZADOR PARA MENSAJES NUMÉRICOS.

Radiolocalizador que alerta al usuario y muestra mensajes de caracteres numéricos. Este mensaje puede representar el número telefónico del cual se generó el mensaje. Así, el usuario llama al número telefónico mostrado en pantalla. En la figura 1.5.2 se muestran 3 modelos de radiolocalizadores con pantalla numérica.

#### VENTAJAS

- Flexibilidad. Se puede notificar al usuario para que llame a un número telefónico.
- En el modo de alerta silenciosa, la alerta del mensaje entrante no molesta la tranquilidad del medio ambiente.
- El mensaje se puede leer en privado.
- El mensaje es guardado y mostrado en pantalla.
- Menor probabilidad de perder o no entender el mensaje.
- Reducción de dudas, errores y confusiones en la comprensión del mensaje.
- El mensaje puede ser guardado para usos futuros.
- Utiliza un ancho de banda muy estrecho.

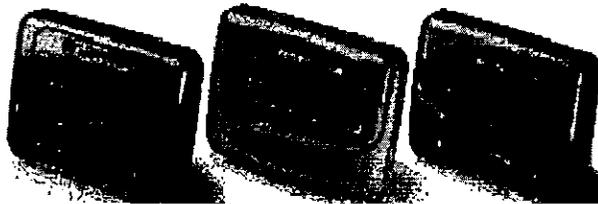


Figura 1.5.2 Radiolocalizadores con Pantalla Numérica

### 1.5.4 RADIOLOCALIZADOR PARA MENSAJES ALFANUMÉRICOS

Radiolocalizador que alerta al usuario y muestra los mensajes a través de caracteres alfanuméricos. Estos equipos pueden almacenar los mensajes recibidos, permitiendo que el usuario pueda realizar otras actividades en el momento que un mensaje es recibido. Como un ejemplo de este tipo de radiolocalizador se muestra en la figura 1.5.3 el modelo "Advisor Elite" de Motorola.

#### VENTAJAS

- Las mismas que el radiolocalizador de pantalla numérica.
- Recepción del texto completo y exacto del mensaje para el usuario.
- Eliminación de dudas, errores y confusiones al leer los mensajes, debido al mayor número de caracteres.
- Eliminación de la necesidad de realizar llamadas telefónicas, para recibir el mensaje exacto.

- El usuario puede almacenar los mensajes que crea conveniente y borrar los que no.

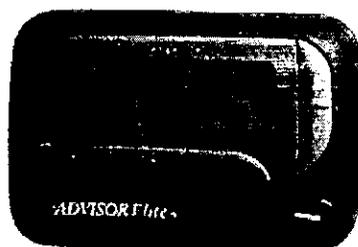


Figura 1.5.3. Radiolocalizador alfanumérico "Advisor Elite"

## 1.6 PROTOCOLO FLEX®

Un protocolo es una serie de "reglas" que gobiernan el formato y el contenido de datos, además de controlar el flujo de la información enviada dentro de un medio de comunicación que conecta a distintos mecanismos. El protocolo que utiliza el radiolocalizador Advisor Elite para la recepción de mensajes se llama protocolo FLEX®. Este protocolo es uno de los 3 protocolos que forman la familia de protocolos de radiomensajería desarrollada por Motorola en 1993. Los otros dos protocolos son "Inflexion" y "Reflex", los cuales son utilizados en el envío de mensajes hablados y escritos en una comunicación de dos vías dándole al equipo terminal móvil la capacidad de enviar y recibir mensajes dentro del área de cobertura del sistema.

FLEX® es un protocolo síncrono que cuenta con tres velocidades de transmisión, 1600, 3200 y 6400 bits por segundo (bps). Para que el receptor pueda decodificar los datos contenidos dentro del protocolo es necesario que el receptor se sincronice con el flujo de datos del canal y de este modo, también, pueda encontrar el inicio y el final de cada uno de los bloques de datos.

Una vez que el receptor está sincronizado con el canal, éste busca durante un cierto periodo de tiempo, los datos destinados para él; o sea que, el receptor no gasta toda su batería, buscando, encontrando y decodificando los datos destinados para otros receptores.

Los datos dentro del protocolo FLEX® y continuamente transmitidos en el canal de radiofrecuencia (RF) son agrupados en tramas, ver figura 1.6.1. Existen un total de 128 tramas (numeradas de la 0 a la 127) dentro del protocolo FLEX®. Tomando exactamente un tiempo de cuatro minutos para transmitir las 128 tramas en el canal de RF sin importar la velocidad de transmisión que se está utilizando. Esto debido a que el espacio destinado a los datos del mensaje es variable. A mayor velocidad se pueden enviar más datos del mensaje. La transmisión de las 128 tramas es llamada ciclo. Ya que un ciclo tiene una duración de cuatro minutos, 15

ciclos se transmiten en una hora. El radiolocalizador Advisor Elite tiene la característica de poder ser programado para decodificar una o más tramas.

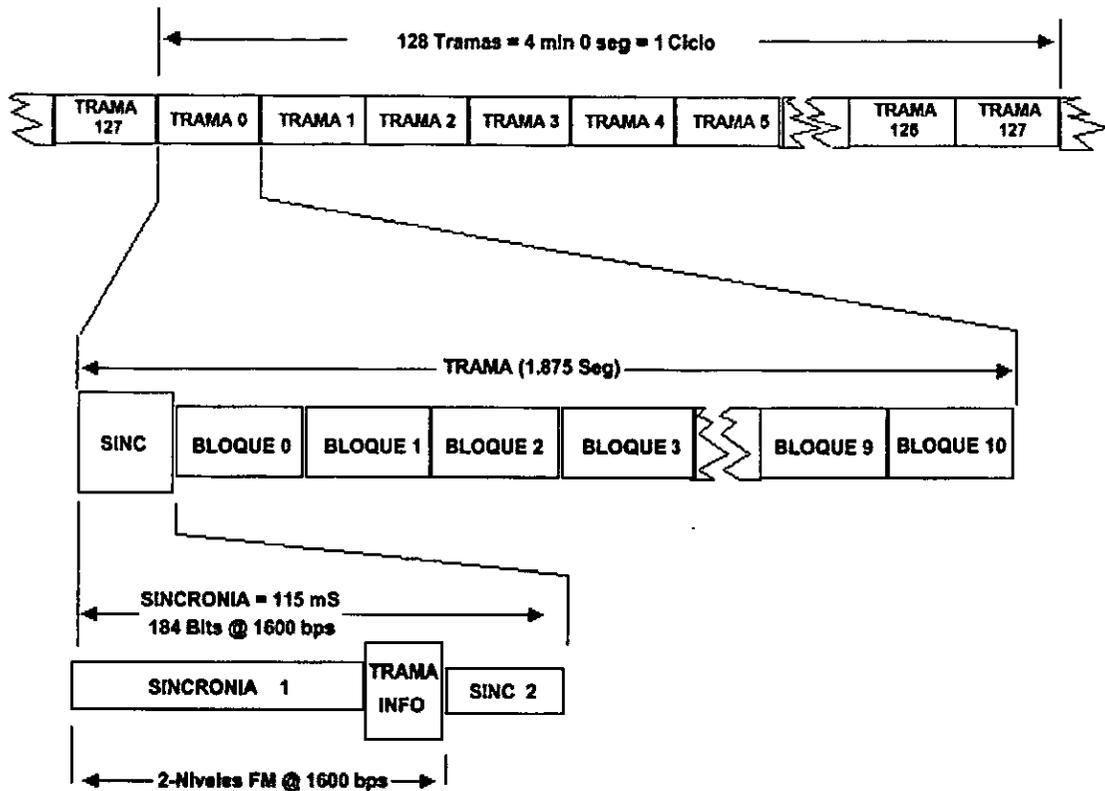


Figure 1.6.1 Tramas del protocolo FLEX®

Si solo una trama es decodificada por ciclo, el radiolocalizador “despierta” una vez cada cuatro minutos. A medida que el número de tramas a decodificar aumenta, el receptor despierta con mayor frecuencia. Esta característica de FLEX® es denominada valor de colapso.

El valor de colapso es programado en el microcontrolador del receptor y tiene un valor de 0 a 7. Con un valor de colapso de 7, el receptor decodifica solo una trama de cada ciclo. A medida que el valor disminuye, el receptor decodifica más tramas. Si el valor de colapso es cero, el receptor decodifica todas las tramas. El receptor decodifica cada  $2^n$  tramas. Así, si el colapso es igual a 2, el receptor decodifica cada  $2^2$ , o cada cuatro tramas.

Además del valor de colapso programado dentro del receptor, el protocolo FLEX® también proporciona un valor de colapso de sistema, el cual es transmitido por el sistema, en la palabra del bloque de información de cada trama. Al recibir el valor

de colapso de sistema, el radiolocalizador compara ese valor con el valor programado dentro de su microcontrolador. El valor más bajo, de cualquiera de los dos, será el que determine el valor de colapso con el que finalmente trabaje el radiolocalizador para despertar y decodificar las tramas. Por ejemplo, si el receptor es programado con el valor de colapso 4, el receptor decodifica cada decimosexta trama ( $2^4 = 16$ ). Sin embargo, si el valor de colapso de sistema es 0, el receptor decodifica cada una de las tramas. El valor de colapso del sistema es utilizado para permitir que un sistema formado por una serie de protocolos mezclados o ligeramente cargados puedan compartir el mismo canal asignándole más tiempo aire al protocolo que así lo necesite. Si el valor de colapso de sistema no estuviera presente, el receptor tendría que ser reprogramado a medida que el sistema al que pertenezca se amplíe o maneje más de un protocolo dentro del mismo canal.

En un sistema de dos protocolos mezclados (como POCSAG y FLEX<sup>®</sup>) compartiendo el mismo canal, solo unas pocas tramas de datos pueden necesitar ser transmitidas para satisfacer la entrega de todos los mensajes en fila. Si un receptor, en nuestro caso el receptor Advisor Elite, puede decodificar todas tramas, todos los mensajes en fila son transmitidos en un par de tramas. El receptor recibe sus mensajes y el canal es abandonado para dar paso a POCSAG o algún otro protocolo. Una vez que el receptor detecta actividad en el canal que no pertenece al protocolo FLEX<sup>®</sup>, rápidamente va a un modo de espera, disminuyendo su consumo de energía, aguardando hasta que pase la siguiente trama para luego volverse a activar. A medida que la carga de datos dentro del protocolo FLEX<sup>®</sup> aumenta, el valor de colapso puede aumentar; así, el radiolocalizador decodifica una de cada cuatro tramas o una de cada dos tramas hasta llegar a decodificar todas las tramas.

Como mencionamos, el protocolo FLEX<sup>®</sup> está conformado por tramas. Las tramas proveen de sincronización al radiolocalizador, información del sistema y lógicamente los datos de los mensajes ha recibir. La trama se compone de un campo de sincronización de trama seguido por 11 bloques de datos, figura 1.6.1. Cada trama FLEX<sup>®</sup> ocupa 1.875 segundos (s), los primeros 115 milisegundos (ms) son utilizados para la sincronización de la trama, y cada uno de los 11 bloques de datos utiliza exactamente 160 ms.

El campo de sincronización de cada trama es utilizado para proveer de información de reloj al radiolocalizador, así como de la velocidad con que FLEX<sup>®</sup> va a transmitir los datos mas adelante. Además, el campo de sincronización transmite un mensaje de resincronización de emergencia instantes después de registrarse una perdida de la señal de reloj en el sistema codificador de mensajes. Si la señal de reloj del sistema se pierde, todos los radiolocalizadores dejan de estar en sincronía, ya que los datos no llegarían cuando el radiolocalizador espera encontrarlos. En este caso, una orden de resincronización de emergencia es emitida en cada trama con una duración de al menos un ciclo (dependiendo del valor de colapso) para asegurar que todos los radiolocalizadores reciban la orden de resincronización. Note que el campo de sincronización de la trama es siempre transmitido a 1600 bps. Utilizando esta velocidad se garantiza una mayor

probabilidad de recepción de los mensajes en un medio ambiente propenso al desvanecimiento de la señal.

Como mencionamos, el campo de sincronización de trama, proporciona la velocidad con la que los datos siguientes van a ser transmitidos, 1600, 3200 a dos niveles, ó 6400 bps. Una vez que el radiolocalizador recibe sus datos, reconoce la velocidad de transmisión de los datos del mensaje que serán enviados. Siguiendo este patrón predefinido le sigue una secuencia de bits, previa a la velocidad del canal.

El radiolocalizador se ajusta automáticamente a la velocidad del canal. Sin embargo, excepto por la sincronización de trama, la cual siempre es transmitida a 1600 bps, la infraestructura del sistema puede ser configurada para transmitir mensajes en cualquiera de las tres velocidades.

También incluida en el campo de sincronización de trama está una palabra de información de trama. La palabra información de trama contiene el número de trama, el número del ciclo, y varios otros indicadores utilizados por el radiolocalizador para sincronizar y decodificar correctamente la información del canal de uso. Utilizando el número de ciclo y el número de trama, el radiolocalizador ajusta sus relojes internos y se activa en los momentos indicados. El radiolocalizador utiliza la palabra de información de trama para encontrar su trama base asignada, para luego configurar su velocidad. Si el radiolocalizador tiene que decodificar una trama, una vez cada cuatro minutos (valor de colapso igual a 7), el radiolocalizador utiliza la palabra de información de trama para calcular cuando debe activarse para decodificar su siguiente trama asignada. En otras palabras, el radiolocalizador conoce todos los datos de la trama que está recibiendo.

Luego del campo de sincronización de trama están los 11 primeros bloques de datos. Figura 1.6.2. En el primer bloque de datos, las primeras cuatro palabras de información de bloque proveen al radiolocalizador de información referente al inicio del campo de dirección, el número de direcciones con prioridad, el inicio del campo de vector, el valor de colapso del sistema, y un indicador del exceso de información que será enviada en la siguiente trama. Anteriormente mencionamos que el valor de colapso es programado en el microcontrolador del radiolocalizador.

El valor de colapso del sistema también es posible transmitirlo. El valor de colapso mas bajo (ya sea el valor de colapso del sistema o del radiolocalizador) determina la frecuencia con la que el radiolocalizador debe decodificar las tramas de FLEX<sup>®</sup>. Esta característica es muy útil para sistemas que manejan una mezcla de protocolos donde el volumen de tráfico de FLEX<sup>®</sup> se espera que vaya en aumento con el tiempo. Utilizando el valor de colapso de sistema, el operador del sistema de radiolocalización puede forzar que los mensajes sean mandados dentro de pocas tramas y forzar a los receptores a decodificar más tramas. A medida que aumenta el tráfico, el valor de colapso de sistema puede ser incrementado para que los radiolocalizador decodifiquen menos tramas. El beneficio de todo esto es

que el radiolocalizador no necesita ser reprogramado cada vez que el canal experimente un crecimiento en el tráfico de FLEX®.

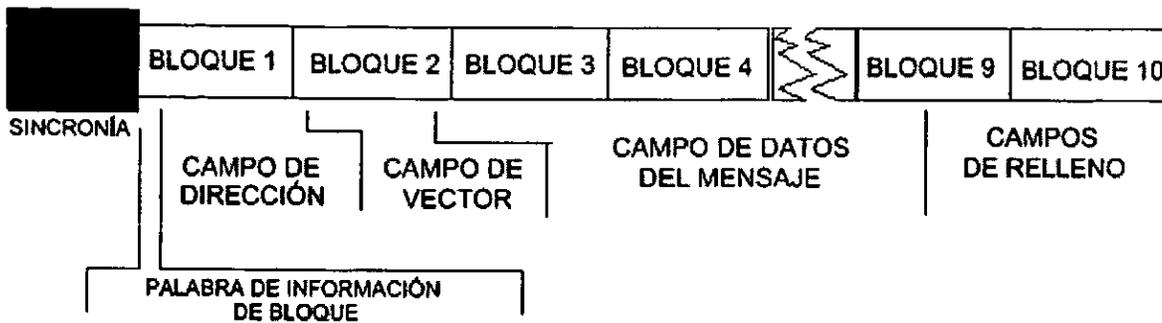


Figura 1.6.1 Campos de información en la trama FLEX®.

El campo de dirección continúa inmediatamente después de la palabra de información de bloque. En este campo, una o dos palabras de códigos indican al radiolocalizador que debe decodificar datos referentes a un mensaje. Una simple palabra de código (o dirección corta) es utilizada para un servicio nacional. FLEX® cuenta con algo mas de 2 millones de direcciones disponibles. Para el manejo de una sola dirección dentro de una área de cobertura internacional (lo que en inglés se entiende como "roaming") se utilizan dos palabras de código, contando FLEX® con algunas direcciones disponibles. Mas o menos 2 billones.

Mientras el campo de dirección le dice al radiolocalizador en que tiempo esperar los datos, el campo de vector le informa al radiolocalizador donde están localizados los datos dentro del bloque. El campo de vector viene después del campo de dirección, y la posición de un vector dentro del campo de vector tiene una correspondencia de uno a uno con la posición de una dirección en el campo de dirección. Como un ejemplo, el primer vector en el campo de vector esta asociado con la primera dirección en el campo de dirección. En el caso de una dirección larga, se utilizan dos palabras de códigos de vectores.

Al final del campo de vector, empiezan los datos que tienen que ver con los mensajes. La información de bloque, dirección y campos de vector no está restringida a los límites del bloque de datos; así, los campos pueden ocupar uno o más bloques de datos en la trama de FLEX®.

Todos los campos de sincronización de trama, palabra (o palabras) de información de bloque, campos de dirección, y campos de vector son repetidos en todas las tramas FLEX® sin excepción.

### 1.6.1 TRANSMISIÓN Y MODULACIÓN

La tecnología FLEX® emplea modulaciones de dos y cuatro niveles. La tecnología de modulación de dos niveles esta basada en el estándar de modulación FSK, mientras que el esquema de modulación de cuatro niveles utiliza una modulación

FSK con cuatro posibles desviaciones (figura 1.6.2). La técnica de modulación de cuatro niveles reduce la cantidad de datos en el canal de RF. Observando la forma de onda de dos niveles, existen solamente dos posibles estados, resultado de una desviación aproximada de 4 800 Hz. Con una modulación de cuatro niveles, existen cuatro posibles combinaciones; así, cada combinación representa dos bits de datos. Por ejemplo, si el patrón de dos bits consecutivos es 00, se tendrá una desviación de  $\pm 4\ 800$  Hz. Si el patrón de bits es 01, la desviación es  $\pm 1\ 600$  Hz. La modulación de cuatro niveles permite mas datos en el canal de transmisión, esto también requiere un control muy estricto sobre la exactitud de las desviaciones en el receptor.

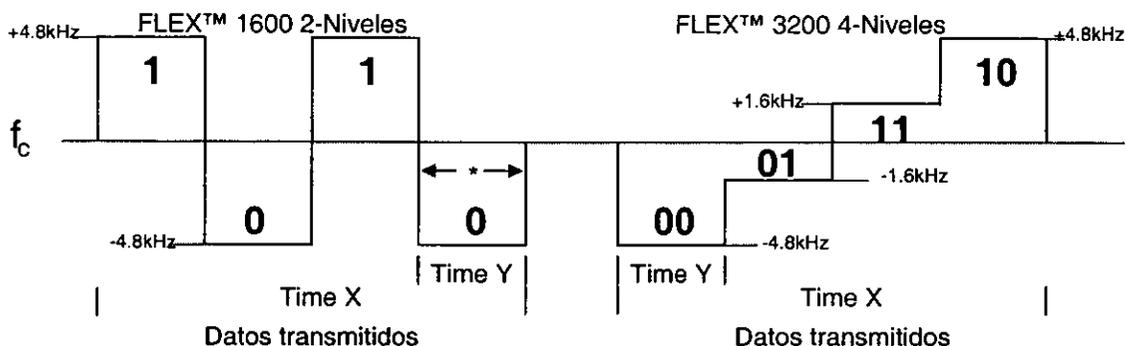


Figura 1.6.2 Modulación a dos y cuatro niveles.

La tecnología FLEX® define tres posibles velocidades de transmisión, y existen cuatro posibilidades de implementarlas. En la tabla 1.6.1 se pueden ver todas las posibles combinaciones entre la velocidad de los datos y el tipo de modulación.

VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN	MODULACIÓN	VELOCIDAD DE DATOS (CANAL RF)
FLEX® 1600	DOS NIVELES	1600
FLEX® 3200	DOS NIVELES	3200
FLEX® 3200	CUATRO NIVELES	1600
FLEX® 6400	CUATRO NIVELES	3200

Tabla 1.6.1 Velocidades de transmisión de FLEX®

Uno de los beneficios de la tecnología FLEX® es su habilidad para resistir desvanecimientos, de hasta 10 mil segundos, y aun así producir mensajes libres de errores. Esta habilidad es inherente en el mecanismo de transmisión de entrelazado, empleado en la tecnología FLEX®. En la figura 1.6.3 se muestra el entrelazado de los bits en una transmisión de 1 600 bps.

A diferencia de otros protocolos donde las palabras de código son transmitidas secuencialmente, FLEX® entrelaza los bits de cada palabra de código en el bloque. El bit 1 de la palabra de código 1 es transmitido, después se transmite el bit 1 de la palabra de código 2 de los dos anteriores, y así sucesivamente. Este entrelazado es el responsable de la protección contra errores. Ya que los errores tienden a presentarse en ráfagas, el entrelazado de los bits extiende estas ráfagas



VELOCIDAD	NÚMERO DE BITS POR BLOQUE	MÚLTIPLO
1600 bps (8 palabras)	256	1
3200 bps (16 palabras)	512	2
6400 bps (32 palabras)	1024	4

\*El valor de bit es determinado por el número de palabras multiplicadas por 32.

**Tabla 1.6.2 Definición del tamaño del bloque**

### 1.6.2 DECODIFICACIÓN DE MENSAJES FLEX®

Cuando el radiolocalizador Advisor Elite está buscando una transmisión, su microcontrolador primeramente inicia sus contadores de datos del módulo demodulador de la señal de FI, en la tarjeta del circuito receptor, dándoles a las líneas de control del demodulador A2, A1 y A0 un 110. La descripción del funcionamiento de la tarjeta receptora se ve en el subtema 3.3. Esto hace que se active el regulador interno de voltaje, del módulo de demodulador, el cual a su vez proporciona la alimentación de los amplificadores de RF a la tarjeta receptora y al oscilador. El módulo del demodulador es mantenido en estado de reinicio (en inglés, RESET) por aproximadamente 8 ms para estabilizar el circuito. Este y otros estados son controlados por el microcontrolador, y es el que obliga al radiolocalizador a trabajar a la velocidad de 1600 bps. Para mayores detalles ver subtema 3.4.

Después de que la palabra de información es recibida, la velocidad es cambiada de acuerdo con la información de velocidad de transmisión dentro de la palabra de información de trama. A continuación, el radiolocalizador busca una trama FLEX®. La duración de la búsqueda se puede programar de uno a cuatro minutos. Dependiendo del valor de colapso. Cuando el radiolocalizador recibe una trama correcta, decodifica el número de trama para determinar el número de la misma dentro del ciclo FLEX®.

### 1.6.3 AHORRO DE BATERÍA

El radiolocalizador regresa a un modo de espera (en inglés "standby") cuando este no está realizando otras funciones. El microcontrolador de la tarjeta decodificadora controla los reguladores de voltaje, localizados en el demodulador de la tarjeta receptora, apagándolos y con esto reduciendo el gasto de corriente y conservando la vida de la batería en el modo de espera.

### 1.6.4 DETECCIÓN DE ERRORES

El protocolo FLEX® proporciona una serie de bits que son utilizados para auxiliar en la corrección de errores dentro de las palabras de código. Si una palabra de

código tiene errores, los datos dentro de esa palabra de código son tratados como datos con error.

#### *1.6.4.1 Detección de errores utilizando la comprobación de suma*

Si se selecciona la opción de comprobación de suma, el radiolocalizador utiliza los fragmentos de mensajes dedicados a tal comprobación para detectar errores dentro de las palabras de códigos. En los mensajes numéricos, si la comprobación de suma arroja un resultado positivo solamente las palabras de código con más de dos errores son considerados como palabras con errores. Si la comprobación de suma da un resultado negativo, las palabras de código con dos o más errores son consideradas como con errores. En los mensajes alfanuméricos, si la verificación de suma es correcta, los datos de los mensajes son considerados como correctos sin tomar en cuenta el número de bits comprobados. Si la comprobación de error es incorrecta, todas las palabras de código con dos o más errores son consideradas como con errores.

#### *1.6.4.2 Detección de errores sin utilizar la comprobación de suma*

Si no se selecciona la opción de comprobación de suma, el radiolocalizador ignora los fragmentos de los mensajes dedicados a la comprobación de suma. Cualquier palabra de código con dos o más errores es considerada como con errores.

#### 1.6.5 FIN DE LOS DATOS.

La longitud del mensaje es especificada en la palabra de código, el radiolocalizador utiliza esa información para determinar cuando ha sido recibido el mensaje completo. Para POCSAG se requiere un símbolo que marque el fin de la transmisión pero en FLEX<sup>®</sup> esto no es necesario.

#### 1.6.6 MENSAJES FRAGMENTADOS.

Dependiendo al tráfico en el sistema y la longitud del mensaje, un mensaje alfanumérico, de seguridad o hexadecimal/binario puede ser dividido en fragmentos, y cada fragmento puede ser transmitido hasta en lapsos de cuatro minutos. Cuando esto ocurre, el radiolocalizador espera hasta que es recibido el mensaje completo antes de alertarse y asignarle la hora y la fecha al mensaje.

#### 1.6.7 INDICADOR DE FRAGMENTO PERDIDO.

Es factible para un radiolocalizador perder (no recibir) una porción o porciones de un fragmento del mensaje. Si un fragmento de mensaje no es recibido (esto es, un fragmento es recibido después del fragmento perdido), el radiolocalizador muestra el indicador de fragmento perdido. El indicador de fragmento perdido es "<..>" para mensajes alfanuméricos. Para mensajes numéricos se muestra " \_ \_ \_ \_ " y para mensajes ideográficos ".....".

Los mensajes con fragmentos perdidos son considerados como mensajes con error. Si la indicación de datos erróneos está habilitada, el radiolocalizador muestra los indicadores de fragmento perdido como símbolos con error. Si la anterior función no es habilitada, los mensajes con fragmentos perdidos no son almacenados y el radiolocalizador no emite ninguna alerta.

#### 1.6.8 MENSAJES TRUNCADOS.

Un mensaje recibido es tratado como mensaje truncado si una de las siguientes condiciones se cumple:

- El mensaje se excede de la longitud máxima de mensaje.
- No existe suficiente memoria para almacenar el mensaje entrante.
- El mensaje está fragmentado y el último fragmento del mensaje se perdió.

Los mensajes con fragmentos perdidos son considerados como mensajes con errores. Si la opción de retención de mensajes con errores se cancela, los mensajes con fragmentos perdidos no son almacenados y el radiolocalizador no emite ninguna alerta

---

# CAPÍTULO 2.

## DESCRIPCIÓN

---

### 2.1 INTRODUCCIÓN

El radiolocalizador Advisor Elite es un receptor de FM controlado por un microcontrolador y provisto de una pantalla capaz de mostrar caracteres alfanuméricos que juntos pueden formar uno o varios mensajes, es alimentado a través de una batería AA de 1.5 volts y utiliza el protocolo de comunicación de una vía denominado FLEX®. Este protocolo se ve a detalle en la sección 1.6.

Los componentes del radiolocalizador se encuentran dentro de una carcasa de plástico muy resistente a los impactos, lo cual brinda una excelente protección contra el polvo, las vibraciones y las descargas eléctricas; es pequeño y ligero, lo cual lo hace portátil.

Además de las ventajas anteriores, los microcircuitos con los que está construido el radiolocalizador simplifican el mantenimiento, al mismo tiempo que brindan una amplia variedad de funciones operacionales.

Sus características generales son:

- Tamaño muy reducido.
- Pantalla de alto contraste, holográfica de matriz de puntos.
- Iluminación de alta sensibilidad que trabaja de forma automática ajustándose en ambientes de poca luz.
- Es controlado por un microcontrolador programado por algoritmos avanzados.
- Tiene la posibilidad de personalizar el reloj y amplificar los caracteres de la pantalla.
- Indicador del estado en que se encuentra la batería principal.
- Reloj de tiempo real con fecha, hora y alarma.
- Memoria no volátil de mensajes, con sus fechas y horas.
- Alimentación a través de una batería AA de 1.5 Volts.
- Menú de selección de funciones inteligentes con etiquetas e iconos.

Además de estas características, el radiolocalizador cuenta con opciones programables por medio de un software, una interfaz y una computadora personal (PC).

## 2.2 ESPECIFICACIONES

Número de direcciones de recepción	Hasta 16 direcciones
Ancho de banda del canal	25 kHz
Pantalla	80 caracteres alfanuméricos formados por patrones de matriz de puntos dentro de 7 columnas
Memoria	32k RAM (aproximadamente 30,500 símbolos)
Sensibilidad de recepción:	Ver tabla 3.5.1
Temperatura de operación	De +5°C a +40°C
Frecuencia del tono de alerta	Alerta estándar 32 Khz.
Duración del tono de alerta	Programable, de 2 a 12 segundos
Intensidad del tono de alerta	78 dB a una distancia de 30.45 cm
Batería	Una 1.5V, tamaño AA de material alcalino
Vida de la batería	4 meses (recibiendo 2 mensajes diarios y con un valor de colapso programado de 4)
Peso (con la batería)	87.5 gramos
Tamaño	81.0x55.0x18.5 mm
Protocolo	Código FLEX®, a velocidad de 1600, 3200, 6400 bps
Desviación en frecuencia del canal	±4.8 kHz

## 2.3 CARACTERÍSTICAS

### 2.3.1 DIRECCIONAMIENTO

El radiolocalizador Advisor Elite cuenta con una memoria que puede ser programada para recibir mensajes de diferentes tipos, los cuales pueden ser: mensajes personales, de grupo o de servicios. Estos mensajes llegan al radiolocalizador a través de las direcciones que tenga programadas, por lo que la cantidad y tipo de mensajes depende de las direcciones programadas. La memoria se programa a través de un software de programación y una interfaz mecánica.

Este radiolocalizador puede recibir hasta 16 direcciones. Cada dirección puede responder a mensajes de solo tono, numéricos, alfanuméricos e ideográficos. Se

entiende como mensajes ideográficos a aquellos mensajes compuestos de caracteres que en la escritura de algunas lenguas representan una palabra o frase. Como ejemplo de este tipo de caracteres se encuentran los símbolos utilizados en la escritura china. Todas las direcciones pueden ser programadas para recibir solo mensajes personales, de grupo o de servicios (noticias, promociones, ventas de productos varios, estado del tiempo, etc.)

El radiolocalizador responde a la transmisión de secuencias de datos digitales binarios (palabras), en donde se transmiten los mensajes con sus direcciones. Cuando la dirección del mensaje coincide con la dirección programada en la base de datos del radiolocalizador, éste lo recibe con una alerta audible, vibrando o simplemente guardando el mensaje en su memoria; todo esto dependiendo del tipo de alerta seleccionada por el usuario.

### 2.3.2 ALMACENAMIENTO DE MENSAJES.

Dentro de los tipos de mensajes que se pueden almacenar se encuentran:

- Mensajes de servicios, mostrados en la segunda línea de la pantalla
- Mensajes personales. Se localizan en la primera línea de la pantalla; donde los mensajes con mayor tiempo se muestran en el extremo izquierdo. El último mensaje recibido se localiza en el extremo derecho. Los mensajes duplicados no se muestran, pero dentro del mensaje aparece la leyenda "mensaje duplicado". Cuando la ranura del mensaje del extremo derecho se encuentra ya ocupada y un nuevo mensaje es recibido, todos los mensajes son trasladados hacia el extremo izquierdo hasta donde sea posible, llenando todas las ranuras vacías con los mensajes más recientes localizados a la derecha. Estas ranuras se vacían cuando el usuario borra los mensajes manualmente.
- Mensajes de grupo. Se localizan en la primera línea de la pantalla junto con los personales, donde los mensajes con mayor tiempo se muestran en el extremo izquierdo. El manejo de estos mensajes es idéntico al de los mensajes personales. La diferencia entre un mensaje personal y un mensaje de grupo es que el mensaje de grupo va dirigido, al mismo tiempo, a dos o más personas integrantes de un mismo grupo.
- Mensajes de servicios. Cada mensaje de servicios tiene asignada una ranura en la segunda línea de la pantalla. Un mensaje de servicios enviado a la dirección 1 es almacenado en la ranura 1, un mensaje enviado a la dirección 2 es almacenado en la ranura 2 y así sucesivamente.

### 2.3.3 LIBRETA DE MENSAJES.

En la libreta de mensajes se pueden almacenar hasta 255 mensajes, entre personales y de grupo, esta libreta se representa con el icono  en la primera línea de la pantalla.

La libreta para almacenar mensajes de servicios tiene una capacidad de hasta para 255 mensajes. Esta libreta es representada por el icono  en la segunda línea de la pantalla.

#### 2.3.4 BORRADO AUTOMÁTICO DE MENSAJES.

Cuando todas las ranuras de la primera línea de la pantalla están ocupadas o existe una memoria insuficiente para los mensajes personales, el mensaje de mayor tiempo, sin proteger, ni leer es borrado para darle lugar al nuevo mensaje. Si todos los mensajes no han sido leídos, el mensaje de más tiempo se borra automáticamente.

Los mensajes de grupo al estar en la misma línea de los mensajes de servicios se borran de manera similar que los mensajes personales.

Cuando un nuevo mensaje de servicios es recibido en una dirección específica del radiolocalizador, el último mensaje de servicios recibido en esta misma dirección es borrado para dar lugar y espacio en memoria al nuevo mensaje de servicios.

#### 2.3.5 MANEJO Y ESTADO DE MENSAJES

Cuando la opción de bloqueo de mensajes es seleccionada, el usuario puede bloquear hasta 10 mensajes personales. Cuando la opción de borrado manual es seleccionada, el usuario puede borrar los mensajes que no tienen alarma y que no han sido bloqueados.

Se puede tener hasta cinco mensajes con alarma.

Los iconos en la pantalla de mensajes/estado indican el estado de todos los mensajes. Ver tabla 2.7.1 para ver la descripción de los indicadores de estado.

#### 2.3.6 PROTECCIÓN DE MENSAJES NO NUMÉRICOS CON ERRORES

La protección provoca que el radiolocalizador alerte normalmente si son detectados errores en mensajes alfanuméricos o ideográficos. Si esta opción no está programada, el radiolocalizador no alertará y el mensaje con error no es almacenado.

#### 2.3.7 RELOJ DE TIEMPO REAL Y RELOJ DE ALERTA

El reloj de tiempo real muestra la hora y la fecha, así como la hora y la fecha de los mensajes recibidos y de las alarmas al momento de activarse.

El formato de la hora puede ser cambiado entre el formato de 24 horas (hrs) y el formato de 12 horas (AM/PM antes del medio día y pasado el medio día). Si se selecciona el formato de 24 hrs, o el de 12 hrs, toda la información referente al tiempo de recepción de mensajes y de alarmas es mostrada en el formato que se seleccionó. La alarma puede ser seleccionada para alarmar de manera diaria o solamente una sola vez. Cuando se vence el plazo de una alarma, el radiolocalizador vibra o produce una alerta audible, dependiendo del tipo de alarma seleccionada.

### 2.3.8 TIEMPO DE RECEPCIÓN DEL MENSAJE.

Se muestra en la pantalla la hora y la fecha de cuando un mensaje fue recibido en la segunda línea del mensaje.

### 2.3.9 ALARMA DE MENSAJE INDIVIDUAL

Esta opción permite asignar una alarma a un mensaje personal determinado que se encuentre almacenado en el radiolocalizador. Este tipo de alarma se puede asignar hasta para cinco mensajes. Si una alarma de mensaje individual es elegida para un mensaje, ese mensaje es indicado con el icono  en la pantalla de mensaje/estado. En este caso el icono  es mostrado en todo momento, aún cuando el radiolocalizador es apagado.

### 2.3.10 FECHA INTERNACIONAL

Permite al radiolocalizador ser programado para mostrar la fecha en un formato internacional o en formato norteamericano. Por ejemplo, Marzo 30, 1997, puede ser mostrado como 03/30/97 (norteamericano) o 30/03/97 (internacional).

### 2.3.11 HORA PRIVADA

Permite al usuario seleccionar un periodo de tiempo durante el cual el radiolocalizador se encuentra en un modo completamente silencioso. Con esto el radiolocalizador no alerta, por lo que el usuario no será interrumpido en sus actividades.

### 2.3.12 SONIDO DE LOS BOTONES

Cuando esta opción es seleccionada y cualquier botón es presionado se produce un tono corto del alerta. Este tono corto del alerta no se emite cuando el radiolocalizador esta en modo silencioso.

### 2.3.13 RETIRO DE BATERÍA

Si la batería es retirada del radiolocalizador, éste se apaga inmediatamente. Cuando la batería es colocada nuevamente el radiolocalizador se enciende luego de 2 segundos. Una interrupción de energía, de hasta cinco minutos, no desprograma al radiolocalizador ni borra los mensajes almacenados.

### 2.3.14 INDICADORES DE BATERÍA

Muestra un indicador de la carga de la batería principal en la tercera línea de la pantalla. Ver tabla 2.7.1. Los porcentajes de la carga de la batería son valores programables y varían con diferentes tipos de baterías.

Cuando la batería tiene una carga superior al 25% de su carga el radiolocalizador trabaja de una manera normal.

Cuando la batería está baja se muestra un indicador precautorio de la carga de la batería . Si la opción de alerta de batería baja es programada el radiolocalizador emitirá una alerta cuando esto suceda. Lo siguiente tiene lugar mientras las condiciones de batería baja existen:

- Todas las alertas (audibles o vibratorias) son reducidas a 2 seg.
- La luz de fondo no se puede encender.
- Los tonos cortos del alerta no son afectados por las condiciones de batería baja.

### 2.3.15 RETENCIÓN DE MEMORIA

Si la opción de memoria volátil es programada, todos los mensajes y el conjunto de funciones seleccionadas se borran de la memoria cuando el radiolocalizador es apagado. Si esta opción no es programada, los mensajes y el conjunto de funciones seleccionadas se mantienen cuando el radiolocalizador es apagado.

### 2.3.16 AHORRO DE BATERÍA

Existen tres componentes en el radiolocalizador que permiten un ahorro de batería, los cuales son:

- El microcontrolador activa el circuito receptor de señales solo por un periodo corto de tiempo para la búsqueda de un mensaje entrante (de acuerdo a lo establecido en el protocolo FLEX<sup>®</sup>).
- La mayor parte de la pantalla se apaga después de 8 segundos de no presionar ningún botón.
- La velocidad de reloj del microcontrolador disminuye cuando no existe actividad en el radiolocalizador.

### 2.3.17 INDICACIÓN DE MEMORIA LLENA

Cuando la memoria de mensajes está llena, aparece el icono . Si el siguiente mensaje personal entrante tiene más caracteres que el número disponible de espacios en la memoria del radiolocalizador, el nuevo mensaje se sobre escribe en el mensaje más viejo. El símbolo de memoria llena es una opción programable. El icono  se muestra cuando existen menos de 130 espacios para caracteres disponibles.

### 2.3.18 SELECCIÓN DE ALERTAS

Permite al usuario elegir una alerta estándar o una de siete alertas diferentes a través de la pantalla de selección de alertas. La última alerta de la lista en la pantalla de selección de alertas, es una alerta programable. La alerta estándar es usada para los mensajes personales entrantes sin prioridad, así como para la alerta de encendido. La pantalla de selección de alertas también permite que el usuario seleccione la alerta corta, vibrador o ningún tipo de alerta. La alerta estándar es utilizada como alerta de encendido.

### 2.3.19 SÍMBOLO DE CARÁCTER IDEOGRÁFICO INVÁLIDO

Muestra el símbolo ideográfico invalido  o  si un carácter ideográfico no puede ser mostrado por el radiolocalizador al ser recibido. Estos símbolos especiales indican que el carácter no puede ser mostrado, ya que está fuera del rango de los caracteres almacenados en la memoria de solo escritura (en inglés read only memory, ROM).

### 2.3.20 SÍMBOLO DE DATOS ERRÓNEOS

Si la opción de símbolo de datos erróneos es programada y el radiolocalizador recibe un mensaje con datos erróneos, los símbolos  y  alternan en pantalla.

## 2.4 DIAGRAMAS A BLOQUES

El radiolocalizador se compone, electrónicamente hablando, de una tarjeta receptora de RF y de una tarjeta decodificadora controlada por un microcontrolador. Normalmente, un mensaje es recibido por medio de una señal portadora de RF que ha sido modulada en frecuencia por un código binario secuencial. Básicamente, el patrón de la señal consiste en datos binarios (incluyendo el código de dirección), seguido por los datos del mensaje.

Los circuitos de la tarjeta receptora realizan la conversión de la señal de RF a una frecuencia intermedia y la demodulación de la señal portadora. La tarjeta decodificadora procesa los datos codificados, y utilizando técnicas digitales, controla la memoria, la pantalla y los tonos de alerta dependiendo del tipo de mensaje recibido. En las figuras 2.4.1 y 2.4.2 se muestran los diagramas a bloques de la tarjeta receptora y decodificadora, del radiolocalizador Advisor Elite.

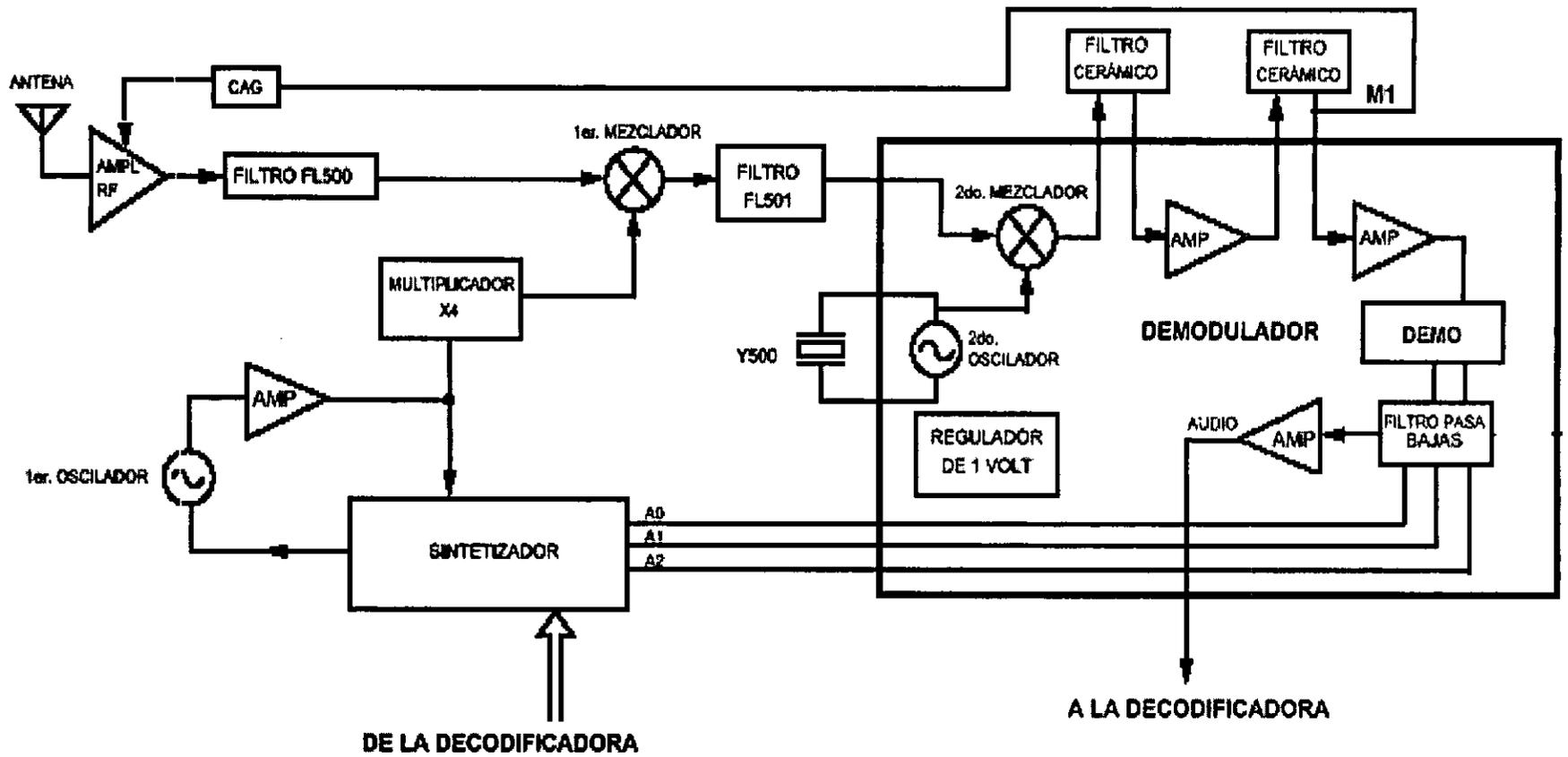


Figura 2.4.1 Tarjeta Receptora

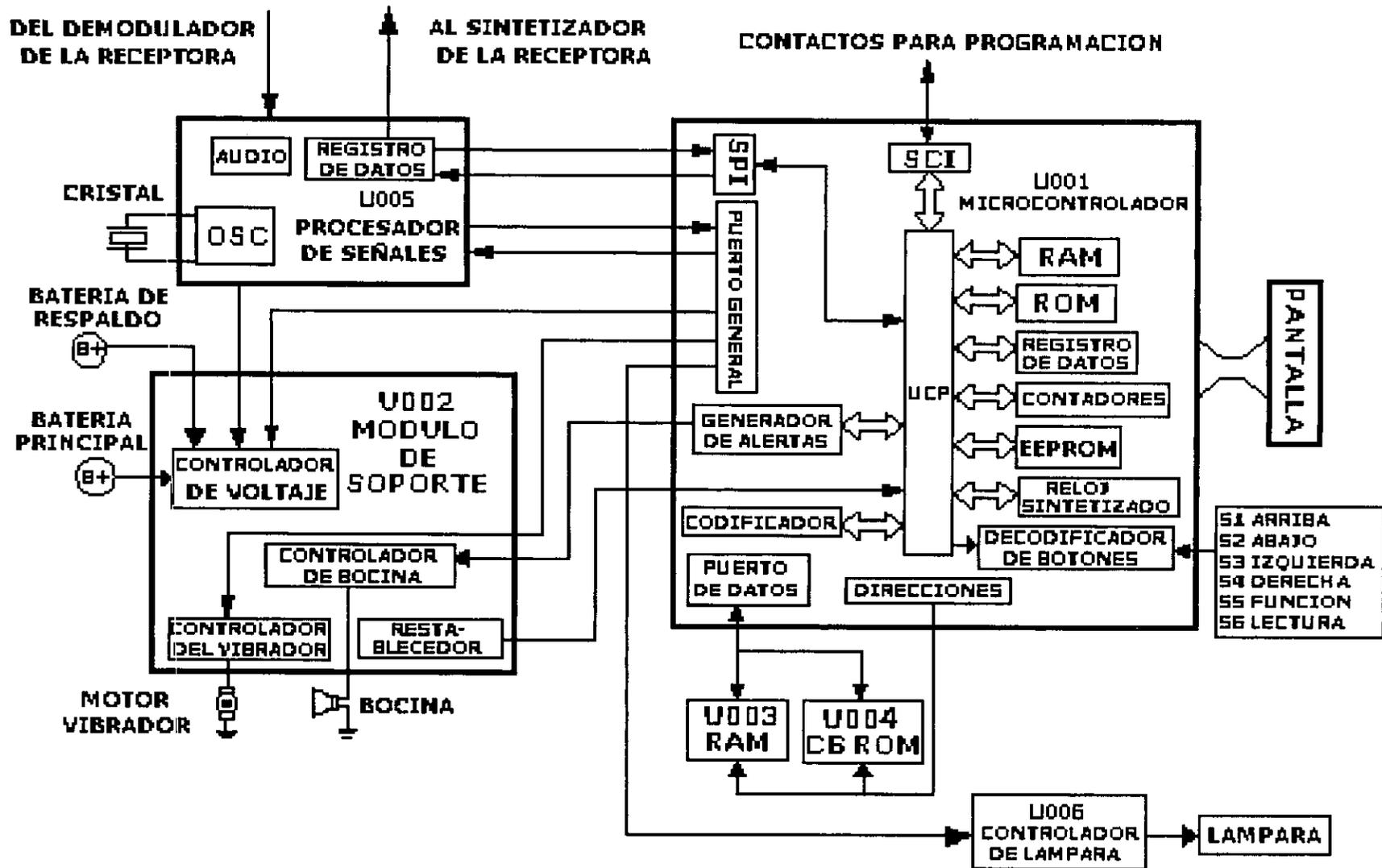


Figura 2.4.2 Tarjeta decodificadora

### 2.4.1 ALIMENTACIÓN

La alimentación para las tarjetas receptora y decodificadora es obtenida de la batería principal. La tarjeta receptora trabaja con un voltaje regulado de 1 volt (proporcionado por su regulador de voltaje) y la tarjeta decodificadora con 3 volts (proporcionados por su módulo de soporte). El voltaje de la tarjeta decodificadora es llevado al microcontrolador, a la memoria de solo escritura (en inglés read only memory, ROM) a la memoria de lectura aleatoria (en inglés read aleatory memory, RAM) y al circuito integrado que controla a la pantalla. Este circuito controlador de pantalla genera un voltaje de 9.5 volts para polarizar la pantalla.

### 2.4.2 TARJETA RECEPTORA

Como se muestra en la figura 2.4.1 los circuitos básicos para recepción de señales del radiolocalizador consisten de las siguientes etapas:

- La antena, los amplificadores y preselectores reciben, amplifican y filtran la señal de RF.
- El control automático de ganancia (CAG) reduce la ganancia del amplificador de RF para mejorar el comportamiento de los amplificadores en zonas con una potencia de señal elevada.
- El primer mezclador convierte la señal de RF a una señal de FI.
- El sintetizador alimenta una señal apropiada de RF para convertirla en una señal de FI.
- El filtro a cristal atenúa las señales por arriba y por debajo de la señal de FI.
- El demodulador de la señal de FI amplifica, filtra y mezcla con una frecuencia apropiada la señal de FI, demodulando la señal para recuperar los datos transmitidos. Este demodulador también contiene el regulador de voltaje para la tarjeta receptora. El control lineal es utilizado para seleccionar el estado de operación.

### 2.4.3 TARJETA DECODIFICADORA

La tarjeta decodificadora consta de un microcontrolador, un procesador de la señal demodulada, un módulo de pantalla, un módulo de soporte de alimentación lineal, una memoria externa y un circuito de lámpara.

El procesador de la señal demodulada efectúa las siguientes funciones:

- Sistema de reloj.
- Control de la tarjeta receptora.
- Decodificación de las tramas FLEX®.
- Transporte de los mensajes al microcontrolador.

El microcontrolador realiza las siguientes funciones:

- Almacena los mensajes en una RAM externa.

- Interpreta las señales provenientes de los botones externos.
- Genera los tonos de alerta.
- Controla el módulo de la pantalla.

La memoria externa consiste de lo siguiente:

- Capacidad de almacenamiento de 32k bytes x 8 líneas de direccionamiento para mensajes alfanuméricos.
- Capacidad de almacenamiento de 128k bytes x 8 líneas de direccionamiento para mensajes ideográficos.

El módulo de soporte de alimentación tiene funciones de:

- Proporcionar los voltajes necesarios para todos los circuitos.
- Monitorear las condiciones de la batería.
- Controlar la bocina y el motor del vibrador.
- Monitorear los voltajes de alimentación.

El módulo de la pantalla tiene las siguientes funciones:

- Proporciona la polarización necesaria para la pantalla.
- Muestra los mensajes.

El circuito de la lámpara proporciona el voltaje necesario para alimentar a la lámpara.

## 2.5 CONTROLES

El Radiolocalizador Advisor Elite contiene una pantalla para cuatro líneas, en la que se visualizan las funciones del radiolocalizador a controlar por medio de los botones que se muestran en la figura 2.5.1.



Figura 2.5.1 Botones de control.

### 2.5.1 BOTONES DIRECCIONALES IZQUIERDA/DERECHA

Los botones direccionales para el desplazamiento de izquierda a derecha se utilizan para poder mover el cursor hacia la izquierda o hacia la derecha y poder seleccionar cada una de las funciones del radiolocalizador, además de los mensajes entrantes y/o almacenados (el cursor aparece en forma destellante en

alguna de las líneas de la pantalla). Estos botones se muestran dentro del radiolocalizador en la figura 2.5.1 y su representación simbólica, en la figura 2.5.2.



**Figura 2.5.2 Representación de los botones direccionales izquierda/derecha.**

## 2.5.2 BOTONES DIRECCIONALES PARA SUBIR/BAJAR

Los botones direccionales para subir y bajar se utilizan para mover el cursor hacia arriba y hacia abajo y poder seleccionar las funciones de reloj, alarmas, hora y fecha. Además, estos botones se utilizan para mover el cursor por los mensajes entrantes y almacenados en el radiolocalizador para poderlos leer con el botón "leer/prender". Los botones direccionales para subir y bajar se muestran dentro del radiolocalizador en la figura 2.5.1 y su representación simbólica, en la figura 2.5.3.



**Figura 2.5.3 Representación de los botones direccionales para subir/bajar**

## 2.5.3 BOTÓN PARA SELECCIONAR FUNCIONES

El botón para seleccionar las funciones del radiolocalizador se utiliza básicamente para mostrar el "Menú Función", para seleccionar una función del radiolocalizador y para activar la función seleccionada. Este botón se muestra dentro del radiolocalizador en la figura 2.5.1 y su representación simbólica, en la figura 2.5.4.



**Figura 2.5.4 Representación del botón para seleccionar funciones**

## 2.5.4 BOTÓN PARA LEER/PRENDER

El botón para leer y prender se utiliza para prender el radiolocalizador y para leer los mensajes entrantes o los mensajes que se encuentran almacenados en el radiolocalizador previamente seleccionados con el cursor. Este botón se muestra dentro del radiolocalizador en la figura 2.5.1 y su representación simbólica, en la figura 2.5.5.



**Figura 2.5.5 Representación del botón para leer y prender**

## 2.6 INDICADORES

La tabla 2.6.1 muestra todos los indicadores con los que cuenta el radiolocalizador Advisor Elite. El equipo tiene la posibilidad de mostrar estos indicadores en cuatro idiomas: inglés, portugués, español y francés.

Inglés	Portugués	Español	Francés
SET TIME	AJUSTAR HORA	AJUSTAR HORA	REG. DE L' HEURE
SET ALARM	AJUSTAR ALARME	AJUSTAR ALARMA	REG. ALARME
TURN PAGER OFF	DESLIGAR PAGER	APAGAR	ETEINDRE
ZOOM IN	ZOOM AMPLIACAO	ZOOM AMPLIADO	ZOOM APPROCH.
ZOOM OUT	ZOOM REDUCAO	ZOOM REDUCIDO	ZOOM ELOIGN
ESCAPE	SAIR	SALIR	RETOUR MENU
DUPLICATE MESSAGE	MENSAG. DUPLICADA	MENSAJE DUPLICADO	REPETITION
MOTOROLA	MOTOROLA	MOTOROLA	MOTOROLA
PAGER DISABLED	PAGER DESATIV.	RECEPTOR DESACTIVADO	HORS SERVICE
<1>	<1>	<1>	<1>
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
<16>	<16>	<16>	<16>
SET PRIVATE TIME	AJUST HORARIO PRIV	AJUSTAR HORA PRIV.	REG. HORAIRE PRIVE
CHOOSE ALERT	ESCOLHER ALERTA	ESCOGER ALERTA	CHOIX TYPE DE SIGNAL
SET AUDIBLE ALERT	ALERTA SONORO	ALERTA AUDIBLE	MODE SON.
SET SILENT ALERT	ALERTA SILENCIOSO	ALERTA SILENCIOSA	MODE SILENCIEUX
LOCK MESSAGE	BLOQUEAR MENSAGEM	BLOQUEAR MENSAJE	SAUVEGARD MESSAGE
UNLOCK MESSAGE	DESBLOQ MENSAGEM	DESBLOQUEAR MENSAJE	ANNULER SAUVEGARDE
DELETE MESSAGE	APAGAR MENSAGEM	BORRAR MENSAJE	EFFACER CE MESSAGE
DELETE ALL MESSAGES	APAGAR TODAS MENSAG	BORRAR TODOS MENS	TOUT EFFACER
MEMORY FULL	MEMORIA CHEIA	MEMORIA LLENA	MEMOIRE SATUREE
STANDARD ALERT	PADRAO	ESTANDARD	BIP STANDARD

PLEASING ALERT	ALERTA MUSICAL	AGRADABLE	SIGNAL MUSICAL
CHIRP ALERT	ALERTA SIMPLES	CHIRRIDO	SIGNAL "BIP SIMPLE"
CHIRP AND SILENT	ALERTA MUSIC SILENC	ALERTA CHIRR/SILENC.	ALARME SIL SON
NO MESSAGE ALERT	SEM ALERTA	SIN ALERTA	PAS DE SIGNAL SONORE
MAILDROP ALERT ON	ALERTA MAILDROP ATV	ALERTA BUZON ACTIV.	MESS. COURRIER ACT.
MAILDROP ALERT OFF	ALERTA MAILDROP DES	ALERTA BUZON DESACT.	MESS. COURRIER INACT.
ON	LIGADO	PRENDER	MARCHE
OFF	DESLIGADO	APAGADO	ARRET
ADD TO NOTEBOOK	MOVER PARA PESSOAL	AGREGAR A LIBRETA	AJOUT. A ESPACE PERSO
SET MESSAGE ALARM	AJ MENS DO ALARME	AJUSTAR ALARMA MENS	RAPPEL SUR MESSAGE
NOTEBOOK	ARQUIVO PESSOAL	LIBRETA	ESPACE PERSONNEL
tone only	SO TOM	SOLO TONO	BIB SEUL
GROUP	MENSAGEM GRUPO	MENSAJE DE GRUPO	"GROUPE"
PRINT	IMPRIMIR	IMPRIMIR	IMPRIMER
SET TIME AND ALARM	AJUSTAR HORA/ALARME	AJUSTAR ALARMA/HORA	REGL. HEURE ET ALARME
VOICE MAIL	CORREIO DE VOZ	CORREO DE VOZ	COURRIER VOC.ELECTR.
EMAIL	CORREIO ELETR.	E-MAIL	COURRIER ELECTR.
FAX	FAX	FAX	FAX

**Tabla 2.6.1. Indicadores.**

## 2.7 ICONOS

Icono	Anunciador	Mensaje/ Estado	Menú de Funciones	Indicador	Otro
	Encendido	Mensajes no leídos (Destellando)		Prender	
			Apagar	Apagar	
	Ajustar hora privada		Ingreso al menú de la hora privada	Ajustar hora priv.	Habilita o deshabilita la hora priv.

↔			Salir de la pantalla de menú	Salir	
🔔	Alerta audible habilitada				
🔔			Seleccionar alerta audible	Alerta audible	
🔔			Selecciona vibrador	Alerta silenciosa	Ninguna alerta el la pantalla de selección de alertas
🔍		Se activa el zoom	Zoom ampliado	Zoom ampliado	
🔍		Se desactiva el zoom	Zoom reducido	Zoom reducido	
🔔			Selección de alerta	Escoger alerta	
🔔	Modo de alerta audible activada				
🔔		Mensaje con alerta			
🔔			Ajusta alarma de los mensajes	Ajustar alarma mensual	
🔔	Cursor de mensaje con alarma				
🔔					Alarma habilitada en la pantalla de selección de fecha y hora
🔔					Alarma deshabilitada en la pantalla de selección de fecha y hora

.			Selección de tiempo o selección alarma		
⌚			Ajustar hora y alerta	Ajustar alarma/hora	
🔒		Mensaje bloqueado	Bloquear mensaje	Bloquear mensaje	
🔒	Cursor de mensaje bloqueado				
🔒			Mensaje sin bloquear	Desbloquear mensajes	
🔊		Mensaje de servicios con alerta deshabilitada	Mensajes de servicios con alerta	Alerta buzón activ.	Selecciona un tono corto en la pantalla de selección de alertas
🔊	Cursor de mensajes de noticias con alerta habilitada				
🔊		Mensajes de servicios sin alerta		Alerta buzón desact.	
🔊	Mensajes de servicios con alerta deshabilitada				
🔊	Cursos en un mensajes de servicios con alerta deshabilitada				
📄	Libreta de mensajes	Agregar a la libreta		Agregar a libreta	
📄	Cursor en la libreta de mensajes				
📄	Mensaje en memoria				

	Cursor en un mensaje o en un mensaje nuevo cuando este parpadea				
				Memoria llena	Memoria llena
			Borrar mensaje	Borrar mensaje	
			Borrar todos los mensajes	Borrar todos los mensajes	
			Imprimir	Imprimir	
		Mensaje no ideográfico truncado			
		Mensaje ideográfico truncado			
		Continuación de mensaje no ideográfico			
		Continuación de mensaje ideográfico			
					Indicador de fragmento alfanumérico perdido
					Indicador de fragmento numérico perdido
					Indicador de fragmento ideográfico perdido
24 <sup>hr</sup>					Formato de tiempo de 24 hrs.
AM					Antes del medio día

PM					Pasado del medio día
					Batería llena
					Batería con ¾ de carga
					Batería con ½ de carga
					Batería con ¼ de carga
					Batería con baja carga
YY					Fuera del área de cobertura

**Tabla 2.7.1 Iconos**

## 2.8 PROGRAMACIÓN

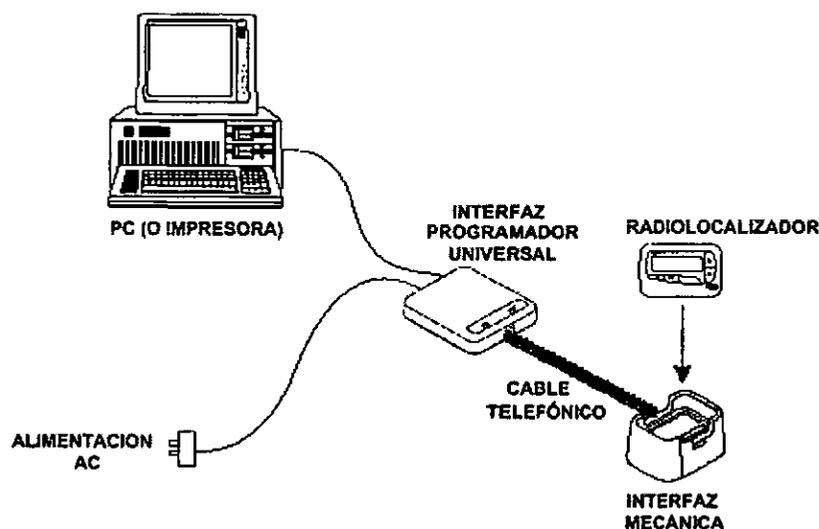
La mayoría de las características opcionales disponibles en el radiolocalizador Advisor Elite pueden ser programadas utilizando el software de programación del fabricante. El software es utilizado para programar las direcciones del radiolocalizador y sus opciones con la ayuda de una interfaz serial y una computadora personal, compatible con el estándar IBM/PC.

El software de programación y el equipo de programación, junto con la computadora IBM PC u otra compatible no son parte del radiolocalizador. Cada uno de estos elementos son adquiridos por separado.

El siguiente equipo es necesario para programar el radiolocalizador:

- Una computadora personal IBM/PC o compatible, con un sistema operativo versión 3.0 o superior
- Un adaptador para comunicaciones asíncronas (puerto serial), y 512k bytes de memoria RAM.
- Una interfaz de programación universal. Esta interfaz provee la comunicación entre el puerto serial y la interfaz mecánica del radiolocalizador. La interfaz de programación universal también incluye cables para conectarse al puerto serial de la computadora y una fuente de alimentación (convertidor de AC/DC).
- Interfaz mecánica para el radiolocalizador. Proporciona la conexión entre el radiolocalizador y la interfaz de programación universal a través de un conector RJ11 (tipo telefónico).
- Software. Programa de computación disponible en disquetes de 3 ½ pulgadas.

El sistema completo, así como las conexiones se pueden observar en la figura 2.8.1. La manera de como conectarlo se menciona a continuación:



**Figura 2.8.1** Equipo de programación del radiolocalizador Advisor Elite

- El equipo de programación, cable de la interfaz de programación universal, es conectado a la PC en su puerto serial.
- El cable telefónico es conectado de la interfaz de programación universal a la interfaz mecánica.
- El software debe de ser instalado en la PC.

Los pasos necesarios para programar el radiolocalizador Advisor Elite son los siguientes:

- Inserte el radiolocalizador dentro de la interfaz mecánica universal de modo que las dos conexiones de esta interfaz estén alineadas con los orificios que están cerca del seguro de la compuerta del compartimento de batería del radiolocalizador.
- Confirmar que el radiolocalizador se encuentre encendido.
- Leer las opciones existentes en la pantalla del radiolocalizador, siguiendo las opciones del software de programación (previamente cargado en la PC).
- Ingresar la contraseña si se solicita. Esta pantalla del programa se muestra en la figura 2.8.2. Si en el procedimiento de leer los datos del radiolocalizador se ingresa de manera incorrecta la contraseña, en más de ocho ocasiones, el radiolocalizador se desactivará. Al desactivarse el radiolocalizador, éste mostrará un indicador en la pantalla de "receptor desactivado" y en el equipo no se podrá seleccionar ninguna opción; en otras palabras, el radiolocalizador queda inservible.

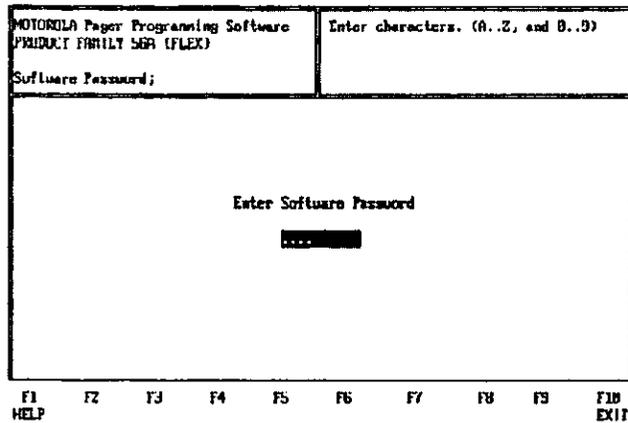


Figura 2.8.2 Pantalla de contraseña del radiolocalizador Advisor Elite

- Seleccionar la opción o las opciones a modificar y utilizar la barra espaciadora para saltar de opción en opción. En la figura 2.8.3 se muestra la pantalla inicial del software de programación. Cabe mencionar que la descripción a detalle de todas las opciones de este software no se tratan en este trabajo, ya que no se considera como el objetivo principal del mismo. Para obtener mayor información acerca de este software se sugiere consultar el manual del software indicado en la bibliografía de este trabajo.
- Programar el radiolocalizador a través del comando "Program Pager" del menú de programación. Las opciones que no son modificadas quedan con la misma programación. Después que ha sido programado correctamente el radiolocalizador emite una alerta de encendido y muestra el indicador de encendido.

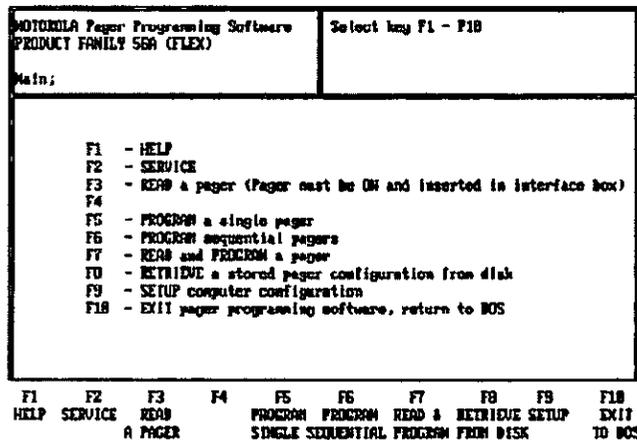


Figura 2.8.3 Pantalla inicial del software de programación

---

# CAPÍTULO 3.

## FUNCIONAMIENTO

---

### 3.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se describen las facilidades que tiene el usuario al manejar el radiolocalizador Advisor Elite, también se describe la teoría general de operación de este radiolocalizador, detallando las funciones de cada tarjeta mostradas en las figuras 2.4.1 y 2.4.2.

El radiolocalizador se compone de una tarjeta decodificadora y una tarjeta receptora. Normalmente un mensaje es recibido por medio de una señal de radiofrecuencia modulada por una secuencia de datos. Básicamente, el patrón de la señal consiste en datos binarios que incluyen la dirección del radiolocalizador seguida por los datos del mensaje y de sincronía.

Los circuitos de la tarjeta receptora convierten las señales de radiofrecuencia en una señal de FI, para luego ser demodulada y llevada a la tarjeta decodificadora, la cual procesa esta señal de FI utilizando técnicas digitales, y controla los mensajes almacenados en memoria para mostrarlos a través de la pantalla del radiolocalizador.

El radiolocalizador utiliza una batería principal y otra auxiliar. El voltaje de alimentación de la tarjeta decodificadora y receptora es obtenido de la batería principal. La batería auxiliar suministra un voltaje necesario para que la memoria del equipo mantenga almacenados los mensajes, hasta por cinco minutos después que la batería principal ha sido extraída del radiolocalizador. Esto es muy útil cuando se reemplaza una batería principal sin carga por otra batería nueva cargada totalmente. En la tarjeta decodificadora se generan 3.1 volts a través del módulo de soporte. Este voltaje es aplicado a todos los circuitos de esta tarjeta. La pantalla toma estos 3.1 volts y los eleva a 9.5 volts, necesarios para su correcto funcionamiento.

Como se observa en el diagrama a bloques de la tarjeta receptora (figura 2.4.1), esta tarjeta está constituida por una antena, amplificadores de RF y de filtros encargados de captar las señales de RF y de proporcionar una primera amplificación.

El control automático de ganancia reduce la ganancia del amplificador de RF, dependiendo que tan fuerte o débil sea la señal captada por la antena.

El primer mezclador convierte la señal de RF en una señal de FI. El sintetizador trabajando en conjunto con el primer oscilador proporcionan la oscilación exacta para convertir la señal de RF en una primer señal de FI.

El filtro a cristal FL501 atenúa la señal por debajo y encima de la primera señal de FI.

El módulo demodulador mezcla una señal de un segundo oscilador con la señal de la primera señal de FI para obtener una segunda señal de FI; también, amplifica, filtra y demodula la segunda señal de FI para obtener la señal codificada que contiene los mensajes transmitidos. Dentro del mismo demodulador se tiene un regulador de voltaje que regula un voltaje de 1 volt necesario para alimentar todos los circuitos de la receptora, con excepción del circuito sintetizador, que maneja 3.1 volts.

En la tarjeta receptora existen tres líneas de control (A0, A1, A2) que son utilizada para seleccionar el estado de operación.

La tarjeta decodificadora consiste de un microcontrolador, un módulo de soporte, memorias externas, un procesador de señales, un generador de voltaje para alimentar la lámpara y el módulo de la pantalla.

El microcontrolador almacena los mensajes dentro de las memorias externas, procesa las señales proporcionadas por los botones, genera los tonos de las alertas y controla el módulo de la pantalla.

El módulo de soporte proporciona el voltaje de 3.1 volts, monitorea el voltaje de la batería principal, maneja la corriente del vibrador y de la bocina y recarga la batería auxiliar.

Las memorias externas almacenan los mensajes alfanuméricos e ideográficos.

El procesador de señales controla la tarjeta receptora, decodifica las tramas del protocolo FLEX<sup>®</sup> y envía los mensajes al microcontrolador.

EL generador de voltaje de la lámpara, provee un voltaje de 60 volts de corriente alterna necesarios para que la lámpara trabaje correctamente.

La pantalla muestra los diversos datos proporcionados por el microcontrolador, entre ellos los mensajes.

## **3.2 FACILIDADES DE USUARIO**

### **3.2.1 FACILIDADES EN LA MEMORIA DE MENSAJES**

#### *3.2.1.1 Mensajes de servicios*

Los mensajes de servicios son localizados en la ranura correspondiente a su número de dirección. Por ejemplo, el mensaje con la dirección dos queda dentro de la segunda ranura de mensajes de servicios. Cada nuevo mensaje de servicios en una dirección reemplaza al mensaje (si lo hay) en esa dirección particular.

Los mensajes de servicios no pueden ser bloqueados, alarmados o almacenados en la libreta de mensajes personales, pero por otra parte, los mensajes personales si pueden ser grabados en la libreta de mensajes de servicios. No se puede identificar mensajes de servicios duplicados.

#### *3.2.1.2 Retención del mejor mensaje de servicio*

Al ingresar un nuevo mensaje de servicios al radiolocalizador, éste reemplazará un mensaje de servicios ya existente solo si el nuevo mensaje contiene el mismo número de caracteres y tiene una mayor cantidad de caracteres correctos (sin errores) que el mensaje de servicio existente.

#### *3.2.1.3 Alerta de mensajes de servicios*

Cada dirección de un mensaje de servicios puede ser programada para emitir una alerta cuando un nuevo mensaje esta arribando. Los siguientes tipos de alertas para los mensajes de servicios están disponibles: estándar, agradables, tono corto de alerta y silencio (tono corto de alerta, seguido por el vibrador), y ninguna alerta.

#### *3.2.1.4 Limpieza general de la memoria*

Borra todos los mensajes personales no protegidos, leídos previamente y todos los mensajes de servicios leídos. Cualquier mensaje no leído o protegido (bloqueado, alarmado o en la libreta de mensajes personales) continua almacenado en la memoria.

#### *3.2.1.5 Detención de mensajes duplicados*

Al estar ingresando mensajes continuamente al radiolocalizador, se realiza una verificación carácter por carácter de cada uno y se comparan ignorando los caracteres erróneos. Cuando todos los caracteres, sin errores, de dos mensajes son iguales, los mensajes se consideran como duplicados. El mensaje con menor cantidad de errores es mantenido y el otro mensaje es descartado. Si ambos mensajes contienen el mismo número de errores, el nuevo mensaje es descartado y el primer mensaje es tomado como duplicado. Un mensaje marcado como duplicado es seleccionado como no leído, y cuando se lee, se muestra el indicador de "mensaje duplicado" antes de la primera línea del mensaje.

## 3.2.2 FACILIDADES EN LAS ALERTAS

### 3.2.2.1 *Modo de cambio de alertas*

Permite al usuario seleccionar el tipo de alerta en el menú de funciones. Puede ser una vibración o un tono audible.

### 3.2.2.2 *Tipos de alertas*

Permite al usuario seleccionar una de los siete tipos de alertas en la pantalla de alertas. Pueden ser: un tono corto, un tono corto seguido de una vibración o ningún tipo de alerta, donde simplemente se reciben los mensajes sin emitir ninguna aleta.

### 3.2.2.3 *Vibrador*

Este modo de alerta puede ser seleccionado para silenciar el equipo, con esto el radiolocalizador vibra cuando un mensaje es recibido.

### 3.2.2.4 *Modo de operación para el radiolocalizador sin alertas.*

Las alertas audibles son desactivadas cuando el radiolocalizador es programado con la opción de alerta silenciosa. Cuando esta opción es seleccionada las siete alarmas audibles son automáticamente desactivadas.

### 3.2.2.5 *Desactivación de las alertas*

Las alertas audibles y el vibrador no están disponibles cuando es seleccionada esta opción en la programación. Esta opción ignora todas las demás alertas opcionales e impide que las alertas puedan ser cambiadas.

### 3.2.2.6 *Retención de mensajes numéricos con errores.*

Permite que el radiolocalizador se alerte normalmente si son detectados errores en un mensaje numérico. Si no se programa esta opción, el radiolocalizador no se alerta al recibir datos con errores y el mensaje no es almacenado en memoria.

### 3.2.2.7 *Cancelación manual de las alertas*

Si esta opción programable es seleccionada y el radiolocalizador está en un modo audible, el usuario debe de apagar manualmente la alerta presionando cualquier botón del radiolocalizador.

### 3.2.2.8 *Alerta para los mensajes no leídos.*

Cuando se programa esta alerta y existen mensajes sin leer en la memoria, el radiolocalizador genera un tono de alerta de corta duración. Sin embargo, este tipo de alerta cesa después de 12 ó 2 segundos, según su programación.

### *3.2.2.9 Frecuencia de alerta*

La frecuencia de la alerta estándar puede ser seleccionada a través del software de programación.

### *3.2.2.10 Duración de la alerta*

Las alertas para los mensajes personales sin prioridad pueden ser programadas con tiempos de 2 ó 12 segundos. Para los mensajes de servicios, la duración de las alertas es de 2 segundos, ya sea audible o vibración.

## **3.2.3 FACILIDADES DE LA PANTALLA**

### *3.2.3.1 Iluminación automática*

Al presionar cualquier botón se ilumina la pantalla cuando el radiolocalizador se encuentra en ambientes con baja intensidad de luz.

### *3.2.3.1 Origen del mensaje*

Muestra información concerniente al origen del mensaje en su última línea.

### *3.2.3.2 Amplificación de los caracteres*

Amplifica los caracteres mostrados en la pantalla al doble de su tamaño normal. Cuando esta característica es utilizada, las cuatro líneas destinadas a los mensajes son reducidas o solo dos.

### *3.2.3.3 Indicador de cobertura*

Muestra que el equipo no detecta ninguna señal con una palabra de sincronización en un período de tiempo predeterminado. Este indicador es mostrado hasta que el radiolocalizador deja de estar en una área sin cobertura. Si esta opción es seleccionada, el equipo se alerta para indicar que está fuera del área de cobertura.

### *3.2.3.4 Indicador del menú de funciones*

Selecciona el tipo de pantalla para el menú de opciones:

- Modo ideográfico: iconos o apuntadores
- Modo alfanumérico: apuntadores, iconos o ambos.

### *3.2.3.5 Contraste de la pantalla*

Permite ajustar el contraste de la pantalla, programando un valor que va de 0 a 15.

### 3.2.3.6 *Ajuste automático del contraste*

Se encarga de ajustar automáticamente el contraste de la pantalla según el valor programado, variando el voltaje de polarización de la pantalla.

### 3.2.3.7 *Indicador de datos con errores*

Provoca que el radiolocalizador muestre una alternancia de dos caracteres(■ o ■) para representar un dato erróneo o un carácter especial no transmisible.

### 3.2.3.8 *Indicador de fragmentos perdidos*

Provoca que el radiolocalizador muestre un símbolo especial en lugar de un fragmento de mensaje perdido. Los símbolos mostrados son:

- <..> Mensaje alfanumérico
- - - - Mensaje numérico
- . . . . Mensaje ideográfico

Este indicador también produce que el radiolocalizador muestre el símbolo <..> en lugar de la porción del mensaje que se perdió.

### 3.2.3.9 *Resumen del mensaje*

Muestra la primera línea del mensaje en la cuarta línea de la pantalla.

## 3.2.4 FACILIDADES DE IMPRESIÓN

Permite que uno o todos los mensajes (incluyendo los de solo tono) puedan ser impresos a través de una impresora, la cual se conecta en la computadora de programación descrita en la sección 2.8.

## 3.3 FUNCIONAMIENTO DE LA TARJETA RECEPTORA

La función de la tarjeta receptora es recobrar la información contenida dentro de la señal de radiofrecuencia recibida a través de la antena, la cual es sintonizada a la frecuencia de transmisión. En nuestro caso la frecuencia de transmisión está dentro de la banda de los 929 a los 932 Mhz. Una vez que la señal es recibida, se disminuye el valor de la frecuencia a niveles más fáciles de manejar, empleando un oscilador local, un mezclador y un filtro paso bandas.

En el radiolocalizador Advisor Elite se utiliza un receptor superheterodino con doble conversión de frecuencia. Esto significa que dentro del proceso para recobrar la información de la señal de radiofrecuencia se tiene que disminuir dos veces el valor de su frecuencia. La superheterodinación es un proceso en donde las oscilaciones eléctricas captadas por la antena se superponen a otras de frecuencia distinta dando lugar, mediante la producción de pulsaciones, a oscilaciones de frecuencia constante (frecuencia intermedia) fácilmente

amplificables y filtrables. El diagrama a bloque de esta tarjeta receptora se muestra en la figura 2.4.1.

Los bloques más importantes con los que está formada la tarjeta receptora son los siguientes:

- Antena
- Amplificador de radiofrecuencia (Ampl RF)
- Control automático de ganancia (CAG)
- Filtro FL500
- Sintetizador (Con oscilador de referencia)
- Primer oscilador
- Primer mezclador
- Filtro FL501
- Segundo Oscilador
- Segundo mezclador
- Filtros cerámicos
- Amplificadores
- Demodulador
- Filtro pasa bajas
- Regulador de 1 volt

### 3.3.1 ANTENA

La antena es la encargada de captar los campos electromagnéticos emitidos por el transmisor. Consiste en una placa de circuito impreso, en forma de lazo cerrado, conectada en serie a cuatro capacitores fijos y uno variable. Este capacitor variable ajusta la frecuencia de resonancia de la antena; la cual está conectada en un extremo de la tarjeta, lejos de cualquier objeto metálico, para evitar una pérdida de ganancia debido a una distorsión del patrón de radiación. La tarjeta receptora se observa en la figura 3.3.1.

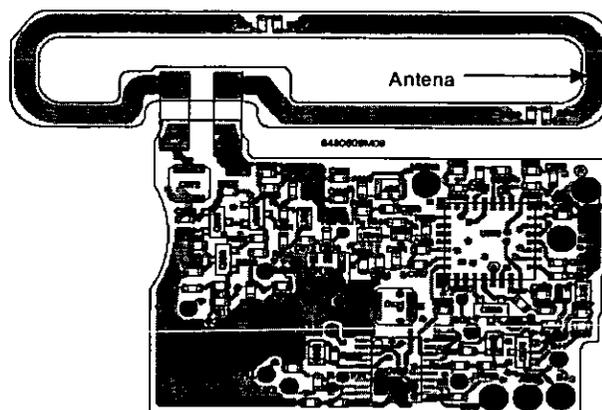


Figura 3.3.1 Tarjeta receptora.

### 3.3.2 AMPLIFICADOR DE RADIOFRECUENCIA Y CONTROL AUTOMÁTICO DE GANANCIA

La señal recogida por la antena es amplificada o atenuada por el amplificador de RF, dependiendo de la potencia en que se reciba (muy débil o muy fuerte) a través de un control automático de ganancia (CAG). El CAG se encarga de detectar la potencia de la señal para controlar el factor de amplificación del amplificador. Así, el CAG mejora el desempeño del amplificador.

El amplificador está formado por un transistor conectado en emisor común, seguido por otro conectado en base común, dándole al circuito una ganancia de 16 decibeles (dB). Para acoplar la impedancia de salida de la antena (50 ohms) y la impedancia de entrada del circuito de RF se utiliza una red acopladora formada por inductancias y capacitores.

### 3.3.3 FILTRO FL500 Y PRIMER MEZCLADOR

La señal de salida del amplificador de RF es filtrada a través del filtro FL500. Este filtro paso banda proporciona un rechazo de 40 dB de la señal imagen aproximadamente a 840 MHz. La señal filtrada ( $f_c$ ) es inyectada dentro de la base del primer mezclador, así como la frecuencia de la señal del oscilador local ( $f_o$ ), obteniendo a la salida una combinación de cuatro señales ( $f_c$ ,  $f_o$ ,  $f_c-f_o$ ,  $f_c+f_o$ ). Todas estas señales son filtradas a través de un circuito tanque, el cual solo permite pasar la frecuencia  $f_c-f_o$ . La impedancia de salida del primer mezclador es igualada con el filtro a cristal FL501. La ganancia en potencia de la mezcla es de 10 (dB), pero debido a que las impedancias de entrada y de salida del mezclador son diferentes, su ganancia de voltaje es de 25 dB.

### 3.3.4 PRIMER OSCILADOR

El primer oscilador es un oscilador Colpits controlado por voltaje que utiliza un transistor bipolar de unijuntura, inductores y un diodo varactor como circuito resonante. La capacitancia del diodo varactor es controlada por el voltaje de salida del sintetizador. Este voltaje de control varía desde los 0.3 hasta 1.8 volts, el cual permite que la receptora pueda sintonizar todos los canales de transmisión dentro de su banda en frecuencia de operación. Debido a que el sintetizador utiliza un oscilador de referencia de alta estabilidad, el primer oscilador resulta ser altamente estable a altas temperaturas.

### 3.3.5 SINTETIZADOR Y MULTIPLICADOR POR CUATRO

El módulo de sintetizador contiene un oscilador de referencia, un detector de fase digital de cuatro bits y un control lógico. El valor de la frecuencia del sintetizador es programado por medio de una computadora, como se verá en la sección 3.4.

La frecuencia del oscilador de referencia del sintetizador es de 16.8 MHz. La frecuencia de oscilación, del primer oscilador, específica para diferentes proveedores del servicio de radiomensajería es sintetizada cambiando la frecuencia a través de la programación. La detección de fase (transmitidos dentro

de la trama FLEX, 2 ó 4 niveles) se utiliza para sintonizar al módulo sintetizador a través de las líneas A0, A1 y A2.

En su funcionamiento, el sintetizador compara la señal de oscilación de su propio oscilador de referencia con la señal de salida del primer oscilador y genera el voltaje de control para éste. El oscilador de referencia es un oscilador a cristal, formado por un circuito integrado, bobinas, capacitores, resistencias y un cristal de 16.8 MHz. Las pequeñas variaciones en frecuencia, que pudiera tener el cristal son corregidas a través de un capacitor variable de muy baja capacitancia (picofaradios).

El amplificador del primer oscilador amplifica la señal de oscilación para que pueda pasar por el módulo multiplicador por cuatro.

El multiplicador por cuatro es un amplificador sintonizado, que elige la doceava armónica de la señal de primer oscilador, para que pueda ser mezclada junto con la señal que sale del filtro FL500 a través del primer mezclador.

### 3.3.6 FL501

FL501 es un filtro pasa banda, de dos polos, con un elevado factor Q, resonando a 44.9625 MHz. Esto quiere decir que FL501 no deja pasar las frecuencias, a la salida del primer mezclador, que se encuentran por arriba o abajo de 44.9625 MHz.

La figura 3.3.2. muestra la respuesta de este filtro. En ella se puede observar la frecuencia central  $f_0$  (44.9635 MHz). El filtro rechaza las señales menores a  $f_1$  (44.9565 MHz) o superiores a  $f_2$  (44.9685 MHz).

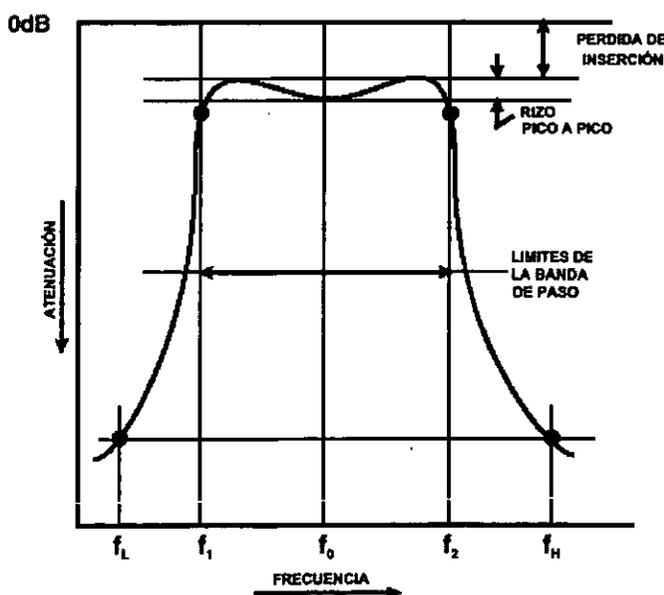


Figura 3.3.2 Respuesta típica del filtro FL501

### 3.3.7 SEGUNDO OSCILADOR, SEGUNDO MEZCLADOR Y FILTROS CERÁMICOS

A la señal de salida de FL501 se le denomina como la primera señal de FI y es inyectada al segundo mezclador, dentro del módulo demodulador. El segundo oscilador se encarga de generar una señal de 455 kHz abajo de la primera señal de FI. El segundo mezclador mezcla la primera señal de FI con la señal del segundo oscilador. Obteniendo a la salida una segunda señal de FI de 455 kHz. El segundo oscilador es un oscilador a cristal que no cuenta con ningún dispositivo de ajuste de frecuencia.

La segunda señal de FI es filtrada y amplificada por dos filtros cerámicos y dos amplificadores; con el fin de reducir el ruido y proporcionar una mejor selectividad entre canales adyacentes.

### 3.3.8 PUNTO M1, DEMODULADOR Y FILTRO PASA BAJAS

El punto M1 está a la salida del segundo filtro cerámico y se utiliza para los procesos de ajuste en la tarjeta receptora. Aquí se puede observar y medir el nivel de la señal proveniente de las etapas anteriores. Desde la antena hasta la segunda señal de FI. Después de los dos amplificadores, la señal es aplicada al "demo" de audio, quien realiza la demodulación de la señal. Cabe mencionar que en este equipo a la señal banda base se le denomina señal de audio.

Después de la demodulación, la señal de audio es llevada a un filtro paso bajas, que solamente permite el paso del tren de bits de la señal banda base, para luego amplificarla y llevarla a la tarjeta decodificadora.

### 3.3.9 REGULADOR DE 1 VOLT

Este regulador es el encargado de proporcionar el voltaje necesario para alimentar a todos los circuitos de la tarjeta receptora, con excepción del sintetizador que se alimenta a través de los 3 volts que se generan en la tarjeta decodificadora. A la entrada de este regulador se inyectan los 3 volts proporcionados por la tarjeta decodificadora y a la salida se obtiene un voltaje altamente regulado de 1 volt.

## 3.4 FUNCIONAMIENTO DE LA TARJETA DECODIFICADORA

El funcionamiento de la tarjeta decodificadora con que cuenta el radiolocalizador (figura 3.4.1), se basa en cuatro modos básicos de operación: encendido, espera de mensajes, aviso de mensajes, almacenamiento y retención en memoria. Los cuales serán explicados en la sección 3.4.2. Estos modos se realizan a través de las diferentes funciones de los módulos que constituyen el circuito de la tarjeta, los cuales se explicarán por bloques funcionales a continuación:

### 3.4.1 FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO DE LA TARJETA DECODIFICADORA

Como se vio en la sección 2.4.3, la tarjeta decodificadora consta principalmente de los bloques funcionales que se muestran en la figura 2.4.2, los cuales se listan a continuación:

- Microcontrolador (U001).
- Módulo de Soporte (U002).
- Memoria RAM (U003).
- Memoria CG-ROM (U004).
- Procesador de Señales (U005).
- Controlador de lámpara (U006).

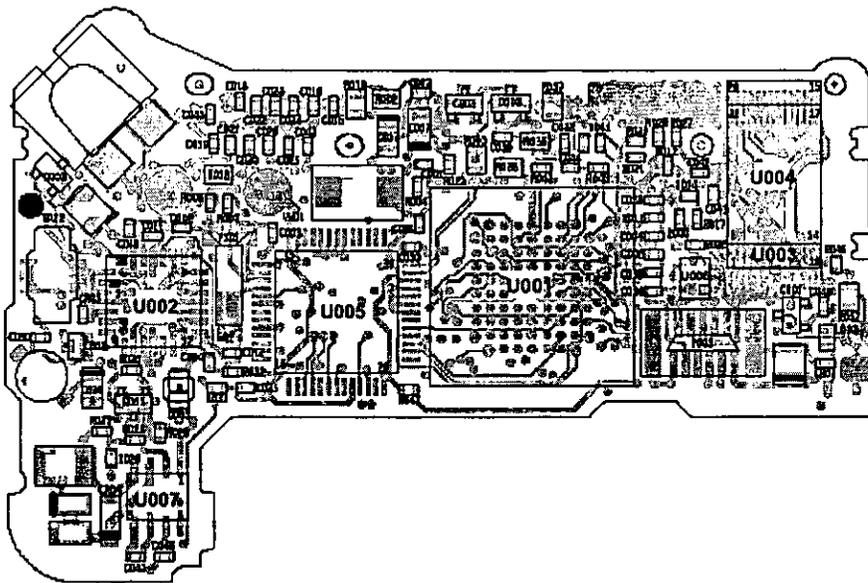


Figura 3.4.1 Tarjeta decodificadora

#### 3.4.1.1 Módulo Microcontrolador U001

El microcontrolador (U001) controla todas las operaciones de la tarjeta decodificadora. Sus funciones principales radican en el control de la programación de las memorias RAM y ROM, bloqueos periódicos al reloj sintetizado, cambios en la programación, manejo de la decodificación de datos, interpretación de las señales provenientes de los botones, puertos de entrada y salida de datos, generación de tonos alerta y carga de la batería de respaldo.

Los submódulos y componentes que constituyen al microcontrolador son los siguientes:

- Unidad central de proceso (UCP).
- ICS

- IPS
- Reloj sintetizado
- Memoria RAM
- Memoria ROM
- Memoria EEPROM
- Codificador de botones
- Generador de alertas
- Puerto general
- Direcciones
- Puerto de datos
- Pantalla
- Codificador
- Registro de datos
- Contadores

#### UNIDAD CENTRAL DE PROCESO (UCP)

El componente más importante del radiolocalizador es la unidad central de proceso, la cual procesa información de acuerdo a un programa de instrucciones y a datos en un lenguaje particular llamado "código de máquina". La UCP controla todas las operaciones del radiolocalizador y provee señales de control para habilitar o deshabilitar otros componentes, además de equipos para entrada y salida de datos. La UCP puede ejecutar virtualmente todas las diferentes combinaciones de instrucciones que se le asignen. Una instrucción toma de dos a cinco ciclos generados por su reloj interno (circuito oscilador de cristal que opera con la referencia del reloj a 38.4 Khz proporcionada por el procesador de señales). Durante el primer ciclo de reloj, la UCP toma una primer instrucción y para validarla identifica su correspondiente dirección en el submódulo "Direcciones" del microcontrolador y esa dirección la almacena en un espacio libre del módulo memoria RAM U003. En el segundo ciclo, la UCP toma el valor de la instrucción y la comienza a leer. La UCP utiliza un tercer ciclo para construir internamente la dirección completa de todas las instrucciones asignadas con las direcciones que fueron guardadas en el módulo memoria RAM U003 y también para preparar la llegada de una siguiente instrucción.

#### INTERFAZ DE COMUNICACIÓN SERIAL (ICS)

La interfaz de comunicación serial se utiliza para comunicar el radiolocalizador con el exterior, esta interfaz trabaja intercambiando datos en forma asíncrona, su uso más común es para conectar al radiolocalizador con una computadora personal y poder interpretar o cambiar programas. La ICS checa todos los detalles de la información al transformar los datos al formato en serie, incluyendo los bits de inicio y fin requeridos para la estandarización. Este chequeo permite adicionar 2 caracteres para la transmisión de información, lo cual adicionan tiempo a la UCP para que pueda preparar caracteres adicionales. La ICS detecta automáticamente

el inicio de un carácter entrante para asegurar su correcta recepción. Todas las actividades relacionadas con la conversión y recepción de datos en serie es tarea de la ICS sin la intervención de la UCP, por lo que la UCP simplemente leerá los datos que le sean enviados por la ICS. Esta interfaz se puede configurar de dos maneras diferentes: estándar o IR. La configuración estándar consiste en conectar al codificador directamente con el exterior mediante la ICS para suministrar información de diseño del radiolocalizador. La configuración IR permite comunicar al radiolocalizador por la ICS sin conectar directamente un módulo interno, esta configuración es usada por el radiolocalizador para cambiar o instalar programas nuevos.

## INTERFAZ PERIFÉRICA EN SERIE (IPS)

La interfaz periférica en serie se utiliza para la comunicación entre el procesador de señales y el microcontrolador. Esta interfaz consta de tres canales. El primero se utiliza para comunicar la señal del reloj sintetizado del microcontrolador. Un segundo canal se utiliza para enviar y recibir paquetes de mensajes en protocolo FLEX®. El tercer canal se utiliza para leer y escribir información del codificador a través de la UCP. Esta interfaz también se utiliza para cambiar el formato de los datos, de serie a paralelo o de paralelo a serie. La IPS trabaja intercambiando datos a una velocidad de 16 bits. Cuando el microcontrolador inicia una transferencia de datos hacia el procesador de señales a través de la IPS, la información es recorrida ocho bits para asegurar el intercambio de datos en ambos sentidos. En algunos casos, la transferencia de datos es incompleta y los datos se transfieren en un solo sentido, del microcontrolador al procesador de señales o del procesador de señales hacia el microcontrolador. La IPS tiene la opción de modificar la velocidad y dirección para el intercambio de datos, polarización del reloj y la fase de las señales para permitir la compatibilidad con otros equipos o componentes de otros fabricantes.

## RELOJ SINTETIZADO

El reloj sintetizado es un circuito oscilador a cristal que eleva la frecuencia de la señal de reloj de 38.4 Khz (proporcionada por el procesador de señales) durante los periodos en que el microcontrolador se encuentra decodificando datos, de acuerdo a los elevados requerimientos de estas operaciones.

## MEMORIA RAM

La memoria RAM del microcontrolador es de una capacidad de 3.5 Kbits y se utiliza para guardar temporalmente instrucciones y datos que la UCP pueda leer en cualquier momento. La información guardada dentro de esta memoria puede ser borrada para escribir otra nueva y puede perderse cuando se corta la energía. Cuando la UCP guarda un valor en esta memoria, con la señal de "ESCRITURA" se activa un seguro para que posteriormente no se escriban datos provenientes de la ICS. Este seguro es fijo y almacena los valores hasta que un nuevo valor es escrito en esta posición por la UCP o es cortada la energía. Para leer un valor, se

activa la señal de "LEER". Las acciones de la memoria RAM son controladas por el microcontrolador por medio de una línea dedicada.

## MEMORIA ROM

La memoria ROM del microcontrolador tiene una capacidad de 60 Kbits y se utiliza para guardar datos e instrucciones (programas) permanentemente desde el momento en que se fabrica. La información guardada en esta memoria no puede ser borrada aún cuando sea cortada la energía. Los datos contenidos en la memoria ROM pueden ser leídos por la UCP en cualquier momento pero a diferencia de la memoria RAM, en la memoria ROM la UCP no puede escribir información. Las acciones de la memoria ROM son controladas por el microcontrolador por medio de una línea dedicada.

## MEMORIA EEPROM

La memoria EEPROM es un tipo de memoria ROM eléctricamente borrrable, la cual una vez borrada, puede reprogramarse con nuevas instrucciones y guardar nuevos datos. La memoria EEPROM se utiliza para guardar características de selección del radiolocalizador para el usuario, información específica del usuario, generación de caracteres, información de iconos e información de seguridad. También se guarda información del lenguaje mostrado al usuario para poder manejar lenguajes múltiples.

## DECODIFICADOR DE BOTONES

El decodificador de botones se comunica por un lado con la UCP y por otro lado con los botones del radiolocalizador de manera que las señales proporcionadas por los botones del radiolocalizador sean convertidas por el decodificador de botones a señales de 0 ó 5 Vcd y posteriormente enviadas a la UCP para que pueda entenderlas y manipularlas generando alarmas y proyectándolas en la pantalla. El decodificador de botones provee una resistencia interna e interrumpe a la UCP cuando se presiona algún botón

## GENERADOR DE ALERTAS

El funcionamiento del generador de alertas se apoya con la UCP para controlar el submódulo controlador de bocina del módulo de soporte. La UCP también suministra la señal de alerta audible pero su corriente de salida se limita cuando el voltaje de la batería principal esta en niveles bajos, lo cual afecta la duración de las alertas. Básicamente, el generador de alertas divide y disminuye la frecuencia de reloj suministrada por el cristal del procesador de señales para crear una variedad de tonos utilizables como alertas audibles.

## PUERTO GENERAL

El módulo microcontrolador cuenta con un puerto general para comunicar información y gobernar al módulo procesador de señales, al controlador de voltaje y controlador del vibrador del módulo de soporte, además del controlador de la lámpara.

## DIRECCIONES

Dentro del submódulo direcciones, se encuentran indicadas las direcciones correspondientes a las memorias RAM y CG ROM en donde la unidad central de proceso pueda almacenar o consultar información.

## PUERTO DE DATOS

El puerto de datos se utiliza como interfaz de comunicación entre el microcontrolador y las memorias RAM U003 y CG ROM U004. Cada línea de estas memorias es controlada por el módulo microcontrolador para guardar o consultar información a través de este puerto.

## CONTROL LOGICO DE PANTALLA (LCD)

La pantalla del radiolocalizador cuenta con un controlador lógico para interpretar las señales provenientes de la UCP o de la memoria CG ROM. El controlador de pantalla desplegará las alarmas generadas por la UCP cuando éste interactúa con el decodificador de botones al controlar las señales provenientes de los botones.

El LCD cuenta con 8 planos de apoyo por 80 planos frontales para desplegar mensajes numéricos y alfanuméricos, tiene un generador de voltaje interno para elevar los niveles de voltaje a niveles apropiados para el cristal de la pantalla y contiene un circuito compensador de temperatura para mantener un contraste aceptable en la pantalla aún en temperaturas extremas. Además, con la ayuda del detector de la luz ambiental la pantalla se ilumina apropiadamente.

## CODIFICADOR

En el submódulo "codificador" se guardan los datos codificados que utilizan los módulos de las tarjetas receptora y decodificadora del radiolocalizador. El módulo procesador de señales lee información en el codificador a través del IPS y cuando la UCP utiliza información del codificador, la guarda en la memoria EEPROM. Para que el radiolocalizador responda a la llegada de un mensaje codificado, debe validar la información del mensaje recibido de acuerdo a la información codificada y guardada en el codificador. El radiolocalizador responderá con la alerta que se encuentre seleccionada y desplegará un mensaje en la pantalla. Cuando el módulo de soporte genera el voltaje que necesita para encender el radiolocalizador, el codificador tiene el programa para ejecutar el despliegado de un mensaje en pantalla anunciando el encendido del radiolocalizador. El estado en

que se encuentra el codificador puede ser leído con la función leer del radiolocalizador, previamente programada en el radiolocalizador.

## REGISTRO DE DATOS

La UCP utiliza al submódulo “registro de datos” para guardar los registros de información con los que trabaja.

## CONTADORES

El microcontrolador utiliza el submódulo “contadores” para llevar el control de las instrucciones asignadas a la UCP.

### *3.4.1.2 Módulo de Soporte U002*

La energía necesaria para que pueda trabajar el radiolocalizador es obtenida de la batería principal. Por lo tanto la tarjeta decodificadora también toma su energía de la batería principal y genera 3.1 volts por medio del módulo de soporte (U002). U002 es el encargado de generar y proveer el nivel de voltaje que necesitan los demás módulos de la tarjeta decodificadora, además de suministrar voltaje a la pantalla, seleccionando de la batería de respaldo para proveer de energía al radiolocalizador cuando la batería principal es retirada y controlar la duración de las alertas.

El módulo de soporte monitorea constantemente su propia generación de voltaje y los niveles de voltaje de la batería principal de la manera siguiente:

- Cuando el voltaje generado por el módulo de soporte cae por debajo de 2.7 volts se genera un restablecimiento y todas las actividades del radiolocalizador son terminadas.
- Cuando el voltaje de la batería principal está en el rango de 1.15 a 1.05 volts se genera una señal indicando el voltaje bajo de la batería.
- Cuando el voltaje de la batería principal cae por debajo de 1.05 volts se genera una señal indicando el remplazo necesario de la batería principal y las operaciones del radiolocalizador son detenidas.

Los submódulos y componentes que constituyen al módulo de soporte son los siguientes:

- Controlador de voltaje
- Controlador del vibrador
- Controlador de la bocina
- Restablecedor
- Batería principal
- Batería de respaldo

## CONTROLADOR DE VOLTAJE

El funcionamiento del controlador de voltaje tiene dos modos de operación para mayor eficiencia y aumento de la duración de la batería, los cuales son "regulación y espera". Un 1 lógico en las líneas de entrada del controlador de voltaje proveniente de los módulos microcontrolador o procesador de señales indica la activación de ese módulo, con lo que con cualquiera de los módulos que se encuentre activado se dará lugar al modo de regulación. El modo de espera entra cuando los módulos microcontrolador y procesador de señales se encuentran encendidos pero no están siendo utilizados (se encuentran en su propio modo de espera).

El controlador de voltaje también es el encargado de seleccionar la batería de respaldo cuando el voltaje generado por todo el módulo de soporte cae por debajo de 2.9 volts, pero el control de carga de la batería de respaldo lo realiza de acuerdo a las instrucciones proporcionadas por el módulo microcontrolador.

## CONTROLADOR DEL VIBRADOR

El controlador del vibrador trabaja de acuerdo a las instrucciones proporcionadas por el microcontrolador comunicadas a través de su puerto general. La corriente de salida del microcontrolador suministra la señal de alarma, la cual se limita cuando el voltaje de la batería principal esta en niveles bajos. Esto afecta la duración de las alertas.

## CONTROLADOR DE LA BOCINA

El controlador de la bocina trabaja en conjunto con el generador de alertas del módulo microcontrolador para generar alertas audibles de diferentes tonos. El generador de alertas trabaja de acuerdo a las instrucciones proporcionadas por el microcontrolador, el cual suministra la señal de alerta. Su corriente de salida se limita cuando el voltaje de la batería principal esta en niveles bajos, por lo que se afecta la duración de las alertas.

## RESTABLECEDOR

El módulo de soporte utiliza al submódulo restablecedor para generar la señal de restablecimiento a la UCP cuando se requiera restablecer a la tarjeta decodificadora o a todo el radiolocalizador. Como el módulo de soporte monitorea su propia generación de voltaje y los niveles de voltaje de la batería principal, éste detecta cuando el voltaje cae por debajo de 2.7 volts y genera un restablecimiento por medio del restablecedor, con lo que todas las actividades del radiolocalizador son terminadas. Por otro lado, se emitirá una señal de restauración cuando las líneas de control A2, A1 y A0 contengan los valores lógicos 1, 1, 0 respectivamente para activar una regulación de voltaje que substituya la energía recibida por los amplificadores de RF y oscilador de la tarjeta receptora. Con esto,

la tarjeta demoduladora se restablecerá durante aproximadamente 8 milisegundos para estabilizar los circuitos.

## BATERIA PRINCIPAL

La batería principal provee al radiolocalizador de toda la energía necesaria para que pueda trabajar, el nivel de voltaje que debe suministrar para considerarse como óptimo es de 1.15 volts. El radiolocalizador no funcionará si no tiene colocada la batería principal.

## BATERIA DE RESPALDO

La batería de respaldo se utiliza para mantener la fecha de la información y el contenido de los mensajes en memoria cuando se cambia la batería principal. Si la batería de respaldo se encuentra cargada totalmente, toda la memoria y fechas de la información pueden ser mantenida en el radiolocalizador hasta 5 minutos después de haber quitado la batería principal. Cuando se instala una nueva batería principal, se debe esperar por lo menos 24 horas para que la batería de respaldo sea cargada en su totalidad.

### *3.4.1.3 Módulo de Memoria RAM U003*

La memoria RAM se utiliza para guardar temporalmente instrucciones y datos enviados por el microcontrolador o por la memoria CG ROM que se mostrarán en la pantalla. La información guardada dentro de esta memoria puede ser borrada para escribir otra nueva y puede perderse cuando se corta la energía. Dentro de cada línea de la memoria RAM se guardan o consultan datos por el módulo microcontrolador a través de su submódulo puerto de datos y el control de las direcciones de esta memoria se realiza a través del submódulo direcciones.

### *3.4.1.4 Módulo de memoria CG ROM U004*

Dentro de la memoria CG ROM se almacenan los caracteres y datos gráficos que se mostrarán en la pantalla. En cada línea de la memoria CG ROM se consultan datos por el módulo microcontrolador a través de su submódulo de puerto de datos y el control de las direcciones de esta memoria se realiza a través del submódulo de direcciones del módulo microcontrolador.

### *3.4.1.5 Módulo Procesador de señales U005*

El procesador de señales controla la tarjeta receptora elevando y disminuyendo el voltaje que le suministra en sus propios intervalos de tiempo de acuerdo a lo especificado en el protocolo FLEX<sup>®</sup> para ahorro de batería. Además, decodifica los datos que le envía esta tarjeta con ayuda de los programas almacenados en la memoria ROM del microcontrolador. La comunicación entre el procesador de señales y el microcontrolador se realiza a través del submódulo IPS. Cuando el procesador de señales envía mensajes directamente a la UCP del

microcontrolador, éste utiliza la memoria RAM interna del microcontrolador para almacenarlos y poder ejecutarlos. Cuando el procesador de señales está encendido pero no está siendo utilizado se activa el modo de regulación de voltaje.

Los submódulos y componentes que constituyen al módulo procesador de señales son los siguientes:

- ▣ Oscilador
- ▣ Audio
- ▣ Registro de datos

## OSCILADOR

El oscilador de cristal contenido dentro del procesador de señales, es el submódulo encargado de generar la señal de reloj de 38.4 KHz que necesita como referencia el módulo microcontrolador y la tarjeta receptora. Para el caso en que el módulo procesador de señales se encuentra decodificando una trama de información, el submódulo reloj sintetizado del microcontrolador ayuda a elevar la frecuencia de referencia de la señal de reloj. La frecuencia proporcionada por el oscilador es usada para controlar las secuencias de instrucciones en la UCP. Cada una de las memorias del microcontrolador lee o escribe tomando esta frecuencia como referencia, por lo que la UCP es capaz de ejecutar cerca de 500 mil instrucciones por segundo.

## AUDIO

La señal de audio emitida por el módulo demodulador de la tarjeta receptora se recibe en el procesador de señales a través del submódulo audio, en donde se alimenta de voltaje y se convierte de corriente alterna a corriente directa.

## REGISTRO DE DATOS

Para ahorro de batería, el submódulo registro de datos comunica a la tarjeta decodificadora con la tarjeta receptora y así controlar su voltaje suministrado de acuerdo a lo especificado en el protocolo FLEX<sup>®</sup>. EL procesador de señales utiliza al submódulo de registro de datos para comunicarse con la IPS del microcontrolador y poder enviar la señal del reloj sintetizado del microcontrolador a la tarjeta receptora, enviar y recibir paquetes de mensajes en protocolo FLEX<sup>®</sup> desde la tarjeta receptora hacia el microcontrolador y comunicar la señal de interrupción proveniente de la tarjeta receptora para el inicio de la comunicación con la tarjeta decodificadora en protocolo FLEX<sup>®</sup>.

### 3.4.1.6 Controlador de lámpara U006

El controlador de lámpara de la luz de fondo de la pantalla del radiolocalizador detecta el nivel de la luz ambiental. Si el nivel de luz detectado varía de acuerdo a la referencia establecida, el controlador de lámpara envía una señal al

microcontrolador para que le valide la instrucción de generar el voltaje necesario para que la lámpara suministre la luz correcta de fondo. Este controlador es gobernado por el microcontrolador a través de su puerto general y genera el suministro de 60 volts de corriente alterna que necesita la lámpara para trabajar correctamente.

### 3.4.2 MODOS BÁSICOS DE OPERACIÓN DE LA TARJETA DECODIFICADORA

Los modos básicos de operación de la tarjeta decodificadora son los siguientes:

#### 3.4.2.1 *Modo de Encendido*

La tarjeta decodificadora opera en uno de dos modos de encendido, dependiendo de las condiciones de la batería principal (cuando se encuentra por encima o en su nivel de voltaje y cuando su voltaje se encuentra debajo de su nivel de voltaje).

##### 3.4.2.1.1 Batería principal por encima o en su nivel de Voltaje

Un encendido normal del radiolocalizador ocurre en una de las dos condiciones siguientes: cuando se inserta una batería nueva con por lo menos 1.15 volts o cuando se presiona el botón  (leer) para prender el radiolocalizador. El módulo de soporte lineal ayuda a elevar el voltaje generado por la batería a 3.1 Vdc (Volts corriente directa) para abastecer de energía a la tarjeta decodificadora y a la ejecución del código de inicialización del microcontrolador. Cuando los circuitos de la tarjeta decodificadora son inicializados, se prende el aviso de encendido y el radiolocalizador entra en el modo espera de mensajes.

##### 3.4.2.1.2 Batería Principal por debajo de su nivel de voltaje

Si se proporciona al radiolocalizador una batería con un voltaje menor a 1.15 Vcd pero mayor a 1.00 Vcd, éste logra encender y dar un aviso de "Batería Baja", con el inconveniente de que su desempeño es pobre. Para el caso de que la batería proporcionada al radiolocalizador contenga un voltaje menor a 1.00 Vcd, éste no podrá encender y pasará al modo de almacenamiento y retención en memoria.

#### 3.4.2.2 *Modo de espera de mensajes*

El modo de espera de mensajes es el principal modo de operación del radiolocalizador. Este modo se divide en "Ahorro de batería" y en "Decodificación de datos". La programación realizada al radiolocalizador determina el momento en que cambiará del modo de ahorro de batería al modo para decodificación de datos.

El modo decodificación de datos ocurre cuando se enciende el radiolocalizador, con lo que la tarjeta receptora se enciende automáticamente y la tarjeta decodificadora comienza a buscar una trama de información en protocolo FLEX<sup>®</sup>. En el momento en que se detecta una trama de información, el radiolocalizador ejecuta la siguiente secuencia de operaciones:

- ▣ Se sincroniza con el canal.
- ▣ Busca su dirección por el protocolo FLEX®.
- ▣ Comienza a operar en valores deseados.
- ▣ Cambia al modo para aviso de mensajes.

Si no se detecta ninguna trama dentro de un tiempo programado de (1 a 4 minutos), el radiolocalizador entra a un modo de espera, en cual se ahorra la batería. En este modo de espera, el radiolocalizador apaga los circuitos receptores y decodificadores, con lo que disminuye el consumo de corriente. El radiolocalizador quedará en este modo hasta que una trama de información en protocolo FLEX® aparezca en el canal de comunicación.

#### 3.4.2.3 *Aviso de mensajes*

Cuando se presiona algún botón o se recibe un mensaje, el radiolocalizador cambia del modo de espera de mensajes al modo de operación aviso de mensajes.

##### 3.4.2.3.1 *Modo de espera de mensajes*

Si se presiona cualquiera de los botones del radiolocalizador, se genera una interrupción en el microcontrolador y la programación de éste determina cual de los botones fue presionado y cual es la acción correcta que debe ejecutarse. El microcontrolador cambia la multiplicación del voltaje interno en el submódulo pantalla causando cambios en la información que se despliega en pantalla, con la intención de configurar las funciones del radiolocalizador de acuerdo a las necesidades del usuario mientras se está en espera de recibir un mensaje.

##### 3.4.2.3.2 *Modo de Aviso de Mensajes entrantes*

Si el modo de aviso de mensajes entra debido a la llegada de un mensaje, este mensaje entrante es guardado en el módulo de memoria RAM (U003) y el radiolocalizador genera una señal de alerta previamente configurada. Si se encuentra seleccionado el modo de alerta silencioso cuando llega un mensaje, el microcontrolador ejecuta la acción de cambiar a “vibración” el módulo de soporte U002. El microcontrolador examina los datos del mensaje guardados en el módulo de memoria CG ROM (U004) y recupera los datos apropiados de la memoria ROM interna del mismo microcontrolador para ejecutar sus instrucciones. Los datos del mensaje mostrados en pantalla, así como la hora, fecha y demás funciones son guardadas dentro del microcontrolador mismo en su memoria RAM.

#### 3.4.2.4 *Almacenamiento y retención en memoria*

El modo de almacenamiento y retención en memoria del radiolocalizador se hace desde el menú “Función”. Cuando el radiolocalizador está apagado, el microcontrolador desactiva la pantalla, los circuitos receptores, transductores, convertidores A/D y el puerto ICS, los cuales son utilizados solo para mantener la

programación y revertir la baja de velocidad en el reloj. Mientras que el radiolocalizador se encuentra apagado, el módulo de soporte continua manteniendo el voltaje de la batería en 3.1 Vdc para que el radiolocalizador pueda retener todos los mensajes y la información de fecha y hora en la memoria. El Microcontrolador se mantiene inactivo hasta que el botón "leer" se presiona y se enciende el radiolocalizador o hasta que el radiolocalizador pasa al modo de diagnóstico.

Cuando la batería principal del radiolocalizador es retirada, el módulo de soporte U002 comunica una alerta al microcontrolador, para que apague todos los demás circuitos excepto al oscilador de cristal. La batería de respaldo sustituye el voltaje de operación que necesita la tarjeta decodificadora. Si se programa la opción para retención en memoria, toda la circuitería previene la pérdida de mensajes aún cuando no se ha apagado previamente al radiolocalizador. Sin embargo, es altamente recomendable que primeramente sea apagado. Si la batería principal es colocada nuevamente en un lapso de 2 segundos, el radiolocalizador sale del estado de espera (o estado en blanco) y vuelve a desplegar la información en pantalla sin emitir ningún tipo de alerta. Si transcurren más de 2 segundos sin la batería principal, el radiolocalizador emitirá una alerta cuando esta sea reinsertada (Ver "Modo de Encendido").

#### *3.4.2.5 Funcionamiento de las líneas de control*

Las líneas de control determinan las funciones y modos de operación del radiolocalizador. En la tabla 3.4.1 se muestra en forma resumida el modo de operación de las líneas de control. Tal es el caso del módulo demodulador de la tarjeta receptora, el cual es controlado directamente a través del sintetizador. Este módulo se encuentra en la función FLEX<sup>®</sup> 1 cuando el radiolocalizador está buscando tramas de información. Después de que se recibe la trama de información en formato FLEX<sup>®</sup>, el estado del módulo demodulador de la tarjeta receptora cambia de acuerdo a la velocidad (Bits por segundo) que viene especificada en las líneas de información dentro de la trama recibida.

##### *3.4.2.5.1 Desactivación*

Cuando las líneas de control A2 A1 y A0 tienen respectivamente los valores lógicos 1, 1, 1, se indica la entrada de la función "Deshabilitación", en la cual, dentro del módulo demodulador de la tarjeta receptora se realiza una regulación de voltaje a 1 volt, se deshabilitan los circuitos receptores y se deshabilita al submódulo demo.

##### *3.4.2.5.2 Restauración*

Cuando el radiolocalizador está buscando mensajes, el Microcontrolador elimina los contadores de datos del módulo demodulador en la tarjeta receptora para establecer los modos de operación y comenzar la determinación de los valores

lógicos 0's y 1's. Esta función se denomina "Restauración" y entra cuando las líneas de control A2, A1 y A0 contienen los valores lógicos 1, 1, 0 respectivamente.

LÍNEA A2	LÍNEA A1	LÍNEA A0	DATOS FILTRADOS AL ANCHO DE BANDA	FUNCIÓN	DESCRIPCIÓN
1	1	1	-	Desactivación	Desactivación de los circuitos receptores y del submódulo demo.
1	1	0	360 Hz	Restauración	Restablecimiento del contador de datos para comenzar por determinar 0's ó 1's.
1	0	1	360 Hz	Retención	Retención del contador para determinar los 0's ó 1's.
1	0	0	1080 Hz	FLEX® 1	Recepción de datos a 1600 Bps.
0	1	1	360 Hz	Rastreo 1	Permite un conteo limitado de datos que no sobrepase los 360 Hz.
0	1	0	720 Hz	Rastreo 2	Conteo limitado de datos a 720 Hz.
0	0	1	1440 Hz	Rastreo 3	Conteo limitado de datos a 1440 Hz.
0	0	0	2160 Hz	2 FLEX®	Recepción de datos a 2160 Bps.

**Tabla 3.4.1 Funcionamiento de las líneas de control**

#### 3.4.2.5.3 Retención

Si las líneas de control A2 A1 y A0 tienen respectivamente los valores lógicos 1, 0, 1, se indica la entrada de la función "Retención", en la cual, el Microcontrolador detiene sus contadores para que el módulo demodulador en la tarjeta receptora determinar nuevamente los valores lógicos 0's y 1's.

#### 3.4.2.5.4 Rastreo 1

Cuando las líneas de control A2 A1 y A0 tienen respectivamente los valores lógicos 0, 1, 1, se indica la entrada de la función "Rastreo 1", en la cual, se realiza el conteo de los datos contenidos en un ancho de banda de 360 Hz.

#### 3.4.2.5.5 Rastreo 2

Cuando las líneas de control A2 A1 y A0 tienen respectivamente los valores lógicos 0, 1, 0, se indica la entrada de la función "Rastreo 2", en la cual, se realiza el conteo de los datos contenidos en un ancho de banda de 720 Hz.

#### 3.4.2.5.6 Rastreo 3

Cuando las líneas de control A2 A1 y A0 tienen respectivamente los valores lógicos 0, 0, 1, se indica la entrada de la función "Rastreo 2", en la cual, se realiza el conteo de los datos contenidos en un ancho de banda de 1440 Hz.

#### 3.4.2.5.7 FLEX® 1

Si las líneas de control A2 A1 y A0 tienen respectivamente los valores lógicos 1, 0, 0, se indicará la entrada de la función 1 de FLEX®, con lo que se recibirán datos a una velocidad de 1600 Bps. (Bits por segundo).

#### 3.4.2.5.8 FLEX® 2

Si las líneas de control A2 A1 A0 tienen respectivamente los valores lógicos 0, 0, 0, se indicará la entrada de la función 2 de FLEX®, el cual se reciben datos a una velocidad de 3200 Bps.

### 3.5 SENSIBILIDAD DE RECEPCIÓN

La sensibilidad del radiolocalizador es la potencia mínima de transmisión con la cual el equipo puede recibir un mensaje sin ningún error en el mismo. Esta medición de potencia se realiza a través de una prueba de laboratorio; en donde se utiliza un sintetizador de protocolo FLEX®, un generador de señales y una antena omnidireccional de 50 ohms.

El sintetizador de protocolo FLEX® es el encargado de generar el protocolo, además de insertar un mensaje de prueba dentro mismo. Este mensaje es un mensaje único y sus caracteres no pueden ser modificados.

El generador de señales es el encargado de producir una señal portadora y de modularla, en frecuencia (FSK), con la señal proveniente del sintetizador de protocolo FLEX®.

La antena es la encargada de transmitir la señal del generador hacia el radiolocalizador.

La distancia entre el radiolocalizador y la antena es fija. El radiolocalizador se coloca sobre una base de pruebas que contiene la antena de transmisión. En la figura 3.5.1 se puede observar el radiolocalizador sobre la base de pruebas.

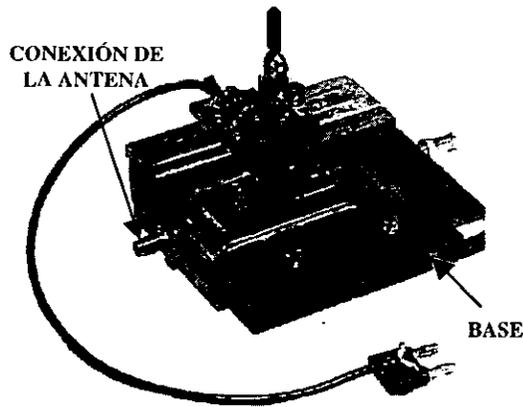


Figura 3.5.1 Base de pruebas.

En el diagrama a bloques de la figura 3.5.2 se observa las conexiones entre el sintetizador de protocolo FLEX<sup>®</sup>, el generador de señales y la base con la antena omnidireccional de 50 ohms.

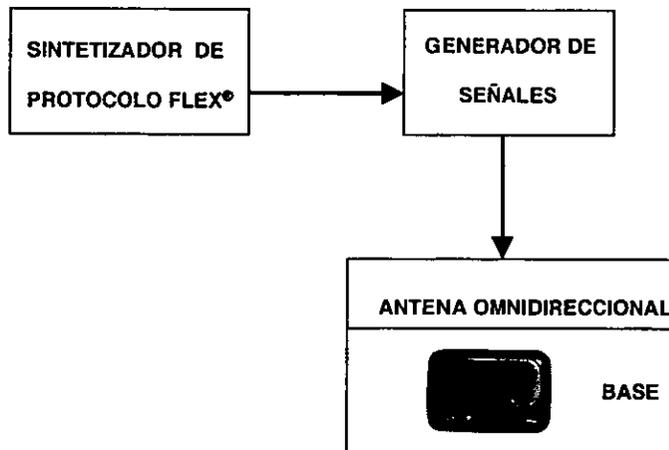


Figura 3.5.2 Conexión del equipo de prueba

En el sintetizador se ingresa la dirección del radiolocalizador, a través de un teclado numérico, y este crea un mensaje dentro de una trama del protocolo para luego ser modulado en frecuencia dentro del generador de señales. El generador además de modular el mensaje del sintetizador le da la potencia a la señal para ser transmitida por la antena y así llegar al radiolocalizador. La potencia de transmisor depende de velocidad a la cual se mande el mensaje de prueba. En la tabla 3.5.1 se encuentran los valores máximos y estándares a los cuales el radiolocalizador debe recibir el mensaje de prueba sin error alguno.

FLEX <sup>®</sup> [Bits/S]	1600	3200	6400
Sensibilidad [ $\mu$ V/m]	8.5 máximo 5.0 estándar	11.0 máximo 6.5 estándar	13.5 máximo 8.0 estándar

Tabla 3.5.1 Tabla de potencias utilizadas en la prueba de sensibilidad

---

# CAPÍTULO 4.

## MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO

---

### 4.1 EQUIPO DE PRUEBA

El equipo necesario para realizar las pruebas preventivas y correctivas en el radiolocalizador Advisor Elite es el siguiente:

- Generador de señales.
- Vólmetro de corriente alterna.
- Frecuencímetro.
- Sintetizador de código FLEX<sup>®</sup>.
- Base de pruebas con antena.
- Osciloscopio.
- Multímetro
- Aislador de 6dB.
- Jaula de Faraday

#### 4.1.1 GENERADOR DE SEÑALES.

El generador de señales produce la señal de RF con la frecuencia y potencia requeridas. En la figura 4.1.1 se puede observar un generador de señales con una señal de salida de 400 Hz a 1 gigahertz. Este ancho de banda cubre a todas las frecuencias de transmisión de todos los proveedores de servicio de radiomensajería. Además de producir la señal de RF, también la modula con la señal proveniente del sintetizador de código.



Figura 4.1.1 Generador de señales HP 8648A

#### 4.1.2 VÓLMETRO DE CORRIENTE ALTERNA.

El vólmetro de corriente alterna (figura 4.1.2) es utilizado para medir los voltajes de CA en el proceso de ajuste de la tarjeta receptora del radiolocalizador; al interior de este equipo, la señal de entrada es amplificada y entregada en su salida para equipos de medición adicionales.

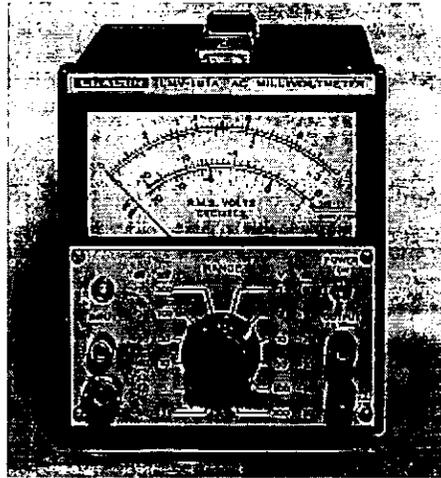


Figura 4.1.2 Vólmetro de corriente alterna

#### 4.1.3 FRECUENCÍMETRO

El frecuencímetro (figura 4.1.3) permite medir la frecuencia de la segunda señal de FI, en el punto de prueba M1 de la tarjeta receptora.

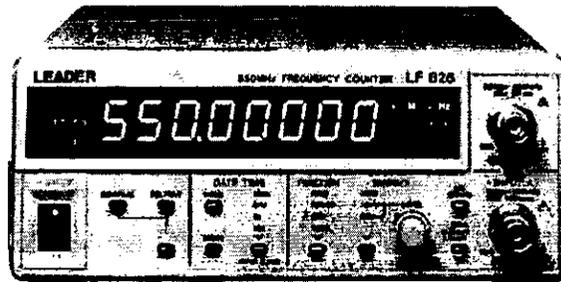


Figura 4.1.3 Frecuencímetro

#### 4.1.4 SINTETIZADOR DE CÓDIGO FLEX®.

Este sintetizador es el encargado de producir los códigos de señalización analógicos (2 y 5/6 tonos) y digitales (POCSAG y FLEX®), que son los encargados de codificar y transportar los mensajes.

Presionando los botones indicados, el sintetizador genera el protocolo FLEX®, con la dirección del radiolocalizador, a la velocidad de 1600, 3200 o 6400 bps.

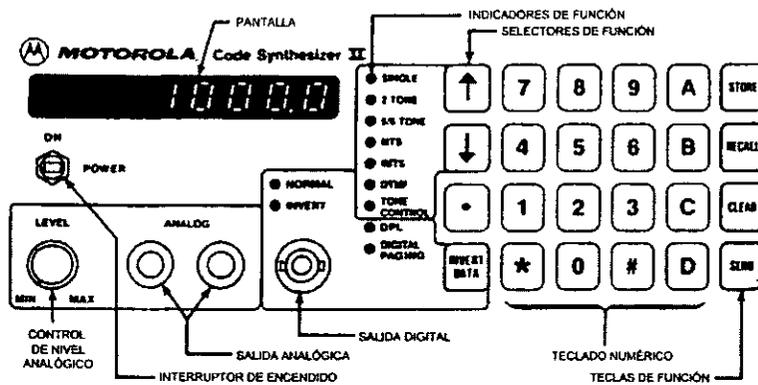


Figura 4.1.4 Sintetizador de código FLEX®

#### 4.1.5 BASE DE PRUEBAS CON ANTENA.

La base de pruebas con antena integrada se muestra en la figura 4.1.5. Esta sirve como soporte para el radiocalizador al realizarse las mediciones en la tarjeta receptora y también para fijar la distancia entre el radiocalizador y la antena en la prueba de recepción. La antena está situada en el interior de la base, en uno de sus extremos se conecta una carga de 50Ω.

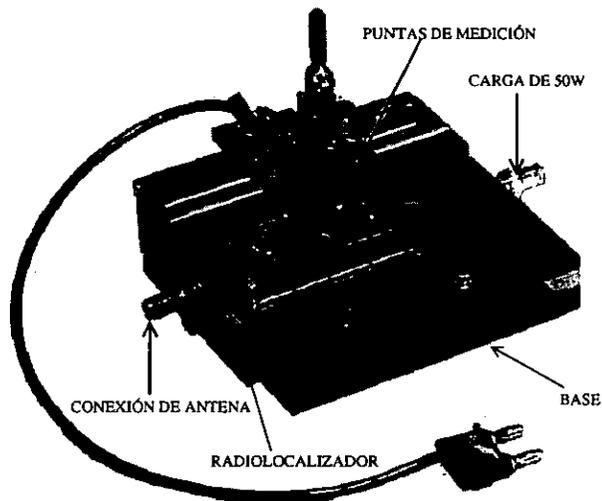
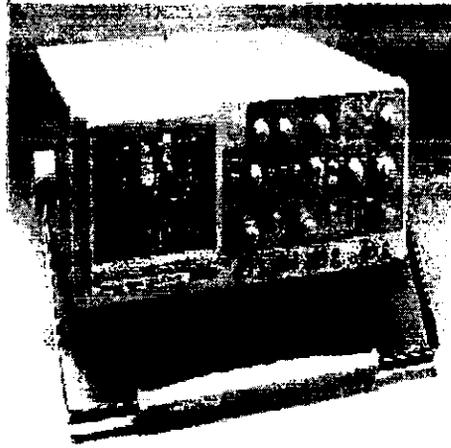


Figura 4.1.5 Base de pruebas

#### 4.1.6 OSCILOSCOPIO.

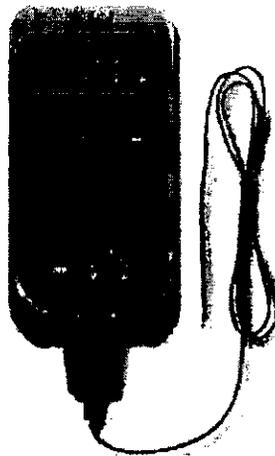
El osciloscopio (figura 4.1.6) sirve para visualizar las formas de onda de las señales de las tarjetas receptora y decodificadora. Ayuda en la medición de la frecuencia y la amplitud en el proceso de ajuste de la receptora. El ancho de banda que deba manejar el osciloscopio para las pruebas preventivas y correctivas es de 20 MHz.



**Figura 4.1.6 Osciloscopio**

#### 4.1.7 MULTÍMETRO.

El multímetro (figura 4.1.7) es un equipo de medición con el que se puede medir distintos parámetros eléctricos: corriente, voltaje, continuidad y resistencia. Se recomienda un multímetro digital para obtener las lecturas de manera más rápida y exacta.



**Figura 4.1.7 Multímetro digital FLUKE**

#### 4.1.8 AISLADOR DE 6dB.

Este aislador sirve para aislar el circuito de salida del generador de señales y la antena. La atenuación de 6 dB es un valor establecido por el fabricante del equipo, obtenida en los cálculos de atenuación de la señal.

#### 4.1.9 JAULA DE FARADAY

La jaula de Faraday es una caja metálica, sellada por dos seguros de protección. Esta jaula es utilizada para aislar al radiolocalizador de todas las transmisiones existentes en el medio ambiente.

#### 4.1.10 CONEXIÓN DEL EQUIPO DE PRUEBA.

A continuación se muestra, en la figura 4.1.8, la manera de como es conectado el equipo de prueba.

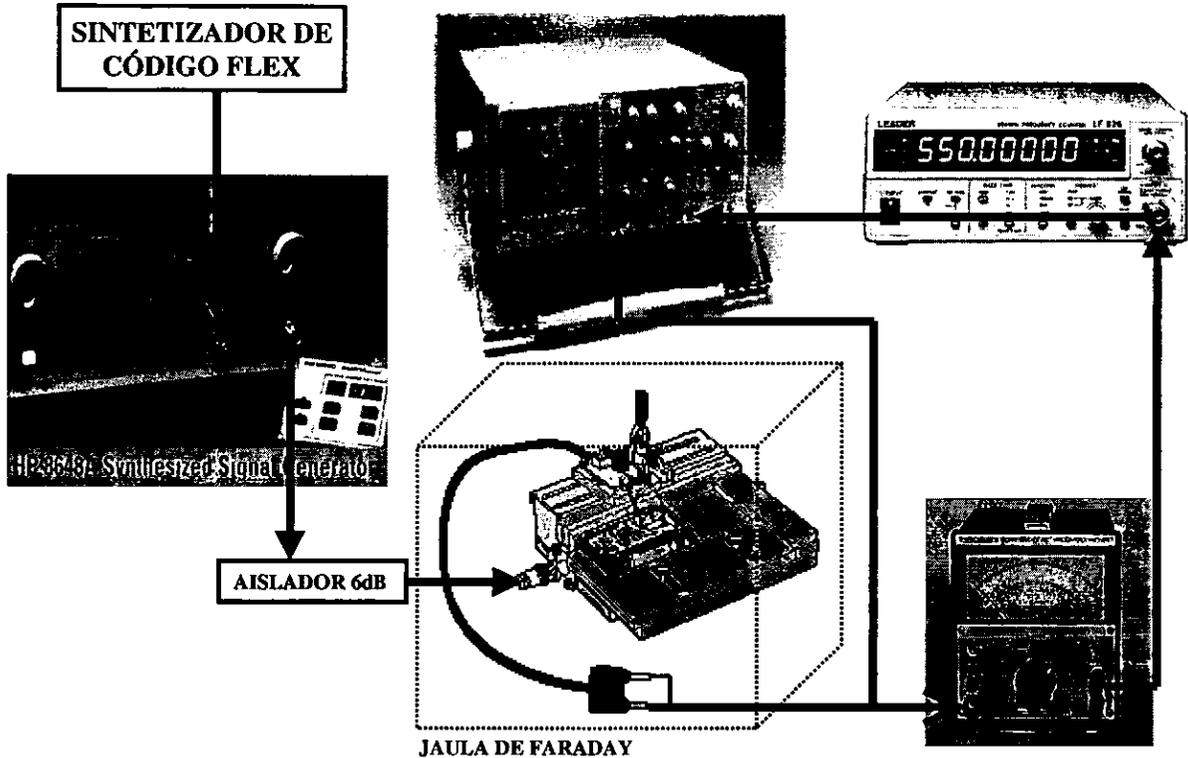


Figura 4.1.8 Conexión del equipo de prueba

## 4.2 DESENSAMBLE Y ENSAMBLE DEL EQUIPO

En esta sección se describen las instrucciones de desensamble y ensamble del radiolocalizador Advisor Elite. Las herramientas que se requieren son una barra de plástico de 30 centímetros de longitud, terminada en punta de un extremo y plana por el otro; y una base metálica, llamada base DNP, útil para reemplazar la pantalla.

La herramienta de desensamble y la base DNP se muestran en las figuras 4.2.3 y 4.2.17.

#### 4.2.1 ESQUEMA GENERAL

En la figura 4.2.1 se muestran todas las partes con las que está formado el radiocalizador Advisor Elite.

1. Mica
2. Cubierta superior
3. Etiqueta de la marca
4. Botones de la pantalla
5. Pantalla
6. Lámpara
7. Contactos de los botones
8. Tarjeta decodificadora
9. Cojinete
10. Tarjeta receptora
11. Cubierta posterior con vibrador
12. Tapa del compartimento de batería

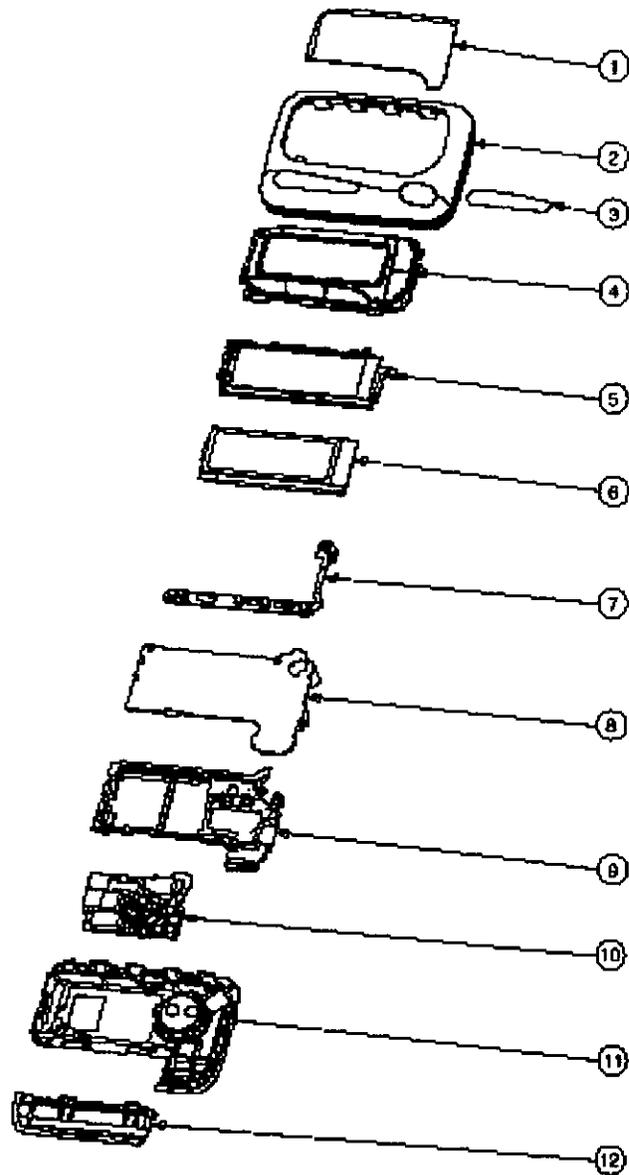


Figura 4.2.1 Esquema general

#### 4.2.2 RETIRO DE BATERÍA

Para retirar la batería principal del radiolocalizador se deberán seguir los siguientes pasos:

- Asegurar que el radiolocalizador se encuentre apagado.
- Localizar en la parte posterior del radiolocalizador la puerta del compartimento de la batería como se muestra en la figura 4.2.2. Para abrir esta puerta, se debe deslizar el broche hacia la parte superior del radiolocalizador.
- La puerta del compartimento de la batería debe presionarse para poder deslizarse en la dirección para retirar la puerta como se muestra en la figura 4.2.2.

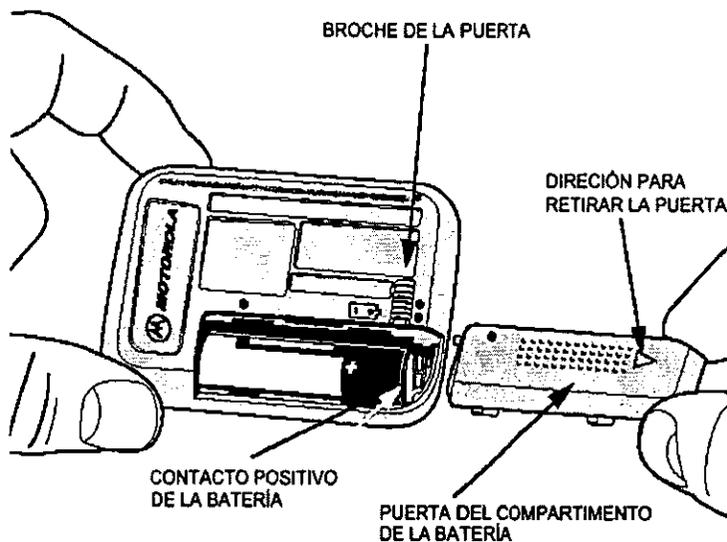


Figura 4.2.2 Abertura y ubicación de la puerta del compartimento de la batería

- Retirar completamente la puerta del compartimento de batería.
- Retirar la batería con una herramienta para desmontarla.

#### 4.2.3 INSTALACIÓN DE LA BATERÍA

Para instalar la batería principal del radiolocalizador se deberán seguir los siguientes pasos:

- Colocar una batería nueva tamaño AA dentro del compartimento de batería del radiolocalizador prestando atención en las marcas “-” y “+” en la batería, las cuales deben corresponder con las mismas marcas indicadas dentro del compartimento de baterías.
- Al insertar la nueva batería presionar el polo negativo de la batería hacia el interior del compartimento de batería y sin soltarlo presionar de igual manera el polo positivo.
- Checar que el broche de la puerta se encuentre en la posición de “abierto”.

- Colocar la puerta sobre la batería insertando sus cuatro cerrojos en sus correspondientes ranuras.
- Deslizar la puerta para cerrarla.
- Checar que la puerta se encuentre en su posición correcta y deslizar el broche de la puerta hacia la posición de "cerrado".

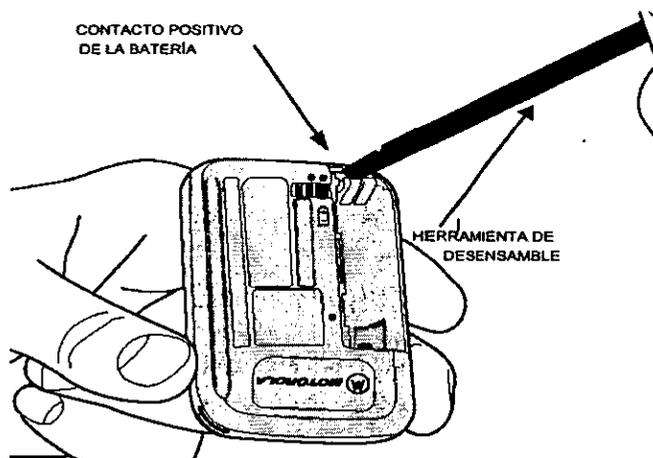
**¡ Advertencia ¡**

Si se coloca la batería en forma errónea (polaridad de la batería incorrecta) causará que todos los mensajes se borren.

**4.2.4 RETIRO DE LA CUBIERTA POSTERIOR.**

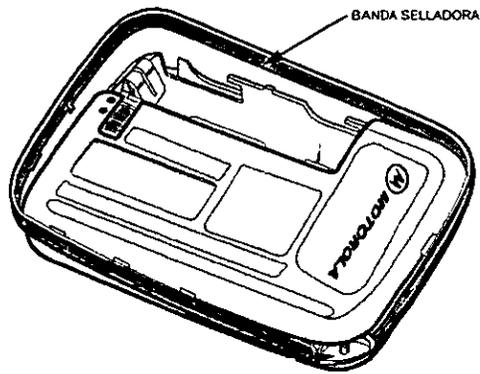
Para quitar la cubierta trasera del radiolocalizador se deberán seguir los siguientes pasos:

- Retirar la puerta del compartimento de la batería, así como la batería; como se describe en la sección 4.2.1.
- Colocando la cara de la cubierta trasera, como se muestra en la figura 4.2.3, introducir la parte plana de la herramienta de desensamble entre la banda de sellado y la carcasa en el área de contacto positivo de la batería.



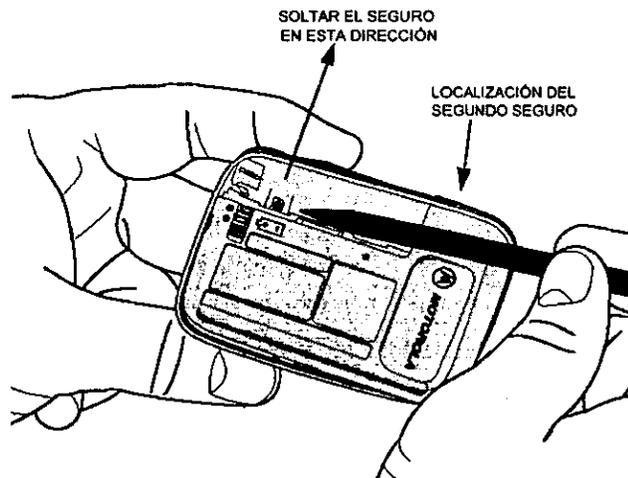
**Figura 4.2.3 Desensamble de la cubierta posterior**

- Levantar la esquina de la banda, haciendo palanca con la herramienta de desensamble, empezando del extremo cercano al borne positivo de la batería.
- Jalar con mucha fuerza para retirar por completo la banda de sellado. La banda de sellado fuera del radiolocalizador se observa en la figura 4.2.4.



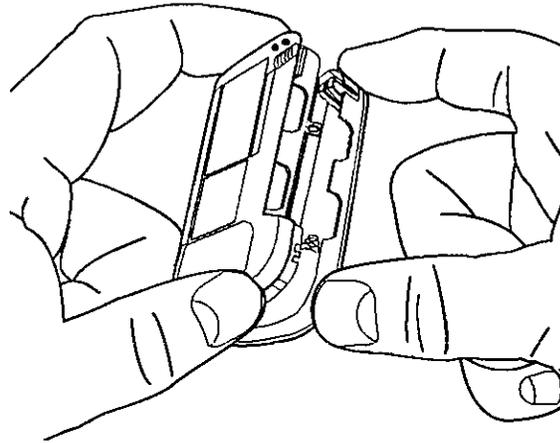
**Figura 4.2.4 Banda selladora**

- Utilizando la punta de la herramienta de desensamble, soltar el primer seguro localizado dentro del compartimento de la batería principal.
- Con la parte plana de la herramienta de desensamble, soltar el segundo seguro, localizado cerca del borne negativo de la batería principal,. Ver figura 4.2.5.



**Figura 4.2.5 Seguros de la cubierta posterior**

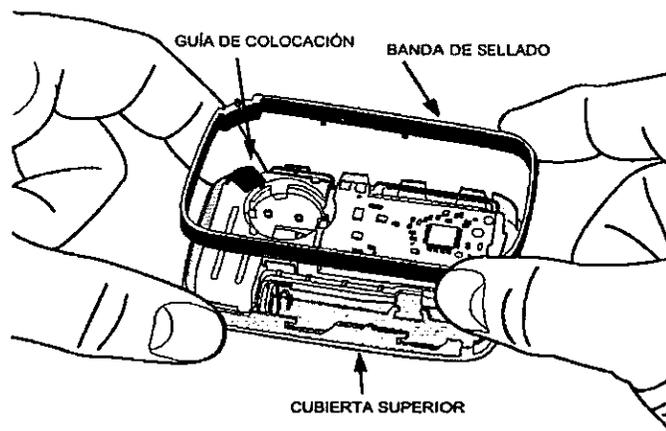
- Levantar la cubierta posterior, empezando por el compartimento de la batería. Esto permitirá que la cubierta posterior sea completamente retirada. En la figura 4.2.6 se muestra como separar la cubierta posterior de la cubierta superior.



**Figura 4.2.6 Separación de la cubierta inferior y superior**

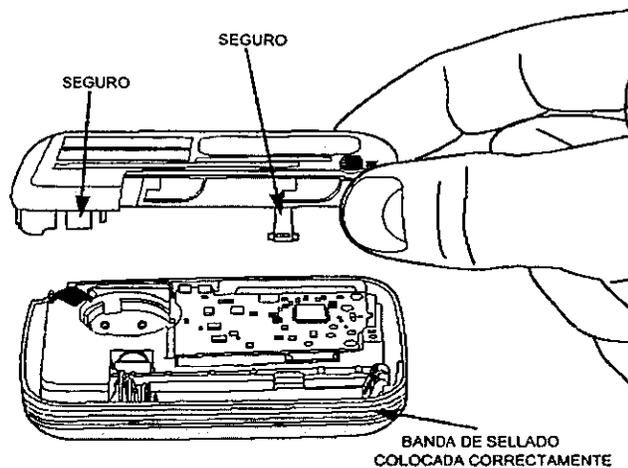
#### 4.2.5 INSTALACIÓN DE LA CUBIERTA POSTERIOR.

Colocar la banda de sellado en la cubierta posterior, teniendo cuidado que la banda asiente en todos los bordes y guías de la cubierta superior. Figura 4.2.7.



**Figura 4.2.7 Ensamble de la banda de sellado en la cubierta superior**

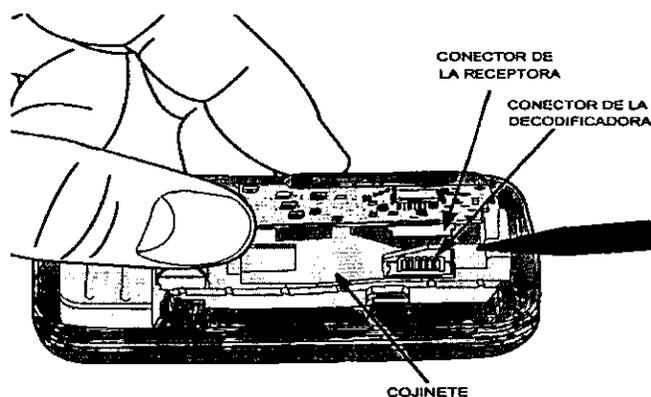
- Alinear la cubierta superior e inferior.
- Verificar visualmente que el seguro, ubicado dentro del compartimento de batería, así como el seguro cercano al borne negativo de la batería se encuentran alineados. Figura 4.2.8.
- Aplicar presión directamente a la cubierta trasera hasta escuchar un sonido que indique que todos los seguros, al mismo tiempo, se han colocado.



**Figura 4.2.8 Alineación de las cubiertas posterior y superior**

#### 4.2.6 RETIRO DE LA TARJETA RECEPTORA

- Retirar la puerta del compartimento de la batería, así como la batería; como se describe en los procedimientos anteriores.
- Oprimir la tarjeta decodificadora y, con la base plana de la herramienta de desensamble, hacer palanca suavemente en el conector de la tarjeta receptora para liberarla de la tarjeta decodificadora.
- Retirar el cojinete que separa la tarjeta receptora de la decodificadora. Ver figura 4.2.9.



**Figura 4.2.9 Tarjetas receptora, decodificadora y cojinete**

#### 4.2.7 INSTALACIÓN DE LA TARJETA RECEPTORA.

- Colocar el cojinete sobre la tarjeta decodificadora.
- Alinear los conectores de las dos tarjetas. Asegurarse que el cojinete está colocado correctamente entre las dos tarjetas.
- Presionar la tarjeta receptora hasta que todos los contactos han sido unidos.
- Reemplazar la cubierta posterior, la batería y la puerta de la compuerta de la batería, como se describió en las secciones anteriores.

#### 4.2.8 RETIRO DE LA TARJETA DECODIFICADORA

- Retirar la puerta del compartimento de la batería, la batería, la cubierta posterior, la tarjeta receptora y el cojinete; como se describió en secciones anteriores.
- Sustener la carcasa y doblarla hacia el lado opuesto al compartimento de batería.
- Aplicar presión en el exterior del marco de la pantalla lo más cercano al compartimento de la pantalla para empujar la tarjeta decodificadora fuera de la carcasa. Ver figura 4.2.10.

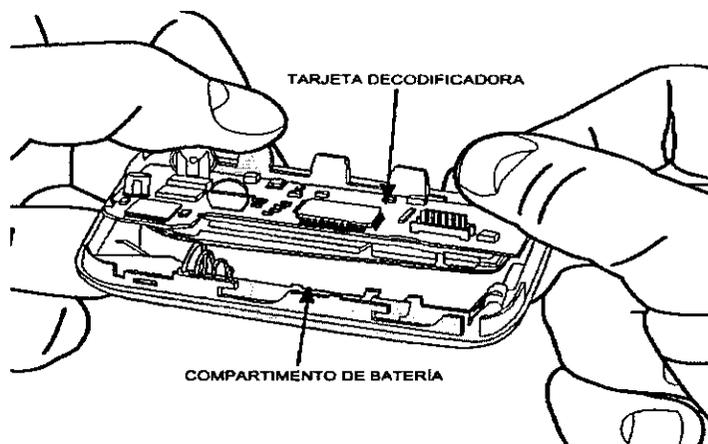
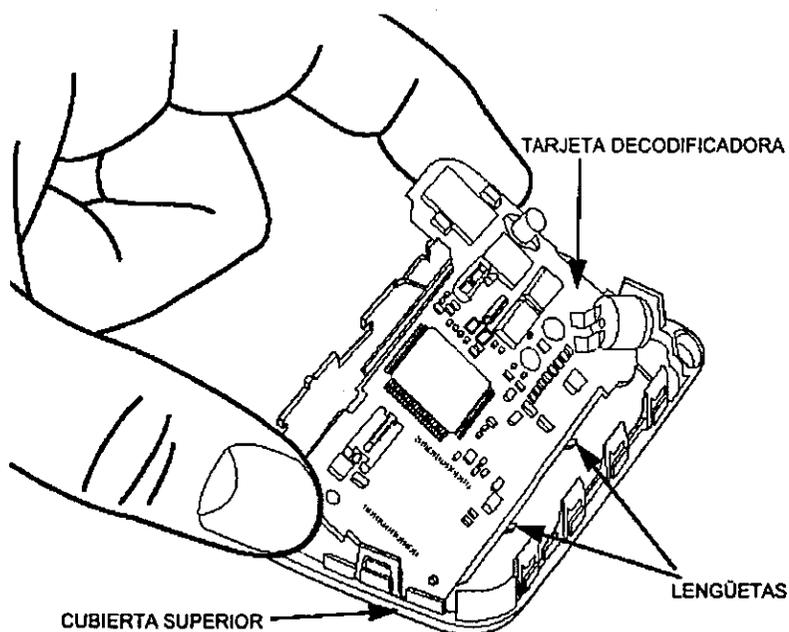


Figura 4.2.10 Retiro de la tarjeta decodificadora

#### 4.2.9 INSTALACIÓN DE LA TARJETA DECODIFICADORA.

- Inserte la tarjeta decodificadora dentro de la carcasa de forma inclinada, como se muestra en la figura 4.2.11, empezando por el lado opuesto al compartimento de la batería. Inserte la tarjeta hasta que esta toque la cara interna de la cubierta superior.



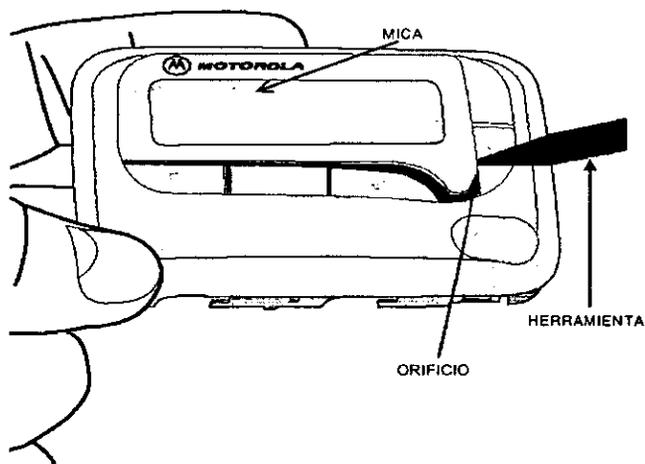
**Figura 4.2.11 Reemplazo de la tarjeta decodificadora**

- Presionar la tarjeta decodificadora hasta que la pantalla y el interruptor de lectura de mensajes estén completamente asentados. Cuando esto se lleva a cabo se escucha un ligero sonido.
- Colocar el cojinete, la tarjeta receptora, la cubierta posterior, la batería, y la puerta de batería como se describe en las secciones anteriores.

#### 4.2.10 RETIRO DE LA MICA

La mica viene pegada y puede ser cambiada mientras el radiocalizador está siendo armado utilizando el siguiente procedimiento:

- Localizar el hueco en la mica presionando el botón (▼).
- Insertar la punta de la herramienta de desensamble en el orificio y levantar la mica haciendo palanca con la herramienta. Ver figura 4.2.12



**Figura 4.2.12 Retiro de la mica**

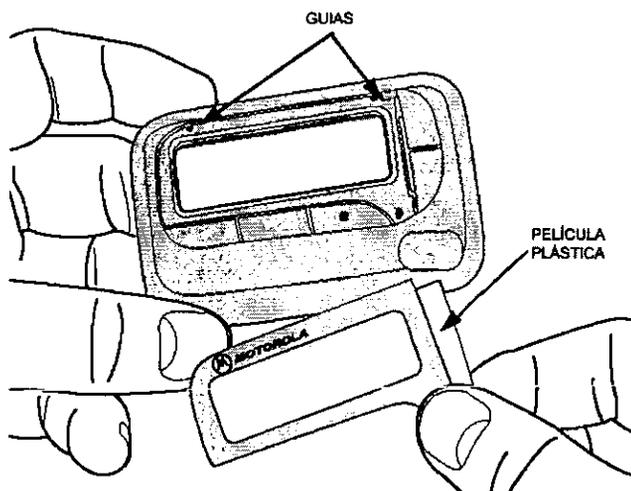
- Limpiar el exceso de adhesivo que pudiese quedar en el marco de la pantalla y verificar que no existan partículas extrañas de cualquier otro material.

#### 4.2.11 REMPLAZO DE LA MICA

Los casos en los que la mica debe ser cambiada son cuando ésta es rayada o fracturada. Una vez que la mica es extraída del radiocalizador, la mica no puede ser utilizada nuevamente.

Al remplazar la mica se debe tener mucho cuidado de no rayarla o mancharla con los dedos; ya que de ser así, la mica queda inservible.

- Quitar la película plástica que protege el adhesivo de la mica nueva.
- Colocar la mica correctamente, alineándola con las guías localizadas en los extremos superiores de la mica. Estas guías se colocan en dos orificios localizados en el área donde se tiene que colocar la mica. Ver figura 4.2.13.



**Figura 4.2.13 Remplazo de la mica**

#### 4.2.12 RETIRO DEL VIBRADOR

- Retirar la puerta del compartimento de la batería, la batería, y la cubierta posterior, como se describió en secciones anteriores.
- Colocar la parte plana de la herramienta de desensamble por debajo de la lengüeta del vibrador, y haciendo palanca, se extrae de los seguros que fijan al vibrador. Ver figura 4.2.14

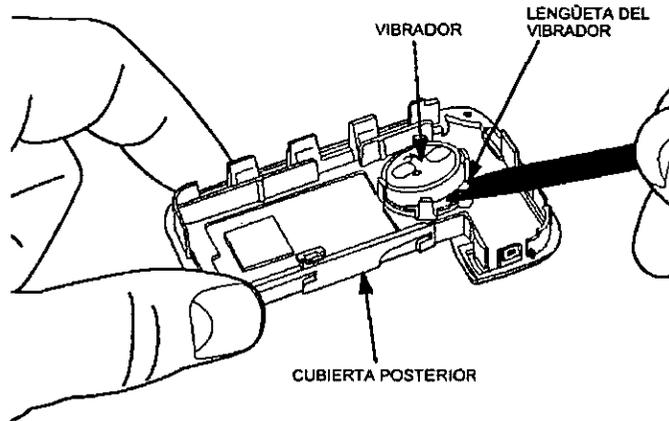


Figura 4.2.14 Retiro del vibrador

#### 4.2.13 COLOCACIÓN DEL VIBRADOR

- Colocar el vibrador de manera que su lengüeta quede alineada con el hueco de la cubierta posterior del radiolocalizador. Este hueco sirve como guía para la colocación del vibrador.
- De manera suave, presionar el vibrador dentro de su compartimento en la cubierta posterior hasta escuchar un sonido que indique que los seguros sujetan al vibrador. Figura 4.2.15.

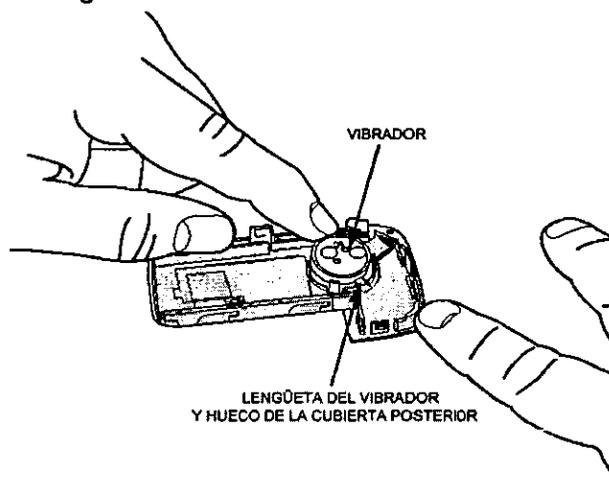


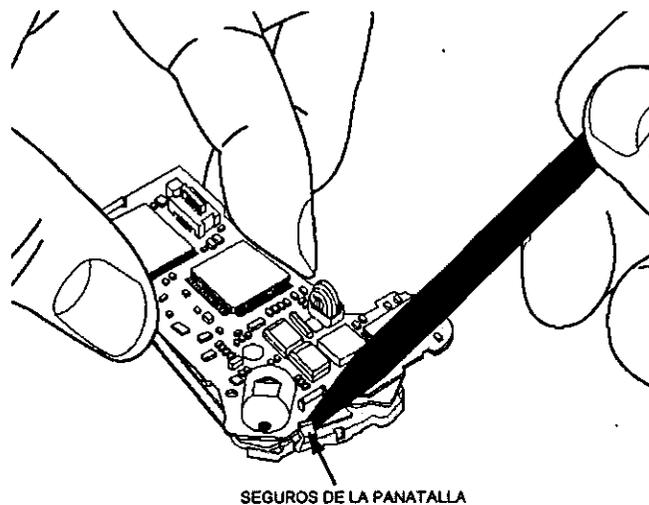
Figura 4.2.15 Colocación del vibrador

- Colocar la cubierta posterior, la batería, y la puerta del compartimento de batería como se describe en los procedimientos anteriores.

#### 4.2.14 RETIRO DE LA PANTALLA

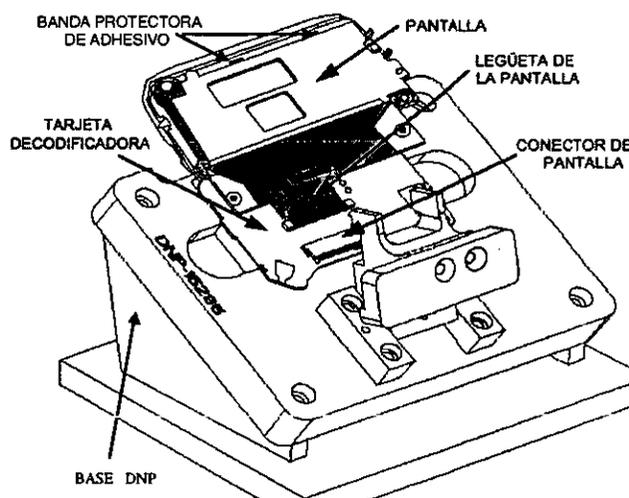
Para retirar la pantalla es necesario utilizar una base DNP. Esta herramienta, mostrada en la figura 4.2.17, es propia de fabricante del radiolocalizador.

- Retirar la puerta del compartimento de la batería, la batería, la banda selladora, la cubierta posterior, la tarjeta receptora, el cojinete, y la tarjeta decodificadora como se describe en las secciones anteriores.
- Soltar los seguros que sujetan la pantalla de la tarjeta decodificadora, con la ayuda de la herramienta de desensamble, como se muestra en la figura 4.2.16.



**Figura 4.2.16 Retiro de la pantalla**

- Colocar la pantalla en la base DNP como se muestra en la figura 4.2.17.



**Figura 4.2.17 Base DNP**

- Levantar cuidadosamente el borde delantero de la pantalla para lograr ver el conector de pantalla.
- Con la herramienta de desensamble, empujar los seguros que fijan la lengüeta de la pantalla para liberarlo. Se debe de tener cuidado de no ejercer demasiada presión en el seguro para evitar su fractura.
- Liberar la lengüeta de la pantalla del conector de pantalla.
- Extraer la pantalla de la tarjeta decodificadora.

#### 4.2.15 REMPLAZO DE LA PANTALLA.

- Colocar la tarjeta decodificadora en la base DNP, como se muestra en la figura 4.2.17.
- Colocar la pantalla en la base DNP, sobre la tarjeta decodificadora, separando con mucho cuidado la lengüeta de la pantalla.
- Introducir la lengüeta de la pantalla en el conector y con la herramienta de desensamble empujar sus seguros.
- Asegurarse que la lengüeta de la pantalla haya quedado bien asentada dentro del conector de pantalla y que no exista ninguna pista de la lengüeta fuera del conector.
- La pantalla cuenta con una banda protectora de adhesivo en la orilla superior. Se debe de quitar esta protección para que la pantalla quede firmemente pegada a la tarjeta decodificadora al momento de doblar la lengüeta de la pantalla.
- Presionar sobre los seguros de la pantalla asegurándose que la pantalla y la tarjeta decodificadora estén bien alineadas para que posteriormente entren fácilmente en la cubierta superior del radiolocalizador.
- Colocar la cubierta posterior, la batería, y la puerta del compartimento de batería como se describe en los procedimientos anteriores.

#### 4.2.16 RETIRO DE LOS BOTONES.

- Retirar la puerta de la batería, la batería, la banda selladora, la cubierta posterior como se describe en los procesos anteriores.
- Retirar el botón de lectura (●) utilizando una pinza, como se muestra en la figura 4.2.18.

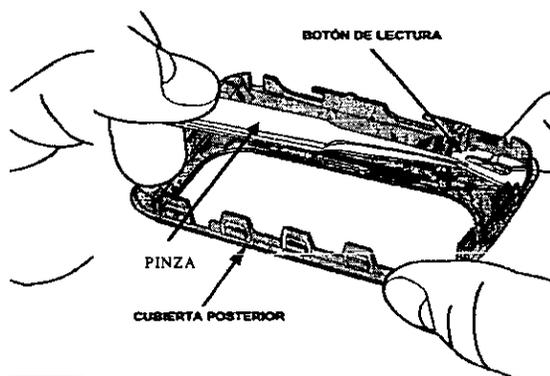
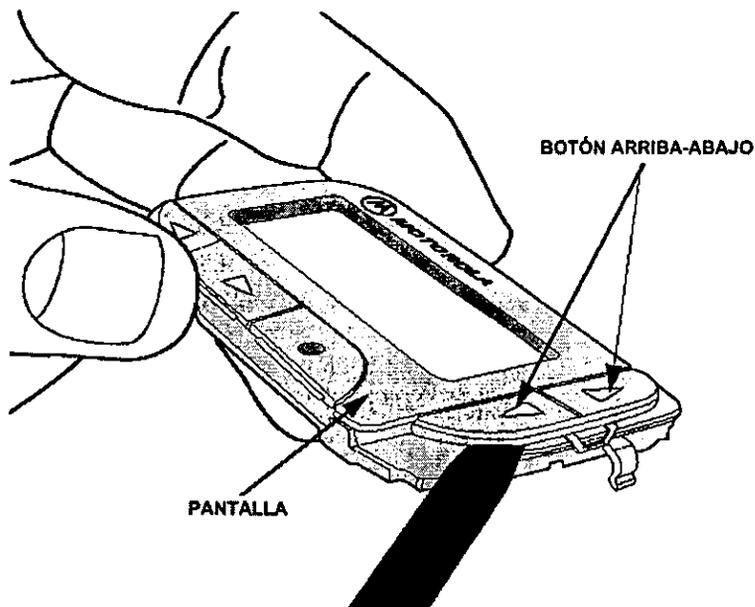
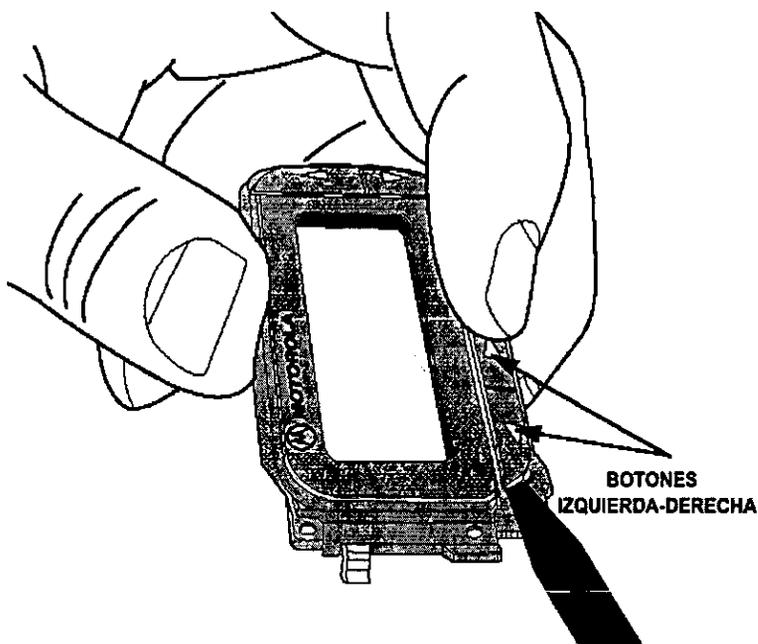


Figura 4.2.18 Retiro del botón de lectura

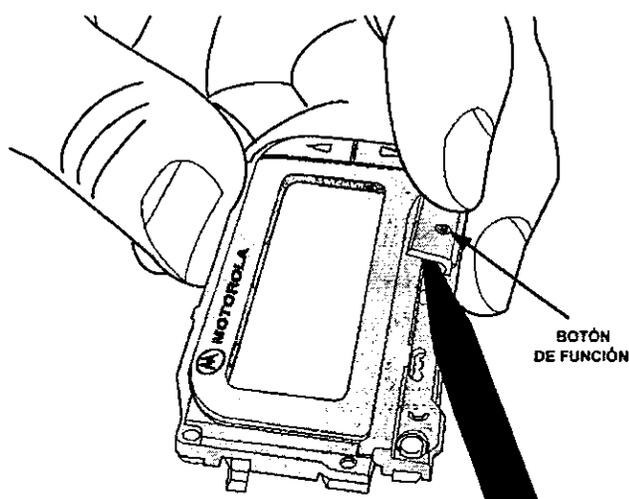
- Para remover los botones derecha, izquierda, arriba, abajo y de función se debe de desmontar la tarjeta receptora, el cojinete y la tarjeta decodificadora (junto con la pantalla) como se describe en las secciones anteriores.
- Utilizando la herramienta de desensamble, hacer palanca en cada botón como se muestra en las figuras 4.2.19, 4.2.20 y 4.2.21.



**Figura 4.2.19 Retiro del botones arriba-abajo**



**Figura 4.2.20 Retiro del botón dederecha-izquierda**



**Figura 4.2.21 Retiro del botón de función**

#### 4.2.17 INSTALACIÓN DE LOS BOTONES

- Alinear el botón de lectura en la cubierta posterior, y haciendo una pequeña presión con el dedo, colocarlo dentro de las dos pequeñas guías de la cubierta.
- Alinear los botones derecha-izquierda, arriba-abajo y función dentro de sus orificios correspondientes y hacer una pequeña presión con los dedos, hasta que se escuche un sonido. Este sonido indica que los botones guardan la posición correcta.
- Colocar la tarjeta decodificadora, con la pantalla, el cojinete, la tarjeta receptora, la cubierta posterior, la banda de sellado, la batería y la puerta del compartimento de la batería como se describe en los procedimientos anteriores.

### 4.3 MODO DE AUTO DIAGNÓSTICO.

El radiolocalizador Advisor Elite tiene un modo de auto diagnóstico. Dentro de su mantenimiento preventivo, este modo es muy útil ya que con él se pueden conocer si todas las funciones se encuentran operando correctamente. El modo de auto diagnóstico cuenta con ocho pruebas y una pantalla que muestra los datos del radiolocalizador. Los resultados, de cada una de las pruebas, pueden ser observados a través de la pantalla.

Es preciso mencionar que este modo de auto diagnóstico es confidencial y solamente el fabricante del radiolocalizador, dentro de sus centros de servicios, conoce la manera para ingresar a él. El usuario no tiene acceso al mismo, debido a que esta información no se encuentra en el manual de usuario. Por ésto, no presentamos la manera de como ingresar al modo de auto diagnóstico y solamente presentamos las pruebas, que realiza el radiolocalizador, una vez dentro del modo de auto diagnóstico.

A continuación se muestran y se describen las pantallas de datos del radiolocalizador y de cada una de las ocho pruebas. Para detener cada prueba es necesario oprimir el botón **■** (lectura) y para continuar a la siguiente prueba se debe de oprimir el mismo botón nuevamente.

La pantalla de datos del radiolocalizador se muestra en la figura 4.3.1. Los datos son mostrados a través de las cuatro líneas de la pantalla.

Línea 1	→	F56AITL _ R01XXXX
Línea 2	→	56ABUL22GP
Línea 3	→	FLEX PAGER
Línea 4	→	R0300 32K M

**Figura 4.3.1 Pantalla de datos del radiolocalizador**

La línea 1 muestra la siguiente información:

- f = Radiolocalizador FLEX
- 56A = Nombre de la familia a la que pertenece el radiolocalizador.
- ITL = Lenguaje
- R01XXXX = Número de la versión del micro controlador .

La línea 2 muestra la siguiente información:

- Número de serie del radiolocalizador (programado dentro del radiolocalizador en la planta de fabricación)

La línea 3 muestra la siguiente información:

- Otra referencia de identificación del radiolocalizador

La línea 4 muestra la siguiente información:

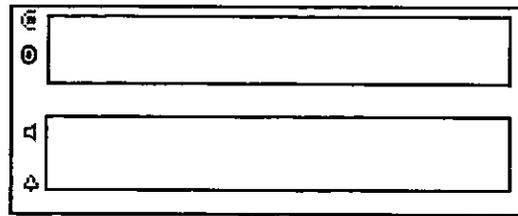
- Número de la versión del procesador de señales y el total de memoria disponible para los mensajes.

En la prueba 1 aparecen las dos secciones de la pantalla sin información y en color negro. Esto se muestra en la figura 4.3.2.



**Figura 4.3.2 Prueba 1**

En la prueba 2 se muestran iluminados las orillas de las dos secciones y los iconos de estado la pantalla. Figura 4.3.3.



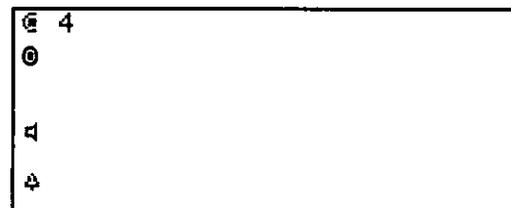
**Figura 4.3.3 Prueba 2**

En la prueba 3 el radiolocalizador emite un tono de alerta continuo, mostrándose la pantalla como se muestra en la figura 4.3.4.



**Figura 4.3.4 Prueba 3**

En la prueba 4 el radiolocalizador vibra de manera continua, mostrándose la pantalla como se observa en la figura 4.3.5.



**Figura 4.3.5 Prueba 4**

En la prueba 5 el radiolocalizador activa la tarjeta receptora de manera continua, mostrándose la pantalla como se observa en la figura 4.3.6. Los ajustes de la segunda señal de FI (subtema 4.4) se llevan a cabo utilizando esta prueba, ya que el módulo de soporte alimenta a todos los circuitos de la receptora.



**Figura 4.3.6 Prueba 5**

En la prueba 6 el radiolocalizador puede recibir mensajes enviados por una computadora, a través de una interfaz (subtema 2.8). El radiolocalizador contabiliza los mensajes recibidos y registra la hora y fecha de los mismos, como se observa en la figura 4.3.7.

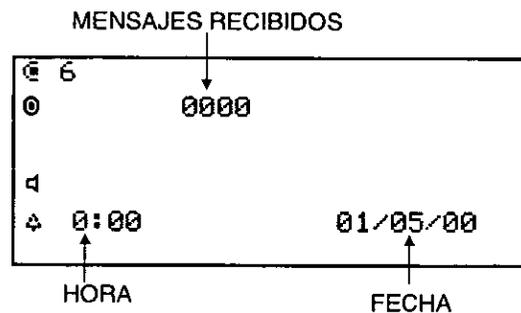


Figura 4.3.7 Prueba 6

En la prueba 7 la luz de fondo se ilumina de manera continua, mostrándose la pantalla como se observa en la figura 4.3.8.

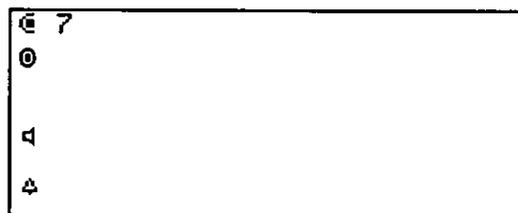


Figura 4.3.8 Prueba 7

En la prueba 8 el radiolocalizador checa todas las direcciones de sus memorias; así como los datos almacenados en las mismas, mostrándose la pantalla como se observa en la figura 4.3.9. Si la prueba es exitosa se muestra en la pantalla una letra **P**, y si no lo es una letra **F**.

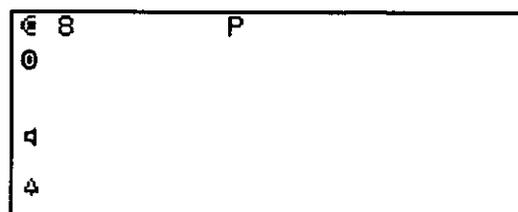


Figura 4.3.9 Prueba 8

Para salir del modo de auto diagnóstico se debe de presionar el botón **■** después de la prueba 8. Al salir, el radiolocalizador inicia todas sus funciones, borra todos los mensajes que pudieran estar almacenados en su memoria, permaneciendo apagado hasta que se le presiona el botón **■** y así encenderlo nuevamente.

## 4.4 DIAGNÓSTICOS, AJUSTES Y PRUEBAS EN LA TARJETA RECEPTORA

### 4.4.1 DIAGNÓSTICO

En el radiolocalizador Advisor Elite se puede presentar un problema en la recepción de los mensajes. En ocasiones se reciben con errores (subtema 2.3.20) o no se reciben por completo. En los esquemas 4.4.1 y 4.4.2 se muestra el diagnóstico completo para detectar la falla en el radiolocalizador.

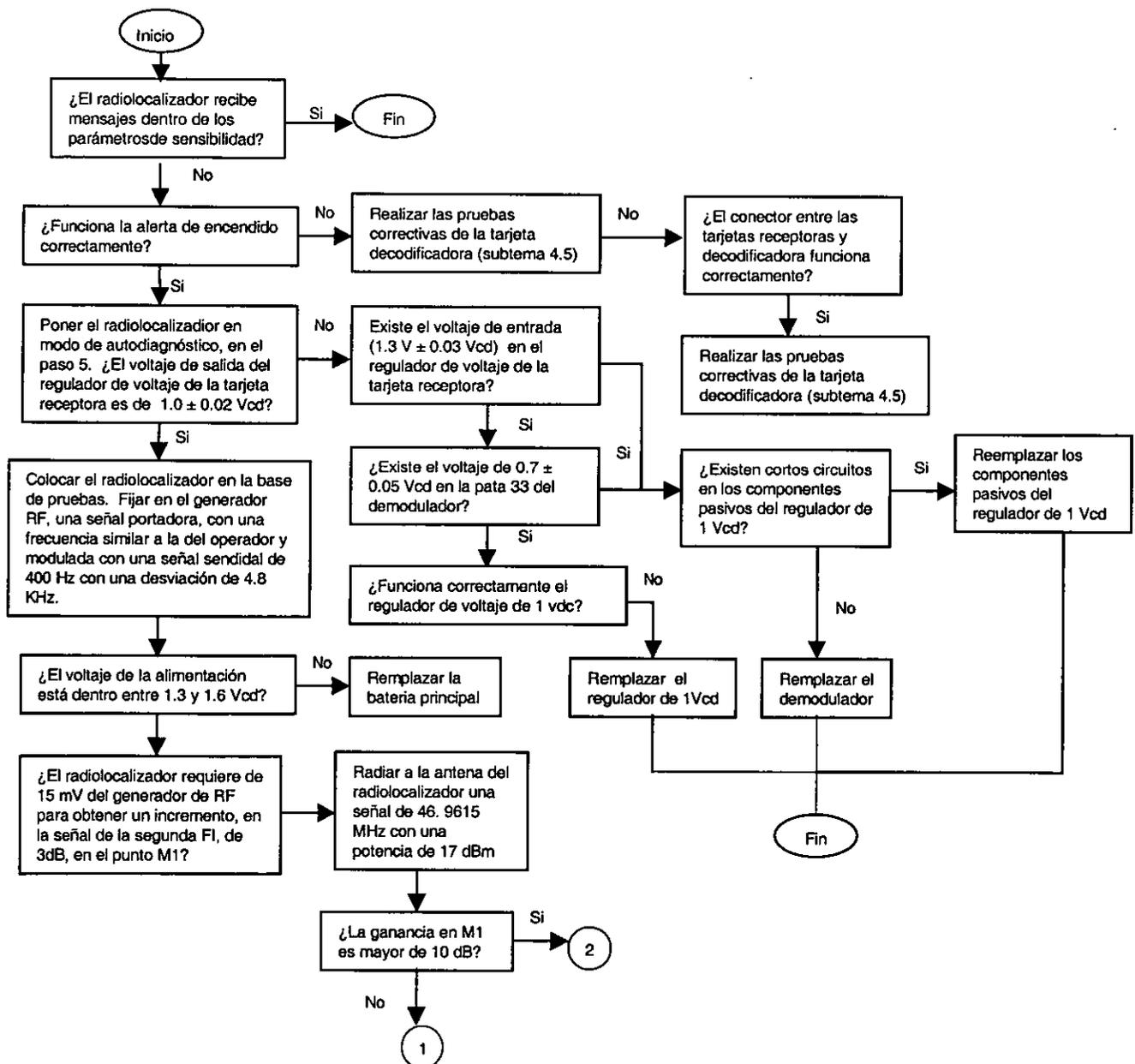


Diagrama esquemático 4.4.1 Diagnóstico de problemas en la tarjeta receptora

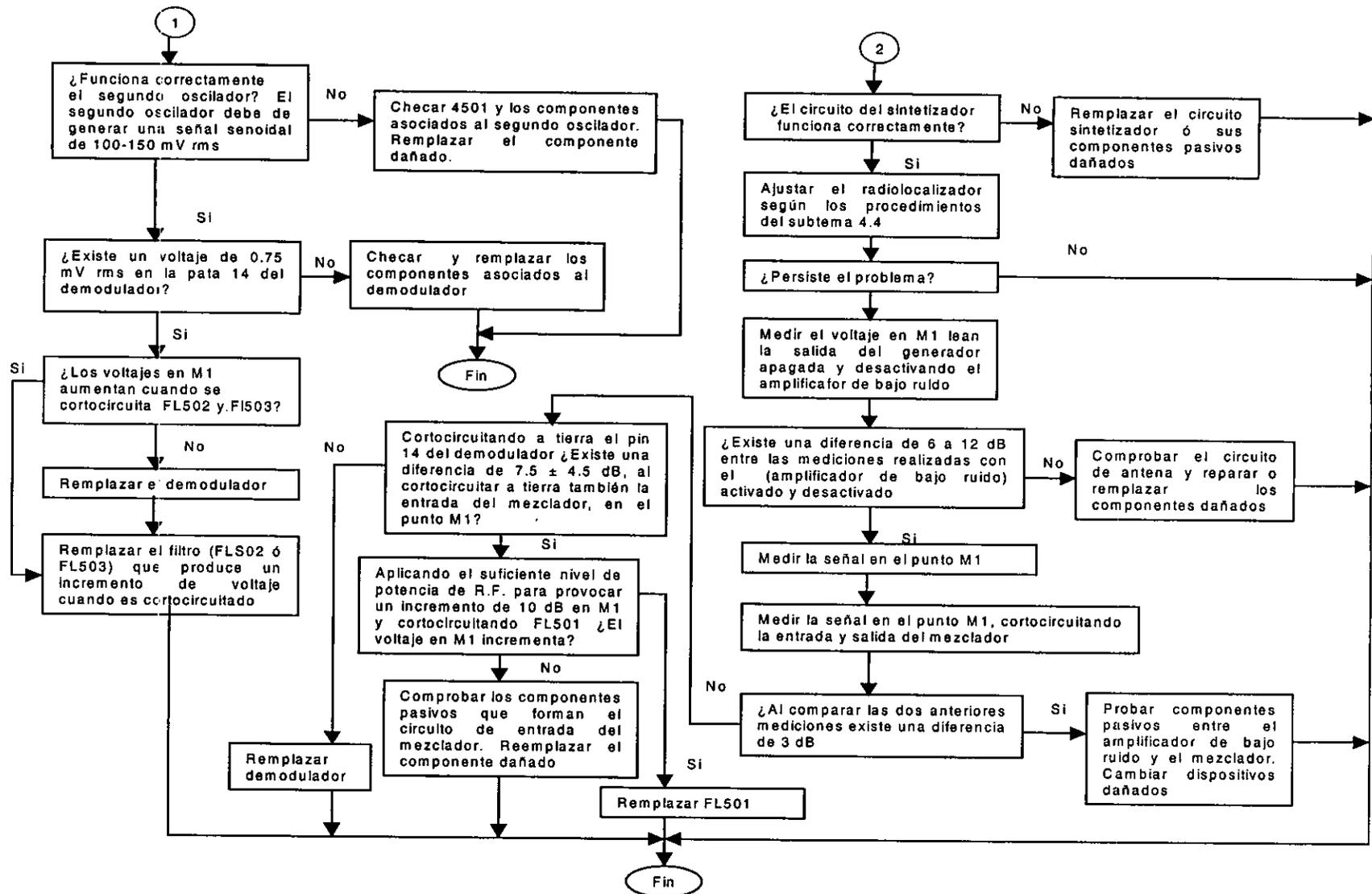


Diagrama esquemático 4.4.2 Diagnóstico de problemas en la tarjeta receptora.

#### 4.4.2 AJUSTE DE LA GANANCIA DE ANTENA Y DE LA SEGUNDA FRECUENCIA INTERMEDIA

En ocasiones es necesario realizar un ajuste al radiolocalizador Advisor Elite. El ajuste es necesario cuando el radiolocalizador no recibe sus mensajes o al recibirlos llegan con muchos errores. A estos problemas se le conoce como problema de baja sensibilidad.

El procedimiento para este ajuste es el siguiente:

- Desactivar el circuito de CAG.
- Reemplazar el capacitor fijo (C572), responsable de fijar la frecuencia del sintetizador (16.8 MHz), por un capacitor variable. Debido a que no se cuenta con los diagramas esquemáticos, sino solamente con los diagramas a bloques, debemos mencionar que C572 queda dentro del bloque del sintetizador y es por eso que no aparece en el diagrama a bloques de la sección 2.4.
- Retirar la cubierta posterior.
- Asegurar que la batería principal tenga un voltaje mínimo de 1.5 volts.
- Poner el radiolocalizador en modo de auto diagnóstico y correr la prueba 5.
- Instalar el radiolocalizador en la base de pruebas (figura 3.5.1)
- Conectar el equipo de pruebas, descrito en la sección 4.1.
- Ajustar el radiolocalizador siguiendo el procedimiento descrito en a tabla 4.4.1.

Paso	Procedimiento
1	Fijar la salida del generador de RF a una frecuencia de 44.9625 MHz, así como su nivel de potencia, lo suficiente para producir un incremento de 10 dB, medido en el volómetro de a.c.
2	El frecuencímetro registrará una lectura de $455 \pm 0.75$ MHz. Esta lectura debe de ser registrada como $f_1$ . $f_1$ será utilizada en el paso 4.
3	Fijar el generador de RF exactamente a la frecuencia del operador (la empresa que le brinda el servicio al radiolocalizador) con la suficiente potencia para producir un incremento de 10 dB en el punto M1 de la tarjeta receptora, registrado en el volómetro de a.c. o hasta que la lectura en el frecuencímetro se estabilice.
4	Sintonizar la misma frecuencia observada en el paso 2 pero ahora $f_1$ debe de tener una tolerancia de $\pm 250$ MHz.
5	Reemplazar C572 por un capacitor variable de 0.5 a 2.5 pF.
6	Ajustar el generador de RF a la frecuencia exacta del operador, con el suficiente nivel de potencia para producir un incremento de $10 \text{ dB} \pm 3 \text{ dB}$ en el volómetro de a.c. Fijar el nivel de potencia cuando se obtenga la máxima medición.
7	Ajustar C571 hasta alcanzar la máxima lectura en el punto M1. Reducir el nivel de salida del generador hasta mantener una ganancia en M1 de $10 \text{ dB} \pm 3 \text{ dB}$ medido con el volómetro de a.c. y reajustar C571 para fijar su valor al obtener la medición más alta.

Continúa en la siguiente hoja

8	Repetir los pasos del 1 al 7 para asegurar que el radiolocalizador está correctamente sintonizado. Para comprobar lo anterior, el radiolocalizador debe de recibir sus mensajes, sin errores (la prueba de sensibilidad se trata en la sección 3.5), y con los siguientes niveles de potencia: -95.0 dBm (a 1600 bps), 93.5 dBm (a 3200) y -92 dBm (a 6400 bps)
9	Restablecer el circuito de CAG
10	Colocar la cubierta posterior en el radiolocalizador

**Tabla 4.4.1 Procedimiento de ajuste de la ganancia del circuito de antena y la frecuencia de la señal de la segunda FI.**

#### 4.4.3 PRUEBAS

Cuando el radiolocalizador Advisor Elite no recibe mensajes o los recibe mostrándolos en pantalla como caracteres con errores, debido a su mal funcionamiento, es necesario ajustar su circuito resonante de la antena y el valor de la segunda frecuencia intermedia (455 kHz). Para consultar el procedimiento de estos dos ajustes refiérase a la tabla 4.4.1. Si una vez ajustados estos dos parámetros, el radiolocalizador continúa teniendo los mismos problemas es necesario realizar las siguientes pruebas.

Comprobar que la alerta de encendido funcione correctamente. Si la alerta no funciona correctamente es necesario consultar la sección de problemas de la tarjeta decodificadora subtema 4.5.2.1.

Si la alerta de encendido funciona correctamente, el primer punto a medir es el voltaje regulado de alimentación de 1 volt. Si este voltaje de alimentación no está presente se debe de comprobar que el voltaje de la batería principal llegue a la tarjeta receptora. Si no llega este voltaje a la tarjeta es necesario asegurarse que el conector que une a la receptora y la decodificadora se encuentra en buenas condiciones. Si se detecta un mal contacto en los conectores se debe de reparar, o incluso cambiar, los conectores de las dos tarjetas. Si los contactos se encuentran bien es necesario referirse a las pruebas de la decodificadora ya que el problema se localiza en esa tarjeta.

Si no existe el voltaje regulado de 1 volt, pero si el voltaje de la batería principal se debe de medir el voltaje en la pata 33 del circuito demodulador. Este voltaje debe de ser  $0.7 \pm 0.30$  volts de corriente directa (Vcd). Si este voltaje no está presente se debe de probar el capacitor que se encuentra conectado a esta pata. Si se detecta que el capacitor está en corto circuito, debe ser reemplazado. Si el capacitor se encuentra en buenas condiciones, el dispositivo que debe ser reemplazado es el demodulador, quedando solucionado el problema.

Si en la pata 33 del demodulador existe el voltaje de  $0.7 \pm 0.050$  Vcd es necesario revisar las condiciones del transistor conectado a esta pata y que funciona como regulador de voltaje. Si este dispositivo está bien es necesario probar el capacitor conectado a la pata 33; y basándose en los resultados, reemplazar el capacitor (si está dañado) o el demodulador si el capacitor está bien. Si el transistor se

encuentra dañado es necesario reemplazarlo. Con este reemplazo el problema debe de ser solucionado.

Si existe el voltaje regulado de 1 volt en la receptora debe de colocarse el radiolocalizador en la base de pruebas. El generador de RF debe de ser ajustado a la frecuencia del operador (empresa que presta el servicio de radiolocalización). Esta frecuencia del generador de RF tiene que ser modulada con una señal senoidal de 400 MHz, con una desviación de 4.8 kHz. El voltaje de alimentación de la receptora debe de mantenerse constante y dentro de un rango entre 1.3 y 1.6 Vcd. Si no existe este voltaje se debe de remplazar la batería principal. Si se tiene el voltaje entre 1.3 y 1.6 volts se debe observar si el radiolocalizador necesita más de 15  $\mu$ V de en la salida del generador de RF para obtener un incremento de 3 dB en la señal del punto M1. Si esto se presenta hay que radiar una señal de 46.9625 MHz al radiolocalizador, con una potencia máxima de 17 dBm para observar si en el punto M1 se produce un incremento superior a 10 dB. Si se produce ese incremento se debe de observar una señal oscilante en la pata 18 del demodulador, con un voltaje de 100 a 150 mV de voltaje eficaz (rms). De no existir esta oscilación, probar Y501 y los componentes asociados a él; y con esto remplazar el o los componentes dañados.

Si no existe ninguna oscilación en la pata 18 del demodulador se tiene que medir una señal senoidal de 0.75 mV rms. De existir esta señal se debe de probar el capacitor y la resistencia conectados a la pata 14 del demodulador para remplazar el componente dañado. Si la señal de 0.75 mV rms existe hay que comparar que exista un incremento de voltaje en M1 al cortocircuito las entradas y salidas de los filtros FL502 ó FL503. Si este incremento no se da es necesario cambiar los capacitores conectados a la entrada y a la salida de FL502 ó FL503, dependiendo que filtro se haya cotocircuitado el demodulador. Si el voltaje en M1 se incrementa al cortocircuitar FL502 ó FL503 es necesario remplazar el filtro que haya producido el incremento al ser corto circuito.

Cuando se le inyecta al radiolocalizador una señal de 46.9625 MHz con una potencia máxima de 17 dBm y se produce un instrumento de 10 dB se tiene que comprobar la actividad del bloque sintetizador. Si éste está fallando es necesario revisar el circuito integrado del sintetizador, el cristal Y500 y los componentes pasivos asociados a estos dos componentes.

Si el bloque sintetizador opera correctamente es necesario rectificar el ajuste de la segunda señal de FI Si el ajuste opera correctamente es necesario rectificar el ajuste de la señal de la segunda señal de FI. Si está bien ajustado, es necesario comprobar el buen funcionamiento del primer oscilador. Al existir problemas en esta etapa se debe localizar y remplazar el dispositivo dañado.

Una vez que el primer oscilador opera correctamente es necesario realizar las siguientes pruebas en el punto M1:

Conectar a tierra la entrada del primer amplificador de bajo ruido (asegurándose que la salida del generador de RF está desactivada) y medir el voltaje en M1. Nuevamente medir el voltaje en M1 pero sin la conexión en la entrada del amplificador de bajo ruido a tierra. La diferencia en la ganancia de las dos mediciones se debe localizar entre 6 y 12 dB. De no presentarse esta diferencia es necesario revisar el circuito de antena ya que el problema se encuentra en los componentes de ese circuito.

De no presentarse la diferencia de ganancias en la prueba anterior se debe de proceder a conectar la entrada del mezclador a tierra para medir el voltaje en M1. La diferencia entre esta medición y la medición de voltaje que se obtiene conectando a tierra la entrada del amplificador de bajo ruido debe ser de 3 dB. Si se obtiene este resultado es necesario probar todos los componentes pasivos que se encuentran conectados entre la etapa del amplificador de bajo ruido y el primer mezclador. Y si no se obtiene la ganancia de 3dB es necesario medir el voltaje de alimentación del primer mezclador. Este voltaje debe estar un 3 % por arriba del voltaje medido a la entrada del filtro FL501. Si este porcentaje no es el indicado hay que cambiar los componentes pasivos conectados entre FL501 y el demodulador.

Si el porcentaje del 3% está correcto hay que conectar a la pata 14 del demodulador a tierra y medir el voltaje en M1. La diferencia entre esta medición y la medición obtenida conectando a tierra la entrada del mezclador debe ser  $7.5 \pm 4.5$  dB. Si esta diferencia es obtenida hay que aplicar una señal de RF de suficiente nivel de potencia para provocar un incremento de 10 dB en el punto M1. El voltaje en M1, si se incrementa al cortocircuitarse la entrada y la salida de M1 se tiene que cambiar FL501, si no, cambiar los componentes asociados al punto M1.

Si en la prueba, en la que se colocó el radiolocalizador en la base de pruebas para observar si era o no necesario más de  $15 \mu\text{V}$  del generador de RF para alcanzar un incremento de 3 dB en la señal del punto M1, se observa que no es necesario una potencia mayor a la indicada es necesario incrementar el nivel de la señal del generador de RF hasta que la forma de la onda de la señal (vista en el osciloscopio) se estabilice. Esta señal debe de tener una forma de onda senoidal con un voltaje de 200 mV de pico a pico. Si esta señal no cuenta con las anteriores características se debe de cambiar el demodulador. Si al realizar todas estas pruebas la señal en el punto M1 tiene las características antes mencionadas es necesario referirnos a las pruebas de la tarjeta decodificadora ya que la falla puede estar ahí.

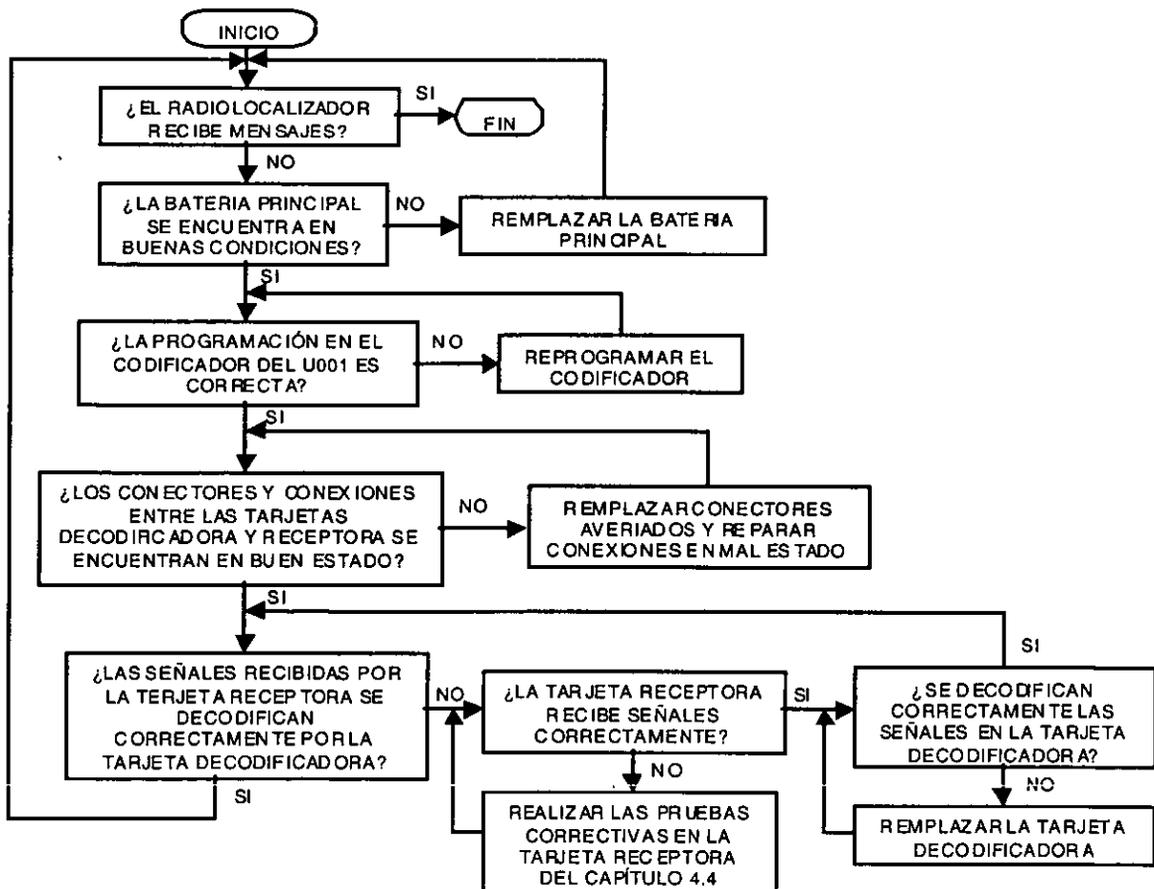
## 4.5 DIAGNÓSTICOS Y PRUEBAS EN LA TARJETA DECODIFICADORA

### 4.5.1 DIAGNÓSTICO

La forma en que opera el radiolocalizador cuando la tarjeta decodificadora tiene algún tipo de falla se manifiesta en alguna de las siguientes condiciones de operación:

- Emite correctamente la alerta de encendido pero no recibe mensajes.
- Enciende pero no emite ningún tipo de alertas.
- No tiene luz de fondo en la pantalla.
- La alerta de vibración no funciona.
- La alerta audible no funciona.
- Pierde los mensajes almacenados cuando es apagado o se retira la batería principal.

Las condiciones de operación sirven para poder diagnosticar rápidamente los problemas en la tarjeta decodificadora, así como una posible solución. En los diagramas esquemáticos del 4.5.1 al 4.5.6, se muestran los diagnósticos para cada una de las condiciones mencionadas.



**Diagrama esquemático 4.5.1 problemas en la tarjeta decodificadora cuando el radiolocalizador emite correctamente la alerta de encendido pero no recibe mensajes**

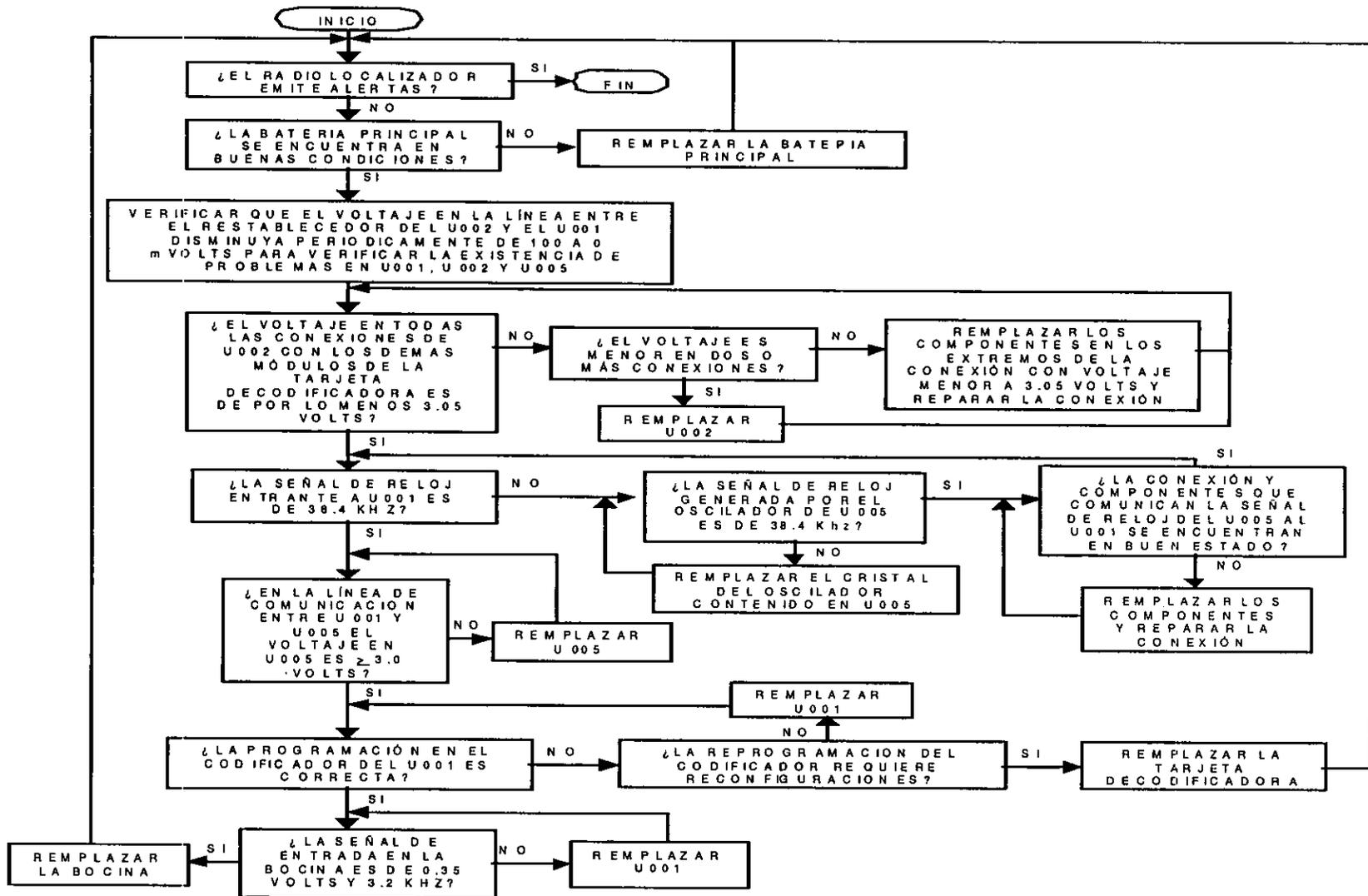


Diagrama esquemático 4.5.2 Diagnóstico de problemas cuando el radiolocalizador enciende pero no emite ningún tipo de alertas.

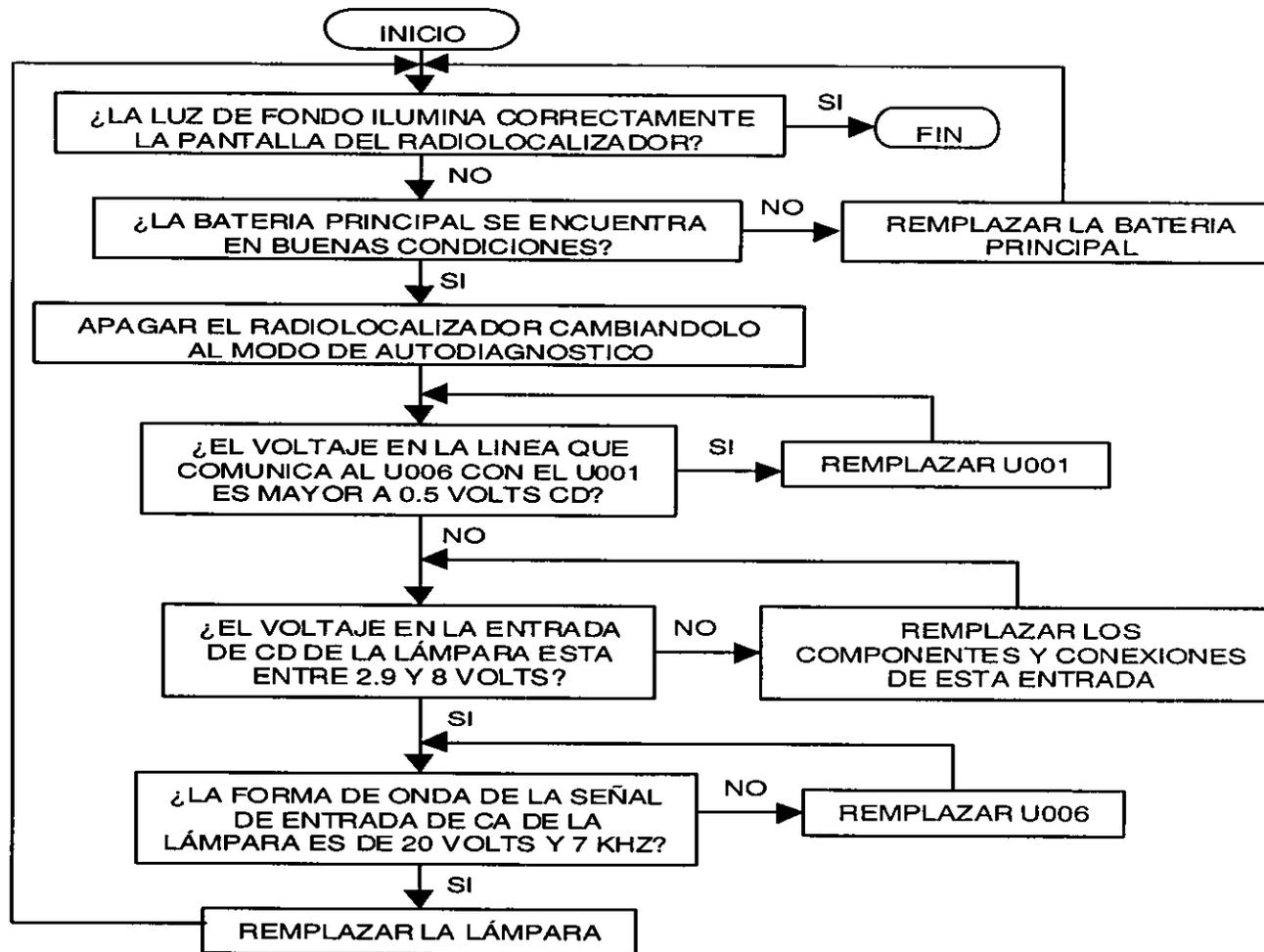


Diagrama esquemático 4.5.3 Diagnóstico de problemas en la tarjeta decodificadora cuando el radiolocalizador no tiene luz de fondo en la pantalla.

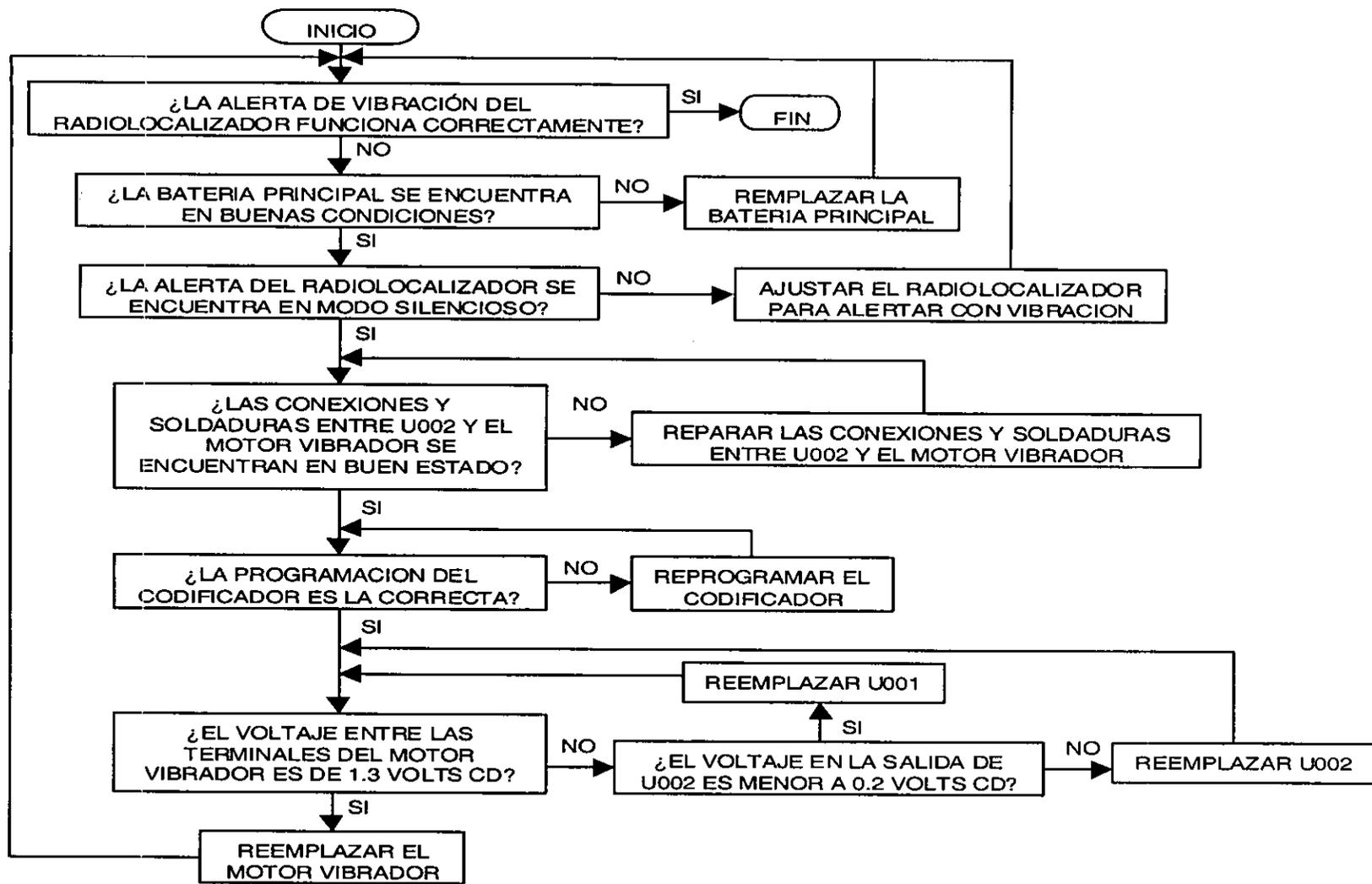


Diagrama esquemático 4.5.4 Diagnóstico de problemas en la tarjeta decodificadora cuando la alerta de vibración del radiolocalizador no funciona.

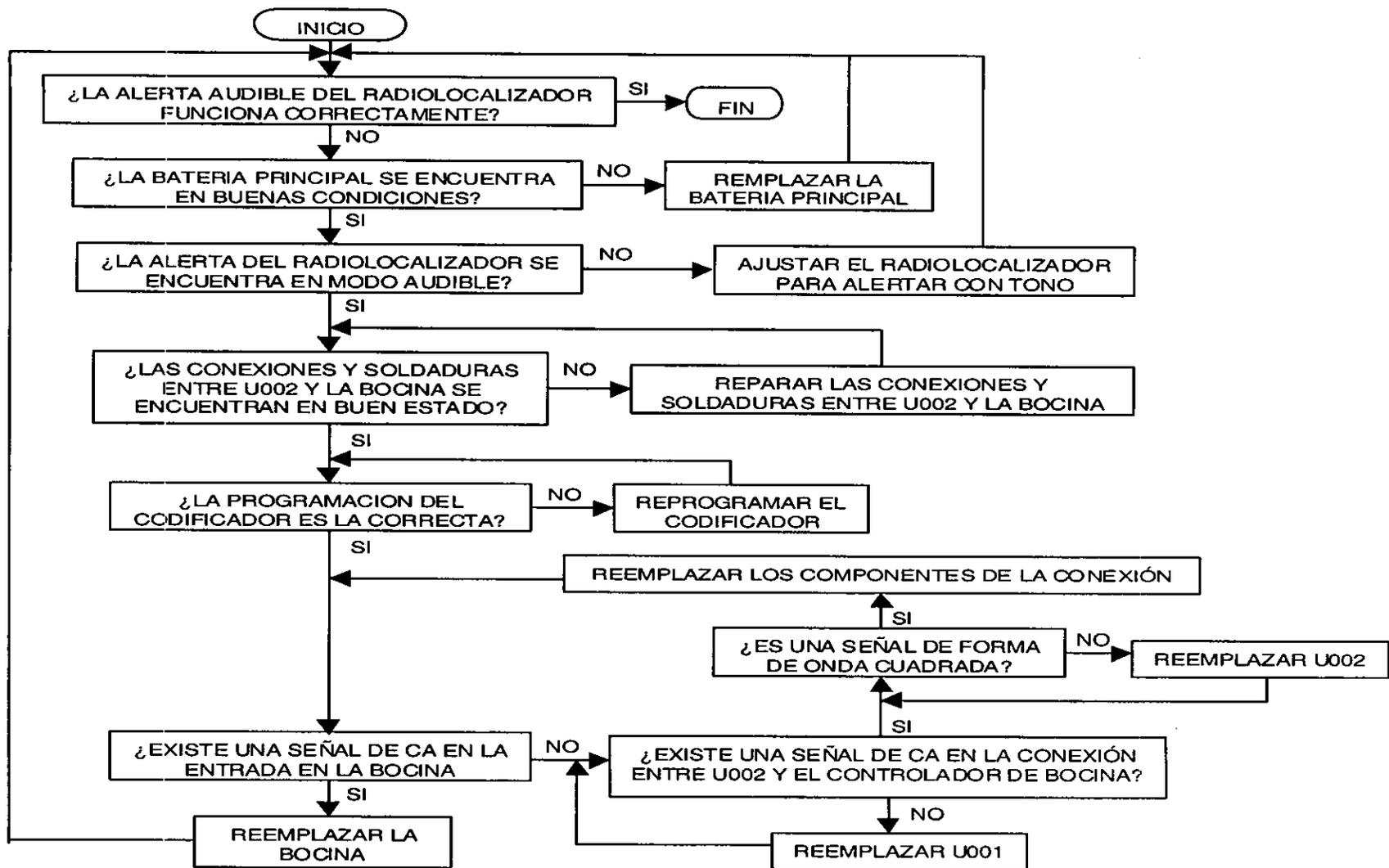
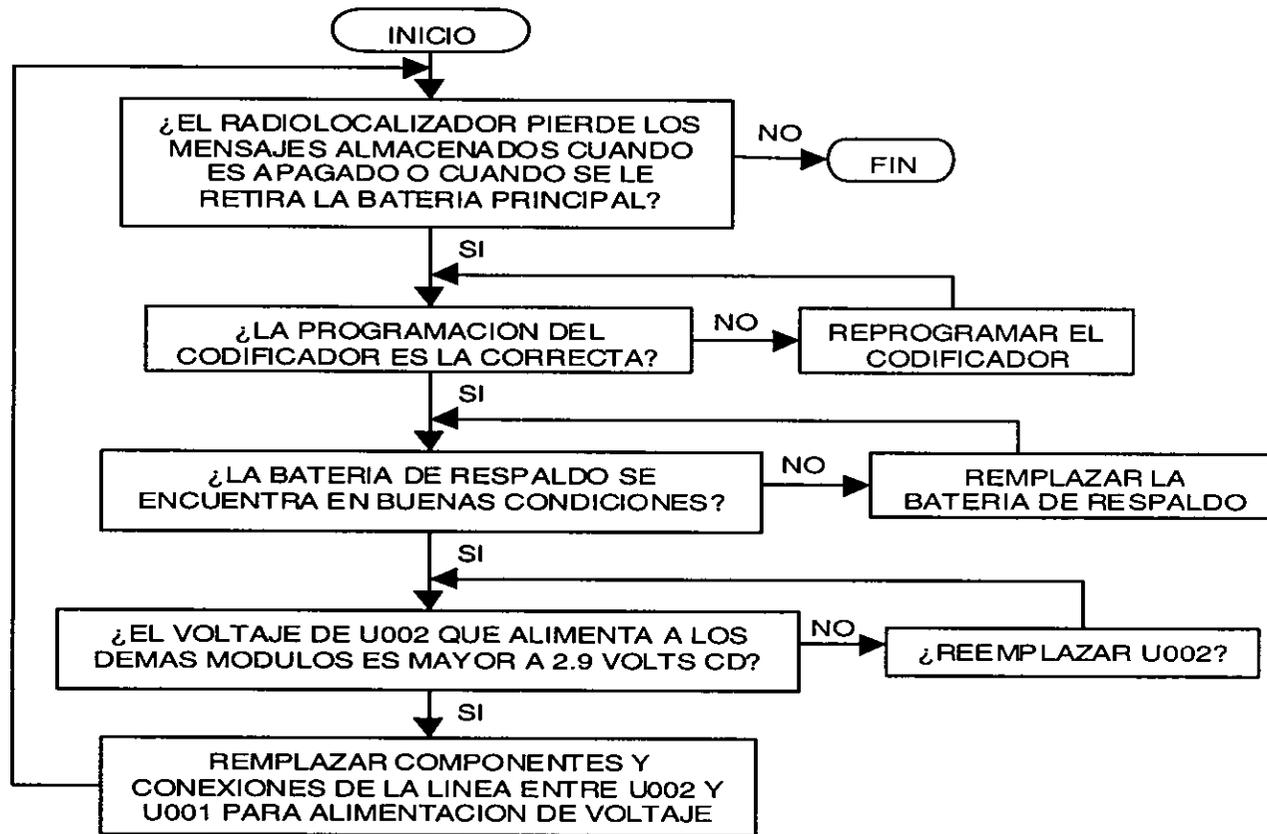


Diagrama esquemático 4.5.5 Diagnóstico de problemas en la tarjeta decodificadora cuando la alerta audible del radiolocalizador no funciona.



**Diagrama esquemático 4.5.6 Diagnóstico de problemas en la tarjeta decodificadora cuando el radiolocalizador pierde los mensajes almacenados cuando es apagado o se le retira la batería principal.**

## 4.5.2 PRUEBAS

Las pruebas preventivas y correctivas en la tarjeta decodificadora se describirán de acuerdo a las condiciones de operación del radiolocalizador cuando la tarjeta decodificadora está fallando.

### 4.5.2.1 *El radiolocalizador alerta de encendido pero no recibe mensajes*

Cuando el radiolocalizador emite correctamente una alerta al encenderlo pero no recibe mensajes, se deberán seguir los siguientes pasos para determinar el problema que existe en la tarjeta decodificadora.

- Checar que la batería principal se encuentre en buenas condiciones mediante el medidor de batería como se indica en el subtema 4.7.
- Checar que el codificador contenido en el módulo microcontrolador U001 esté correctamente programado y la polaridad de sus datos sea la correcta, en caso de no estarlo deberá ser reprogramado.
- Checar el buen estado de los conectores y conexiones entre la tarjeta receptora y la tarjeta decodificadora, en caso de estar en mal estado deberán remplazarse los conectores y reparar las conexiones.
- Verificar que las señales recibidas por la tarjeta receptora se decodifiquen correctamente por la tarjeta decodificadora, en el caso de que no se reciban correctamente las señales por la tarjeta receptora, se deberán realizar las pruebas correctivas a la tarjeta receptora mencionadas en el subtema 4.4, y para el caso en que no se decodifiquen correctamente las señales proporcionada por la tarjeta receptora, se deberá remplazar la tarjeta decodificadora.

### 4.5.2.2 *El radiolocalizador al encender no emite ningún tipo de alertas*

Cuando el radiolocalizador enciende correctamente pero no emite ningún tipo de alertas se deberán seguir los siguientes pasos para determinar el problema que existe en la tarjeta decodificadora.

- Checar que la batería principal se encuentre en buenas condiciones mediante el medidor de batería como se indica en el subtema 4.7.
- Checar que el voltaje de la línea que va del submódulo restablecedor del módulo de soporte U002 hacia el módulo microcontrolador U001 se mantenga en un valor aproximado de 100 mvolts. El voltaje en esta línea disminuirá periódicamente a valores aproximados entre 10 y 0 mvolts para indicar la existencia de problemas en alguno de los módulos procesador de señales U005, módulo de soporte U002 o microcontrolador U001. Por otra parte, si el voltaje se mantiene en 100 mvolts, será necesario monitorear mediante un osciloscopio algún posible cambio de voltaje en esta línea.
- Asegurar que las conexiones entre el módulo de soporte U002 y los demás módulos de la tarjeta decodificadora estén en buenas condiciones y exista un voltaje mínimo de 3.05 volts. En el caso de que el voltaje sea menor a 3.05

volts en alguna conexión, se deberán reparar esa conexión y reemplazar los componentes en sus extremos. Cuando el voltaje sea menor en dos conexiones o más, deberá reemplazarse el módulo de soporte U002.

- Checar que la señal de reloj generada por el oscilador contenido en el módulo procesador de señales U005 sea de forma senoidal y de frecuencia 38.4 KHz, de no ser así, deberá reemplazarse el cristal del oscilador. Esta señal de reloj debe ser la misma señal que entra al módulo microcontrolador U001 por lo que se deberán checar el estado de la conexión y componentes que comunican la señal de reloj al U001 para reemplazarlos en caso necesario.
- Checar en línea de comunicación entre los módulos procesador de señales U005 y microcontrolador U001 que en el lado del U005 se tenga un voltaje de 3.0 volts, de ser así, se deberá checar la correcta programación en el submódulo codificador del módulo microcontrolador U001 y si la reprogramación del codificador requiere hacer reconfiguraciones, se deberá reemplazar la tarjeta decodificadora completamente, para el caso de que la reprogramación no requiera reconfiguraciones, sólo se deberá reemplazar el módulo microcontrolador U001. Si el voltaje es menor a 3.0 volts, deberá reemplazarse el módulo procesador de señales U005.
- Checar que la forma de onda de la señal a la entrada de la bocina cuando se emite una señal de alerta audible tenga una amplitud de 0.35 volts y una frecuencia de 3.2 KHz, si la señal es correcta, deberá reemplazarse la bocina y para el caso en que la señal no cumpla con estos valores, deberá reemplazarse el módulo microcontrolador U001.

#### 4.5.2.3 *El radiolocalizador no tiene luz de fondo en la pantalla*

Cuando la pantalla del radiolocalizador no es iluminada, se deberán seguir los siguientes pasos para determinar el problema que existe en la tarjeta decodificadora.

- Checar que la batería principal se encuentre en buenas condiciones mediante el medidor de batería como se indica en el subtema 4.7.
- Apagar el radiolocalizador y cambiarlo al modo de autodiagnóstico visto en el subtema 4.3 Si la luz de fondo aún no trabaja correctamente, se deberán realizar los siguientes pasos:
- Checar el voltaje en la línea que comunica al módulo controlador de lámpara U006 con el módulo microcontrolador U001, si el voltaje es mayor a 0.5 volts de corriente directa se deberá reemplazar el módulo microcontrolador U001 y para el caso en que el voltaje sea menor a 0.5 Volts, se deberá checar el voltaje en la entrada de corriente directa de la lámpara, si el voltaje en esta entrada es mayor a 2.9 Volts y menor a 8 volts, se deberá checar la forma de onda de la señal de entrada de corriente alterna, pero si el voltaje es menor a 2.9 Volts o mayor a 8 volts, se deberán reemplazar los componentes y conexiones en esta entrada. La forma de onda de la señal de entrada de corriente alterna de la lámpara debe ser de amplitud 20 volts y frecuencia 7 KHz, con lo que sólo es necesario reemplazar la lámpara, pero para el caso en

que los valores de esta entrada sean diferentes deberá remplazarse el módulo controlador de lámpara U006.

#### 4.5.2.4 *La alerta de vibración no funciona*

Cuando la alerta de vibración del radiolocalizador no funciona, se deberán seguir los siguientes pasos para determinar el problema que existe en la tarjeta decodificadora.

- Checar que la batería principal se encuentre en buenas condiciones mediante el medidor de batería como se indica en el subtema 4.7.
- Asegurar que el radiolocalizador se encuentre en modo silencioso para emitir alertas, de no estarlo se deberá ajustar para alertar con vibración como se muestra en el apéndice.
- Checar el buen estado de las conexiones y soldaduras entre el módulo de soporte U002 y el motor vibrador, en caso de estar en mal estado se deberán reparar.
- Conectar una computadora al puerto ICS para checar que en la programación del submódulo codificador del microcontrolador U001 esté habilitada la opción de alertar con vibración, en caso de no estarlo, se deberá reprogramar el submódulo codificador.
- Checar la operación del motor vibrador. Cuando el voltaje entre sus terminales sea de 1.3 volts de corriente directa al activarse la alerta de vibración, deberá ser reemplazado, pero si el voltaje es diferente a 1.3 volts, continuar con el siguiente punto.
- Checar que el voltaje en la salida del módulo de soporte U002 que controla las acciones del motor vibrador al activarse la alerta de vibración sea menor a 0.2 volts de corriente directa, con lo que deberá remplazarse el módulo microcontrolador U001 y para el caso en que el voltaje sea mayor a 0.2 volts deberá reemplazarse el módulo de soporte U002.

#### 4.5.2.5 *La alerta audible no funciona*

Cuando la alerta de tono audible del radiolocalizador no funciona, se deberán seguir los siguientes pasos para determinar el problema que existe en la tarjeta decodificadora.

- Checar que la batería principal se encuentre en buenas condiciones mediante el medidor de batería como se indica en el subtema 4.3.
- Asegurar que el radiolocalizador se encuentre en modo audible para emitir alertas, de no estarlo se deberá ajustar para que pueda alertar con cualquiera de los tonos mostrados en el apéndice.
- Checar el buen estado de las conexiones y soldaduras entre el módulo de soporte U002 y la bocina, en caso de estar en mal estado se deberán reparar.
- Conectar una computadora al puerto ICS para checar que en la programación del submódulo codificador del microcontrolador U001 esté habilitada la opción

para alertar con tonos, en caso de no estarlo, se deberá reprogramar el submódulo codificador.

- Monitorear con un osciloscopio la existencia de una señal de corriente alterna en la entrada de la bocina cuando se activa una alerta audible. En caso de existir una señal deberá ser reemplazada la bocina, pero en caso de no existir ningún tipo de señal, continuar con el siguiente punto.
- Checar la existencia de una señal de corriente alterna en la conexión del módulo de soporte U002 con el submódulo controlador de bocina al activarse una alerta audible, para el caso en que no exista la señal, se deberá reemplazar el módulo microcontrolador U001 pero para el caso en que si exista una señal, se deberá checar con un osciloscopio que su forma de onda sea cuadrada, para lo que se deberán reemplazar los componentes de esta conexión, en el caso de que la forma de onda no sea cuadrada se deberá reemplazar el módulo de soporte U002.

#### *4.5.2.6 El radiolocalizador pierde los mensajes.*

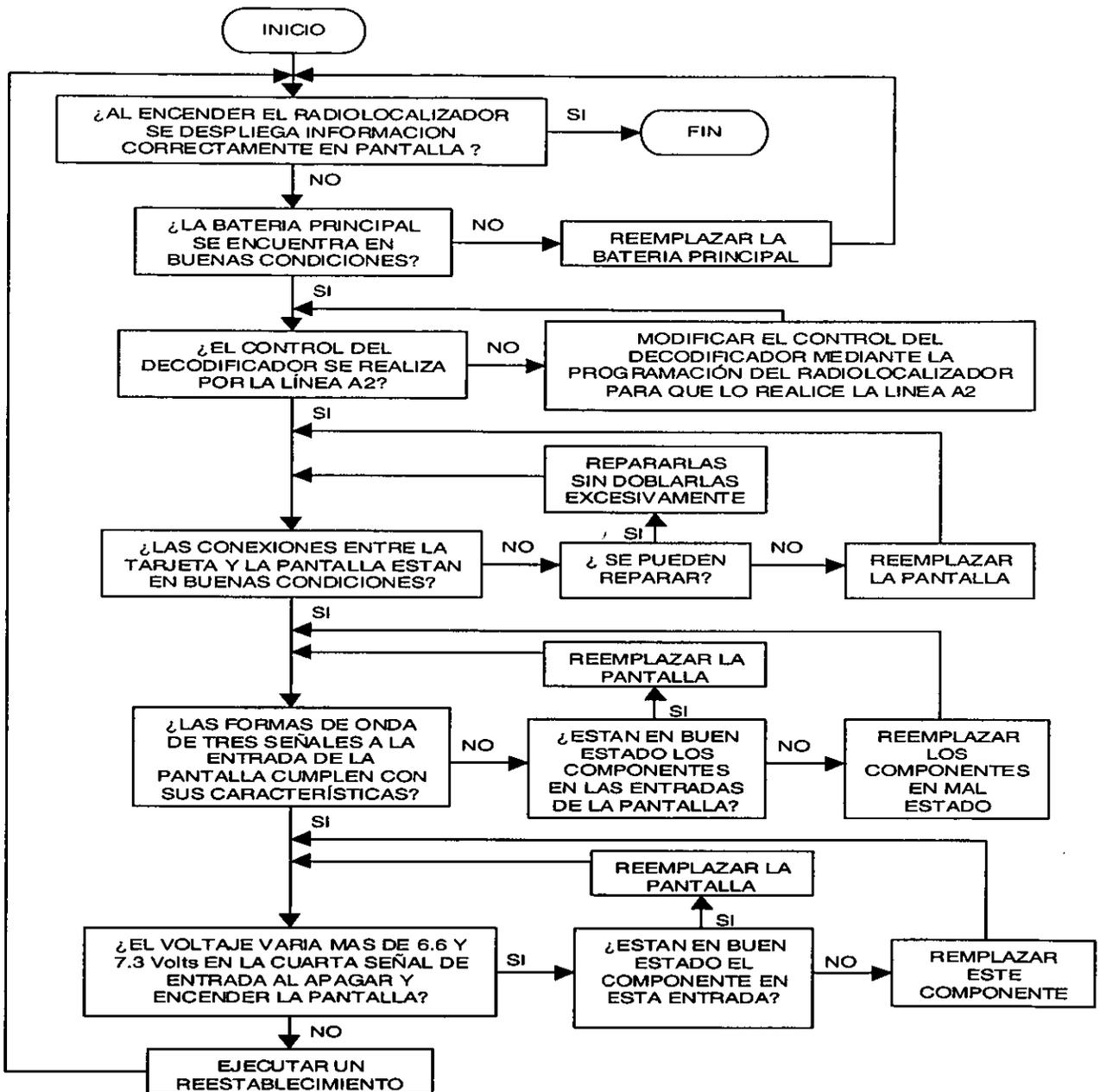
Si al apagar el radiolocalizador o al retirarle la batería principal pierde los mensajes almacenados, se deberán seguir los siguientes pasos para determinar el problema que existe en la tarjeta decodificadora.

- Conectar una computadora al puerto ICS para checar que en la programación del submódulo codificador del microcontrolador U001 estén habilitadas correctamente las opciones para guardar en memoria los mensajes, en caso de no estarlo, se deberá reprogramar el submódulo codificador.
- Checar el estado de la batería de respaldo como se indica en el subtema 4.7.
- Checar que el voltaje en la salida del módulo de soporte U002 que alimenta a los demás módulos de la tarjeta decodificadora sea mayor a 2.9 volts de corriente directa, si el voltaje es mayor se deberán reemplazar los componentes y conexiones de la línea que conecta al módulo de soporte U002 con el módulo de soporte U001 para alimentación de voltaje, pero si el voltaje es menor deberá reemplazarse el módulo de soporte U002.

## **4.6 DIAGNÓSTICOS Y PRUEBAS EN LA PANTALLA**

### **4.6.1 DIAGNÓSTICO**

Para poder realizar rápidamente un diagnóstico de los problemas del radiolocalizador al encenderlo y no desplegarse información en la pantalla o la información desplegada se muestra borrosa, se muestra como guía rápida de solución de problemas el diagrama esquemático 4.6.1.



**Diagrama esquemático 4.6.1. Diagnóstico de problemas al no desplegarse información en la pantalla del radiolocalizador.**

#### 4.6.2 PRUEBAS

Cuando se enciende el radiolocalizador y no se despliega información en la pantalla o el despliegado de la información es borrosa se deberán realizar las siguientes pruebas:

- ☛ Verificar que la batería principal se encuentre en buenas condiciones, en caso de no estarlo, se deberá reemplazar la batería por una nueva.

- Verificar que el control de las acciones del submódulo codificador de la tarjeta decodificadora que gobiernan a la pantalla sean las indicadas por los valores de la línea de control A2 vistas en el capítulo 3.4. La modificación del control del decodificador se realiza mediante la función “Leer” en la programación del radiolocalizador.
- Checar la soldadura de las conexiones entre la tarjeta decodificadora y la pantalla. Si se encuentran en mal estado, repararlas en caso de ser posible, de no ser posible, se deberá reemplazar la pantalla.

**IMPORTANTE:** Prestar suma atención cuando se inspeccionen las conexiones de la pantalla. Un doblamiento excesivo en las conexiones puede causar daños en otro punto de la tarjeta decodificadora.

- Checar mediante un osciloscopio que las formas de onda de las señales entrantes a la pantalla cumplan con las siguientes características: La señales entrantes deben ser de forma senoidal, con amplitud de 3.1 volts y frecuencia de 56 Khz, otra señal de amplitud 3.4 volts y frecuencia 28 Khz y otra señal de amplitud 6.4 volts y frecuencia de 28 Khz. Para el caso en que las señales de entrada no cumplan con alguna de estas características, se deberá checar el estado de los componentes que estan en cada entrada, si alguno se encuentra en mal estado, se deberá reemplazar ese componente, si se encuentran en buen estado se deberá reemplazar la pantalla.
- Checar con un multímetro la estabilidad del voltaje en una cuarta señal de entrada al apagar y encender la pantalla, si el voltaje varía más del rango de 6.6 y 7.3 volts de corriente directa se deberá checar el estado del componente que está en esta entrada, si este componente se encuentra en buen estado se deberá reemplazar la pantalla; pero en el caso de que el componente se encuentre en mal estado, se deberá reemplazar el componente. Cuando el voltaje permanece constante se deberá ejecutar un restablecimiento por medio del módulo de soporte y posteriormente probar el funcionamiento de la pantalla al encender el radiolocalizador.

## 4.7 DIAGNÓSTICOS Y PRUEBAS EN LA BATERÍA

### 4.7.1 BATERÍA PRINCIPAL

#### 4.7.1.1 Diagnóstico

Las características con que trabaja el radiolocalizador cuando el voltaje de la batería principal esta en niveles bajos son las siguientes:

- La emisión de la alerta audible o de vibración se reduce de 12 a 2 segundos y gradualmente hasta 1 segundo.
- La luz de fondo de la pantalla del radiolocalizador no puede encender.
- La potencia de sonido de la alerta audible es disminuida.

La vida de la batería principal es de aproximadamente 4 meses cuando la batería es alcalina y el radiolocalizador recibe en promedio 2 mensajes por día.

Para prevenir la pérdida de voltaje proporcionado por la batería principal del radiolocalizador, se muestra en la tercer línea de la pantalla un medidor de batería, el cual simboliza de cinco maneras diferentes los porcentajes de voltaje con que cuenta la batería, estos símbolos del medidor de batería se muestran a continuación:



Símbolo indicador de batería descargada.



Símbolo indicador de ¼ de voltaje en la batería.



Símbolo indicador de ½ de voltaje en la batería.



Símbolo indicador de ¾ de voltaje en la batería.



Símbolo indicador de batería cargada totalmente.

Cuando se muestre en pantalla el símbolo de “batería descargada”, el usuario tiene aproximadamente dos días para reemplazar la batería principal antes de que el radiolocalizador se apague automáticamente por no poder realizar sus funciones con voltajes tan bajos.

#### 4.7.1.2 Pruebas preventivas

El radiolocalizador monitorea constantemente los niveles de voltaje de la batería principal de la manera siguiente:

- Cuando el voltaje de la batería principal está en valores mayores a 1.15 volts, el radiolocalizador trabaja normalmente y muestra en pantalla cualquiera de los símbolos que indican el voltaje de la batería en ½, ¾ ó carga total.
- Cuando el voltaje de la batería principal está en el rango de 1.15 a 1.05 volts se muestra en la pantalla del radiolocalizador el símbolo indicador de que existe sólo ¼ de voltaje en la batería principal.
- Cuando el voltaje de la batería principal cae por debajo de 1.05 volts se muestra en la pantalla del radiolocalizador el símbolo “batería descargada”.

#### 4.7.1.3 Pruebas correctivas

Debido a que la batería principal del radiolocalizador no es recargable deberá ser reemplazada por una batería nueva cuando el medidor de batería mostrado en la pantalla del radiolocalizador indique el símbolo “batería descargada” por detectar que el voltaje de la batería principal se encuentra por debajo de 1.05 volts. Siempre se deberá asegurar el buen estado de los contactos que utiliza el módulo de soporte U002 de la tarjeta decodificadora para tomar la energía de la batería; en caso de encontrarse en malas condiciones deberán ser remplazados por unos nuevos.

## 4.7.2 BATERÍA DE RESPALDO

La batería de respaldo es una batería recargable que se utiliza para alimentar al radiolocalizador de voltaje en funciones básicas cuando se cambia la batería principal. Para que la batería de respaldo se cargue de nuevo en su totalidad, se debe esperar por lo menos 24 horas después de haber reemplazado la batería principal por una nueva. La batería de respaldo debe suministrar 2.9 volts como mínimo cuando se le ha dejado recargando por lo menos 12 horas, de no hacerlo deberá ser reemplazada. La duración aproximada de la batería de respaldo es de tres años, por lo que deberá ser reemplazada en este intervalo para mantener el funcionamiento óptimo del radiolocalizador. Diagnósticos y pruebas en los botones

## 4.8 Diagnósticos y pruebas en los botones

### 4.8.1 DIAGNÓSTICO

Para poder realizar rápidamente un diagnóstico de los problemas ocurridos al presionar los botones del radiolocalizador, se muestra como guía rápida de solución de problemas el diagrama esquemático 4.8.1.

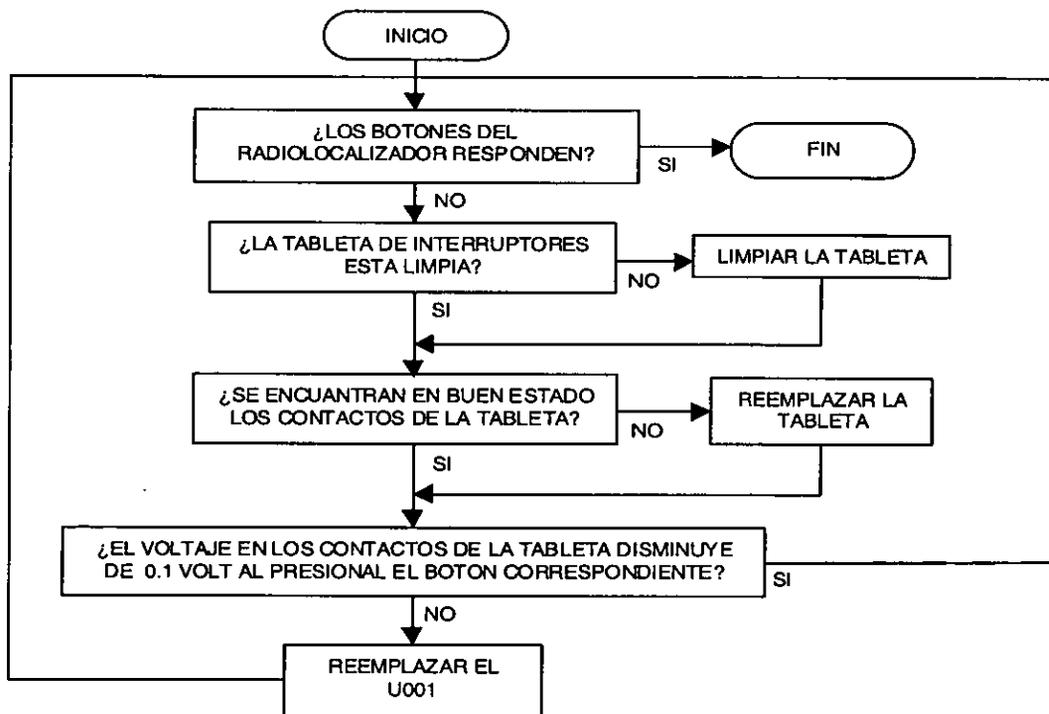


Diagrama esquemático 4.8.1 Diagnóstico de falla en los botones del radiolocalizador

### 4.8.2 PRUEBAS

Cuando no responden de manera adecuada cualquiera de los seis botones del radiolocalizador al ser presionados se deberán realizar las siguientes pruebas:

- Verificar que la tableta de interruptores de los botones esté limpia y libre de escombros. Se deberán limpiar con una brocha en caso necesario.
- Verificar el buen estado de los contactos que van de la tableta al circuito de la tarjeta decodificadora, también deberán estar limpios. Si se encuentran en mal estado, se deberá reemplazar la tableta de interruptores.
- Probar con un multímetro en los puntos correctos de la tableta de interruptores y sus contactos la caída de 0.1 volts al presionar cada uno de los botones correspondientes. En el caso de no existir la caída de voltaje, se deberá reemplazar el módulo microcontrolador U001 de la tarjeta decodificadora. .

Asegurar que la tableta de interruptores esté orientada correctamente y no interfiera con la carcasa del radiolocalizador cuando sea reensamblado.

## A Manual de usuario

El Radiolocalizador Advisor Elite de Motorola brinda excelentes posibilidades para consultar los mensajes recibidos gracias a su pantalla para cuatro líneas de información, además incorpora tecnología proporcionada por el protocolo FLEX® (ver capítulo 1.6), el cual prolonga la vida de la batería cuatro veces más que los radiolocalizadores comunes y mejora la capacidad de recibir mensajes. Este radiolocalizador compacto integra las funciones de mensajes y de reloj en un instrumento cómodo de llevar consigo. A continuación se describe una guía con la que el usuario puede aprovechar en su totalidad las ventajas brindadas por este radiolocalizador. La descripción de cada "icono de función" se describe en el capítulo 2.

### BOTONES DE CONTROL

Los botones de control del radiolocalizador se muestran en la figura 1.



Figura. 1 Botones de control

Botones Direccionales Izquierda/ Derecha	◀ ▶	Se utilizan para navegar por el menú Función (acceso a las funciones del radiolocalizador) y a través de cada mensaje.
Botón Seleccionar Función	●	Se utiliza para mostrar el menú Función, seleccionar una función del radiolocalizador y activar lo seleccionado.
Leer/Prender	—	Se utiliza para prender el radiolocalizador y leer mensajes.
Botones Direccionales Subir/Bajar	▲ ▼	Se utilizan para navegar por las funciones del reloj, alarma, fecha, al igual que para navegar por los mensajes.

## ¿CÓMO PRENDER EL RADIOLOCALIZADOR?

Para prender el radiolocalizador se oprime el botón **▶**, al hacerlo, aparecerá por unos segundos la pantalla de inicio y se activará la señal de alerta que esté seleccionada.

En el caso de que el radiolocalizador este prendido y no se realice ninguna actividad, se visualiza una pantalla de “espera”, en la cual aparece el símbolo de prendido **Ⓞ** y a veces otros indicadores del radiolocalizador. En la figura 2 se muestra un ejemplo de la pantalla de espera.

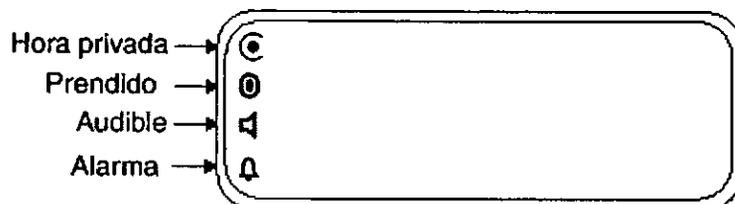


Figura 2 Ejemplo de una pantalla de espera

## ¿CÓMO APAGAR EL RADIOLOCALIZADOR?

- ▶ Oprimir el botón **●** para mostrar el menú “Función”.
- ▶ Oprimir el botón **◀** para mover el cursor hacia el símbolo **Ⓞ**.
- ▶ Oprimir el botón **●** con lo que aparecerá el aviso “¿APAGAR RADIOLOCALIZADOR?”.
- ▶ Oprima el botón **●** otra vez para apagar el radiolocalizador.
- ▶ El radiolocalizador se apagará y la pantalla quedará en blanco.

## LUZ DE FONDO

La luz de fondo del radiolocalizador se enciende automáticamente al oprimir cualquier botón. Esta luz también se puede encender y apagar manualmente en cualquier momento, oprimiendo durante dos segundos el botón **●**. La luz de fondo se apagará automáticamente cuando el radiolocalizador vuelva a la pantalla de espera.

## USO DEL MENÚ FUNCIÓN

El “menú función” brinda el acceso a muchas características del radiolocalizador usando símbolos y avisos. Para mostrar este menú se debe oprimir el botón **●**. Cuando el menú empiece a aparecer, el símbolo **↔** destellará para indicar la ubicación del cursor. Posteriormente, oprimiendo cualquiera de los botones direccionales **◀ ▶** destellarán los símbolos de las funciones para indicar la ubicación actual del cursor. Para salir del menú Función sin realizar ningún cambio se deberá oprimir el botón **▶**. En la figura 3 se muestra un ejemplo del menú función.



Figura 3 Ejemplo del menú Función

#### PANTALLA PARA VISUALIZAR EL ESTADO DE LOS MENSAJES

Para ingresar a la pantalla y visualizar el estado de los mensajes se deberá oprimir cualquiera de los botones direccionales ◀ ▶ ▼ ▲ en la pantalla de espera. En esta pantalla se puede observar el estado actual en que se encuentra cada mensaje. Por ejemplo, al estar destellando el símbolo ▲ se indica que no se han leído los mensajes. En esta pantalla también se muestra la hora, la fecha y cualquier otra función que se haya activado. En la figura 4 se muestra un ejemplo de la pantalla para visualizar el estado de los mensajes.

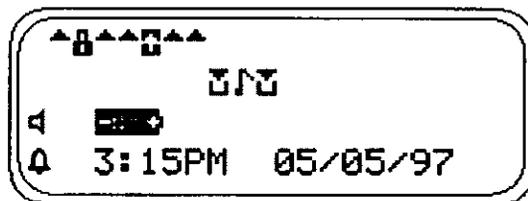


Figura 4 Pantalla para visualizar el estado de los mensajes.

#### RECEPCIÓN Y LECTURA DE MENSAJES

El radiolocalizador puede almacenar hasta 19 mensajes. Cuando se recibe un mensaje, se activa la señal de alerta que esté seleccionada (tono, vibración o sin alerta), además el destello del símbolo ▲ indica que hay un nuevo mensaje. Cuando se selecciona un mensaje con el cursor, aparece el símbolo ▣.

#### LECTURA DE MENSAJES ENTRANTES

Para leer los mensajes entrantes se deberán seguir los siguientes pasos:

- Al oprimir cualquier botón, se apagará la alerta.
- Oprimir el botón ◀ para ver el mensaje. El símbolo ↓ parpadeará en la esquina superior derecha de la pantalla, indicando que el mensaje continúa en una siguiente pantalla.
- Oprimir el botón ▶ para leer la siguiente pantalla.

#### LECTURA DE MENSAJES ALMACENADOS

Para leer los mensajes almacenados se deberán seguir los siguientes pasos:

- ⇒ En la pantalla del estado de los mensajes oprimir los botones ◀ ▶ para mover el cursor hacia el mensaje que se desea leer
- ⇒ Oprimir el botón ➡ para leer el mensaje.

#### CARACTERISTICAS DE LA LECTURA DE LOS MENSAJES

- ⇒ Oprimir el botón ▼ para leer mensajes por una línea a la vez.
- ⇒ Oprimir sin soltar el botón ➡ para desplazar automáticamente al mensaje.
- ⇒ Oprimir el botón ▲ para regresar a la primera pantalla del mensaje.
- ⇒ Oprimir cualquiera de los botones ◀ ▶ durante la lectura de un mensaje para leer el mensaje anterior o el siguiente.

Nota: Si existen mensajes que no se han leído, el radiolocalizador emitirá un “tono corto de alerta” como recordatorio, hasta que se lean todos los mensajes. El destello de este símbolo Ⓞ en la pantalla de espera, indica que hay mensajes que no se han leído.

#### VISUALIZACION PRELIMINAR DEL MENSAJE

Esta función permite leer la primera línea de los mensajes, para utilizarla se realizan los siguientes pasos:

- ⇒ Oprimir el botón ➡.
- ⇒ Los botones ◀ ▶ se utilizan para mover el cursor entre los mensajes.

Nota: La visualización preliminar de los mensajes que no se han leído, no significa que éstos ya se leyeron; por lo tanto, se seguirán considerando como no leídos.

#### ENFOCAR PANTALLA

Cuando se activa la opción para enfocar la pantalla del radiolocalizador, se reduce la pantalla de cuatro a dos líneas. El tamaño vertical de los caracteres se amplía, con lo cual se facilita su lectura. Para activar o desactivar esta opción se deberán seguir los siguientes pasos que a continuación se mencionan:

##### PARA ACTIVAR LA OPCION PARA ENFOCAR PANTALLA

- ⇒ Oprimir en el menú Función el botón ◀ para mover el cursor hacia el símbolo Ⓞ.
- ⇒ Oprimir el botón ●, con lo que la opción para enfocar la pantalla está activada.

Todos los mensajes nuevos y almacenados, incluyendo los de la libreta, aparecerán en un formato de dos líneas. Los avisos del radiolocalizador no se amplían con la opción para enfocar la pantalla.

##### PARA DESACTIVAR LA OPCION PARA ENFOCAR PANTALLA

- ⇒ Oprimir en el menú Función el botón ◀ para mover el cursor hacia el símbolo Ⓞ.
- ⇒ Oprimir el botón ●, con lo que la opción para enfocar la pantalla quedará desactivada.

## AJUSTAR HORA Y FECHA

Para ajustar la hora y la fecha del radiolocalizador se deberán seguir los siguientes pasos:

- Oprimir en el menú Función el botón ◀ para mover el cursor hacia el símbolo ⌚.
- Oprimir el botón ● para mostrar la pantalla, ajustar hora y alarma.
- Oprimir el botón ▶ para mover el cursor hacia el dígito de la hora.
- Oprimir cualquiera de los botones ▲ ▼ para ajustar la hora
- Repetir los pasos 3 y 4 para ajustar los minutos, mes, día y año.
- Oprimir el botón ● para activar la fecha y hora seleccionadas.

En la siguiente figura 5 se muestra un ejemplo de la pantalla para ajustar la hora.

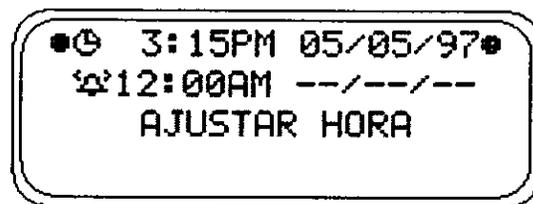


Figura 5 Pantalla para ajustar la hora

Si al mover el cursor, éste se va más allá del último símbolo en la fila (al extremo derecho), automáticamente pasará al primer símbolo en el principio de la misma fila (al extremo izquierdo).

Nota: Para salir de cualquier pantalla sin hacer ningún cambio, oprima el botón ■.

## AJUSTAR LA ALERTA PARA LOS MENSAJES ENTRANTES

La señal de alerta se puede ajustar para trabajar en cualquiera de estos modos: tono largo, tono corto, vibración, tono con vibración o sin alerta (totalmente silenciosa).

Nota: Los mensajes prioritarios siempre tienen alerta de tono.

### ACTIVACION DE LA ALERTA DE TONO

- Oprimir en el menú Función el botón ◀ para mover el cursor hacia el símbolo ⌚.
- Oprimir el botón ●. Cuando el símbolo ⌚ aparezca en la pantalla de espera, el radiolocalizador estará en modo de alerta de tono.

### AJUSTE DE ALERTA DE TONO

La alerta de tono del radiolocalizador se puede poner en alerta estándar (1), una de las siete alertas agradables (2-8), un tono (T), o un tono y vibración (TV). También se puede seleccionar la opción de mensajes sin alerta (N). Para poder

escoger la forma de alerta, el radiolocalizador deberá estar en alerta de tono (el símbolo ◀ aparecerá en la pantalla de espera) y se deberán seguir los siguientes pasos:

- ⇒ Oprimir en el menú Función el botón ◀ para mover el cursor hacia el símbolo ▶.
- ⇒ Oprimir el botón ● para mostrar el menú "Escoger Alerta".
- ⇒ Oprimir cualquiera de los los botones ◀ ▶ para mover el cursor hacia la alerta deseada. El radiolocalizador proporciona una muestra de cada alerta a medida que llega a cada selección.
- ⇒ Oprimir el botón ● para activar la selección. El radiolocalizador producirá una muestra de la alerta para confirmar su selección.

#### AJUSTE DE ALERTA SILENCIOSA (VIBRACION)

Para ajustar el radiolocalizador para que alerte sólo con una vibración, se deberán seguir los siguientes pasos:

- ⇒ Oprimir en el menú Función el botón ◀ para mover el cursor hacia el símbolo ✦.
- ⇒ Oprimir el botón ● para activar la alerta silenciosa. El radiolocalizador vibrará para confirmar su selección y el símbolo ◀ desaparecerá de la pantalla de espera.

Nota: Si el símbolo ◀ no aparece en la pantalla de espera, esto significa que el radiolocalizador ya está en alerta silenciosa.

#### BLOQUEO Y DESBLOQUEO DE MENSAJES

Pueden estar bloqueados hasta diez mensajes para impedir que sean borrados o reemplazados cuando se llena la memoria. Cuando el mensaje está bloqueado, desaparecerá el símbolo ▶ y aparecerá este otro ◻, lo cual indica que el mensaje está bloqueado.

#### PARA BLOQUEAR O DESBLOQUEAR MENSAJES

Para bloquear o desbloquear los mensajes, deberán seguirse los pasos siguientes:

- ⇒ En la pantalla del estado de mensajes, oprimir cualquiera de los botones ◀ ▶ para escoger el mensaje que se desea bloquear o desbloquear.
- ⇒ Oprimir el botón ●.
- ⇒ Oprimir el botón ▶ para mover el cursor hacia ◻ y así bloquear el mensaje o hacia ◻ para desbloquearlo.
- ⇒ Oprimir el botón ●.

Para bloquear o desbloquear un mensaje durante su lectura, siga los pasos del 2 al 4 antes mencionados.

## BORRAR MENSAJES

Esta función permite borrar mensajes desbloqueados y sin alarma.

### PARA BORRAR UN SOLO MENSAJE

Los pasos a seguir para borrar un mensaje son los siguientes:

- En la pantalla del estado de los mensajes, oprimir cualquiera de los botones ◀ ▶ para escoger el mensaje que desea borrar.
- Oprimir el botón ●.
- Oprimir el botón ▶ para mover el cursor hacia ☐.
- Oprimir el botón ●, enseguida aparecerá el aviso ¿BORRAR MENSAJE?.
- Oprimir el botón ●, otra vez para borrar el mensaje.

### PARA BORRAR EL MENSAJE DURANTE SU LECTURA

- Seleccione el mensaje y siga los pasos del 2 al 5.

### BORRADO DE TODOS LOS MENSAJES DESBLOQUEADOS, SIN ALARMA Y QUE HAN SIDO LEÍDOS

- Oprimir en el menú Función el botón ◀ para mover el cursor hacia el símbolo ☐.
- Oprimir el botón ●. Aparecerá el aviso ¿BORRAR TODOS LOS MENSAJES? .
- Oprimir el botón ●. Se borrarán todos los mensajes desbloqueados, sin alarma y que fueron leídos.

Nota: Los mensajes en las libretas no se borran con esta función.

## ALARMAS DEL RADIOLOCALIZADOR

El radiolocalizador tiene una alarma que se puede ajustar para alertar a una hora y fecha específicas o a una hora específica todos los días. La alarma del radiolocalizador se activará a la hora especificada. Si los tiempos de la alarma pasan y no es atendida, el símbolo 📡 destellará hasta que se oprima algún botón.

### AJUSTE DE LA ALARMA PARA UNA SOLA OCASIÓN

El ajuste de la alarma para una sola ocasión se realiza con los siguientes pasos:

- Oprimir en el menú Función el botón ◀ para mover el cursor hacia el símbolo 📡.
- Oprimir el botón ●. Aparecerá la pantalla para ajustar la hora y la alarma.
- Oprimir el botón ▼. Aparecerá la pantalla ajustar alarma.

En figura 6 se muestra un ejemplo de la pantalla para ajustar la alarma para una hora y fecha específicas.

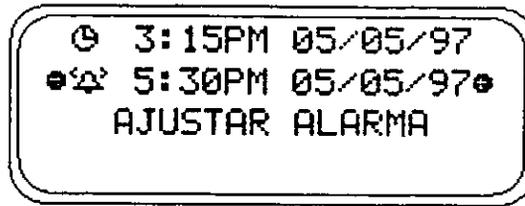


Figura 6 Pantalla para ajuste de alarma para una hora y fecha específicas

El símbolo de la alarma mostrará el estado actual de la alarma. Si ésta alarma está activada, aparecerá el símbolo , y si está desactivada aparecerá .

- Oprimir el botón  para mover el cursor hacia el símbolo de alarma.
- Oprimir cualquiera de los botones   hasta que aparezca el símbolo .
- Oprimir el botón  para mover el cursor hacia los dígitos de la hora.
- Oprimir cualquiera de los botones   para ajustar los dígitos de la hora.
- Repetir los pasos 6 y 7 para ajustar los minutos, horas y fecha.
- Oprimir el botón  para activar la selección. En la pantalla de espera aparecerá el símbolo .

Nota: Para salir de cualquier pantalla sin realizar ningún cambio, oprimir el botón .

#### AJUSTE DE ALARMA PARA ALERTAR TODOS LOS DÍAS

El ajuste de la alarma para alertar todos los días se realiza con los siguientes pasos:

- Para ajuste de alarma, siga los pasos del 1 al 8 de la sección "Ajuste de alarma para una sola ocasión".
- Al ajustar la fecha en el paso 8, oprimir botón  hasta que se observen los guiones dobles para el mes, el día y el año (--/--/--).

En la figura 7 se muestra un ejemplo de la pantalla para ajustar la alarma para alertar todos los días.

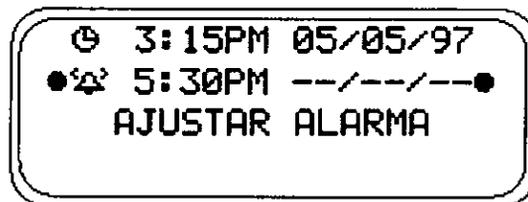


Figura 7 Pantalla de ajuste de alarma para alertar todos los días.

- Oprimir el botón  para activar la selección. La alarma se ha ajustado para alertar todos los días a la hora especificada y aparecerá el símbolo  en la pantalla de espera.

Nota: Para salir de cualquier pantalla sin realizar ningún cambio, oprimir el botón **■**.

#### ALARMAS DE LOS MENSAJES

Esta función permite ajustar una alarma para una sola ocasión, o para alertar todos los días en un mensaje personal específico. Se puede ajustar una alarma hasta para cinco mensajes personales. Cuando se ajuste una alarma, en la pantalla del estado de los mensajes aparecerá el símbolo **🔔** en vez de **📧**. Cuando suene la alarma volverá a aparecer el símbolo **📧** a menos que la alarma esté puesta para alertar todos los días. Oprima **■** para mostrar el mensaje para el que se ajustó la alarma. Si la alarma se apaga y no es atendida, el símbolo **🔔** destellará hasta que se lea el mensaje.

#### AJUSTE DE LA ALARMA DE MENSAJES PARA UNA SOLA OCASIÓN

En la pantalla del estado de los mensajes, oprimir cualquiera de los botones **◀ ▶** para escoger el mensaje al se requiera poner alarma.

- Oprimir el botón **●**.
- Oprimir el botón **▶** para mover el cursor hacia el símbolo **🔔**.
- Oprimir el botón **●**. Enseguida aparecerá la pantalla para ajustar la alarma de los mensajes.

En la figura 8 se muestra un ejemplo de la pantalla para ajustar la alarma de los mensajes.

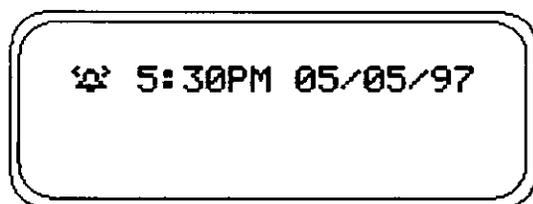


Figura 8 Pantalla para ajustar la alarma de los mensajes.

El símbolo de alerta muestra el estado de la alerta actual. Si la alarma de mensajes está activada, aparecerá el símbolo **🔔**, si está desactivada aparecerá el símbolo **📧**.

- Oprimir el botón **▶** para mover el cursor hacia el símbolo de alarma.
- Oprimir cualquiera de los dos botones **▲ ▼** hasta que aparezca el símbolo **🔔**.
- Oprimir el botón **▶** para mover el cursor hacia los dígitos de la hora.
- Oprimir cualquiera de los dos botones **▲ ▼** para ajustar los dígitos de la hora.
- Repetir los pasos del 7 y 8 para ajustar los minutos, horas y fecha.
- Oprimir el botón **●** para activar la selección.

Si se siguen los pasos del 2 al 10 mencionados anteriormente, también se puede ajustar una alarma de mensaje al estar leyéndolo.

## AJUSTE DE ALARMA DE MENSAJE PARA TODOS LOS DÍAS

- Seguir los pasos del 1 al 9 para ajustar la hora de la alarma del mensaje.
- Al ajustar la fecha en el paso 9, oprimir el botón▼ hasta que se vean los guiones dobles para capturar el mes, el día y el año (--/--/--).
- Oprimir el botón● para activar su selección. La alarma ya está puesta para alertar todos los días a la hora especificada.

Nota: Para salir de cualquier pantalla sin realizar ningún cambio, oprimir el botón■.

## HORA PRIVADA

Se puede seleccionar un período en el que el radiolocalizador esté totalmente en silencio. Los mensajes seguirán entrando pero no se activará ninguna alerta. Ésta se activará sólo si se vence el tiempo predefinido en una alarma o si se recibe un mensaje prioritario.

### AJUSTAR LA HORA PRIVADA

- Oprimir en el menú Función el botón◀ para mover el cursor hacia el símboloⓈ.
- Oprimir el botón●.

Cuando aparezca la pantalla de "hora privada", el cursor se encontrará en el símbolo que destella al extremo izquierdo de la pantalla; dicho símboloⓈ, indica que la función hora privada está activada, mientras que este símbolo■ indica que la función de hora privada está desactivada. En la figura 9 se muestra en ejemplo de la pantalla para ajustar la hora privada.

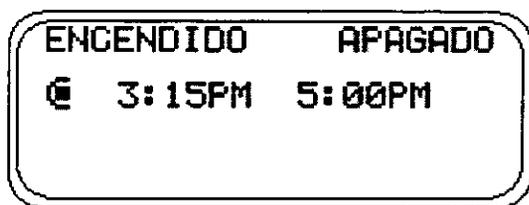


Figura 9 Pantalla para ajustar la hora privada

- Oprimir y soltar inmediatamente el botón▼ hasta que aparezca el símboloⓈ.
- Oprimir el botón▶ para mover el cursor hacia el dígito de la hora.
- Oprimir cualquiera de los dos botones▲ ▼ para ajustar el dígito de la hora.
- Repita los pasos 4 y 5 para ajustar la hora de prender y apagar.
- Oprimir el botón● para activar la selección.

El símboloⓈ aparecerá en la pantalla de espera cuando la función hora privada esté activada.

Nota: Si la hora de prender es igual a la de apagar, la hora privada no será activada.

#### PARA DESACTIVAR LA HORA PRIVADA

- Oprimir el botón ●.
- Oprimir el botón ◀ para mover el cursor hacia el símbolo €.
- Oprimir el botón ●.
- Oprimir y soltar inmediatamente el botón ▼ hasta que aparezca el símbolo ■.
- Oprimir el botón ● para desactivar la hora privada.

Nota: Para salir de cualquier pantalla sin realizar ningún cambio, oprimir el botón ■.

#### OPCIÓN DE SERVICIOS DE INFORMACIÓN

El radiolocalizador tiene la capacidad de recibir mensajes de servicios de información. Los mensajes de servicios de información se reciben y se leen de la misma manera que los mensajes personales y los indicadores se localizan en la segunda fila de la pantalla. En la figura 10 se muestra un ejemplo de los indicadores de los servicios de información.

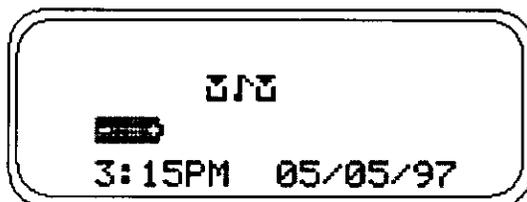


Figura 10 Indicadores de servicios de información

#### ALERTAS DE SERVICIOS DE INFORMACIÓN

Cuando esta función está activada, el radiolocalizador se puede ajustar para que alerte al recibir mensajes en cada casillero.

- El símbolo ☒ en el área de mensajes de servicios de información, indica que la alerta está apagada. El símbolo ☑ indica que la alerta está prendida.
- Si la alerta de mensajes entrantes está en forma silenciosa (vibración), todas las opciones que tengan la alerta encendida (☑), producirán una vibración de dos segundos cuando se reciba un mensaje.
- La alerta de mensajes entrantes podrá ser ajustada si está en la forma de tono, mediante el menú "Escoger alerta", en los siguientes modos: estándar, una de las siete alertas agradables, un tono, un tono y una vibración, o en mensaje sin alerta. La duración de la alerta es de dos segundos.
- Si la alerta de mensajes entrantes está en la forma "sin alerta", no se podrán ajustar las alertas, y todos los símbolos aparecerán automáticamente ☒.

#### PRENDER Y APAGAR ALERTAS DE OPCIONES INDIVIDUALES

- En la pantalla del estado de los mensajes, oprimir cualquiera de los botones ◀ ▶ ▼ para mover el cursor hacia cualquier opción.

- Oprimir el botón●
- Oprimir botón▶ para mover el cursor hacia el símbolo↵, prender alerta, o hacia el símbolo⌘ apagar alerta.
- Oprimir el botón● para prender o apagar la alerta en la opción.

#### ESCOGER ALERTA POR CADA OPCION

- En la pantalla del estado de los mensajes, oprimir◀▶▼ para mover el cursor hacia cualquier opción.
- Oprimir el botón●.
- Oprimir el botón▶ para mover el cursor hacia↵.
- Oprimir el botón●. En seguida aparecerá el menú “Escoger alerta”.
- Oprimir cualquiera de los botones◀▶ para mover el cursos hacia la alerta deseada.
- Oprimir el botón● para activar la alerta. El radiolocalizador producirá una muestra de la alerta, a menos que no se haya seleccionado ninguna.

#### LIBRETAS

El radiolocalizador cuenta con dos áreas de libretas. Una libreta para almacenar mensajes personales y una libreta para almacenar mensajes de servicios de información. El símbolo⌘ representa los mensajes de la libreta. Los mensajes personales aparecerán en la primera fila de la pantalla. Los mensajes en el buzón de servicios de información aparecerán en la segunda fila de la pantalla. En la figura 11 se muestra un ejemplo de la ubicación de las libretas.



Figura 11 Ubicación de las libretas

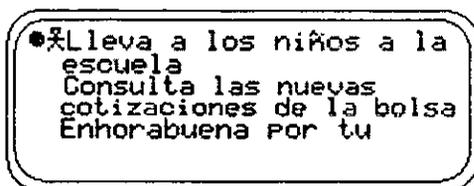
#### ALMACENAMIENTO DE MENSAJES PERSONALES Y DE SERVICIOS DE INFORMACION EN LAS LIBRETAS

- En la pantalla del estado de los mensajes, oprimir cualquiera de los botones◀▶▼▲ para mover el cursor hacia el mensaje personal o de servicios de información que se desea transferir a la libreta.
- Oprimir el botón●.
- Oprimir el botón▶ para mover el cursor hacia el símbolo⌘.
- Oprimir el botón●. El mensaje se encontrará ahora en la libreta.

#### BORRAR MENSAJES DE LAS LIBRETAS

- En la pantalla del estado de los mensajes, oprimir cualquiera de los botones◀▶▼▲ para mover el cursor hacia el buzón del mensaje que se desea borrar.

- ⇒ Oprimir el botón **←** para visualizar una lista de los mensajes de la libreta.
- ⇒ Oprimir cualquiera de los dos botones **▲** **▼** para desplazar el cursor por la lista hasta que aparezca este símbolo **•✕** al principio del mensaje que se desea borrar. En la figura 12 se muestra un ejemplo de la pantalla de la libreta en la forma para borrar.



**Figura 12 Pantalla de la libreta en la forma para borrar**

- ⇒ Oprimir el botón **●** para mostrar el menú Función.
- ⇒ Oprimir botón **▶** para mover el cursor hacia el símbolo **✕**.
- ⇒ Oprimir el botón **●**. En seguida aparecerá el aviso ¿BORRAR MENSAJE?
- ⇒ Oprimir el botón **●** para borrar el mensaje.
- ⇒ Repetir los pasos del 3 al 7 para cada mensaje que desee borrar.

Nota: Los mensajes de la libreta se borran uno a la vez. Si todos los mensajes de una libreta se borran, el símbolo **✕** desaparecerá de la pantalla.

#### ALMACENAMIENTO DE MENSAJES

El radiolocalizador puede almacenar en memoria hasta 19 mensajes personales.

Nota: A diferencia de los mensajes bloqueados, los mensajes almacenados se pueden borrar o reemplazar cuando se llena la memoria por un nuevo mensaje.

#### BORRADO AUTOMÁTICO DE MENSAJES

Si las 19 opciones para guardar mensajes están llenas y es recibido un nuevo mensaje, automáticamente se borrará el mensaje más antiguo, sin alarma, desbloqueado y que ya haya sido leído. Cuando la memoria de mensajes esté llena, aparecerá el símbolo **✕**.

Nota: Si se desea conservar mensajes específicos, es necesario bloquearlos, para que no se borren, con esto se pueden borrar todos los mensajes almacenados que no se necesiten y así evitar que se exceda la capacidad.

#### FUERA DEL RADIO DE ALCANCE

Si el radiolocalizador se encuentra fuera del área de cobertura, se visualizarán los símbolos **¶¶**. El radiolocalizador no podrá recibir mensajes mientras los símbolos **¶¶** aparezcan en la pantalla.

## TONO EN BOTONES

Si esta función está activada y el radiolocalizador se encuentra en alerta de tono y se emitirá un “tono” cada vez que se oprima uno de los botones del radiolocalizador. El tono no se emite cuando el radiolocalizador está en alarma silenciosa.

## MENSAJES DUPLICADOS

Si un mismo mensaje se recibe más de una vez, el aviso MENSAJE DUPLICADO aparecerá al principio del nuevo mensaje. Este último mensaje reemplazará al anterior y tendrá la hora más reciente y la fecha en que llegó.

## INDICADOR DE DATOS ERRÓNEOS

El símbolo ☒ aparecerá si se recibe un caracter que pudiera ser erróneo. El indicador al destellar indicará la “mejor sugerencia” para el caracter erróneo.

## INDICADORES DE LA FALTA DE ELEMENTOS ALFANUMÉRICOS Y NUMÉRICOS EXTENSOS

Si no se ha recibido parte de un mensaje, aparecerán cualquiera de los símbolos <---> o ----- en vez de los caracteres que faltan.

## INDICADOR DE LA BATERÍA

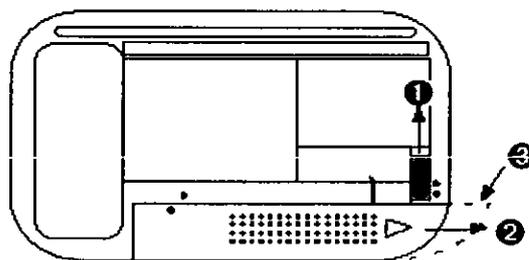
El indicador de la batería informa el nivel de la misma.

## PARA LIMPIAR EL RADIOLOCALIZADOR

Para limpiar las manchas y la suciedad del radiolocalizador, se usa un paño suave, no abrasivo, humedecido en una solución suave de agua y jabón. Se usa un segundo paño humedecido en agua limpia para repasar y limpiar la superficie. No lo sumerja en agua, ni utilice alcohol ni ninguna otra solución para limpieza.

## INFORMACIÓN SOBRE LA BATERÍA

El radiolocalizador funciona con una batería alcalina, tamaño AA (no se recomienda el uso de baterías de cinc carbónico). Para localizar la puerta del compartimento de la batería, vea el diagrama en la figura 13.



**Figura 13 Cambio de batería (vista posterior)**

---

# CONCLUSIONES

---

El dar a conocer los conceptos básicos, la explicación de componentes, el mantenimiento preventivo y correctivo, así como, el manual de operación del radiolocalizador Advisor Elite muestra al lector una aplicación real de los conceptos básicos de la ingeniería en telecomunicaciones; y apoyados en la tecnología comercial más avanzada en radiolocalizadores se vincula a los estudiantes de ingeniería con uno de los productos más comercializados dentro de los sistemas de radiolocalización en nuestro país.

Desde los primeros meses de ser comercializado (en el año de 1998), el radiolocalizador Advisor Elite ha tenido una gran aceptación por parte del consumidor. Aunque en un principio su costo fue elevado (aproximadamente 2500 pesos), sus múltiples opciones para el usuario, su diseño innovador y su gran capacidad de memoria, lo convirtieron rápidamente en el mejor producto del mercado de radiolocalizadores, por lo que se eligió el radiolocalizador Advisor Elite para elaborar este trabajo. La manera de presentar la información proporciona al lector, que no cuenta con los conocimientos sobre radiolocalizadores, los conceptos necesarios para brindarle un mantenimiento preventivo y correctivo al radiolocalizador de una manera fácil de comprender. También, permite al lector que cuenta con conocimientos previos sobre radiolocalizadores, ya sea consultar rápidamente un aspecto en particular, referente a la información técnica de este radiolocalizador o consultar un aspecto específico para su mantenimiento preventivo o correctivo.

Tal vez en una primera impresión se crea que los circuitos con los que está elaborado el radiolocalizador Advisor Elite sean de una tecnología tan avanzada que un estudiante de ingeniería, a nivel licenciatura, no los pudiese entender. Pero en realidad esto no es así. En los capítulos dos y tres se vio que la etapa de recepción del radiolocalizador está basada en uno de los radio-receptores más comunes y estudiados: el receptor super-heterodino. Muy similar a un radio de AM y FM comercial. Y la etapa decodificadora de señales, está basada en un microcontrolador bastante estudiado y comercializado: el 68MC05, perteneciente a la familia de microcontroladores 6800 de Motorola.

Es necesario realizar trabajos de investigación como éste para proveer de información a los estudiantes de ingeniería. Mostrando las aplicaciones de los conceptos básicos de la ingeniería, aplicados dentro de las comunicaciones inalámbricas, esto como incentivo a su preparación y sobre todo para ilustrar aplicaciones prácticas y comerciales.

Debido a que hoy en día la mayoría de los sistemas de radiocomunicación se vuelven obsoletos rápidamente, es de suma importancia contar con información acerca de las tecnologías actuales. Al momento de elaborar este trabajo salió a la

venta un nuevo radiolocalizador, que es una evolución del radiolocalizador Advisor Elite. Tanto en sus circuitos electrónicos como en sus opciones para el usuario. Se trata del radiolocalizador T350, fabricado por Motorola. Por lo que esta tesis cobra, de manera automática, un valor agregado debido a que puede tomarse como referencia para futuros trabajos sobre mantenimiento preventivo y correctivo, funcionamiento o utilidades de este nuevo producto.

Con referencia a la elaboración de este trabajo es necesario mencionar que se complementó ampliamente la información extraída de la bibliografía, con conceptos básicos de ingeniería y sobre todo con la experiencia laboral adquirida en el mantenimiento preventivo y correctivo del radiolocalizador Advisor Elite. Debido a que la bibliografía utilizada muestra conceptos dirigidos exclusivamente a técnicos especializados y a personas que cuentan con amplia experiencia en la rama de las comunicaciones inalámbricas.

Existen también muchos aspectos del mantenimiento que no fueron tocados en este trabajo y son causantes de muchas fallas, debido a que éstos se van adquiriendo de una manera empírica. Solo la experiencia en el mantenimiento de radiolocalizadores los puede brindar. Un ejemplo de esto es la utilización de algunos productos auxiliares en el soldado de componentes electrónicos, que en ocasiones producen fallas de difícil reparación, ya que provocan daños físicos en las tarjetas. Como corrosión o cortos circuitos en las pistas.

Finalmente dejamos este trabajo para ser complementado, tal vez profundizando más en las opciones del software de programación del radiolocalizador, así como también, en las instrucciones con que opera el módulo microcontrolador. También, la descripción de conceptos relativos a la manufactura y técnicas de elaboración de las tarjetas que componen al radiolocalizador explicando sus conexiones y componentes internos que enriquecerían en gran medida este trabajo.

---

# BIBLIOGRAFÍA

---

## Libros:

Boylestad, Robert L. **Análisis introductorio de circuitos**. 8a. ed. Prentice Hall. México 1998.

Boylestad, Robert L. **Electrónica: Teoría de Circuitos**. 6a. ed. Prentice Hall. México 1997.

Carpenter, Gordon L. **Diseño electrónico, circuitos y sistemas**. 2a. ed esp. México 1992.

Díaz, Rodolfo Aguilar. **Diseño de un amplificador de bajo ruido en la banda Ka**. Tesis para obtener el título de ingeniero eléctrico - electrónico. UNAM 1999.

Ediciones Grijalbo. **Grijalbo Diccionario enciclopédico**. 4a. ed. Grijalbo. México 1996.

López, Rafael Sánchez. **Fundamentos y sistemas electrónicos para señales analógicas**. Publicaciones Marcombo, S. A. 1988.

Luengo, Casas Julián. **Manual avanzado de Word 97**. Anaya Multimedia. 1997.

Motorola. **Product Family 56A Pager Programming Guide**. Motorola, Inc., 1997.

Motorola. **Reference Guide**. Motorola, Inc., 1997.

Motorola. **Service manual**. Motorola, Inc., 1999.

Salvador H. **¿Cómo hacer una tesis, tesinas, informes, memorias, seminarios de investigación y monografías?**. Limusa Noriega editores. 1a. ed. México 1998.

Storey, Neil. **Electrónica de los sistemas a los componentes**. 1a ed. Addison-Wesley Iberoamericana. México 1995.

Vyemura, John P. **Diseño de sistemas digitales**. 1a. ed. Ciencias Thomson. México 2000.

**Direcciones de Internet:**

<http://www.britannica.com/bcom/eb/article/3/0,5716,108703+1,00.html>

[http://www.cft.gob.mx/html/la\\_era/magic/es1.html](http://www.cft.gob.mx/html/la_era/magic/es1.html)

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

[http://www.mot.com/MIMS/MSPG/Special/explain\\_paging/ptoc.html](http://www.mot.com/MIMS/MSPG/Special/explain_paging/ptoc.html)

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

**Pruebas físicas.**

“Hi-Tec Center de Motorola de México”. Realizando algunas pruebas en los bancos de reparación de radiocalizadores una vía.