

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RADIO COMUNICACIÓN EN LA BANDA UHF PARA LA COMPAÑÍA DE TAXIS “LOS ANDES” EN LA CIUDAD DE CAYAMBE.

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

CRISTIAN CÉSAR CEDEÑO MALLA

cesar_ccc24@hotmail.com

DIRECTOR: ING. FABIO MATÍAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ

fabio.gonzalez@epn.edu.ec

Quito, Octubre 2013

DECLARACIÓN

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

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

Cristian César Cedeño Malla

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Cristian César Cedeño Malla, bajo mi supervisión.

Ing. Fabio Matías González González

DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecerle a Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño tan anhelado.

Agradezco a mi familia por haberme apoyado en todas las instancias de mi vida.

A mis padres que son mi apoyo afectivo e incondicional que sin el cual no hubiera podido alcanzar este objetivo como es graduarme en la Escuela Politécnica Nacional.

A mis hermanos, mis tíos por su apoyo moral y continuo de ser mejor cada día, a sus buenos consejos que siempre me han brindado.

A la ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

Cristian César Cedeño Malla

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más. A mi madre por ser la persona que me ha acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y de vida. A mi padre quien con sus consejos ha sabido guiarme para culminar mi carrera profesional, a mis tíos quienes han velado por mí durante este arduo camino para convertirme en un profesional.

Cristian César Cedeño Malla

PRESENTACIÓN

El presente proyecto estudia la información sobre los sistemas de radio comunicación, su funcionamiento, operación y reglamentos lo cual permitirá realizar el estudio técnico para la concesión de frecuencias y además la implementación del sistema de una forma correcta.

Con este tipo de sistema de radio comunicación se puede formar grupos de trabajo dependiendo de las necesidades de la empresa como por ejemplo tener un grupo en la central y otro en la parada del centro de la ciudad. Existen muchas empresas que ocupan este tipo de sistemas como por ejemplo, medios de transporte, ventas a domicilio, entidades dedicadas a la seguridad ciudadana como El Cuerpo de Bomberos, Cruz Roja etc.

Con el análisis de toda la información adquirida se ha podido implementar el sistema de radio comunicación teniendo en cuenta el área a operar, equipos necesarios para la comunicación y todos los parámetros necesarios para su correcto funcionamiento, etc. Además se pudo elaborar el estudio técnico solicitado por la SENATEL previo a concesión de frecuencias.

RESUMEN

El contenido de este proyecto se encuentra dividido en cuatro capítulos que se detallan a continuación.

El **capítulo I** presenta la definición de un sistema de radio comunicación y sus diferentes componentes.

En el **capítulo II** se encuentra el estudio técnico el cual inicia con la identificación del punto estratégico para la instalación del repetidor, una vez obtenida la ubicación antes mencionada se procede a realizar los perfiles en los diferentes radiales, aquí también se encuentran las características técnicas de los equipos utilizados en el sistema.

En el **capítulo III** se puede visualizar el presupuesto necesario para la puesta en marcha del sistema, quiere decir compra de todos los equipos como también pagos por derechos de concesión y mensualidad de las frecuencias en la SENATEL, adicional en este capítulo tendremos la programación e instalación de los equipos y por último las respectivas pruebas del sistema.

En el **capítulo IV** se presentan las recomendaciones, conclusiones y bibliografía del proyecto.

ÍNDICE

CAPÍTULO I	1
1.1 SERVICIO DE RADIOCOMUNICACIÓN.....	1
1.2 SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIÓN.....	1
1.2.1 Sistemas Privados.....	1
1.2.2 Sistemas de Explotación.....	1
1.3 ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES.....	1
1.3.1 Repetidor	2
1.3.1.1 Principio de Funcionamiento del Repetidor TKR - 850	3
1.3.2 Estación Fija.....	15
1.3.2.1 Principio de Funcionamiento de la Radio Base TK-8180/8100 .	15
1.3.3 Estación Móvil.....	24
1.3.4 Portátiles.....	24
1.3.4.1 Principio de Funcionamiento de la Radio Portátil TK-3202	25
1.3.5 Duplexor	35
1.3.6 Antena	36
1.3.7 Batería	39
1.3.8 Carga Baterías.....	40
1.3.9 LÍNEAS DE TRANSMISIÓN	40
1.4 ESQUEMA DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA	42
1.5 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE RADIOCOMUNICACIÓN	43
1.5.1 BANDA DE FRECUENCIAS.....	43
1.5.2 Modalidad de Operación.....	44
1.5.2.1 Modo Simplex	44
1.5.2.2 Modo Semiduplex	44
1.5.2.3 Modo Full Duplex.....	44
1.6 REQUISITOS PARA LA CONCESIÓN DE FRECUENCIAS.....	44
1.7 TARIFAS PARA LA CONCESIÓN DE FRECUENCIAS.....	46
1.7.1 VALOR MENSUAL	46

1.7.2 Derechos de Concesión:.....	47
1.7.3 Cálculo de Tarifas.	50
1.7.4 Resumen del Cálculo de los Valores a Cancelar.	51
CAPÍTULO II	52
2.1 ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LA UBICACIÓN DEL REPETIDOR	52
2.2 MAPA IDENTIFICANDO EL CERRO MOJANDA	53
2.3 DATOS DE LA UBICACIÓN DEL REPETIDOR Y ESTACIÓN FIJA.	54
2.4 PERFIL TOPOGRÁFICO.	55
2.5 ANÁLISIS DEL ÁREA DE COBERTURA CON LA RESPECTIVOS PERFILES.	56
2.5.1 Gráficos (Perfiles)	58
2.6 CÁLCULO DE LA ALTURA EFECTIVA DE LA ANTENA DEL REPETIDOR.....	62
2.7 CÁLCULO DEL ÁREA DE COBERTURA.....	66
2.8 GRÁFICO DEL ÁREA DE COBERTURA.	73
2.9 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS.....	74
2.9.1 Repetidor	77
2.9.2 Base / Fija.....	80
2.9.3 Móvil	83
2.9.4 Portátil.....	84
2.9.5 Duplexor	87
2.9.6 Antena 1	87
2.9.7 Antena 2	88
2.10 FORMULARIOS REQUERIDOS POR SENATEL.....	88
CAPÍTULO III	90
3.1 PRESUPUESTO, INSTALACIÓN Y PRUEBAS.....	90
3.1.1 Presupuesto para la Implementación del Sistema de Radiocomunicaciones.	90
3.2 INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES.....	92
3.3 PRUEBAS DEL SISTEMA.....	98
3.3.1 Informe de Pruebas del Área de Cobertura	101
3.3.2 Tabulación de Datos.....	101
3.3.3 Interpretación de Resultados	103

CAPÍTULO IV	104
4.1 <i>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</i>	104
4.1 <i>Conclusiones</i>	104
4.2 <i>Recomendaciones</i>	105
4.3 <i>Bibliografía</i>	106

CAPÍTULO I

1.1 SERVICIO DE RADIOCOMUNICACIÓN.

Servicio que implica la transmisión, la emisión o la recepción de ondas radioeléctricas para fines específicos de telecomunicación.

1.2 SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIÓN.

Es el conjunto de estaciones radioeléctricas fijas y móviles establecidas para fines específicos de telecomunicación en condiciones determinadas.

Los sistemas de radiocomunicación se clasifican en:

- *Sistemas privados.*
- *Sistemas de explotación.*

1.2.1 Sistemas Privados.

Son aquellos que están destinados para uso exclusivo del usuario. Se considerarán también sistemas privados los sistemas de radiocomunicación para ayuda a la comunidad. Se prohíbe expresamente alquilar el sistema a terceras personas.

1.2.2 Sistemas de Explotación.

Son aquellos que están destinados a dar servicio al público en régimen de libre competencia. Estos sistemas bajo ningún punto de vista serán tratados como sistemas de radiocomunicación para ayuda a la comunidad.

Estas definiciones se aplican a sistemas de cobertura en la bandas de 3 MHz a 512 MHz

1.3 ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES.

Un sistema de radiocomunicaciones consta de los siguientes elementos.

Estación Repetidora

Estación Fija

Estación Móvil

Portátil

Duplexor

Antena

Batería

Carga batería

Líneas de transmisión

1.3.1 Repetidor

Un repetidor es un dispositivo electrónico que recibe una señal débil o de bajo nivel y la retransmite a una potencia o nivel más alto, de tal modo que se puedan cubrir distancias más largas sin degradación o con una degradación tolerable.

El término repetidor se creó con la telegrafía y se refería a un dispositivo electromecánico utilizado para regenerar las señales telegráficas. El uso del término ha continuado en telefonía y transmisión de datos.

En telecomunicaciones el término repetidor tiene los siguientes significados normalizados:

Un dispositivo analógico que amplifica una señal de entrada, independientemente de su naturaleza (analógica o digital).

Un dispositivo digital que amplifica, conforma, retemporiza o lleva a cabo una combinación de cualquiera de estas funciones sobre una señal digital de entrada para su retransmisión.

Los repetidores se utilizan también en los servicios de radiocomunicación. Un subgrupo de éstos son los repetidores usados por los radioaficionados.



Fig. 1.1 Repetidor Kenwood TKR -850 ⁶

1.3.1.1 Principio de Funcionamiento del Repetidor TKR - 850

1. Esquema

El TKR-850 es un repetidor UHF / FM diseñado para funcionar en la gama de frecuencias de 440 a 470 MHz (E), 450 a 480MHz (K), 480 a 512 MHz (K2) o 400 a 430 MHz (K3).

La unidad consta de lo siguiente: 1.1 receptor, 1.2 transmisor, 1.3 enganche de fase (PLL) sintetizador de frecuencia, y 1.4 Circuitos de control.

1.1. Circuito Receptor

El receptor es de doble conversión superheterodino, diseñado para funcionar en la gama de frecuencias de 440 a 470 MHz (E), 450 a 480MHz (K), 480 a 512 MHz (K2) o 400 a 430 MHz (K3).

El circuito receptor situado en la unidad de TX-RX (X57-627 A / 2) se compone de los siguientes: circuito front-end, primer mezclador, IF circuito amplificador, circuito amplificador de audio, y circuito de silenciamiento.

1.1.1. Circuito Front-end

El circuito front-end consiste en BPF L2, Q1 amplificador de RF, y BPF L4/L5. El BPF helicoidal cubre los rangos de frecuencia 440 a 480MHz (K,

E) y 480 a 512 MHz (K2) con una banda de paso de 5.0MHz, 400 a 430 MHz con un paso de banda de 3.0MHz (K3).

El BPF L4/L5 atenúa las señales no deseadas, y envía sólo la señal necesaria para el primer mezclador de DBM A1.

1.1.2 Primer Mezclador

La señal procedente del BPF es heterodinada con la primera señal de oscilador local desde el circuito PLL sintetizador de frecuencia en el primer mezclador de DBM (A1) para convertirse en una primera frecuencia intermedia 44.85MHz (IF) de la señal. La primera señal de IF se alimenta a través de dos filtros de cristal monolítico (XF2; XF1) para eliminar más señales falsas.

1.1.3 Amplificador IF

La primera señal de IF se amplifica por Q2 y Q3, y luego entra IC9 (FM sistema de CI). La señal se heterodina de nuevo con una segunda señal de oscilador local (44.395MHz) en IC9 para convertirse en un segunda 455kHz señal IF. La segunda señal de IF se alimenta a través de un filtro de 455 kHz cerámica, CF1, CF2 para eliminar la mayor señal no deseada, y el circuito de detección de cuadratura FM-detecta la señal para producir una señal de banda base.

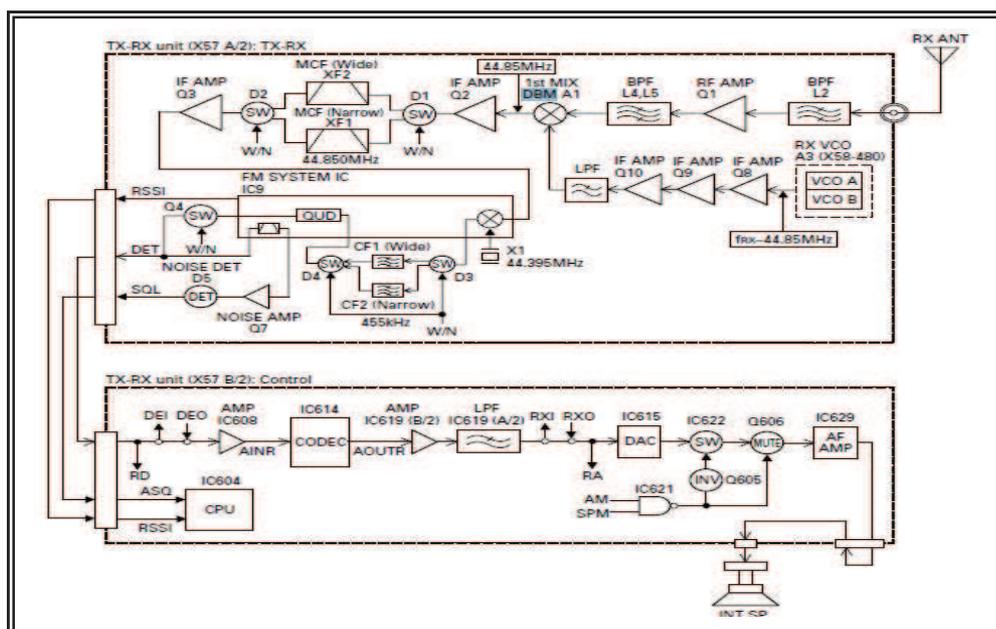


Fig. 1.2 Circuito Receptor¹⁴

1.1.4. Amplificador de Audio

El circuito amplificador de audio se encuentra en la sección de control de la unidad de TX-RX (X57-627 B / 2). La señal de audio obtenido de IC9 es amplificada por IC608, la entrada a la terminal AINR de IC CODEC (IC614) y audio procesado DSP (IC618).

La señal de audio procesada desde el terminal AOUTR del IC614 es amplificada por IC619 (B / 2) a un nivel suficiente filtrada por IC619 (A / 2). La señal de audio va a un volumen electrónico (IC615) V3/V4, a la entrada del multiplexor IC(IC622) y se amplifica para conducir a través de un altavoz con un amplificador de potencia de audio (IC629). La salida de audio 4W se puede proporcionar a 4 ohmios altavoz externo a través del conector de prueba del pin 15 "SPO, SPG" en el panel trasero.

1.1.5 Circuito de Silenciamiento

La señal de salida de FM IC (IC9) entra de nuevo, a continuación, pasa a través de un filtro de paso banda.

La salida del componente de ruido del IC9 es amplificada por Q7 y rectificada por D5 para producir un voltaje de CC correspondiente al nivel de ruido. La tensión de CC se envía al puerto analógico del CPU (IC604). IC9 da salida a una tensión de CC (RSSI) correspondiente a la entrada del amplificador de IF.

1.2 Circuito Transmisor

El circuito transmisor se compone de los siguientes circuitos: 1.2.1 circuito del micrófono, 1.2.2 circuito de modulación de nivel de ajuste, 1.2.3 conductor y circuito amplificador de potencia final, y 1.2.4 circuito de control automático de potencia.

1.2.1 Circuito de Micrófono

La señal procedente del micrófono pasa a través del circuito AGC situado en la unidad de visualización (X54-333), de modo que no se satura. Este circuito consta de IC501, D501, D502, Q501 y Q502. El AGC es operado por el control de las teclas + y - los niveles secundarios de amplitud

utilizando la corriente obtenida por detección positiva y negativa de la señal de audio amplificada.

La señal de audio va a la sección de la unidad de TX-RX (X57-627 B / 2) de la unidad de visualización (X54-333) controlada.

La señal de audio de transmisión va a la entrada del multiplexor IC (IC605) para el silenciamiento del micrófono. La señal de audio se amplifica por IC610, de entrada al terminal AINL de IC CODEC (IC614), y de audio procesada por el DSP (IC618). El procesado de la señal de audio desde el terminal AOUTL de IC614 es amplificada por IC616 (A / 2) a un nivel suficiente, filtrada por IC616 (B / 2), y amplificada por el amplificador sumador IC611 (A / 2).

1.2.2 Circuito de Ajuste del Nivel de Modulación

La salida del amplificador sumador IC611 (A / 2) se pasa a un volumen electrónico (IC615) para el ajuste de la desviación máxima antes de ser aplicada a un diodo varactor en el oscilador controlado por la tensión (VCO) A2 situado en TX-RX unidad (X57-627 A / 2).

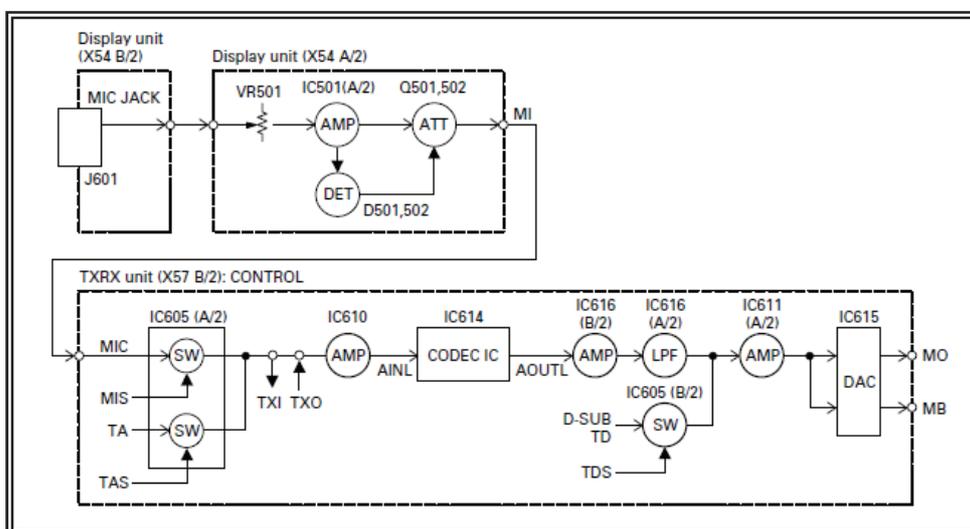


Fig. 1.3 Circuito del Microfono ¹⁴

1.2.3 Circuito Amplificador de Energía Final

La señal de transmisión es generada por el VCO TX (A2), amplificada por Q11, y se envía a la unidad final (X45-363). Esta señal es amplificada por

Q1, Q2, Q3 y Q4, y pasa a la etapa final. El amplificador de potencia de RF consiste en MOS FET.

1.2.4 Control Automático de Potencia, Circuitos y Transmisor

El circuito de control automático de potencia (APC) estabiliza la potencia de salida del transmisor a un nivel predeterminado y consiste en circuitos detectores de potencia reflejada y conmutación del transistor Q8.

El circuito de potencia detecta potencia de RF y la potencia RF reflejada en tensión de CC, y consta de un circuito de detección de tipo de acoplamiento CM formado por una línea de tira, RF detector de D4/D5, y el amplificador CC IC3 (A / 2).

El comparador de tensión (B IC3 / 2) compara el voltaje detectado con un voltaje de referencia, establecido mediante el microprocesador y IC6 situado en la unidad de TX-RX. Una tensión de APC proporcional a la diferencia entre la tensión detectada y la tensión de referencia aparece en la salida de IC3. Esta tensión de salida controla el voltaje de la puerta de la unidad del amplificador Q4 y Q5 que mantiene constante la potencia de salida del transmisor.

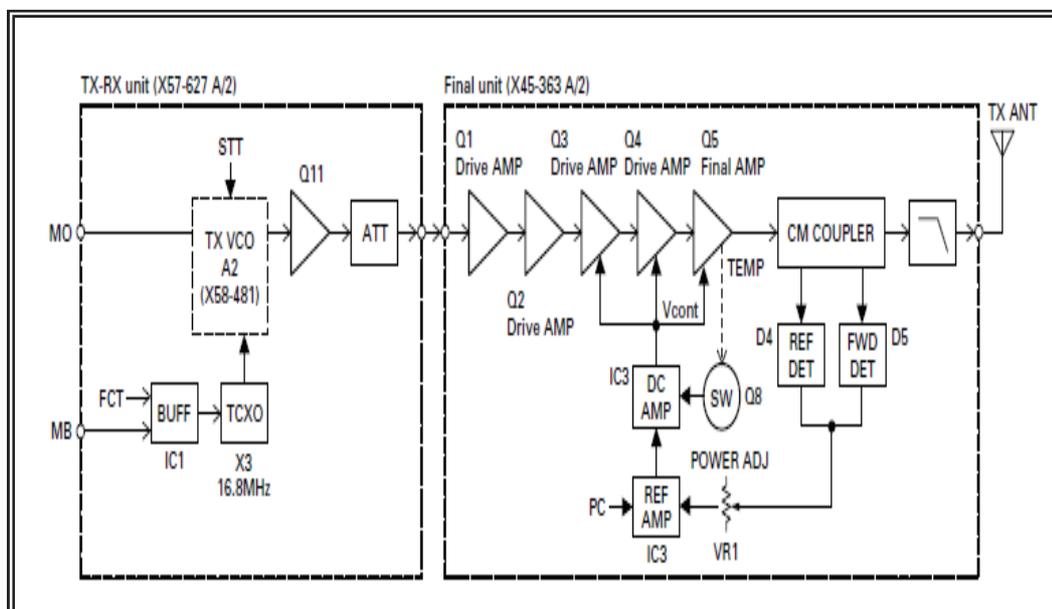


Fig. 1.4 Circuito Amplificador de Potencia Final ¹⁴

1.3. Sintetizador de Frecuencia PLL

El circuito PLL sintetizador de frecuencia se compone de los siguientes circuitos: 1.3.1 circuito receptor PLL, 1.3.2 circuito PLL del transmisor, y 1.3.3 circuito detector de desbloqueo.

1.3.1 Receptor PLL

El circuito PLL receptor se encuentra en la unidad A3 VCO (X58-480) del TX-RX (X57-627 A / 2), y consta de VCXO X2, VCO (Q350 y Q351), un solo chip PLL IC300, el buffer amplificador de Q355 y Q302 de alta frecuencia del amplificador.

El VCXO genera 16.8MHz. La estabilidad de frecuencia es de $\pm 1,5$ ppm (rango de temperatura de -30 a $+60$ °C). La sintonización de la frecuencia del VCXO se hace para aplicar un voltaje al pin 1 del VCXO. La salida del VCXO se aplica al pin 8 del PLL IC a través del pin 7 del VCO.

El primer oscilador local es un oscilador heterodino, y la frecuencia del oscilador VCO es 405,15 a 435.15MHz (K), 435,15 a 467.15MHz (K2), 355,15 a 385.15MHz (K3), 395,15 a 425.15MHz (E).

La frecuencia del oscilador se controla mediante la aplicación de la tensión de control del VCO, obtenida a partir del comparador de fase en los diodos varactores.

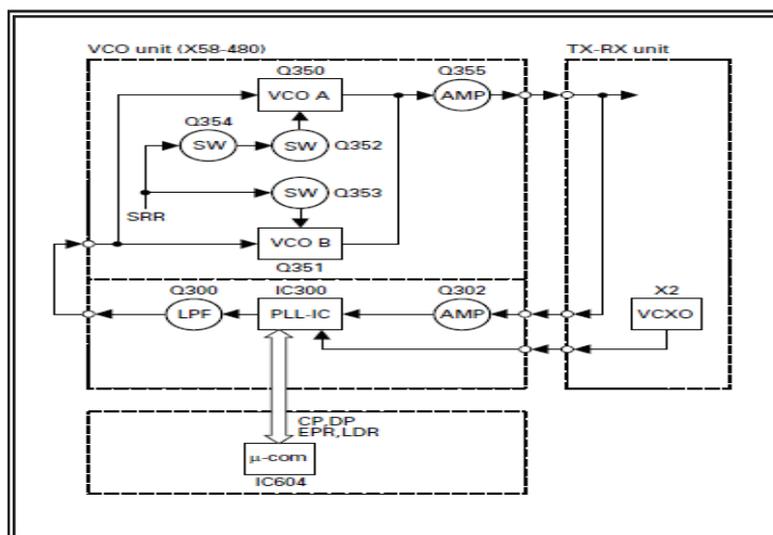


Fig. 1.5 Receptor PLL ¹⁴

1.3.2 Transmisor PLL

El circuito PLL del transmisor se encuentra en la unidad de VCO A2 (X58-481) del TX-RX (X57-627 A / 2), y consta de VCXO X3, VCO (Q350; K, K2, tipo E, Q351; K3 tipo), un solo chip PLL IC IC300, amplificador separador Q355 y de alta frecuencia del amplificador Q302.

El VCXO genera 16.8MHz. La estabilidad de frecuencia es de $\pm 1,5$ ppm (rango de temperatura de -30 a $+60$ °C). La sintonización de frecuencia y modulación del VCXO se realizan para aplicar un voltaje al pin 1 del VCXO. La salida del VCXO se aplica al pin 8 del PLL IC a través del pin 7 del VCO.

La frecuencia del oscilador VCO es 450,00 a 480.00MHz (K), 480,00 a 512.00MHz (K2), 400,00 a 430.00MHz (K3), 440,00 a 470.00MHz (E). La frecuencia del oscilador se controla mediante la aplicación de la tensión de control del VCO, obtenida a partir del comparador de fase de los diodos varactores.

1.3.3 Desbloqueo del Circuito Detector

Si una señal de pulso aparece en el pin del LD de IC300, se produce una condición de desbloqueo, haciendo que el voltaje aplicado al pin del microprocesador sea bajo. Los nombres de este pin son LDT para TX PLL y LDR para RX PLL. Cuando el microprocesador detecta esta condición, el transmisor está desactivado.

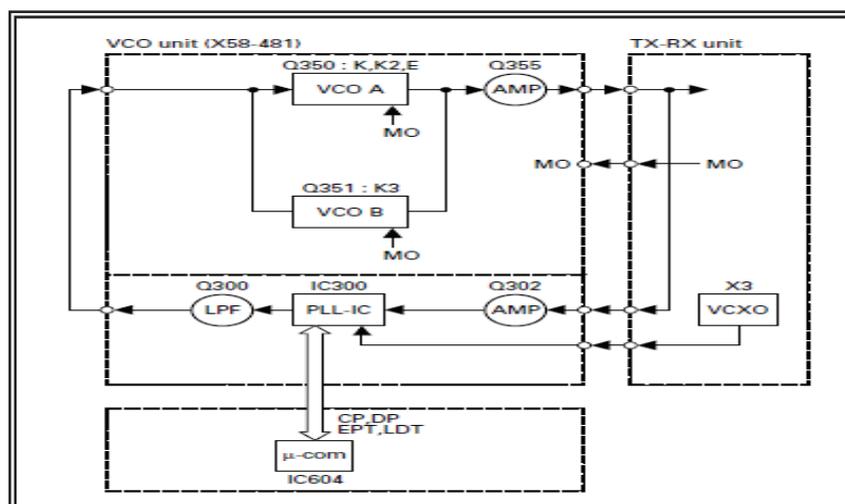


Fig. 1.6 Transmisor PLL ¹⁴

1.4 Circuito de Control

El circuito de control ubicado principalmente en la sección de control de la unidad de TX-RX (X57-627 B / 2) se compone de los siguientes: 1.4.1 CPU, 1.4.2 circuito de memoria, 1.4.3 CPU del reloj, 1.4.4 cambio de registro de circuito, 1.4.5 circuito pantalla, 1.4.6 circuito DSP, 1.4.7 circuito de banda base, 1.4.8 circuito RS-232C, y 1.4.9 circuito de alimentación.

1.4.1 CPU

El CPU (IC604) es un microprocesador de un solo chip de 16 bits que contiene una ROM de 32K y una RAM de 3k. Este CPU controla la memoria flash ROM, el DSP, el circuito receptor, el circuito transmisor, el circuito de control, y el circuito de visualización y transferencias de datos hacia o desde un dispositivo externo.

1.4.2 Circuito de Memoria

El IC609 tiene una ROM flash con una capacidad de 2 M bits que contiene el programa de control para el CPU, el programa de procesamiento de señal para DSP y datos, tales como canales y características de funcionamiento.

Este programa puede ser fácilmente escrito desde un dispositivo externo. Datos tales como el estado de funcionamiento se programa en la EEPROM (IC600).

1.4.3. CPU del Reloj

Hay 14.754MHz el reloj para la CPU (IC604) y el reloj 16.515MHz para el DSP (IC618) en la sección de control de la unidad de TX-RX (X57-627). Cuando estos relojes se multiplexan con la frecuencia de recepción, se convierten en una señal de ritmo interno. Para evitar esto, por sintonía se desplaza Q600 y Q604 en la frecuencia de reloj. (Shift on / off se puede establecer a través de la programación.)

1.4.4 Registro de Desplazamiento

Los datos en serie se envían al registro de desplazamiento (IC502 a IC505) situado en la unidad de visualización, IC602, IC623, IC7 situado en la unidad de TX-RX) del CPU (IC604) para controlar diversas funciones en la unidad.

1.4.5 Pantalla

El circuito del display (X54-333) contiene dos LEDs de 7 segmentos D506, D507 (naranja: véase el manual de uso para los detalles de la pantalla), D503 (rojo: la transmisión), D504 (verde: ocupado), el LED de dos colores D505 (rojo: backup, verde: DC principal).

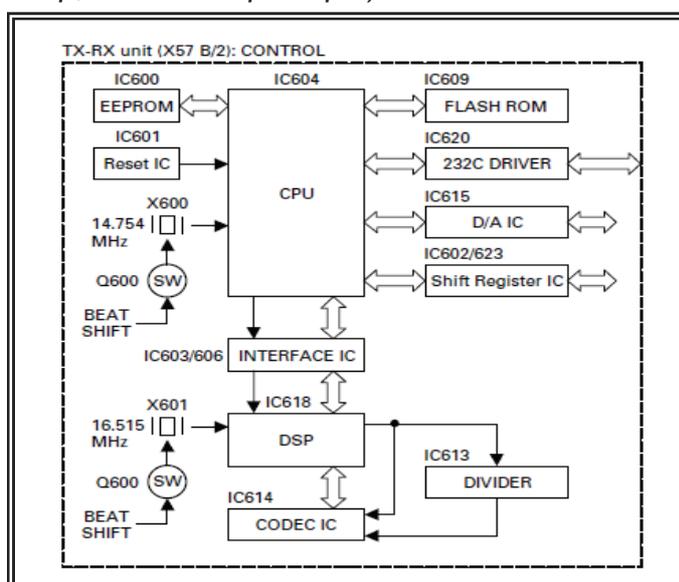


Fig. 1.7 Circuito de Control ¹⁴

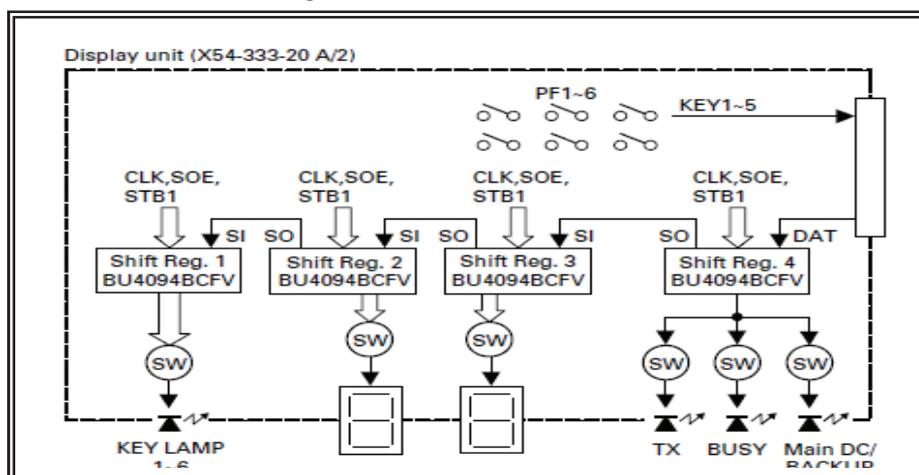


Fig. 1.8 Circuito del Display ¹⁴

1.4.6 DSP

Los filtros del circuitos DSP de transmisión / recepción de las señales de audio y la señalización de codificar / decodificar (QT, DQT). Este circuito consta de IC618, IC612, IC613, IC614, IC603, IC606, IC608, IC610, IC616 y IC619.

La recepción de señal DET se convierte de analógico a digital IC614 con una frecuencia de muestreo de 16.128kHz. La señal de audio digitalizada se envía al DSP IC618 para procesar la señal de señalización y la señal de audio. La señal de audio digital se trabajara en el CODEC IC613, convertida de digital a analógico, y la señal analógica de salida del pin 16 (AOUTR). Entonces, la señal de audio se amplifica por IC619 (B / 2), pasa a través del IC619 (A / 2) filtro paso bajo, y se va a un volumen electrónico IC615.

La señal de audio de transmisión procedente de IC605 es amplificada por IC610, alimentando a la pin 3 (AINL) del CODEC IC614, y convertida de analógica a digital a una frecuencia de muestreo de 16.128kHz. La señal de audio de transmisión digitalizada es AGC-procesado, preacentuada y se filtra de 300 Hz a 3 kHz por DSP IC618, y la señal resultante se devuelve al CODEC IC614, y se convierte de digital a analógico, y la señal analógica salida del pin 15 (AOUTL). La señal de transmisión del AOUTL es amplificada por IC616 (B / 2), pasa a través del filtro de paso bajo IC616 (A / 2), y va al IC611 (A / 2) amplificador sumador.

IC613 es un contador y el reloj requerido para el CODEC y DSP se genera dividiendo la señal de reloj 16.515MHz producido por el DSP IC618. IC603 y IC606 son interfaz IC entre la CPU (funciona a 5.0V) y el DSP (funciona a 3.3V).

1.4.7 Circuito Banda Base

El circuito banda base conmuta entre la señal de modulación al circuito transmisor con el audio remoto y ajusta los niveles. Este circuito consta de IC605, IC607, IC611, IC615 y IC617.

Las entradas de modulación incluyen aportaciones locales del micrófono, los datos de poca velocidad (LSD), datos de alta velocidad (HSD), entrada de audio externa (TA), y la entrada de datos externa (TD), y las salidas de demodulación incluye recibir la salida de audio (RA), y recibir datos salida (RD).

1.4.8 Circuito RS-232C

El circuito RS-232C se conecta al puerto serial RS-232C de un ordenador personal directamente para realizar la operación de FPU. La operación FPU también se puede realizar mediante la conexión de un cable de programación (KPG-46). Sin embargo, si se utiliza el conector D-sub en el panel posterior, no se requiere el cable de programación.

1.4.9 Circuito Fuente de Alimentación

El circuito de alimentación genera energía para operar el CPU, DSP, ROM flash, memoria intermedia bidireccional, y el circuito de banda base. Este circuito consta de IC624, IC625, IC626, IC627, IC628 y IC630.

1.5 Circuito Fuente de Alimentación DC

1.5.1 Fuente DC conmutación de circuitos relé

a. La última unidad contiene un relé (K1) para cambiar entre el DC principal y batería de reserva.

Si una fuente de alimentación externa se conecta a la terminal principal CC, el terminal de copia de seguridad está aislado por el relé. Si el DC principal se apaga debido a un fallo de alimentación, es conmutado al terminal de copia de seguridad por el relé.

b. El circuito de carga (Trickle) se conectan tanto al DC principal y al respaldo de batería, carga de mantenimiento de 0,5 Amp máx. se puede realizar desde la fuente principal de alimentación de CC a la batería. (El valor predeterminado es OFF) La batería se carga desde el DC principal con D8, D9 y R61. Si excede de 0,5 Amp, el circuito de carga se apaga por D9.

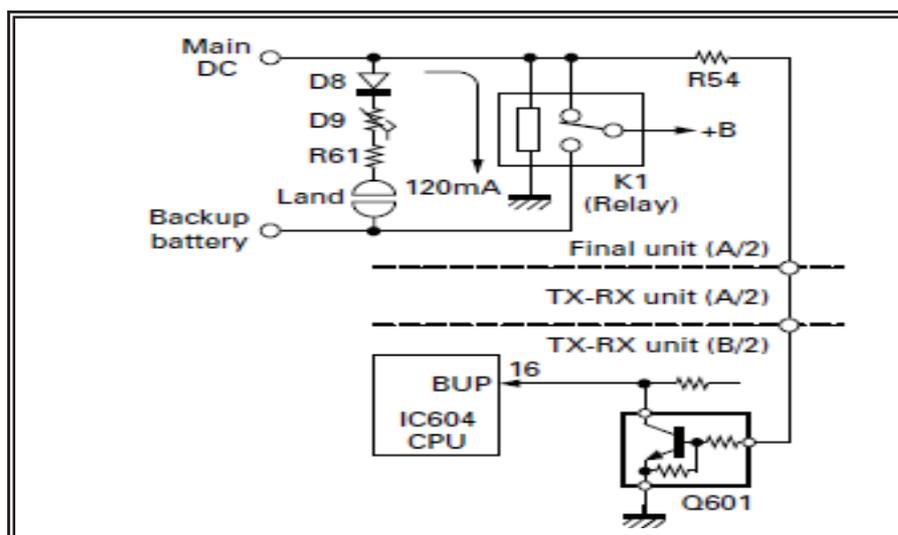


Fig. 1.9 Circuito de Fuente de Alimentación DC ¹⁴

1.5.2 SB Circuito de conmutación de relé

a. SB (Conmutado + B) se suministra a través del relé (K1) en la unidad de TX-RX A / 2. Cuando S507 (interruptor de la fuente DC) en la unidad de pantalla está activado, el relé (K1) se conecta a la salida de SB.

b. Si + B excede 18V, el relé se apagará de manera forzada por D12 y Q25 para interrumpir la potencia y proteger la unidad principal.

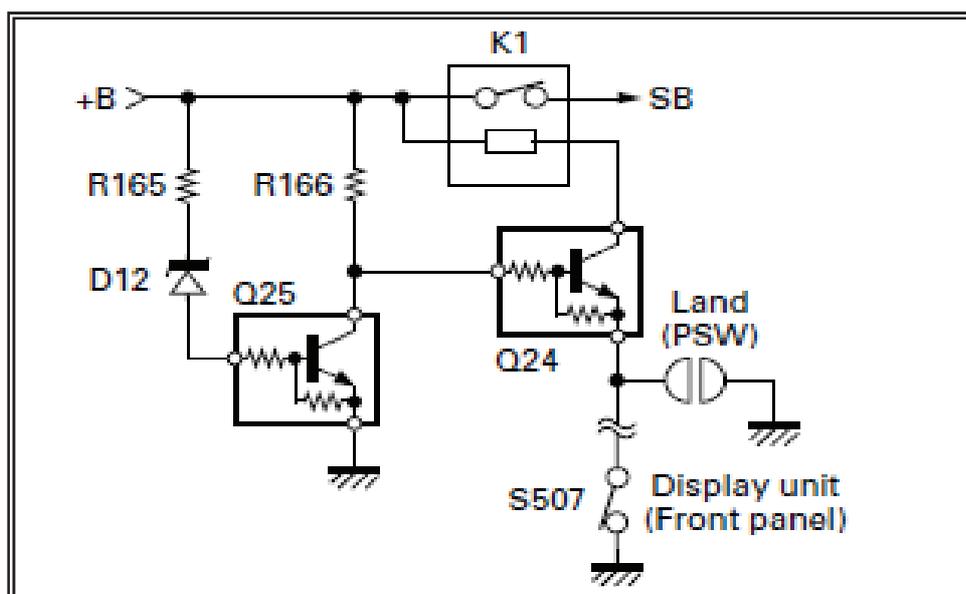


Fig. 1.10 Circuito de Conmutación de Relé ¹⁴

1.3.2 Estación Fija

Como su nombre lo indica es aquella estación diseñada para instalarse en un lugar determinado.



Fig. 1.11 Radio Fija TK – 8180⁹

Este radio necesita una fuente de 13,6 VDC y 15 Amperios, para óptimo funcionamiento con lo cual nos permitirá tener una potencia máxima de salida de 30 vatios, el consumo de corriente cuando transmite es de 9 a 13 amperios, normalmente las radios se las calibra con una potencia de 25 vatios que es más que suficiente en una estación base.

1.3.2 .1 Principio de Funcionamiento de la Radio Base TK-8180/8100

1. Esquema

El TK-8180/8100 es un transceptor de UHF / FM diseñado para funcionar en el rango de frecuencias de 450 a 520MHz. La potencia de salida es de 30 vatios (490 ~ 520MHz: 25W). La capacidad máxima de canales es 512. La unidad consta de receptor, transmisor, sintetizador de ciclo (PLL) de frecuencia, y los circuitos de control.

2. Circuito Receptor

El receptor superheterodino de doble conversión, diseñado para funcionar en la gama de frecuencias de 450 MHz a 520MHz.

El circuito receptor consiste en lo siguiente:

2.1. Circuito Inicial

El circuito inicial consiste en HPF (filtro de paso alto) (D107, D108, D109 y D110), amplificador de RF Q103, BPF (filtro pasa banda) (D103, D104, D105 y D106). El BPF cubre los rangos de frecuencia 450 a 520MHz.

Este último BPF (D103, D104, D105 y D106) atenúa las señales no deseadas y envía sólo la señal necesaria para el primer mezclador.

2.2. Primer Mezclador

La señal procedente del BPF se heterodina con la primera señal local del oscilador del circuito sintetizador de frecuencia (PLL) para convertir en la primera señal de frecuencia intermedia (IF) 44,85 MHz.

La primera señal de IF se alimenta a través de un filtro de cristal monolítico (XF171) para eliminar señales no deseadas.

2.3. Amplificador de la Señal Intermedia (IF)

La primera señal IF se amplifica mediante P171 y Q172 y, a continuación, entra IC172 (FM sistema de CI). La señal se heterodina de nuevo con una segunda señal de oscilador local (44.395MHz) con IC172 para convertirse en una segunda señal IF 455kHz. La segunda IF señal se alimenta a través de un filtro de cerámica de 455 kHz (CF172; CF171) para eliminar la mayor cantidad de señal no deseada.

2.4. Amplificador de Audio

La señal de audio demodulada del IC172 IC415 va a través del amplificador de AF (IC412) y IC413. La señal de audio va a un volumen electrónico (IC410) y se amplifica al utilizar un amplificador de potencia de audio (IC417). El audio de salida se puede proporcionar a los altavoces de 4Ω externo a través de la toma de salida de altavoces (J401) en el panel posterior. Q419 es un conmutador de silencio.

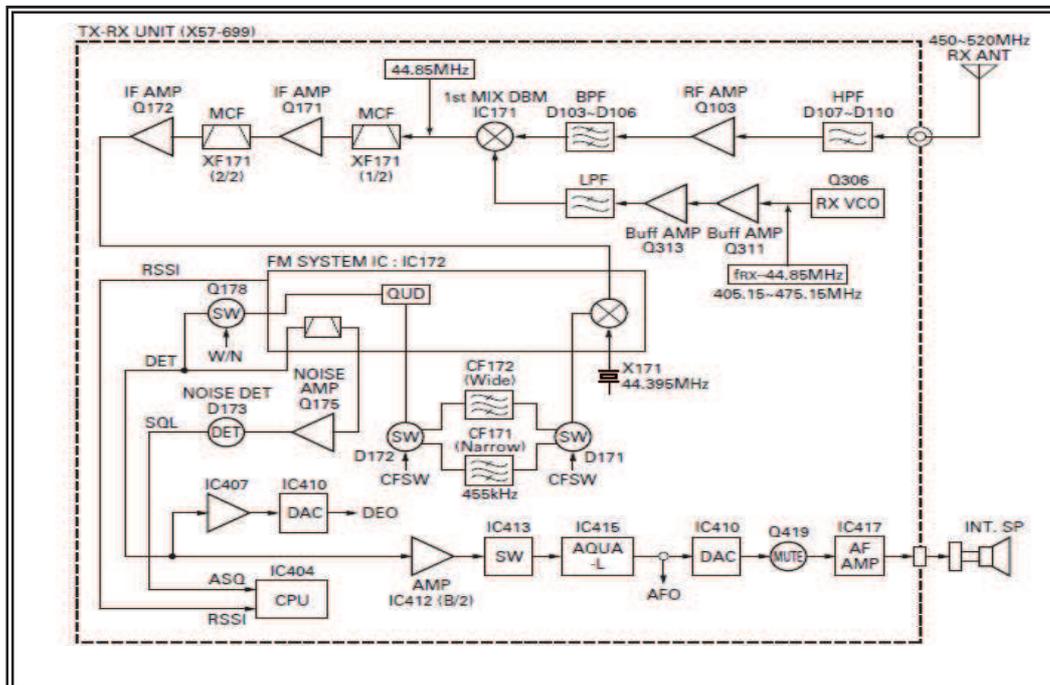


Fig. 1.12 Circuito de Recepción ¹⁵

2.5. Circuito de Silenciamiento

La señal de salida de IC172 entra FM IC de nuevo, a continuación, pasa a través de un filtro paso banda.

El componente de ruido de salida de IC172 es amplificado por Q175 y rectificado por D173 para producir un voltaje DC correspondiente al nivel de ruido. La tensión de corriente continua se envía al puerto analógico del CPU (IC404). IC172 da salida a una tensión de CC (RSSI) correspondiente a la entrada del amplificador de IF.

3. Circuito Transmisor

El circuito transmisor se compone de los siguientes circuitos:

3.1. Circuito de Micrófono

La señal de audio desde el micrófono va a TX-RX (X57-699) de la unidad de visualización (X54-348) y pasa a través del conmutador de silencio (Q416). La señal de audio se amplifica por el amplificador de micrófono

(IC414) y se introduce en el terminal de TXIN del procesador de audio (IC415) después de pasar a través del multiplexor (IC413).

La señal de audio de entrada se emite desde el terminal del MOD el procesador de audio (IC415) y es amplificada por la frecuencia de audio (IC412) después de pasar a través de la circuitería del volumen eléctrico (IC410).

3.2. Circuito de Ajuste del Nivel de Modulación

La señal de audio amplificada por el amplificador de frecuencia de audio (IC412) se añade a la baja velocidad de datos LSD pasado a través del filtro paso bajo (IC409). Las señales combinadas son suministradas al VCO (oscilador controlado por tensión) y el VCXO (oscilador de cristal controlado por voltaje) X301, respectivamente.

3.3. Circuito Amplificador de Energía Final

La señal de transmisión obtenida a partir del amplificador de pin TX VCO Q311, se amplifica aproximadamente 17 dBm por los amplificadores excitadores Q313, Q1 y Q2. Esta señal amplificada pasa al módulo de amplificador de potencia (módulo de potencia) IC1.

3.4. Circuito de Control Automático

El circuito de control de potencia de transmisión automática (APC) estabiliza la potencia de salida del transmisor en una posición/nivel predeterminada mediante la detección de la salida del módulo de potencia con diodos D6, D7 y D8. Diodos D6, D7 y D8 se aplican una tensión DC los amplificadores IC72 (A / 2). IC72 (B / 2) compara el control del APC generada por el microprocesador IC404 y el amplificador CC IC71 (A / 2, B / 2) con el voltaje de salida de detección a partir de IC72 (A / 2) se estabiliza la salida de la transmisión.

El circuito APC está configurado para proteger la sobre intensidad de corriente del módulo de potencia debido a las fluctuaciones de la carga en

la antena final y para estabilizar la salida de tensión en la transmisión y la variación de temperatura.

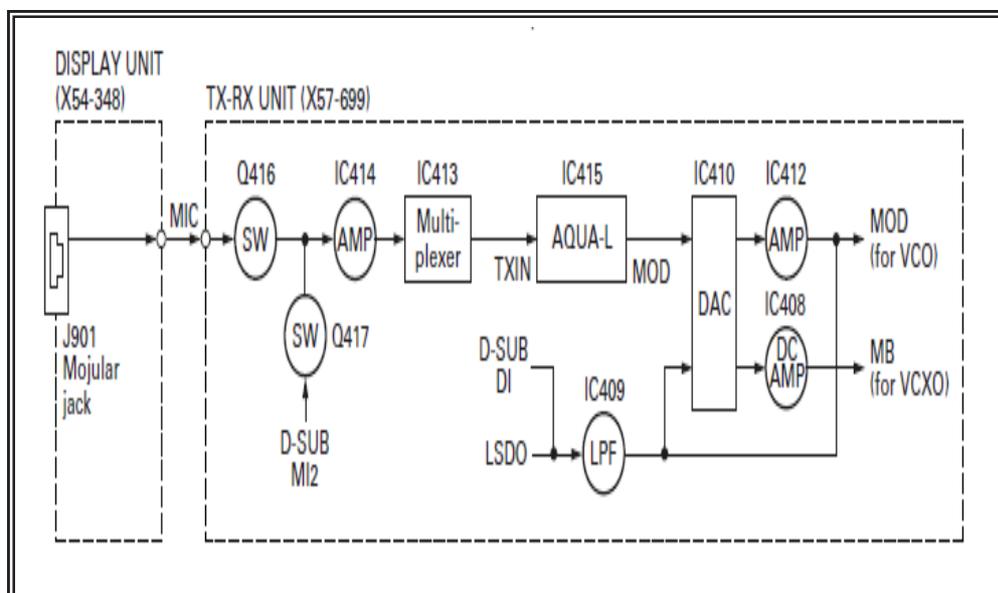


Fig. 1.13 Micrófono y el Circuito de Ajuste del Nivel de Modulación ¹⁵

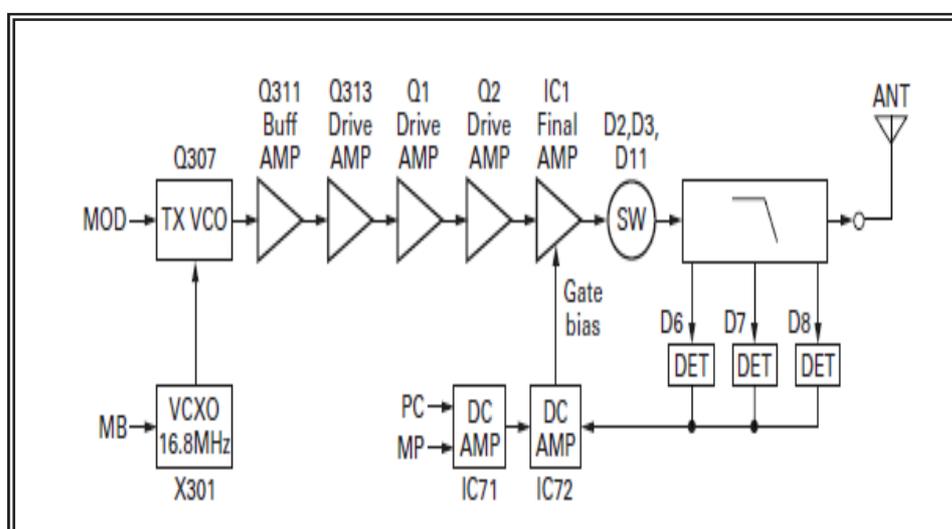


Fig. 1.14 Amplificador de Potencia Final y el Circuito de Control Automático de Potencia ¹⁵

4. Unidad Sintetizador de Frecuencia

4.1. Sintetizador de Frecuencia

El sintetizador de frecuencia consiste en el TCXO (X301), VCO, PLL IC (IC301) y amplificadores intermedios.

El TCXO 16.8MHz genera una estabilidad de frecuencia que es 2,5 ppm en el rango de temperatura de -30 a +60 °C. El Ajuste de la frecuencia y la modulación del TCXO se realiza para aplicar un voltaje al pin 1 del TCXO.

El VCO (oscilador controlado por voltaje) se compone de 2VCO y cubre un rango dual de la 405.15 ~ 475.15MHz y el 450 ~ 520MHz. El VCO genera 405.15 ~ 475.15MHz para proporcionar a la primera señal local recibida. La frecuencia de operación es generada por Q307 en modo de transmisión y Q306 en modo de recepción. La frecuencia del oscilador se controla mediante la aplicación de la tensión de control del VCO, obtenido desde el comparador de fase (IC301) para el condensador variable (diodos D308, D309 y D311 en modo de transmisión y modo recepción de D313).

El PLL IC consiste en un pre-escalador, divisor de referencia, comparador de fase, la bomba de carga (El paso de frecuencia de la Circuito PLL es de 20 o 25 kHz). La señal de entrada de los pines 8 y 5 del PLL IC se divide desde 20 a 25 kHz y en comparación al comparador de fase. La salida del comparador de fase se alimenta de un filtro paso bajo (Q302 y Q303) antes que se aplica al VCO como un voltaje de control de frecuencia. El voltaje del filtro paso bajo es suministrada por el convertidor de DC / DC (IC251 y Q251). La señal de corriente continua se aplica al CV del VCO y bloqueo para mantener constante la frecuencia del VCO.

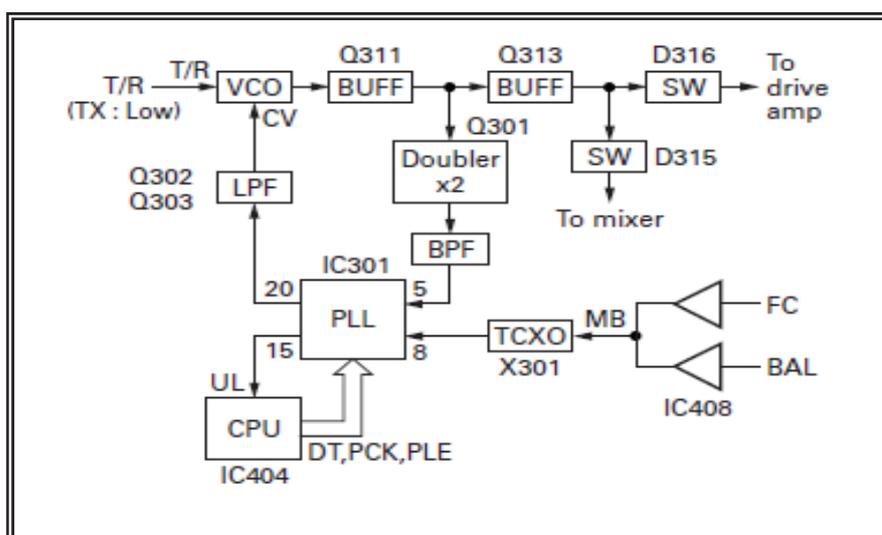


Fig. 1.15 Diagrama PLL (Lazo Seguimiento de Fase) ¹⁵

5. Circuito de Control

El CPU (IC404) es un microordenador de 16 bits que contiene una ROM de máscara 256k bytes y una memoria RAM de 20K bytes. Esta CPU está conectado con un flash ROM 512k bytes externa (IC405) y opera en el modo de expansión de memoria.

El firmware del Programa se almacena en la memoria Flash ROM los datos de usuario y los datos de ajuste se almacenan en la EEPROM (IC401). La CPU y memoria Flash ROM están conectados con 8 bit; la EEPROM y el RTC IC (IC402) se conectan con un bus I2C.

La RTC IC (IC402) tiene una función de reloj y es controlado por la CPU (IC404).

La comunicación en serie con un PC se realiza a través de dos caminos: uno a través del nivel 232C convertidor IC (IC416) y otro a través de la Unidad de visualización CPU (IC902).

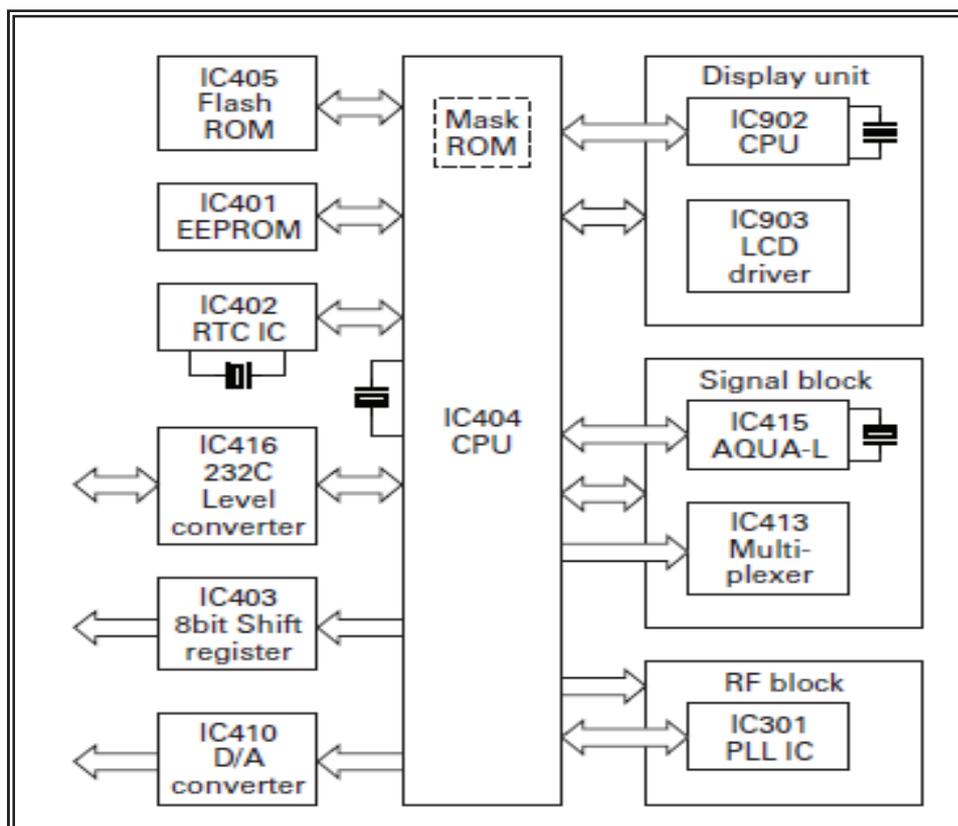


Fig. 1.16 Control de Diagrama de Bloques del Circuito ¹⁵

6. Circuito de Fuente de Alimentación

El poder se suministra desde + B para el circuito (5 M, + B) que está siempre en marcha y los circuitos (SB, 8C, 5E, 8T, 8R, 5C, 5R) controlados por la CPU (IC404). Cuando + B suministra al transceptor, Q801, D805 y IC805, regular la tensión (5 M) que se suministra al circuito alrededor de la CPU con cual la CPU inicia.

Cuando la CPU detecta que la tensión + B es mayor que la tensión prescrita por IC802, el transceptor (SB) está en ON mediante el control de la señal de SBC.

Si no se proporciona + B para el transceptor, se suministra potencia sólo a la RTC IC (IC402) a través de la batería secundaria conectada con CN401.

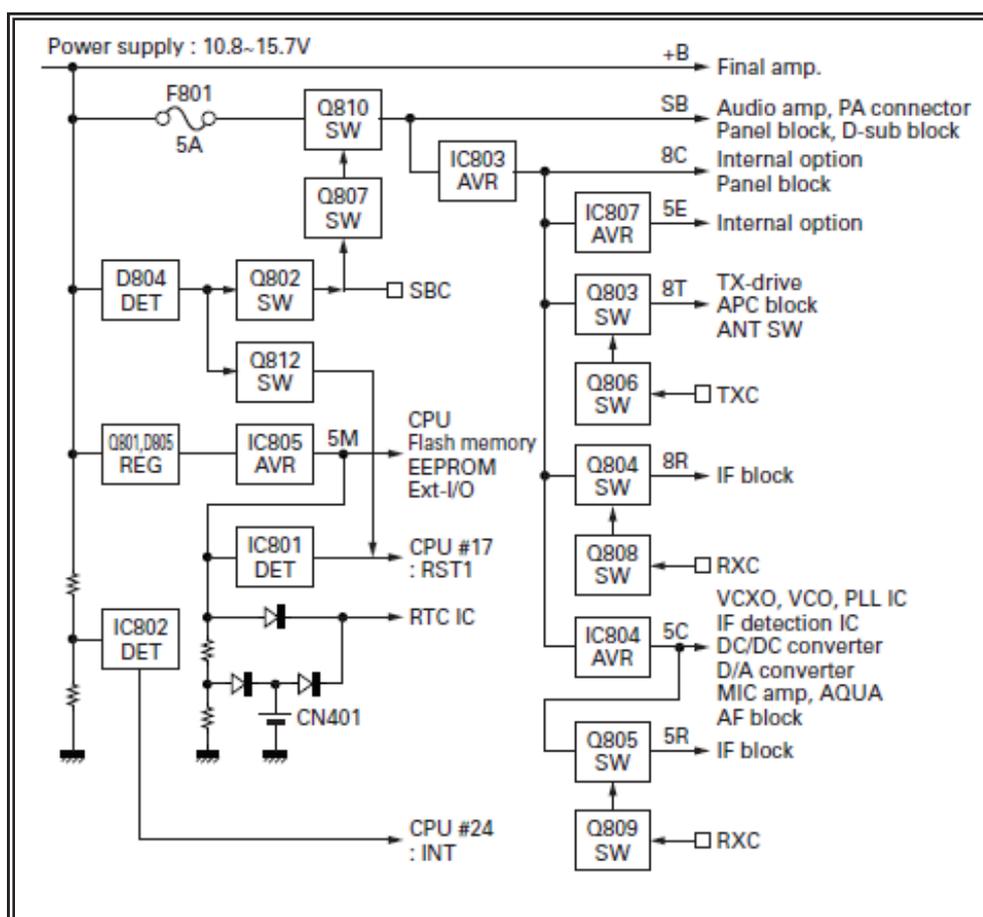


Fig. 1.17 Circuito de Alimentación ¹⁵

7. Circuito de la Pantalla

La unidad de visualización se compone de lo siguiente: panel del CPU (IC902), Controlador LCD (IC903), TX / BUSY LED, Detección teclas, Luz de fondo y los circuitos para micrófono.

El panel del CPU es un microordenador de 16 bits que contiene una ROM de máscara 64 Kbytes y una memoria RAM 2k bytes.

El CPU realiza la comunicación serie con el CPU principal (IC404) en la unidad de TX-RX (B / 3) y el panel del CPU detecta claves y envía contenido de la comunicación de datos a través del MIC Jack la CPU principal. El panel del CPU recibe comandos de la CPU principal y de la pantalla del sistema.

El LCD funciona bajo el controlador LCD (IC903). Las contraluzes LCD y la llave son controladas por P909. El brillo de la pantalla del LCD del contraluz puede ser cambiado.

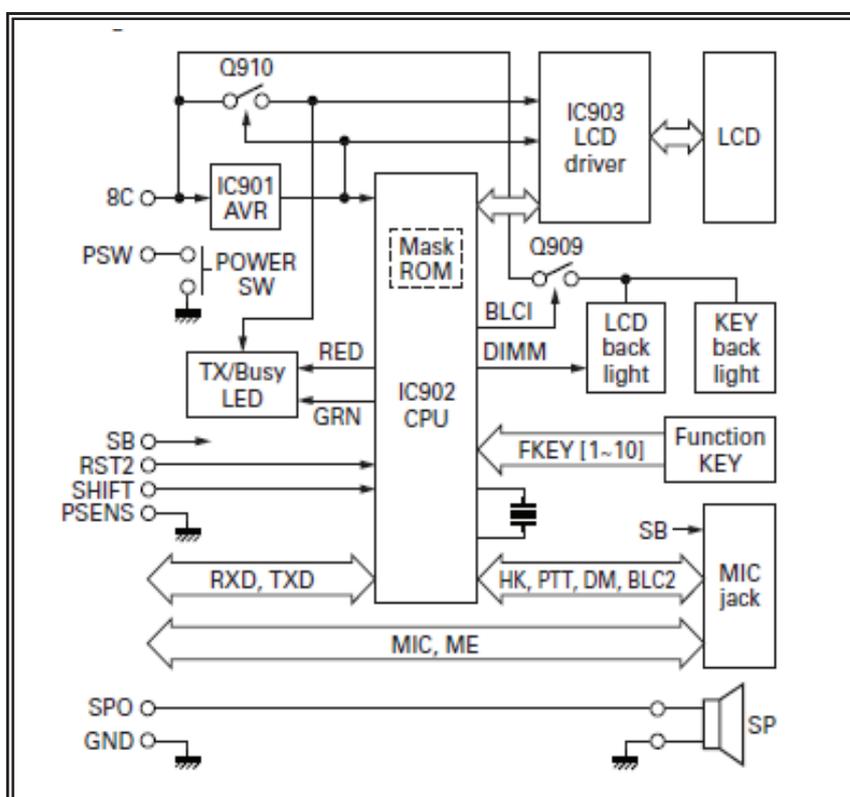


Fig. 1.18 Circuito de la Pantalla ¹⁵

1.3.3 Estación Móvil

Es la que opera desde un vehículo en movimiento; puede ser terrestre, aérea, marítima o fluvial.

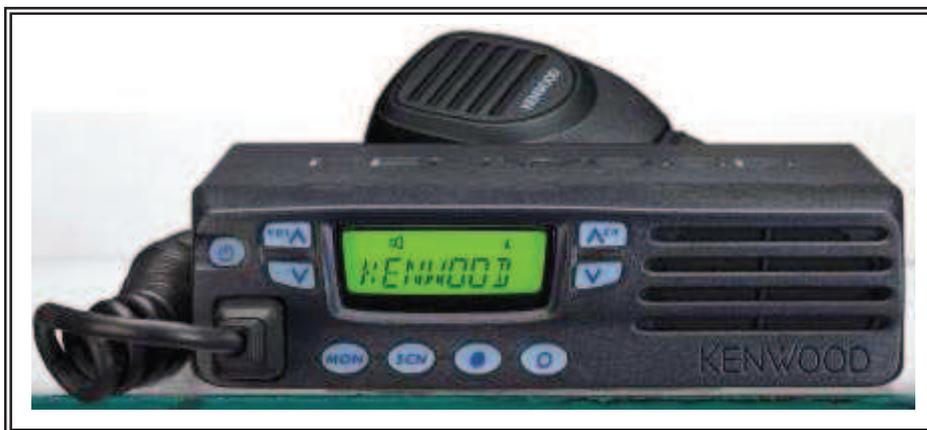


Fig. 1.19 Radio Móvil TK – 8100⁹

Este equipo tiene una potencia máxima de salida de 50 vatios, cuando transmite consume en corriente 14 amperios, generalmente se calibra con 25 vatios.

1.3.4 Portátiles

Son aquellas que fácilmente son transportadas por personas a quienes se les ha asignado un equipo y pueden operar desde cualquier lugar; son utilizadas por el personal que sale a efectuar recorridos y mantienen contacto permanente por medio radial con el equipo base, o con otros grupos que operan igualmente equipo portátil o móvil.



Fig. 1.20 Radio Portátil TK – 3202⁹

Este radio portátil trabaja dentro del rango de frecuencias 470 -512 MHz el mismo que cumple con las necesidades de la compañía, adicional dispone de 16 canales y trabaja con un voltaje de 7,5 V DC el cual nos permite tener una potencia de salida de 4 vatios.

1.3.4.1 Principio de Funcionamiento del Radio Portátil TK-3202

1. Configuración de Frecuencia

El receptor utiliza la doble conversión. El primer IF es 38,85 MHz y el segundo IF es de 450 kHz. La primera señal de oscilador local se suministra desde el circuito PLL. El circuito PLL en el transmisor genera las frecuencias necesarias.

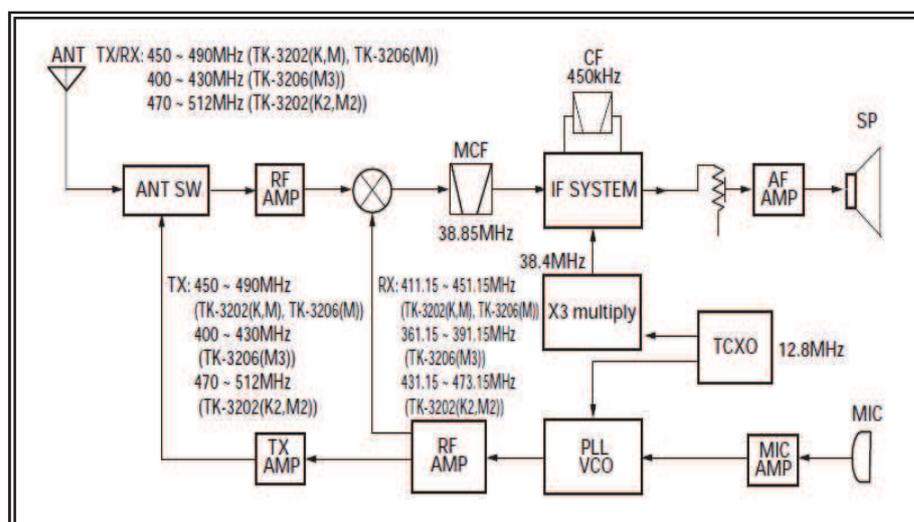


Fig. 1.21 Configuración de Frecuencia ¹⁶

2. Receptor

La configuración de frecuencia del receptor.

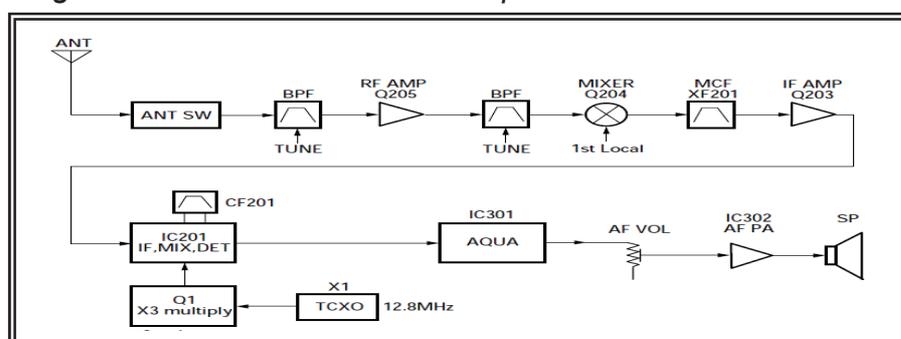


Fig. 1.22 Receptor ¹⁶

2.1 Front End (RF AMP)

La señal procedente de la antena pasa a través del circuito de diodos de conmutación de la transmisión y recepción (D103, D104, D106 y D122) y posterior pasa a través de un BPF (L229 y L228), y es amplificada por el amplificador de RF (Q205).

La señal resultante pasa a través de un BPF (L214, L212 y L211) y va a la mezcladora. Estos filtros pasa banda se ajustan por los condensadores variables (D203, D204, D205, D206 y D210). El voltaje de entrada al condensador variable está regulado por la salida de tensión desde el microprocesador (IC405).

2.2 Primer Mezclador

La señal desde el extremo frontal se mezcla con la primera señal de oscilador local generada en el circuito de PLL por Q1 para producir una primera frecuencia IF de 38,85 MHz.

2.3 Circuito Amplificador

La primera señal IF pasa a través de un filtro de cristal monolítico de cuatro polos (XF201) para eliminar la señal de canal adyacente.

La primera señal de IF filtrada es amplificada por el primer amplificador de IF (Q203) y después se aplican al sistema de IF IC (IC201). El sistema IF proporciona una segunda mezclas, segundo oscilador local, amplificador limitador, detector de cuadratura y RSSI (Intensidad de señal recibida).

El segundo mezclador mezcla la primera señal de IF con el 38.4MHz de la segunda salida del oscilador local (TCXO X1) y produce la segunda señal de FI de 450 kHz. La segunda IF pasa a través del filtro de cerámica (CF201) para eliminar la señal del canal adyacente. La segunda señal de IF filtrada es amplificada por el amplificador limitador y demodulada por el detector de cuadratura con el discriminador de cerámica (CD201). La señal demodulada se envía al circuito de audio.

2.4 Circuito de Conmutación Ancho / Estrecho

La conmutación de estrechos y anchos se pueden realizar ajustes para cada canal al cambiar el nivel de demodulación.

La amplia (nivel bajo) y estrecho (nivel alto) de datos es la salida de IC405, pin 45.

Cuando se recibe un dato de ancho (nivel bajo), Q202 encender. Cuando se recibe un de estrecho (nivel alto), Q202 apagar.

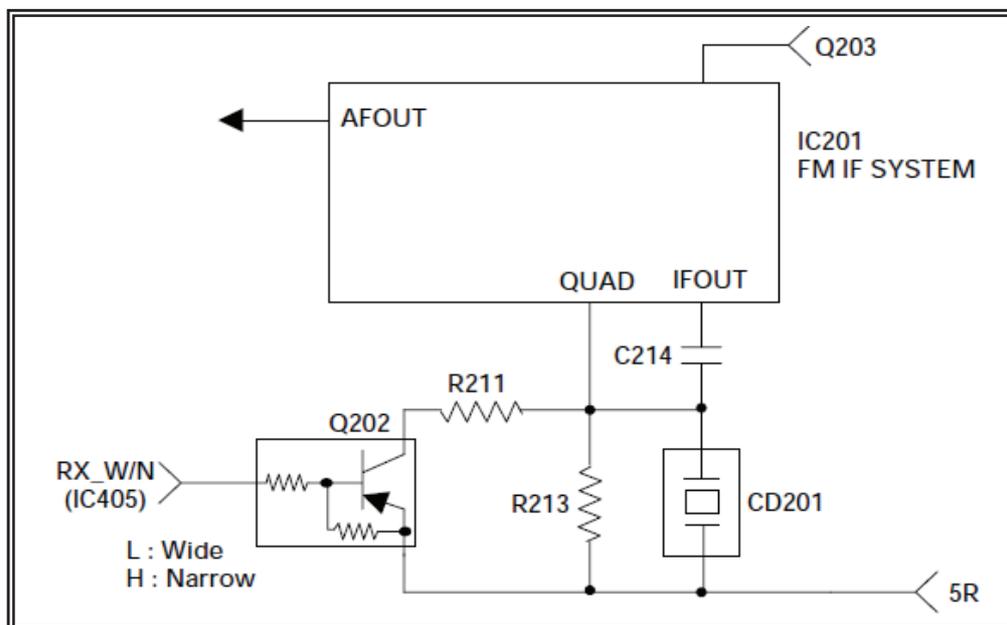


Fig. 1.23 Circuito de Conmutación Ancho / Estrecho ¹⁶

2.5 Circuito Amplificador de Audio

La señal demodulada del IC201 va al amplificador de AF a través de IC301. La señal pasa a través de un control de volumen AF, y se encamina a un amplificador de potencia de audio (IC302), donde se amplifica y va a la salida del altavoz.

2.6 Silenciamiento

Parte de la señal de AF de la IC entra en el IC de FM (IC201) de nuevo, y el componente de ruido se amplifica y rectifica mediante un filtro y un

amplificador para producir una tensión de corriente continua correspondiente al nivel de ruido.

La señal de CC de la IC FM va al puerto analógico del microprocesador (IC405). IC405 determina los sonidos de salida del altavoz por comprobar si la tensión de entrada es mayor o menor que el valor preestablecido. Para los sonidos de salida del altavoz, IC405 envía una señal alta a la línea MUTE SP y vuelve IC302 a través de Q303, Q304, Q305, Q306 y Q316.

2.7 Señalización Recibida

(1) QT / DQT

La señal de salida de FM IC (IC201) entra en el microprocesador (IC405) a través de IC301. IC405 determina si el QT o DQT coincide con el valor predeterminado, y controla el MUTE SP y el altavoz suena de acuerdo con los resultados de silenciamiento.

(2) MSK (Fleet Sync)

La señal de entrada MSK de la IC FM va al pin 31 del IC 301. La señal es demodulada por el demodulador MSK en IC 301. Los datos demodulados va a la CPU para su procesamiento.

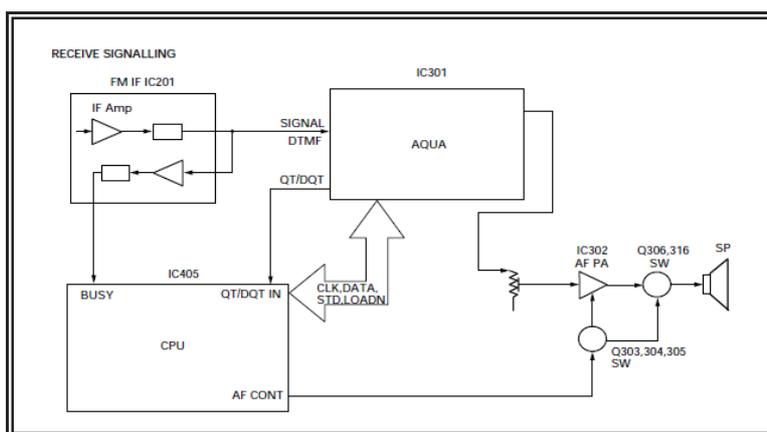


Fig. 1.24 Amplificador de Audio y Silenciamiento ¹⁶

(3) DTMF

La señal de entrada DTMF del IC FM (IC201) va a IC301, el decodificador DTMF. La información decodificada se procesa entonces por la CPU.

3. Sintetizador de Frecuencia PLL

El circuito PLL genera la primera señal del oscilador local para la recepción y la señal de RF para su transmisión.

3.1 PLL

El paso de frecuencia del circuito PLL es 5 o 6,25 kHz. Una referencia 12.8MHz una señal del oscilador se divide en IC1 por un contador fijo para producir la señal de salida del oscilador (VCO) que está amplificada por Q2 luego se divide en IC1 por un contador programable. La señal dividida se compara en fase con la señal de 5 o 6,25 kHz de referencia desde el comparador de fase en IC1. La señal de salida del comparador de fase se filtra a través de un filtro de paso bajo y se pasa al VCO para controlar la frecuencia del oscilador.

3.2 VCO

La frecuencia de operación es generada por Q4 en el modo de transmisión y Q3 en modo de recepción. La frecuencia del oscilador se controla mediante la aplicación de tensión de control del VCO, obtenida a partir del comparador de fase, los diodos varactores (D4 y D7 en el modo y D5 y D9 transmitir en modo de recepción).

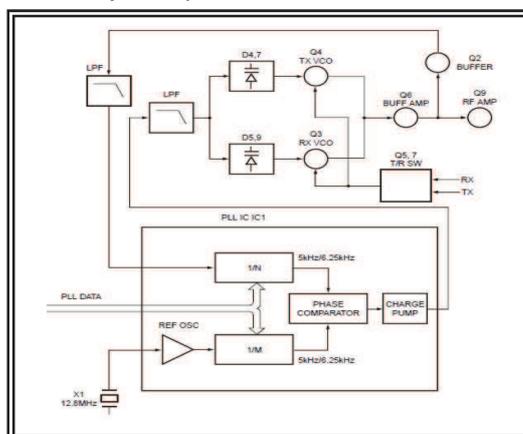


Fig. 1.25 Circuito PLL ¹⁶

3.3 Detector de Desbloqueo

Si una señal de pulso aparece en el pin del LD de IC1, se produce una condición de desbloqueo, y el voltaje DC obtenido a partir de C4, R5. Cuando el microprocesador detecta esta condición el transmisor se desactiva, ignorando el push-to-talk señal de entrada del interruptor.

4. Sistema Transmisor

4.1 Amplificador Micrófono

La señal desde el micrófono pasa a través de IC301. Al codificar DTMF, se pone en OFF para silenciar la señal de entrada del micrófono IC301. La señal pasa a través del procesador de audio (IC301) para el ajuste de la desviación máxima, y va a la entrada de modulación de VCO.

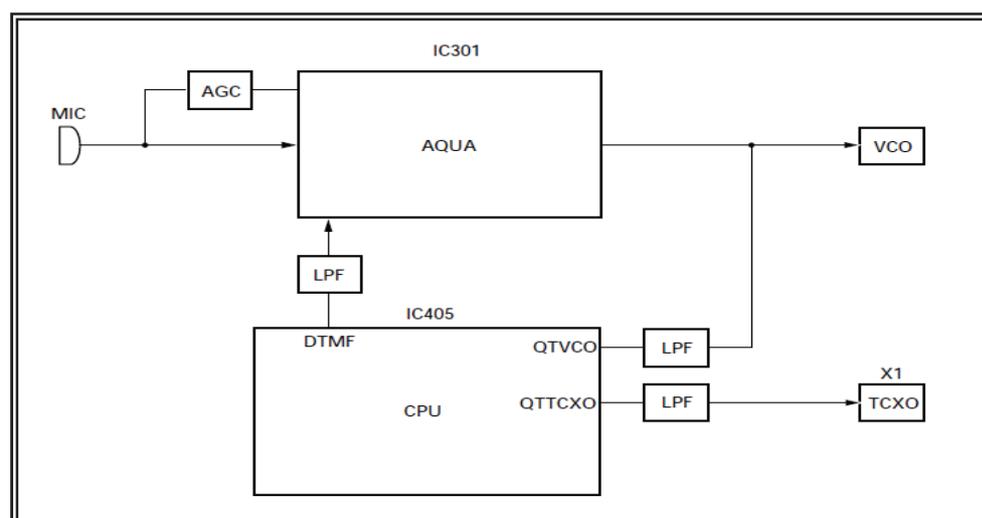


Fig. 1.26 Amplificador del Micrófono ¹⁶

4.2 Amplificador Final

La señal del interruptor T / R (D101 es en) es amplificada por la pre-unidad (Q101) y el amplificador de accionamiento (Q102) a 50mW. La salida del amplificador de accionamiento es amplificada por el amplificador de potencia de RF (P103) a 4,0 W (1W cuando la energía es baja). El amplificador de potencia RF consta de dos etapas MOS FET. La salida del amplificador de potencia de RF pasa a través del filtro de armónicos (LPF) y el conmutador de antena (D103 y D122).

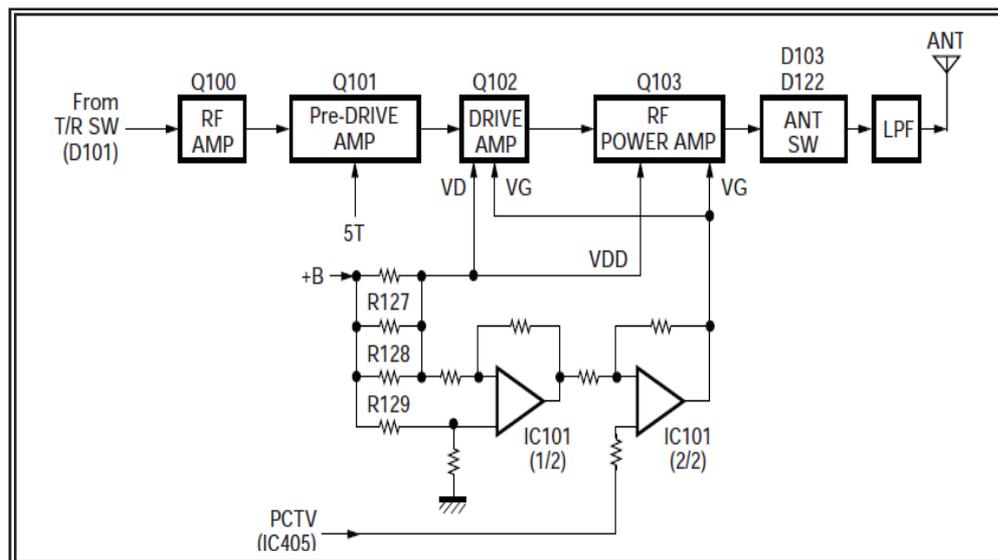


Fig. 1.27 Amplificador Final y el Circuito de APC ¹⁶

4.3 Circuito de APC

El circuito APC siempre monitoriza la corriente que fluye a través del amplificador de potencia de RF (Q103) y mantiene una corriente constante. La caída de tensión en R127, R128 y R129 es causado por la corriente que fluye a través del amplificador de potencia de RF y este voltaje se aplica al amplificador diferencial IC101 (1/2). IC101 (2/2) compara la tensión de salida de IC101 (1/2) con la tensión de referencia de IC405. La salida de IC101 (2/2) controla el VG del amplificador de potencia de RF, el amplificador de la unidad y el amplificador de pre-impulsión para hacer ambas tensiones.

El cambio de potencia alta / baja se lleva a cabo por el cambio de la tensión de referencia.

4.4 Codificación de Señalización

(1) QT / DQT

QT, los datos DQT de la Línea QTTCXO se emite desde el pin 28 de la CPU. La señal pasa a través de un filtro RC paso bajo y va al TCXO (X1).

El intervalo QT, los datos DQT de la Línea QTVCO de salida del pin 24 de la CPU. La señal pasa a través de un filtro RC paso bajo, se mezcla con la

señal de audio, y va a la entrada de modulación VCO. La desviación del TX se ajusta por la CPU.

(2) DTMF

Los datos de alta velocidad de salida del pin 2 de la CPU. La señal pasa a través de un filtro RC paso bajo, y proporciona un TX y el tono del SP, y se aplica a continuación al procesador de audio (IC301). La señal es mezclada con la señal de audio y va al VCO. La desviación de TX se ajusta por la CPU.

(3) MSK (Fleet Sync)

Fleet Sync utiliza la señal MSK 1200bps y 2400bps sale por pin 6 del IC301. Y se encamina al VCO. Al codificar MSK la señal de entrada del micrófono está silenciado.

5. Fuente de Alimentación

Hay cuatro fuentes de alimentación de 5V para el microprocesador: 5M, 5C, 5R, y 5T. Los 5M siempre y cuando el equipo está encendido. Los 5M sale siempre pero se apaga cuando la alimentación está apagada para evitar el mal funcionamiento del microprocesador. 5C es 5V común y sale cuando SAVE no está establecido en OFF. 5R es de 5V para la recepción y salida durante la recepción. 5T es de 5V para la transmisión y la salida durante la transmisión.

6. Circuito de Control

El circuito de control se compone de un microprocesador (IC405) y sus circuitos periféricos. Se controla a través de la unidad TX-RX. El IC405 realiza principalmente lo siguiente:

- (1) El cambio entre la transmisión y la recepción de la señal de entrada PTT.
- (2) Sistema de lectura, grupo, la frecuencia, y los datos del programa desde el circuito de memoria.

(3) El envío de los datos del programa de frecuencia para el PLL.
 (4) El control de silenciamiento de encendido / apagado de la tensión de CC del circuito de silenciamiento.

(5) Controlar el circuito de silenciamiento de audio mediante la entrada de datos de decodificación.

(6) Transmisión de tono y codificar los datos.

6.1 Circuito de Desplazamiento de Frecuencia

El microprocesador (IC405) funciona con un reloj de 7.3728MHz. Este oscilador tiene un circuito que cambia la frecuencia por Beat SHIFT SW (4T07, 4T08). Un sonido rítmico puede ser capaz de ser evadido de generación si "Shift Beat" está en ON.

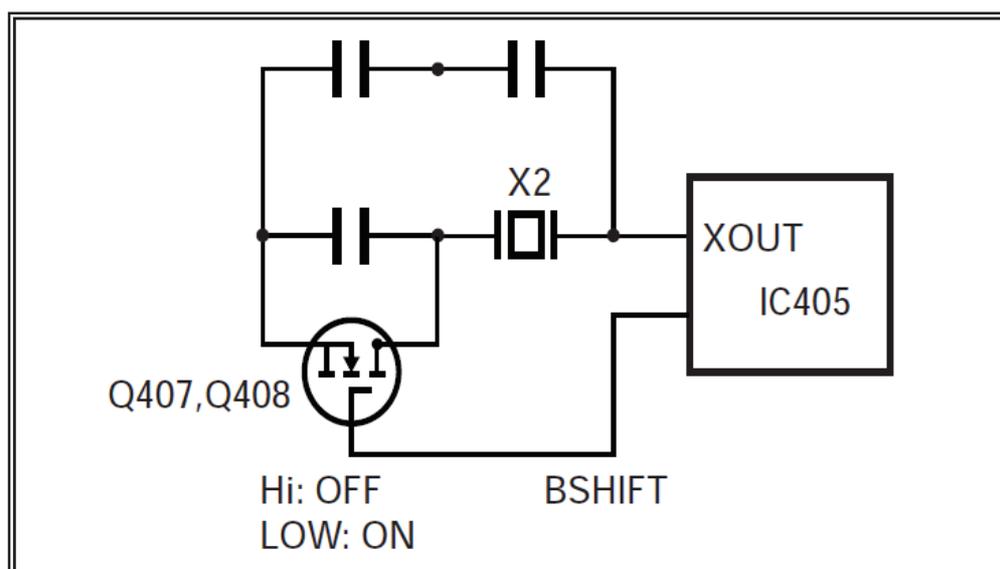


Fig. 1.28 Circuito de Desplazamiento de Frecuencia ¹⁶

6.2 Circuito de Memoria

Circuito de memoria consiste en la CPU (IC405) y una memoria EEPROM (IC406). Una EEPROM que tiene una capacidad de 64kbits que contiene el programa de control del transceptor para la CPU y datos tales como canales del transceptor y características de funcionamiento.

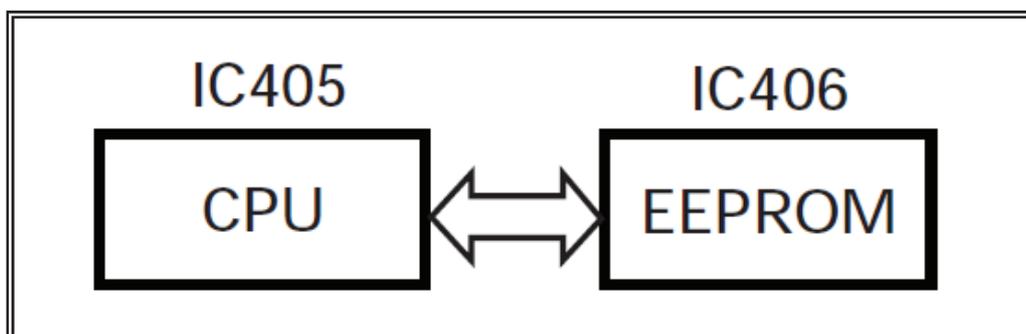


Fig. 1.29 Circuito de Memoria ¹⁶

6.3 Advertencia de Batería Baja

El voltaje de la batería se comprueba mediante el microprocesador. El transceptor genera un tono de advertencia cuando cae por debajo del voltaje de advertencia que se muestra en la tabla.

(1) El LED rojo parpadea cuando el voltaje de la batería cae por debajo de la tensión (1) que se muestra en la tabla durante la transmisión.

Nota:

El transceptor comprueba el voltaje de la batería durante la recepción, incluso cuando en la FPU, la función de estado de advertencia de batería está ajustado a "On TX" (ajuste predeterminado).

Sin embargo, el LED no parpadea durante la recepción. Durante la transmisión el LED parpadea para generar el tono de advertencia de un voltaje de la batería baja.

(2) El transceptor detiene inmediatamente al transmisión cuando el voltaje de la batería cae por debajo de la tensión (2) como se muestra en la tabla.

	Ni-Cd Battery	Ni-MH Battery
(1)	6.2[V]	6.2[V]
(2)	5.9[V]	5.9[V]

Fig. 1.29 Advertencia de Batería Baja ¹⁶

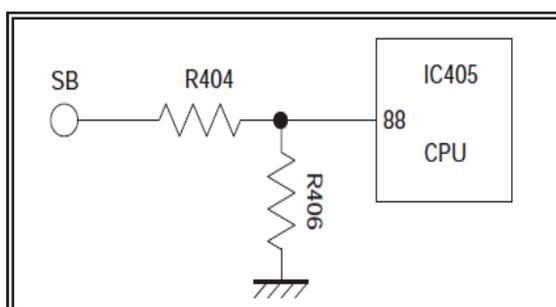


Fig. 1.30 Advertencia de Batería Baja ¹⁶

7. Sistema de Control

Teclas y circuito selector de canales. La señal de teclas y selector de canales directamente al microprocesador.

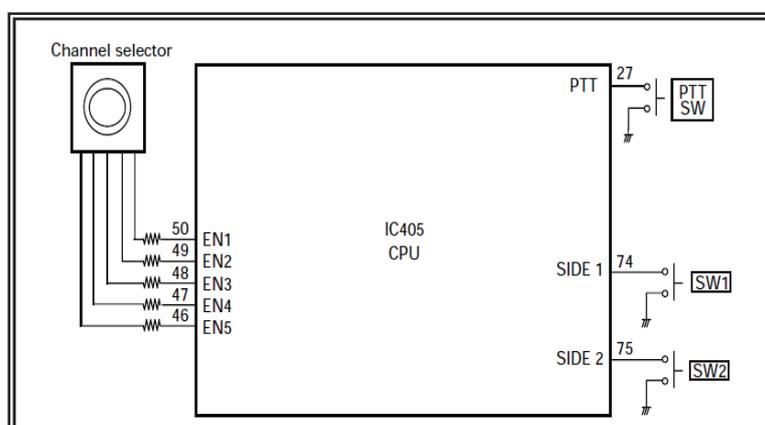


Fig. 1.31 Sistema de Control ¹⁶

1.3.5 Duplexor

Dispositivo que permite que un emisor y un receptor (repetidor) funcionen acoplados simultáneamente a una misma antena. El duplexor deja que la energía de Radio Frecuencia circule de la antena al receptor y del emisor a la antena.

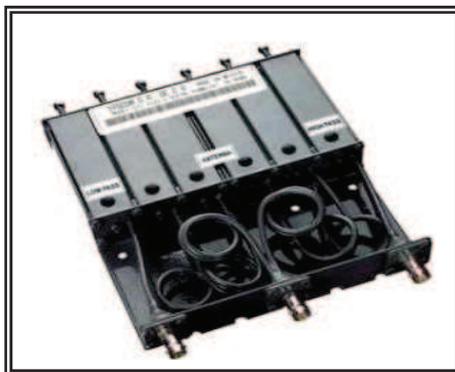


Fig. 1.32 Duplexor ¹⁰

Es tipo de dupexor es de 6 cavidades con rangos frecuencia 440 – 470, 470 – 490 y 490 - 520 MHz; potencia máxima entrada de 50 W; Impedancia 50 ohm y opera en un rango temperatura -30°C – +60° C.

1.3.6 Antena

Una antena es un dispositivo diseñado con el objetivo de emitir o recibir ondas electromagnéticas. Una antena transmisora transforma voltajes en ondas electromagnéticas, y una receptora realiza la función inversa.

Existe una gran diversidad de tipos de antenas, dependiendo del uso a que van a ser destinadas. En unos casos deben expandir en lo posible la potencia radiada, es decir, no deben ser directivas (ejemplo: una emisora de radio comercial, una estación base de teléfonos móviles, un sistema de radio comunicaciones de taxis por ejemplo), otras veces deben serlo para canalizar la potencia en una dirección y no interferir a otros servicios (antenas entre estaciones de radioenlaces). Las características de las antenas dependen de la relación entre sus dimensiones y la longitud de onda de la señal de radiofrecuencia transmitida o recibida. Si las dimensiones de la antena son mucho más pequeñas que la longitud de onda las antenas se denominan elementales, si tienen dimensiones del orden de media longitud de onda se llaman resonantes, y si su tamaño es mucho mayor que la longitud de onda son directivas.

Tipos de Antenas



Fig. 1.33 Yagi ⁷



Fig. 1.34 Parabólica de rejillas⁷

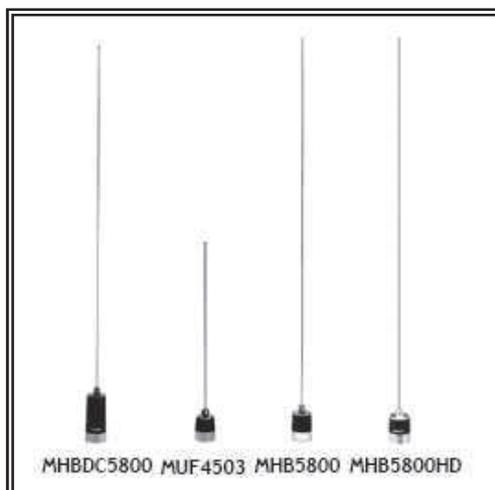


Fig.1.35 Tipo Látigo⁷



Fig. 1.36 Tipo 4 Dipolos Offset⁷

Como se indica en lo anterior existen una gran variedad de antenas dependiendo de las necesidades del sistema ya sea en enlace punto o multipunto o también en sistemas en la cual se requiera cubrir una área determinada.

Especificaciones técnicas de las antenas.

Antena Tipo Yagi			
Rango de operación	Ganancia	Potencia máxima	Impedancia
450-512 MHZ	6 dB	300 vatios	50 Ohms

Antena Tipo Parabólica			
Rango de operación	Ganancia	Potencia máxima	Impedancia
4,94-5,85 GHZ	30 dB	100 vatios	50 Ohms

Antena Tipo látigo			
Rango de operación	Ganancia	Potencia máxima	Impedancia
300-512 MHZ	5 dB	200 vatios	50 Ohms

Antena tipo 4 dipolos			
Rango de operación	Ganancia	Potencia máxima	Impedancia
30-512 MHZ	9 dB	250 vatios	50 Ohms

1.3.7 Batería

Batería eléctrica, acumulador eléctrico o simplemente acumulador, se le denomina al dispositivo que almacena energía eléctrica, usando procedimientos electroquímicos y que posteriormente la devuelve casi en su totalidad; este ciclo puede repetirse por un determinado número de veces. Se trata de un generador eléctrico secundario; es decir, un generador que no puede funcionar sin que se le haya suministrado electricidad previamente mediante lo que se denomina proceso de carga.



Fig. 1.37 Batería Eléctrica ¹¹

Este tipo de baterías tienen una particularidad que son libre de mantenimiento ya que su lugar de trabajo son sitios alejados o de difícil

acceso, estas baterías utilizadas en sistema de comunicación son de 12 voltios y 90 amperios hora.

1.3.8 Carga Baterías.

Un cargador de baterías es un dispositivo utilizado para suministrar la corriente eléctrica o tensión eléctrica que almacenará una pila recargable o batería.



Fig. 1.38 Carga Baterías ¹²

1.3.9 LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

La línea de transmisión es un cable que conduce la señal del transmisor hasta la antena. Esta línea o conductor debe tener características especiales, con el fin de que las señales de radio sean transmitidas en forma eficiente. En las líneas de transmisión para los equipos de radiocomunicaciones se utiliza cable coaxial.

Se recomienda que el cable coaxial sea de óptima calidad, de 50 ohmios de impedancia, RG-58U, ver (Fig.1.40 a, b), flexible, lo que permite que haya transferencia máxima de energía entre el radio y la antena.

La longitud debe ser lo más corta posible, aunque si se requiere, puede tener hasta 30 metros, sin que esto afecte la potencia del equipo, ni altere los enlaces.



Fig.1.39 Conector PL – 259 macho⁸

RG 58 U

VISTA PERSPECTIVA (Corte por capas)

RG 58 U
VISTA PERSPECTIVA

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

- a Conductor central**
Alambre único de cobre rojo recocido de 0,90 mm de diámetro ± 0,01 mm.
- b Dieléctrico**
Polietileno de baja densidad compacto (PEBC) de 2,95 mm de diámetro ± 0,5 mm.
- c Blindaje**
Malla trenzada de alambres de cobre rojo formada por dieciséis husos de seis alambres de 0,15 mm (16 x 6 x 0,15) eficacia del blindaje 94 %.
- d Cubierta exterior**
(PVC) policloruro de vinilo flexible de 4,9 mm de diámetro ± 0,2 mm color negro, apto intemperie.
- e Marcación identificatoria**
Hecha con tintas para PVC a lo largo del cable con una separación no mayor a 20 cm. y de manera resistente al manipuleo.

Fig. 1.40a Cable Coaxial⁸

RG58U
CORTE TRANSVERSAL

- Aplicaciones**
Radiocomunicaciones, redes ethernet, internet inalámbrica
- Fraccionamiento**
Rollos de 100m o bobinas de 300 m

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Impedancia: 50 o 1hms
Capacidad: 101 pF/m
Velocidad nominal de propagación: 66 %
Tensión máxima: 1,9 Kv.

ATENUACION

Frecuencia en mhz	dB x 100 m
100	15
200	22
400	31
1000	53

Fig. 1.40b Cable Coaxial⁸

1.4 ESQUEMA DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA

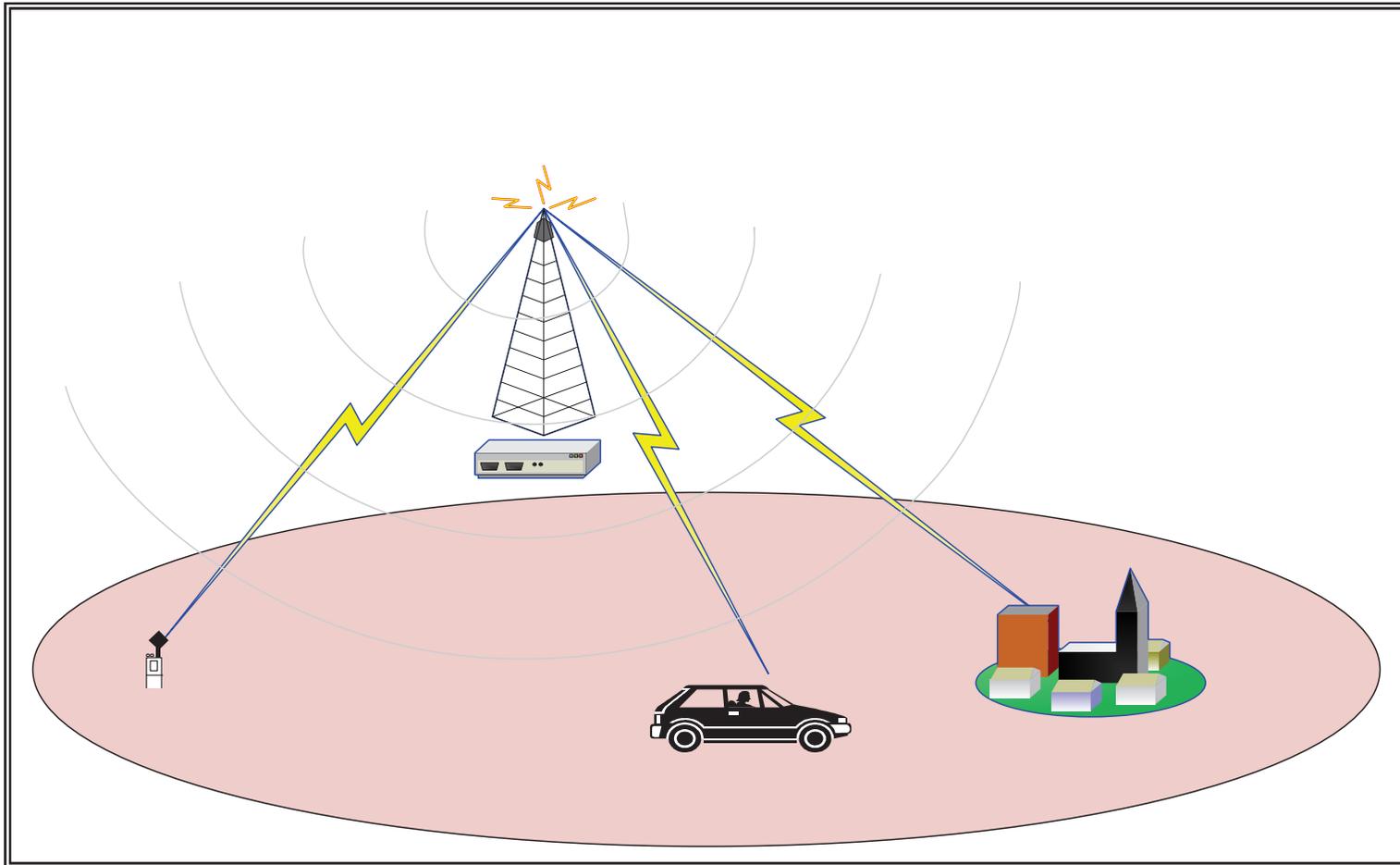


Fig. 1.41 Esquema de los Elementos del Sistema

1.5 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE RADIOCOMUNICACIÓN¹

Los sistemas se clasifican según la banda de frecuencias a utilizar.

VHF

UHF

1.5.1 BANDA DE FRECUENCIAS

RANGO DE FRECUENCIAS		
SISTEMAS UHF		
<i>Separación</i>	<i>Enlaces</i>	
5 MHZ	360 -370	MHZ
	430 – 440	MHZ
<i>Semiduplex</i>		
5 MHZ	440 – 450	MHZ
6 MHZ	488 – 512	MHZ
<i>Simplex</i>		
	482 – 488	MHZ
SISTEMAS VHF		
<i>Separación</i>	<i>Enlaces</i>	
1 MHZ	235 – 245	MHZ
<i>Semiduplex</i>		
1 MHZ	141 – 142	MHZ
	148 – 149	MHZ
	160 – 161	MHZ
5 MHZ	150 – 155	MHZ
<i>Simplex</i>		
	140,6 - 149	MHZ
	155 – 160	MHZ
	163 – 173	MHZ

Nota: el rango de 450 - 480, no está disponible

Tabla. 1.1 Banda de Frecuencias

¹ Reglamento y Norma Técnica para los sistemas de Comunales de Explotación. Título I. Capítulo I. Resolución No. 265-13-CONATEL-2000

1.5.2 Modalidad de Operación

- *Simplex*
- *Semiduplex*
- *Full duplex*

1.5.2.1 Modo Simplex

El modo simplex emplea una sola frecuencia tanto para transmitir como para recibir, en un sentido a la vez.

1.5.2.2 Modo Semiduplex

Emplea el modo simplex en un extremo del circuito de radio-comunicaciones y duplex en el otro extremo. La comunicación entre las fijas, móviles y portátiles se realizará a través del repetidor, el repetidor se activará cuando detecte una señal en su frecuencia de recepción y transmitirá en su frecuencia de transmisión a través de una sola antena esto es posible gracias al duplexor.

1.5.2.3 Modo Full Duplex

La transmisión full-duplex (fdx) permite transmitir en ambas direcciones, simultáneamente por el mismo canal. Existen dos frecuencias: una para transmitir y otra para recibir. Ejemplos de este tipo abundan en el terreno de las telecomunicaciones, el caso más típico es la telefonía, donde el transmisor y el receptor se comunican simultáneamente utilizando el mismo canal, pero usando dos frecuencias.

1.6 REQUISITOS PARA LA CONCESIÓN DE FRECUENCIAS

- *Previo a la obtención de frecuencias el concesionario debe presentar la siguiente documentación.*

- *Solicitud dirigida al señor Secretario Nacional de Telecomunicaciones, detallando el tipo de servicio al que aplica; e incluir el nombre y la dirección del representante legal.*
- *Copia de la cédula de identidad notariada del representante legal.*
- *Copia papeleta de votación del representante legal notariado.*
- *RUC de la empresa.*
- *Fe de ingreso en el Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas, este documento se le obtiene presentando una copia del estudio técnico en el Departamento de Telecomunicaciones del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas.*
- *Contratos de arrendamiento notariado de infraestructura donde se instalará el repetidor.*
- *Escritura de constitución y reformas de la compañía_ respectivamente notariada e inscrita en el registro mercantil.*
- *Certificado de no adeudar emitido por la SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES.*
- *Certificado de no adeudar emitido por la SECRETARIA NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES.*
- *Certificado de la SUPERINTENDENCIA DE COMPAÑÍAS.*
- *Nombramiento o poder del Representante Legal notariada.*
- *Copia de Licencia profesional del responsable técnico.*
- *Estudio Técnico de Ingeniería, ver (anexo 1)*
- *Formulario RC- 1A firmado por Representante Legal y Responsable Técnico*
- *Resto de formularios (numerados)*

- *Gráfico de coberturas*
- *Perfiles*
- *Formularios RC-15A firmados por Representante Legal y Responsable Técnico*
- *Anexos*
- *Antenas*
- *Equipos*

1.7 TARIFAS PARA LA CONCESIÓN DE FRECUENCIAS²

Para obtener la concesión de un par de frecuencias es necesario realizar los pagos de derechos de concesión, como también conocer el valor a pagar mensualmente por el uso del par de frecuencias.

1.7.1 VALOR MENSUAL

La fórmula a utilizar es la siguiente:

*T (US \$) = $K_a * \alpha_2 * \beta_2 * A * F_p$ (refiérase: Reglamento de Derechos por Concesión y Tarifas por uso de frecuencias del espectro Radioeléctrico. Resolución No. 485 – 20 – CONATEL – 2003. Capítulo I, II, III)*

Donde:

T (US \$) = Tarifa mensual en dólares de los Estados Unidos de América, por frecuencia asignada.

K_a = factor de ajuste.

α_2 = Coeficiente de valoración del espectro para el servicio fijo móvil terrestre en las bandas sobre 30 MHz, de acuerdo a la tabla 1.2 (ver página 52)

²Reglamento de Derechos por Concesión y Tarifas por uso de frecuencias del espectro Radioeléctrico. Resolución No. 485 – 20 – CONATEL – 2003. Capítulo I, II, III

β_2 = Coeficiente de corrección para el servicio fijo móvil terrestre sobre 30 MHz

A = Anchura de banda de la frecuencia asignada, en KHz.

F_p = Factor de propagación, de acuerdo a las tablas 1.3 hasta la 1.6 (ver página 52, 53)

1.7.2 Derechos de Concesión:

La fórmula a utilizar es la siguiente:

$D_c = T(\text{US \$}) * T_c * F_{cf}$ (refiérase: Reglamento de Derechos por Concesión y Tarifas por uso de frecuencias del espectro Radioeléctrico. Resolución No. 485 – 20 – CONATEL – 2003. Capítulo I, II, III)

Donde:

D_c = Valor Derecho de concesión.

$T(\text{US \$})$ = Tarifa mensual por uso de frecuencias del espectro radioeléctrico en dólares de los Estados Unidos de América correspondiente al Servicio y al Sistema en consideración.

T_c = Tiempo de concesión. Valor en meses de la concesión a otorgarse al respectivo servicio y sistema.

F_{cf} = Factor de concesión de frecuencias, de acuerdo a la Tabla 1.7 (ver página 54)

SERVICIO FIJO Y MÓVIL EN BANDAS ENTRE 30 Y 960 MHz³

Banda de Frecuencias (MHz)	Coeficiente α_2 Comunales de Explotación, Móviles Privados
30 < f ≤ 300 MHz	0.736521808
300 < f ≤ 512 MHz	2.602532416
614 < f ≤ 960 MHz	-

Tabla. 1.2 Coeficiente de Valoración del Espectro para la Banda entre 30 y 960 MHz³

Altura efectiva (m)	0<H<=400	400<H<=600	600<H<=800	H>800
Potencia (W)				
0<P<=10	0.307152	0.451022	0.593715	0.664762
10<P<=15	0.460728	0.676534	0.890572	0.997143
15<P<=20	0.614304	0.902045	1.187429	1.329524
20<P<=25	0.767880	1.127556	1.484287	1.661905
25<P<=30	0.921456	1.353067	1.781144	1.994286
P>30	1.075032	1.578570	2.078004	2.326667

Tabla. 1.3 Valores del Factor de Propagación (F_p) en la Banda 30 -300 Mhz ($G \leq 6$ dBd))³

Altura efectiva (m)	0<H<=400	400<H<=600	600<H<=800	H>800
Potencia (W)				
0<P<=10	0.612849	0.899908	1.184617	1.326374
10<P<=15	0.919273	1.349862	1.776925	1.989562
15<P<=20	1.225697	1.799816	2.369233	2.652749
20<P<=25	1.532122	2.249770	2.961541	3.315936
25<P<=30	1.838546	2.699724	3.553850	3.979123
P>30	2.144971	3.149679	4.146158	4.642310

Tabla. 1.4 Valores del Factor de Propagación (F_p) en la Banda 30 -300 Mhz ($G > 6$ dBd))³

Altura efectiva (m)	0<H<=400	400<H<=600	600<H<=800	H>800
Potencia (W)				
0<P<=15	0.102656	0.150741	0.198431	0.222177
15<P<=20	0.136875	0.200988	0.264575	0.296236
20<P<=25	0.171094	0.251235	0.330719	0.370295
25<P<=30	0.205313	0.301482	0.396863	0.444354
30<P<=35	0.239531	0.351728	0.463007	0.518412
>35	0.273750	0.401975	0.529150	0.592471

Tabla. 1.5 Valores del Factor de Propagación (F_p) en la Banda 300 -512 Mhz ($G \leq 6$ dBd))³

³Reglamento de Derechos por Concesión y Tarifas por uso de frecuencias del espectro Radioeléctrico. Resolución No. 485 – 20 – CONATEL – 2003. Anexo 1, 2, 7

Altura efectiva (m)	0<H<=400	400<H<=600	600<H<=800	H>800
Potencia (W)				
0<P<=15	0.204826	0.300767	0.395923	0.443301
15<P<=20	0.273102	0.401023	0.527897	0.591068
20<P<=25	0.341377	0.501279	0.659871	0.738835
25<P<=30	0.409653	0.601535	0.791845	0.886602
30<P<=35	0.477928	0.701791	0.923820	1.034369
>35	0.546204	0.802046	1.055794	1.182136

Tabla. 1.6 Valores del Factor de Propagación (F_p) en la Banda 300 -512 Mhz
($G>6$ dBd)³

Servicio	Factor de Concesión de Frecuencias
Fijo y Móvil – (Bajo 30 MHz)	0.021024
Fijo y Móvil – (Sobre 30 MHz VHF 30-300 MHz)	0.022120
Fijo y Móvil – (Sobre 30 MHz UHF 300-512 MHz)	0.028500
Fijo y Móvil – (Sistema Buscapersonas Unidireccional VHF 137 – 300 MHz)	0.0070616
Fijo y Móvil – (Sistema Buscapersonas Unidireccional UHF 300 – 512 MHz)	0.00711968
Fijo y Móvil – (Sistema Buscapersonas Unidireccional UHF 614 – 960 MHz)	0.00710696
Fijo y Móvil – (Sistema Buscapersonas Bidireccional UHF 614 – 960 MHz)	0.00710696
Fijo y Móvil – (Sistema Troncalizado UHF 400 MHz)	0.49407115
Fijo y Móvil – (Sistema Troncalizado UHF 400 MHz)	0.50403226
Fijo (Enlaces punto-punto 0<f<=1 GHz)	0.054194
Fijo (Enlaces punto-punto 1<f<=5 GHz)	0.0330652
Fijo (Enlaces punto-punto 5<f<=10 GHz)	0.0312929
Fijo (Enlaces punto-punto 10<f<=15 GHz)	0.0295017
Fijo (Enlaces punto-punto 15<f<=20 GHz)	0.0294794
Fijo (Enlaces punto-punto 20<f<=25 GHz)	0.0290454
Fijo (Enlaces punto-punto f>25 GHz)	0.0290191
Fijo y Móvil por Satélite	0.0555096
Fijo (Enlaces punto-multipunto) (Multiacceso)	0.0477714

Tabla. 1.7 Factor de Concesión de Frecuencias para los Diferentes Servicios³

³Reglamento de Derechos por Concesión y Tarifas por uso de frecuencias del espectro Radioeléctrico.
Resolución No. 485 – 20 – CONATEL – 2003. Anexo 1, 2, 7

1.7.3 Cálculo de Tarifas.

CERRO MOJANDA			
RANGO DE FRECUENCIAS	300 - 512 MHz		
ALTURA EFECTIVA DE ANTENA	405 metros		
POTENCIA DE SALIDA	25 W		
TARIFAS MENSUAL POR USO DE FRECUENCIAS		$T(\$) = K_a \times a_2 \times B_2 \times A \times F_p$	
Factor de ajuste por inflación (Ka)	1	Mensualidad T(US\$) =	16,3074356
Coef. De valoración del espectro (a2)	2,602532416	Los 16,307 dólares americanos es el valor a cancelar mensualmente por la concesión de frecuencias.	
Coef. De corrección (B2)	1		
Ancho de Banda (A)	12,5		
Factor de Propagación (Fp), tabla 5	0,501279		
DERECHOS DE CONCESIÓN		$D_c = T_t \times T_c \times F_c f$	
Tarifa mensual total por uso de frec. (Tt)	16,31	Dc =	27,89
Valor en meses de la concesión (Tc)	60	Este valor se cancela previo a la firma de contrato de concesión y por una sola vez.	
Factor de Concesión de Frec. (Fcf)	0,02850		
Factor de Concesión de Frec. (Fcf) UHF		0,0850	
Factor de Concesión de Frec. (Fcf) VHF		0,0220	

Tabla. 1.8 Cálculo de Tarifas

1.7.4 Resumen del Cálculo de los Valores a Cancelar.

El cálculo del valor a cancelar mensualmente depende del rango de frecuencia en que operará el sistema, en este caso será 300 – 512 MHz, de la misma forma se tiene que tener en cuenta la altura efectiva de la antena, este dato se obtiene del estudio técnico es decir de las alturas de cada uno de los radiales, en este caso la altura efectiva es igual a 405 m, y finalmente un dato importante es la potencia con la que el repetidor estará operando el sistema que será 25 vatios, entonces una vez obtenidos estos 3 valores se puede encontrar el factor de propagación [FP] igual a 0,501279 de la tabla 1.6 ver (pág. 53), el ancho de banda que se utiliza en el cálculo es igual 12,5 KHz, Los valores de K_a [factor de ajuste] = 1, α^2 [Coeficiente de valoración del espectro] = 2,602532416 y β^2 [Coeficiente de corrección para el servicio fijo móvil terrestre] = 1.

*Ya con toda la información necesaria para el cálculo se utiliza la siguiente fórmula $[T \text{ (US \$)} = K_a * \alpha^2 * \beta^2 * A * F_p]$ que no es más que la multiplicación de los datos antes mencionados.*

Como se indica en la tabla anterior ref. (1.8 cálculo de tarifas) existe un valor a pagar que es por derechos de concesión, este valor depende de la tarifa mensual ya obtenida previamente y también se necesita los datos de T_c [Tiempo de concesión] y F_{cf} [Factor de concesión de frecuencias], de acuerdo a la Tabla 1.7 ver (pág. 54), los valores de T_c y F_{cf} son fijos e iguales a 60 meses y 0.02850 respectivamente.

El pago de derechos de concesión se lo realizará una sola vez previo a la firma de contrato en el Departamento Jurídico de la SENATEL.

CAPÍTULO II

2.1 ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LA UBICACIÓN DEL REPETIDOR

El objetivo es la Ciudad de Cayambe, la Compañía de Camionetas “Los Andes” operará en dicha Ciudad. El Cerro Mojanda es un lugar óptimo para la instalación del Repetidor ya que desde este punto se visualiza toda la Ciudad de Cayambe, se tiene una altura sobre el nivel de mar de 3440 [metros], la Ciudad de Cayambe está a 2833 msnm, las coordenadas del punto [cerro Mojanda] son latitud = $0^{\circ} 6' 13.00''$ No rte y longitud = $78^{\circ} 13' 33.00''$ Oeste, además se cuenta con la red de energía eléctrica que es un recurso muy importante para la funcionalidad del sistema.

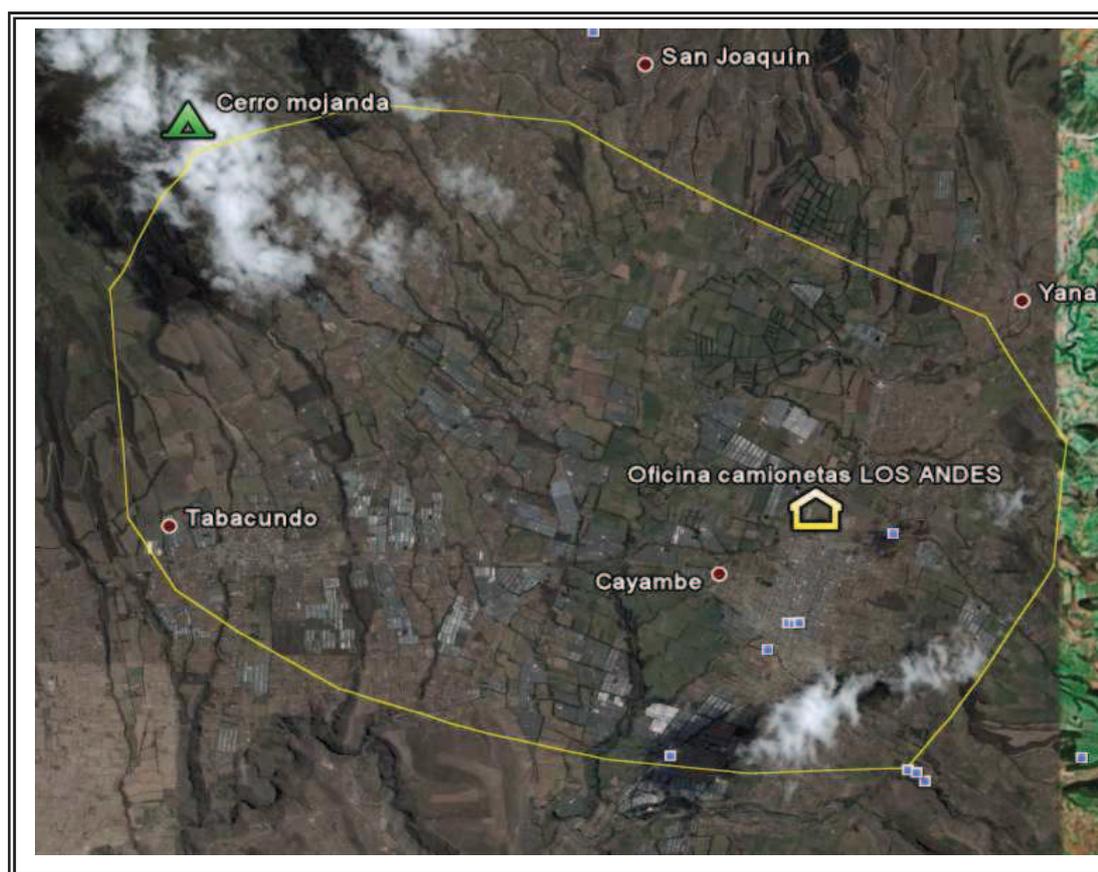


Fig. 2.1 Cerro Mojanda

Para la obtención de una señal óptima se utiliza una antena de 4 dipolos offset con la finalidad de enfocar todo el lóbulo de radiación hacia la ciudad

de Cayambe, cabe mencionar que el área ubicada a espaldas de la antena son montañas donde no se necesita cobertura, por esta razón la antena estará direccionada hacia la mencionada ciudad, así se estará utilizando toda la potencia en el área objetivo.

2.2 MAPA IDENTIFICANDO EL CERRO MOJANDA

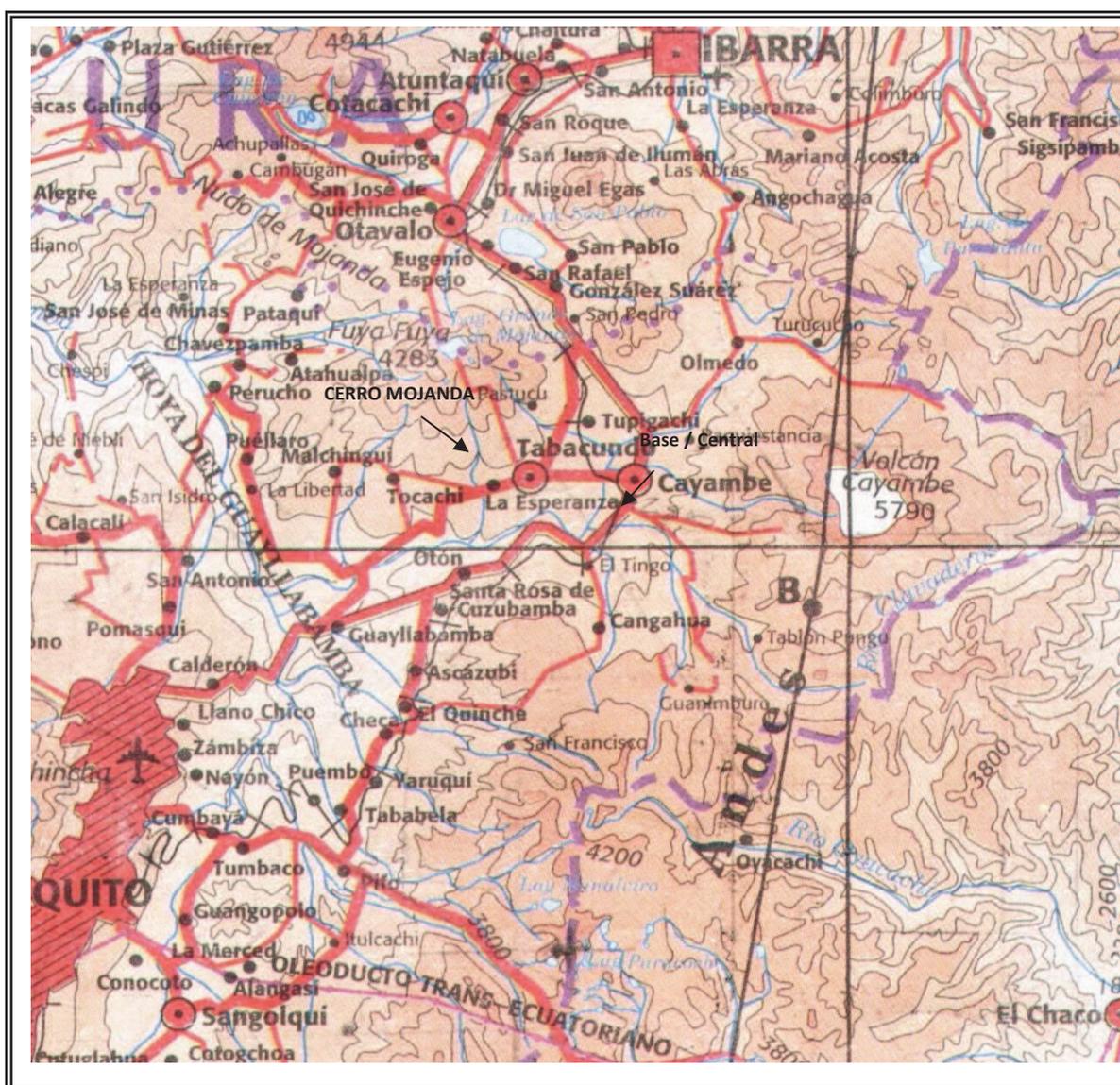


Fig. 2.2 Mapa de la Zona del Cerro Mojanda

También se instalará una estación fija en la ciudad de Cayambe, la misma que será la base / central de la Compañía.

Las frecuencias que se utilizarán específicamente son TX = 490,81250 MHz y RX= 496,81250 MHz, con una separación de 6,0 MHz

2.3 DATOS DE LA UBICACIÓN DEL REPETIDOR Y ESTACIÓN FIJA.

A continuación se presenta un cuadro con información necesaria para elaboración de estudio técnico, las coordenadas geográficas de latitud y longitud se las obtienen mediante un GPS o con ayuda del programa Google Earth estos dos valores que nos permiten identificar el lugar exacto donde se instalarán los equipos.

Provincia	Cantón	Dirección	Coordenadas		Altitud
			Latitud	Longitud	[msnm]
<i>Pichincha</i>	<i>Pedro Moncayo</i>	<i>Cerro Mojanda</i>	<i>0°6'13.00" N</i>	<i>78°13'33.00" W</i>	<i>3440</i>
<i>Pichincha</i>	<i>Cayambe</i>	<i>Av. Víctor Cartagena y Mariana de Jesús</i>	<i>00°03'00" N</i>	<i>78°08'38" W</i>	<i>2833</i>

Tabla. 2.1 Ubicación del Repetidor y Estación Fija

2.4 PERFIL TOPOGRÁFICO.

Según el formato de la SENATEL se toma medidas en los radiales desde 0° a 360° con una separación de 30°, como se muestra a continuación.



Fig. 2.3 Perfil Topográfico

2.5 ANÁLISIS DEL ÁREA DE COBERTURA CON LOS RESPECTIVOS PERFILES.

Para graficar los perfiles de cada radial se procede a obtener los valores de alturas en tramos, el primer tramo es de 0 km a 15 km con separación de 1km, el segundo tramo es de 15 km a 70 km con separación de 5 km, para la medición se utiliza el Google Earth, una herramienta muy importante para la medición de alturas.

Como se muestra en la siguiente tabla se tiene una sección de los datos tomados en color rojo, esta información de color rojo serán utilizados para el cálculo de la altura efectiva de la antena.

Dist. (Km)	Altura (m)											
	AZIMU T 0°	AZIMUT 30°	AZIMUT 60°	AZIMUT 90°	AZIMUT 120°	AZIMUT 150°	AZIMUT 180°	AZIMUT 210°	AZIMUT 240°	AZIMUT 270°	AZIMUT 300°	AZIMUT 330°
0	3440	3440	3440	3440	3440	3440	3440	3440	3440	3440	3440	3440
1	3640	3600	3480	3360	3300	3400	3440	3420	3600	3760	3760	3520
2	3880	3580	3400	3280	3200	3200	3200	3280	3520	3500	3860	3600
3	3720	3585	3320	3200	3060	3100	3120	3240	3520	3840	3840	3900
4	3600	3500	3240	3100	3000	3000	3020	3140	3320	3920	4120	3960
5	3500	3420	3160	3000	2900	2860	2940	3040	3440	3990	3800	3900
6	3240	3330	3148	2800	2800	2840	2840	2960	3340	3680	3960	4080
7	3000	3280	3200	2800	2811	2820	2800	2880	3340	3820	3850	3900
8	3000	3200	3600	2800	2786	2780	2780	2820	3284	3860	4260	3600
9	2840	3200	3880	2800	2780	2820	2720	2740	3000	3880	3700	3400
10	2720	2800	3700	2800	2800	2800	2600	2660	3040	3640	3350	3200
11	2640	3000	3900	2800	2800	2760	2520	2560	2960	3400	2900	3100
12	2640	3080	3680	2800	2800	2720	2680	2320	2800	3280	2850	3000
13	2640	3240	3680	3000	2900	2760	2840	2520	2740	3220	2500	3000
14	2700	3100	3320	3000	3000	2780	3020	2560	2760	2800	2340	3000
15	2700	3150	3160	3000	3040	2800	3140	2560	2650	2680	2500	3000
20	2400	3240	3200	3680	3760	3280	3480	2520	2440	2000	2760	2800
25	2400	2600	3800	3600	4040	3440	3400	2400	2480	2340	2600	3000
30	2200	3600	3440	3520	3900	3600	4000	2400	2760	1800	2280	3600
35	2200	3200	3000	3360	3280	3800	3800	2500	3000	2000	3080	3000
40	2400	3200	2600	3200	4080	3800	3800	2600	3600	2000	2400	3000
45	2500	2800	3200	3800	3520	3700	3600	2400	4200	2000	2200	2600
50	2450	2400	3600	3400	2920	3600	3700	2400	4400	1800	2000	2400
55	2400	2600	3800	3000	2320	3400	3400	2500	4200	1600	1800	2000
60	2300	2600	3600	2200	1480	3000	3600	2450	3600	1800	1800	1800
65	2200	3000	3400	1800	1600	3200	3600	2400	3400	1800	1800	1800
70	2200	3200	3400	1400	1800	3200	3700	2350	3400	1800	1600	1800

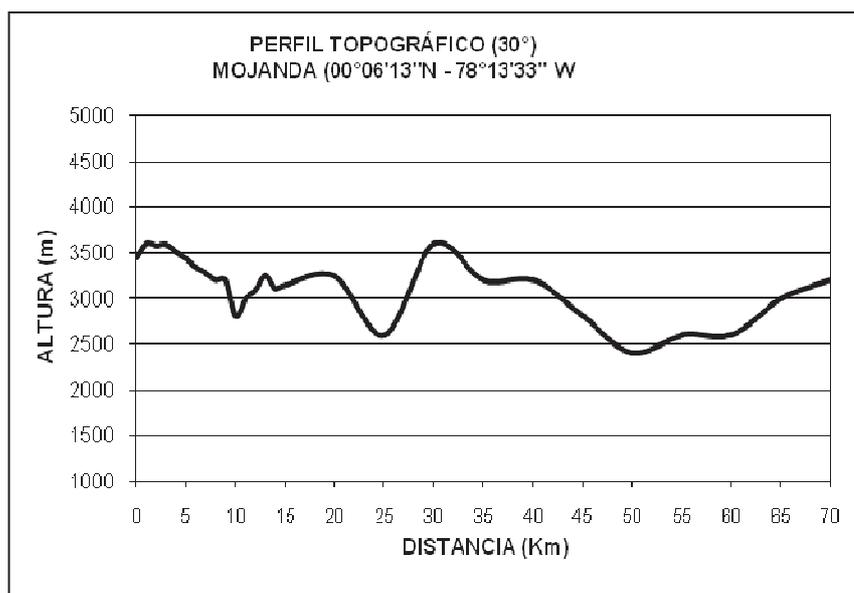
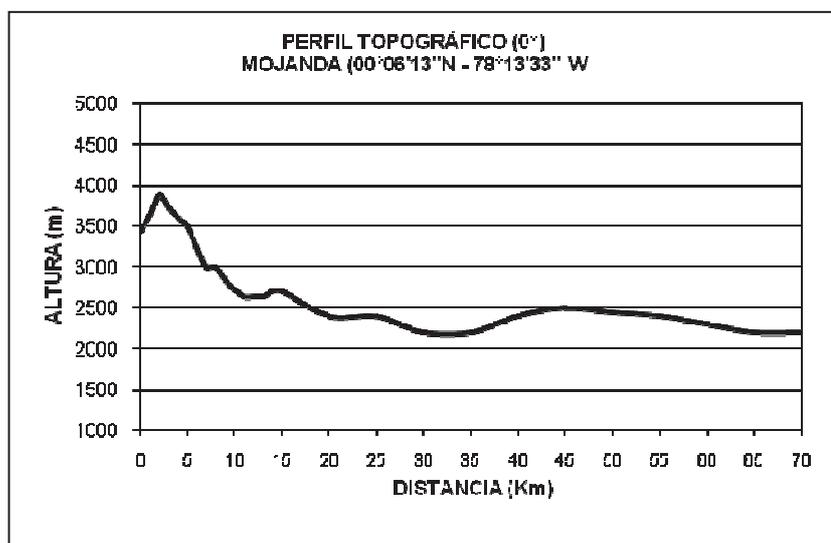
Tabla. 2.2 Altura

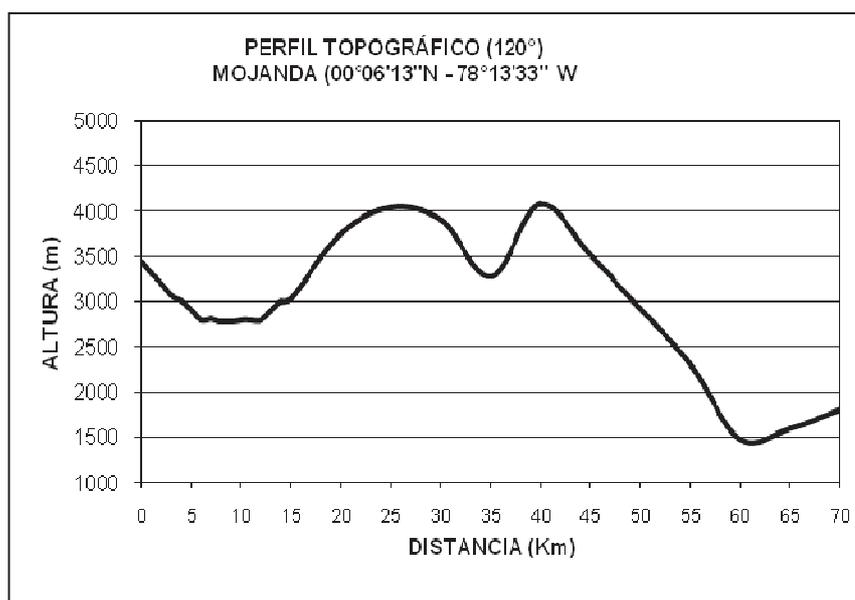
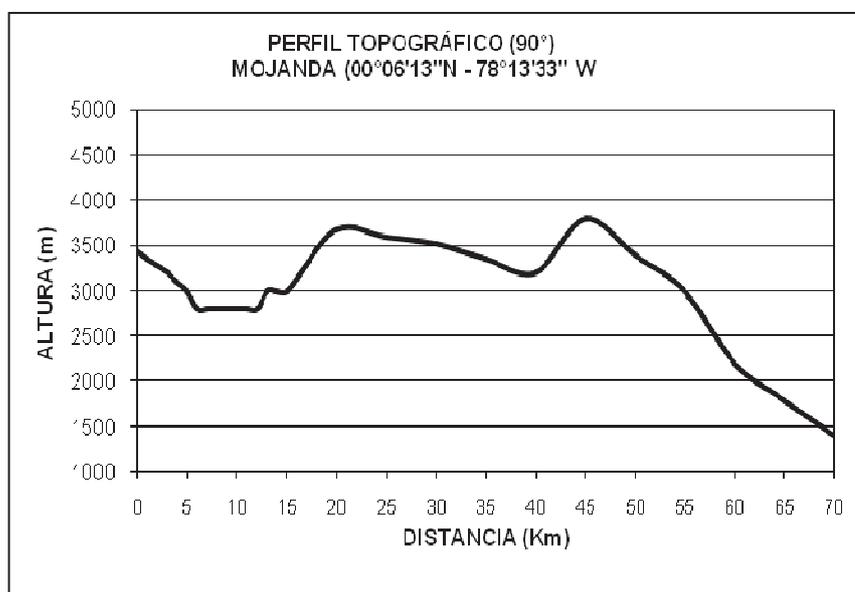
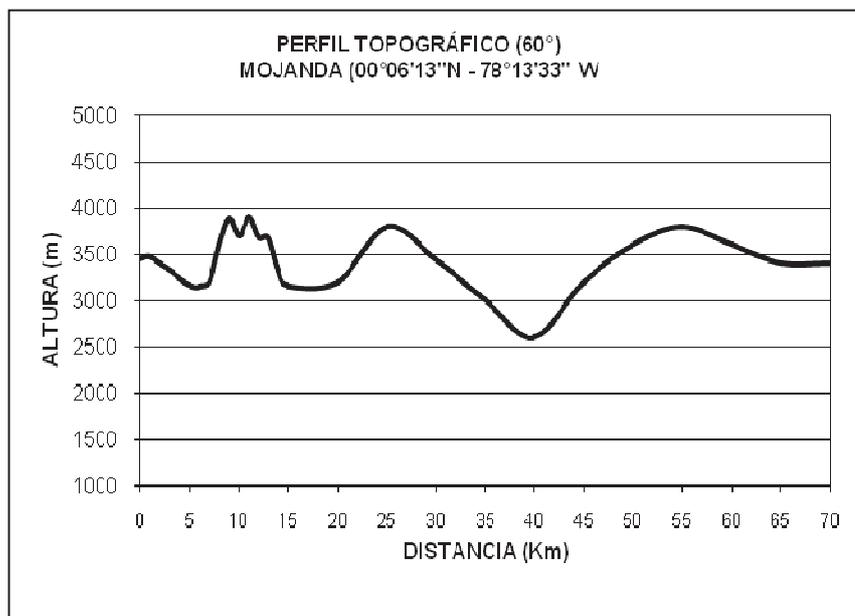
Una vez obtenidos los valores de alturas se procede a graficar los perfiles.

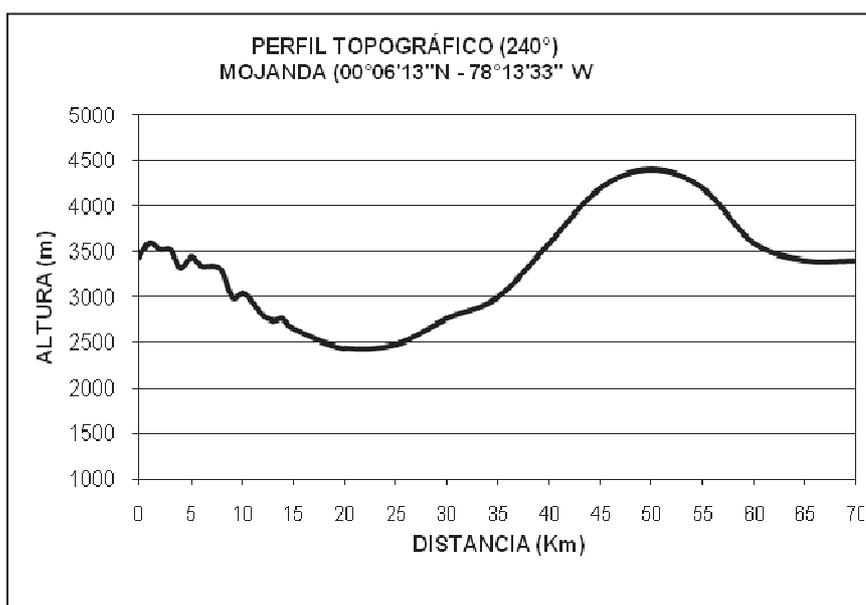
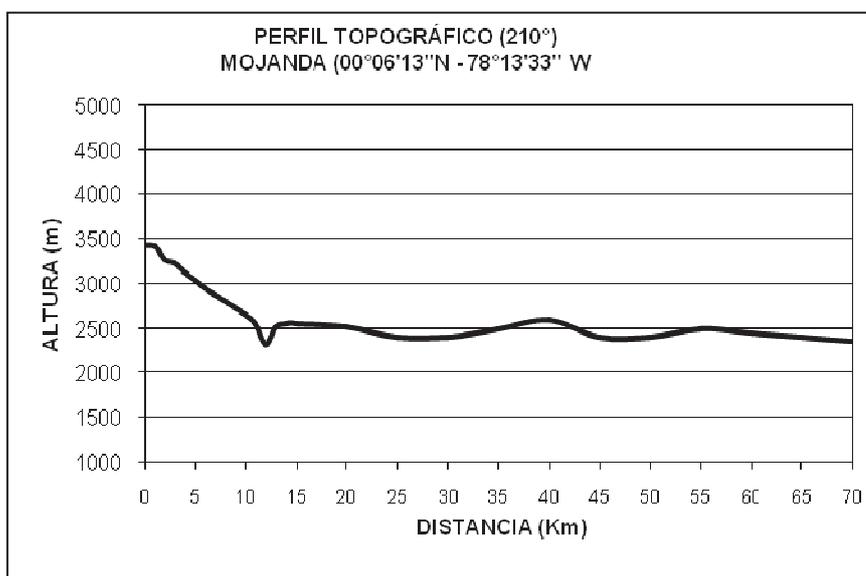
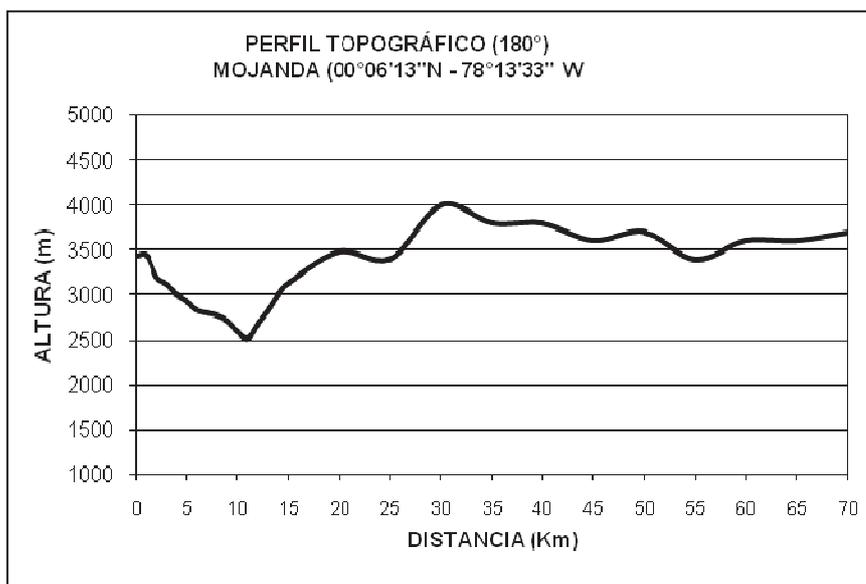
Para lo cual se utiliza Office Excel elaborando un cuadro en cual se gráfica la relación de la altura de cada perfil vs la distancia.

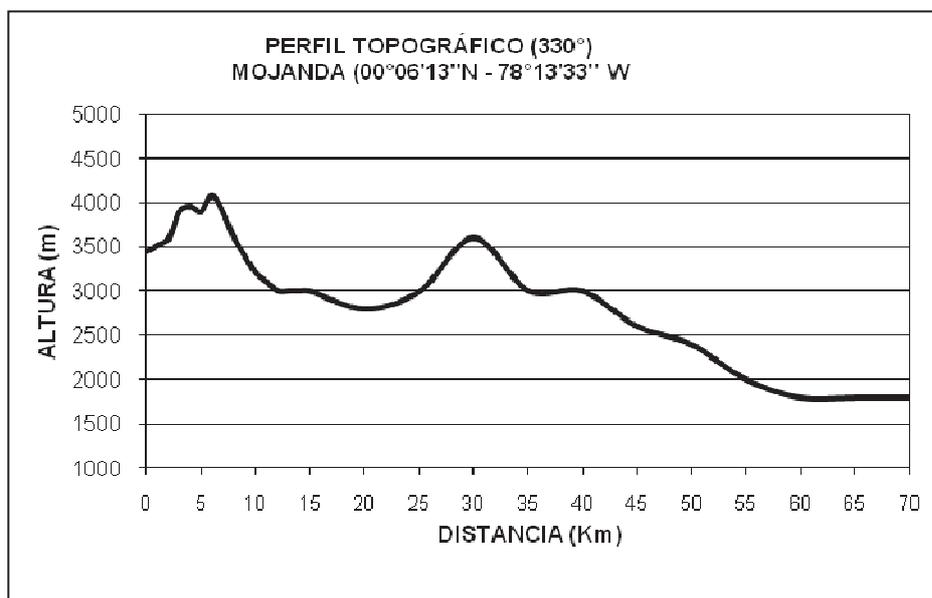
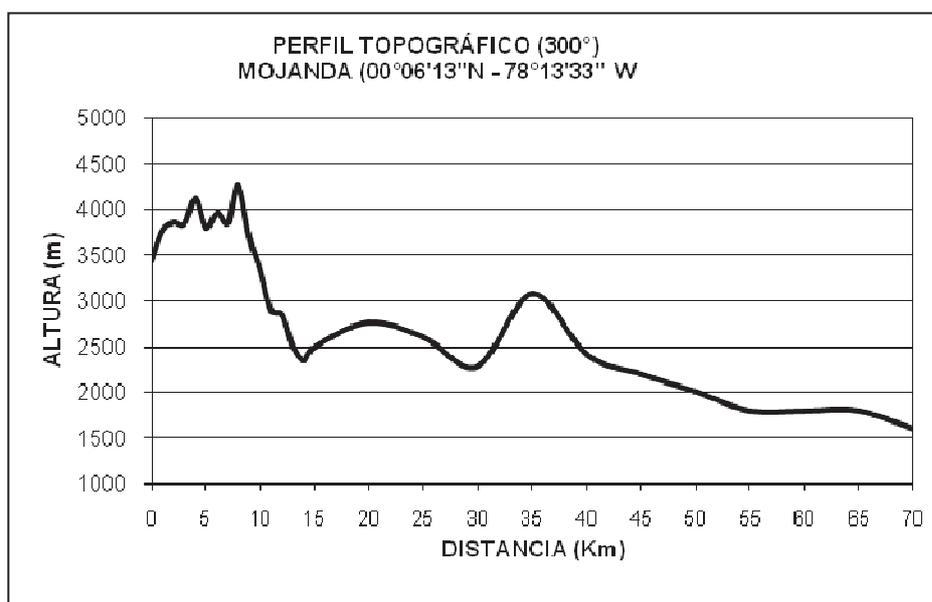
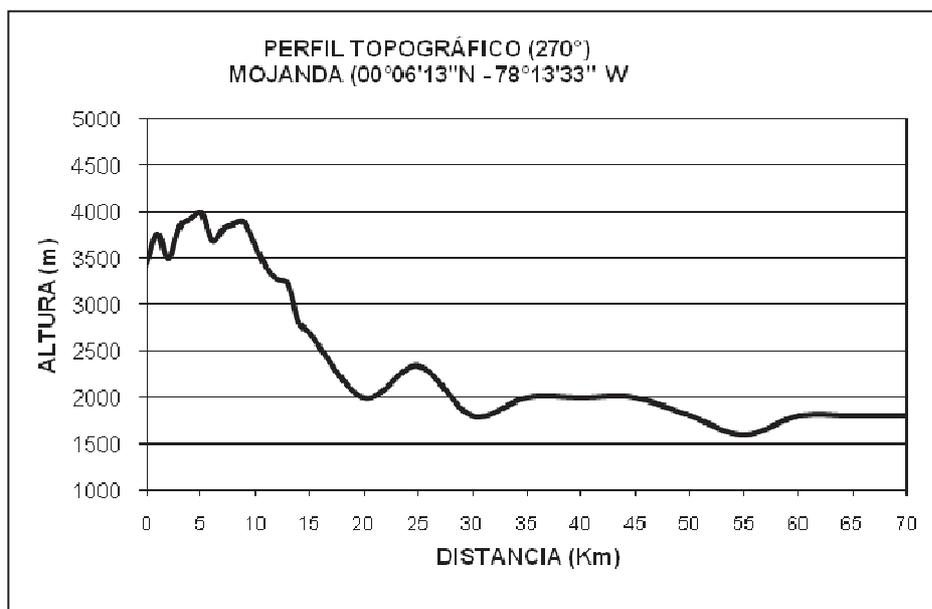
2.5.1 Gráficos (Perfiles)

Altura[m] vs Distancia [km]









Perfil topográfico 330°.

Como se puede observar los perfiles son una relación entre la altura del área y la distancia como máximo 70 km.

Específicamente el perfil del radial 330° indica que aproximadamente a unos 8 km de distancia desde el repetidor se tiene una buena señal del sistema ya que se tiene línea de vista pero a partir de este punto se tendrá disminución o pérdida total de la señal porque empieza una declinación pronunciada del sitio; basta observar la altura a los 8 km que es de 3600 mts y la altura a los 70 km que es de 1800 mts con lo cual a esta distancia la comunicación es nula.

2.6 CÁLCULO DE LA ALTURA EFECTIVA DE LA ANTENA DEL REPETIDOR.

UBICACIÓN DEL REPETIDOR	
SITIO	<i>Cerro Mojanda</i>
PROVINCIA	<i>Pichincha</i>
LATITUD	<i>00°06' 13" N</i>
LONGITUD	<i>78°13' 33" W</i>
ALTURA SOBRE EL NIVEL MAR	<i>3440 m</i>

Tabla. 2.3 Ubicación del Repetidor

ALTURA (s.n.m) DE LOS PUNTOS (hsmi) EN CADA RADIAL

Para completar la siguiente tabla se obtiene datos de la [tabla 2.2](#), desde el kilómetro 3 hasta el 15 que es necesario para el cálculo de la altura efectiva.

Radial vs d (Km)	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
3	3720	3585	3320	3200	3060	3100	3120	3240	3520	3840	3840	3900
4	3600	3500	3240	3100	3000	3000	3020	3140	3320	3920	4120	3960
5	3500	3420	3160	3000	2900	2860	2940	3040	3440	3990	3800	3900
6	3240	3330	3148	2800	2800	2840	2840	2960	3340	3680	3960	4080
7	3000	3280	3200	2800	2811	2820	2800	2880	3340	3820	3850	3900
8	3000	3200	3600	2800	2786	2780	2780	2820	3284	3860	4260	3600
9	2840	3200	3880	2800	2780	2820	2720	2740	3000	3880	3700	3400

10	2720	2800	3700	2800	2800	2800	2600	2660	3040	3640	3350	3200
11	2640	3000	3900	2800	2800	2760	2520	2560	2960	3400	2900	3100
12	2640	3080	3680	2800	2800	2720	2680	2320	2800	3280	2850	3000
13	2640	3240	3680	3000	2900	2760	2840	2520	2740	3220	2500	3000
14	2700	3100	3320	3000	3000	2780	3020	2560	2760	2800	2340	3000
15	2700	3150	3160	3000	3040	2800	3140	2560	2650	2680	2500	3000

Tabla. 2.4 Altura Sobre el Nivel de Mar en cada Radial

CÁLCULO ALTURA EFECTIVA PARA CADA RADIAL. Véase tabla 2.5.

$$H_{efi} = hca + hr - hsmi$$

Altura del centro geométrico de la antena repetidora (m):

$$hca = 12 \text{ metros}$$

Altura sobre el nivel del mar de la antena repetidora (m):

$$hr = 3440 \text{ metros}$$

Radial vs d (Km)	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
3	-268	-133	132	252	392	352	332	212	-68	-388	-388	-448
4	-148	-48	212	352	452	452	432	312	132	-468	-668	-508
5	-48	32	292	452	552	592	512	412	12	-538	-348	-448
6	212	122	304	652	652	612	612	492	112	-228	-508	-628
7	452	172	252	652	641	632	652	572	112	-368	-398	-448
8	452	252	-148	652	666	672	672	632	168	-408	-808	-148
9	612	252	-428	652	672	632	732	712	452	-428	-248	52
10	732	652	-248	652	652	652	852	792	412	-188	102	252
11	812	452	-448	652	652	692	932	892	492	52	552	352
12	812	372	-228	652	652	732	772	1132	652	172	602	452
13	812	212	-228	452	552	692	612	932	712	232	952	452
14	752	352	132	452	452	672	432	892	692	652	1112	452
15	752	302	292	452	412	652	312	892	802	772	952	452

Tabla. 2.5 Altura Efectiva en cada Radial

La tabla anterior se completa de la siguiente manera:

$$H_{efi} = hca + hr - hsmi \text{ (se obtiene de la tabla 2.4)}$$

Ejemplo: radial 0°, Km 3

$$Hefi = 12 + 3440 - 3720 = -268 \text{ metros}$$

Ejemplo: radial 30°, Km 15

$$Hefi = 12 + 3440 - 3150 = 302 \text{ metros}$$

PROMEDIO DE LA ALTURA EFECTIVA PARA CADA RADIAL.

$$hef_{Ri} = \sum Hefi / 13$$

Se obtiene de la tabla 2,5 con sus respectivos radiales.

Radial	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
hef_{Ri}	457	230	-9	537	569	618	604	683	360	-87	70	-13

PROMEDIO MODIFICADO DE LA ALTURA EFECTIVA PARA CADA RADIAL (modificada)

Radial	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
hef_{Ri}	457	230	200	537	569	618	604	683	360	200	200	200

NOTA: Como se puede observar en las dos últimas tablas existen ciertos valores cambiados, sucede esto si la altura promedio efectiva de determinado radial es menor a 200 se asume como valor mínimo 200 metros.⁴

ALTURA EFECTIVA DE LA ANTENA REPETIDORA

$$h_{ef} = 335 \text{ m}$$

$$h_{ef} \text{ (modificada)} = 405 \text{ m}$$

Donde:

h_{efi} = altura efectiva para cada punto ($i = 3, 4, 5, \dots, 15$)

h_{ca} = Altura del centro de radiación de la antena (altura desde el piso al centro de la antena)

h_r = Altura de la base de la torre o sitio de transmisión sobre el nivel de mar.

h_{smi} = Altura sobre el nivel del mar de cada punto ($i = 3, 4, 5, \dots, 15$)

La altura efectiva para cada radial será el promedio de las alturas efectivas de cada punto de la siguiente forma:

$$H_{ef Ri} = \frac{\sum h_{efi}}{13}$$

Donde:

$h_{ef Ri}$ = Altura efectiva de cada radial ($i = 1, 2, 3, \dots, 12$)

El valor de la altura efectiva es el valor promedio de todas las alturas calculadas para cada radial.

$$h_{ef} = \frac{\sum h_{ef Ri}}{12}$$

Donde:

h_{ef} = altura efectiva

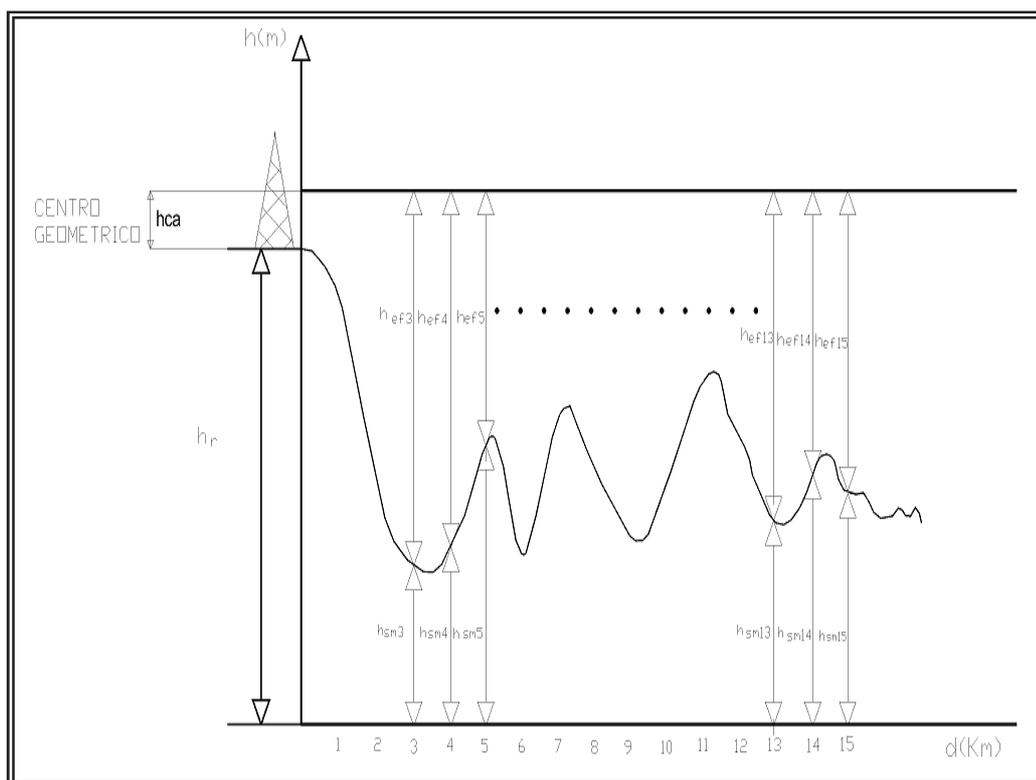


Fig. 2.4 Altura Efectiva

2.7 CÁLCULO DEL ÁREA DE COBERTURA.

Modelo Matemático de Okumura Hata.

El modelo Okumura Hata se lo emplea para las zonas urbanas y la fórmula es la siguiente:

Ecuación 1:

$$Lu = 69,55 + 26,16 \log f - 13,82 \log h_B - C_H + [44,9 - 6,55 \log h_B] \log d$$

Para las ciudades pequeñas o medianas se tiene el C_H (corrección del factor de altura de la antena).

Ecuación 2:

$$C_H = 0,8 + (1,1 \log f - 0,7) h_M - 1,56 \log f$$

Para las grandes ciudades,

$$C_H = \begin{cases} 9,29 (\log (1,54 h_M))^2 - 1,1, & \text{if } 150 \leq f \leq 200 \text{ (Ecuación 3)} \\ 3,2 (\log (11,75 h_M))^2 - 4,97, & \text{if } 200 \leq f \leq 1500 \text{ (Ecuación 4)} \end{cases}$$

Donde:

L_u = Pérdida en el trayecto en áreas (dB) Unidad decibelio (dB)

h_B = Altura de la estación base de antena. Unit: meter (m) Unidad: metro (m)

h_M = Altura de la estación móvil de la antena. Unidad: metro (m)

f = Frecuencia de transmisión. Unit: (MHz). Unidad megahercios (MHz).

C_H = Corrección del factor de altura de la antena [**Termino de propagación**]

d = Distancia entre la base y estaciones móviles. Unidad: kilómetro (km).

MODO DE OPERACIÓN : Semiduplex

Frecuencia de cálculo : 496,8125 MHz

Altura promedio del receptor: 3 m

Término de propagación : 3,39 a(hm)

Valor de Ajuste usado : 0,00

- Método utilizado: Okumura and Modified Hata.

Radial vs d (Km)	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
5	119,1	124,6	125,7	117,9	117,4	116,7	116,9	115,9	121,0	125,7	125,7	125,7
10	127,4	133,5	134,7	126,0	125,5	124,7	124,9	123,9	129,5	134,7	134,7	134,7
15	132,3	138,7	140,0	130,7	130,2	129,4	129,6	128,5	134,5	140,0	140,0	140,0
20	135,7	142,3	143,7	134,1	133,6	132,7	133,0	131,8	138,0	143,7	143,7	143,7
25	138,4	145,2	146,6	136,7	136,2	135,3	135,6	134,3	140,7	146,6	146,6	146,6
30	140,5	147,5	149,0	138,9	138,3	137,4	137,7	136,4	142,9	149,0	149,0	149,0
35	142,4	149,5	150,9	140,7	140,1	139,2	139,5	138,2	144,8	150,9	150,9	150,9
40	144,0	151,2	152,7	142,3	141,6	140,8	141,0	139,7	146,5	152,7	152,7	152,7
45	145,4	152,7	154,2	143,6	143,0	142,1	142,4	141,1	147,9	154,2	154,2	154,2
50	146,6	154,1	155,6	144,9	144,2	143,3	143,6	142,3	149,2	155,6	155,6	155,6
55	147,8	155,3	156,8	146,0	145,3	144,4	144,7	143,4	150,4	156,8	156,8	156,8
60	148,8	156,4	157,9	147,0	146,4	145,4	145,7	144,3	151,4	157,9	157,9	157,9
65	149,8	157,4	159,0	148,0	147,3	146,4	146,6	145,3	152,4	159,0	159,0	159,0
70	150,6	158,4	159,9	148,8	148,2	147,2	147,5	146,1	153,3	159,9	159,9	159,9

Tabla. 2.6 Pérdidas de Propagación en el Espacio Libre

Para la tabla 2.6 se utiliza las ecuaciones 1 y 2.

El único dato que cambia por celda da cada columna es la distancia.

Ecuación 1 y 2 : $Lu=69,55 + 26,16 \log f - 13,82 \log h_B - C_H + [44,9 - 6,55 \log h_B] \log d$

$Lu=69,55 + 26,16 \log f - 13,82 \log h_B - (0,8 + (1,1 \log f - 0,7) h_M - 1,56 \log f) + [44,9 - 6,55 \log h_B] \log d$

Ejemplo:

Primero se calcula la Corrección del factor de altura de la antena [Termino de propagación = C_H]. Este valor calculado es constante.

$$C_H = 0,8 + (1,1 \log f - 0,7) h_M - 1,56 \log f$$

$$C_H = 0,8 + (1,1 \log(496,8125) - 0,7) 3 - 1,56 \log(496,8125)$$

$$C_H = 0,8 + (2,965 - 0,7) 3 - 4,206$$

$$C_H = 0,8 + 6,795 - 4,206 ; \underline{C_H = 3,389 \sim 3,39}$$

A continuación el cálculo del valor de tres celda de la columna del radial 0°.

Distancia 5 kilómetros.

$$Lu = 69,55 + [26,16 * \text{LOG}(496,8125)] - [13,82 * \text{LOG}(457)] - 3,39 + [44,9 - 6,55 * \text{LOG}(457)] * \text{LOG}(5)$$

$$Lu = 69,55 + 70,5323 - 36,760 - 3,39 + [44,9 - 17,4224] * 0,6989$$

$$Lu = 69,55 + 70,53 - 36,76 - 3,39 + 19,204$$

$$\underline{\underline{Lu = 119,134}}$$

Distancia 30 kilómetros.

$$Lu = 69,55 + [26,16 * \text{LOG}(496,8125)] - [13,82 * \text{LOG}(457)] - 3,39 + [44,9 - 6,55 * \text{LOG}(457)] * \text{LOG}(30)$$

$$Lu = 69,55 + 70,5323 - 36,760 - 3,39 + [44,9 - 17,4224] * 1,477$$

$$Lu = 69,55 + 70,53 - 36,76 - 3,39 + 40,584$$

$$\underline{\underline{Lu = 140,514}}$$

Distancia 70 kilómetros.

$$Lu = 69,55 + [26,16 * \text{LOG}(496,8125)] - [13,82 * \text{LOG}(457)] - 3,39 + [44,9 - 6,55 * \text{LOG}(457)] * \text{LOG}(70)$$

$$Lu = 69,55 + 70,5323 - 36,760 - 3,39 + [44,9 - 17,4224] * 1,845$$

$$Lu = 69,55 + 70,53 - 36,76 - 3,39 + 50,696$$

$$\underline{\underline{Lu = 150,626}}$$

CÁLCULO DE LA POTENCIA EFECTIVA ISOTRÓPICA RADIADA (dB)

POTENCIA DEL TRANSMISOR

Vatios [w]	Pot	25,00
decibel [dB]	Pot	13,98
Pérdidas en alimentadores (dB)	Pa	2,00

El primer valor es la potencia en vatios con la que operará el repetidor, el segundo valor es la potencia en dB (decibel = $10 \cdot \log(25)$) y el tercer es un valor estimado de pérdidas que se tiene en cable, conectores, duplexor.

Segundo valor: $Pot(dB) = 10 \cdot \log(25) = 13,98$

GANANCIA DE ANTENA POR RADIALES

Radial	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
Ganancia	9	8	7	5	3	2	1	2	3	5	7	8

Ganancia de antena promedio (dB) = 5,00

La tabla anterior se llena en base a la información adquirida de la hoja técnica de la antena.

POTENCIA EFECTIVA (radiada)

Radial	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
EIRP (dB)	20,98	19,98	18,98	16,98	14,98	13,98	12,98	13,98	14,98	16,98	18,98	19,98

La potencia efectiva es la suma de la potencia del transmisor más la ganancia de la antena menos las pérdidas que existen en los elementos que conforman el repetidor todo esto se lo realiza en unidades de decibeles.

Ejemplo:

Potencia efectiva [dB] = Potencia del transmisor [dB] – Pérdidas de alimentación [dB] + Ganancia de antena en cada radial

Radial 0° =>Potencia efectiva [dB]= 13,98 dB – 2 dB + 9 dB = 20,98

Radial 30° =>Potencia efectiva [dB]= 13,98 dB – 2 dB + 8 dB = 19,98

Radial 60° =>Potencia efectiva [dB]= 13,98 dB – 2 dB + 7 dB = 18,98

Radial 90° =>Potencia efectiva [dB]= 13,98 dB – 2 dB + 5 dB = 16,98

Radial 120° =>Potencia efectiva [dB]= 13,98 dB – 2 dB + 3 dB = 14,98

Radial 150° =>Potencia efectiva [dB]= 13,98 dB – 2 dB + 2 dB = 13,98

Radial 180° =>Potencia efectiva [dB]= 13,98 dB – 2 dB + 1 dB = 12,98

Radial 210° =>Potencia efectiva [dB]= 13,98 dB – 2 dB + 2 dB = 13,98

Radial 240° =>Potencia efectiva [dB]= 13,98 dB – 2 dB + 3 dB = 14,98

Radial 270° =>Potencia efectiva [dB]= 13,98 dB – 2 dB + 5 dB = 16,98

Radial 300° =>Potencia efectiva [dB]= 13,98 dB – 2 dB + 7 dB = 18,98

Radial 330° =>Potencia efectiva [dB]= 13,98 dB – 2 dB + 8 dB = 19,98

CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO dB (uV/m)

Radiales vs d [Km]	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
5	63,0	56,5	54,4	60,3	58,7	58,4	57,2	59,2	55,1	52,4	54,4	55,4
10	54,7	47,6	45,4	52,1	50,7	50,4	49,2	51,3	46,6	43,4	45,4	46,4
15	49,9	42,5	40,2	47,4	45,9	45,7	44,5	46,6	41,7	38,2	40,2	41,2
20	46,4	38,8	36,4	44,0	42,6	42,4	41,2	43,3	38,1	34,4	36,4	37,4
25	43,8	35,9	33,5	41,4	40,0	39,8	38,6	40,8	35,4	31,5	33,5	34,5
30	41,6	33,6	31,2	39,2	37,8	37,7	36,5	38,7	33,2	29,2	31,2	32,2
35	39,8	31,6	29,2	37,4	36,0	35,9	34,7	36,9	31,3	27,2	29,2	30,2
40	38,2	29,9	27,4	35,9	34,5	34,4	33,1	35,4	29,7	25,4	27,4	28,4
45	36,8	28,4	25,9	34,5	33,1	33,0	31,8	34,1	28,2	23,9	25,9	26,9
50	35,5	27,1	24,6	33,2	31,9	31,8	30,5	32,9	26,9	22,6	24,6	25,6
55	34,4	25,9	23,3	32,1	30,8	30,7	29,4	31,8	25,8	21,3	23,3	24,3
60	33,3	24,7	22,2	31,1	29,8	29,7	28,4	30,8	24,7	20,2	22,2	23,2
65	32,4	23,7	21,2	30,2	28,8	28,7	27,5	29,9	23,7	19,2	21,2	22,2
70	31,5	22,8	20,2	29,3	28,0	27,9	26,6	29,0	22,8	18,2	20,2	21,2

Tabla. 2.7 Cálculo de la Intensidad de Campo Eléctrico

BORDE DEL ÁREA DE COBERTURA (Km)

Distancia por radial a la cual el Campo Eléctrico es aproximado a 38,5 dB (uV/m)

Radial	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
Borde (Km)	39,00	20,50	17,25	32,00	28,30	28,00	25,25	30,50	19,40	14,70	17,25	18,50

Tabla. 2.8 Borde del Área de Cobertura

2.8 GRÁFICO DEL ÁREA DE COBERTURA.

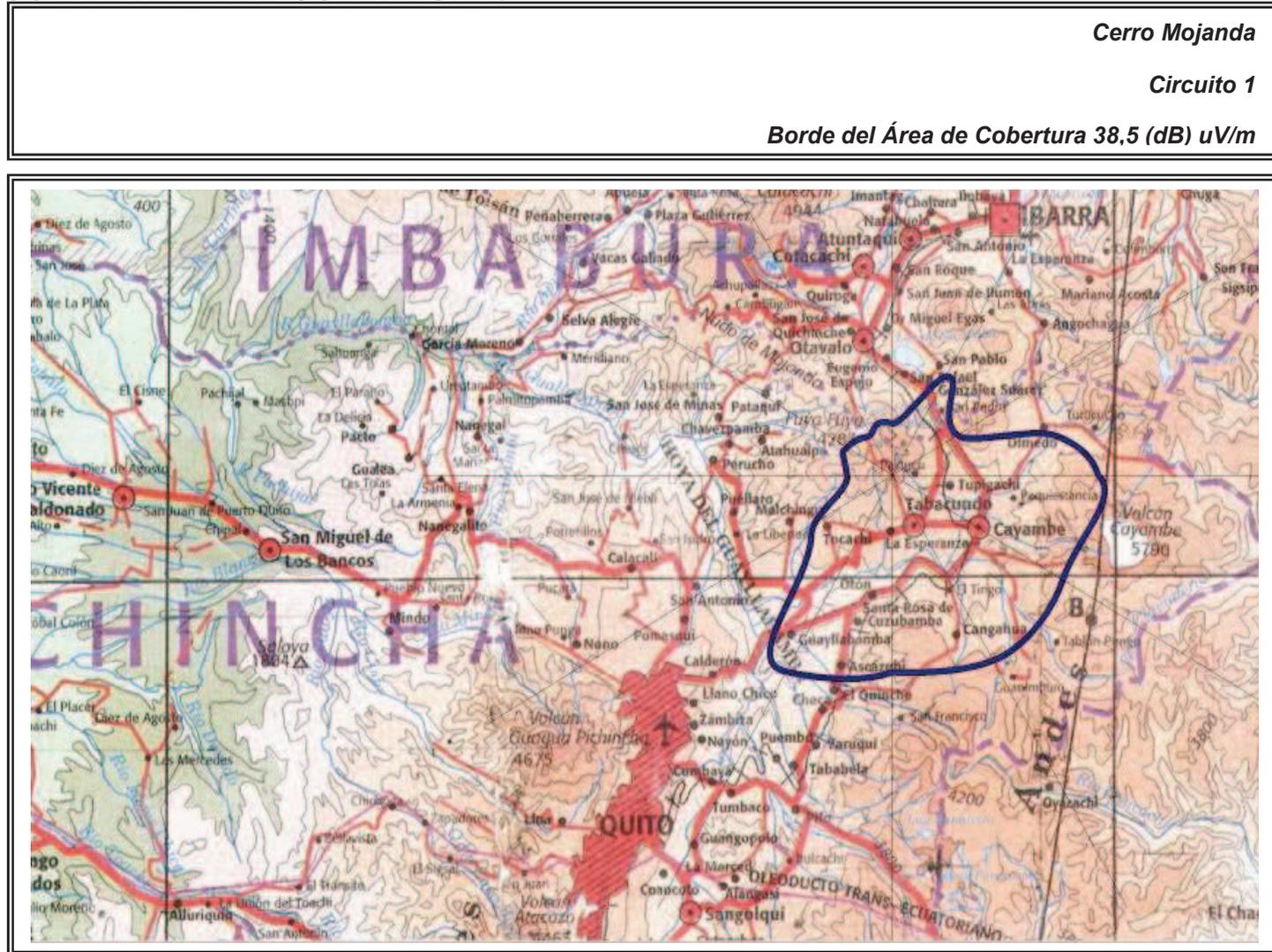


Fig. 2.5 Área de Cobertura

2.9 ANÁLISIS DE MERCADO DE LOS EQUIPOS DE RADIO COMUNICACIONES.

Las siguientes tablas detallan las características técnicas más relevantes de los equipos a ser utilizados en el sistema, adicional se incluye precios de las diferentes marcas como por ejemplo MOTOROLA, KENWOOD, ICOM con el objetivo de determinar cuál de ellas satisface las necesidades de la compañía tanto técnica como económica.

A continuación se presenta una comparación técnica entre los diferentes equipos existentes en el mercado con la finalidad de determinar cual se ajusta más a los requerimientos de la compañía de taxis.

Requerimientos de la compañía:

Equipos UHF, rango de frecuencia alto (520 MHz), potencia más de 25 vatios.

Parámetros técnicos:

DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	VHF	UHF	RANGO DE FRECUENCIA	POTENCIA (W)	OBSERVACIÓN
REPETIDOR	MOTOROLA	CDR-750		X	450 – 520	40	SI CUMPLE
	KENWOOD	TKR-850		X	450 – 512	40	SI CUMPLE
	ICOM	FR-4000-4		X	480 - 512	50	SI CUMPLE
BASE	MOTOROLA	PRO-5100		X	450 – 520	40	SI CUMPLE
	KENWOOD	TK-8180		X	450 – 512	45	SI CUMPLE
	ICOM	IC-F621S		X	480 - 512	25	SI CUMPLE
MÓVIL	MOTOROLA	PRO-5100		X	450 – 520	40	SI CUMPLE
	KENWOOD	TK-8100		X	485 – 512	45	SI CUMPLE
	ICOM	IC-F621S		X	480 - 512	25	SI CUMPLE

PORTÁTIL	MOTOROL A	PRO-5150		X	450 – 527	4	SI CUMPLE
	KENWOOD	TK-3202L		X	470 - 512	4	SI CUMPLE
	ICOM	IC-F80S45		X	450 - 512	4	SI CUMPLE

Una vez realizado la comparación de las características técnicas de los equipos se puede determinar que todos cumplen con las condiciones técnicas ahora analizaremos la parte económica:

Parámetros económicos:

SISTEMA MOTOROLA			PRECIOS USD
DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	
REPETIDOR	MOTOROLA	CDR-750	1904,5
BASE	MOTOROLA	PRO-5100	507,0
MÓVIL	MOTOROLA	PRO-5100	507,0
PORTÁTIL	MOTOROLA	PRO-5150	418,0
VALOR TOTAL DE UN SISTEMA MOTOROLA			3336,5

SISTEMA KENWOOD			PRECIOS USD
DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	
REPETIDOR	KENWOOD	TKR-850	1365,28
BASE	KENWOOD	TK-8180	498,40
MÓVIL	KENWOOD	TK-8100	324,80
PORTÁTIL	KENWOOD	TK-3202L	218,40
VALOR TOTAL DE UN SISTEMA KENWOOD			2406,88

SISTEMA ICOM			PRECIOS USD
DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	
REPETIDOR	ICOM	FR-4000-4	1500,0
BASE	ICOM	IC-F621S	400,0
MÓVIL	ICOM	IC-F621S	400,0
PORTÁTIL	ICOM	IC-F80s45	300,0
VALOR TOTAL DE UN SISTEMA ICOM			2600,0

Conclusión: Como se puede observar en las tablas presentadas anteriormente todas las marcas cumplen con los parámetros técnicos requeridos para el sistema que necesita la compañía, pero como se puede observar los precios varían sobre todo si se habla de la marca Motorola, entre Kenwood y Icom existe una diferencia pequeña en definitiva se selecciona la marca Kenwood por ajustarse más al presupuesto de la compañía.

Tabla definitiva de los equipos seleccionados por ajustarse a lo requerido por la compañía.

			CARACTERISTICAS TÉCNICAS			PRECIOS USD
DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	RANGO DE FRECUENCIA (MHz)	POTENCIA(W)	NÚMERO DE CANALES	
REPETIDOR	KENWOOD	TKR-850	450 – 512	40	16	1365,28
BASE	KENWOOD	TK-8180	450-512	45	512	498,40
MÓVIL	KENWOOD	TK-8100	485-512	45	64	324,80
PORTÁTIL	KENWOOD	TK-3202L	470-512	4	16	218,40
VALOR TOTAL DE UN SISTEMA KENWOOD						2406,88

2.10 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS.

2.10.1 Repetidor



Fig. 2.6 Repetidor⁶

<i>Marca</i>	: Kenwood
<i>Modelo</i>	: TRK – 850
<i>Rango operación</i>	: 450 – 480; 480 – 512 MHz
<i>Número de canales</i>	: 16
<i>Espacio de canal</i>	: 25 MHz; 12,5 MHz
<i>Alimentación</i>	: 13,6 V DC
<i>Rango temperatura</i>	: -30°C – 60°C
<i>Potencia de salida</i>	: 40 W ajustable a 25 W
<i>Dimensiones [L, Al, An]</i>	: 483 mm x 88 mm x 340 mm
<i>Software programación</i>	: KPG – 91 D
<i>Micrófono</i>	: KMC – 27A; KMC – 27B

- **Panel Trasero**

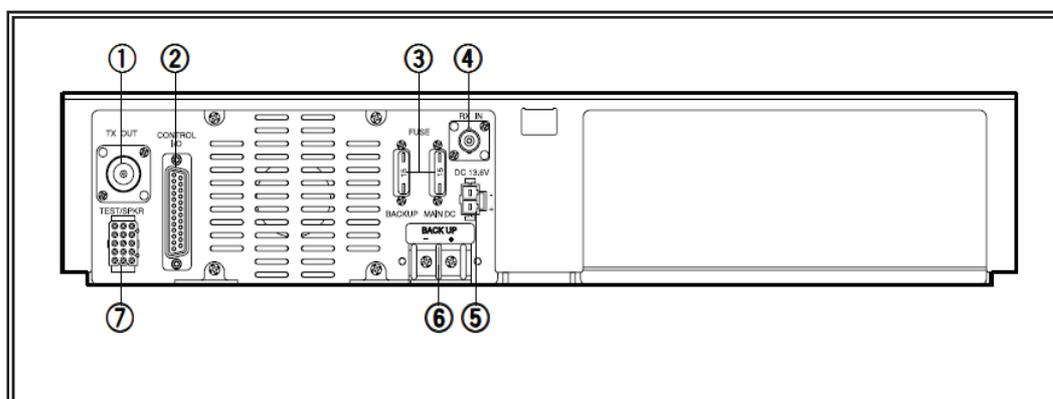


Fig. 2.8 TKR 850 parte trasera ¹³

10. Jack TX OUT.- Conectamos una antena transmisora o un Duplexor a este conector.

11. Jack Control I / O [entrada / salida].- Conecte un dispositivo programador externo.

12. Fuse [fusible].- Inserte fusibles enchufables 15 A en estos portafusibles.

13. Jack RX IN.- Conectamos una antena de recepción o un Duplexor a este conector BNC.

14. Jack DC 13,6 V.- Conectamos una fuente de alimentación de 13,6 V DC.

15. Terminal de batería de reserva

16. Jack TEST / SPKR [prueba / altavoz].- Jack de entrada / salida de prueba. Conecte un altavoz externo [KES-4] a este Jack.

- **Accesorios:**



Fig. 2.9 Accesorios Repetidor

2.10. 2 Base / Fija



Fig. 2.10 Base TK 8180H⁹

<i>Marca</i>	<i>: Kenwood</i>
<i>Modelo</i>	<i>: TK – 8180H</i>
<i>Rango operación</i>	<i>: 450 – 520 MHz</i>
<i>Número de canales</i>	<i>: 250</i>
<i>Espacio de canal</i>	<i>: 25 MHz; 12,5 MHz</i>
<i>Alimentación</i>	<i>: 13,6 V DC</i>
<i>Rango temperatura</i>	<i>: -30°C - +60°C</i>
<i>Potencia de salida</i>	<i>: 45 W</i>
<i>Dimensiones [L, Al, An]</i>	<i>: 160 mm x 45 mm x 157 mm</i>
<i>Software programación</i>	<i>: KPG – 89 D</i>

Micrófono : KMC - 35

Controles y funciones

- **Panel Frontal**

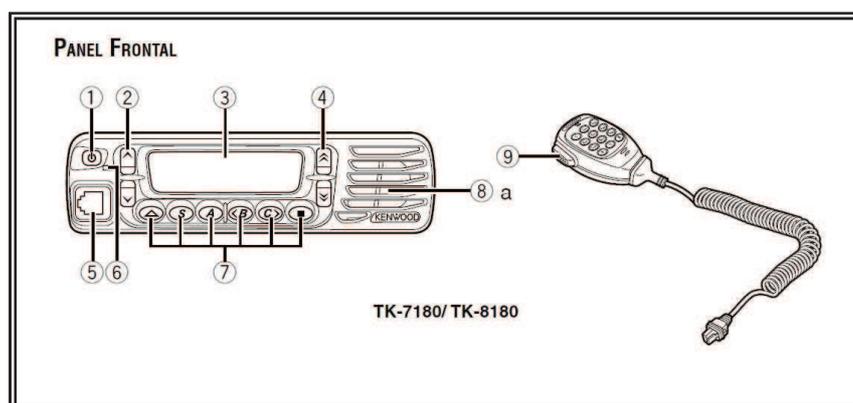


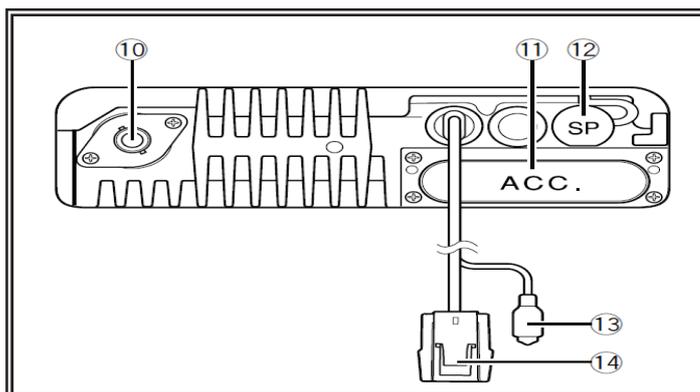
Fig. 2.11 Base Panel frontal⁹

1. *Interruptor [alimentación].- Se pulsa una vez para encender el transceptor, de la misma forma para apagarlo.*
2. *Teclas ^ / v.- Se activa las funciones programadas, como por ejemplo, controlar el nivel de volumen, cambiar de canal, introducir una contraseña, nivel de brillo del LCD.*
3. *Pantalla.- Podemos observar el nombre asignado a cada radio del sistema ejemplo. AGUILA-01, UNIDAD 01, MÓVIL-01 etc.*
4. *Teclas.- Se activa las funciones programadas, como por ejemplo, controlar el nivel de volumen, cambiar de canal, introducir una contraseña, nivel de brillo del LCD.*
5. *Jack del micrófono.- Conectamos el micrófono KMC – 35.*
6. *Indicador de transmisión /ocupado.- Se ilumina de color rojo cuando se transmite, de color verde cuando se recibe.*
7. *Teclas Δ, S, A, <B, C>, ■.- Activa las funciones programadas.*

8. *Altavoz.- Altavoz interno.*

9. *Conmutador de presionar para hablar PTT.- Presiónelo prolongadamente y hable al micrófono opcional para llamar a una emisora.*

- **Panel Trasero**



10. *Conector de antena.- Acople la antena.*

11. *Conector ACC [accesorios].- conecte los accesorios KENWOOD externos a este conector.*

12. *Jack SP [altavoz].- Conecte un altavoz externo a este jack.*

13. *Cable detector de arranque.- Conecte el sensor de arranque del vehículo a este cable.*

14. *Conector de entrada de alimentación.- Conecte el cable de alimentación CC a este conector. Véase Fig.2.7 (KCT-23M)*

- **Accesorios:**



Fig. 2.7 Accesorios Base TK-8180H

2.10.3 Móvil

Marca	: Kenwood
Modelo	: TK – 8100H
Rango operación	: 450 – 490; 485 – 512 MHz
Número de canales	: 64
Alimentación	: 13,6 V DC
Rango temperatura	: -30°C - +60°C
Potencia de salida	: 45 W
Dimensiones [An, Al, P]	: 160 mm x 43 mm x 137 mm
Software programación	: KPG – 80 D
Micrófono	: KMC – 30



- **Accesorios:**



Fig. 2.8 Accesorios Móvil TK-8100H

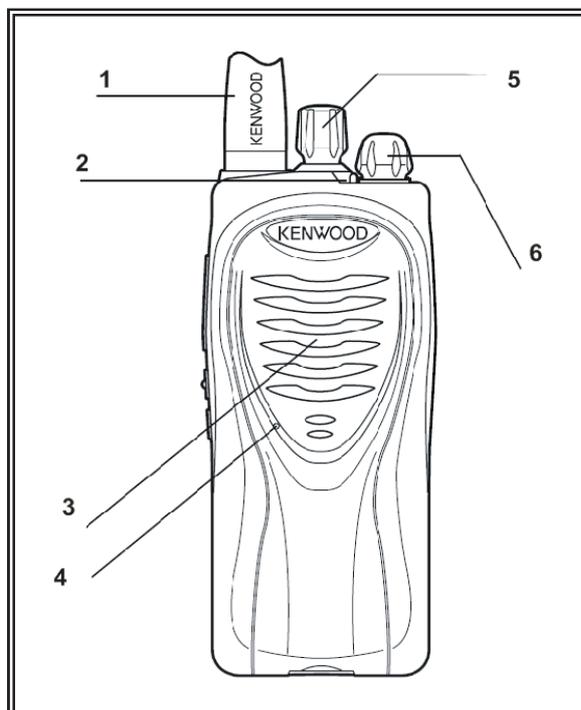
2.10.4 Portátil

<i>Marca</i>	: Kenwood
<i>Modelo</i>	: TK – 3202L
<i>Rango operación</i>	: 470 - 512 MHz
<i>Número de canales</i>	: 16
<i>Espacio de canal</i>	: 25 MHz; 12,5 MHz
<i>Alimentación</i>	: 7,5V DC
<i>Vida útil batería</i>	: 18 Horas
<i>Rango temperatura</i>	: -30°C – +60°C
<i>Potencia de salida</i>	: 4 W
<i>Dimensiones [An, Al, P]</i>	: 54 mm x 122 mm x 33 mm
<i>Software programación</i>	: KPG – 87D
<i>Antena</i>	: KRA – 27
<i>Batería</i>	: KNB – 45L
<i>Cargador batería</i>	: KSC – 35



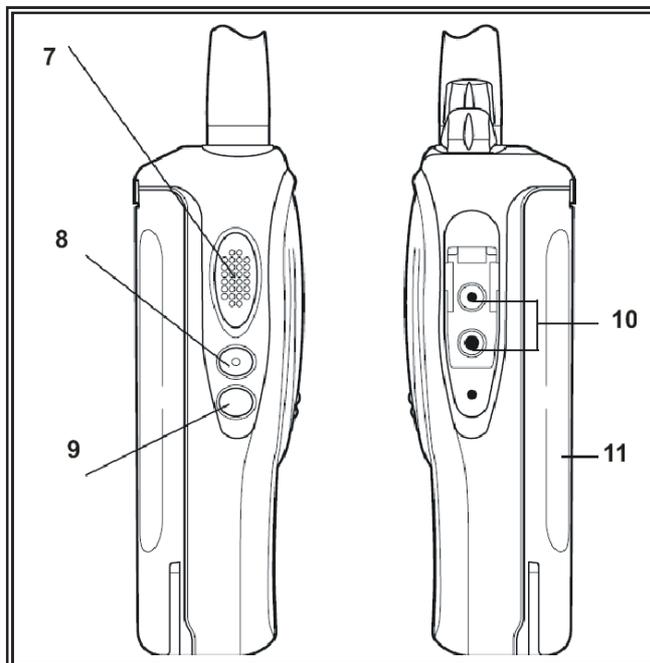
Controles y funciones

- **Panel Frontal**



1. Antena
2. Indicador LED.- Se ilumina de color rojo cuando transmite y de color verde cuando recibe una señal. Parpadea de color rojo cuando la tensión de la batería es baja.
3. Altavoz
4. Micrófono
5. Selector de canal.- Hágalo girar para seleccionar los canales de 1 – 8.
6. Interruptor principal / mando de volumen.- Gírelo hacia la derecha para encender el transceptor, gírelo completamente hacia la izquierda hasta oír un chasquido. Gírelo para ajustar el nivel de volumen.

- **Panel Lateral**



7. Conmutador PTT [Pulsar para hablar].- Presiónelo y hable ante el micrófono para llamar a una emisora.

8. Tecla lateral 1.- Presiónela para activar su función programada.

9. Tecla lateral 2.- Presiónela para activar su función programada.

10. Conectores del micrófono / altavoz

11. Batería [KNB-29N]

- **Accesorios:**

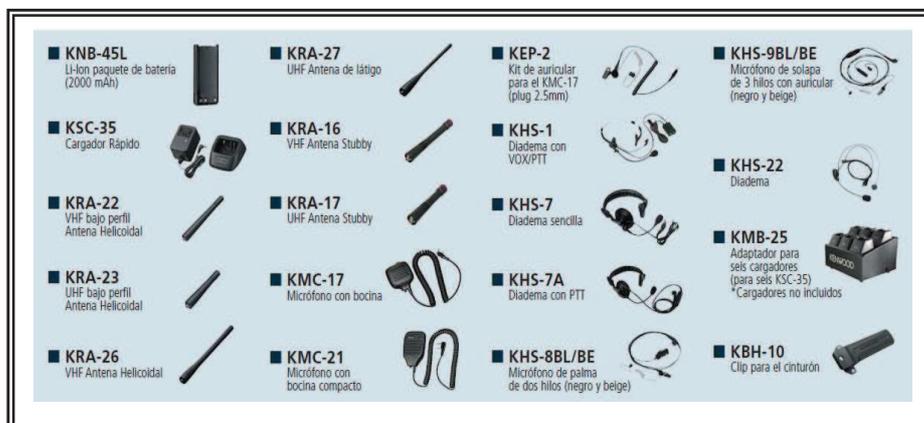


Fig. 2.9 Accesorios Portátil

2.10.5 Duplexor

Marca : Syscom

Tipo : 6 cavidades

Rango operación : 440 – 470; 470 – 490; 490 - 520 MHz

Potencia máxima entrada: 50 W

Impedancia : 50 ohm

Rango temperatura : -30°C – +60°C

2.10.6 Antena 1

Marca : Andrew

Modelo : DB411 offset

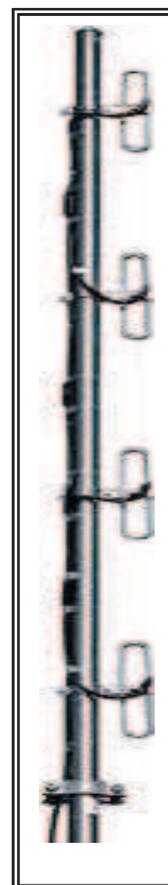
Tipo : 4 dipolos

Rango operación : 406 - 512 MHz

Ganancia : 9 dB

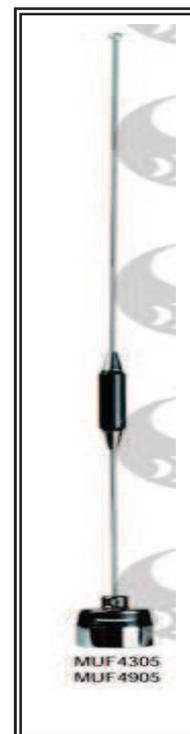
Potencia máxima entrada: 250 W

Impedancia : 50 ohm



2.10.7 Antena 2

Marca	: Maxrad
Modelo	: MUF 4905
Tipo	: Látigo
Rango operación	: 490 - 512 MHz
Ganancia	: 5dB
Potencia máxima entrada:	200 W
Impedancia	: 50 Ohm



2.11 FORMULARIOS REQUERIDOS POR SENATEL.

1. **Formulario RC-1A (Formulario para Información Legal).**- Este formulario debe ser incluido en cualquier solicitud de concesión, autorización temporal de frecuencias, renovación o modificación técnica o legal del contrato de concesión. En este formulario se debe registrar toda la información legal del solicitante y el responsable técnico. Véase anexo 1
2. **Formulario RC-2A (Formulario para Información de la Estructura del Sistema de Radiocomunicaciones).**- En este formulario se deben registrar todos los datos del tipo de estructura utilizada, su ubicación así como el tipo de alimentación y protecciones. Véase anexo 1
3. **Formulario RC-3A (Formulario para Información de Antenas).**- Incluye todas las especificaciones de la antena. véase anexo 1

4. **Formulario RC-3B (Formulario para patrones de radiación de antenas).**- Incluye el formato para graficar los patrones de radiación de antenas, así como también las tablas donde se debe especificar los valores de ganancia (dBd) para cada radial tanto en el plano horizontal como en el vertical. Véase anexo 1
5. **Formulario RC-4A (Formulario para Información de Equipamiento).**- Incluye todas las especificaciones de los equipos a utilizarse, debe utilizarse siempre y cuando se incluya un equipo nuevo en una concesión, renovación o modificación, no es necesario cuando se opere con equipos previamente registrados en la SENATEL. Véase anexo 1
6. **Formulario RC-5A (Formulario para Servicios Fijo y Móvil Terrestre).**- Incluye todas las especificaciones correspondientes a las características de operación de los servicios Fijo y Móvil Terrestre, en lo que se refiere a rango de frecuencias y modo de operación, así como número de estaciones con las que se operará y las especificaciones de todas las estaciones. Véase anexo 1
7. **Formulario RC-13A (Formulario para Cálculos de Propagación).**- Incluye todas las especificaciones para los cálculos de propagación, perfiles topográficos y esquema del circuito. Véase anexo 1
8. **Formulario RC-15A (RNI-T1) (Formulario para Estudio Técnico de Emisiones de RNI).**-En este formulario se debe presentar el cálculo de la distancia de seguridad para las Radiaciones No Ionizantes. Véase anexo 1

CAPÍTULO III

3.1 PRESUPUESTO, INSTALACIÓN Y PRUEBAS

3.1.1 Presupuesto para la Implementación del Sistema de Radiocomunicaciones.

Para la implementación de un sistema de radiocomunicaciones se requiere de diferentes equipos de telecomunicaciones los mismos que detallo a continuación señalando los costos de cada unidad, también menciono precios por elaboración del estudio técnico y tarifa de derechos de concesión.

REPETIDOR

ARTÍCULO	PRECIO
<i>Kenwood TKR-850</i>	<i>1365,28</i>
<i>Duplexor Syscom</i>	<i>400,00</i>
<i>Cargador de Baterías Samlex</i>	<i>250,00</i>
<i>Batería Duncan</i>	<i>185,00</i>
<i>Antena 4 Dipolos</i>	<i>130,00</i>
<i>Brazo Metálico</i>	<i>35,00</i>
<i>Cable antena RG 58 U (14 m)</i>	<i>96,00</i>
<i>Cables de acoplamiento duplexor</i>	<i>15,00</i>
VALOR1	2476,28

CENTRAL

<i>Fija- Kenwood Tk-8180</i>	498,40
<i>Antena Tipo Monopolo</i>	28,00
<i>Fuente de alimentación 12 V</i>	150,00
VALOR2	676,40

MÓVIL

<i>Kenwood TK-8100</i>	324,80
<i>Montaje de capot con cable y conector</i>	22,40
<i>Antena Tipo Monopolo</i>	28,00
VALOR3	375,20

PORTÁTIL

<i>10 equipos Kenwood 3202L (218,40 USD)</i>	2184,00
VALOR4	2184,00

CONCESIÓN DE FRECUENCIAS

<i>Estudio Técnico</i>	250,00
<i>Derechos de concesión</i>	27,89
<i>Mensualidad</i>	16,30
VALOR5	294,19

VALOR TOTAL A PAGAR

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR
1	1	Repetidor	2476,28
2	1	Central	676,40
3	1	Móvil	375,20
4	10	Portátil	2184,00
5	1	Concesión de frecuencias	294,19
TOTAL A PAGAR			6006,07

Una vez detallado todos los componentes necesarios para poner en marcha un sistema de radio comunicaciones necesitamos un presupuesto de **6006,07** USD.

3.2 INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES.

La instalación consiste en dejar operativo el sistema, para ello lo primero que se debe hacer es programar los equipos con las frecuencias concesionadas, esta programación se la realiza mediante los software llamados KPG, existe un software diferente por cada radio, por ejemplo los KPG que se utilizará son el KPG-87D, KPG-91D, KPG-80D, KPG-89D.

Programación de los radios.

La programación consiste en escribir las frecuencias asignadas por la SENATEL mediante software KPG.

Repetidor:

Software: KPG-91D

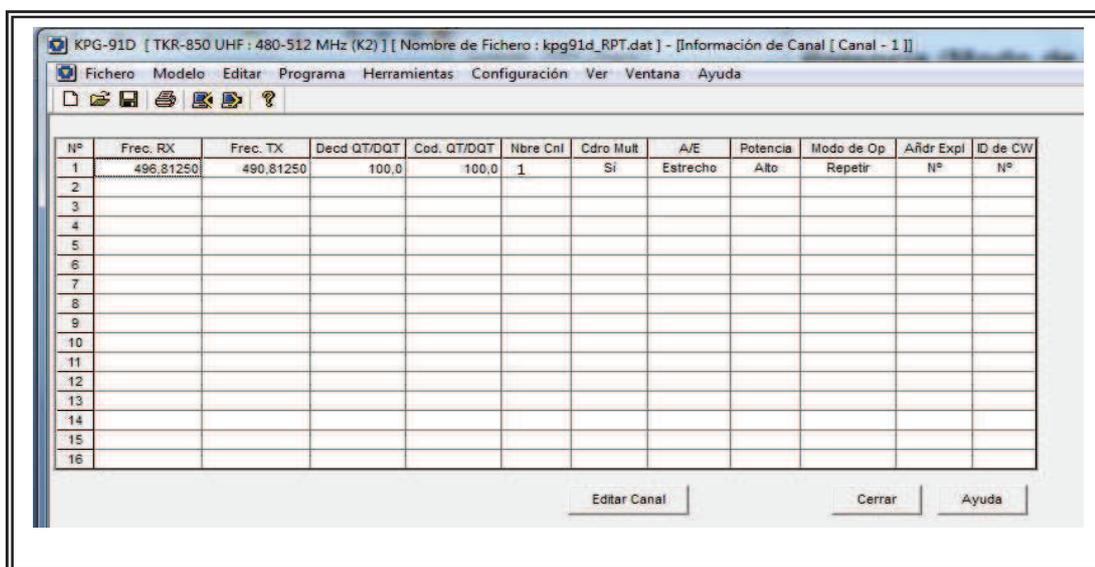


Fig. 3.1 Programación Repetidor

Primero se selecciona un canal para escribir las frecuencias, se escoge el canal 1, la primera celda indica la frecuencia de recepción [RX], luego nos pide la frecuencia de transmisión.

En la celda que dice Decd QT/DQT y Cod QT/DQT se escribe uno de los tonos disponibles que se tiene en el cuadro múltiple (figura 3.2), este tono permitirá identificar el grupo de trabajo. La siguiente celda se escribe el nombre del canal el mismo que lo identificaremos como "1", en la celda Cuadro Múltiple se elige la opción "SI", ya que estamos utilizando tonos del cuadro múltiple.

La celda A/E indica la separación que existe entre canales por defecto está en la opción "estrecho" lo cual se mantiene ya que utilizamos una separación de 12,5 KHz.

Respeto a la potencia se utiliza la máxima potencia del equipo. El resto de parámetro está calibrado por defecto.

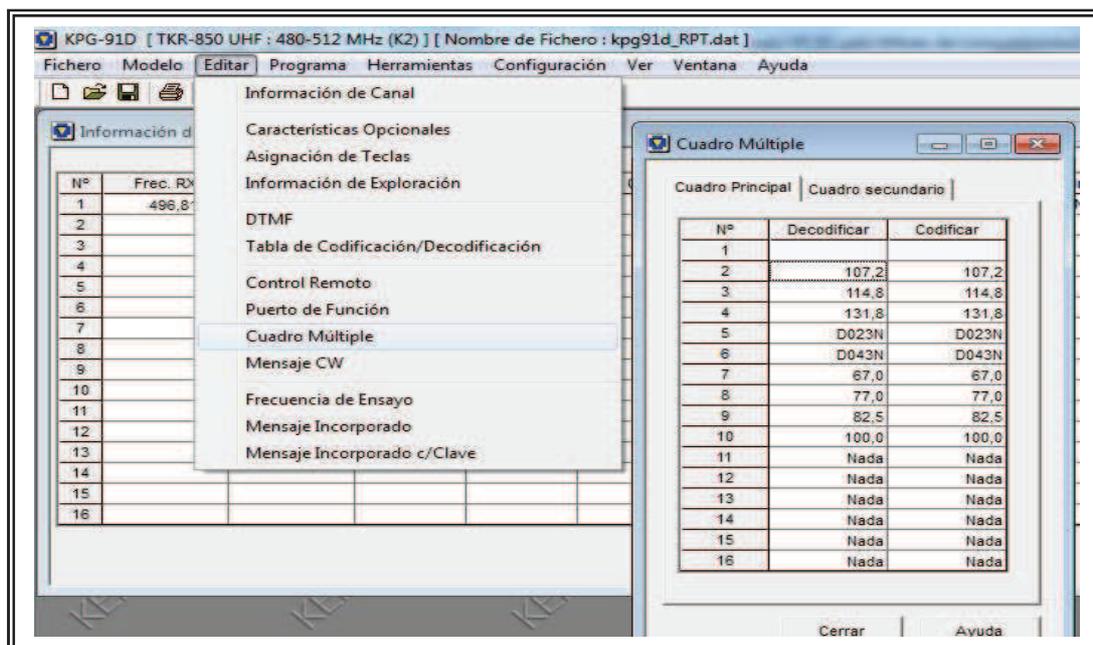


Fig. 3.2 Repetidor Selección de Tonos

Base:

Software: KPG-89D

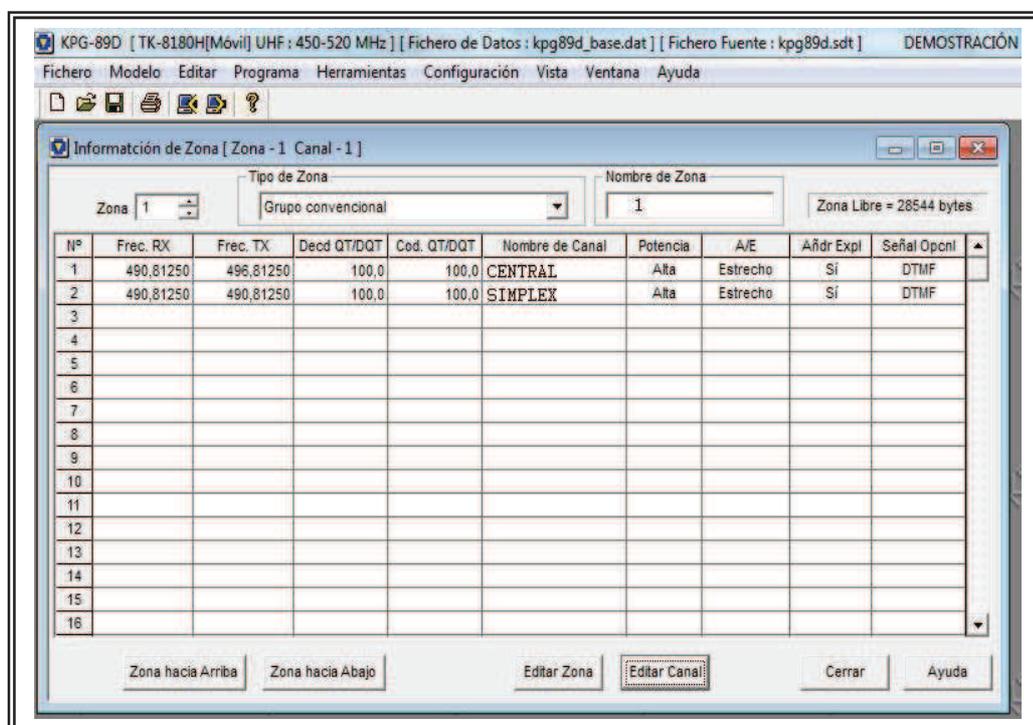


Fig. 3.3 Programación Base/Fija

En la radio que servirá como central se debe programar dos canales uno como semi-duplex y otro como simplex, el primero trabajar con el repetidor, el otro sirve como respaldo por eventualidades con el repetidor; por ejemplo, el repetidor se apaga por falta de energía, también se podrá tener problemas con nuestra antena o cables dañados, en fin varios problemas que podrían presentarse en la caseta de telecomunicaciones que impidan el buen funcionamiento del sistema [semi-duplex], en esos momentos se utiliza el canal dos [canal simplex] el mismo que no necesita de un repetidor, claro que el área de cobertura disminuye notablemente, con un sistema simplex se puede cubrir entre 3 a 6 km de distancia, estos valores son referenciales para una ciudad, ahora si se tiene línea de vista entre dos radios que estén trabajando en modo simplex se puede comunicar a una distancia de 30 km.

Respecto a la programación del radio se comienza con el canal 1 en el cual se escribe las frecuencias asignadas, se programa cambiadas respecto a las del repetidor, la base y el resto de equipos (móviles y portátiles) trabajarán de esta manera. De igual forma se escribe el tono que se seleccionó en la configuración del repetidor tono = 100, se asigna un nombre al canal 1 "CENTRAL", la potencia será "ALTA", la separación entre canales es estrecho "12,5 KHz", los otros dos parámetros están calibrados por defecto.

El canal 2 se lo programa como un canal SIMPLEX, se escribe la frecuencia baja para este caso es la de Recepción = 490,81250 MHz, entonces escribimos esta frecuencia en ambas celdas Frec. RX & Frec. TX. Los tonos serán los mismos (tono=100).

Unos de los requisitos de la central es poder identificar a la unidad que está reportando mediante un ID por este motivo se graba un listado de IDs, con sus respectivos número de flota y nombre de ID. Ejemplo, figura 16:

Flota : 301, 500, 209

ID : 1401, 1002, 1230

Nombre de Id : C1, Movil-01, Radio-01, etc.

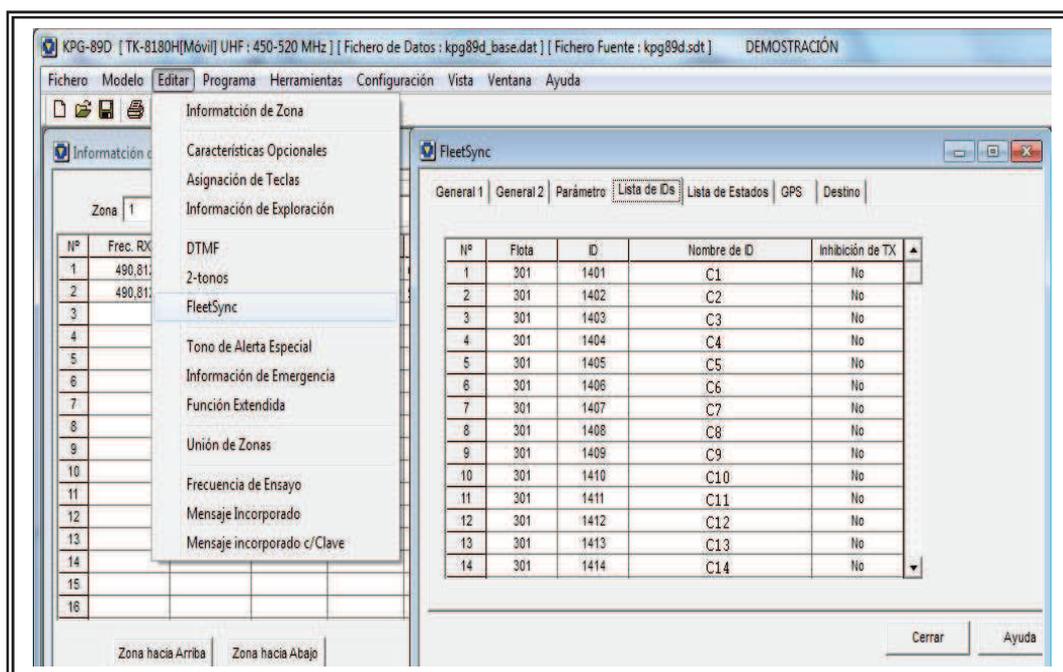


Fig. 3.4 Listado del Nombre de ID

Entonces cada vez que el radio portátil o móvil se reporte con la central, aparecerá en la pantalla el nombre grabado de dicho equipo.

Móvil:

Software: KPG – 80D

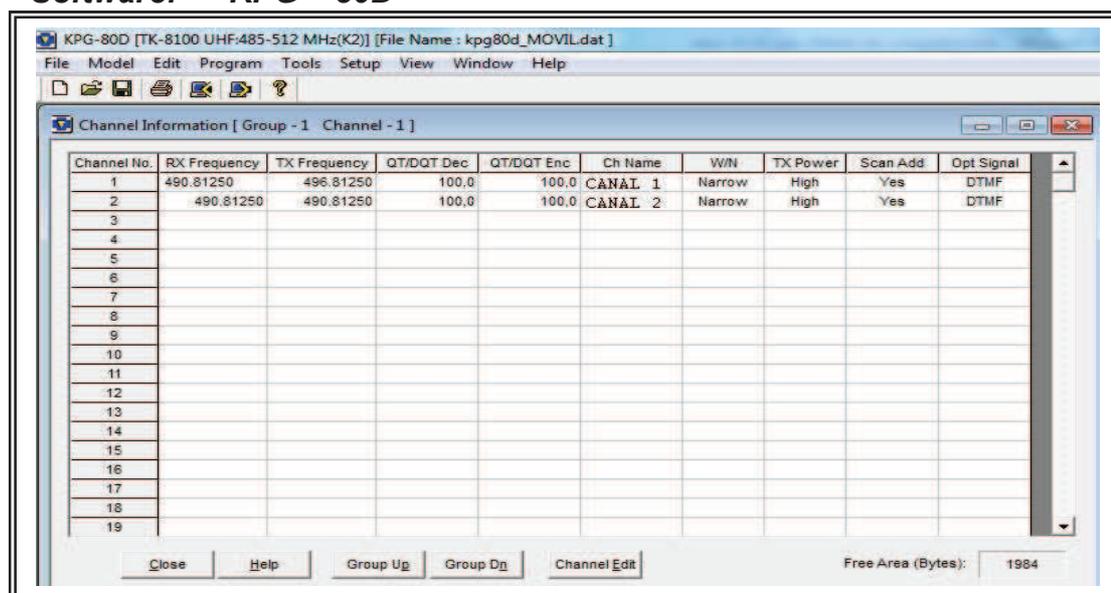


Fig. 3.5 Programación Móvil

De igual forma que el equipo central ocupa dos canales en los cuales estará la misma configuración, la diferencia está que en este equipo debemos escribir una flota y un ID para que nos permitirá visualizar en la central. Nuestra flota será 301 y el ID será 1403. (Ver. Figura 17)

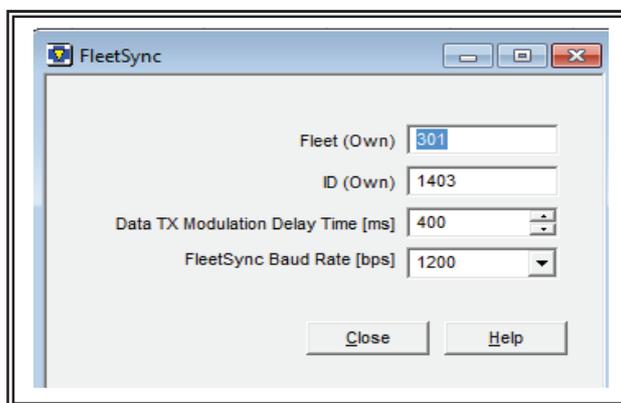


Fig. 3.6 Asignación de ID

Portátil:

Software: KPG – 87D

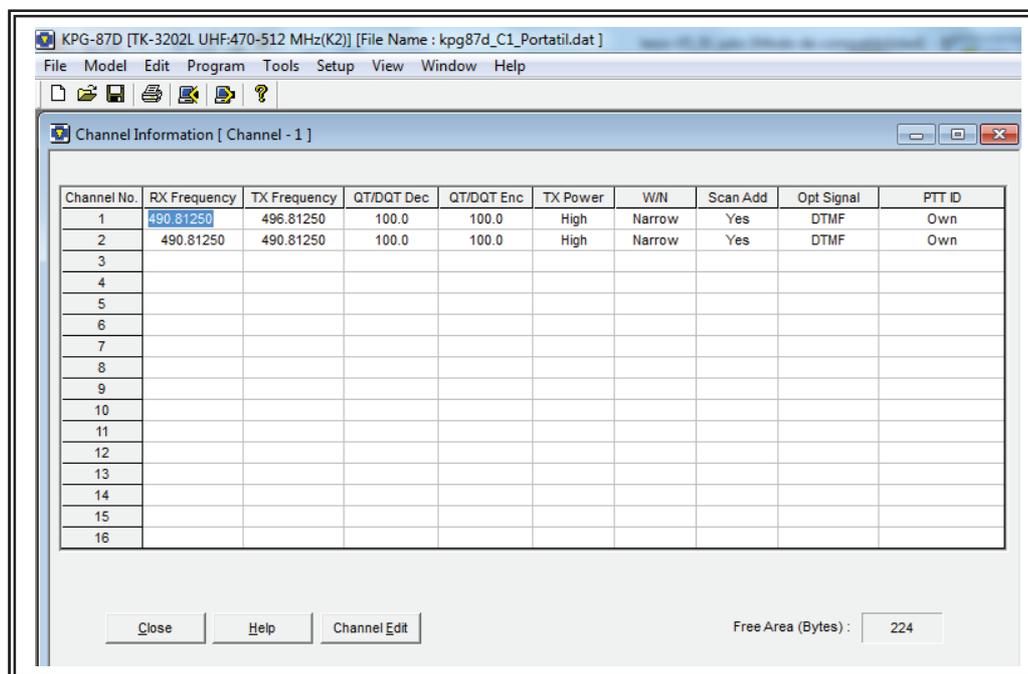


Fig. 3.7 Programación Radio Portátil

La configuración de la radio portátil será la misma del móvil, con dos canales un semi-duplex [canal1] y otro simplex [canal 2], también se configura una flota y un ID para su identificación. (Ver. Figura 18)

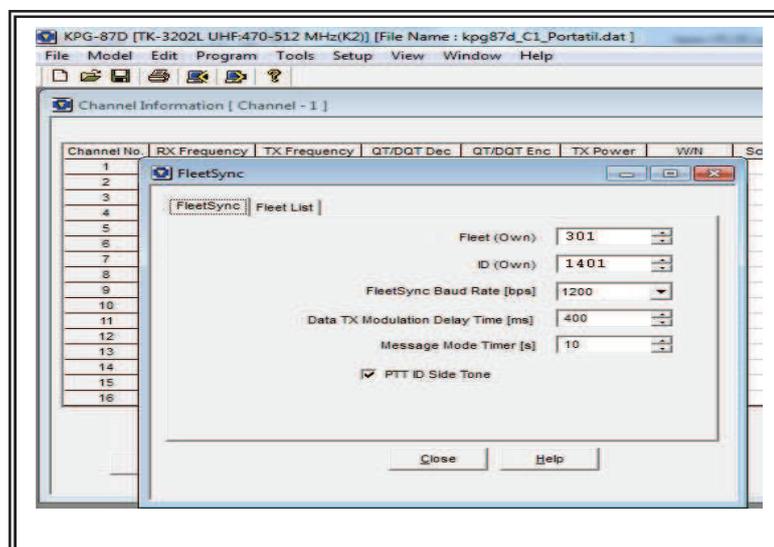


Fig. 3.8 Asignación ID

3.3 PRUEBAS DEL SISTEMA.

Una vez programados todos los equipos, están listos para realizar pruebas lo primero que se realiza es armar el repetidor con sus respectivos componentes:

RPT [figura 3.9a, 3.9b, 3.9c]

- Cables de energía
- Batería
- Cargador de Baterías
- Cables de acoplamiento
- Duplexor
- Cable de antena RG -58 U
- Antena 4 dipolos.

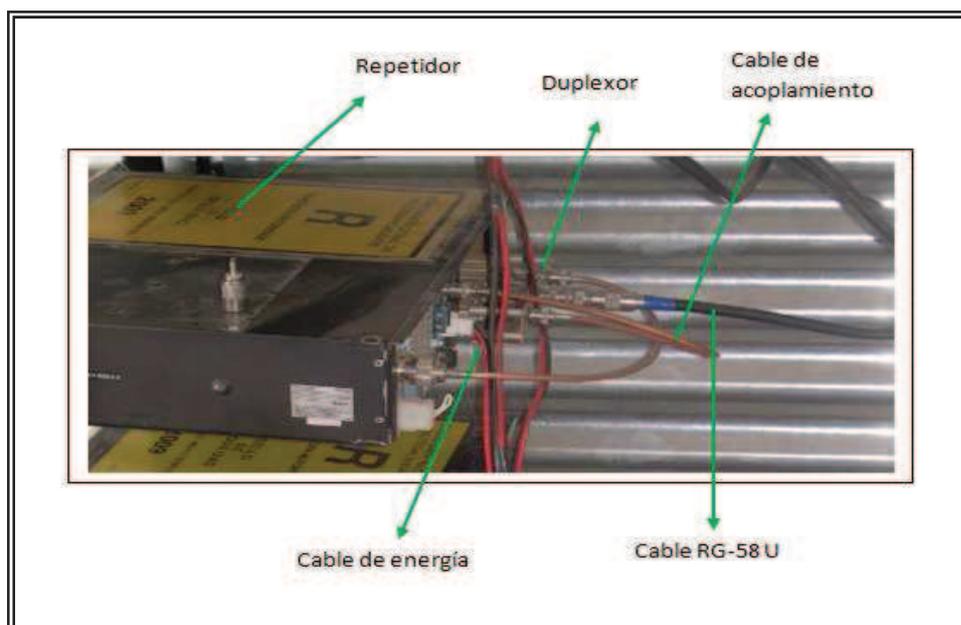


Fig. 3.9a

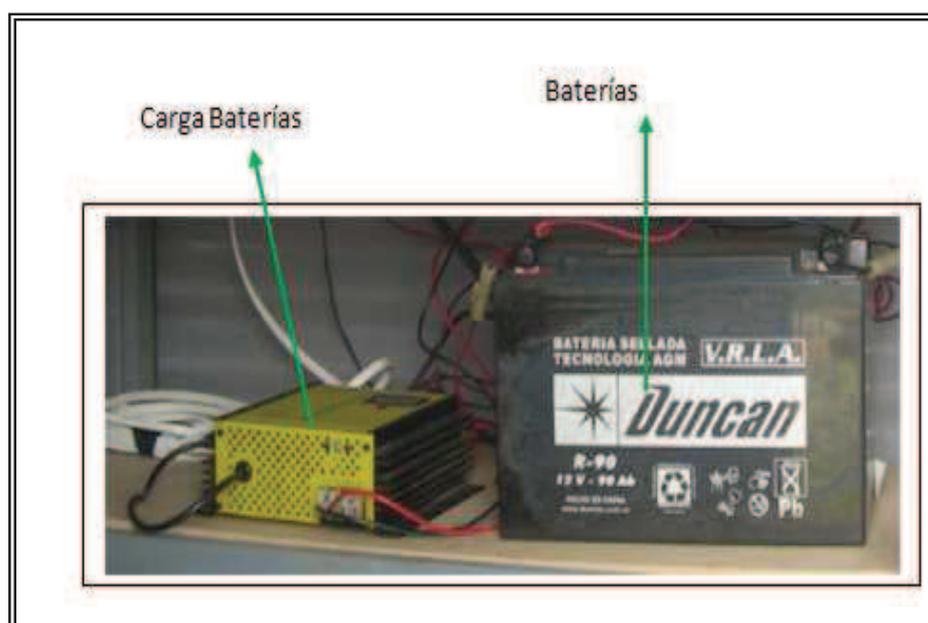


Fig. 3.9b

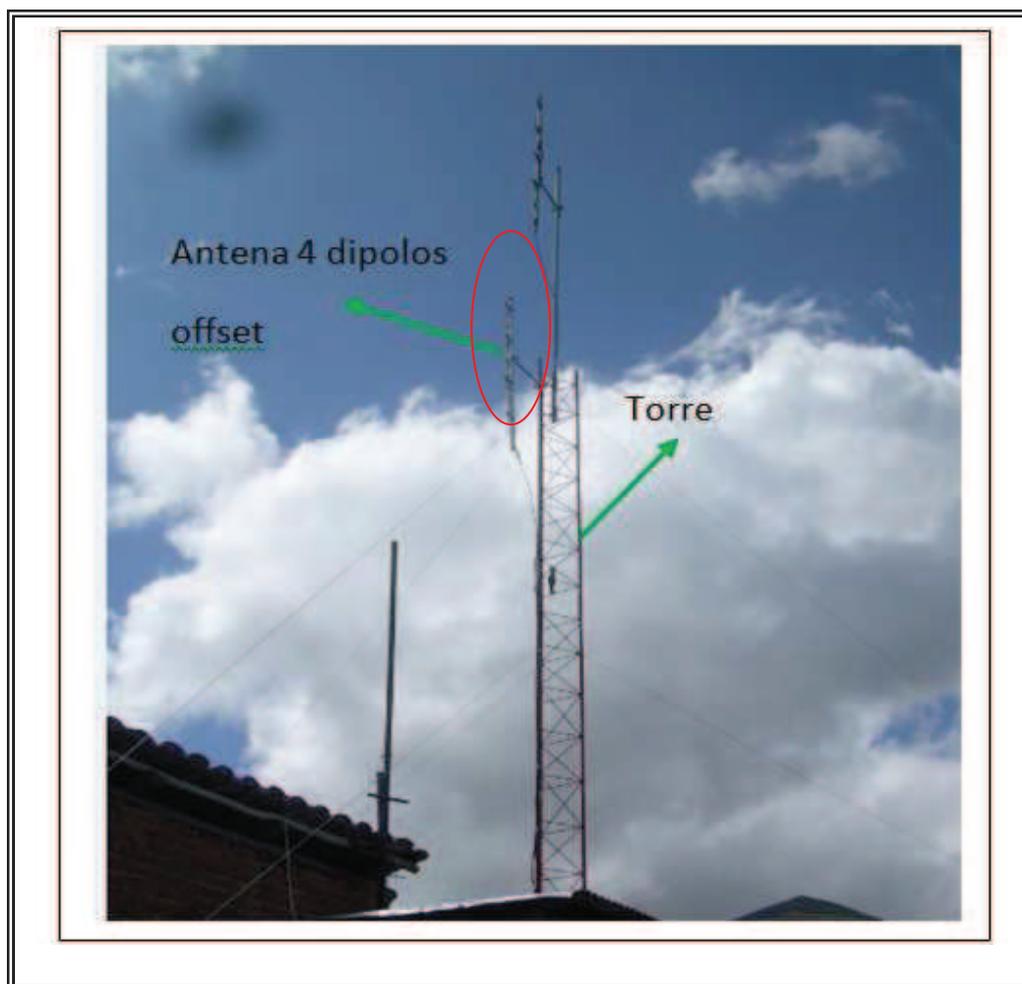


Fig. 3.9c

BASE

- *Antena tipo látigo*
- *Cables de energía*
- *Fuente de poder*

Móvil

- *Antena tipo látigo*
- *Cables de energía*

Portátil

- *Batería que este con el 100% de carga.*

Una vez montado todo el sistema se procede a realizar las pruebas de cobertura.

3.3.1 Informe de Pruebas del Área de Cobertura

Repetidor : Compañía de Camionetas los Andes

Ubicación : Cerro Mojanda

Rango: UHF

Para las pruebas de área de cobertura del repetidor, se toma como área objetivo específicamente la ciudad de Cayambe.

Equipo:

El Equipo empleado para las respectivas pruebas son:

RPT: Kenwood TKR-850

Ubicación: Cerro Mojanda

Base: Kenwood TK- 8180

Ubicación: AV. Víctor Cartagena y Mariana De Jesús

Portátil: Kenwood TK-3202L

El equipo portátil se movilizó por diferentes puntos de la ciudad.

3.3.2 Tabulación de Datos

Los datos fueron evaluados sobre 10 puntos, teniendo en consideración el nivel de calidad de recepción de audio y la intangibilidad de la señal.

Área seleccionada.



Fig. 3.10 Área Seleccionada

El área seleccionada para las pruebas, permite tener la mayor apreciación posible de los sectores en los cuales las unidades de la compañía tendrán una buena comunicación con la base.

TX	RX	TONO	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4
490,81250	496,81250	100	Plaza de Toros	Parque central	Norte de la ciudad	Sur de la Ciudad
7 am – 10 am			10	10	10	10
13 pm – 17 pm			10	10	10	10
17 pm – 22 pm			10	10	10	10

Tabla. 3.1 Tabulación de Datos

3.3.3 Interpretación de Resultados

Siguiendo la ruta señalada en el cuadro anterior se pudo percibir cuales son los niveles en la recepción de la señal, llegando a la conclusión que en los sectores en los cuales existe línea de vista despejada al repetidor, por ejemplo en el centro de la ciudad el nivel de recepción es sobresaliente, hay que indicar que la ciudad de Cayambe no dispone de edificaciones muy altas lo mismo que es una ventaja para la comunicación.

Es importante señalar que en sectores en los cuales no se tiene línea de vista al repetidor o existe una pequeña obstrucción, la señal en el audio se entrecorta y en otros sectores por ejemplo más hacia el norte de la ciudad, vía a Ibarra la señal se pierde totalmente ya que este sector queda fuera del área de cobertura, es decir existen montañas entre el repetidor y este sector.

CAPÍTULO IV

4.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- *En los sistemas que trabajan con radiofrecuencia se debe considerar varios aspectos como por ejemplo el tipo de línea de transmisión, conectores, antenas y todos los accesorios o elementos necesarios para el funcionamiento óptimo del sistema de comunicación, al utilizar los elementos adecuados se minimiza las pérdidas que pueden existir al momento de instalar el sistema.*
- *Para el diseño de un sistema de radiocomunicaciones se debe tener en cuenta el área a cubrir, ubicación del repetidor, características técnicas de los equipos a utilizar como la potencia, el rango de frecuencia de operación ya que con estos parámetros se podrá realizar un correcto diseño y a la vez se cubrirá las necesidades requeridas por la Compañía.*
- *El costo por la concesión de un par de frecuencias es bajo de fácil acceso a empresas, en el caso de Compañía de Transporte no excede los 50 dólares.*
- *Los programas que proporciona Kenwood son muy didácticos para el manejo y correcta manipulación de las opciones que ofrecen, de esta forma programar los radios es muy sencillo.*
- *Es muy importante cumplir con todos los requisitos solicitados por la SENATEL para la concesión de frecuencias, de esta manera se evitará que el tiempo estimado para obtención del contrato se extienda, el tiempo estimado para concesión es de 5 a 6 meses.*

4.2 Recomendaciones

- *Una vez obtenido el contrato de concesión de frecuencias es importante leer la parte técnica con la finalidad de cumplir con todo lo establecido para la puesta en marcha del sistema, y de esta manera evitar la cancelación del contrato.*
- *La capacitación a las personas que operarán el sistema es un tema importante ya que podrán trabajar ordenadamente y le darán un correcto uso al sistema.*
- *La asignación de un código de identificación para cada operador evitará el mal uso de los radios.*
- *Respecto al montaje del Repetidor en la caseta y la antena en la torre, es importante ubicar al repetidor en un lugar espacioso y de fácil manipulación, la antena tiene que ir lo más alto en la torre con la finalidad de cubrir la mayor área, en el momento de unir los cables de la antena con el extremo del rollo de cable RG-58 se debe tener en cuenta de cubrir con suficiente auto fundente para evitar la penetración de agua en la unión.*
- *Al momento de hacer la conexión conector - cable es importante hacer un buen acoplamiento entre el cable y conector, es decir tener cuidado de que no exista continuidad entre la tierra y el vivo.*
- *Realizar pruebas en modo simplex con todos los equipos es muy importante ya que se puede detectar el buen o mal funcionamiento de las etapas tanto de recepción como de transmisión de los radios antes de operar el sistema completo.*

4.3 Bibliografía

1. Cálculo de Tarifas

http://www.conatel.gov.ec/site_conatel/index.php?view=article&catid=40%3Aservicios&id=164%3Asistemas-sobre-30-mhz-vhf-uhf&option=com_content&Itemid=428&limitstart=4

2. Sistemas sobre 30 MHz (VHF – UHF)

http://www.conatel.gov.ec/site_conatel/index.php?option=com_content&view=article&catid=40%3Aservicios&id=164%3Asistemas-sobre-30-mhz-vhf-uhf&Itemid=428

3. Requisitos para la Concesión de Frecuencias

http://www.conatel.gov.ec/site_conatel/index.php?view=article&catid=40%3Aservicios&id=164%3Asistemas-sobre-30-mhz-vhf-uhf&option=com_content&Itemid=428

4. Formularios para la Concesión de Frecuencias

http://www.conatel.gov.ec/site_conatel/index.php?view=article&catid=282%3Aformularios-y-requisitos&id=702%3Aformularios-para-concesion-de-frecuencias&option=com_content&Itemid=426

5. Clasificación de los Sistemas de Radio Comunicaciones

Reglamento y Norma Técnica para los sistemas de Comunales de Explotación. Título I. Capítulo I. Resolución No. 265-13-CONATEL-2000

6. Repetidor

<http://es.wikipedia.org/wiki/Repetidor>

7. Antena

<http://es.wikipedia.org/wiki/Antena>

8. Cable Coaxial

<http://www.electricidadlynch.com.ar/cablecoaxilrg8.htm>

9. Características Técnicas de los Equipos

<http://www.kenwoodusa.com/Communications/>

10. Duplexor

<http://www.mg.com.pe/duplexores-syscom.htm>

11. Batería

[http://es.wikipedia.org/wiki/Bater%C3%ADa_\(electricidad\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Bater%C3%ADa_(electricidad))

12. Cargador de baterías

<http://guayaquil.olx.com.ec/cargadores-de-baterias-industriales-exxel-power-iid-155940549>

13. Repetidor Kenwood TKR - 850

<http://www.repeater-builder.com/kenwood/pdfs/tkr-750-850-function-v101.pdf>

14. Principio de Funcionamiento del Repetidor TKR - 850

<http://www.repeater-builder.com/kenwood/pdfs/tkr-850revised.pdf>

15. Principio de Funcionamiento de la radio base TK- 8180/8100

<http://data.manualslib.com/pdf/9/868/86728-kenwood/tk8180.pdf?8c14223c47eb7ec27c68e42b476838b>

16. Principio de Funcionamiento del Radio Portátil TK-3202

http://www.cbradio.cz/doc/_HAM/Kenwood/TK-3206/service.pdf