



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ARAGÓN**

**"OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UNA RED BASE PARA UN  
REPETIDOR SEGUNDA GENERACIÓN TIPO PS8594".**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**  
P R E S E N T A :

**GARCÍA LUCAS RAÚL.**

**ASESOR: ING. BENITO BARRANCO CASTELLANOS.**



**Estado de México**

**Junio de 2010.**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

<b>Índice</b>	<b>I</b>
<b>Objetivo &amp; Introducción</b>	<b>II-VIII</b>
<b>Capítulo I Tareas de mantenimiento preventivo para un sistema de radio comunicación.</b>	<b>1</b>
1.1 Interacción de los sistemas de radiocomunicación	1
1.2 Sistema de antenas	3
1.3 Conectores de RF	24
1.4 Sistema de energía	30
1.5 Equipo BS (Base Station)	37
1.6 Medio de transporte (equipos de microondas)	51
<b>Capítulo II Equipo y prescripciones de seguridad.</b>	<b>53</b>
2.1 Prescripciones de seguridad.	53
2.2 Organización.	54
2.3 Descripción de los bastidores	61
2.4 Lista de los subconjuntos, fusibles y cables Intercambiables	66
2.5 Disponibilidad del repetidor radio	72
2.6 Lista de los equipos de apoyo	75
2.7 Lista de los ingredientes	79
2.8 Lista de los consumibles	79
2.9 Explotación local	80
2.10 Descripción de los Led	80
2.11 Descripción de los órganos de explotación y mantenimiento	90
2.12 Fichas U	95
2.13 Lista de las fichas U	97
<b>Capítulo III O&amp;M De un repetidor de radio G2 PS8594</b>	<b>106</b>
3.1 Mantenimiento preventivo.	106
3.2 Calendario de las operaciones de mantenimiento preventivo.	108
<b>Anexo 1. Tipos de modulación.</b>	<b>132</b>
<b>Anexo 2. Descripción de las pruebas.</b>	<b>142</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>169</b>
<b>Glosario</b>	<b>171</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>174</b>

**OBJETIVO.**

El objetivo de este trabajo de tesis es describir las operaciones de mantenimiento de niveles O e I (Organizativo e Intermedio) relativos al repetidor radio, segunda generación tipo PS8594. Según la infraestructura de la red desarrollada y las características deseadas.

**Nivel de mantenimiento.****Nivel O (Organizativo).**

Este nivel comprende las operaciones de localización de averías y de cambio de subconjuntos defectuosos por usuarios o generalistas mediante herramientas de mantenimiento estándar o de uso simple.

**Ejemplo:** Cambio de una tarjeta en un bastidor.

**Nivel I (Intermedio).**

Este nivel comprende las operaciones de localización de averías complejas y de cambio complejas de subconjuntos defectuosos, que son efectuadas al nivel regional por especialistas provistos de herramientas específicas.

Ejemplo: Cambio de un cajón en un bastidor.

## INTRODUCCIÓN

Contar con un lenguaje común es la primera etapa para la comprensión de cualquier problema.

A principios de este siglo, durante el desarrollo de la telegrafía y la radio, debido a la carencia de un lenguaje de telecomunicaciones, los ingenieros trataban los problemas con más casualidad que tecnología. Por razones que no fueron entendidas en aquella época, la velocidad de transmisión de los símbolos del código Morse al ser enviados a través de cables de larga distancia se vio reducida en gran medida, esto llevó al abandono de las transmisiones digitales; en aquel tiempo eran necesarias tres horas para transmitir el texto contenido en una página desde Europa hacia América a través de un cable submarino. Tiempo más tarde con la invención del teléfono, observamos por una parte, el nacimiento de las transmisiones análogas que en ese entonces ganaron terreno sobre las digitales las cuales no tenían la tecnología necesaria para hacerla practica, y por otra parte, la construcción del monopolio más grande de la industria basándose en el cable de cobre y el “estancamiento” de la tecnología de la radio.

Las técnicas de modulación analógicas<sup>1</sup>, están siendo suplantadas por otras de tipo digital<sup>2</sup> más poderosas y complejas, cuyos circuitos individuales son construidos a partir de capas de programación extremadamente sofisticadas y

---

<sup>1</sup> **Técnicas de modulación analógica.** La amplia naturaleza de las señales analógicas es evidente, cualquier forma de onda está disponible con toda seguridad en el ámbito analógico, nos encontramos con una onda original y una distorsión de la que tenemos que identificar la onda original de la distorsionada. Una señal digital generada por el equipo de procesamiento de datos es inserida en la onda portadora generada por el modem , siendo que las características originales de la onda padrón son modificadas de acuerdo a la técnica de modulación utilizada por el modem y ésta transporta los datos hasta la otra extremidad del enlace donde otro modem demodulará la señal y la entregará a un equipo de procesamiento de datos en su forma original.

Son las siguientes:

ASK (Amplitud Shift - Keying)

FSK (Frequency Shift - Keying)

PSK (Phase Shift - Keying)

<sup>2</sup> **Modulación digital.** Los modems digitales no ejecutan exactamente una modulación, sino una especie de codificación de una señal que difiere mucho en relación a una señal analógica generada por los modems analógicos.

Técnicas de Modulación Digital : Los códigos básicos son :

Código RZ

Código NRZ

Código BIO

El resto de códigos son derivación de algunos de éstos, así tenemos:

Códigos:

NRZ-L; BIO-L

NRZ-M; BIO-M

NRZ-SBIO-S

RZ AMI

luego combinadas dentro de sistemas ingeniosos de múltiple acceso. Esto ha dado como resultado sistemas de información con una gran ganancia en costo, calidad y capacidad. Sin embargo, la diversificación tan extensa de estas nuevas técnicas digitales dificulta la adecuada selección de una de ellas para un caso en particular, sin embargo cabe mencionar que el sistema que se presenta en el capítulo 3, utiliza una forma de transmisión analógica con técnicas de modulación más sofisticadas, por lo que podemos decir, que se ha avanzado también en esta materia combinado con técnicas de multiplexión y codificación digitales formando un sistema híbrido el cual hoy en día es muy común en el medio de las telecomunicaciones, además de que el utilizar técnicas digitales o analógicas depende de la aplicación en la cual se vaya a utilizar.

Anteriormente en las transmisiones analógicas la selección de la modulación FM<sup>3</sup> era indiscutible, por otro lado con el renacimiento de la radio, la promesa de ser liberados de la liga a un punto o ubicación fijos de la red de telecomunicaciones y disfrutar de los mismos servicios en forma móvil (inalámbrico) está cada vez más cercana. En fin, la combinación de las técnicas digitales y de informática ha obligado a las compañías de telecomunicaciones a modificar sus estrategias dada la amenaza constante de quedar obsoletas y fuera de la competencia tecnológica. Según aumenta el conocimiento de las comunicaciones el espectro utilizable se ha extendido a frecuencias cada vez más altas. Los tubos de vacío miniatura comunes y los transistores de alta frecuencia alcanzan un límite práctico del orden de los 500 MHz. Esta frecuencia puede tomarse como el principio de la región de las microondas, aunque corrientemente se considera que ésta empieza en 1 GHz.

---

<sup>3</sup> **En telecomunicaciones, la frecuencia modulada (FM)** o modulación de frecuencia es una modulación angular que transmite información a través de una onda portadora variando su frecuencia (contrastando ésta con la amplitud modulada o modulación de amplitud (AM), en donde la amplitud de la onda es variada mientras que su frecuencia se mantiene constante). En aplicaciones analógicas, la frecuencia instantánea de la señal modulada es proporcional al valor instantáneo de la señal moduladora. Datos digitales pueden ser enviados por el desplazamiento de la onda de frecuencia entre un conjunto de valores discretos, una modulación conocida como FSK.

La frecuencia modulada es usada comúnmente en las radiofrecuencias de muy alta frecuencia por la alta fidelidad de la radiodifusión de la música y el habla (véase Radio FM). El sonido de la televisión analógica también es difundido por medio de FM. Un formulario de banda estrecha se utiliza para comunicaciones de voz en la radio comercial y en las configuraciones de aficionados. El tipo usado en la radiodifusión FM es generalmente llamado amplia-FM o W-FM (de las siglas en inglés "Wide-FM"). En la radio de dos vías, la banda estrecha o N-FM (de las siglas en inglés "Narrow-FM") es utilizada para ahorrar banda estrecha. Además, se utiliza para enviar señales al espacio.

Ciertos tríodos<sup>4</sup> de diseño especial (para frecuencias ultra altas) y de tipo faro, así como algunos transistores, trabajan hasta unos 3 GHz. Los tubos de vacío especiales para microondas, tales como magnetrones, klistrones, tubos de onda progresiva, osciladores de onda regresiva, o inversa, etc., y los diodos túnel, pueden operar con frecuencias hasta de 100,000 GHz. Por encima de este valor se encuentra la región infrarroja, o de calor, la cual suele considerarse que va desde los 300, 000 a los 375, 000 GHz. La luz visible al ojo humano va desde los 275,000 GHz del color rojo a los 790,000 GHz que corresponden al violeta.

### **Características de las ondas electromagnéticas.**

La Fig. A muestra un diagrama de la repartición del espectro electromagnético en función de la frecuencia y de la longitud de la onda. A menudo las ondas electromagnéticas están definidas en función de la longitud de onda permitiendo relacionarlas más fácilmente a las dimensiones de los componentes físicos: las antenas, las líneas de transmisión, los transistores y receptores, etc.

La banda del espectro electromagnético cuyas ondas tienen longitudes inferiores a  $10^{-14}$  metros corresponde a los rayos cósmicos, que provienen del espacio exterior y tienen una gran potencia de penetración. Luego entre  $10^{-10}$  y  $10^{-14}$  metros encontramos a los rayos gama, los cuales son liberados por los materiales radioactivos. Estas ondas son utilizadas en hospitales con el objeto de eliminar células de cáncer y otras enfermedades del cuerpo humano, pero obviamente por razones de seguridad sus fuentes deben ser mantenidas en contenedores de plomo. Entre las longitudes de onda de  $10^{-10}$  y  $10^{-11}$  metros encontramos a los rayos X, los cuales pueden penetrar los tejidos del cuerpo humano y por lo tanto pueden ser utilizados como una herramienta de diagnóstico en la medicina, la

---

<sup>4</sup> Se denomina tríodo a la válvula termoiónica de tres electrodos. El primero es el cátodo, que al calentarse produce electrones. El segundo es el ánodo o placa, que está cargado positivamente y, por tanto, atrae a los electrones. El tercero es la rejilla que se sitúa entre el cátodo y el ánodo.

La tensión aplicada a la rejilla hace que el flujo de electrones desde el cátodo al ánodo sea mayor o menor. Esto es muy interesante pues aplicando una señal de muy débil intensidad entre cátodo y rejilla podemos conseguir que la variación del flujo de electrones entre éste y el ánodo sea muy grande. Es decir, con una pequeña tensión controlamos una gran corriente. A ese fenómeno se le llama amplificación. Por eso, el tríodo es un amplificador.

También puede utilizarse para más funciones tales como *rectificador* o como *puertas* que dejan pasar la corriente o no (on-off) y que son la base de la electrónica digital, pero su función más importante es la de amplificar.





En el caso de las ondas de radio comunicación, el espectro electromagnético puede ser dividido en cinco grandes bandas:

Debajo de 100 KHz la transmisión es realizada por medio de ondas de tierra u ondas aéreas a múltiples reflexiones entre la tierra y la parte baja de la ionosfera. En esta banda la atenuación de las ondas es pequeña pero la dificultad práctica para realizar antenas eficientes a grandes dimensiones (a 750 metros o mayores) provoca que los transmisores requeridos deban operar a potencias muy elevadas. Esta banda es utilizada para comunicaciones de tipo de radio difusión en los sistemas de navegación entre barcos y estaciones costeras.

En la banda entre 100 KHz y 1500 KHz la propagación se realiza principalmente en formas de tierra dado que las ondas aéreas son fuertemente atenuadas, especialmente durante el día. Estas frecuencias también son utilizadas para la radio difusión y ciertas ayudas de navegación.

Entre 1500 KHz y 6 MHz la propagación se realiza en formas de ondas de tierra y aéreas. Esta banda es utilizada para comunicaciones a distancias moderadas.

La siguiente banda está comprendida entre 6 MHz y 30 MHz, la propagación depende casi totalmente de la onda aérea y por lo tanto de las condiciones en la ionosfera. Con poca atenuación y en condiciones adecuadas es posible cubrir largas distancias. Esta banda es normalmente utilizada para la radio difusión y las telecomunicaciones a larga distancia.

Arriba de 30 MHz las ondas de radio pasan a través de la ionosfera y son utilizadas donde son posibles los enlaces con una línea de visión entre el transmisor y el receptor, aunque la trayectoria también puede incluir reflexiones. Esta banda es utilizada para la radio difusión de las señales de radio y televisión, los enlaces de microondas punto a punto incluyendo la transmisión hacia y desde los satélites, el radar y recientemente las telecomunicaciones móviles. Dada la corta longitud de las ondas, antenas pequeñas y eficientes pueden ser utilizadas lo que representa una ventaja considerable para las telecomunicaciones móviles.

Las ondas en esta banda, debido a la atenuación y la absorción solo pueden viajar distancias cortas en comparación a las ondas de frecuencia más bajas, a menos

que se utilicen antenas parabólicas (en el caso de satélites y sistemas de microondas terrestres). Otra ventaja de estas ondas es la posibilidad de reutilización de las frecuencias (sistemas celulares) sin que los transmisores se interfieran entre ellos.

La mejora continua de los procesos técnicos del área de Soporte Técnico requieren que se lleve a cabo una mejora en el proceso de Mantenimientos Preventivos realizados a los equipos repetidores, dentro de las actividades contempladas por los contratos de mantenimiento que especifiquen dicha tarea.

Aunado a esta situación y derivado de la implementación del proceso de Radio Performance que tiene como parte de sus actividades, analizar y mejorar el desempeño de la red a nivel RF, se ha determinado incluir la siguiente gama de pruebas como parte del proceso de mantenimiento preventivo a un repetidor radio.

Las pruebas incluidas tendrán como objetivo proporcionar información clara y objetiva del comportamiento de los equipos radio a nivel de radiofrecuencia, así como también determinar la calidad del servicio radio sobre el área de cobertura provista por el equipo de repetición.

**En el presente trabajo de tesis se menciona lo siguiente:**

Capítulo 1.

Este capítulo contiene información de orden general y tareas de mantenimiento.

Capítulo 2.

Se refiere esencialmente al equipo y lo concerniente a seguridad del mismo

Capítulo 3.

Describe las operaciones de mantenimiento preventivo que se deben efectuar periódicamente en el equipo.

Anexo 1.

Se enumera los tipos de modulación y se muestran algunos ejemplos.

Anexo 2.

Se hace una descripción de las pruebas a realizar con el equipo repetidor radio, segunda generación tipo PS8594.

## CAPÍTULO 1

### TAREAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA UN SISTEMA DE RADIO COMUNICACIÓN.

El mantenimiento preventivo de un sistema de radiocomunicación consiste en la revisión periódica de ciertos aspectos operacionales dentro del sistema de radio; tales como la potencia emitida a la salida del bastidor radio, voltajes operacionales en los módulos de energía, operación de los módulos de radiofrecuencia (transmisores y receptores), acoplamiento de los cables de transmisión y condiciones del sistema de antenas entre otros. Tales elementos interactúan en conjunto para ofrecernos un servicio con requerimientos específicos.

De manera tal que el conjunto de elementos descritos interactúan para ofrecer necesidades específicas a los usuarios; para el caso específico de este sistema, se verá reflejado en las comunicaciones de voz.

Por tal motivo, es sumamente necesario considerar que la revisión periódica de dichos elementos, podrá asegurar la disminución de incidentes que puedan detener o degradar el servicio ofrecido por el sistema de radiocomunicación.

#### 1.1 Interacción de los sistemas de radiocomunicación.

En forma global, el Sistema de Radiocomunicación Móvil Profesional está formado con base en la siguiente estructura de capas lógicas:

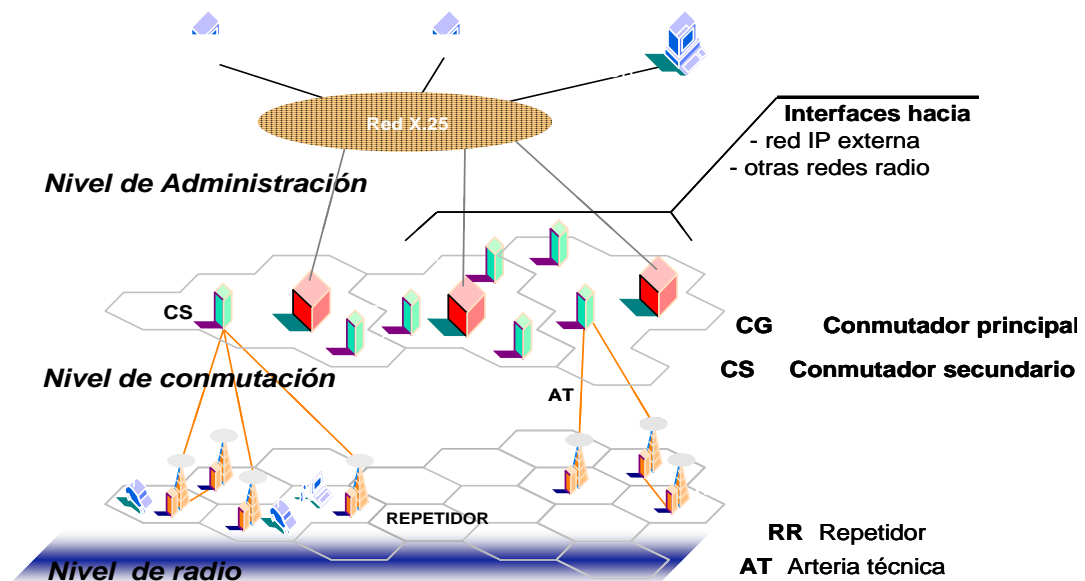


Fig. 1.1 Capas lógicas de una Radiobase.

**1.1.2 Estructura lógica del sistema.**

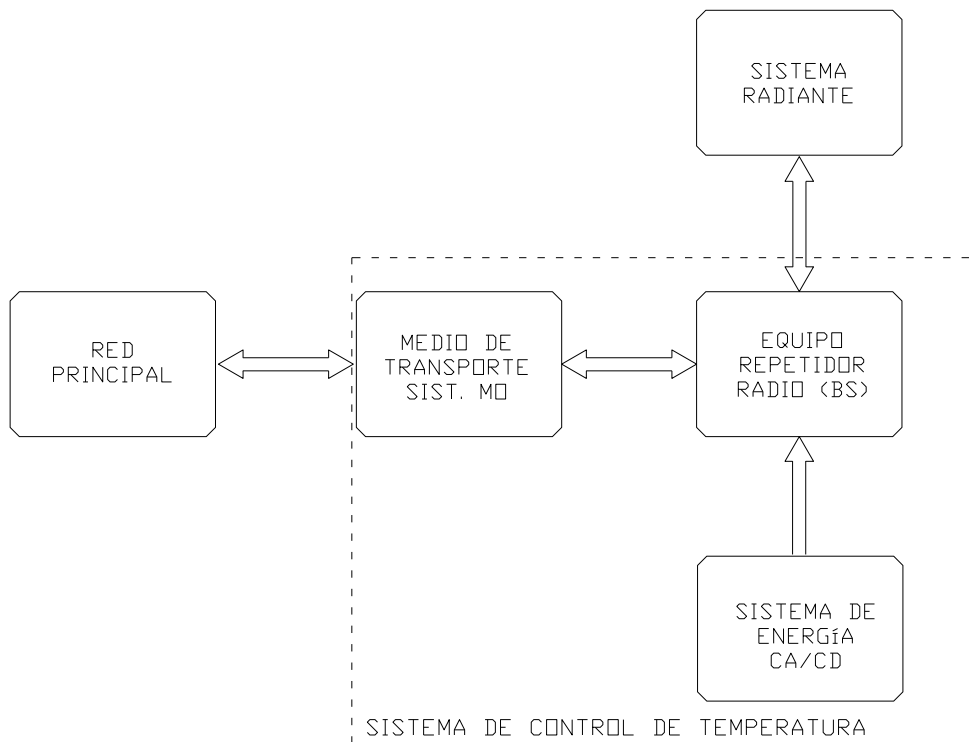
*Nivel de administración:* En este punto, el sistema lleva a cabo la gestión técnica (infraestructura del sistema) y táctica (abonados y comunicaciones) de toda la Red de Radiocomunicación

*Nivel de conmutación:* En él se realiza todas las tareas de establecimiento de circuitos de telefonía y datos, manejo de base de datos de abonados radio, control de equipos externos, etc.

*Nivel radio:* Es la interfaz de comunicación entre un terminal radio y la capa de conmutación, se encarga de administrar las comunicaciones de los terminales operacionales. El equipo más conocido dentro de la capa de nivel radio es el BS (Base Station).

**1.1.3 Estructura de la capa nivel radio.**

Debido a la importancia que tiene este nivel con respecto a las funciones de enlace entre los abonados radio y la red en general, debemos ser cuidadosos en mantener operacional toda la infraestructura que soporta la operación conjunta de esta capa. En forma general la capa nivel radio funciona con base en los siguientes elementos:



**Fig. 1.2 Estructura de capa de nivel.**

Si consideramos los bloques a mayor detalle, tendremos los siguientes elementos:

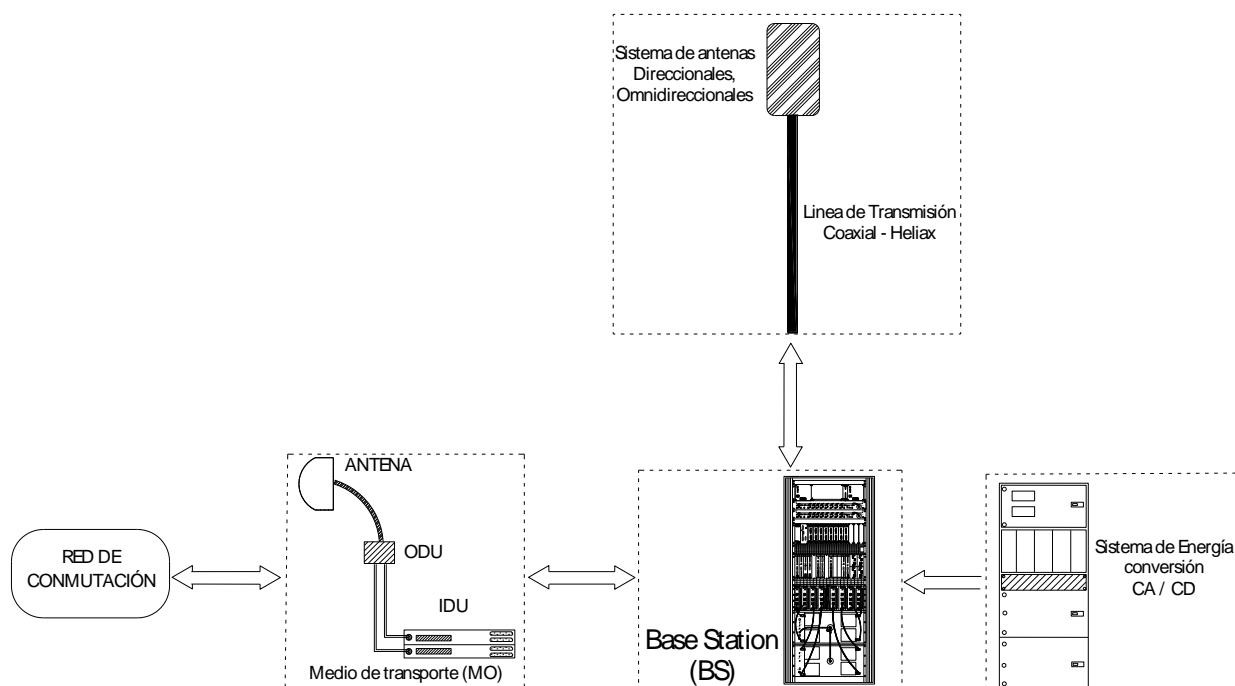


Fig. 1.3 Bloques de equipos físicos.

Debido a la naturaleza propia del sistema de Radiocomunicación Móvil Profesional, la capa **Nivel Radio** es considerada como una de las más propensas a sufrir deterioros e incidencias en la operación; ello a causa de las condiciones climáticas diversas existentes, debido principalmente a que en la mayoría de las ocasiones, algunos elementos externos propios del equipos se encuentran expuestos a la intemperie, tal es el caso de los sistemas de antenas radio, línea de transmisión, conectores de RF, elementos de aterrizaje (kit de aterrizaje para protección de la línea de transmisión) y cables de conexión a tierra (cable de cobre desnudo, calibre 00).

## 1.2 Sistema de antenas.

Un elemento de radiación (antena) tiene la capacidad de operar dentro de un ancho de banda (segmento del espectro en frecuencia) especificado por el fabricante, este ancho está determinado por el diseño de la antena y el rango de operación de la misma; en forma particular, hay antenas radio diseñadas con la finalidad de radiar energía en todas las direcciones ó para concentrar dicha energía en un solo punto particular.

El componente principal bajo el control del planificador de radio en términos de diseño de enlace detallado es la antena. Sus características generales incluyen ganancia,

rechazo a la interferencia, altura sobre el nivel del suelo y carga en la torre, los cuales son todos factores críticos para obtener un diseño exitoso.

### 1.2.1 Teoría fundamental electromagnética.

Cuando analizamos los parámetros de los circuitos eléctricos uno usualmente analiza el efecto de un flujo de corriente a través de una cierta impedancia que se establece por el elemento. Cuando se considera antenas es muy útil analizar los efectos en términos de vectores de campos eléctricos y magnéticos del frente de onda, el cual es generado por una antena, viajando como un campo electromagnético. Una onda electromagnética (EM) tiene dos componentes ortogonales: un campo eléctrico y, perpendicular a éste, un campo magnético.

Estos dos campos pueden ambos ser considerados señales variando sinusoidalmente perpendicular a cada uno del otro, ambos normal a la dirección de propagación, como se muestra en la figura 1.4

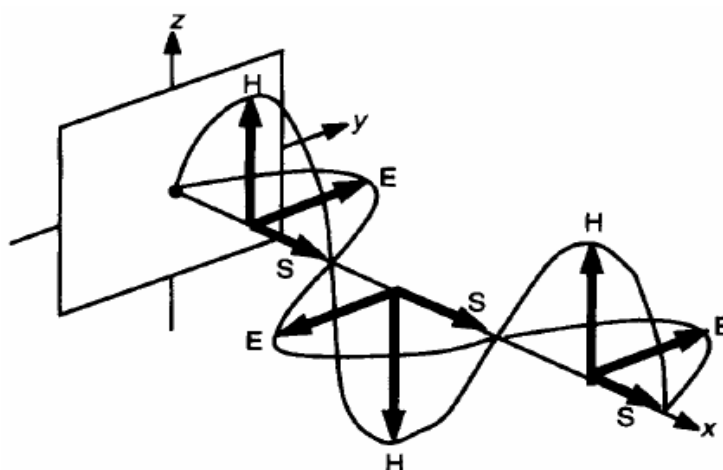


Fig. 1.4 Una onda electromagnética (EM) tiene dos componentes ortogonales: un campo eléctrico y, perpendicular a éste, un campo magnético.

En una onda electromagnética, los campos eléctricos y magnéticos interactúan uno con el otro.

Una variación del campo magnético inducirá un campo eléctrico y una variación del campo eléctrico inducirá un campo magnético. El frente de onda es la línea imaginaria que es dibujada a través del plano de fase constante. Una onda plana es una que tiene un frente de onda plano. Un frente de onda uniforme es uno que tiene magnitud y fase constante. La magnitud de los vectores de campo eléctrico y magnético son por tanto iguales y están “en fase”, los máximos y mínimos por lo tanto ocurren al mismo tiempo para ambas ondas. La onda EM viaja en una dirección perpendicular al frente de onda.

Ondas EM en el espacio libre viajan como una onda plana uniforme, esto es conocido como una onda transversal EM (TEM).

### 1.2.2 Período.

El período de la onda es la longitud de tiempo antes que la onda se repita así misma y puede ser expresada como:

$$T = 1/f \quad 1.1$$

Donde  $f$  es la frecuencia (El número de ciclos en 1 segundo, medido en Hertz).

La longitud de onda de la señal es la distancia entre dos puntos de igual fase, que depende del medio en el cual la señal está viajando y puede ser expresada como:

$$\lambda = v/f \quad 1.2$$

Donde  $v$  es la velocidad de propagación (m/s) y  $f$  es la frecuencia (Hertz)

### 1.2.3 Velocidad de propagación.

La velocidad de propagación puede ser expresada como:

$$v = \frac{1}{\sqrt{(\epsilon \cdot \mu)}} \quad 1.3$$

Donde ( $\epsilon$ ) es llamado la permitividad y puede ser expresado como  $K \cdot \epsilon_0$ ;  $\epsilon_0$  es la permitividad del espacio libre =  $8.854 \times 10^{-12}$  F/m;  $K$  es la permitividad relativa por ejemplo,  $K(\text{aire}) = 1$ ; ( $\mu$ ) es la permeabilidad y puede ser expresada como  $K_m \cdot \mu_0$ ;  $\mu_0$  es la permeabilidad del espacio libre =  $1.257 \times 10^{-6}$  H/m; y  $K_m$  es la permeabilidad relativa dependiendo del material usado; por ejemplo,  $K_m(\text{aluminio}) = 1.00000065$ .

Todo medio dieléctrico es especificado en términos de permitividad y permeabilidad, las cuales miden capacitancia e inductancia respectivamente.

$$v = \frac{1}{\sqrt{(\epsilon_0 \cdot \mu_0)}} = 3 \times 10^8 \text{ m/s} \quad 1.4$$

$v = c$  (velocidad de la luz)

La velocidad de propagación en otro medio depende de la permitividad y permeabilidad de aquel medio. En el aire, la permitividad y permeabilidad es aproximadamente el

mismo como en el vacío, por tanto el haz de microonda viaja a la velocidad de la luz, independientemente de la frecuencia.

#### 1.2.4 Polarización.

La polarización de la señal corresponde al plano del vector del campo eléctrico. Si uno imagina una onda sinusoidal viaja perpendicularmente a fuera de la página, la amplitud del vector podría oscilar desde un máximo positivo a través de cero a un máximo negativo. En este plano, en el vector eléctrico oscila verticalmente y por lo tanto es polarizado verticalmente.

#### 1.2.5 Densidad de potencia.

Una onda EM transporta energía que puede ser representada como una densidad de potencia  $Pd$  en Watts/m<sup>2</sup>. Una fuente puntual de radiación que transmite energía uniformemente en todas direcciones es llamada fuente isotrópica. Si uno considera una esfera alrededor de esta fuente isotrópica con potencia de salida  $P_t$  teniendo como área  $A = 4\pi r^2$ , luego la densidad de potencia (P) puede ser expresado como:

$$P = P_t / (4\pi r^2) \quad 1.5$$

#### 1.2.6 Características de las antenas.

Una antena es básicamente un elemento radiante que convierte energía eléctrica en forma de corriente en un frente de onda EM en la forma de oscilación de campos eléctricos y magnéticos.

Cualquier flujo de corriente en un conductor establecerá un campo magnético. Cualquier variación de flujo de corriente generará una variación de campo magnético que establece un campo eléctrico; hay por lo tanto una interacción entre el campo eléctrico y magnético que resulta en la propagación

EM, la rapidez de variación de estos campos, incrementa la radiación del elemento conductor (antena). Los componentes del campo que no son radiados son producidos por la parte capacitiva e inductiva de la antena, resultando en la antena la aparición de una impedancia compleja y no precisamente una resistencia.



### 1.2.7 Ganancia.

Una antena es un dispositivo pasivo y así por definición no puede amplificar la señal; sin embargo, ello puede dirigir la señal a ser fuerte en una dirección respecto de otras.

Considerando un globo:

Si uno globo fue apretado en los lados, ello podría expandir en las puntas. Éste es la base por él cual nosotros consideramos como ganancia de antena. La referencia es un radiador isotrópico que por definición tiene ganancia cero. El aumento por él cual la antena dirige la señal en una particular dirección es descrita en términos de su ganancia. Cuando uno habla de la ganancia de la particular antena, esto es, la radiación es enviada directamente afuera por el frente de la antena, la ganancia es expresada como la razón entre la densidad de potencia de referencia  $P$  de un radiador isotrópico y la densidad de potencia en una particular dirección de la antena en consideración. Éste es usualmente expresado en una escala logarítmica en decibeles, las antenas de microonda son usualmente especificada en dBi y pueden ser expresadas como:

$$dB_i = 10 \log_{10} \frac{P}{P_{di}} \quad 1.6$$

Donde  $P$  es la densidad de Potencia en la dirección considerada y  $P_{di}$  es la densidad de potencia de un radiador isotrópico. Siendo un radiador isotrópico no puede ser construido en la práctica, otra manera de expresar la ganancia es comparar ello con un dipolo doblado, en el cual la construcción física de la antena se aproxima a la antena de radiador isotrópico. Éste es típicamente hecho para antenas de VHF y UHF los cuales son expresados como dBd.

$$dB_d = 10 \log_{10} \frac{P}{P_{dd}} \quad 1.7$$

Donde  $P$  es la densidad de potencia en la dirección considerada y  $P_{dd}$  es la densidad de potencia de un dipolo omnidireccional, la ganancia de una antena expresada en dBd es 2.16 dB menos respecto a una antena isotrópica (dBi).

Para antenas de microondas, la ganancia es dependiente del área de la apertura de la antena. La ganancia de una antena puede ser expresada como:

$$G(\text{dBi}) = 10 \log \eta (4\pi Aa/\lambda^2) \quad 1.8$$

Donde  $\eta$  es la eficiencia de apertura de antena,  $Aa$  es el área de apertura de antena, y  $\lambda$  es la longitud de onda de la señal.

Maximizando la ganancia por medio de la iluminación de la completa cara parabólica del reflector podría resultar en una muy pobre razón Front-to-Back (F/B).

Si uno asume un plato parabólico con una eficiencia de 55% y expresa la unidad en metros y Giga Hertz una útil expresión sería la siguiente.

$$G(\text{dBi}) = 17.8 + 20 \log (d.f) \quad 1.9$$

Donde  $d$  es el diámetro de la antena (metros) y  $f$  es la frecuencia del alimentador (GHz). Ésta es una muy útil fórmula para el planificador de radio y estimar la ganancia de cualquier antena parabólica de microonda, si los detalles exactos de la actual antena no se encuentran disponibles.

### Lóbulos Laterales

Las antenas de microondas están preparadas a sus direccionales, la radiación máxima está por lo tanto en la dirección de propagación. En la práctica, es imposible concentrar toda la energía en esta dirección. Algunas de ellas se extienden fuera por los lados laterales y posteriores de la antena.

Debido a la fase compleja establecida en un patrón de antena, resultan lóbulos. El lóbulo principal está alrededor del centro de la antena. El objetivo de una antena direccional es para maximizar la energía en el lóbulo principal por medio de la minimización de la energía en los lóbulos laterales. Ello es importante para entender las gráficas de patrón de radiación de la antena.

### 1.2.8 Relación Frente/Espalda o Front-to-Back.

Como se discutió, no toda la energía radiada sale por el frente de la antena. Algunas de ellas radian por los lóbulos posteriores. La razón F/B es definida como la razón de la ganancia en la deseada dirección respecto a la ganancia en la dirección opuesta de la parte posterior de la antena.

Ello es expresado en decibeles y es muy importante en sistemas backbone (columna vertebral) de radio microonda para tener antenas con una buena razón F/B y habilitar el reuso de frecuencia.

Razón de 70dB puede ser requerida. Cuando se especifica la razón F/B de una antena, un ángulo amplio en la parte posterior del plato debiera ser considerado y no precisamente el valor actual en 180 grados.

### **1.2.9 Ancho del Haz.**

El ancho del haz es una manera de indicar la estrechez del lóbulo principal, el ancho del haz en los puntos de media potencia es el ancho del lóbulo principal a intensidad de media potencia (p.e 3dB por debajo del punto máximo). A mayor ganancia de la antena, más estrecho se hace el ancho del haz. Recordar que cuando la ganancia es incrementada en una dirección, los lóbulos laterales decrecen en las otras direcciones. El ancho del haz de la antena es usualmente reducido por el incremento del tamaño del reflector, la alta ganancia de las antenas no sólo mejora el margen de desvanecimiento (Fade margin) de un radio enlace pero también resulta en reducir interferencia de señales fuera de vista. Uno precisamente tiene que ser cuidadoso con antenas de ganancia muy alta, en que la estabilidad de las torres deba ser bastante rígida para evitar una pérdida de potencia por el retorcimiento de la torre. No es común tener antenas de microondas con un ancho del haz de menos que un grado. Con antenas de alta ganancia donde el ancho del haz es muy estrecho, un ángulo de desvanecimiento puede ocurrir. Esto causa bajo desvanecimiento debido a la discriminación de la antena. En la práctica, este límite es útil para la ganancia de antena especialmente sobre enlaces de altas frecuencias.

### **1.2.10 Polarización.**

La polarización de la señal es determinada por la terminal del alimentador. Los enlaces de radio deben ser establecidos para transmitir y recibir sobre la misma polarización. Si una señal es recibida con la polarización opuesta, esto hace que la señal sea atenuada debido a la polarización cruzada y es referido como Cross – Polar Discrimination (XPD). La operación de polarización cruzada es frecuentemente empleada sobre caminos donde puede suceder interferencia como, la operación de doble polarización es frecuentemente usada para incrementar la capacidad del sistema usando una polarización dual en el terminal del alimentador. Esto es sólo posible en antenas

parabólicas sólidas. El reflector de una antena rejilla es naturalmente polarizado de acuerdo al plano que la rejilla excluye y, por lo tanto, sólo soportará una polarización. La operación de polarización dual usualmente requiere el uso de un cancelador de interferencia de cruce polar (XPIC) para contar los efectos de rotación de fase sobre un salto debido a fenómenos de desvanecimiento tal como la lluvia.

### 1.2.11 Patrón de Radiación.

El patrón establecido por una antena tiene un aspecto tridimensional, uno normalmente necesita conocer la forma y amplitud de varios lóbulos. Esto es hecho por el ploteo de la señal alrededor de 360 grados en ambos planos. En el caso de VHF y VHF antenas, éste es usualmente hecho con una gráfica polar. Para antenas de microondas la gráfica es aplanada dentro de un patrón de radiación de envolvente (RPE), el cual indica los lóbulos desde  $-180$  grados a  $+180$  grados sobre una línea base. Gráficas polares y RPEs son comparadas en la figura 1.5.

### 1.2.12 VSWR.

Una antena presenta una impedancia compleja respecto del sistema alimentador, el cual está conectado a ella. El sistema alimentador también representa una impedancia fija, allí puede ocurrir una impedancia desbalanceada en la conexión a la antena, no toda la potencia es por lo tanto radiada afuera por la antena. Alguna potencia es reflejada hacia la parte posterior al alimentador.

Este desbalance es cuantificado en términos de la razón de voltaje de onda estacionaria (VSWR).

En un sistema real siempre estará allí algún desbalance en ambos terminales. Una onda estacionaria es por tanto establecida en el cable por las ondas reflejadas que son reflejadas arriba y abajo del cable. El cable estará atenuando la señal reflejada. La señal reflejada por el desbalance en la antena será reflejado a la fuente, sin embargo, siendo ello está atenuado por 3 veces por la atenuación del cable ello no es por tanto normalmente un problema, la onda reflejada establece una onda estacionaria en un voltaje mínimo y máximo cada cuarto de longitud de onda. El voltaje máximo coincide con puntos donde la onda incidente y reflejada están en fase y el voltaje mínimo donde ellos se cancelan en fase. El VSWR puede así ser expresado como:

$$\text{VSWR} = V_{\text{máx}} / V_{\text{mi}} \quad 1.10$$

El valor VSWR siempre será mayor que la unidad y el mejor VSWR es un valor que aproxime a la unidad. Prácticamente, una buena comparación estará resultando en un valor alrededor de 1.2.

Un coeficiente de reflexión ( $\rho$ ) definido, expresa la relación entre las ondas reflejada e incidente.

$$\rho = (VSWR - 1) / (VSWR + 1) \quad 1.11$$

Las muchas maneras de expresar este desbalance es con el retorno pérdida (RL), el cual es la diferencia decibel entre la potencia incidente sobre el desbalance y la potencia reflejada por el desbalance.

La (RL) en decibelios es expresado en términos del coeficiente de reflexión.

$$RL_{dB} = 20 \log (1/\rho) \quad 1.12$$

El valor alto del RL, es mejor. Típicamente esta figura debiera ser superior que 20 dB para sistemas de radio microonda. Para lograr esto, los componentes individuales debieran exceder 25 dB.

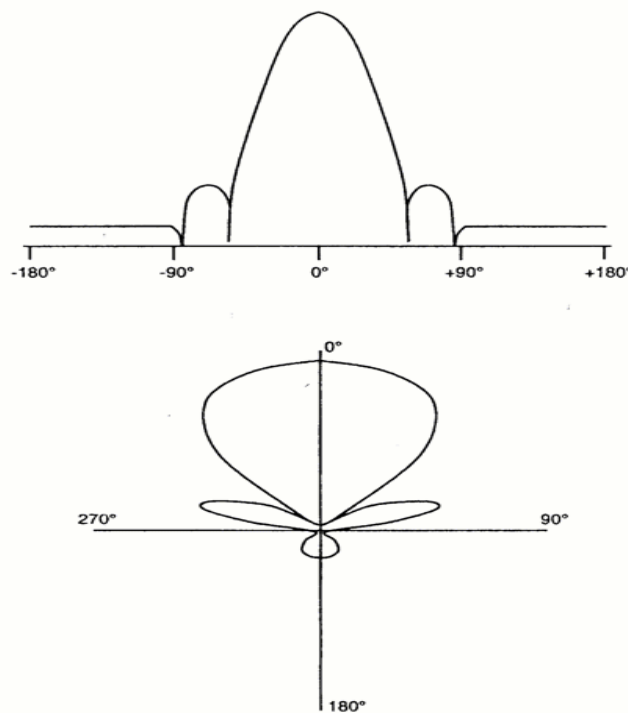


Fig. 1.5 Gráficas polares y RPEs.

### 1.2.13 Campo Cercano, Campo Lejano.

Los patrones de antena son sólo completamente establecidos a una determinada distancia desde la antena. Éste es asimismo llamado campo lejano (far-field), la física geométrica puede ser usada por predecir la fuerza del campo. Conceptos tales como ganancia de la antena y pérdida en el espacio libre son todos definidos en el campo lejano. La fuerza de la señal en el campo cercano (near-Field) no es fácilmente definido debido a ello se tiene un patrón oscilatorio. La distancia del campo lejano es definido como:

$$\textit{Far field} : \text{ distancia} = \frac{2D^2}{\lambda} \quad 1.13$$

Donde  $D$  es el diámetro de la antena en metros y  $\lambda$  es la longitud de onda en metros. El efecto sobre la ganancia de antena cuando las antenas están en el campo cercano es mostrado en la figura 1.6 En el primer 40% del campo cercano tiene un efecto no es tan drástico, pero una vez esta distancia es excedida la respuesta es oscilatoria; por lo tanto, ello es extremadamente dificultoso predecir cuál es la ganancia de la antena.



Fig. 1.6 Antena con campos cercanos.

Esta curva es especialmente útil para sistemas de antenas Back-to-Back donde el corto terminal del salto pueden tener antenas que están bastante próximas. Como un ejemplo, asuma las antenas están separadas por 60m, la ganancia a 8 GHz, 1.8m de

plato es 40.8 dBi en el campo lejano. La ganancia de un plato de 3m en el campo lejano es de 45.2 dBi. En 60m las antenas están en el campo cercano. El factor normalizado del campo cercano  $X$  es:

$$X = R / 2D^2 / \lambda \quad 1.14$$

Donde  $R$  es la distancia entre las 2 antenas en metros.  $D$  es el diámetro de la antena, y  $\lambda$  es la longitud de onda de la señal.

Usando (1.14) nosotros podemos calcular que para antenas de 1.8m operando a 8 GHz y separado por 60m,  $x = 0.35$  usando figura 6.3 nosotros podemos ver que la reducción de la ganancia de la antena es aproximadamente 2dB.

La ganancia efectiva de un plato de 3m es así 39.2 dBi. Ello puede ser visto, por tanto, que debido al efecto del campo cercano, la ganancia de la antena efectiva no incrementa cuando el tamaño de la antena es incrementado.

Las antenas próximas están acopladas, entonces cuando la ganancia de la antena incrementa el factor de acoplo incrementa también.

#### **1.2.14 Tipos de antenas de microondas.**

Los diferentes tipos de antenas considerados aquí son todos basados sobre un reflector parabólico.

El terminal alimentador es siempre colocado en el punto focal y la señal reflejada fuera del elemento reflector está en fase, como se muestra en la figura 1.7

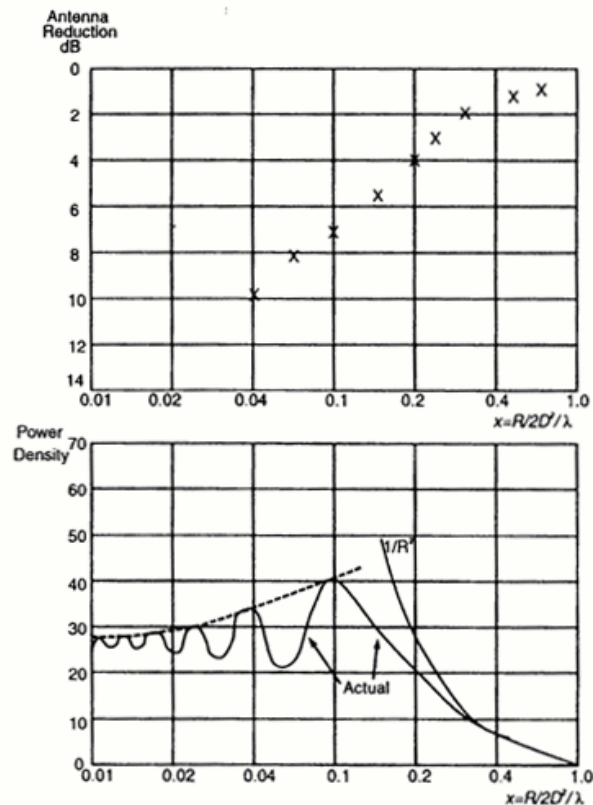


Fig. 1.7 Señal del terminal alimentador.

### 1.2.15 Grid antenna (Grilla).

Las antenas rejillas pueden ser usadas en frecuencias de microondas bajas, por debajo cerca de 2.5 GHz, la ventaja de las antenas rejillas es que tienen significativamente menos carga de viento (wind loading) sobre la torre.

Desde un punto de vista eléctrico tienen los mismos parámetros de la antena de plato sólido, exactamente puede ser usada la misma terminal alimentador (conector).

La longitud de onda se escoge tal que la “abertura” entre las rejillas no afecta el comportamiento eléctrico de la antena.

Eléctricamente no hay diferencia entre un reflector sólido y un reflector tipo rejilla.

En la práctica, el reflector rejilla tiene un poco menos razón F/B debido a la difracción alrededor de los elementos de rejillas. Una limitación de las rejillas es que ellos no pueden soportar más de una polarización. La varilla reflectora naturalmente polariza la señal en la dirección que la varilla se sitúa. Esto resulta una muy buena discriminación de cruce polar.

Las antenas de rejillas tienden a ser significativamente más económicas que las antenas sólidas. El terminal alimentador es de simple construcción y el aumento de material usado por el reflector es pérdida. Los costos por transporte, una porción



significativa del costo de una antena, son también reducidos debido a que ellos pueden ser distribuidos en partes.

#### **1.2.16 Antenas estándares.**

Antenas parabólicas estándares son usualmente construidas de aluminio y son manufacturadas por planchado de una hoja de aluminio alrededor de un spinning parabolas-shaped chuck. Los reflectores asimismo no son dependientes de la frecuencia, pero a más alta frecuencia, más perfección de la superficie es requerida.

En la práctica los reflectores son por tanto especificados por la banda de frecuencia. Esta antena tiene parámetros estándares de, ganancia, relación F/B, anchos de haz y RL. Si uno desea una mejora en estos parámetros, se deben hacer ciertos cambios en la antena.

#### **1.2.17 Antena de plano focal.**

En orden para mejorar la supresión de lados laterales y la razón F/B, la antena de plano focal extiende el reflector parabólico hacia el plano del foco. Esto significa que el área de apertura es incrementada, más que incrementar el área iluminada, la cual debiera resultar en un incremento en ganancia, el área semejante es iluminada, reduciendo el ensanchamiento que resulta en bandas laterales y posteriores lóbulos. En la práctica, la ganancia disminuye debido a la reducción de la eficiencia de iluminación de la antena. Para mejorar la razón F/B adicionalmente, la antena tiene especial geometría de borde. El plato es construido con un borde dentado. Éste desaparece completamente las corrientes remolino, cancelando las componentes activos de fase, así reduciendo radiación detrás del plato. Este tipo de disco ofrece al menos 10 dB mejorando en la razón F/B comparado con una antena estándar, con una muy delgada reducción en ganancia (significativamente menor que 1 dB). El principio de una antena plana focal es mostrado en la figura 1.8.

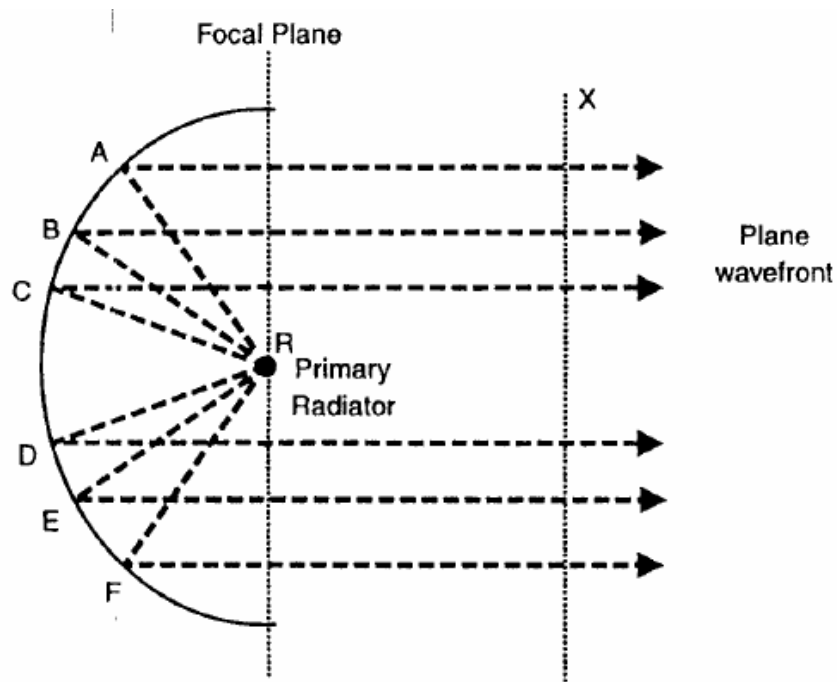


Fig. 1.8 Principio de una antena plana focal.

### 1.2.18 Antenas Slipfit.

Para sistemas de radio donde la unidad de antena RF es montada al aire libre como se muestra en la fig.1.9, la antena es frecuentemente montada directamente con la unidad RF. Éste elimina la necesidad para una conexión de guía de onda, significativamente reduciendo todas las pérdidas. Esta conexión es propietaria debido a ello es desarrollada por un diseño de empalme entre los fabricantes de radio y antenas.





Fig. 1.9 Sistemas de radio donde la unidad de antena RF es montada al aire libre.

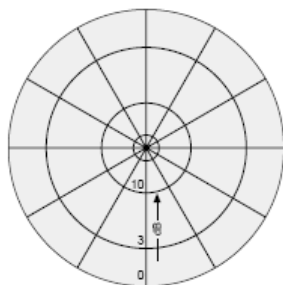
Por lo anteriormente expuesto, es necesario considerar que la mayoría de los elementos que integran el sistema de Radiocomunicación deben ser revisados de manera periódica para determinar su estado operacional; por lo que las tareas de verificación son particulares para cada uno de los elementos del sistema. Estas tareas serán organizadas como se muestra a continuación:

Características de Operación

<b>VPol Omni 380–400 360° 7.5dBi</b>	
Type No.	<b>K 75 16 37</b>
Frequency range	380 – 400 MHz
Polarization	Vertical
Gain	7.5 dBi
Impedance	50 Ω
VSWR	< 1.5
Max. power	500 W (at 50 °C ambient temperature)
Material:	Radiator: Copper and brass. Radome: Fiberglass, dia. 51 mm, colour: Grey. Base: Aluminum. Mounting kit, screws and nuts: Stainless steel.
Mounting:	The antenna can be attached laterally at the tip of any tubular mast of 50 – 94 mm diameter (connecting cable runs outside the mast).
Grounding:	The antenna is DC grounded via a copper tube having a cross-sectional area of 22 mm <sup>2</sup> . The inner conductor is capacitively coupled.



Patrón de radiación Horizontal



Patrón de radiación Vertical

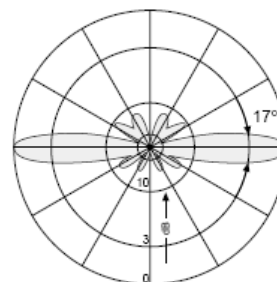


Fig. 1.10 Antena Omni.

Características de Operación

VPol Panel 380–500 65° 15dBi

Type No.	800 10253	
Frequency range	380 – 500	
	380 – 430 MHz	430 – 500 MHz
Polarization	Vertical	Vertical
Gain	14.5 dBi	15 dBi
Half-power beam width	Horizontal: 68° Vertical: 18°	Horizontal: 63° Vertical: 16°
Front-to-back ratio, copolar	> 20 dB	> 20 dB
Impedance	50 Ω	
VSWR	< 1.5	
Intermodulation IM3 (2 x 43 dBm carrier)	< -150 dBc	
Max. power per input	500 W (at 50 °C ambient temperature)	



Fig. 1.11 Antenas.

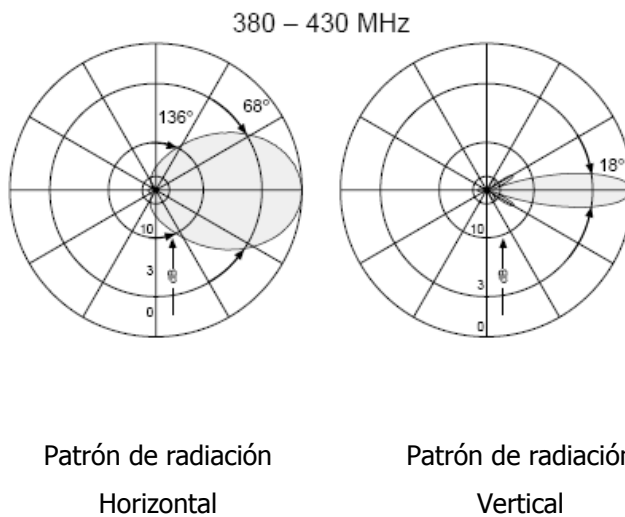


Fig. 1.12 Antena Tipo Panel.

Técnicamente una antena es definida por la capacidad que ésta tiene de concentrar la energía en un punto específico (ganancia) y por la forma particular de cómo esa energía es concentrada en dirección hacia un punto específico (patrón de radiación).

La mayor parte de las antenas empleadas en los sitios de repetición son fabricadas por un proveedor y los modelos comúnmente empleados dentro de la Red son:

Tipo	Fabricante	Referencia	Ganancia	Rango de Frecuencias	Apertura Vertical a 3.0dB	Apertura Horizontal a 3.0dB	Conector	Tipo de Polarización
Omnidireccional	KATHREIN	K751637	7.50dBi	380 - 400MHz	16.00°	360.00°	7-16 Female	Vertical
Direccional	KATHREIN	K733037	11.00dBi	380 - 430MHz	38.00°	65.00°	7-16 Female	Vertical
Direccional	KATHREIN	K733337	14.00dBi	380 - 430MHz	19.00°	65.00°	7-16 Female	Vertical
Direccional	KATHREIN	K739504	8.50dBi	380 - 430MHz	38.00°	115.00°	7-16 Female	Vertical
Direccional	KATHREIN	K739506	11.50dBi	380 - 430MHz	19.00°	115.00°	7-16 Female	Vertical
Direccional	KATHREIN	K80010252	12.00dBi	380 - 500MHz	32.00°	63.00°	7-16 Female	Vertical
Direccional	KATHREIN	K80010253	15.00dBi	380 - 500MHz	16.00°	63.00°	7-16 Female	Vertical
Direccional	KATHREIN	K741517	2 x 10.5 dBi	380 - 500MHz	40.00°	83.00°	7-16 Female	Dual
Direccional	KATHREIN	K741518_pm45	13.50dBi	380 - 500MHz	17.00°	86.00°	7-16 Female	Dual

Tabla 1.1 Rango de frecuencias.

Como puede observarse en la tabla anterior, el rango de las frecuencias de operación es variable y la mayor parte de las veces iniciando en la frecuencia 380.0 MHz y finalizando en 500.0 MHz, aunque en ocasiones podemos encontrar que el límite superior estará por debajo de los 500 MHz.

**1.2.19 Método de Prueba.**

La mayoría de los fabricantes recomiendan que uno de los métodos más efectivos para comprobar el adecuado funcionamiento de una antena es corroborando la correcta sintonización de la misma; por lo que para comprobar la correcta operación de una antena es importante comprobar que las antenas instaladas operen de forma correcta al considerar emitir una frecuencia de prueba con valor dentro del rango de operación a través de este elemento.

Consideremos el siguiente esquema de prueba:

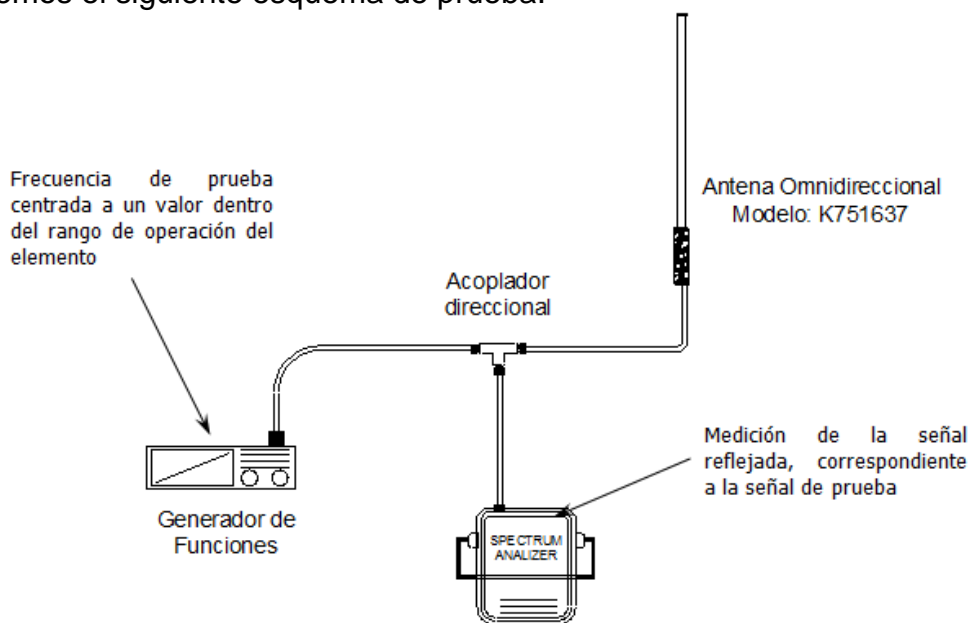


Fig. 1.13 Método de prueba.

Para nuestro caso particular el parámetro que mostrará la correcta operación de una antena será el valor de frecuencia, censado a través del analizador de espectro, cuyo valor deberá cumplir con la siguiente condición:

$$FREC_{OPER} = FREC_{MEDIDA} \pm 1 \text{ ppm}$$

### 1.2.20 Sistema de líneas de transmisión.

Una línea de transmisión es una estructura material utilizada para dirigir la transmisión de energía en forma de ondas electromagnéticas, comprendiendo el todo o una parte de la distancia entre dos lugares que se comunican.

Un sistema de líneas de transmisión tiene la capacidad de guiar ondas electromagnéticas en modo TEM (modo transversal electromagnético). Un modo TEM se caracteriza por el hecho de que tanto el campo eléctrico, como el campo magnético que forman la onda (radio), son perpendiculares a la dirección en que se propaga la energía; sin existir, por tanto componente de los campos en la dirección axial (dirección en que se propaga la energía).

Para que exista una propagación de energía en *Modo Transversal Electromagnético*, es necesario que existan al menos dos conductores eléctricos y un medio dieléctrico entre ambos (que puede incluso ser aire o vacío). Tal y como lo podemos observar en el siguiente diagrama:

**Conductor de cobre sólido interno:** Éste deberá ser fabricado de tal forma que minimice la generación de los efectos de intermodulación en el sistema de línea de transmisión.

**Forro de Protección:** Es importante que el sistema de línea de transmisión sea resistente a los medios abrasivos y provea una protección total contra los diferentes entornos climáticos;

**Espuma dieléctrica de Polietileno:** Ayuda a disminuir las pérdidas a través del trayecto del sistema en conjunto con el conductor externo,

**Conductor de cobre sólido externo:** Se recomienda que sea un conductor sólido corrugado, ya que uno de sus objetivos será proteger al sistema contra *Interferencias Electromagnéticas (EMI)* y

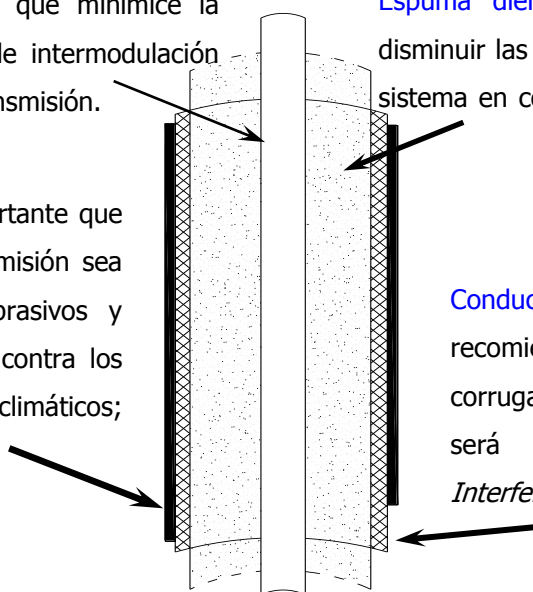


Fig.1.14 Antena (Vista interior).

Además es importante mencionar que el sistema de línea de transmisión debe ofrecer estabilidad en fase de la señal transmitida considerando diferentes variaciones sobre la temperatura.

Un ejemplo clásico de un sistema de líneas de transmisión es el cable coaxial Heliax, normalmente empleado para conectar el sistema de antenas radio con el conector de emisión del BS (TX).

En la Red de radiocomunicación, la línea de transmisión comúnmente utilizada cumple con las siguientes características:

### **ANDREW HELIAX - LDF5-50**

#### **MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN**

Material de Forro:	PE
Material Dielectrico:	Foam PE
Flexibilidad:	Estándar
Material del conductor Interno:	Tubo de cobre
Material del conductor Externo:	Cobre corrugado

#### **DIMENSIONES**

Diametro nominal:	7/8"	
Peso del cable:	0.49 Kg/ m	0.33 lb/ ft
Diametro sobre el dielectrico:	23.622 mm	0.930 in
Diametro sobre el Jacket:	26.162 mm	1.030 in

#### **ESPECIFICACIONES ELECTRICAS**

Impedancia del cable:	50 Ohms $\pm$ 1 ohm	
Capacitancia:	75 pF/ m	23 pF/ ft
Resistencia dc, conductor interior	0.320 ohms/ kft	1.049 ohms/ km
Resistencia dc, conductor ext.	0.360 ohms/ kft	1.181 ohms/ km
Inductancia:	0.057 $\mu$ H/ ft	0.187 $\mu$ H/ ft
Resistencia de aislamiento:	100000 M $\Omega$	
Banda de Frecuencia operativa:	1 - 5000 MHz	
Potencia Pico:	91.0 KW	
Pulso de reflexión:	0.50%	
Velocidad de propagación:	89%	

#### **ESPECIFICACIONES AMBIENTALES**

Temperatura de instalación:	-40°C a -60°C
Temperatura de operación:	-55°C a + 85°C



Fig. 1.15 Cable Coaxial Heliax.



Para el caso particular de este tipo de sistemas de líneas de transmisión, la intención de realizar una revisión periódica es con el objetivo de verificar las condiciones físicas actuales del sistema, tales como golpes, deterioro del forro lo cual provocaría una degradación paulatina del conductor exterior, así como revisar las características eléctricas (impedancia, capacitancia e inductancia) de la línea apoyados con un equipo especializado, que tiene la capacidad de verificar las pérdidas de energía, desacoplamiento entre la línea y los conectores, así como de la relación de potencia reflejada en dirección al transmisor; todo ello mediante el uso de un equipo llamado "Site master".

### **1.2.21 Método de Prueba.**

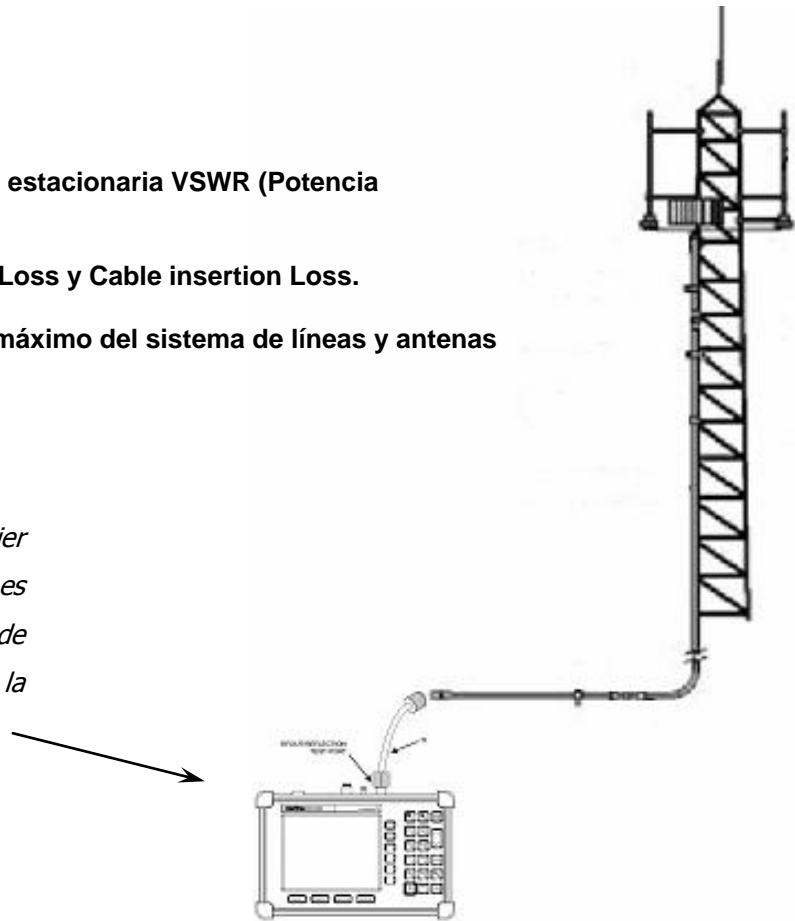
Para poder realizar las mediciones necesarias sobre una línea de transmisión utilizando el equipo de medición "Site Master", es necesario que se tomen en cuenta las siguientes condiciones:

1. Debe existir un sistema de línea de transmisión instalado y en operación ó en vías de ser puesto en operación por primera vez.
2. Estar capacitado en el trabajo sobre torre, ya que es necesario retirar y colocar cinta eléctrica aislante a través de las conexiones realizadas entre el sistema de línea de transmisión y antenas.
3. Poseer un equipo de medición "Site master", y estar capacitado en el uso del mismo; este equipo debe incluir una serie de dispositivos adicionales (cable de baja pérdida, conectores de calibración, y transiciones diversas).

Por lo que las pruebas a realizar sobre la línea de transmisión deberán ser las siguientes:

- **Medición de la relación de onda estacionaria VSWR (Potencia reflejada).**
- **Medición del parámetro Return Loss y Cable insertion Loss.**
- **Medición del desacoplamiento máximo del sistema de líneas y antenas (DTF- SWR).**

*Antes de llevar a cabo cualquier medición con el equipo, es importante realizar el proceso de calibración del mismo acorde a la frecuencia del sistema*



**Fig. 1.16 Método de prueba.**

Todas estas pruebas nos ayudarán a determinar las características físicas del sistema de línea de transmisión (DTF-SWR); así como también las características eléctricas del mismo sistema (prueba VSWR) y el factor de desacoplamiento entre todos los elementos del sistema mismo (entre conectores y antenas, principalmente).

### **1.3 Conectores de RF.**

Un conector de RF es un componente electrónico pasivo, empleado como medio de acoplamiento entre el sistema de línea de transmisión y el sistema de antenas radio. Su modelo y forma están determinados en cada caso particular por la potencia de los equipos transmisores y la tecnología propia de los fabricantes. Los conectores, generalmente, están fabricados en bronce cromado con laminado activo de plata de 30 micrones y su impedancia es de 50Ω.

### 1.3.1 Método de Prueba.

Una forma eficaz de verificar este tipo de componentes, es mediante el análisis de las pruebas DTF-SWR y Cable Insertion Loss, que tienen como finalidad detectar posibles desacoplamientos entre el sistema de líneas de transmisión y los conectores de RF.

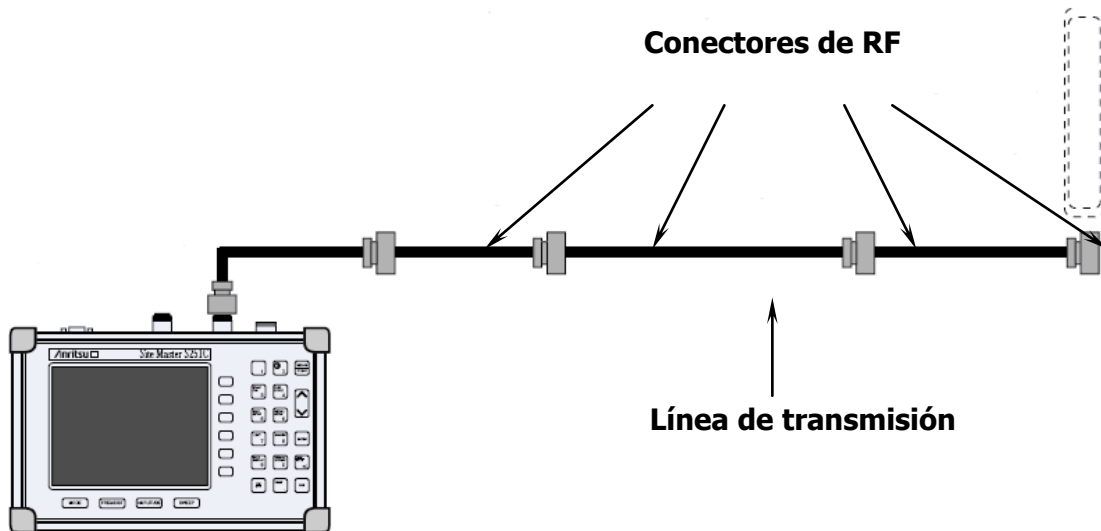


Fig. 1.17 Método de prueba.

Un conector de RF mal acoplado puede causar que la potencia total enviada hacia el sistema de antenas sea reflejada hacia el transmisor, causando daños sobre los dispositivos electrónicos de los equipos **BS**. Lo que será traducido en un alto costo de reparación y tiempo de indisponibilidad del servicio ofrecido por los equipos radio.

### 1.3.2 Elementos de aterrizaje.

De acuerdo a su importancia los elementos de puesta a tierra pueden ser clasificados de la siguiente forma:

- a) Elementos de Puesta a Tierra de los Sistemas Eléctricos.
- b) Elementos de Puesta a Tierra de las Señales Electrónicas.
- c) Elementos de Puesta a Tierra de Protección Atmosférica.

Todos los sistemas mencionados anteriormente deben formar un solo conjunto de protección, dedicados a preservar la adecuada operación de los elementos eléctricos-electrónicos del sistema radio; sin embargo, cada uno de estos sistemas tiene una función específica, tal que:

a) Los elementos de Puesta a Tierra de los Sistemas Eléctricos.

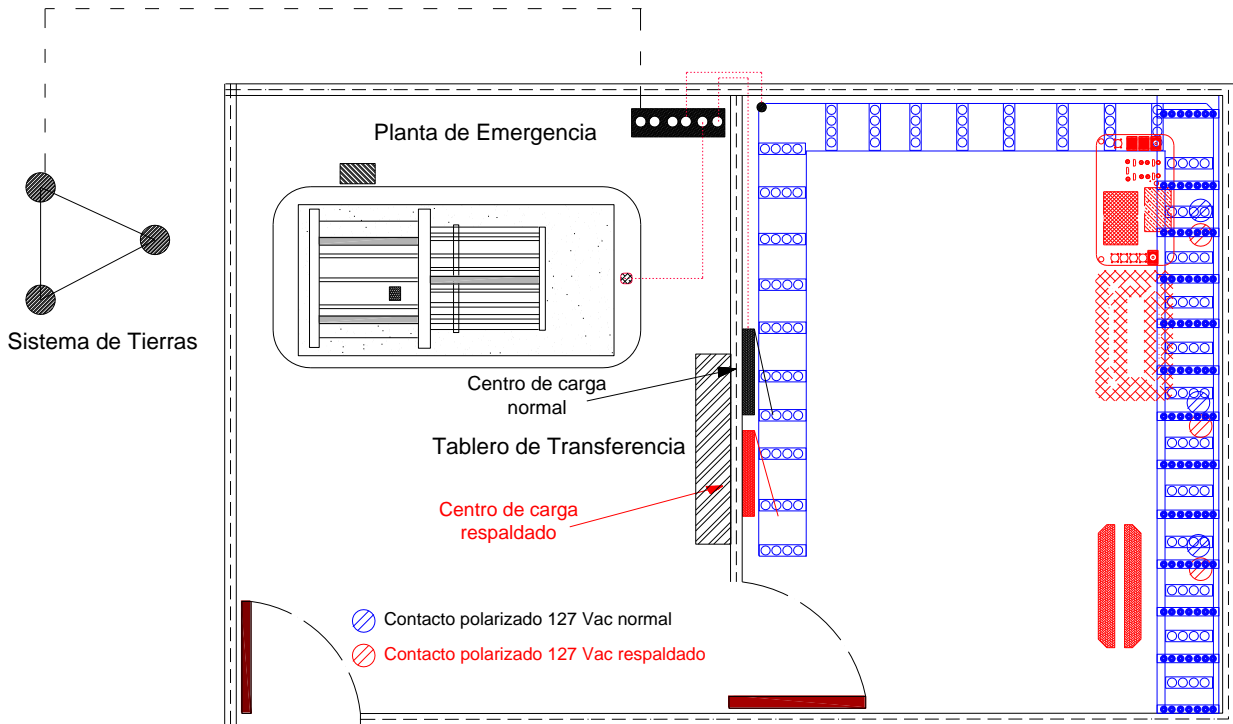


Fig. 1.18 Elementos de puesta a tierra.

Su propósito es eliminar los potenciales de contacto que pudieran poner en peligro la vida y los elementos materiales dentro del sistema, así como asegurar que operen las protecciones por sobre corriente de los equipos. *Esto se logra conectando un punto cualquiera del sistema eléctrico (previamente elegido) con un punto de referencia de tierra.*

b) Los elementos de Puesta a Tierra de las Señales Electrónicas.

Estos sistemas pueden ser divididos en dos grupos principalmente: Los que protegen a las señales a nivel de frecuencia y los dedicados a evitar la destrucción de los dispositivos semiconductores por voltajes excesivos. Una forma común de evitar este tipo de fenómenos es mediante el uso de los siguientes dispositivos:

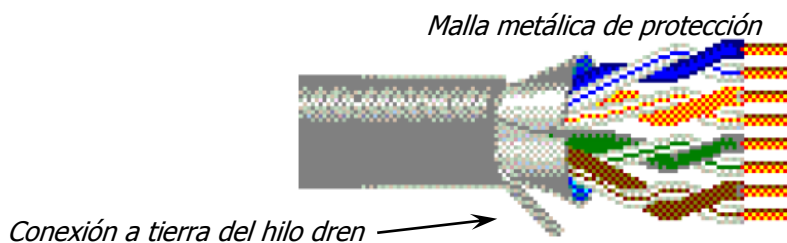
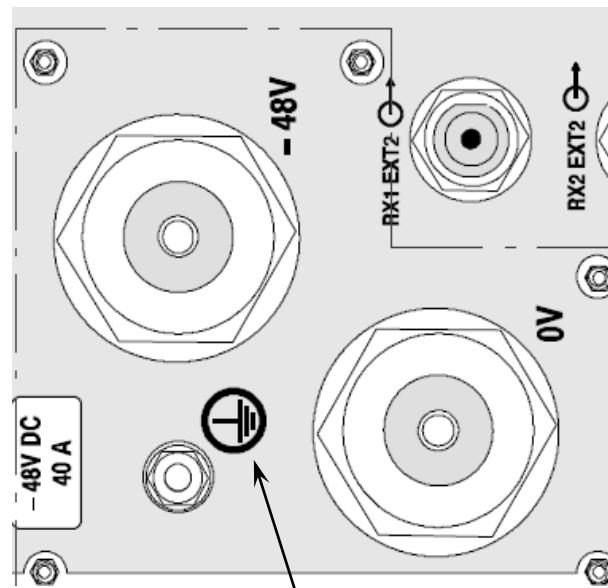


Fig. 1.19 Uso de blindajes en los elementos que transportan señales sensibles.

*Protección de los elementos semiconductores de las unidades funcionales*

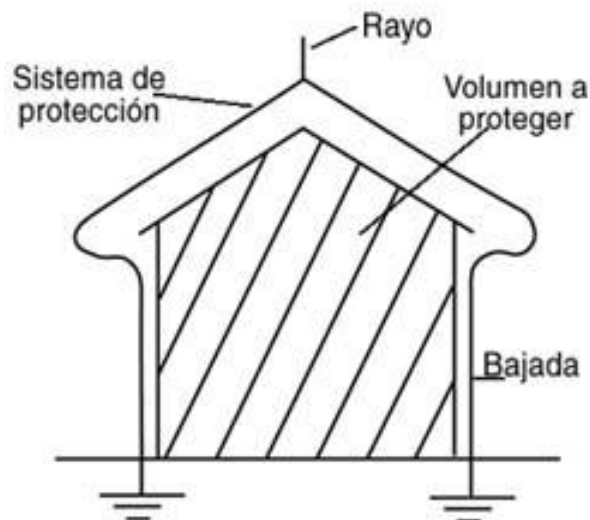


*A través del aterrizaje de las unidades funcionales de un BS*

**Fig. 1.20** Protección de elementos.

c) Los elementos de Puesta a Tierra de Protección Atmosférica.

Empleados para canalizar la energía de los rayos a la superficie de la tierra, todo ello sin tener daños a personas o elementos del sistema; esto se logra principalmente mediante el uso de mallas metálicas o cables conductores de grueso calibre, igualadoras de potencial eléctrico conectadas a la superficie de la tierra.



**Fig. 1.21** Importante realizar una revisión obligatoria y periódica de todos los elementos del sistema, con el fin de garantizar la seguridad del personal y la inversión financiera realizada en el sistema.

### 1.3.3 Método de Prueba.

Para el caso de México, algunas organizaciones gubernamentales regulan y emiten recomendaciones con respecto al uso y consideraciones de los sistemas de protección contra descargas atmosféricas y sobre voltaje en los equipos eléctricos y electrónicos. Las organizaciones más destacadas, son aquellas que promueven la Norma Oficial Mexicana y entre las cuales se encuentran el *Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas* (CCNNIE), apoyada por el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México y de la *Asociación Nacional de Normalización y Certificación del Sector Eléctrico* (ANCE), bajo la coordinación de la Dirección General de Gas L.P y de Instalaciones Eléctricas de la Secretaría de Energía. El factor más importante de la resistencia a tierra no es el electrodo en sí, sino la resistividad del suelo mismo; por ello es requisito indispensable conocer este valor para calcular y diseñar un sistema de puesta a tierra adecuado. En forma general, la estructura del suelo comprende las siguientes capas:

*En la medición de la resistividad, se promedian los efectos de las capas superficiales y subsuelo del terreno, para con ello obtener la resistividad*

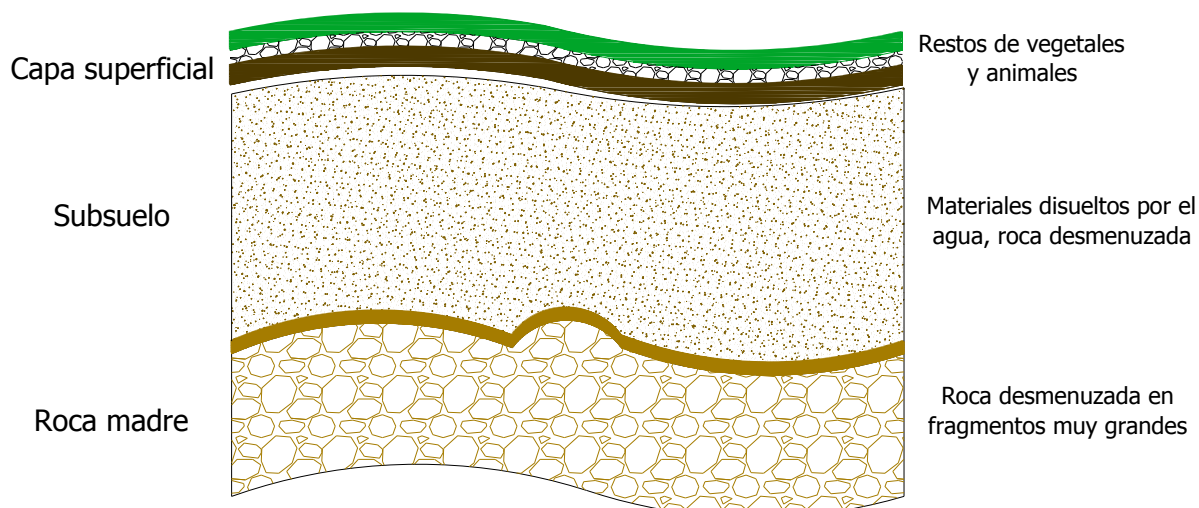


Fig. 1.22 Capas de la estructura del suelo.

La NOM-022-STPS-1999 define el término resistividad como la resistencia que ofrece al paso de la corriente un cubo de terreno de un metro por lado y de acuerdo con la NOM-008-SCFI-1993, la representación dimensional debe estar expresada en Ohm-m, unidad aceptada internacionalmente.

La resistividad del terreno varía ampliamente a lo largo y ancho del globo terrestre, estando determinada por:

- Sales solubles
- Composición propia del terreno
- Estratigrafía
- Granulometría
- Estado higrométrico
- Temperatura
- Compactación

Derivado de las mediciones de Resistividad del terreno, se proyecta un modelo de mejora del terreno con base en el uso de compuestos químicos y materiales ferrosos necesarios (varillas de cobre), para construir un sistema de Puesta a Tierra óptimo, el cual tendrá un valor de resistencia promedio entre los 2 y 100 Ohms, dependiendo del diseño realizado.



**Fig. 1.23** Para el caso de la red se recomienda que el sistema de tierra para los elementos mecánicos, eléctricos y electrónicos no sea mayor de 5 Ohms y el medio de prueba se lleva a cabo por medio de un dispositivo de medición de gancho.

### 1.4 Sistema de energía.

Debido a que el equipo BS (Base Station) es energizado por medio de corriente continua con características de positivo a tierra, se requiere un sistema de energía que realice la función de conversión de corriente alterna a un formato de corriente continua. Para llevar a cabo tal función consideramos el uso de un sistema de energía con las siguientes características:

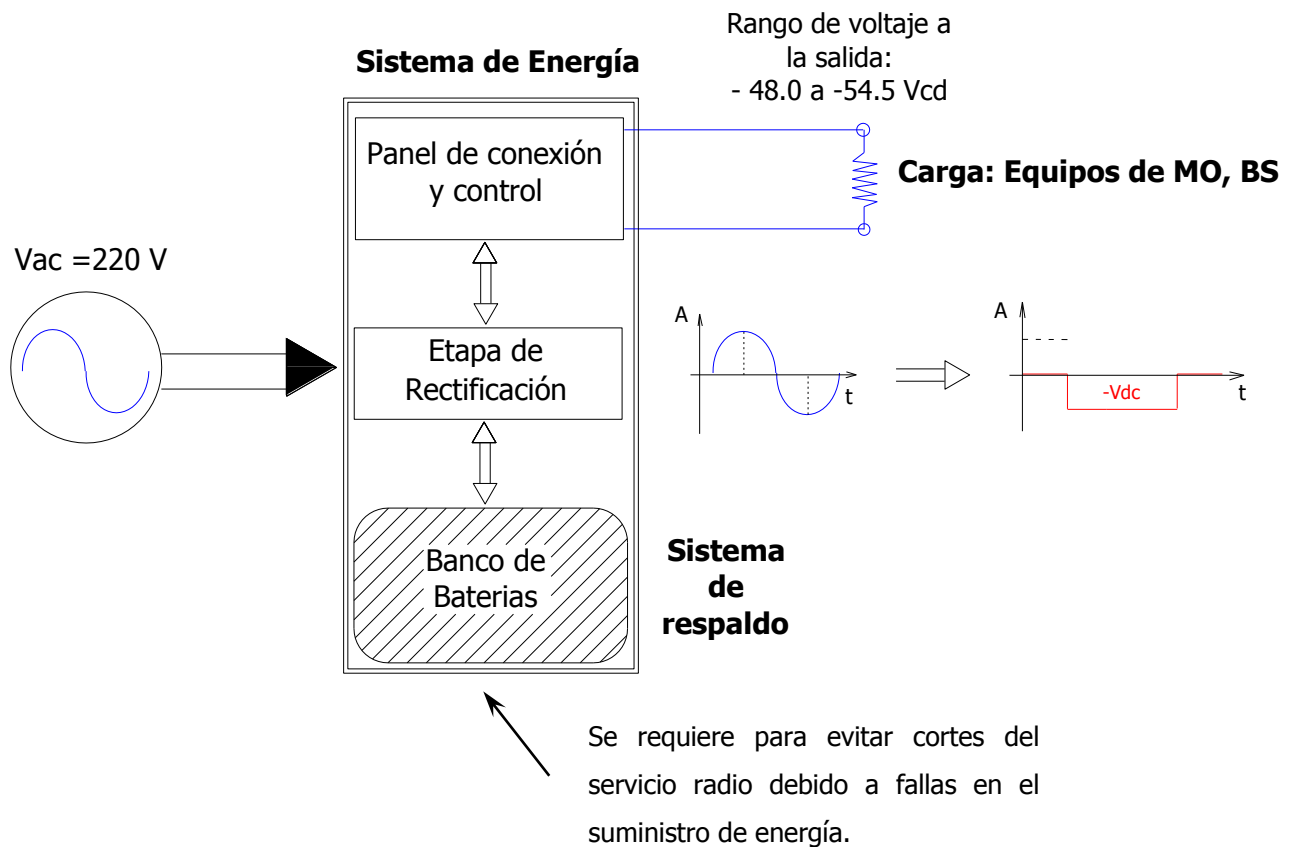


Fig. 1.24 Características de un sistema de energía.



### 1.4.1 Método de Prueba.

Durante el proceso de mantenimiento es importante revisar los siguientes parámetros de entrada y salida del sistema de energía:

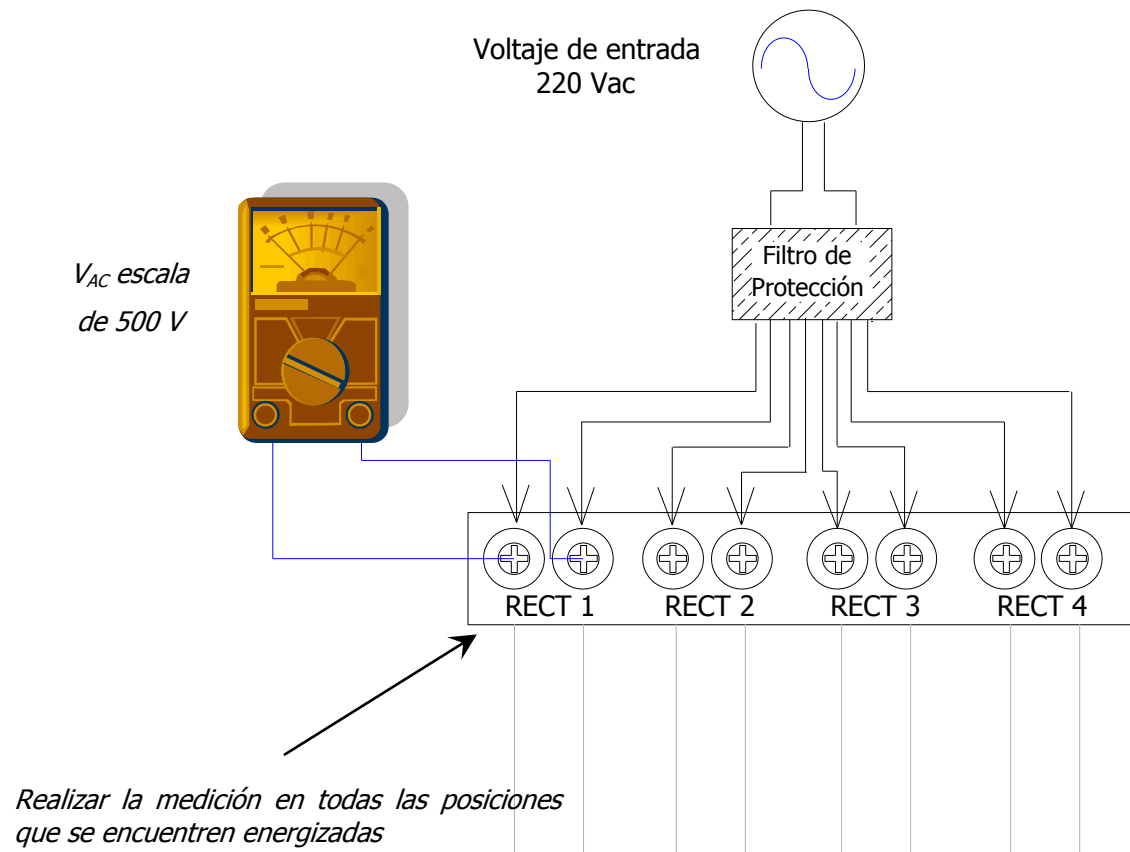


Fig. 1.25 Parámetros de entrada y salida del sistema de energía.

En cuanto al voltaje de salida, la medición deberá realizarse en cada rectificador funcional de la siguiente forma:

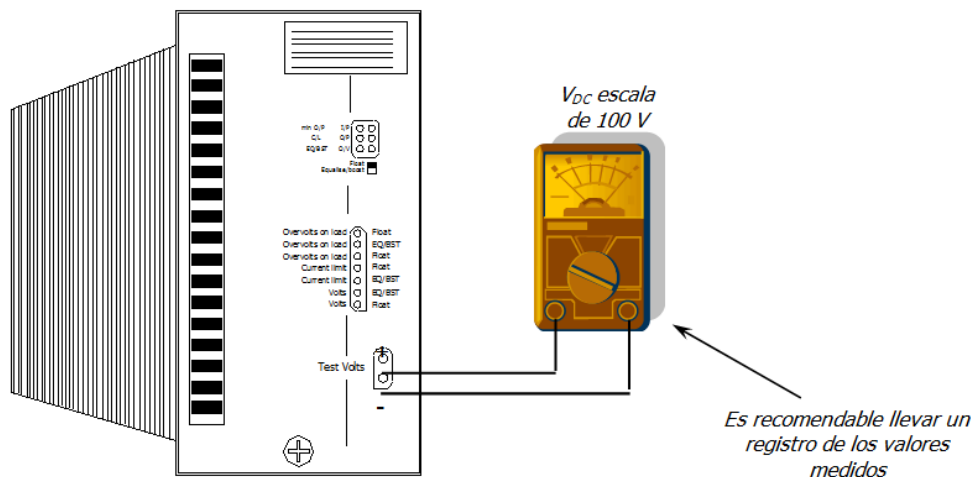


Fig. 1.26 Medición de voltaje.

Las mismas consideraciones de inspección y medición de voltajes deben ser aplicadas al sistema de respaldo, ya que funciona con base a un sistema de baterías de ácido libres de mantenimiento; usualmente un dispositivo de este tipo almacena energía eléctrica empleando procesos de tipo electroquímicos, y posteriormente la devuelve en forma total al medio de demanda (carga); por tal motivo el dispositivo cumple un ciclo de carga y descarga de energía, el cual puede repetirse en forma de n-ciclos limitados.

El proceso electroquímico de carga-descarga de una batería se lleva a cabo conforme al siguiente diagrama:

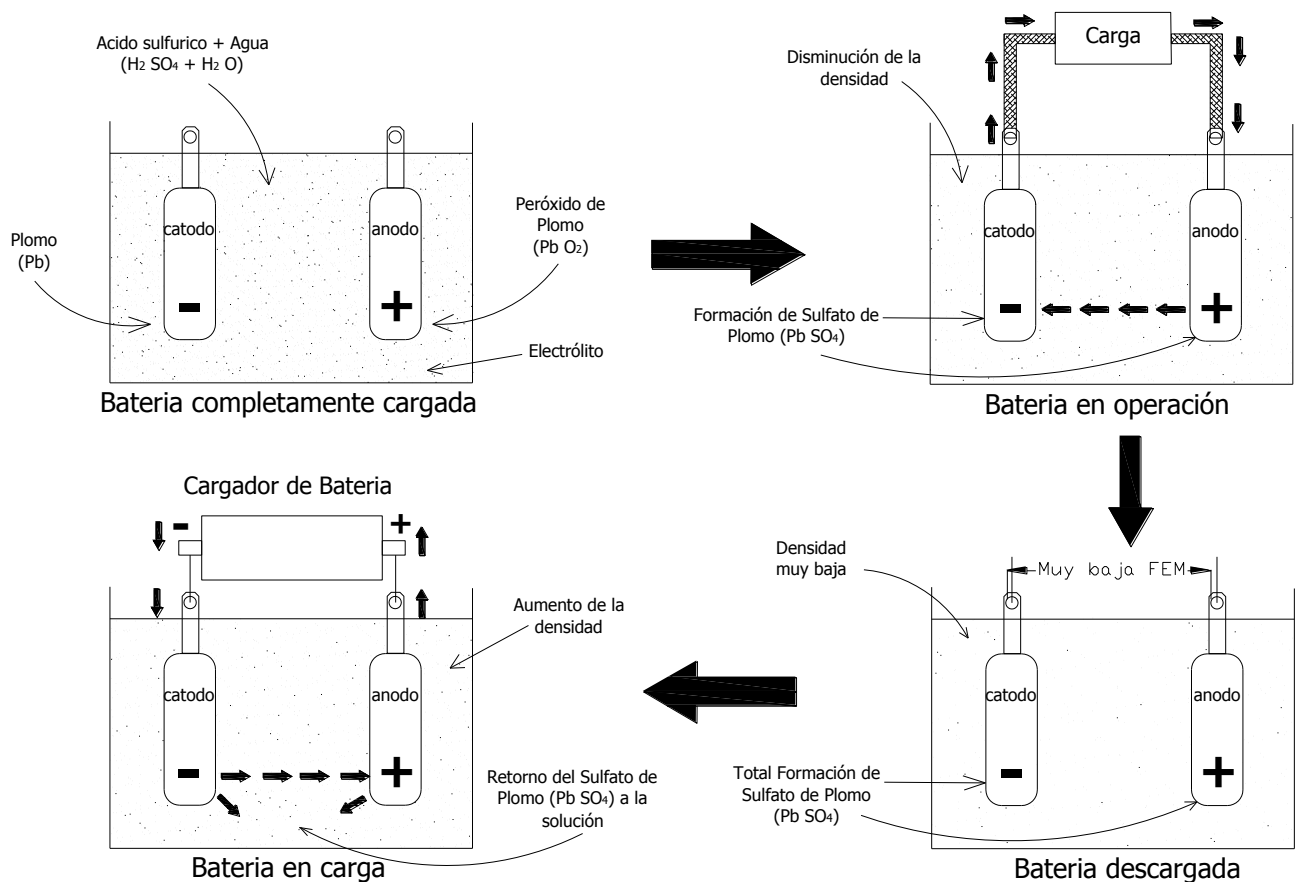


Fig. 1.27 Proceso electroquímico de carga y descarga de una batería.

Debido a este proceso de carga-descarga en una batería, es importante determinar cuando se acerca el fin de ciclos útiles, por lo que una prueba importante a realizar es verificar los voltajes entre los bornes del ánodo (+) y el cátodo (-) en diferentes estados operativos de la batería durante la revisión periódica y con ello determinar si este dispositivo continua siendo útil para su propósito.

En forma general las mediciones de potencial eléctrico entre los bornes de la batería deben cumplir con los siguientes requisitos:

### TABLA DE COMPROBACIÓN DE ESTADO DE BATERÍA

Valores validos para baterias en reposo ó con consumos pequeños (máximo 5% de la capacidad de la bateria)

Volts	% de carga	Observaciones
13.00	100%	Recien cargada
12.50	80%	Uso normal
12.00	60%	Uso normal
11.50	40%	Reducir el consumo
11.00	20%	Limite aconsejable
10.50	10%	Peligro para los aparatos conectados
10.00	Vacia	<b>No consumir, recargar inmediatamente</b>

Cada fabricante de baterías tiene la obligación de mostrar las especificaciones técnicas de los diferentes productos, que para nuestro caso particular es importante mostrar la hoja de especificaciones técnicas de las baterías normalmente empleadas en los sistemas de energía MEI.

Para el caso de los sistemas de energía instalados y operando en la mayoría de los sitios de repetición, se utilizan bancos de baterías (4 baterías conectadas en serie para lograr un voltaje de la marca “*Union Battery*”, 12V<sub>CD</sub>, 100 A-H, modelo MX121000, SEALED RECHARGABLE BATTERY, y las especificaciones son las siguientes:



45 OF 53

TECHNICAL SPECIFICATION MX-121000 (12 V 100 AH)

20 HOURS RATE

I N D E X		S P E C I F I C A T I O N	
NOMINAL VOLTAGE		12 V	
NOMINAL CAPACITY (20HR)		105.00 AH (DISCHARGE TO 10.50 V)	
10 HOUR RATE CAPACITY		100.00 AH (DISCHARGE TO 10.50 V)	
5 HOUR RATE CAPACITY		91.50 AH (DISCHARGE TO 10.20 V)	
1 HOUR RATE CAPACITY		64.00 AH (DISCHARGE TO 9.60 V)	
CAPACITY AFFECTED BY TEMPERATURE		30°C (86°F)	103%
		25°C (77°F)	100%
		10°C (50°F)	90%
		-10°C (14°F)	74%
INTERNAL RESISTANCE		25°C FULL CHARGE	APPROX. LESS THAN 3.5 mΩ
MAX. DISCHARGE CURRENT		400 A (CONTINUOUS)	
SELF DISCHARGE (20°C, 68°C)		AFTER 1 MONTH	5%
		AFTER 3 MONTH	10%
		AFTER 6 MONTH	19%
WEIGHT		APROX. 34.5 Kg (76.1 lbs)	
WEIGHT EFFICIENCY (20HR)		34.8 WH/Kg	
VOLUME EFFICIENCY (20HR)		95.7 WH/L	
CONSTANT VOLTAGE CHARGE	FLOATING	CHARGING VOLTAGE	13.5 ~ 6.13.8 V (20°C)
		MAX. CHARGING CURRENT	NO LIMIT
	CYCLE	CHARGING VOLTAGE	14.4 ~ 15.0 V (20°C)
		MAX. CHARGING CURRENT	LESS THAN 40.0 A
BATTERY LIFE	FLOATING	AT 25°C (77°F)	6.5 YEARS
		AT 35°C (95°F)	5 ~ 6 YEARS
	CYCLE	100% DISCHARGE	260 CYCLE
		50% DISCHARGE	600 CYCLE
		30% DISCHARGE	1200 CYCLE
TERMINAL TYPE		A	
BATTERY CONTAINER & COVER MATERIAL		ABS	
BATTERY TYPE		VRLA - TYPE	
DIMENSION (± 1MM)	LENGTH	13.07 INCH / 332 MM	
	WIDTH	6.85 INCH / 174.0 MM	
	HEIGHT	8.43 INCH / 214.0 MM	
	TOTAL HEIGHT	9.41 INCH / 239.0 MM	

**Tabla 2 Especificaciones técnicas de baterías Union Battery”, 12VCD, 100 A-H, modelo MX121000, SEALED RECHARGABLE BATTERY.**

Considerando el tipo de batería empleado en los sistemas de energía MEI, y el consumo máximo de corriente que se tiene por el uso de un equipo Base Station de 4, 8, 12 ó 16 canales más un equipo de microondas; entonces la capacidad en bancos de baterías, será calculado a partir de la siguiente relación:

- a) Si tenemos un BS08 con un máximo consumo de corriente continua de 48.5 Amp (BS08 + MO, en uso total); entonces el consumo máximo a plena carga:

**DATOS DE ENTRADA**

- 1) Corriente de Demanda por el equipo en suministro (BS08+MO)

En modo escucha                    **10.99**                    amp.  
A máxima capacidad            **48.50**                    amp.

- 2) Tiempo de Respaldo en caso de falla en el suministro electrico

En modo escucha                    **4**                    horas  
A máxima capacidad            **3**                    horas

- 3) Tiempo de recarga de las baterias

Normal                                    **24 hrs**

- b) Por lo que al llevar a cabo el cálculo de los bancos de batería necesarios para respaldar el consumo de corriente total, observamos que:

*CAPACIDAD DEL BANCO*

$$CB = CD \times TD$$

CD = Corriente de Demanda  
TD = Tiempo de Demanda

CB=            **43.96**                    Amp - Hora (minima)  
CB=            **145.49**                    Amp - Hora (maxima)

*SELECCIÓN DEL BANCO DE BATERIAS*

OPCION 1            CAP. BATERIA            INTERRUPTOR  
                          **100 A-H**                    **100 A**

*DETERMINAR LA CORRIENTE DE CARGA QUE PROPORCIONA LA BATERIA PARA EL TIEMPO DE RESPALDO*

De la tabla de especificaciones técnicas de la batería, tenemos que:

CAP. BATERIA	CAP. NOM. 20 hrs	i carga-10 hrs	i carga-5 hrs	i carga-4 hrs	i carga-3 hrs	i carga-2 hrs	i carga-1 hrs
100 A-H	105 A-H	100 A-H	91.5 A-H	84.63 A-H	77.75 A-H	70.875 A-H	64.0 A-H

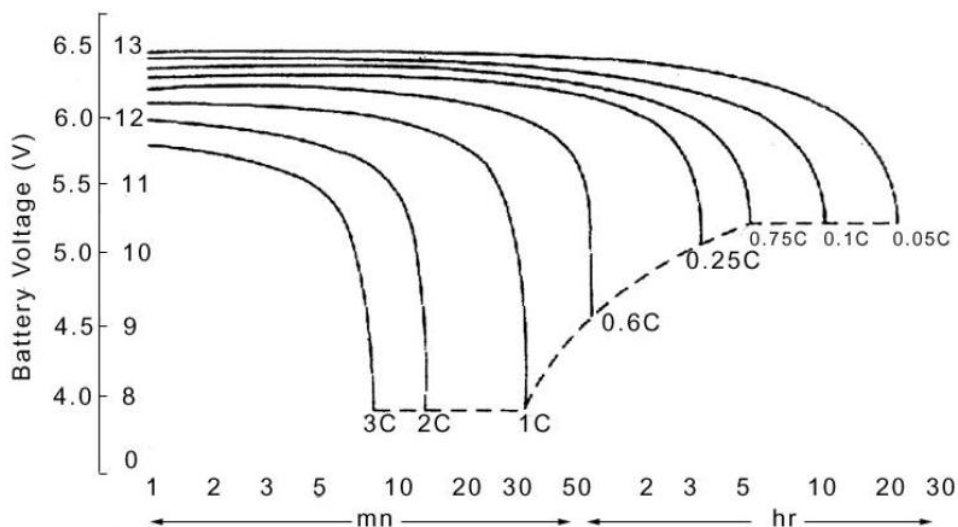
*DETERMINAR EL NUMERO DE BANCO PARA EL SISTEMA DE ENERGÍA*

No Bancos = **Corriente de Demanda / Corriente de las baterias a 3 hrs**

No Bancos=            1.871189711

**No Bancos=            2**

Así mismo, el fabricante proporciona una grafica y que representa la curva de descarga del sistema de baterías, bajo diferentes condiciones; para el caso del sistema de baterías empleado en los sistemas de energía de la Red, las curvas de descarga típicas es:



THE ABOVE FIGURE SHOWS AN EXAMPLE OF DISCHARGING CHARACTERISTIC FOR 0.05c ~ 3c. C AS NOMINAL CAPACITY.

**Fig. 1.28 Curva de descarga en sistema de baterías.**

Como podemos observar en la grafica anterior, la descarga del banco de baterías es directamente proporcional a la capacidad de corriente solicitada por la carga en operación.

Para el caso de un sitio de repetición que incluya un BS12 y un enlace de microondas, la cantidad de bancos de baterías necesarios para que el BS12+MO, sea respaldado por un tiempo de 3 horas a plena carga, es el siguiente:

DATOS DE ENTRADA

1) Corriente de Demanda por el equipo en suministro (BS08+MO)

En modo escucha	<b>10.99</b>	amp.
A máxima capacidad	<b>69.94</b>	amp.

2) Tiempo de Respaldo en caso de falla en el suministro electrico

En modo escucha	<b>4</b>	horas
A máxima capacidad	<b>3</b>	horas

3) Tiempo de recarga de las baterias

Normal	<b>24 hrs</b>
--------	---------------

*CAPACIDAD DEL BANCO*

$$CB = CD \times TD$$

CD = Corriente de Demanda  
TD = Tiempo de Demanda

CB=       **43.96**        Amp - Hora (minima)  
CB=       **209.81**        Amp - Hora (maxima)

*SELECCIÓN DEL BANCO DE BATERIAS*

	CAP. BATERIA	INTERRUPTOR
OPCIÓN 1	<b>100 A-H</b>	<b>100 A</b>

*DETERMINAR LA CORRIENTE DE CARGA QUE PROPORCIONA LA BATERIA PARA EL TIEMPO DE RESPALDO*

De la tabla de especificaciones técnicas de la batería, tenemos que:

CAP. BATERIA	CAP. NOM. 20 hrs	i carga-10 hrs	i carga-5 hrs	i carga-4 hrs	i carga-3 hrs	i carga-2 hrs	i carga-1 hrs
100 A-H	105 A-H	100 A-H	91.5 A-H	84.63 A-H	77.75 A-H	70.875 A-H	64.0 A-H

*DETERMINAR EL NUMERO DE BANCO PARA EL SISTEMA DE ENERGÍA*

No Bancos = Corriente de Demanda / Corriente de las baterías a 4 hrs

No Bancos= 2.698456592

**No Bancos= 3**

Es importante mencionar que el tiempo promedio de respaldo calculado puede variar en muchas de las ocasiones, pudiendo ser mayor (bancos de baterías instalados recientemente, condiciones climáticas altamente favorables) ó en el caso contrario menor debido a factores inherentes a los módulos de baterías, tales como el parámetro de auto-descarga que puede variar del 5% al 19% en un lapso no mayor de 6 meses y el factor temperatura. Así como también el tiempo estimado de vida relacionado mediante el uso en régimen de flotación (entre 5 y 6 años).

**1.5 Equipo BS (Base Station).**

Como se mencionó anteriormente, un equipo repetidor radio o Base Station realiza la interfaz entre las terminales radio y la Red de comunicación fija del sistema; y en particular tienen las siguientes funciones:

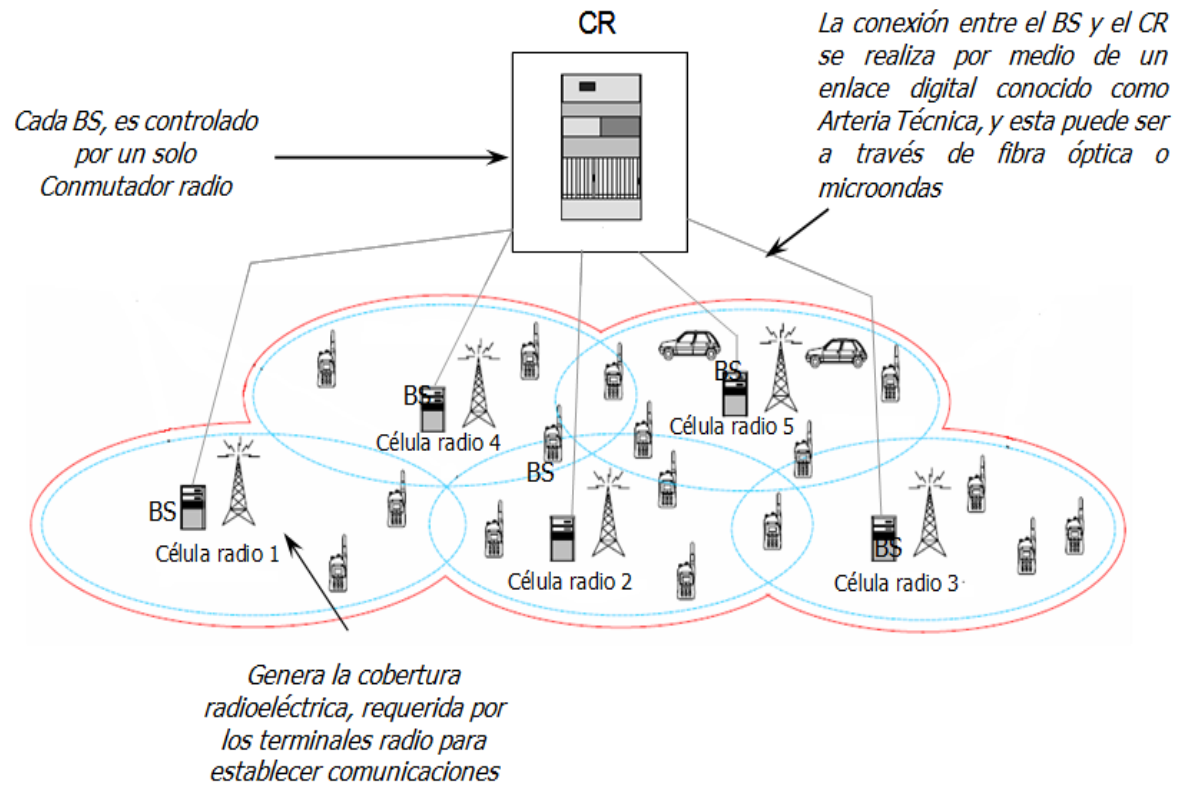


Fig. 1.29 Equipo Base Station.

Para que el BS cumpla con las funciones de intercambio de información de señalización, control, telefonía y datos, éste cuenta con diversas etapas que permiten realizar todas las funciones en conjunto; por lo que en forma generalizada, el BS comprende de las siguientes etapas ó cadenas de operación:



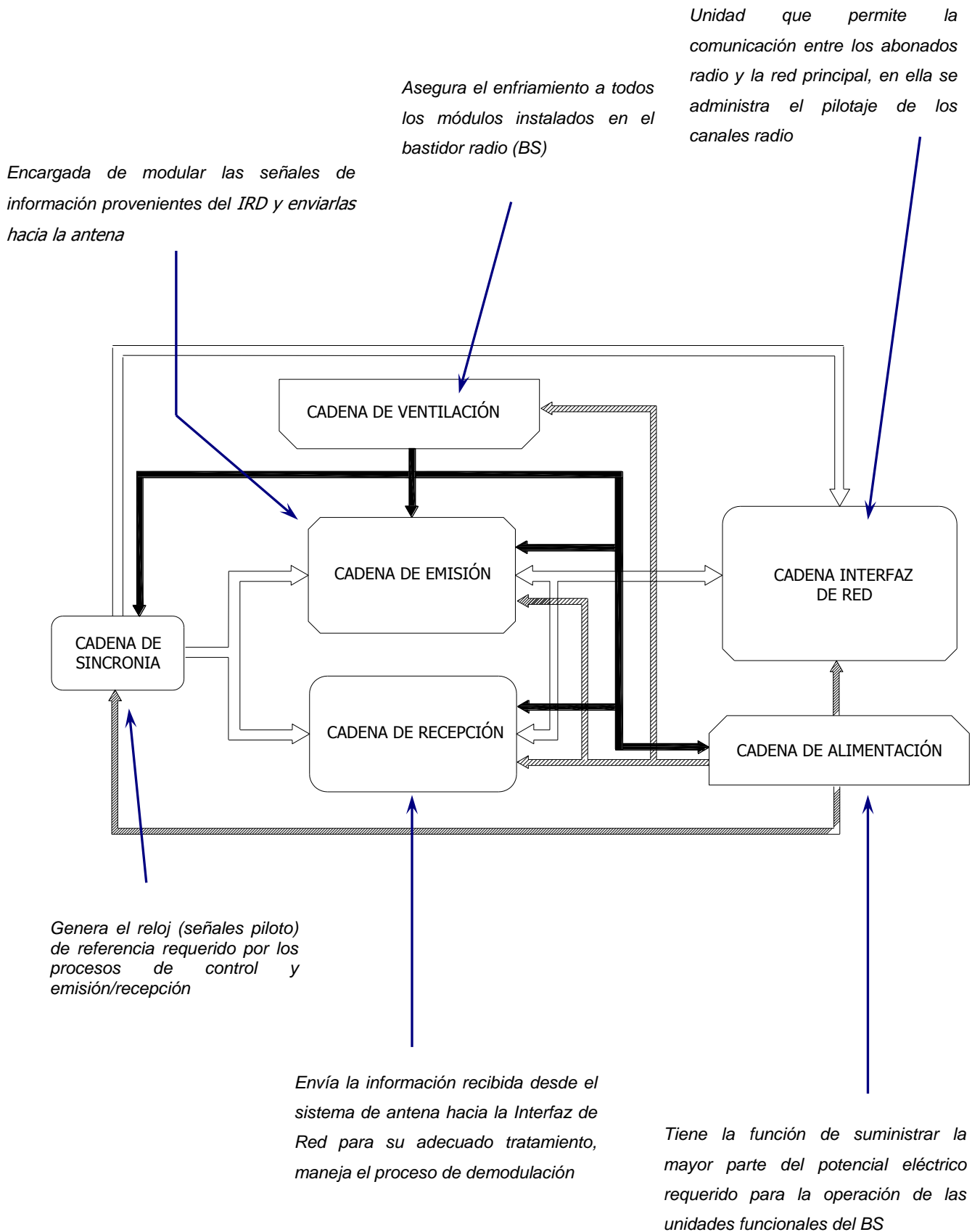
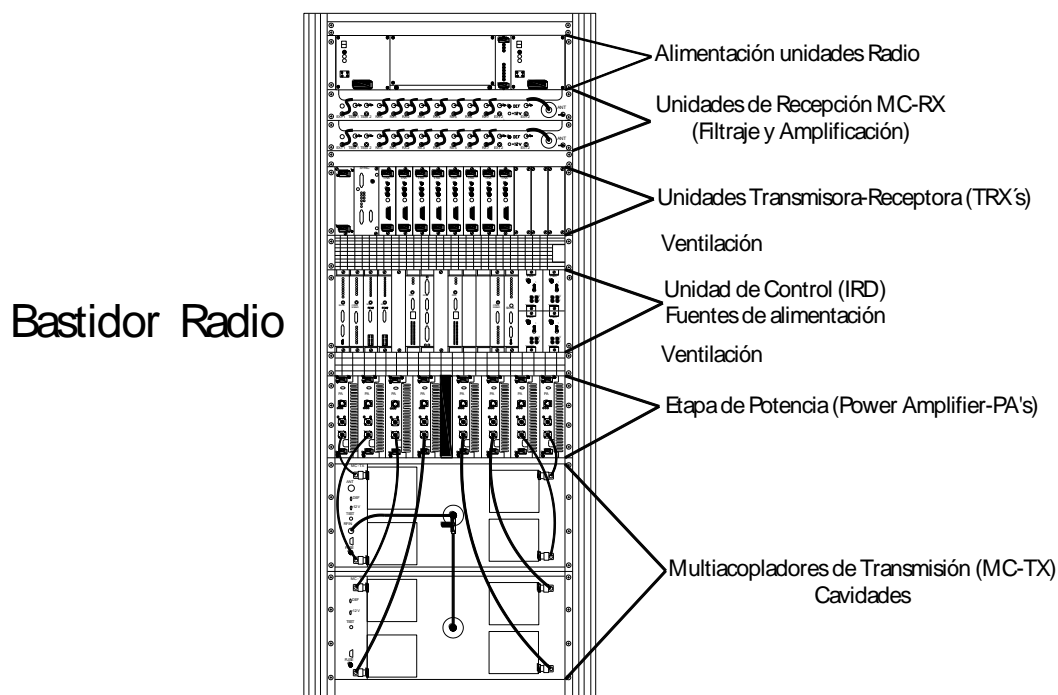


Fig. 1.30 Cadena Operación del equipo BS.

A continuación se muestra una descripción detallada de cada una de las cadenas mencionadas anteriormente:



**Fig. 1.31 Cadenas del equipo BS.**

Una falla en cualquiera de los elementos antes mencionados provocará una degradación en el servicio radio ó en el peor de los casos la interrupción del servicio; tal como puede ser el caso de una fuente de alimentación, aunque el sistema posee duplicidad en estos elementos la probabilidad de interrupción del servicio provocado por falta de suministro eléctrico es del 50%, lo cual no es permisible. A continuación mencionaremos los medios de prueba de cada una de las cadenas antes mencionadas.

### 1.5.1 Método de Prueba.

- Módulos de Voltaje

Para el caso de los dispositivos de suministro de potencial eléctrico se recomienda medir los valores de potencial eléctrico a la salida; en el caso del BS, hay dos diferentes módulos ha comprobar:

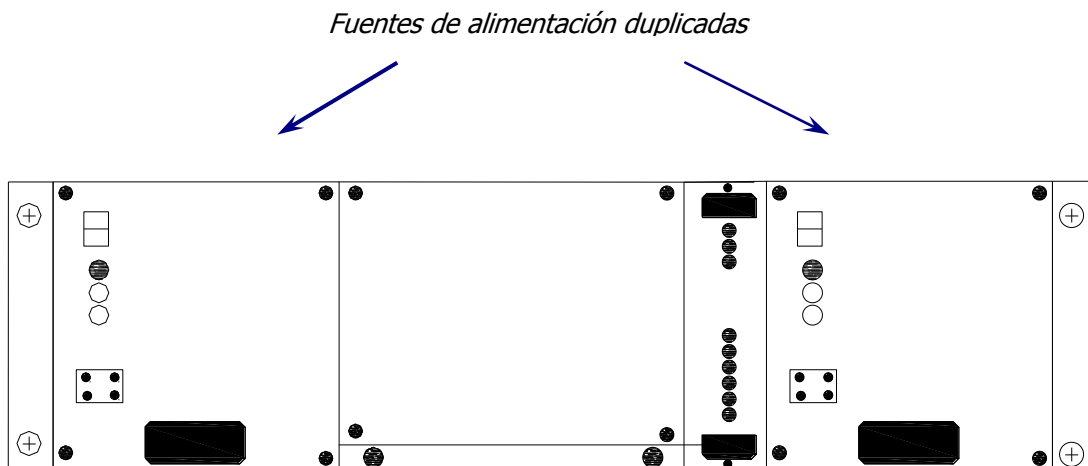


Fig. 1.32 Módulos de alimentación TRX.

La toma de voltajes debe realizarse a partir de los bornes de TEST ubicados en la parte frontal del módulo, de forma tal que debemos obtener:

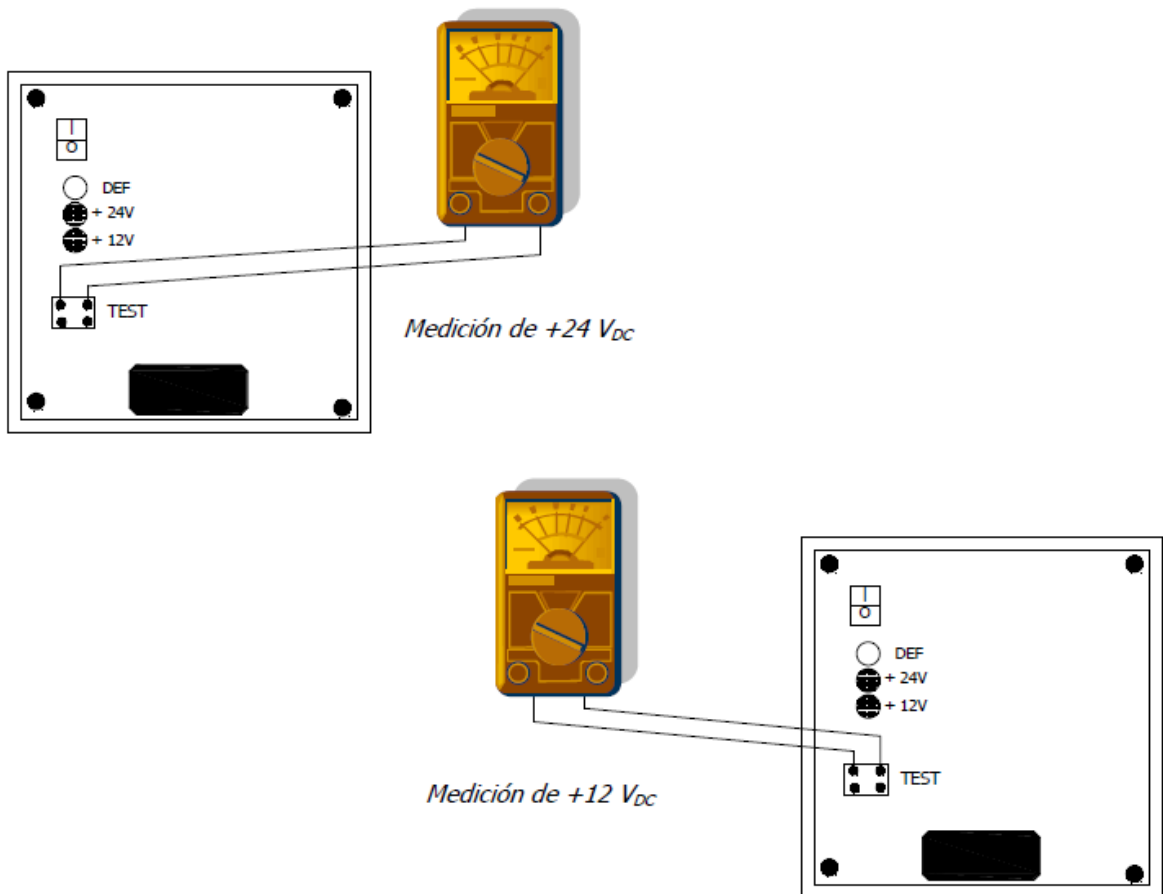


Fig. 1.33 Módulos de voltaje

## Módulos de Alimentación IDR

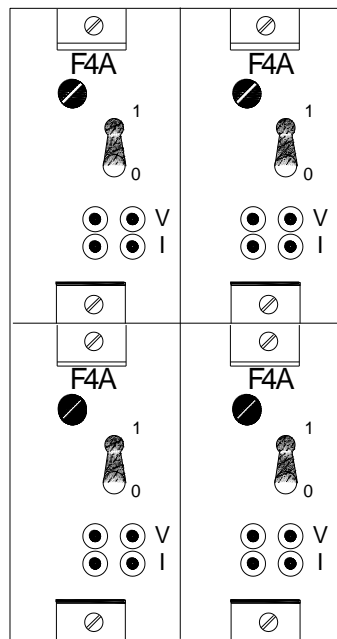


Fig. 1.34 En este caso hay un arreglo de cuatro fuentes de alimentación de 5 volts todas ellas conectadas en paralelo.

La medición de los voltajes se realiza de la siguiente manera:

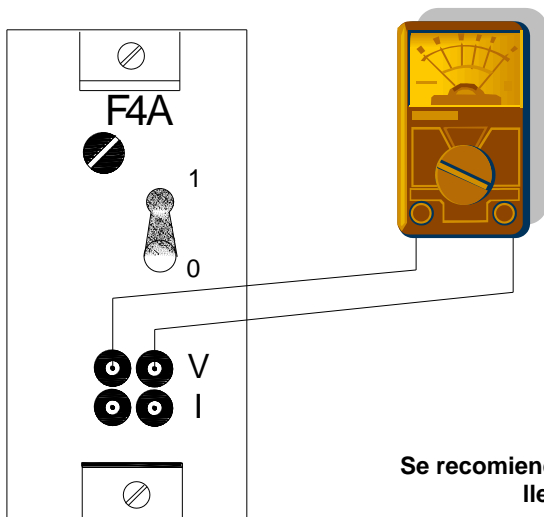
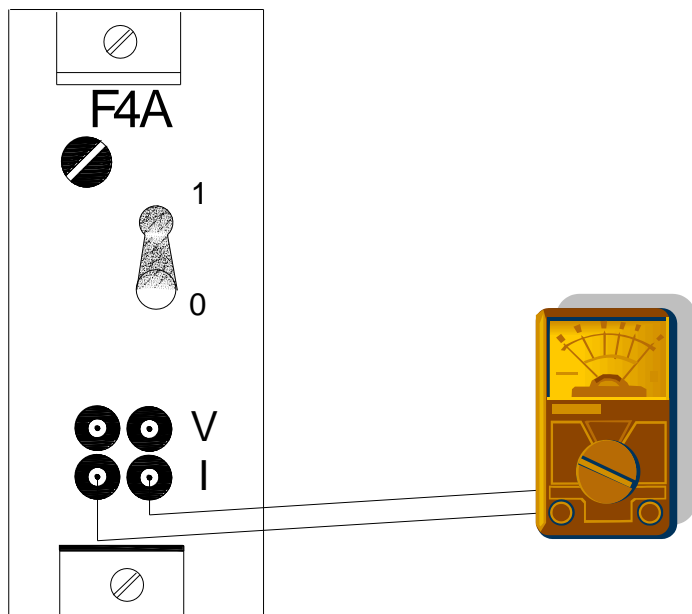


Fig. 1.35 Medición de +5 V<sub>DC</sub>

Se recomienda realizarlo en cada una de las fuentes del arreglo; lleve un registro de las diferentes lecturas.

Otro parámetro que puede servir para determinar la correcta operación de una fuente del IRD, es el tomar la lectura de los bornes I de dicho módulo; el valor obtenido refleja el consumo promedio de corriente de cada uno por todos los elementos del IRD. La medición debe realizarse de la siguiente forma:



**Fig.1.36 Medición del promedio de consumo de corriente, valor medido en mili volts. Se recomienda realizarlo en cada una de las fuentes del arreglo y llevar un registro de las diferentes lecturas.**

- Módulos de Recepción

Con respecto a la cadena de recepción, los elementos implicados en forma directa son los Multiacopladores de Recepción, que reciben la señal de las terminales radio para enviarla a los módulos de tratamiento del BS.

### 1.5.2 Módulos Multiacoplador de Recepción.

Tres son las funciones principales de estos dispositivos:

- Filtrar las señales recibidas dentro del rango de operación asignada para la recepción del BS (rango 380-385 MHz),
- Amplificar las señales filtradas, y
- Distribuir dichas señales a cada módulo de tratamiento de señal (TRX).

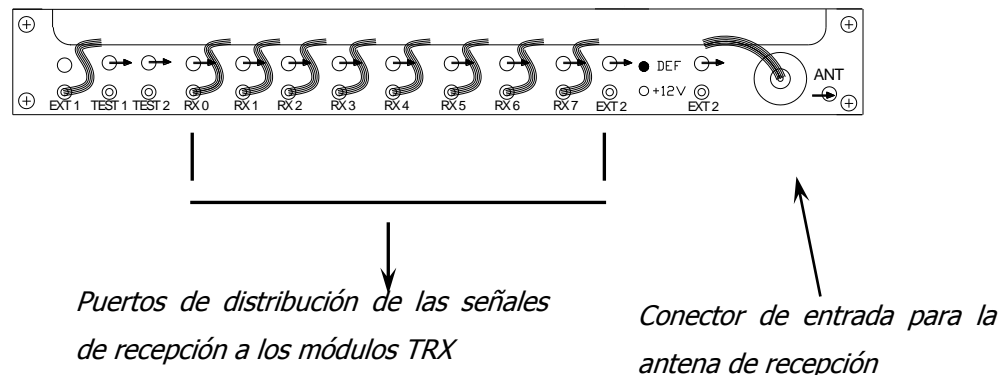


Fig. 1.37 Módulo Multiacoplador.

En él se debe verificar que los puertos de distribución estén operando de manera adecuada, una prueba muy sencilla, es conectar un equipo analizador de espectro para monitorear las señales radio recibidas de las terminales y enviada a los módulos TRX. Tal y como se muestra en la siguiente imagen:

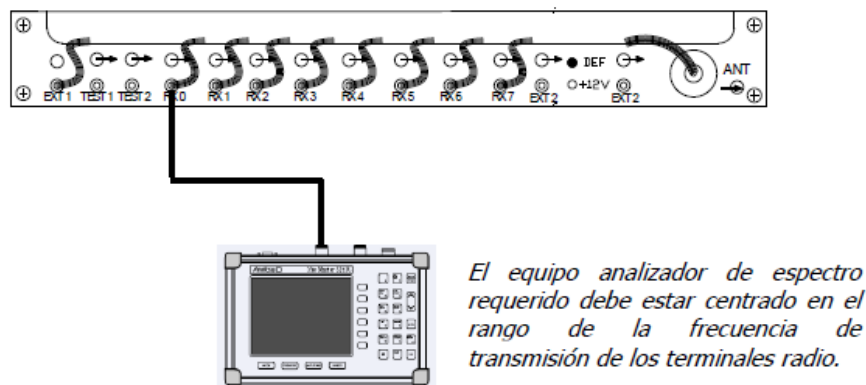


Fig. 1.38 Monitoreo de señales de radio.

#### - Módulos de Transmisión

En la sección de emisión encontramos elementos pasivos (multiacoplador de transmisión) y activos (amplificadores de potencia y TRX) que deben ser evaluados en funcionamiento; ello con la intención de asegurar que las señales de salida al medio ambiente cumplan con la función primordial de comunicación.

### 1.5.3 Módulos Multiacoplador de Transmisión.

La función principal de este módulo es acoplar uno ó más canales radio para su emisión a través de una sola antena; estos dispositivos operan con base en circuitos RLC (Resistencia-Capacitancia-Inductancia), que mediante un tornillo de ajuste, sintonizan de manera adecuada la potencia de salida del amplificador con un valor de frecuencia establecido a la salida de la antena; tal como se muestra en el siguiente diagrama:

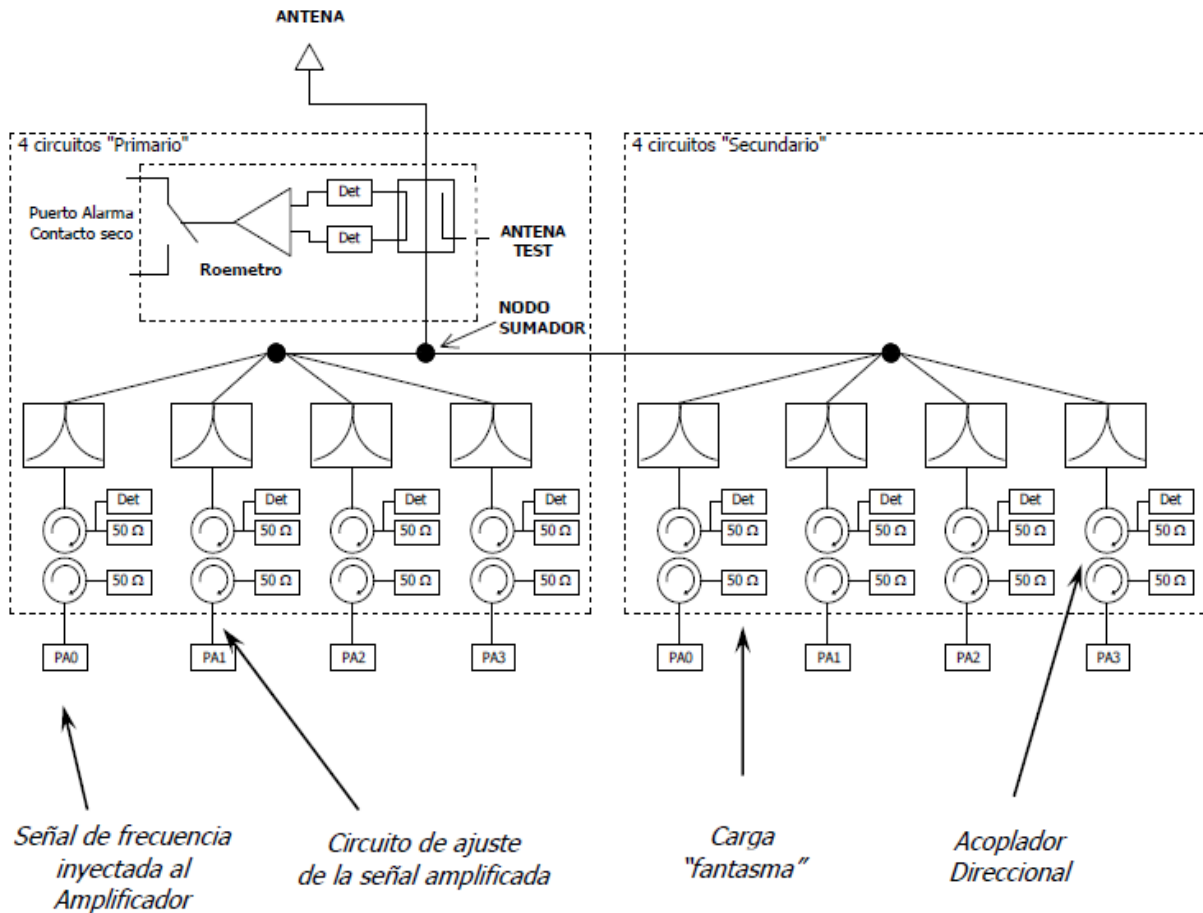


Fig. 1.39 Módulo multiacoplador de transmisión.

Lo más importante a considerar de este módulo es el circuito de ajuste para el acoplamiento, él cual es un elemento mecánico y a través de éste se logra tener un mejor nivel de potencia del canal a la salida de la antena; por lo cual es muy recomendable que se realice una revisión periódica de cada uno de los circuitos en ambos módulos.

La revisión periódica de este circuito, tomando en cuenta la salida de potencia hacia la antena, podrá ayudarnos a determinar si alguno de los elementos adicionales presenta un mal funcionamiento.

#### 1.5.4 Módulo amplificador de potencia.

Este dispositivo se encarga de incrementar el nivel de la señal radio para su emisión al espacio; el incremento de dicho nivel está ligado al uso del módulo TRX, mediante la unidad de servo comando, por lo que es importante verificar que los niveles de potencia a la salida de cada uno de los amplificadores cumplen con los valores esperados.

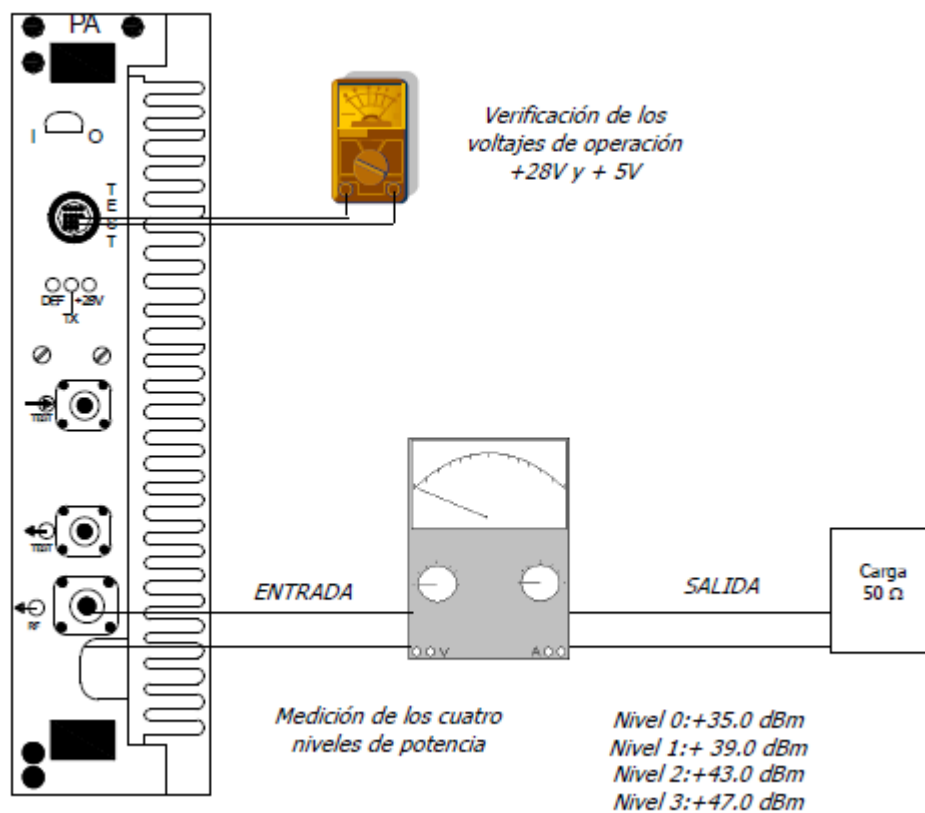


Fig. 1.40 Verificación de los voltajes de operación del módulo amplificador de potencia



- Módulo Interfaz Radio Distante (IRD)

El bloque IRD lleva a cabo las tareas de comunicación entre las terminales radio y la red principal; generalmente está constituido por módulos de operación lógica, los cuales trabajan con dispositivos electrónicos de tipo TTL y que deben ser cuidadosamente revisados para comprobar que no tienen acumulación de polvo o sedimentos de algún material desconocido.

Así mismo, la revisión del cajón de alojamiento de los diferentes módulos lógicos de la interfaz de red nos ayudará a saber si hay algún daño físico presente que pudiese alterar la funcionalidad del sistema.

La revisión del cajón IRD comprenderá las siguientes tareas:

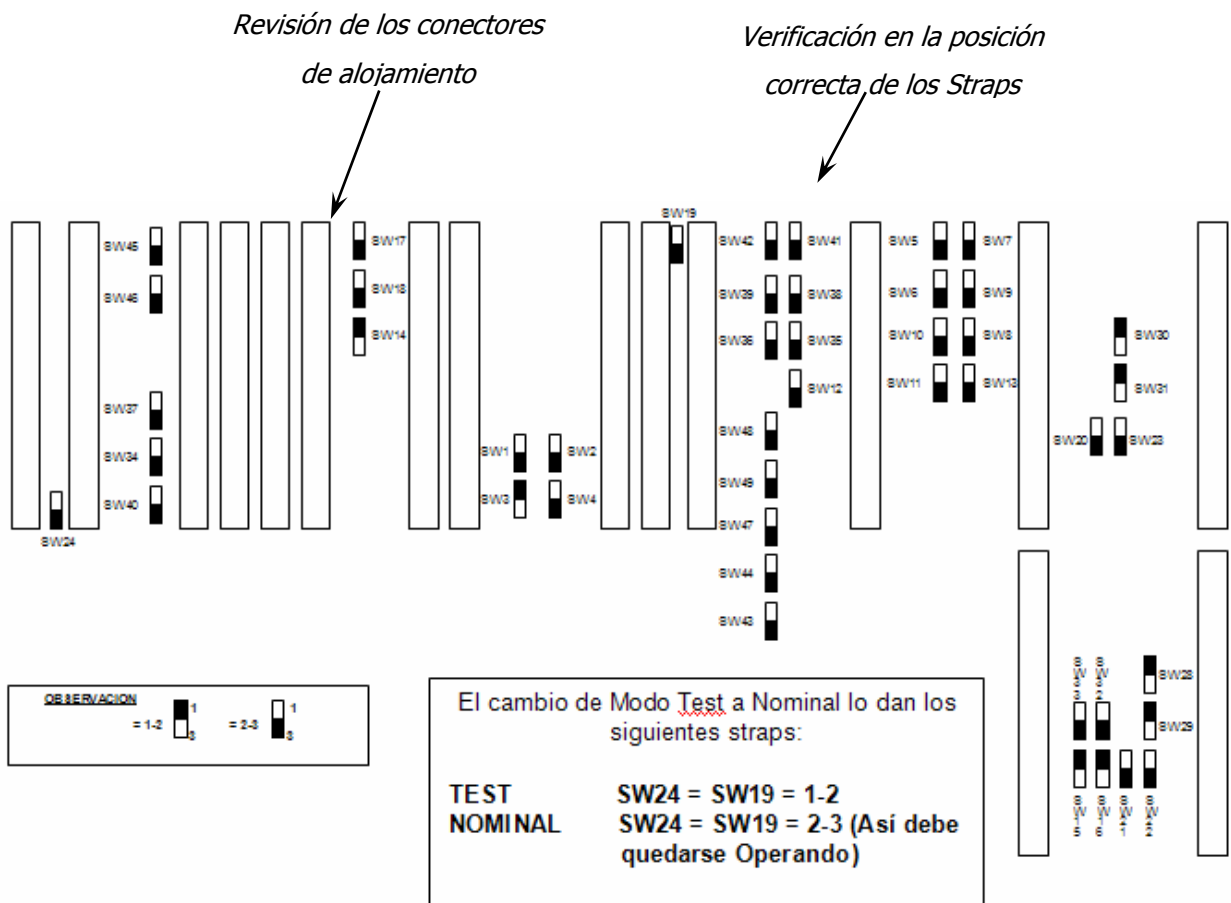
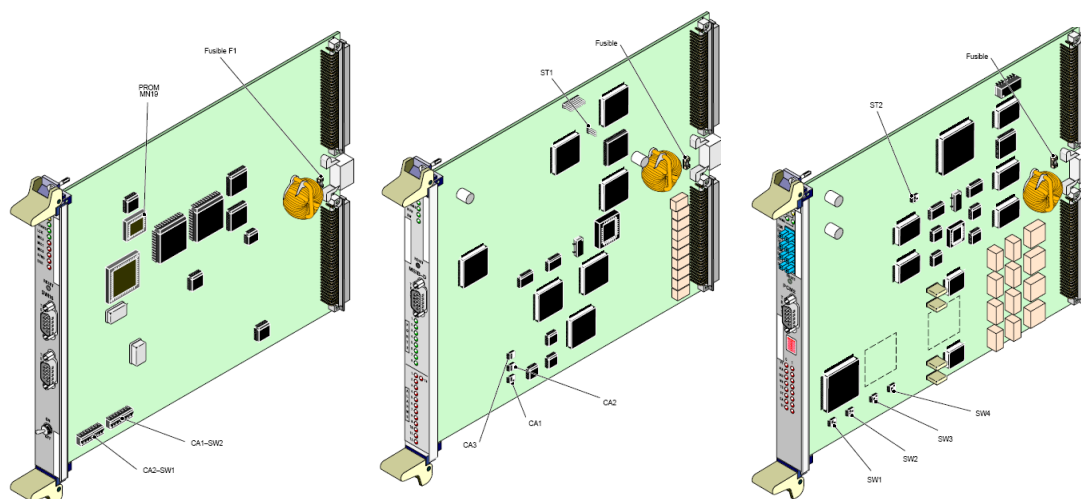


Fig. 1.41 Tareas de revisión del cajón IRD.

Aunado a la revisión del panel de alojamiento IRD, es importante llevar a cabo una verificación visual y en conjunto con una limpieza de las diferentes tarjetas que integran el IRD, las tarjetas incluidas corresponden a las tarjetas SWI16, MSIB-D, PCM2 (MIC), FR31, MUX):



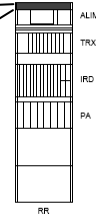
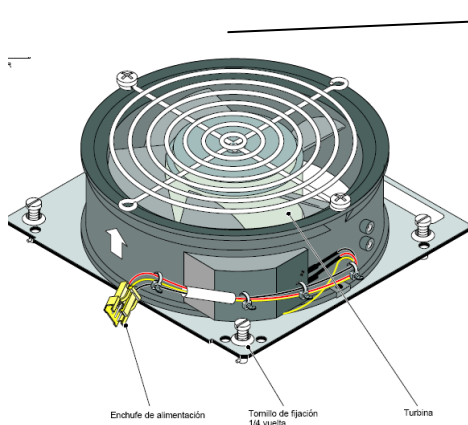
*Tarjeta SWI16, revisión de straps y memoria PROM, verificar que no hay polvo*      *Tarjeta MSIB-D, revisión de straps y memoria PROM, verificar que no hay polvo*      *Tarjeta PCM2, revisión de straps y memoria PROM, verificar que no hay polvo*

**Fig. 1.42 Tarjetas que integran el IRD.**

– Módulos de Ventilación.

Como se mencionó anteriormente, esta sección es la encargada de proveer enfriamiento a los módulos operacionales que trabajan ininterrumpidamente; tal es el caso de los ventiladores del cajón TRX/IRD, PA's y platinas superiores de extracción.

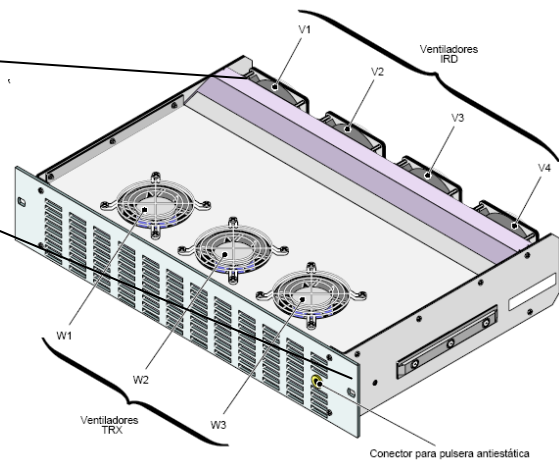
Para cada uno de los módulos de ventilación es necesario realizar las siguientes tareas:



*Verificar limpieza y estado mecánico de la turbina de extracción ubicada en la platina superior. Remover polvo acumulado*



*Verificar limpieza y estado mecánico del cajón de ventiladores TRX/IRD ubicado en la parte media del BS. Remover polvo acumulado*



**Fig. 1.43 Tareas de los módulos de ventilación**

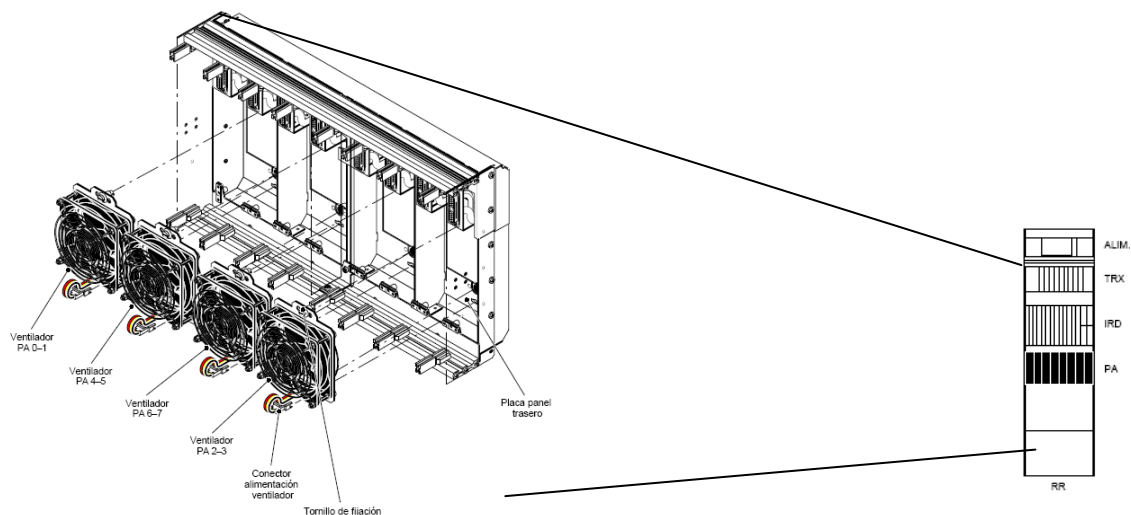


Fig. 1.44 Verificar limpieza y estado mecánico del cajón de ventiladores del módulo PA, ubicado en la parte baja-anterior del BS.

Debido a la naturaleza mecánica de los módulos de ventilación, es conveniente llevar a cabo una serie de pruebas con respecto a la parada y arranque de estos módulos, para lo cual nos enfocamos en la tarjeta TSTACH que tiene la función de controlar el suministro y bloqueo del voltaje hacia cada módulo de ventilación.

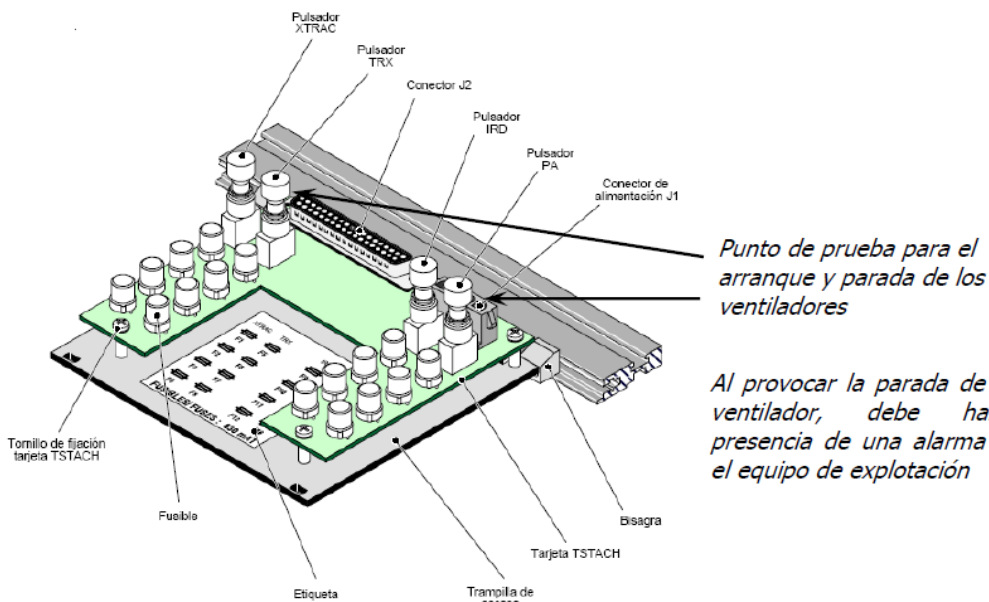


Fig. 1.45 Tarjeta TSTACH.

## 1.6 Medio de transporte (equipos de microondas).

Para que una terminal radio pueda interactuar con la Red principal del sistema de radiocomunicación, es necesario que el equipo Base Station se encuentre conectado al equipo de control principal, mediante un enlace de datos digital; para los proyectos de la Red, la provisión de este enlace digital se da a través de un enlace radio vía microondas.

### 1.6.1 Método de Prueba.

Para este tipo de medios de transporte, es altamente recomendable evaluar los siguientes estados funcionales:

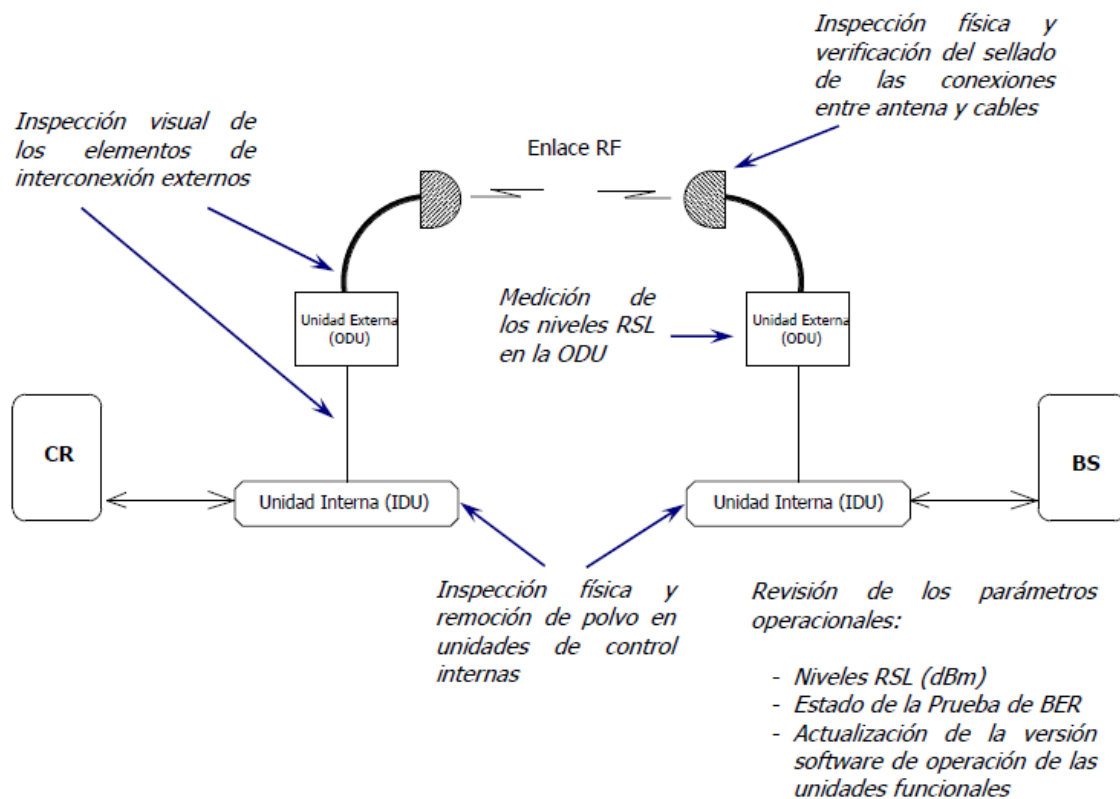


Fig.1.46 Evaluación de los estados funcionales

Versión software operacional.

Cada versión de software liberada por el fabricante Harris, tiene la función de realizar nuevas mejoras a funcionalidades ya establecidas con anterioridad; así como en muchas otras ocasiones, la intención de liberar una nueva versión a software es promover nuevas funcionalidades en la administración técnica de los enlaces radio.

Es muy importante que al actualizar las versiones software de cada uno de los radio, ésta se realice de manera inicial en el lado remoto y posteriormente en el lado local, ya que de lo contrario la conexión remota se perderá, debido a la incompatibilidad de los software operacionales en las unidades de interior (IDU).

## CAPÍTULO 2. EQUIPO Y PRESCRIPCIONES DE SEGURIDAD.

### 2.1 Prescripciones de seguridad.

El mantenimiento de los bastidores de repetidor radio solamente debe realizarse después de haber leído atentamente el presente punto.

Los riesgos potenciales y las precauciones que se deben tomar están indicados mediante etiquetas colocadas en el bastidor o en los equipos del bastidor.

Habilitación del personal

Las intervenciones en el emplazamiento deben ser realizadas por personas calificadas.

No se debe efectuar ninguna intervención que no sean aquellas descritas en esta tesis. En particular, no se debe abrir el módulo GPS (contiene una pila de litio).

Seguridad vinculada a la distribución de energía

Los bastidores de repetidor radio están alimentados por la red - 48 V.

Los circuitos de alimentación de los cajones, los módulos, los ventiladores y las tarjetas están equipados con un fusible:

- Los fusibles intercambiables y sus características se dan en la Tabla 2.2,
- Las tarjetas CPME y MIC1 tienen un fusible soldado en la tarjeta.
- Los módulos TRX, SYNC y GPS están equipados con un fusible de tipo polyswitch que se puede rearmar automáticamente.

#### 2.1.1 Intervención en el filtro TRX ágil

El calentamiento del filtro TRX ágil puede alcanzar 55.C, lo que corresponde a una temperatura en la superficie de la caja de 75. C, si la temperatura ambiente es de 20. C.

En caso de manipulación del filtro TRX ágil, tomar las precauciones necesarias para evitar cualquier riesgo de quemadura.

Puesta fuera de tensión de los módulos PA, los convertidores y las tarjetas

Los módulos PA y los convertidores 48 V / 12 V - 24 V y 48 V / 5 V - 12 V se deben poner obligatoriamente fuera de tensión antes de desenchufarlos o enchufarlos (pulsador "I/O" en la posición "O").

Si la posición “O” de los módulos PA no se puede identificar claramente, previamente poner el canal implicado “FUERA DE SERVICIO” en el TMP (Puesto de Administración Técnica).

La tarjeta SWI16 debe ser puesta fuera de tensión imperativamente antes de desenchufarla o enchufarla (interruptor “ON/OFF” en “OFF”).

Las otras tarjetas del cajón IRD (Interfaz de Radio Distante) se pueden desenchufar o enchufar en tensión (a condición de llevar puesta la pulsera antiestática).

### **Manejo de las tarjetas**

El operador en el sitio debe llevar puesta la pulsera antiestática durante el manejo de las tarjetas.

## **2.2 Organización.**

El mantenimiento de un sistema reúne operaciones que permiten mantener o restablecer este sistema en un estado dado, o restituirle características de funcionamiento especificadas por el fabricante.

El concepto de mantenimiento del sistema se basa en 3 niveles definidos, según la complejidad de las operaciones de mantenimiento consideradas, pero también según medios, competencias y el tiempo necesario para realizar estas operaciones:

- nivel O (Organizativo),
- nivel I (Intermedio),
- nivel D (Taller).

Si cliente no dispone del nivel de mantenimiento I, debe ponerse en contacto con el servicio de asistencia técnica del fabricante para terminar, si fuese necesario, el mantenimiento.

Las operaciones de mantenimiento del repetidor radio se dividen en mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo.



El sistema es capaz de identificar el origen de una anomalía y localizarla mediante mensajes espontáneos que aparecen en el TMP.

El operador en el sitio interviene a continuación para confirmar el diagnóstico establecido a distancia, para localizar de manera precisa el subconjunto defectuoso y para volver a poner en estado de funcionamiento el repetidor radio.

El operador de mantenimiento en el sitio debe por lo tanto coordinar su intervención con el operador del TMP.

Código tarea

Una tarea de mantenimiento se designa por un código de 6 dígitos llamado código de tarea.

El código de tarea se define de la manera siguiente:

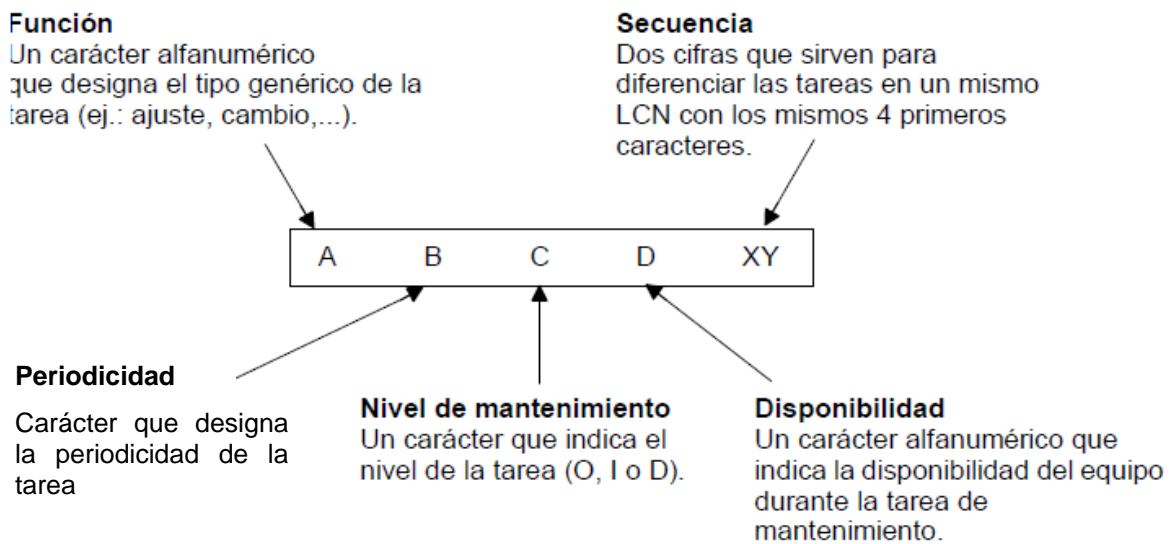


Fig. 2.1 Código de Tarea

**1. Código Función.**

DENOMINACIÓN	EJEMPLO	CARÁCTER
Configuración / Carga / Personalización	Configuración de los jumpers, carga del software, personalización.	5
Control/Prueba	Prueba de tensiones, ajuste	B
Eliminación de datos sensibles	Supresión de los datos sensibles	3
Desmontaje/Montaje	Desmontaje de un panel	R
Cambio	Cambio de una tarjeta	H
Localización de defecto	Diagnóstico de una tarjeta fallada	N
Limpieza/Lubricación	Eliminación del polvo	Q
Reparación	Reparación de una tarjeta	J

**2. Código periodicidad.**

DENOMINACIÓN	EJEMPLO	CARÁCTER
Quinquenal		W
Bienal		V
Anual		Q
Semestral		N
Mensual		P
Semanal		L
Diario		C
Programado	Otros intervalos	B
Antes de una misión		A
Después de una misión		H
En caso de fallo	Mantenimiento correctivo	G

**3. Código nivel de mantenimiento.**

DENOMINACIÓN	EJEMPLO	CARÁCTER
Organizativo		O
Intermedio		I
Taller		D

#### 4. Código disponibilidad.

DENOMINACIÓN	EJEMPLO	CARÁCTER
Equipo en servicio nominal (Full Mission Capable)	El equipo asegura completamente todos los servicios más importantes.	C
Modo degradado (Partial Mission Capable)	El equipo no asegura completamente uno o más servicios importantes.	D
Equipo fuera de servicio (No Mission Capable)	El equipo no asegura ninguno de los servicios más importantes.	E

#### 2.2.1 Código secuencia

Está identificado por 2 cifras (de 00 a 99) que permiten distinguir, para cada LCN, las tareas que tengan los mismos 4 primeros caracteres.

Si el tipo de tarea es único, el código secuencia toma el valor 00.

##### Mantenimiento preventivo

Este se efectúa a intervalos predeterminados o según criterios prescritos con miras a reducir la probabilidad de avería o la degradación del funcionamiento del sistema.

Comprende:

- operaciones de control
- operaciones de cambio preventivo

Todas las operaciones de mantenimiento preventivo se realizan en el nivel O.

#### 2.2.2 Mantenimiento correctivo.

Se aplica tras el fallo de un equipo, un conjunto o un subconjunto.

Una operación de mantenimiento correctivo es inicializada:

- por el operador de explotación tras la aparición de una alarma en el TMP (CODANO),

- por el operador en el sitio tras la detección de una anomalía durante una operación de mantenimiento preventivo o de señalización de un defecto por un LED.

El mantenimiento correctivo reúne tres tipos de procedimientos:

- Localización de avería,
- Test,
- Cambio.

Todas las operaciones de localización de averías y de test se realizan en el nivel O.

Las operaciones de cambio se realizan ya sea en el nivel O, o en el nivel I de acuerdo a la complejidad de la tarea.

El operador de mantenimiento tiene una herramienta de recuperación de las anomalías en la ECS que le permite guardar en un archivo las anomalías correspondientes a la parte radio del RR, para luego ser analizadas.

### **2.2.3 Encadenamiento de las tareas de mantenimiento Anomalía Transmitida al TMP**

Cuando se transmite una anomalía al TMP, el operador de explotación consulta el manual de mantenimiento de una red de base.

- Ficha de anomalía (Ficha A) si el defecto no se puede localizar de manera precisa.
- Ficha de test (Ficha T) en el caso contrario.

La ficha A se presenta en la forma de diagramas de localización de avería. Dirige al operador en el sitio hacia la ficha de test (Ficha T) del subconjunto incriminado.

La ficha T se presenta en la forma de diagramas de test. Permite localizar el subconjunto que se debe cambiar.

2.2.4 Anomalía detectada en el sitio

Cuando se detecta una anomalía en el sitio, el operador en el sitio contacta al operador del TMP y se remite directamente a la ficha de test (Ficha T) del subconjunto incriminado.

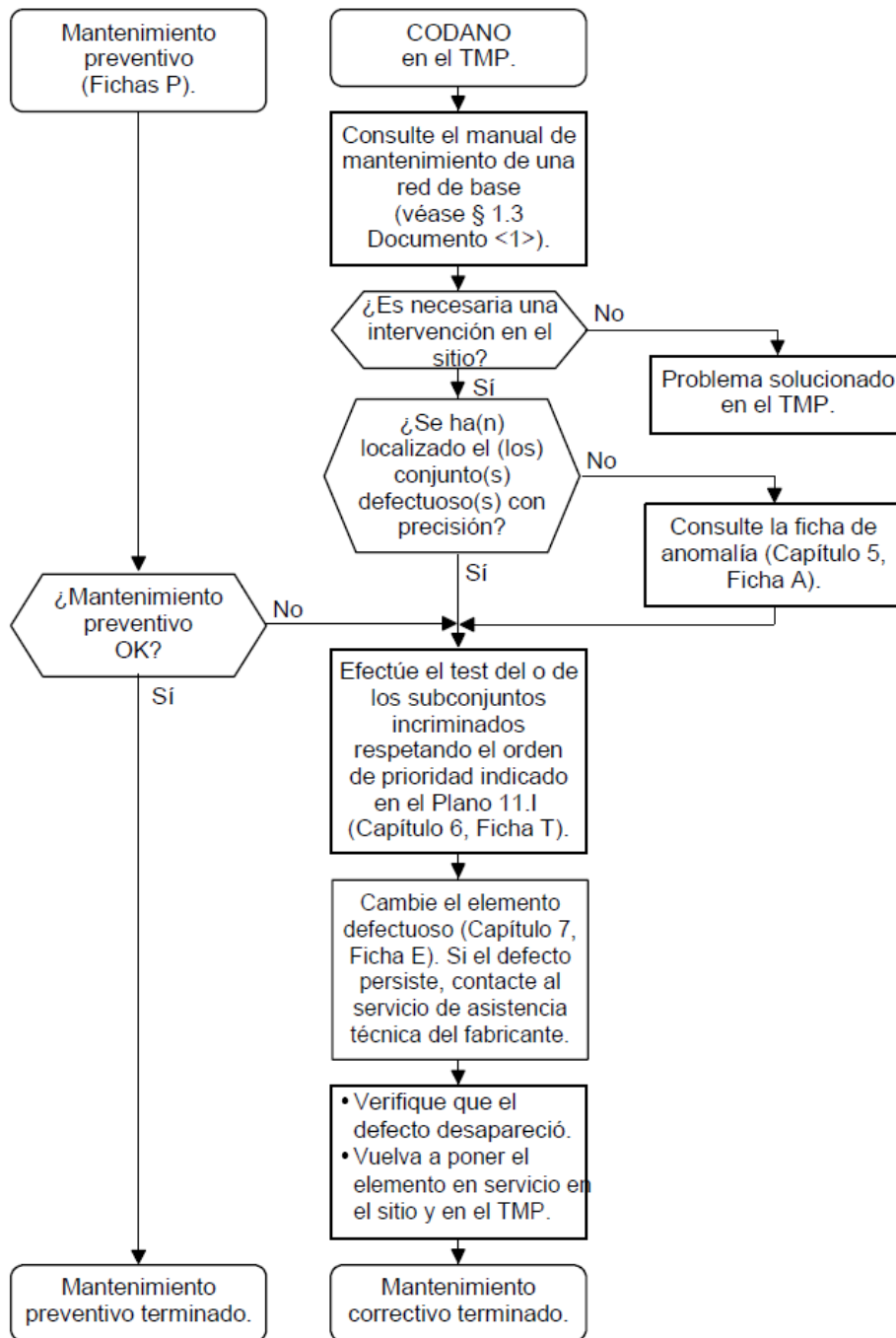


Figura 2.2 Organización del mantenimiento del repetidor radio.

### 2.2.5 Nueva puesta en servicio

Después de cambiar un subconjunto en el sitio, el operador del TMP debe realizar las siguientes operaciones.

- Verificar que el elemento explotado o su elemento superior está “EN SERVICIO”.
- Si no lo está, volver a ponerlo en este estado.

### Devolución de los subconjuntos a reparar

Los subconjuntos defectuosos, sustituidos en el sitio de mantenimiento, se tratan de manera diferente según su posibilidad de reparación:

- Los subconjuntos **reparables** se envían al centro de reparación del constructor, en los embalajes reutilizables de los lotes de mantenimiento,

**Nota:** Las tarjetas se deben enviar sin su PROM.

- Los subconjuntos **no reparables** se desechan, si fuese necesario, en los contenedores específicos (por ejemplo, en el caso de las pilas de litio y de las baterías).

### Estados de explotación

Vistos desde el operador del TMP, los siguientes elementos.

- “arteria técnica” (AT): tarjeta MIC1,
- “célula” (CEL): célula radio simulcast o no,
- “sitio” (SIT): célula radio simulcast,
- “repetidor radio físico” (RRP): todos los canales de un bastidor RR (todos los módulos TRX),
- “emisor/receptor físico” (ERP): un canal de un bastidor RR (un solo módulo TRX), pueden tomar los siguientes estados de explotación:

“EN SERVICIO”:

- El elemento (y sus elementos inferiores) está en tensión, es declarado en servicio por el operador del TMP, y puede ser utilizado por las funciones nominales de la explotación.

“FUERA DE SERVICIO”:

- El elemento (y sus elementos inferiores) está en tensión, es declarado fuera de servicio por el operador del TMP, y ninguna utilización es posible por parte del sistema.

Cuando una operación de mantenimiento requiere la puesta “FUERA DE SERVICIO” de un elemento explotado en el TMP, se da la precisión en el procedimiento.

### 2.3 Descripción de los bastidores

La red comprende tres tipos de repetidor radio:

- RR de tipo monorrepetidor no simulcast designados BS (Base Station),
- RR de tipo esclavo simulcast designados SS (Simulcast Slave).
- RR de tipo esclavo y maestro de simulcast, designados SMS (Simulcast Master Slave).

Un RR BS o SS pueden existir en versión 4, 5, 6, 7, 8, 12, 16, 20 ó 24 canales. Un bastidor sólo contiene un máximo de 8 canales, por esto, un repetidor radio > de 8 canales se compone de:

- un bastidor principal de 8 canales y un bastidor de extensión EBS (Extension Base Station) No. I 4 u 8 canales para formar un RR de 12 ó 16 canales,
- un bastidor principal de 8 canales, un bastidor de extensión EBS No. I 8 canales y un bastidor de extensión EBS No. II 4 u 8 canales para formar un RR de 20 ó 24 canales.

Un repetidor radio SMS puede existir en versión 4, 5, 6, 7 u 8 canales.

Los repetidores radio esclavos y maestros de simulcast (SMS) son repetidores radio esclavos de simulcast (SS) que incluyen un conjunto maestro de simulcast.

La numeración de los canales radio (módulos PA, TRX, etc.) en el bastidor de extensión sigue el mismo orden que en el bastidor principal (canales N. 8 a 15).

La composición física de un bastidor BS (configuración máxima) se presenta en la Figura 2.3.

La composición física de un bastidor SS (configuración máxima) se presenta en la Figura 2.4.

La composición física de un bastidor SMS (configuración máxima) se presenta en la Figura 2.5.

La composición física de un bastidor EBS (configuración máxima) se presenta en la Figura 2.6.

Los subconjuntos intercambiables con los cuales están equipados cada uno de estos bastidores se enumeran en la Tabla 2.1.

CAJÓN XTRACT/PLATINA EXTRACCIÓN															
CONV. 48 V/12 V-24 V N° 0		TSTACH				T A C H	CONV. 48 V/12 V-24 V N° 1								
MULTIACOPLADOR RECEPCIÓN 8 VÍAS N° 1															
MULTIACOPLADOR RECEPCIÓN 8 VÍAS N° 2															
SYNC		T R X 0	T R X 1	T R X 4	T R X 5	T R X 6	T R X 7	T R X 2	T R X 3	B T I M GPS					
CAJÓN VENTIL															
S W 1 1 1 6	C P M E	M I C 1 0	M I C 1 1	M I C 1 2	F R 3 3 1 P E N 0	M U X X	F R 3 3 1 P E N 1	F R 3 3 1 P E N X		C P M E	S W 1 1 6	CONV 5V- 12A N° 0	CONV 5V- 12A N° 3	CONV 5V- 12A N° 1	CONV 5V- 12A N° 2
A	A	0	1	2	3	4	5	6	7	B	B				
P A 0	P A 1	P A 4	P A 5	P A 6	P A 7	P A 2	P A 3								
ACOPLADOR EMISIÓN 4 VÍAS N° 1															
ACOPLADOR EMISIÓN 4 VÍAS N° 2															

Figura 2.3 Composición física de un bastidor BS (configuración máxima).



CAJÓN XTRACT/PLATINA EXTRACCIÓN													
CONV. 48 V/12 V-24 V N° 0			TSTACH						CONV. 48 V/12 V-24 V N° 1				
MULTIACOPLADOR RECEPCIÓN 8 VÍAS N° 1													
MULTIACOPLADOR RECEPCIÓN 8 VÍAS N° 2													
SYNC		T R X	T R X	T R X	T R X	T R X	T R X	T R X	T R X	B T I M	GPS		
		0	1	4	5	6	7	2	3				
CAJÓN VENTIL													
S W I T C H	C P M E	M I C 1 0	M I C 1 1	M I C 1 2	M U X					C P M E	S W I T C H	C O N V. E V- 24 V N° 3	C O N V. E V- 24 V N° 2
A	A	0	1	2	3	4	5	6	7	B	B	C O N V. E V- 24 V N° 1	C O N V. E V- 24 V N° 2
P A	P A	P A	P A	P A	P A	P A	P A	P A	P A	P A	P A		
		0	1	4	5	6	7	2	3				
ACOPLADOR EMISIÓN 4 VÍAS N° 1													
F I L T R O													
A R G I L													
ACOPLADOR EMISIÓN 4 VÍAS N° 2													

Figura 2.4 Composición física de un bastidor SS (Configuración máxima).

CAJÓN XTRACT/PLATINA EXTRACCIÓN													
CONV. 48 V/12 V-24 V N° 0			TSTACH						TACH CONV. 48 V/12 V-24 V N° 1				
MULTIACOPLADOR RECEPCIÓN 8 VÍAS N° 1													
MULTIACOPLADOR RECEPCIÓN 8 VÍAS N° 2													
SYNC		TRX 0	TRX 1	TRX 4	TRX 5	TRX 6	TRX 7	TRX 2	TRX 3	BTIM	GPS		
CAJÓN VENTIL													
SWI16	CPME	MIC10	MIC11	MIC12	FR31 PURN	MUX	FR31 VOTE	FR31 SURV	FR31 SURV	CPME	SWI16	CONV SW-12A N° 0	CONV SW-12A N° 3
												CONV SW-12A N° 1	CONV SW-12A N° 2
A	A	0	1	2	3	4	5	A	B	B	B	N° 1	N° 2
PA 0	PA 1	PA 4	PA 5	PA 6	PA 7	PA 2	PA 3						
ACOPLADOR EMISIÓN 4 VÍAS N° 1													
FIL		TRX											
TRO		ÁGIL											
ACOPLADOR EMISIÓN 4 VÍAS N° 2													

Figura 2.5 Composición física de un bastidor SMS (configuración máxima).

CAJÓN XTRACT/PLATINA EXTRACCIÓN										
CONV. 48 V/12 V-24 V N° 0		TSTACH				T A C H	CONV. 48 V/12 V-24 V N° 1			
MULTIACOPLADOR RECEPCIÓN 8 VÍAS N° 1										
MULTIACOPLADOR RECEPCIÓN 8 VÍAS N° 2										
SYNC	T R X	T R X	T R X	T R X	T R X	T R X	T R X	T R X	B T I M	GPS
0	1	4	5	6	7	2	3			
CAJÓN VENTIL										
P A 0	P A 1	P A 4	P A 5	P A 6	P A 7	P A 2	P A 3			
ACOPLADOR EMISIÓN 4 VÍAS N° 1										
ACOPLADOR EMISIÓN 4 VÍAS N° 2										

Figura 2.6 Composición física de un bastidor EBS (Configuración máxima).

## 2.4 lista de los subconjuntos, fusibles y cables Intercambiables

Las listas de los subconjuntos (tarjetas, módulos, platinas, cajones), fusibles y cables intercambiables se proporcionan en las Tabla 2.1 a Tabla 2.4 a continuación.

### 2.4.1 Subconjuntos intercambiables

SUBCONJUNTO INTERCAMBIABLE	CÓDIGO DE ARTÍCULO	NIVEL DE MANTENIMIENTO
. Cajón XTRACT	HR5044A	O
. Platina extracción	HR5046A	O
. Cajón alimentación	HR4264C	I
- Tarjeta TSTACH	HJ3738A	O
. Convertidor 48 V / 12 V - 24 V	HR4272B (1)	O
. Tarjeta TACH	HJ3517A	O
. Multiacoplador de recepción de 8 canales	HR4471X (2) (1)	O
. Cajón TRX	HR5303A	I
. Módulo SYNC con 2 / 1 / 0 tarjetas OCXO	HR4949A/B/C	O
- Tarjeta OCXO	HJ3520A	O
. Módulo TRX (IT4) HR5143 O	HR5143	O
. Módulo TRX (IT5)	HR5873	O
. Módulo GPS	HR5105A	O
. Tarjeta BTIM de bastidor principal/extensión	HJ4041B/A	O
. Cajón VENTIL	HR4268A	O
. Cajón IRD	HR5096B	I
. Tarjeta SWI16	HJ3791B	O
. Tarjeta CPME	HJ2426A	O
. Tarjeta MIC1	HJ3508B	O
. Tarjeta FR31	HJ3822C	O
. Tarjeta MUX	HJ3789A	O
. Convertidor 48 V / 5 V - 12 A	HR4573A (3)	O
. Módulo PA	HR4778X (2)	O
. Ventilador del cajón PA	HR5561A	O

. Acoplador de emisión primario de 4 canales (4) - Normand - Kathrein	HR5221XAY01 (2) (5) HR5221XAY02 (2) (5)	O
Acoplador de emisión de 8 canales (4) (Normand o Kathrein)	HR5220	O
. ROEmetro (6) - Normand - Kathrein	HR4789 HR4790	O
. Filtro TRX ágil	HR5660	O
. Puerta	HR4828A	O
. Bus-barra	HR4442B	I

**Tabla 2.1 Subconjuntos intercambiables de los bastidores de radio (1/2)**

(1) Estos subconjuntos provienen de varios fabricantes. Son compatibles entre fabricantes, pero se aconseja tener subconjuntos de un mismo fabricante en un bastidor por razones estéticas (el aspecto del subconjunto varía según el fabricante):

- Convertidor 48 V / 12 V - 24 V: AGDE o SAEME,
- Multiacoplador de recepción de 8 canales: Normand o Kathrein.

Referirse a la etiqueta que figura en los subconjuntos para identificar al fabricante.

(2) La letra X es una variante (función del plan de frecuencias).

(3) Los 4 convertidores 48 V / 5 V - 12 A que equipan un bastidor deben provenir del mismo fabricante:

- HR4573AB01: AGDE,
- HR4573AB02: Alcatel converter.

(4) Los acopladores primario y secundario de emisión de 4 canales que equipan un bastidor de 8 canales son obligatoriamente del mismo tipo (Normand o Kathrein).

Cuando un acoplador de emisión primario o secundario de 4 canales falla, se debe remplazar el acoplador de emisión de 8 canales (compuesto de un acoplador primario y un acoplador secundario).

(5) La letra Y es una variante (índice técnico).

- (6) El ROEmetro es obligatoriamente del mismo tipo que el acoplador de emisión primario de 4 canales (Normand o Kathrein).

### 2.4.2 Fusibles intercambiables

Todos los fusibles son intercambiables en el nivel O

FUSIBLE INTERCAMBIABLE	CÓDIGO DE ARTÍCULO	AMPERAJE
. Fusible convertidor 48 V / 12 V - 24 V	PK184N	10 A
. 2 fusibles (F1 / F2) ventiladores cajón XTRACT (en la tarjeta TSTACH)	PK992D	0,63 A
. Fusible (F3) turbina extracción (en la tarjeta TSTACH)	PK992D	0,63 A
. 3 fusibles (F5a F7) ventiladores "TRX" del cajón VENTIL (en la tarjeta TSTACH)	PK992D	0,63 A
. 4 fusibles (F9 a F12) ventiladores "IRD" del cajón VENTIL (en la tarjeta TSTACH)	PK992D	0,63 A
. 4 fusibles (F13 a F16) ventiladores PA (en la tarjeta TSTACH)	PK992D	0,63 A
. Fusible tarjeta TACH	PK184E	0,4 A
. Fusible multiacoplador de recepción de 8 canales	PK0041	0,5 A
. Fusible convertidor 48 V / 5 V - 12 A	PK184L	4 A
. Fusible (F1) tarjetas SWI16 y MUX (alimentación)	PK948B	3 A
. 18 fusibles (F2 a F19) tarjeta MUX (protección señales externas)	PK948A	7 A
. Fusible (F1) tarjeta FR31	PK948C	5 A
. Fusible módulo PA	PK925B	6,3 A
. Fusible ROEmetro	PK0041	0,5 A

Tabla 2.2 Lista de los fusibles intercambiables

### 2.4.3 Cables intercambiables

Cables intercambiables del nivel O

Los cables intercambiables en el nivel O son los cables situados en la parte delantera y los cables entre bastidores; su reemplazo no requiere por lo tanto el desmontaje del panel trasero.

La lista se proporciona en la Tabla 2.3 a continuación.

CABLE INTERCAMBIABLE	CÓDIGO DE ARTÍCULO	COMENTARIOS
. Trenza de masa chasis - puerta	HG3194A	Todas las configuraciones (véase Figura 7.47)
. Cables módulos PA - MCTX primario - Coaxiales PA 0 y PA 3 - Coaxiales PA 1 y PA 2	HG4037C	Véase Plano 11.II No aplicable a su configuración 2 MCTX primarios
. Cables módulos PA - MCTX secundario - Coaxiales PA 4 y PA 7 - Coaxiales PA 5 y PA 6	AD HG4037B	Véase Plano 11.II No aplicable en configuración 2 MCTX primarios
. Cables en configuración 2 MCTX primarios - Coaxiales módulos PA - MCTX <ul style="list-style-type: none"> <li>• Coaxial PA 0</li> <li>• Coaxiales PA 1 y PA 4</li> <li>• Coaxial PA 2</li> <li>• Coaxiales PA 3 y PA 6</li> <li>• Coaxial PA 5</li> <li>• Coaxial PA 7</li> </ul> - Cable entre ROEmetros	HG4037C HG4037A HG4036B HG4036A HG4037B HG4036C HG4021A	Véase Plano 11.V
. Cables entre bastidores - Cable SYNC RED - Coaxial MSYNC - Coaxial RX EXT	HG4121A HG3059B o HG3059C HG3059B	Véase Plano 11.IV y § 1.3, Documento <7>

Tabla 2.3 Lista de los cables intercambiables en el NIVEL O (1/2)

CABLE INTERCAMBIABLE	CÓDIGO DE ARTÍCULO	COMENTARIOS
- Cables SYNC EXT	o HG3059C  HG4029A o HG4122A	Enlace BRP-BRE N. 2 en el caso de un montaje de los bastidores en serie y no en estrella Cable BRP-BRE Cable BS-SS (modo doble cobertura)
- Cables PCM EXT - Cable DB COV	HG4029A HG4028A	Modo doble cobertura

Tabla 2.3 Lista de los cables intercambiables en el nivel O (2/2)

## 2.4.4 Cables Intercambiables del nivel I

Los cables intercambiables en el nivel I son los cables internos salvo:

- los cables conectados en la platina alto de bastidor,
- el cable W105.

La lista se proporciona en la Tabla 2.4 a continuación.

CABLE INTERCAMBIABLE	CÓDIGO DE ARTÍCULO	COMENTARIOS
. Cables bus-barra - W1 - W2 - W3 - W4 - W5 - W6 - W7 - W8 - W9 - W10 - W11	HG3015A HG3016A HG3017A HG3018A HG3018C HG3019B HG3020A HG3020B HG3021A HG3021B HG3024A	Conexión interna bus-barra (- 48 V) Conexión interna bus-barra (0 V) Alimentación cajón TRX (+ 12 V) Alimentación cajón TRX (0 V) Alimentación cajón IRD (0 V) Alimentación cajón IRD (- 48 V) Alimentación cajón alim. (0 V) Alimentación cajón alim. (0 V) Alimentación cajón alim. (+ 12 V) Alimentación cajón alim. (+ 12 V) Alimentación cajón alim. (- 48 V)

Tabla 2.4 lista de los cables intercambiables en el nivel I (1/3)

CABLE INTERCAMBIABLE	CÓDIGO DE ARTÍCULO	COMENTARIOS
- W12	HG3024B	Alimentación cajón alim. (- 48 V)
- W131	HG3023A	Alimentación cajón alim. (0 V)
- W14	HG3023B	Alimentación cajón alim. (0 V)
- W15 a W22	HG3995A	Alimentación PA (- 48 V, 0 V, tierra) (Estos cables forman parte, con W44 a W61, de los haces de cables PA)
- W23	HG4193A	Alimentación cajón TRX (tierra)
- W26	HG4194A	Alimentación cajón alim. (tierra)
- W27	HG3063A	Alimentación cajón alim. (+ 24 V)
- W62	HG4193B	Alimentación cajón IRD (tierra)
- W63, W64	HG3042C	Alimentación MCRX (+ 12 V, 0 V) y alarmas MCRX hacia módulo SYNC
- W65	HG3042B	Alimentación MCTX primario(s) (+ 12 V, 0 V) y alarma ROE MCTX hacia módulo SYNC
- W75	HG3025A	Alimentación bus-barra (tierra)
- W76	HG4000A	Alimentación bus-barra (0 V)
- W77	HG3999A	Alimentación bus-barra (- 48 V)
- W87	HG4196A	Tierra cajón PA
- W88	HG3120A	Alimentación cajón alim. (0 V)
- W100, W101	HG4184A	Tierra MCRX
- W102, W103	HG4184B	Tierra MCTX
- AD	HG4184B	Tierra filtro TRX ágil
• Cables internos cajón ALIM - W24, W25	HG3061A	Alimentación convertidores 48 V / 12 V - 24 V (tierra)
• Cables cajón ALIM. - cajón TRX - W86	HG3043A	Alarmas ventiladores, convertidores 48 V / 12 V - 24 V hacia módulo SYNC



CABLE INTERCAMBIABLE	CÓDIGO DE ARTÍCULO	COMENTARIOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cables cajón IRD - cajón TRX</li> <li>- W208, W209</li> <li>- W210</li> </ul>	<p>HG3989A</p> <p>HG3990A</p>	<p>Enlace módulos TRX - cajón IRD (MIC, relojes H4M, HSYN)</p> <p>Enlace módulo SYNC - cajón IRD (alarmas, relojes HSX, HSY)</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cables internos cajón TRX</li> <li>- W204</li> <li>- J201.A1 - J210.A5</li> <li>- J201.A2 - J209.A5</li> <li>- J201.A3 - J208.A5</li> <li>- J201.A4 - J207.A5</li> <li>- J201.A5 - J206.A5</li> <li>- J201.A6 - J205.A5</li> <li>- J201.A7 - J204.A5</li> <li>- J201.A8 - J203.A5</li> </ul>	<p>HG4158A</p> <p>HG3013J</p> <p>HG3013H</p> <p>HG3013G</p> <p>HG3013F</p> <p>HG3013E</p> <p>HG3013D</p> <p>HG3013C</p> <p>HG3013B</p>	<p>Enlace GPS - SYNC y alimentación GPS (+ 12 V y 0 V)</p> <p>Distribución de la señal piloto procedente del módulo SYNC hacia el módulo TRX N° 3</p> <p>Distribución de la señal piloto procedente del módulo SYNC hacia el módulo TRX N° 2</p> <p>Distribución de la señal piloto procedente del módulo SYNC hacia el módulo TRX N° 7</p> <p>Distribución de la señal piloto procedente del módulo SYNC hacia el módulo TRX N° 6</p> <p>Distribución de la señal piloto procedente del módulo SYNC hacia el módulo TRX N° 5</p> <p>Distribución de la señal piloto procedente del módulo SYNC hacia el módulo TRX N° 4</p> <p>Distribución de la señal piloto procedente del módulo SYNC hacia el módulo TRX N° 1</p> <p>Distribución de la señal piloto procedente del módulo SYNC hacia el módulo TRX N° 0</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cables cajón TRX - MCRX</li> <li>- W28 a W43</li> </ul>	<p>HG3010A</p>	<p>Señal recepción MCRX hacia TRX</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Haz de cables cajón PA</li> <li>- W15 a W22, W44 a W61</li> </ul>	<p>HG3995A</p>	<p>Alimentación PA (- 48 V, 0 V, tierra) y señal de interfaz TRX - PA</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cable PA 0 - filtro TRX ágil</li> </ul>	<p>HG4044A</p>	

Tabla 2.4 Lista de los cables intercambiables en el Nivel I (3/3)

## 2.5 Disponibilidad del repetidor radio

Según el procedimiento de mantenimiento que se debe efectuar, pueden no estar disponibles para el sistema un solo canal, varios canales, un bastidor o el repetidor radio completo.

Los elementos vinculados a un solo canal son:

- los módulos TRX y PA,
- el filtro TRX ágil.

Los elementos vinculados a varios canales son:

- el acoplador de emisión secundario de 4 canales (4 canales),
- los ventiladores PA (2 canales),
- la tarjeta BTIM.

Los elementos que afectan el conjunto de los canales de un bastidor son:

- el cajón XTRACT, la platina extracción, el cajón VENTIL y la tarjeta TSTACH,
- el Multiacoplador de recepción MCRX,
- el módulo SYNC,
- los cajones de alimentación y TRX,
- el acoplador de emisión primario de 4 canales (salvo si el bastidor está equipado con dos acopladores de emisión primarios de 4 canales; en este caso, sólo 4 canales son afectados).

Los elementos que afectan el conjunto de los canales del repetidor radio son:

- el Multiacoplador de recepción MCRX del bastidor principal,
- las tarjetas SWI16 y CPME o FR31-SURV (salvo si están redundadas),
- la tarjeta MIC1 N. 0,
- el módulo SYNC del bastidor principal (si está redundado, sólo están afectados los canales del bastidor principal),
- el módulo GPS (salvo si está redundado),
- el cajón IRD.

Los elementos que no afectan el funcionamiento del bastidor son:

- los elementos en configuración socorrida 1+1 ó n+1 (convertidor 48 V / 12 V - 24 V, convertidor 48 V / 5 V - 12 A, tarjeta FR31-PERN, tarjeta FR31-VOTE, tarjeta OCXO de los módulos SYNC cuando éste está equipado con dos tarjetas OCXO),
- la tarjeta TACH (tarjeta de monitoreo de tacometría),
- la tarjeta MUX (alarmas externas),

- las tarjetas MIC1 N. 1 y/o 2.

La incidencia en un elemento averiado en la disponibilidad del repetidor radio se proporciona en la Tabla 2.5.

SUBCONJUNTO DEFECTUOSO	CONSECUENCIA FUNCIONAL Y COMENTARIO
• Cajón XTRACT	• Elevación de temperatura que puede producir la parada de la alimentación + 12 V de los dos convertidores 48 V / 12 V - 24 V.
• Platina extracción	• Elevación de temperatura que puede producir la puesta fuera de servicio del bastidor.
• Panel trasero de cajón alimentación	• Todos los canales del bastidor se ponen fuera de servicio (ausencia de alimentación 12 V y 24 V).
• Convertidor 48 V / 12 V - 24 V	• Todos los canales del bastidor permanecen operacionales si un solo convertidor está averiado (elemento socorrido 1+1). • Todos los canales del bastidor se ponen fuera de servicio si los 2 convertidores están averiados.
• Tarjeta TSTACH	• Corte de uno o varios ventiladores (según la localización de la avería) que puede producir la puesta fuera de servicio del bastidor.
• Tarjeta TACH	• Todos los canales del bastidor permanecen operacionales (elemento de servomando).
• Multiacoplador de recepción de 8 canales	• Todos los canales del bastidor o (si el MCRX pertenece a un BRP) del RR permanecen operacionales en el caso de la diversidad de antena (8 canales de recepción 1 + 1) pero con un funcionamiento degradado si sólo un MCRX está averiado. • Todas las canales de recepción del bastidor o (si el MCRX pertenece a un BRP) del RR se ponen fuera de servicio, si los 2 MCRX están averiados.
• Panel trasero del cajón TRX	• Todos los canales del bastidor se ponen fuera de servicio.
• Módulo SYNC	• Caso de un módulo SYNC no redundado de un BRP: todos los canales del RR se ponen fuera de servicio (ausencia de piloto y de relojes). • Caso de un módulo SYNC redundado de un BRP: sólo los canales del BRP se ponen fuera de servicio. • Caso de un módulo SYNC de un BRE: todos los canales del BRE concernido se ponen fuera de servicio.
• Tarjeta OCXO	• Todos los canales del RR permanecen operacionales si el módulo SYNC está equipado con dos tarjetas OCXO (elemento socorrido 1+1) o si el módulo SYNC está redundado. • Todos los canales del RR se ponen fuera de servicio (ausencia de piloto y relojes) en el caso contrario.

**Tabla 2.5 Consecuencias de un elemento averiado en la disponibilidad del repetidor radio (1/3)**

SUBCONJUNTO DEFECTUOSO	CONSECUENCIA FUNCIONAL Y COMENTARIO
• Módulo GPS	• Todos los canales del RR se ponen fuera de servicio (ausencia de piloto y relojes) salvo si está redundado.
• Tarjeta BTIM	• Todos los canales del bastidor se ponen fuera de servicio.
• Cajón VENTIL	• Elevación de temperatura que puede producir la puesta fuera de servicio del RR.
• Panel trasero de cajón IRD	• El RR funciona en modo MDG 3.1 (célula aislada).
• Tarjeta SWI16	• El RR funciona en modo degradado MDG 3.2 salvo si la tarjeta está redundada.
• Tarjeta CPME	• El RR funciona en modo degradado MDG 3.2 salvo si la tarjeta está redundada (en este caso, el RR conmuta a la otra cadena).
• Tarjeta MIC1 N° 0	• El RR funciona en modo MDG 3.1 (célula aislada).
• Tarjeta MIC1 N° 1 y/o N° 2	• Ninguna consecuencia operacional en el RR (el enlace digital asignado a este enlace está cortado).
• Tarjeta FR31-SURV	• Si la tarjeta está redundada, se bascula a la otra cadena si está en mejor estado, si no, se pierde la célula simulcast.
• Tarjeta FR31-PERN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos los canales del bastidor permanecen operacionales si se dispone de una tarjeta de socorro FR31.</li> <li>• Pérdida de los 12 canales asignados a la tarjeta si la tarjeta FR31 socorrida no está disponible (ya está en uso) o está averiada.</li> </ul>
• Tarjeta FR31-VOTE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No hay consecuencia operacional si se dispone de la tarjeta de socorro FR31.</li> <li>• Si no se dispone de la tarjeta de socorro FR31 (ya está en uso) o está averiada: pérdida de las comunicaciones de grupos en todos los sitios de la célula simulcast. Las comunicaciones de grupos más prioritarias se conservan en los canales restantes.</li> </ul>
• Tarjeta MUX	• Pérdida del modo paraguas y de las señales de alarmas externas.
• Convertidor 48 V / 5 V - 12 A	• Todos los canales de los bastidores permanecen operacionales (elemento socorrido 3+1).
• Panel trasero de cajón PA	• Todos los canales del bastidor se ponen fuera de servicio.
• Módulo PA	• El canal de emisión correspondiente se pone fuera de servicio.

**Tabla 2.5 Consecuencias de un elemento averiado en la disponibilidad del repetidor radio (2/3)**

SUBCONJUNTO DEFECTUOSO	CONSECUENCIA FUNCIONAL Y COMENTARIO
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ventilador PA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elevación de temperatura que puede provocar la desconexión de los dos canales de emisión correspondientes</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Filtro TRX ágil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pérdida de la función agilidad de frecuencias.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Acoplador de emisión primario de 4 canales</li> </ul>	<p>Las consecuencias son función de la localización de la avería en el acoplador:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 a 8 canales de emisión del bastidor se pueden poner fuera de servicio.</li> <li>En caso de alarma ROE, el módulo SYNC del bastidor corta sus relojes: por lo tanto hay pérdida de los canales del bastidor, y después del (o de los) bastidor(es) de extensión en el caso de un módulo SYNC no redundado de un bastidor principal.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Acoplador de emisión secundario de 4 canales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los 4 canales de emisión asignados a los módulos TRX N° 4 a 7 se ponen fuera de servicio (según la localización de la avería en el acoplador).</li> <li>En caso de alarma ROE: véase el acoplador de emisión primario de 4 canales.</li> </ul>

Tabla 2.5 consecuencias de un elemento averiado en la disponibilidad del repetidor radio (3/3)

## 2.6 Lista de los equipos de apoyo

### 2.6.1 Equipos de test y accesorios

DESIGNACIÓN	CARACTERÍSTICAS	TIPO
<ul style="list-style-type: none"> <li>ECS que incluye (véase § 1.3, Documento &lt;11&gt;):             <ul style="list-style-type: none"> <li>1 PC portátil equipado con el software ECS,</li> <li>1 llave material,</li> <li>1 maletín de accesorios, llamado maletín ECS.</li> </ul> </li> </ul>		<p>Equipo MNC</p> <p>HR5895A</p>

Tabla 2.6 Lista de los equipos de test y accesorios

### 2.6.2 Aparatos de medición y accesorios

Nota: El usuario debe verificar que las características requeridas de los aparatos de mediciones se verifiquen en el momento de la medición. De lo contrario se debe realizar una calibración del aparato

Estas recomendaciones particularmente importantes para las mediciones de precisión

(Medición de la frecuencia piloto por ejemplo).

DESIGNACIÓN	CARACTERÍSTICAS	TIPO	FICHA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Multímetro provisto de los siguientes accesorios:</li> <li>- 1 cordón rojo + 1 cordón negro provistos cada uno de un enchufe banana macho de 4 mm</li> <li>- 2 adaptadores banana hembra de 4 mm - macho 2 mm</li> <li>- 1 adaptador banana hembra 2 mm - punta &lt; 2 mm</li> <li>- 1 cable específico de adaptación 3 x banana machos 4 mm - DIN (módulo PA)</li> <li>- 1 cable de adaptación de banana hembra - SMB hembra</li> </ul>	Precisión > 0,5 %	FLUKE FL79-II  Entregados con el multímetro FLUKE FL79-II.  EURO-SGOS 7502 (rojo) / 7503 (negro)  Mini punta de control EURO-SGOS 79 (rojo) / 78 (negro)  MNC HG4101A  Adaptador banana hembra 4 mm / BNC macho Radiall R191453 + cable BNC macho - hembra Radiall tipo RG58 R141082/ C291305/R141237/100 + adaptador BNC hembra / SMB hembra Radiall R191215	P-2, P-3, P-5, P-6, E-41 a E-61  P-2, P-3, P-6, E-41 a E-61  P-2, P-3  P-2  P-5  P-6

Tabla 2.7 Lista de los aparatos de medición y accesorios (1/2)

DESIGNACIÓN	CARACTERÍSTICAS	TIPO	FICHA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Milivatímetro provisto de los accesorios siguientes:</li> <li>- 1 cable para la cabeza de medida</li> <li>- 1 cabeza de medida</li> <li>- 1 adaptador coaxial N hembra / SMA macho</li> </ul>	<p>Precisión &gt; 1 %, margen de frecuencias que incluye 6,4 MHz</p> <p>Gama: - 25 dBm a + 5 dBm, 50 <math>\Omega</math></p> <p>50 <math>\Omega</math></p>	<p>HEWLETT-PACKARD 435B</p> <p>Cable HP 11730A entregado con milivatímetro HP 435B</p> <p>HP 848xA (- 25 dBm a + 20 dBm)</p> <p>RADIALL R191327</p>	<p>P-4</p> <p>P-4</p> <p>P-4</p> <p>P-4</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vatímetro - reflectómetro provisto de los siguientes accesorios:</li> <li>- 1 cable para la cabeza de medida</li> <li>- 1 cabeza de medida</li> <li>- 1 carga de potencia RF coaxial N hembra</li> <li>- 1 cable de medición N macho - N macho</li> </ul>	<p>Margen de frecuencias que incluye 380 - 512 MHz</p> <p>Gama: 1 W a 110 W, 50 <math>\Omega</math></p> <p>50 <math>\Omega</math> / 110 W</p> <p>50 <math>\Omega</math>, longitud 1,5 m</p>	<p>ROHDE &amp; SCHWARZ NAP ref. 0392.4017.04</p> <p>Entregado con el vatímetro - reflectómetro</p> <p>NAP-Z4 (50 mW a 110 W) ref. 0392.6910.55</p> <p>Atenuador 30 dB DICONEX 16-4255</p> <p>MC HG3059B</p>	<p>P-7, P-8</p> <p>P-7, P-8</p> <p>P-7, P-8</p> <p>P-7</p> <p>P-7</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frecuencímetro provisto de los siguientes accesorios:</li> <li>- 1 cable de medición BNC macho - BNC hembra</li> <li>- 1 adaptador coaxial BNC hembra / SMA macho</li> </ul>	<p>Precisión &gt; 10<sup>-9</sup> (a saber 0,05 Hz a 6,4 MHz), margen de frecuencias que incluye 6,4 MHz</p> <p>50 <math>\Omega</math>, longitud 1 m</p> <p>50 <math>\Omega</math></p>	<p>HEWLETT-PACKARD 53131A opción 010 de alta estabilidad</p> <p>Tipo RADIALL RG58 R141082/C291305/ R141237/100</p> <p>RADIALL R191303</p>	<p>P-4</p> <p>P-4</p> <p>P-4</p>

Tabla 2.7 Lista de los aparatos de medición y accesorios (2/2)

## 2.6.3 Herramientas

DESIGNACIÓN	CARACTERÍSTICAS	TIPO	FICHA
<ul style="list-style-type: none"> <li>Maleta de herramientas estándar</li> </ul>	Composición mínima: <ul style="list-style-type: none"> <li>1 juego de 8 llaves planas (3,2 a 16 mm)</li> <li>1 juego de 10 llaves macho (1 a 6 mm)</li> <li>1 juego de destornilladores aislados (<math>\varnothing</math> 2,5 - 3,5 - 4)</li> <li>1 juego de destornilladores cruciformes (<math>\varnothing</math> 4-5-6)</li> <li>1 destornillador de relojero</li> <li>1 pinza cortante</li> </ul>	EURO-SGOS 100 - 111	U-0 a U-4, P-4, P-7, P-8 todas las Fichas E
<ul style="list-style-type: none"> <li>Alicates para collares nylon</li> </ul>		EURO-SGOS 39196	E-5, E-9, E-10, E-11, E-51, E-54 a E-57
<ul style="list-style-type: none"> <li>Llave dinamométrica para conector SMA</li> </ul>	Par: 100 N.cm	RADIALL R282320	P-4, E-4, E-44
<ul style="list-style-type: none"> <li>Llave dinamométrica para conector N</li> </ul>	Par: 500 N.cm	FACOM SP8489 + los siguientes accesorios: extremo de horquilla 10.18 y 10.19 (enchufe "ANT" de los MCRX, "RF IN" de los MCTX y "RF" de los módulos PA) trinquete J372 y empuñadura giratoria S305P (enchufe "entrada PA" de los MCTX)	P-7, P-8, E-4, E-8, E-9, E-10, E-11, E-27, E-29, E-44, E-51, E-54
<ul style="list-style-type: none"> <li>Extractor para conector cilíndrico</li> </ul>		AMPHENOL - SOCAPEX 17D 429SP	E-3, E-5, E-55 a E-57
<ul style="list-style-type: none"> <li>Pistola de aire caliente</li> </ul>		EURO-SGOS 1801	E-7, E-56
<ul style="list-style-type: none"> <li>Atornilladora provista de los siguientes accesorios:               <ul style="list-style-type: none"> <li>batería</li> <li>cargador simple o doble</li> <li>punta de atornillado (tornillos M4 y M6)</li> </ul> </li> </ul>	Par: 240 N.cm / 390 N.cm	DOGA DLV 1151 AKF DOGA DLE 5814 DOGA DLE 6871 DOGA NDCM 01 DOGA 9100141 serie 1062 (tornillos M4) DOGA 9100129 serie 1063 (tornillos M6)	U-0, P-1, E-1 a E-10, E-44, E-55 a E-57, E-62

Tabla 2.8 lista de las herramientas.



## 2.6.4 Varios

DESIGNACIÓN	CARACTERÍSTICAS	TIPO	FICHA
• Aspirador			P-1
• Enchufes múltiples + cable de red eléctrica			Según sea necesario
• Termómetro			T-21, T-29

Tabla 2.9 Lista de los medios diversos

## 2.7 Lista de los ingredientes

DESIGNACIÓN	CARACTERÍSTICAS	TIPO	FICHA
• Trapo seco y sin hilachas			P-1
• Hoja de papel			P-1
• Barniz stop		LOCTITE	P-4, E-5, E-57

Tabla 2.10 Lista de los ingredientes

## 2.8 Lista de los consumibles

DESIGNACIÓN	CARACTERÍSTICAS	TIPO	FICHA
• Collares de nylon aprietacables	Cabeza autobloqueante	MNC PW009A	E-5, E-9, E-10, E-11, E-51, E-55 a E-57
• Collares de nylon portaetiquetas	Cabeza autobloqueante	MNC PS1726A	E-54 a E-57
• Etiquetas adhesivas para cable		AD	E-54 a E-57
• Funda termorretráctil	D18/6 negro	MNC PC002L	E-7, E-56
• Lengüetas de bloqueo		MNC PX390G	E-3, E-5

Tabla 2.11 Lista de los consumibles

## 2.9 Explotación local




- los elementos (LED, interruptores, enchufes de test, etc.) que pueden ser utilizados durante operaciones locales en los repetidores radio,
- los procedimientos de explotación local, que el operador puede tener que realizar durante una operación de mantenimiento, presentados en forma de fichas “Uso”
- (designadas como fichas U).

Los LED y los órganos de explotación (interruptores, pulsadores, enchufes de test, etc.)

## 2.10 Descripción de los Led

Este punto le indica al operador cómo interpretar los LED situados en la parte delantera de las tarjetas, los módulos y los acopladores con los cuales está equipado un bastidor de repetidor radio.

Los diferentes estados posibles de los LED se representan de la siguiente manera:

-  → LED encendido,
-  → LED apagado,
-  → LED parpadeante.

Los Led se describen por subconjunto







CONVERTIDOR 48 V / 12 V – 24 V (FIGURA 7.21)		
NOMBRE	ESTADO	SIGNIFICADO
DEF (Rojo)	 	Defecto de funcionamiento del módulo Ausencia de defecto
+12V (Verde)	 	Presencia de alimentación 12 V Ausencia de alimentación 12 V
+24V (Verde)	 	Presencia de alimentación 24 V Ausencia de alimentación 24 V

Tabla 2.12 Led del convertidor 48 V / 12 V – 24 V

NOMBRE	ESTADO	SIGNIFICADO
XTRACT (Rojo)	○ ●	Defecto de uno de los ventiladores del cajón XTRACT o de la turbina de la platina extracción Ventilación cajón XTRACT y platina extracción correcta
TRX (Rojo)	○ ●	Defecto de uno de los ventiladores TRX Ventilación cajón TRX correcta
IRD/BSC (Rojo)	○ ●	Defecto de uno de los ventiladores IRD Ventilación cajón IRD correcta
PA 0-1 (Rojo)	○ ●	Defecto de ventilación módulos PA0 y PA1 Ventilación correcta
PA 2-3 (Rojo)	○ ●	Defecto de ventilación módulos PA2 y PA3 Ventilación correcta
PA 4-5 (Rojo)	○ ●	Defecto de ventilación módulos PA4 y PA5 Ventilación correcta
PA 6-7 (Rojo)	○ ●	Defecto de ventilación módulos PA6 y PA7 Ventilación correcta
+24V (Verde)	○ ●	Presencia de alimentación ventiladores Ausencia de alimentación ventiladores

Tabla 2.13 Led de la tarjeta TACH

MULTIACOPLADOR DE RECEPCIÓN DE 8 CANALES (FIGURA 7.6)		
NOMBRE	ESTADO	SIGNIFICADO
DEF (Rojo)	○ ●	Defecto de funcionamiento del preamplificador Ausencia de defecto del preamplificador
+ 12 V (Verde)	○ ●	Presencia de alimentación 12 V Ausencia de alimentación 12 V

Tabla 2.14 Led del Multiacoplador de recepción de 8 canales

NOMBRE	ESTADO	SIGNIFICADO
OCXO1 (Amarillo) (2)	○ ●	Piloto 1 seleccionado Piloto 1 no seleccionado
OCXO1 (Rojo) (1) (2)	○ ●	Nivel piloto 1 ausente o demasiado débil Nivel piloto 1 correcto
OCXO2 (Amarillo) (2)	○ ●	Piloto 2 seleccionado (3) Piloto 2 no seleccionado
OCXO2 (Rojo) (1) (2)	○ ●	Nivel piloto 2 ausente o demasiado débil (3) Nivel piloto 2 correcto
$\Delta F$ (Rojo) (1) (2)	○ ●	Separación de frecuencias demasiado importante entre pilotos (módulo SYNC con 2 OCXO) o defecto de enclavamiento del piloto en las señales GPS (módulo SYNC con 1 OCXO) Frecuencia(s) piloto(s) correcta(s)
AMP (Rojo) (1) (2)	○ ●	Defecto de amplificador de la señal piloto seleccionada Amplificación correcta
GPS (Verde)	○ ◐ ●	Función GPS correcta Defecto función GPS El módulo SYNC no está en modo GPS
GPS (Rojo)	○ ◐ ●	Alarma mayor GPS Alarma menor GPS Ausencia de alarma GPS
MODE (Amarillo)	○ ◐ ●	Modo extensión Modo maestro pasivo Modo principal o maestro activo
+12V (Verde)	○ ●	Presencia de alimentación + 12 V Ausencia de alimentación + 12 V

Tabla 2.15 Led del módulo SYNC

- (1) Espere 30 minutos después de la puesta en tensión del módulo para verificar la extinción de los LED rojos.
- (2) En el caso de un módulo SYNC en modo extensión (no hay tarjeta OCXO), los LED "OCXO1", "OCXO2", "AMP" y " $\Delta F$ " están inutilizados (apagados).
- (3) En el caso de un módulo SYNC con 1 sola tarjeta OCXO: LED no usado.























TARJETA OCXO (Figura 7.27)		
NOMBRE	ESTADO	SIGNIFICADO
SYNC (Verde) (1)	 	Piloto alimentado Piloto no alimentado

Tabla 2.16 Led de la tarjeta OCXO

(1) LED visible cuando la trampilla de acceso a las tarjetas OCXO se retira del módulo SYNC.

NOMBRE	ESTADO	SIGNIFICADO
DEF (Rojo) ACT (Amarillo)	 	Estado ARRANQUE con diálogo ECS imposible. Este estado es normalmente fugitivo. Se prolonga cuando un autotest bloqueante se ha desarrollado incorrectamente (test RAM, test de regularidad 20 ms CHECKSUM incorrecto) o en caso de bloqueo del módulo TRX.
	 	Estado OPERACIONAL con alarma material con recepción de tramas radio correctas
	 	Estado OPERACIONAL con alarma material o estado ARRANQUE con diálogo ECS posible. Este último estado es normalmente fugitivo. Se prolonga cuando un autotest se desarrolló incorrectamente (se puede entonces recuperar las causas de ausencia de arranque)
	 	Estado inexistente
	 	Estado MDG 3.2, AISLADO RHM o CANAL AISLADO con recepción de tramas radio correctas
	 	Estado CANAL AISLADO o MDG 3.2 o AISLADO RHM
	 	Estado NO-INICIALIZADO con o sin alarma material
	 	Estado OPERACIONAL sin alarma material con recepción de tramas radio correctas
	 	Estado OPERACIONAL sin alarma material
+ 12V (Verde)	 	Presencia de alimentación 12 V Ausencia de alimentación 12 V

**Nota:** Los LED “DEF” y “ACT” sólo son significativos si el LED “+ 12V” está encendido

Tabla 2.17 Led del módulo TRX

MÓDULO GPS (FIGURA 7.30)		
NOMBRE	ESTADO	SIGNIFICADO
DEF (Rojo)	○ ●	Defecto de funcionamiento del módulo Ausencia de defecto
GPS-LOCK (Amarillo) (1)	○ ●	Módulo sincronizado en el tiempo GPS Módulo no sincronizado
+ 12 V (Verde)	○ ●	Presencia de alimentación + 12 V Ausencia de alimentación + 12 V

Tabla 2.18 Led del módulo GPS

- (1) Espere 20 minutos después de la puesta en tensión del módulo para verificar el encendido del LED “GPS-LOCK” (tiempo de adquisición de la sincronización GPS).

NOMBRE	ESTADO	SIGNIFICADO
TST (Amarillo)	○ ●	Autotest en curso o resultado incorrecto Autotest correcto
+ 5 V (Verde)	○ ●	Presencia de alimentación 5 V en la tarjeta Tarjeta no alimentada
TRANS (Verde)	○ ●	Enlace establecido con la tarjeta CPME Enlace interrumpido
LCK (Rojo)	○ ●	Reloj de referencia de la matriz de conmutación suministrado por el reloj local (de la matriz de conmutación) Reloj local de la matriz de conmutación inutilizado
MIC2 (Verde)	○ ●	Reloj de referencia de la matriz de conmutación suministrado por la tarjeta MIC1 n° 2 Reloj de la tarjeta MIC1 n° 2 inutilizado
MIC1 (Verde)	○ ●	Reloj de referencia de la matriz de conmutación suministrado por la tarjeta MIC1 n° 1 Reloj de la tarjeta MIC1 n° 1 inutilizado
MIC0 (Verde)	○ ●	Reloj de referencia de la matriz de conmutación suministrado por la tarjeta MIC1 n° 0 Reloj de la tarjeta MIC1 n° 0 inutilizado
SYNC (Verde)	○ ●	Reloj de referencia de la matriz de conmutación suministrado por el módulo SYNC Reloj del módulo SYNC inutilizado
ERR (Rojo)	○ ●	Defecto tras un autotest (tarjeta no inicializable) Ausencia de defecto

NOMBRE	ESTADO	SIGNIFICADO
TST (Amarillo)	○ ●	Autotest en curso o resultado incorrecto Autotest correcto
+5 V o ALIM (Verde) (1)	○ ●	Presencia de alimentación 5 V en la tarjeta Tarjeta no alimentada
TRANS (Verde)		No significativo
HDLC (Verde)	○ ●	Enlace serie con la tarjeta SWI16 establecido Enlace interrumpido
AL0 a AL3 (Rojo)		No significativo
C0 a C7 (Verde) (2)	○ ●	Vínculo de mando establecido con la tarjeta UTE correspondiente (tarjeta UTE "EN SERVICIO" en el TMP) Tarjeta UTE correspondiente ausente, "NO CREADA" o "FUERA DE SERVICIO" en el TMP

Tabla 2.19 Led de la tarjeta SWI16

(1) Rotulado variable según la tarjeta

(2) Cada LED corresponde a un emplazamiento de tarjeta UTE; ésta refleja el estado de explotación visto desde el TMP de dicha tarjeta, independientemente de su estado de funcionamiento.

La tarjeta se pone EN SERVICIO o FUERA DE SERVICIO en el TMP, mediante su elemento asociado

A continuación se proporciona la correspondencia entre una LED y la tarjeta asociada:

C0: tarjeta UTE N°0 (MIC1 N°0),

C1: tarjeta UTE N°1 (MIC1 N°1),

C2: tarjeta UTE N°2 (MIC1 N°2),

C3: tarjeta UTE N°3 (FR31 N°0),

C4: tarjeta UTE N°4 (FR31 N°1),

C5: tarjeta UTE N°5 (FR31 N°2),

C6: tarjeta UTE N°6 para una tarjeta CPME de la cadena A (no usado), tarjeta UTE N°7 para una tarjeta CPME de la cadena B (no usado),  
 C7: tarjeta SWI16 de la misma cadena.

NOMBRE	ESTADO	SIGNIFICADO
TST (Amarillo)	○ ●	Autotest en curso o resultado incorrecto Autotest correcto
+5 V o ALIM (Verde) (1)	○ ●	Presencia de alimentación 5 V en la tarjeta Tarjeta no alimentada
TRANS (Verde)	○ ●	Enlace establecido con la tarjeta CPME (liaison EN SERVICIO en el TMP) Enlace interrumpido o elemento explotado puesto FUERA DE SERVICIO en el TMP
VT (Rojo) (2)	○ ●	Pérdida de alineación de trama Funcionamiento normal
SIA (Rojo) (2)	○ ●	Señal de indicación de alarma Funcionamiento normal
IAD (Rojo) (2)	○ ●	Indicación de alarma distante (MIC1 del otro extremo) Funcionamiento normal
MS (Rojo) (2)	○ ●	Falta señal (2 Mbit/s) Funcionamiento normal
TE (Rojo) (2)	○ ●	Tasa de error excesivo Funcionamiento normal
ST (Rojo) (2)	○ ●	Salto de trama Funcionamiento normal
EA (Rojo) (2)	○ ●	Emisión de alarma hacia la MIC distante (del otro extremo) Funcionamiento normal
BI (Rojo) (2)	○ ●	Cierre de bucle interno Funcionamiento normal

Tabla 2.20 Led de la tarjeta CPME



- (1) Rotulado variable según la tarjeta  
 (2) LED encendido mientras persiste la alarma

NOMBRE	ESTADO	SIGNIFICADO
TST (Amarillo)	○ ●	Autotest en curso o resultado incorrecto Autotest correcto
+5V (Verde)	○ ●	Presencia de alimentación 5 V en la tarjeta Tarjeta no alimentada
TRANS (Verde)	○ ●	Enlace establecido con la tarjeta CPME (enlace EN SERVICIO en el TMP) Enlace interrumpido o elemento explotado puesto FUERA DE SERVICIO en el TMP
RUN (Verde)	◐	Indica la actividad del microprocesador
PORTS 0 à 31 (Vert)	○	Significado variable según la función de la tarjeta: <ul style="list-style-type: none"> <li>• PERN :               <ul style="list-style-type: none"> <li>– 0 à 15 : Indicación del número de los canales radio y de la presencia de una portadora en cada uno de estos canales.</li> <li>– 16 à 31 : Indicación de un tráfico ascendente (módulos TRX hacia FR31–PERN) en los canales definidos por los LED 0 a 15.</li> </ul> </li> <li>• SURV : No hay asignación (LED apagados)</li> <li>• VOTE :               <ul style="list-style-type: none"> <li>– 0 et 1 : Indicación de la recepción de las tramas en cada uno de los 2 IT submultiplexados que aseguran el enlace con la tarjeta PERN.</li> <li>– 2 à 31 : Indicación de la difusión de las tramas en los IT que aseguran el enlace con los módulos TRX.</li> </ul> </li> <li>• socorro: No hay asignación (LED apagados)</li> </ul>
	●	Canales no usados.

Tabla 2.21 Led de la tarjeta MIC1

Tabla 2.22 Led y visualizador de la tarjeta FR31 (1/2)

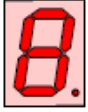
NOMBRE	ESTADO	SIGNIFICADO
Visualizador		<p>Indicación (alternativamente) del número (0 ó 1) y de la función de la tarjeta:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• R : Radio (PERN),</li> <li>• V: VOTE,</li> </ul> <p>Indicación de la función de la tarjeta únicamente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• U: SURV,</li> <li>• X : socorro de la tarjeta FR31–PERN 0 o FR31–VOTE.</li> </ul> <p>Indicación de los estados de arranque:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• W : (en espera de inicialización) explotado FUERA DE SERVICIO en el TMP).</li> <li>• – : estado transitorio que indica que la tarjeta están en espera de atribución de una función.</li> <li>• ■ : estado bootstrap (en espera de carga de software).</li> </ul>

Tabla 2.23 Led y visualizador de la tarjeta FR31 (2/2)

NOMBRE	ESTADO	SIGNIFICADO
+5V (Verde)	<p>○</p> <p>●</p>	<p>Presencia de alimentación 5 V en la tarjeta</p> <p>Tarjeta no alimentada</p>
A (Verde)	<p>○</p> <p>●</p>	<p>Cadena A activa</p> <p>Cadena A pasiva</p>
B (Verde)	<p>○</p> <p>●</p>	<p>Cadena B activa</p> <p>Cadena B pasiva</p>

Tabla 2.24Led de la tarjeta mux.

NOMBRE	ESTADO	SIGNIFICADO
TX (Amarillo)	○ ●	Solicitud de puesta en portadora (emisión) por el módulo TRX Ausencia de solicitud de puesta en portadora
DEF (Rojo)	○ ●	Defecto de funcionamiento del módulo Ausencia de defecto
+ 28 V (Verde)	○ ●	Presencia de alimentación 28 V Ausencia de alimentación 28 V

Tabla 2.25 Led del módulo PA

NOMBRE	ESTADO	SIGNIFICADO
DEF (Rojo) (1)	○ ●	Defecto ROE antena o alimentación + 12 V ROE correcta
+12V (Verde)	○ ●	Presencia de alimentación 12 V Ausencia de alimentación 12 V

Tabla 2.26 El Led "DEF"

(1) El LED "DEF" está encendido

- en caso de ROE > 4,
- 
- en caso de alimentación + 12 V defectuosa (pero presente).

El LED "DEF" está apagado:

- en caso de ROE  $\leq$  2,
- Y
- si la alimentación + 12 V es correcta.

Si la ROE está comprendida entre 2 y 4, el estado del LED "DEF" es indefinido (histéresis).

### 2.11 Descripción de los órganos de explotación y mantenimiento

Este punto presenta en forma de tablas los órganos de explotación (interruptores, pulsadores, enchufes de test, etc.) con los cuales están equipados las tarjetas y los módulos.

Las tablas precisan si estos órganos se utilizan o no en el ámbito de las operaciones de mantenimiento que son objeto de este capítulo.

DENOMINACIÓN	FUNCIÓN	USO
Pulsador "I/O"	<ul style="list-style-type: none"> <li>• "I": Puesta en tensión del convertidor</li> <li>• "O": Puesta fuera de tensión del convertidor</li> </ul>	Según sea necesario (véase § 2.1.4)
Bornes "TEST"	Control de las tensiones + 12 V y + 24 V del convertidor	Ficha P-2

Tabla 2.27 Órganos del convertidor 48 V / 12 V – 24 V

DENOMINACIÓN	FUNCIÓN	USO
Pulsador "XTRAC"	Corte de la alimentación de los ventiladores del cajón XTRACT y de la platina extracción	Test tarjeta TSTACH (Ficha T-22) y tarjeta TACH (Ficha T-23)
Pulsador "TRX"	Corte de la alimentación de los ventiladores TRX del cajón VENTIL	Test tarjeta TSTACH (Ficha T-22) y tarjeta TACH (Ficha T-23)
Pulsador "IRD"	Corte de la alimentación de los ventiladores IRD del cajón VENTIL	Test tarjeta TSTACH (Ficha T-22) y tarjeta TACH (Ficha T-23)
Pulsador "PA"	Corte de la alimentación de los ventiladores del cajón PA	Test tarjeta TSTACH (Ficha T-22) y tarjeta TACH (Ficha T-23)

Tabla 2.28 Órganos de la tarjeta TSTACH

MULTIACOPLADOR DE RECEPCIÓN DE 8 CANALES (FIGURA 7.6)		
DENOMINACIÓN	FUNCIÓN	USO
Enchufes "TEST1" y "TEST2"	Test de recepción	No usado
Soporte "TEST IN"	Inyección de una señal de test (únicamente en el caso de un MCRX de un BRP puesto que este soporte se utiliza como entrada de antena en el caso de un MCRX de un BRE)	No usado

Tabla 2.29 Órganos del multiacoplador de recepción de 8 canales


DENOMINACIÓN	FUNCIÓN	USO
Pulsador "RESET"	Reinicialización del módulo	Basculamiento de cadena (Ficha U-3)
Enchufe coaxial "TEST 	Control del piloto seleccionado (frecuencia, nivel)	Ficha P-4
Enchufe multipuntos "TEST"	Conexión de tapones ECS para configurar el modo de arranque del módulo (boot, nominal)	Ficha E-24
Enchufe multipuntos "PC"	Conexión del PC ECS para telecargar software y configurar el módulo SYNC o telecargar el software nominal de varios módulos TRX a la vez.	Ficha E-24

Tabla 2.30 Órganos del módulo SYNC

DENOMINACIÓN	FUNCIÓN	USO
Interruptor "CA1"	Configuración del módulo (maestro o esclavo)	Véase Capítulo 8
Enchufe coaxial de test	Control del piloto (frecuencia, nivel)	Ficha P-4
Tornillo de regulación de frecuencia	Regulación de la frecuencia del OCXO	Ficha P-4

Tabla 2.31 Órganos de la tarjeta OCXO

**Nota:** Estos órganos son visibles cuando se retira la trampa de acceso a la tarjeta OCXO.

DENOMINACIÓN	FUNCIÓN	USO
Pulsador "RESET"	Reinicialización del módulo	Ficha E-22
Enchufe "TEST"	Conexión del PC ECS para telecargar software y configurar el módulo	Ficha E-22

Tabla 2.32 Órganos del módulo TRX

DENOMINACIÓN	FUNCIÓN	USO
Pulsador "I/O"	<ul style="list-style-type: none"> <li>• "I": Puesta en tensión del convertidor</li> <li>• "O": Puesta fuera de tensión del convertidor</li> </ul>	Según sea necesario (véase § 2.1.4)
Bornes "V", "I"	Control de la corriente suministrada y de las tensiones del convertidor	Ficha P-3

Tabla 2.33 Órganos del convertidor 48 V / 5 V – 12 A

DENOMINACIÓN	FUNCIÓN	USO
Pulsador "RESET"	Reinicialización de la tarjeta	Basculamiento de cadena IRD (Ficha U-4)
Enchufe "TEST 0"	Conexión a una consola V28 externa	No usado
enchufe "TEST 1"	Telecarga de software	No usado
Interruptor "ON/OFF"	<ul style="list-style-type: none"> <li>• "ON" : Puesta en tensión de la tarjeta</li> <li>• "OFF": Puesta fuera de tensión de la tarjeta</li> </ul>	Según sea necesario (véase § 2.1.4)

Tabla 2.34 Órganos de la tarjeta SW16

DENOMINACIÓN	FUNCIÓN	USO
Pulsador "RESET" o "RAZ" (1)	Reinicialización de la tarjeta	No usado
Enchufe "TEST"	Conexión a una consola V28 externa	No usado

Tabla 2.35 Órganos de la tarjeta CPME

(1) Rotulado variable según la tarjeta.

TARJETA MIC1 (FIGURA 7.41)		
DENOMINACIÓN	FUNCIÓN	USO
Pulsador "RESET" o "RAZ" (1)	Reinicialización de la tarjeta	No usado
Jumpers azules	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posición "TRA" o "EMI" (1) y "REC": continuidad de los AT</li> <li>• Posición "BCL"</li> </ul>	Funcionamiento normal Test tarjeta MIC1 (Ficha T-34)
Enchufe "TEST"	Conexión a una consola V28 externa	No usado

Tabla 2.36 Órganos de la tarjeta MIC1

(1) Rotulado variable según la tarjeta.

TARJETA FR31 (FIGURA 7.43)		
DENOMINACIÓN	FUNCIÓN	USO
Pulsador "RESET"	Reinicialización de la tarjeta	Ficha E-35
Enchufe "TEST"	Telecarga de software	Ficha E-35

2.37 Órganos de la tarjeta FR31

TARJETA MUX (FIGURA 7.45)		
DENOMINACIÓN	FUNCIÓN	USO
Enchufe "MIC7"	Conexión a un simulador	No usado
Enchufe "TEST0"	Conexión a un equipo de test	No usado
Enchufe "TEST1"	Conexión a un equipo de test	No usado
Enchufe "MIC15"	Conexión a un simulador	No usado

2.38 Órganos de la tarjeta mux



DENOMINACIÓN	FUNCIÓN	USO
Pulsador "I/O"	<ul style="list-style-type: none"> <li>• "I": Puesta en tensión del módulo</li> <li>• "O": Puesta fuera de tensión del módulo</li> </ul>	Según sea necesario (véase § 2.1.4)
Enchufe DIN "TEST"	Test del módulo	Control de las tensiones de los módulos PA (Ficha P-5)
Enchufe coaxial "TEST 	Test de la señal de entrada del módulo	Test del módulo PA (Ficha T-29)
Enchufe coaxial "TEST 	Test de la señal de salida del módulo	No usado

Tabla 2.39 Órganos del módulo PA



FILTRO TRX ÁGIL (FIGURA 7.13)		
DENOMINACIÓN	FUNCIÓN	USO
Enchufe coaxial de test "TEST RF 	Test de la señal de salida	Ficha P-8
Enchufe coaxial de test "TESTROS/VSWR 	Detección de la potencia reflejada	Ficha P-8

Tabla 2.40 Órganos del filtro TRX ágil


ACOPLADOR DE EMISIÓN PRIMARIO DE 4 CANALES (FIGURA 7.15 Y FIGURA 7.16)		
DENOMINACIÓN	FUNCIÓN	USO
Enchufe coaxial "TEST 	Test de la señal de salida de los acopladores de emisión	No usado
Enchufes coaxiales de test de la potencia reflejada	Detección de la potencia reflejada en cada canal	Ficha P-6
Reguladores	Sintonización de una cavidad en cada canal	Ficha P-6

Tabla 2.41 Órganos del acoplador de emisión primario de 4 canales



ACOPLADOR DE EMISIÓN SECUNDARIO DE 4 CANALES (FIGURA 7.17 Y FIGURA 7.18)		
DENOMINACIÓN	FUNCIÓN	USO
Enchufes coaxiales de test de la potencia reflejada	Detección de la potencia reflejada en cada canal	Ficha P-6
Reguladores	Sintonización de una cavidad en cada canal	Ficha P-6

Tabla 2.42 Órganos del acoplador de emisión secundario de 4 canales

## 2.12 Fichas U

### Presentación de las fichas U

Las fichas U están estructuradas de la manera siguiente

- un encabezado con el número de la ficha y su título,
- un conjunto de 4 rúbricas que proporcionan informaciones logísticas vinculadas a la tarea:
  - la disponibilidad del equipo (RR), clasificada en 3 categorías:
    - A. equipo en servicio (full mission capable),
    - B. modo degradado (partial mission capable),
    - C. equipo fuera de servicio (not mission capable),
  - el número de operadores en el sitio o en el TMP,
  - el tiempo necesario para llevar a cabo la tarea,
  - los medios necesarios para llevar a cabo la tarea,
- un cuerpo principal, que describe las operaciones que se deben efectuar, dividido en 3 rúbricas:
  - Operaciones preliminares:
    - Esta rúbrica describe las operaciones previas al procedimiento que es objeto de la ficha (control de LED, conexiones, etc.).
  - Procedimiento:
    - Esta rúbrica describe todas las operaciones necesarias para realizar el procedimiento de explotación local.
  - Operaciones complementarias:
    - Esta rúbrica describe las operaciones de puesta en configuración del material y eventualmente de los controles de LED en la parte delantera para su verificación.

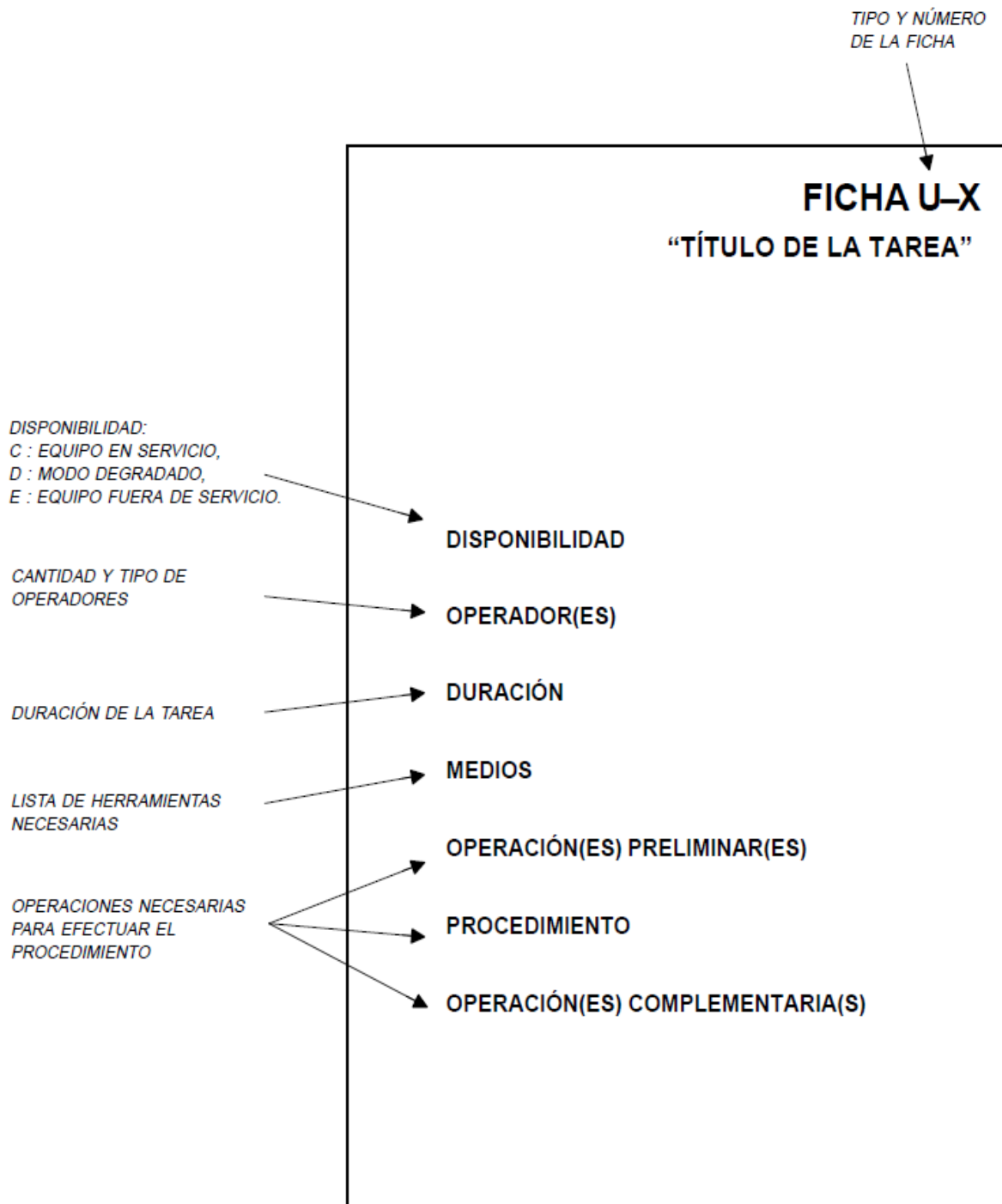


Figura 2.7 Presentación de una ficha de explotación local (ficha u)

## 2.13 Lista de las fichas U

Nº FICHA	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN
U-0	Acceso a la parte trasera de un bastidor y operaciones finales
U-1	Puesta en tensión de un bastidor o de un RR
U-2	Puesta fuera de tensión de un bastidor o de un RR
U-3	Basculamiento manual de cadena de la función sincronización
U-4	Basculamiento manual de cadena del cajón IRD

Tabla 2.43 Lista de las fichas U

### 2.13.1 Acceso a la parte trasera de un bastidor y operaciones finales

#### Disponibilidad

- C

#### Operador(es)

- 1 operador de explotación en el TMP
- 1 operador en el sitio

Advertencia: Algunos bastidores no tienen dispositivos de sujeción del panel trasero del bastidor que permiten facilitar el desmontaje. En este caso, se requieren 2 operadores en el sitio para desmontar el panel trasero.

#### Duración.

- 30 minutos para el acceso a la parte trasera de un bastidor
- 30 minutos para las operaciones finales

#### Medios

- 1 maleta de herramientas estándar
- 1 atornilladora para pares de 240 N.cm y 390 N.cm + puntas de atornillado para tornillos M4 y M6

#### Operación(es) preliminar(es)

- Sin objeto.

#### Procedimiento

##### Acceso a la parte trasera de un bastidor.

Si un bastidor de repetidor radio está adosado a un muro o a otro bastidor, es necesario instalar un kit de adosada constituida por una parte fija de referencia

HR4522A montada en el suelo y una parte móvil con referencia HR4523A unida rígidamente al bastidor.

Este kit, entregado opcionalmente, permite mover el bastidor hacia adelante para poder acceder a la parte trasera de los elementos montados en el bastidor.

El procedimiento de acceso a la parte trasera del bastidor es el siguiente

- Asegúrese previamente de que los cables de antena, alimentación y MIC están nivelados y son suficientemente flexibles y largos para permitir la maniobra.
- Desatornille los 3 tornillos inferiores de bloqueo del plato soporte del bastidor móvil en la parte fija del soporte.
- Tire del bastidor hacia adelante hasta que las correderas estén desplegadas al máximo.

La parte delantera del plato móvil posee 2 ruedecillas que permiten maniobrar fácilmente el bastidor.

- Desatornille los tornillos de fijación del panel trasero del bastidor.
- Retire los tornillos y las arandelas.
- Retire el panel trasero.

### **Operaciones finales**

Estas operaciones se deben realizar una vez terminado el mantenimiento (algunas de ellas no se aplican según los casos).

- Instale el panel trasero en el bastidor.
- Fije el panel mediante los tornillos y las arandelas (par de apriete: 240 N.cm).
- Vuelva a colocar el bastidor en su posición inicial en el kit de adosado.
- Atornille los 3 tornillos inferiores de bloqueo del plato soporte del bastidor móvil en la parte fija del soporte (par de apriete: 390 N.cm).
- Verifique, en la parte delantera del bastidor, que los soportes no utilizados de los subconjuntos están equipados con una carga de 50 \_ o un tapón de protección según los casos.
- Verifique el estado de la puerta. En caso de deterioro, cámbiela Cierre la puerta.

**Nota:** La instalación del panel trasero y el cierre de la puerta son necesarios para garantizar las normas de compatibilidad electromagnética.

### **Operación(es) complementaria(s)**

- Póngase en contacto con el operador de explotación para informarle que ha terminado el mantenimiento en el sitio.

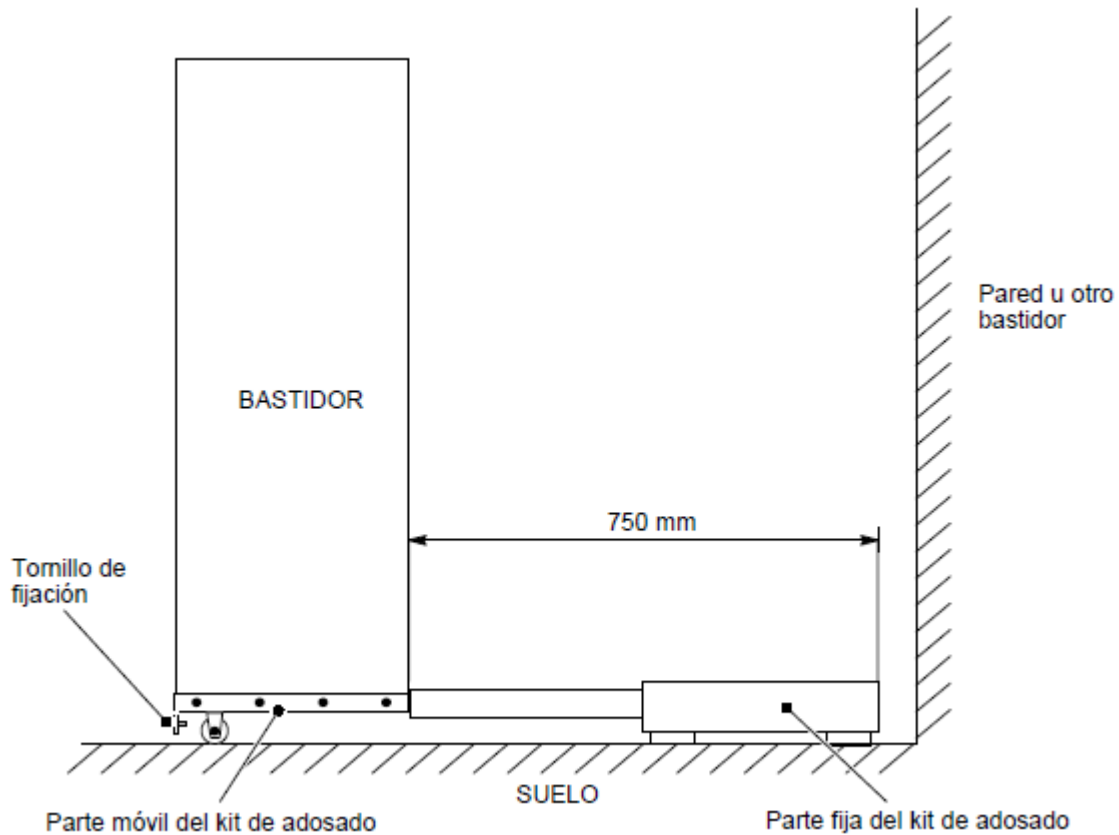


Figura 2.8 Bastidor equipado con el kit de adosado.

### 2.13.2 Ficha U-1

#### Puesta en tensión de un bastidor o de UN RR

##### Disponibilidad

- C

##### Operador(es)

- 1 operador de explotación en el TMP
- 1 operador en el sitio

##### Duración

- 35 minutos

##### Medios

- 1 maleta de herramientas estándar

##### Operación(es) preliminar(es)

**Nota:** La puesta en tensión de un repetidor radio se vuelve efectiva cuando todos los bastidores que componen el bastidor radio están en tensión.

La orden de puesta en tensión de los distintos bastidores es indiferente.

En cambio, la puesta en tensión de un bastidor debe respetar el orden indicado a continuación.

- Póngase en contacto con el operador de explotación antes de cualquier intervención.
- Para la puesta en tensión de un repetidor radio, ponga el repetidor radio “FUERA DE SERVICIO” en el TMP.
- Para la puesta en tensión de un bastidor, ponga todos los canales del bastidor “FUERA DE SERVICIO” en el TMP.
- Verifique la posición de los siguientes interruptores:
  - convertidores 48 V / 12 V – 24 V: interruptor “I/O” en “O”,
  - convertidores 48 V / 5 V – 12 A: interruptor “I/O” en “O”,
  - módulos PA: pulsador “I/O” en “O”,
  - tarjetas SWI16: interruptor “ON/OFF” en “OFF”.
- Alimente el bastidor o el RR con – 48 V a partir del dispositivo de alimentación general del bastidor (exterior al RR)
  - Verifique que los ventiladores del cajón XTRACT y de la platina extracción funcionen.
- Ponga todos los módulos PA en tensión poniendo su pulsador “I/O” en la posición “I” utilizando un destornillador fino.
  - Verifique que el LED “+ 28 V” en la parte delantera de los módulos PA está encendido.
  - Ponga los 2 convertidores 48 V / 12 V – 24 V en tensión colocando su interruptor “I/O” en “I”.
  - Verifique que los LED “+ 24 V” y “+ 12 V” en la parte delantera de los convertidores están encendidos.
  - Verifique que el LED “+ 24 V” en la parte delantera de la tarjeta TACH está encendido.
  - Verifique que el LED “+ 12 V” en la parte delantera de los multiacopladores de recepción de 8 canales, de los módulos SYNC, TRX, GPS y del (o de los) acoplador(es) de emisión primario(s) de 4 canales está encendido.
  - Verifique que los ventiladores del cajón VENTIL y los ventiladores PA funcionen.

Para un bastidor principal:

- Coloque el interruptor “ON/OFF” de la (o de las ) tarjeta(s) SWI16 en “ON”.
- Ponga en tensión, **2 por 2 simultáneamente**, los 4 convertidores 48 V / 5 V – 12 A del cajón IRD colocando su interruptor “I/O” en “I”.

**Advertencia:** Si los 4 convertidores 48 V / 5 V – 12 A de una IRD no vienen del mismo fabricante, se debe poner en tensión primero los 2 convertidores del mismo fabricante. Si no, las tarjetas del cajón IRD permanecen bloqueadas en autotest. Los convertidores se pueden identificar mediante las 2 últimas cifras de la referencia de la etiqueta de la cara delantera.

- Verifique que los LED “+ 5 V” o “ALIM” en la parte delantera de las tarjetas del cajón IRD están encendidos.
- Espere aproximadamente 30 minutos para utilizar el repetidor radio (tiempo de estabilización de los OCXO).

**Nota:** Para los bastidores equipados con un módulo GPS, el tiempo de adquisición de la sincronización GPS es de aproximadamente 20 minutos.

- Verifique que el RR está operacional, controlando:
  - el estado de los LED,
  - la ausencia de CODANO en el TMP.

### **Operación(es) complementaria(s)**

- Para la puesta en tensión de un repetidor radio, ponga el repetidor radio “EN SERVICIO” en el TMP.
- Para la puesta en tensión de un bastidor, ponga todos los canales del bastidor “EN SERVICIO” en el TMP

### **2.13.3 Ficha U–2**

#### **Puesta fuera de tensión de un bastidor o de un RR**

##### **Disponibilidad**

- D en el caso de un bastidor de extensión
- E en el caso de un bastidor principal

##### **Operador(es)**

- 1 operador de explotación en el TMP
- 1 operador en el sitio

**Duración**

- 5 minutos

**Medios**

- maleta de herramientas estándar

**Operación(es) preliminar(es)**

**Nota:** La puesta fuera de tensión de un repetidor radio se hace efectiva cuando todos los bastidores que componen el repetidor radio están fuera de tensión.

La orden de puesta fuera de tensión de los distintos bastidores es indiferente.

En cambio, la puesta fuera de tensión de un bastidor debe respetar el orden indicado a continuación.

- Póngase en contacto con el operador de explotación antes de cualquier intervención.
- Para la puesta fuera de tensión de un repetidor radio, ponga el repetidor radio "FUERA DE SERVICIO" en el TMP.
- Para la puesta fuera de tensión de un bastidor, ponga todos los canales del bastidor "FUERA DE SERVICIO" en el TMP (véase § 1.3, Documento <5>).

**Procedimiento**

- Ponga todos los módulos PA fuera de tensión poniendo su pulsador "I/O" en la posición "O" utilizando un destornillador fino.
  - Verifique que todos los LED en la parte frontal de los módulos PA estén apagados.
- Para un bastidor principal:
  - Coloque el interruptor "ON/OFF" de la (o de las ) tarjeta(s) SWI16 en "OFF".
  - Ponga los 4 convertidores 48 V / 5 V – 12 A del cajón IRD fuera de tensión colocando su interruptor "I/O" en "O".
- Verifique que todos los LED en la parte delantera de las tarjetas de la IRD están apagados.
  - Verifique que los ventiladores de la platina extracción y del cajón XTRACT están parados.
- Ponga los 2 convertidores 48 V / 12 V – 24 V fuera de tensión colocando su interruptor "I/O" en "O".
  - Verifique que todos los LED en la parte delantera de los multiacopladores de recepción de 8 canales, de los convertidores 48 V / 12 V – 24 V, de la tarjeta TACH, de los módulos SYNC, TRX, GPS y del (o de los ) acoplador(es) de emisión primario(s) de 4 canales están apagados.
  - Verifique que los ventiladores del cajón VENTIL y los ventiladores PA están parados.



- Corte de alimentación – 48 V a partir del dispositivo de alimentación general del bastidor (exterior al repetidor radio).

**Nota:** Puesto que los convertidores 48 V / 12 V – 24 V y 48 V / 5 V – 12 A están montados en configuración socorrida, es necesario cortar la alimentación:

- de los 2 convertidores 48 V / 12 V – 24 V para suprimir las tensiones + 12 V y + 24 V,
- de los 4 convertidores 48 V / 5 V – 12 A para suprimir la tensión + 5 V.

### **Operación(es) complementaria(s)**

- Sin objeto.

### **2.13.4 Ficha U–3**

#### **Basculamiento manual de cadena de la función Sincronización**

#### **Disponibilidad**

- C

#### **Operador(es)**

- 1 operador de explotación en el TMP
- 1 operador en el sitio

#### **Duración**

- 2 minutos

#### **Medios**

- 1 maleta de herramientas estándar

### **Operación(es) preliminar(es)**

**Nota:** Este procedimiento sólo se aplica a los RR equipados con la opción redundancia de sincronización.

El módulo SYNC redundado está situado ya sea en un bastidor principal localizado (únicamente en el caso de células simulcast de doble cobertura) o bien en un bastidor de extensión).

- Póngase en contacto con el operador de explotación antes de cualquier intervención.

- Identifique la cadena activa: el LED “MODE” del módulo SYNC de la cadena activa está apagado, y el de la cadena pasiva parpadea.
- Verifique que la cadena pasiva está en tensión y no presenta ningún defecto:
  - convertidores 48 V / 12 V – 24 V: LED “+12V” y “+24V” encendidos, LED “DEF” apagado,
  - módulo SYNC: LED rojos apagados, LED verdes encendidos,
  - módulo GPS (si está presente): LED “DEF” apagado, LED “+12V” y “GPS–LOCK” encendidos,
  - TMP: ausencia de CODANO referentes a los subconjuntos de la cadena pasiva
  - (convertidor 48 V / 12 V – 24 V, módulo SYNC y módulo GPS si está presente).

### Procedimiento

- Pulse el pulsador “RESET” del módulo SYNC de la cadena activa.
- Verifique que:
  - en el módulo SYNC de la cadena que se ha vuelto activa:
  - el LED “MODO” se apaga,
  - en el módulo SYNC de la cadena que se ha vuelto pasiva:
  - el LED “MODO” parpadea.

### Operación(es) complementaria(s)

- Sin objeto.

### 2.13.5 Ficha U–4

#### U–4 Basculamiento manual de cadena del cajón IRD.

#### Disponibilidad

- C

#### Operador(es)

- 1 operador de explotación en el TMP
- 1 operador en el sitio

#### Duración

- 2 minutos

#### Medios

- 1 maleta de herramientas estándar

### Operación(es) preliminar(es)

**Nota:** Este procedimiento sólo se aplica a los RR equipados con tarjetas SWI16 y CPME redundadas.

- Póngase en contacto con el operador de explotación antes de cualquier intervención.
- Identifique la cadena activa: está indicada por el encendido del LED “A” o “B” en la tarjeta MUX del cajón IRD.
- Verifique que la cadena pasiva está en tensión y no presenta ningún defecto:
  - tarjeta SWI16: interruptor “ON/OFF” en “ON”, LED rojos y amarillo apagados, LED verdes encendidos,
  - tarjeta CPME: LED “TST” apagado, LED “ALIM” y “HDLC” encendidos,
  - TMP: ausencia de CODANO referentes a la cadena pasiva del cajón IRD.

## CAPÍTULO 3. O&M DE UN REPETIDOR DE RADIO G2 PS8594

### 3.1 Mantenimiento preventivo.

El mantenimiento preventivo reúne 2 tipos de procedimientos:

- Control de las características (tensión, corriente, frecuencia, etc.) de los subconjuntos y, si es necesario, regulaciones.
- Cambio preventivo de los subconjuntos, antes del desgaste.

Los procedimientos de tipo “control” se describen en las Fichas P y los procedimientos de tipo “cambio preventivo” se describen en las Fichas E.

Los conjuntos de los procedimientos de mantenimiento y su periodicidad están clasificados en la Tabla 3.1

Las operaciones descritas en las Fichas P se pueden realizar periódicamente, o tras el cambio de un subconjunto, cuando hay controles que se deben efectuar o regulaciones que modificar.

#### 3.1.1 Presentación de las Fichas P.

Las fichas P están estructuradas de la manera siguiente (véase Figura 3.1):

- Un encabezado con el número de la ficha y su título.
- Un conjunto de 7 rúbricas que proporcionan informaciones logísticas vinculadas a la tarea:
  - El código de la tarea.
  - La disponibilidad del equipo.
  - La periodicidad de la tarea.
  - El número de operadores en el sitio o en el TMP.
  - El tiempo necesario para llevar a cabo la tarea.
  - Los medios necesarios para llevar a cabo la tarea.
  - Los ingredientes y consumibles utilizados.
- Un cuerpo principal, que describe las operaciones que se deben efectuar, dividido en 3 rúbricas:
  - Operaciones preliminares:

Esta rúbrica describe las operaciones previas al procedimiento que es objeto de la ficha (control de LED, conexiones, etc.).

- Procedimiento:

Esta rúbrica describe todas las operaciones necesarias para efectuar el control.

- Operaciones complementarias:

Esta rúbrica describe las operaciones de puesta en configuración del material y eventualmente controles de LED en la parte delantera para verificación.

Una ficha puede incluir, si fuese necesario, un ejemplo de tabla de resultados y/o una figura que precisa un montaje.



**Figura 3.1 Presentación de una ficha de mantenimiento preventivo (Ficha P).**

### 3.2 Calendario de las operaciones de mantenimiento preventivo.

PERIODICIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN	Nº FICHA
Cada visita en el sitio	Control de los LED	§ 3.2
1 año	Quitar el polvo y control de la ventilación del bastidor	P-1
1 año	Control de las tensiones de los convertidores 48 V / 12 V - 24 V	P-2
1 año	Control de las tensiones de los convertidores 48 V / 5 V - 12 A	P-3
1 año	Control de los pilotos del módulo SYNC	P-4
1 año	Control de las tensiones de los módulos PA	P-5
1 año	Sintonización de las cavidades de un acoplador de emisión	P-6
1 año	Control de la potencia AF a la salida de los módulos PA	P-7
1 año	Control de la potencia AF y de la ROE a la salida de la antena por canal	P-8
6 años	Cambio preventivo de un cajón XTRACT (1)	E-1
6 años	Cambio preventivo de una platina extracción (1)	E-2
6 años	Cambio preventivo de un cajón VENTIL (1)	E-6
6 años	Cambio preventivo de un ventilador de un cajón PA (1)	E-30

Tabla 3.1 Calendario de las operaciones de mantenimiento preventivo.

#### Ficha P-1

#### Quitar el polvo y control de la ventilación del bastidor

#### Código tarea

- BQOC00

#### Disponibilidad

- C

#### Periodicidad

- 1 año

#### Operador(es)

- 1 operador en el sitio (véase “Advertencia” de la Ficha U-0)

#### Duración

- 30 minutos

**Medios**

- 1 aspirador
- 1 atornilladora para un par de 240 N.cm + punta de atornillado para tornillos M4

**Ingrediente(s) / consumible(s).**

- Trapo seco y sin hilachas
- Hoja de papel

**Operación(es) preliminar(es)**

- Verificar que el LED verde “+24V” de la tarjeta TACH esté encendido y que todos los LED rojos de alarma de ventilación estén apagados.

**Procedimiento**

- Verifique que la ventilación se efectúa correctamente, para ello:
- Coloque una hoja de papel a nivel de las entradas de aire fresco situadas en la parte delantera del bastidor (rejilla del cajón VENTIL, rejilla situada bajo el cajón IRD y parte delantera de los módulos PA) y verifique que sea aspirada,
- Mueva el bastidor si es necesario para acceder a la parte trasera del mismo, retire el panel trasero del bastidor (véase Ficha U-0),
- Coloque una hoja de papel a nivel de las siguientes salidas de aire caliente y verifique que la hoja es empujada:
  - nido de abeja en el techo del bastidor,
  - cajón VENTIL en la parte trasera del bastidor,
  - ventiladores del cajón PA en la parte trasera del bastidor.

En caso de defecto, consulte la ficha de test del subconjunto implicado:

- Ficha T-1: cajón XTRACT,
  - Ficha T-2: platina extracción
  - Ficha T-6: cajón VENTIL,
  - Ficha T-30: ventilador PA.
- 
- Controle la limpieza de las rejillas de entrada y de salida de aire.
  - Quite el polvo de estas rejillas por aspiración.
  - Quite el polvo del bastidor utilizando un trapo seco y sin hilachas.

**Operación(es) complementaria(s).**

- Vuelva a colocar el panel trasero del bastidor
- Vuelva a colocar el bastidor contra la pared si es necesario.

**Ficha P-2****Control de las tensiones de los convertidores 48 v / 12 v - 24 v****Código tarea**

- Bqoc00

**Disponibilidad**

- C

**Periodicidad**

- 1 año

**Operador(es)**

- 1 operador en el sitio

**Duración**

- 15 minutos

**Medios**

- 1 Multímetro + 2 cordones provistos de puntas < 2 mm

**Ingrediente(s) / consumible(s)**

- Sin objeto

**Operación(es) preliminar(es)**

- Verifique que el interruptor "I/O" en la parte delantera de cada convertidor está en "I".
- Verifique que los 2 convertidores alimentan en redundancia los acopladores de emisión y recepción así como la tarjeta TACH, la tarjeta TSTACH, los ventiladores y los módulos del cajón TRX.

Para ello:

- Ponga un convertidor fuera de tensión (interruptor "I/O" en "O").
- Verifique que los subconjuntos están alimentados (LED de alimentación encendidos).
- Vuelva a poner el convertidor en tensión (interruptor "I/O" en "I").
- Repita el procedimiento para el otro convertidor.



- Verifique, en la parte delantera de cada convertidor, que los LED verdes “+12V” y “+24V” están encendidos y que el LED rojo “DEF” está apagado.

### Procedimiento

- Conecte el Multímetro sucesivamente entre los bornes inferiores y después superiores (puntos de medida “TEST”) de cada convertidor.
- Verifique las tensiones siguientes:
  - Entre los 2 bornes inferiores: tensión comprendida entre 11,4 V y 12,6 V.
  - Entre los 2 bornes superiores: tensión comprendida entre 22,8 V y 25,2 V.
- Anote los valores medidos en una tabla equivalente a la Tabla 3.2.
- Si una o ambas tensiones están fuera de tolerancias, cambie el convertidor defectuoso (véase Ficha E-21).

### Operación(es) complementaria(s)

- Desconecte el multímetro del convertidor 48 V / 12 V - 24 V.

CONVERTIDOR N° 0		CONVERTIDOR N° 1	
12 V ± 0,6 V	24 V ± 1,2 V	12 V ± 0,6 V	24 V ± 1,2 V

Tabla 3.2 Lista de las tensiones de salida de los convertidores 48 V / 12 V - 24 V.

### Ficha P-3

#### Control de las tensiones de los convertidores 48 V / 5 V - 12 A

#### Código tarea

- BQOC00

#### Disponibilidad

- C

#### Periodicidad

- 1 año

#### Operador(es)

- 1 operador en el sitio

#### Duración

- 15 minutos

**Medios**

- 1 multímetro + 2 cordones provistos de enchufes banana de 2 mm

**Ingrediente(s) / consumible(s)**

- Sin objeto

**Operación(es) preliminar(es)**

- Verifique que el interruptor "I/O" en la parte delantera de cada convertidor está en "I"
- Verifique los 4 convertidores que alimentan las tarjetas del cajón IRD, controlando el encendido de los LED "ALIM" o "+5 V" de dichas tarjetas.

**Procedimiento**

- Conecte el multímetro sucesivamente entre los bornes "I" de cada convertidor).
- Verifique las tensiones cada vez:
  - Entre los bornes "I": Tensión en valor absoluto inferior a 50 mV.
  - Entre los bornes "V": Tensión en valor absoluto comprendida entre 5,1 V y 5,3 V.
- Anote los valores medidos en una tabla equivalente a la Tabla 3.3.
- Si una tensión está fuera de tolerancias, realice el test del convertidor defectuoso.

**Nota:** El valor de la tensión entre los bornes "V" no implica el buen funcionamiento de un convertidor, puesto que los convertidores están montados en redundancia. En cambio, una tensión fuera de tolerancias indica un problema de alimentación.

**Operación(es) complementaria(s)**

- Desconectar el multímetro del convertidor 48 V / 5 V - 12 A.

CONVERTIDOR	BORNES "I" $0 \text{ mV} <  U  < 50 \text{ mV}$	BORNES "V" $5,1 \text{ V} <  U  < 5,3 \text{ V}$
CONVERTIDOR N° 0		
CONVERTIDOR N° 1		
CONVERTIDOR N° 2		
CONVERTIDOR N° 3		

Tabla 3.3 Lista de las tensiones de los convertidores 48 V / 5 V - 12 A.

**Ficha p-4**  
**Control de los pilotos del módulo sync****Código tarea**

- BQOC00

**Disponibilidad**

- C

**Periodicidad**

- 1 año

**Operador(es)**

- 1 operador en el sitio

**Duración**

- 30 minutos (+ 30 minutos de tiempo de estabilización de los OCXO en caso de puesta en tensión del módulo SYNC).

**Medios**

- 1 maleta de herramientas estándar.
- 1 mili vatímetro + cabeza de medida + adaptador SMA macho 50 W.
- 1 frecuencímetro + 1 cable de medición provisto de un adaptador SMA macho 50 W.
- 1 llave dinamométrica para conector SMA de un par de 100 N. Cm.

**Ingrediente(s) / consumible(s)**

- Barniz stop.

**Operación(es) preliminar(es)**


**Nota:** El módulo SYNC está equipado con 0, 1 ó 2 tarjetas OCXO según el tipo de RR y la presencia o no de la opción redundancia.

- Ponga en tensión el frecuencímetro para precalentarlo (aproximadamente 20 minutos).
- Retire la trampilla de acceso a las tarjetas OCXO.
- Verifique en la parte delantera del módulo SYNC lo siguiente:
  - El LED verde "+12V" de presencia alimentación este encendido.

- Todos los LED rojos estén apagados (espere al menos 30 minutos después de la puesta en tensión del módulo SYNC para verificar la extinción).
- En el caso de un módulo SYNC con 2 OCXO: uno de los 2 LED amarillos “OCXO1” o “OCXO2” está encendido y el otro apagado.
- En el caso de un módulo SYNC con 1 OCXO: el LED amarillo “OCXO1” está encendido y el LED amarillo “OCXO2” está apagado.
- En el caso de un módulo SYNC sin OCXO: los 2 LED amarillos “OCXO1” y “OCXO2” están apagados.
- Verifique, en cada tarjeta OCXO presente, que el LED verde está encendido.
- En el caso de un módulo SYNC instalado en un bastidor equipado de un módulo GPS (módulo SYNC configurado en modo esclavo), posicione el interruptor “CA1” de la tarjeta OCXO hacia arriba.

## Procedimiento

### Control de los niveles

- Conecte el milivatímetro sucesivamente en el enchufe de test de cada tarjeta OCXO presente. Apriete utilizando la llave dinamométrica para conector SMA.
- Verifique que el nivel de la señal piloto es de - 10 dbm . 2 db.
- Conecte el milivatímetro en el enchufe SMA hembra “TEST  ” del módulo SYNC. Apriete utilizando la llave dinamométrica para conector SMA.
- Verifique que el nivel de la señal piloto activa es de 0 dbm . 2 db.
- Desconecte el milivatímetro del módulo SYNC.
- Anote los valores leídos en el milivatímetro en una tabla equivalente a la Tabla 3.3.
- Si un valor está fuera de tolerancias, realice el test del módulo SYNC defectuoso.

### Control de la frecuencia

- Verifique que el frecuencímetro satisface las especificaciones solicitadas en el momento de la medida
- Conecte el frecuencímetro sucesivamente en el enchufe de test de cada tarjeta OCXO presente. Apriete utilizando la llave dinamométrica para conector SMA.
- Verifique que la frecuencia es de 6,4 mhz. 0,1 Hz.
- Anote los valores leídos en el frecuencímetro en una tabla equivalente a la Tabla 3.3.
- Si un valor está fuera de tolerancias, ajuste la frecuencia girando el tornillo de regulación mediante un destornillador de relojero.

- Aplique barniz stop al tornillo de regulación.

### Operación(es) complementaria(s)

- Desconecte el frecuencímetro de la tarjeta OCXO.
- En el caso de un módulo SYNC instalado en un bastidor equipado de un módulo GPS (módulo SYNC configurado en modo esclavo), posicione el interruptor "CA1" de la tarjeta OCXO hacia abajo.
- Instale la trampilla de acceso a las tarjetas OCXO

MEDIDA	VALOR NOMINAL	VALOR MEDIDO
Nivel enchufe de test de la tarjeta OCXO N° 1	- 10 dBm ± 2 dB	
Nivel enchufe de test de la tarjeta OCXO N° 2	- 10 dBm ± 2 dB	
Nivel enchufe "TEST" del módulo SYNC	0 dBm ± 2 dB	
Frecuencia enchufe de test de la tarjeta OCXO N° 1	6,4 MHz ± 0,1 Hz	
Frecuencia enchufe de test de la tarjeta OCXO N° 2	6,4 MHz ± 0,1 Hz	

Tabla 3.4 Lista del nivel y de la frecuencia de los pilotos del módulo SYNC.

### Ficha P-5

#### Control de las tensiones de los módulos PA

#### Código tarea

- BQOC00

#### Disponibilidad

- C

#### Periodicidad

- 1 año

#### Operador(es)

- 1 operador en el sitio

#### Duración

- 15 minutos (para un bastidor de 8 canales)

**Medios**

1 multímetro + 1 cable específico HG4101A

**Ingrediente(s) / consumible(s)**

- Sin objeto.

**Operación(es) preliminar(es)**

- Verifique que el LED verde "+28V" de presencia de alimentación esté encendido.

**Procedimiento**

**Nota:** Este procedimiento se debe efectuar para cada módulo PA.

- Conecte el multímetro en el enchufe mini-DIN8 puntos "TEST" del módulo PA utilizando el cable específico.
  - cable verde "+ 28 V": borne +,
  - cable negro "0 V": borne -,
  - cable rojo "+ 5 V": no conectado.
- Verifique la tensión continua de alimentación del módulo PA: + 28 V. 1 V.
- Desconecte el cable verde y conecte en su lugar el cable rojo + 5 V.
- Si el LED "TX" del módulo PA está encendido, verifique la tensión continua de puesta en onda portadora del módulo PA: + 4,3 V . 0,7 V.
- Si el LED "TX" del módulo PA está apagado, verifique la tensión continua de ausencia de puesta en onda portadora del módulo PA: + 0,2 V. 0,2 V.  
Anote los valores medidos en una tabla equivalente a la Tabla 3.5.
- Si una tensión está fuera de tolerancias, realice el test del módulo PA implicado.

**Operación(es) complementaria(s)**

Desconecte el multímetro del módulo PA.

MÓDULO PA	TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN 28 V ( $\pm$ 1 V)	TENSIÓN DE PUESTA EN ONDA PORTADORA	
		+ 4,3 V $\pm$ 0,7 V (LED "TX" ENCENDIDO)	+ 0,2 V $\pm$ 0,2 V (LED "TX" APAGADO)
PA0			
PA1			
PA4			
PA5			
PA6			
PA7			
PA2			
PA3			

Tabla 3.5 Lista de las tensiones de cada módulo PA de un bastidor.

### Ficha P-6

#### P-6 Sintonización de las cavidades de un acoplador de emisión

#### Código tarea

- BQOD00

#### Disponibilidad

- D

#### Periodicidad

- 1 año

#### Operador(es)

- 1 operador de explotación en el TMP
- 1 operador en el sitio

#### Duración

- 30 minutos (para una cavidad)

#### Medios

- 1 ECS.
- 1 multímetro + 1 cable provisto de un adaptador SMB hembra.

**Ingrediente(s) / consumible(s)**

- Sin objeto.

**Operación(es) preliminar(es)****Generalidades**

Este procedimiento permite ajustar la sintonización de una cavidad de un acoplador de emisión de 4 canales.

El procedimiento se debe efectuar:

- De manera preventiva a cada fecha indicada en la Tabla 3.1.
- Cuando se cambia la frecuencia de un módulo TRX.
- Después de cambiar un acoplador de emisión de 4 canales.
- Después de cambiar un módulo TRX para control.

**Preliminares**

- Póngase en contacto con el operador de explotación antes de efectuar las operaciones.
- En el TMP ponga “FUERA DE SERVICIO” el canal que desea sintonizar.
- Verifique que el LED “DEF” del acoplador de emisión primario de 4 canales del bastidor esté apagado.

**Preparación del PC ECS**

- Verifique que no haya disquetes en el lector del PC equipado con el software ECS.
- Posicione la placa soporte de PC sobre una rejilla de ventilación en la cara frontal del bastidor.
- Instale el PC sobre la placa soporte.
- Encienda el PC.
- Conecte la llave material en el PC (enchufe “COMPUTER” lado PC).

**Procedimiento**

- Conecte el multímetro con el enchufe reflejado de la cavidad que desea sintonizar
- Conecte el PC ECS:



- Con el módulo TRX mediante el cable prolongador y el cable adaptador "TRXCONF".

En este caso, sólo se puede sintonizar una cavidad.

- Con el módulo SYNC mediante el cable prolongador.

En este caso, se pueden sintonizar varias cavidades.

- Verifique que el puerto serie del PC seleccionado en el ECS es correcto.
- Abra la ventana de pruebas funcionales.
- Seleccione en el ECS un módulo TRX haciendo clic sobre su icono. El fondo del icono pasa al color amarillo.

**CUIDADADO:** En las versiones 01xxxx de la aplicación ECS, la numeración de los módulos TRX corresponde a la posición física de los módulos en el bastidor, pero no a la numeración de los canales. La correspondencia se puede consultar en la Tabla 7.2.  
En las otras versiones de referencia de ECS, la numeración de los módulos TRX corresponde a la numeración de los canales.

- Abra la ventana de tests emisión.

El LED "DEF" del módulo PA del canal se enciende.

- Seleccione los parámetros siguientes:
  - nivel emisión: "0",
  - modulación: "PN511 Tramado telefonía", emisor (del módulo TRX): "ON",

El Led "DEF" del módulo PA del canal se apaga.

- Módulo PA: "ON",

El Led "TX" del módulo PA del canal se enciende.

- Gire el regulador de la cavidad hasta obtener una tensión mínima (orden de magnitud = 1 V).
- Seleccione en el ECS, sucesivamente los niveles de emisión "1" luego "2" luego "3" y precise la sintonización de la cavidad..
- Presione el botón "RESET" en la cara frontal del módulo TRX del canal para reinicializarlo.

- Seleccione los parámetros siguientes en la ventana de test de emisión:
  - Emisor (del módulo TRX): “OFF”,
  - Módulo PA: “OFF”.
- Para sintonizar otra cavidad (es el caso de un PC conectado con el módulo SYNC):
  - Conecte el multímetro con el enchufe reflejado de la cavidad que desea sintonizar.
  - Seleccione en el ECS, el módulo TRX del canal.
  - Repita el procedimiento descrito anteriormente.

### **Operación(es) complementaria(s)**

- Desconecte el multímetro.
- Desconecte el cable que une el PC ECS con el bastidor.
- Apague el PC ECS.
- Retire la placa soporte del PC de la cara delantera.
- Vuelva a poner el canal “EN SERVICIO” en el TMP..

### **Ficha P-7**

#### **Control de la potencia af a la salida de los módulos PA**

#### **Código tarea**

- BQOD00

#### **Disponibilidad**

- D

#### **Periodicidad**

- 1 año

#### **Operador(es)**

- 1 operador de explotación en el TMP.
- 1 operador en el sitio.

#### **Duración**

- 1 hora (para un módulo PA).

#### **Medios**

- 1 ECS.
- 1 vatímetro + 1 cable de cabeza de medida + 1 cabeza de medida 110 W.
- 1 llave dinamométrica para conector N de un par de 500 N.cm.
- 1 carga de potencia RF 110 W o atenuador de 30 db 110 W.
- 1 cable de medición N macho - N macho.
- 1 maleta de herramientas estándar.

**Ingrediente(s) / consumible(s)**

- Sin objeto.

**Operación(es) preliminar(es)****Generalidades**

Este procedimiento permite medir las 4 potencias de emisión a la salida de uno o varios módulos PA.

El procedimiento se debe efectuar:

- De manera preventiva a cada fecha indicada en la Tabla 3.1.
- Después de cambiar un módulo PA.
- En caso de defecto de un canal de emisión (investigación de averías).
- El procedimiento se efectúa mediante la ECS:
- En caso de fracaso para acceder a los menús.


**Preliminares**

- Póngase en contacto con el operador de explotación antes de efectuar las operaciones.
- En el TMP ponga “FUERA DE SERVICIO” el canal correspondiente.
- Ponga el módulo PA fuera de tensión pulsando el botón “I/O” mediante un destornillador fino.

**Preparación del PC ECS**

- Verifique que no haya disquetes en el lector del PC equipado con el software ECS.
- Posicione la placa soporte de PC sobre una rejilla de ventilación en la cara frontal del bastidor.
- Instale el PC sobre la placa soporte.
- Encienda el PC.
- Conecte la llave material en el PC (enchufe “COMPUTER” lado PC).

**Montaje**

- Desconecte el cable coaxial que une el módulo PA con el acoplador de emisión, después de destornillar el enchufe N “ RF” mediante una llave plana.
- Efectúe el montaje siguiente (véase Figura 3.2):
  - Conecte el cable de la cabeza de medida con el vatímetro.

- Conecte la cabeza de medida con el enchufe “RF” del módulo PA.
  - Conecte la carga 110W o el atenuador 30 db con la cabeza de medida, mediante el cable N macho - N macho.
  - Conecte el PC ECS:
    - o • Con el módulo TRX mediante el cable prolongador y el cable adaptador
- “TRX CONF”. En este caso, sólo se puede realizar el test de un módulo PA.
- o • O con el módulo SYNC mediante el cable prolongador. En este caso, se puede realizar el test de varios módulos PA.

### Procedimiento

- Ponga en tensión el módulo PA pulsando el pulsador “I/O” mediante un destornillador fino.
- Verifique que el puerto serie del PC seleccionado en el ECS es correcto
- Abra la ventana de tests funcionales.
- Seleccione en el ECS, un módulo TRX haciendo clic sobre su icono.
- El fondo del icono pasa al color amarillo.

**CUIDADO:** En las versiones 01xxxx de la aplicación ECS, la numeración de los módulos TRX corresponde a la posición física de los módulos en el bastidor, pero no a la numeración de los canales. La correspondencia se puede consultar en la Tabla 7.2.  
En las otras versiones de referencia de ECS, la numeración de los módulos TRX corresponde a la numeración de los canales.

- Abra la ventana de tests de emisión.

El LED “DEF” del módulo PA del canal se enciende.


- Seleccione los parámetros siguientes:
  - Nivel emisión: “0”,
  - Modulación: “PN511 Tramado fonía”,
  - Emisor (del módulo TRX): “ON”, El LED “DEF” del módulo PA del canal se apaga.
  - Módulo PA: “ON”, El LED “TX” del módulo PA del canal se enciende.
- Apunte el valor visualizado en el vatímetro (en dbm) en una tabla equivalente a la Tabla 3.6.
- Seleccione en el ECS, sucesivamente los niveles de emisión “1” luego “2” luego “3” y complete la Tabla 3.6.
- Pulse el botón “RESET” en la cara frontal del módulo TRX del canal para reinicializarlo.
- Para medir las potencias en otro módulo PA:

- En el TMP ponga “FUERADESERVICIO” el canal correspondiente al módulo PA del que debe realizar el test.
- Ponga fuera de tensión los 2 módulos PA (el módulo cuyo test ya se realizó y el módulo para el cual se debe realizar el test) pulsando el botón “I/O” mediante un destornillador fino.
- Desconecte el cable coaxial que une el módulo PA del cual se debe realizar el test con el acoplador de emisión, después de destornillar el enchufe N°  $\ominus \rightarrow \text{RF}$  mediante una llave plana.
- Conecte la cabeza de medida con el enchufe “  $\ominus \rightarrow \text{RF}$ ” de este módulo PA después de desconectarla del otro módulo.
- Vuelva a conectar el cable coaxial entre el módulo PA del que se realizó el test anteriormente (enchufe “  $\ominus \rightarrow \text{RF}$ ”) y el acoplador de emisión mediante una llave dinamométrica.
- Ponga en tensión los 2 módulos PA pulsando su pulsador “I/O” mediante un destornillador fino.
- En el TMP vuelva a poner “ENSERVICIO” el canal correspondiente al módulo PA del que ya se realizó el test (véase § 1.3, Documento <10>).
- Seleccione en el ECS, el módulo TRX del canal correspondiente al módulo del que debe realizar el test.
- Repita el procedimiento descrito anteriormente (a partir de la apertura de la ventana de tests de emisión).

N° CANAL	POTENCIA A LA SALIDA DE LOS MÓDULOS PA			
	NIVEL EMISIÓN N° 0	NIVEL EMISIÓN N° 1	NIVEL EMISIÓN N° 2	NIVEL EMISIÓN N° 3
	35 dBm ± 1 dB	39 dBm ± 1 dB	43 dBm ± 1 dB	47 dBm ± 1 dB
0				
1				
4				
5				
6				
7				
2				
3				

**Tabla 3.6 Lista de las potencias a la salida de los MÓDULOS PA.**

**Operación(es) complementaria(s)**

- Ponga fuera de tensión el módulo PA presionando el botón “I/O” mediante un destornillador fino.
- Desconecte la cabeza de medida y los cables de montaje de la Figura 3.2.
- Vuelva a conectar el cable coaxial entre el módulo PA (enchufe “RF”) y el acoplador de emisión mediante la llave dinamométrica.
- Ponga en tensión el módulo PA presionando el botón “I/O” mediante un destornillador fino.
- Vuelva a poner el canal “EN SERVICIO” en el TMP.
- Desconecte el cable que une el PC ECS con el bastidor.
- Apague el PC ECS.
- Retire la placa soporte de PC de la cara frontal.

Ficha P-7

Control de la potencia AF a la salida de los MÓDULOS PA

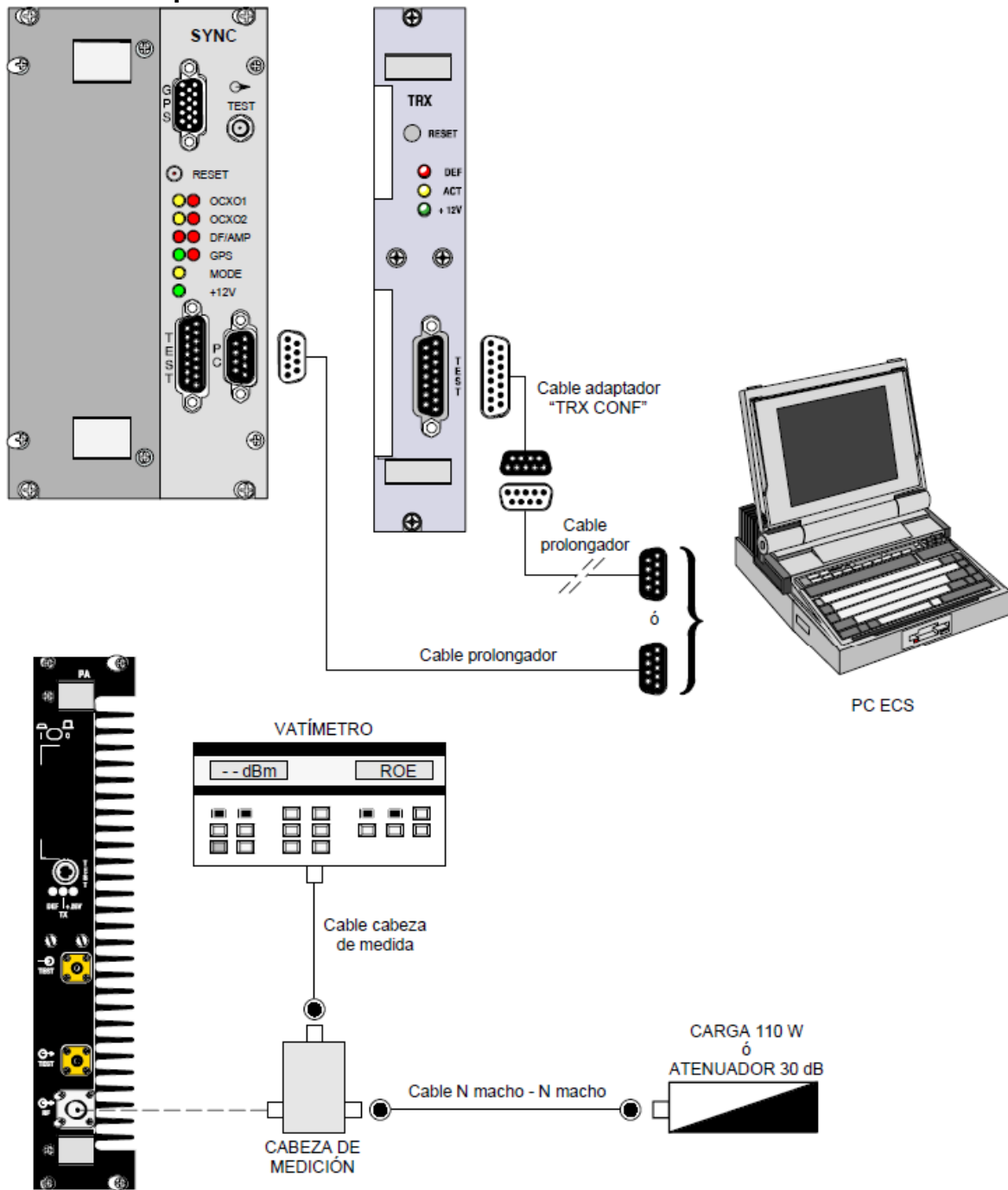


Figura 3.2 Montaje de test para la medición de la potencia af a la salida de los módulos PA

**Ficha P-8****Control de la potencia af y de la ROE a la salida de la antena****Código tarea**

- BQOD00 en el caso de un bastidor de extensión
- BQOE00 en el caso de un bastidor principal

**Disponibilidad**

- D en el caso de un bastidor de extensión.
- E en el caso de un bastidor principal.

**Periodicidad**

- 1 año

**Operador(es)**

- 1 operador en el sitio.
- 1 operador de explotación en el TMP.

**Duración**

- 1 hora 30 minutos (para un bastidor).

**Medios**

- 1 ECS.
- 1 vatímetro - reflectómetro + 1 cable de cabeza de medida + 1 cable de medición de 110 W.
- 1 llave dinamométrica para conector N de un par de 500 N.cm.
- 1 maleta de herramientas estándar.

**Ingrediente(s) / consumible(s)**

- Sin objeto.

**Operación(es) preliminar(es)****Generalidades**

Este procedimiento permite medir las 4 potencias de emisión y la ROE a la salida de la antena “ANT TX1” y “ANT TX2” en la platina de la parte superior del bastidor.

El procedimiento se debe efectuar:

- O de manera preventiva a cada fecha indicada en la Tabla 3.1,
- O en caso de defecto de un canal de emisión (investigación de averías).



### Preliminares

- Póngase en contacto con el operador de explotación antes de efectuar las operaciones.
- En el TMP ponga “FUERA DE SERVICIO”.

### Preparación del PC ECS

- Verifique que no haya disquetes en el lector del PC equipado con el software ECS.
- Posicione la placa soporte de PC sobre una rejilla de ventilación en la cara frontal del bastidor.
- Instale el PC sobre la placa soporte.
- Encienda el PC.
- Conecte la llave material en el PC (enchufe “COMPUTER” lado PC).

### Montaje

- Desconecte el cable coaxial de antena a nivel del enchufe antena “ANTTX1” en la platina de la parte superior del bastidor mediante una llave plana.
- Efectúe el montaje siguiente (véase Figura 3.3):
  - Conecte el cable de la cabeza de medida con el vatímetro.
  - Conecte la cabeza de medida entre el enchufe “ANT TX1” y el cable de antena.
  - Conecte el PC ECS con el módulo SYNC mediante el cable prolongador.

### Procedimiento

Nota: Todos los canales de un bastidor de extensión se conectan con el enchufe “ANTTX1” en la platina de la parte superior del bastidor; los canales de un bastidor principal se conectan con el enchufe “ANT TX1” y eventualmente con el enchufe “ANT TX2” según la configuración del bastidor:

- Configuración normal: los 8 canales se conectan con el enchufe “ANTTX1”.
- Configuración 2 MCTX primarios: los canales pares se conectan con el enchufe.
- “ANT TX1” mientras los canales impares se conectan con el enchufe “ANT TX2”.
- Configuración agilidad de frecuencia : los canales 1 a 7 se conectan con el enchufe “ANT TX1” mientras el canal 0 se conecta con el enchufe “ANT TX2”.
- Ponga el bastidor en tensión.
- Verifique que el puerto serie del PC seleccionado en el ECS es correcto.

- Abra la ventana de tests funcionales.
- Seleccione en el ECS, un módulo TRX haciendo clic sobre su icono.
- El fondo del icono pasa al color amarillo.

**CUIDADADO:** En las versiones 01xxxx de la aplicación ECS, la numeración de los módulos TRX corresponde a la posición física de los módulos en el bastidor, pero no a la numeración de los canales. La correspondencia se puede consultar en la Tabla 7.2.  
En las otras versiones de referencia de ECS, la numeración de los módulos TRX corresponde a la numeración de los canales.

- Abra la ventana de tests de emisión.

El LED “DEF” del módulo PA del canal se enciende.

- Seleccione los parámetros siguientes:
  - Nivel emisión: “0”.
  - Modulación: “PN511 Tramado fonía”.
  - Emisor (del módulo TRX): “ON”.
  - El LED “DEF” del módulo PA del canal se apaga.
  - Módulo PA: “ON”,

El LED “TX” del módulo PA del canal se enciende.

- Apunte el valor visualizado en el vatímetro (en dbm) en una tabla equivalente a la Tabla 3.7.
- Seleccione sucesivamente los niveles de emisión “1” luego “2” luego “3” y complete la Tabla 3.7.
- Para el nivel “3”, lea en el vatímetro el valor de la ROE.
- Apunte el valor visualizado en el vatímetro en una tabla equivalente a la Tabla 3.7.
- En caso de defecto, realice el test de los acopladores de emisión (véase Ficha T-8 y Ficha T-9).
- Pulse el botón “RESET” en la cara frontal del módulo TRX del canal para reinicializarlo.
- Repita el mismo procedimiento para cada uno de los demás canales, a partir de la tarea de selección de otro módulo TRX (ventana de selección).

N° CANAL	POTENCIA A LA SALIDA DE LA ANTENA "ANT TX1"				ROE "ANT TX1"
	NIVEL EMISIÓN N° 0 30 dBm + 2/- 3 dB	NIVEL EMISIÓN N° 1 34 dBm + 2/- 3 dB	NIVEL EMISIÓN N° 2 38 dBm + 2/- 3 dB	NIVEL EMISIÓN N° 3 42 dBm + 2/- 3 dB	NIVEL EMISIÓN N° 3 < 2
0					
1					
4					
5					
6					
7					
2					
3					

**Tabla 3.7** Lista de las potencias y del ROE a la salida de la antena "ant tx1" en configuración normal.

N° CANAL	POTENCIA A LA SALIDA DE LA ANTENA "ANT TX1"				ROE "ANT TX1"
	NIVEL EMISIÓN N° 0 30 dBm + 2/- 3 dB	NIVEL EMISIÓN N° 1 34 dBm + 2/- 3 dB	NIVEL EMISIÓN N° 2 38 dBm + 2/- 3 dB	NIVEL EMISIÓN N° 3 42 dBm + 2/- 3 dB	NIVEL EMISIÓN N° 3 < 2
0					
4					
6					
2					

**Tabla 3.8** lista de las potencias y del ROE a la salida de la antena "ant tx1" en configuración 2 MCTX primarios.

- Para medir las potencias y la ROE en la otra antena (ANT TX2):

Ponga el bastidor fuera de tensión.

- Desconecte el conjunto vatímetro - cabeza de medida del enlace antena "ANT TX1".
- Vuelva a conectar el cable coaxial de antena a nivel del enchufe "ANTTX1" mediante la llave dinamométrica.
- Realice el montaje de la Figura 3.3 pero en el enlace antena "ANT TX2".
- Ponga el bastidor en tensión.
- Seleccione en el ECS, el módulo TRX del canal del que debe realizar el test.
- Repita el procedimiento descrito anteriormente (a partir de la apertura de la ventana de tests de emisión).

Apunte los valores visualizados por el vatímetro en una tabla equivalente a la Tabla 3.9.

**Operación(es) complementaria(s)**

N° CANAL	POTENCIA A LA SALIDA DE LA ANTENA "ANT TX2"				ROE "ANT TX2"
	NIVEL EMISIÓN N° 0 30 dBm + 2/- 3 dB	NIVEL EMISIÓN N° 1 34 dBm + 2/- 3 dB	NIVEL EMISIÓN N° 2 38 dBm + 2/- 3 dB	NIVEL EMISIÓN N° 3 42 dBm + 2/- 3 dB	NIVEL EMISIÓN N° 3 < 2
	Opción TRX ágil				
0					
	Opción 2 MCTX primarios				
1					
5					
7					
3					

Tabla 3.9 Lista de las potencias y del ROE a la salida de la ANTENA "ANT TX2"

**Ponga el bastidor fuera de tensión.**

- Desconecte el conjunto vatímetro-cabeza de medida del enlace antena "ANT TX1" o "ANT TX2".
- Vuelva a conectar el cable coaxial de antena con el enchufe "ANT TX1" o "ANT TX2" mediante la llave dinamométrica.
- Ponga el bastidor en tensión.
- Ponga "EN SERVICIO" en el TMP todos los canales del bastidor..
- Desconecte el cable que une el PC ECS al bastidor.
- Apague el PC ECS.
- Retire la placa soporte del PC de la cara frontal.

FICHA P-8

CONTROL DE LA POTENCIA AF Y DE LA ROE A LA SALIDA DE LA ANTENA

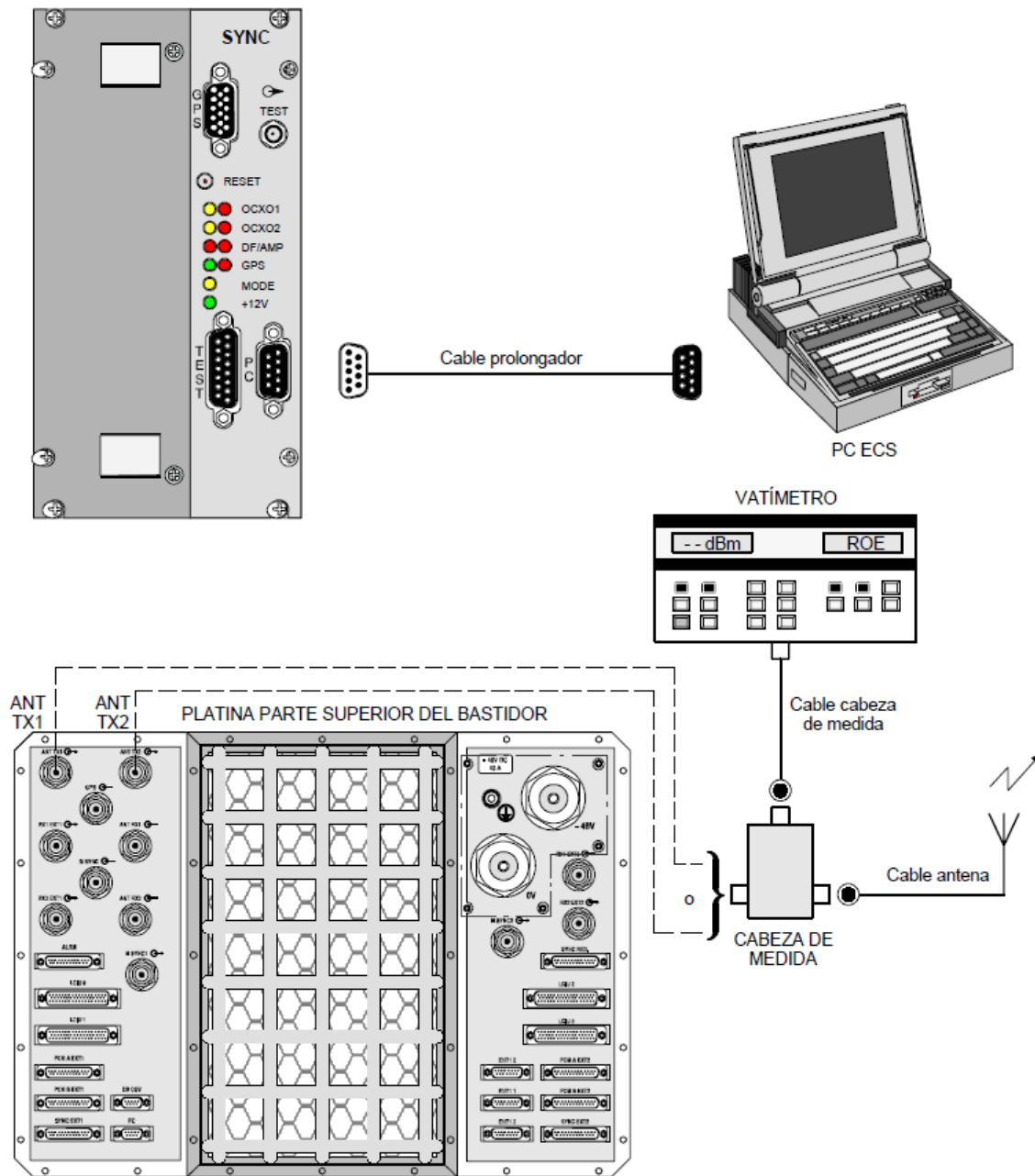


Figura 3.3 Montaje de test para la medición de las potencias y de la ROE a la salida de la antena.

## ANEXO 1.

### Tipos de modulación.

Existen básicamente dos tipos de modulación: la modulación ANALÓGICA, que se realiza a partir de señales analógicas de información, por ejemplo la voz humana, audio y video en su forma eléctrica y la modulación DIGITAL, que se lleva a cabo a partir de señales generadas por fuentes digitales, por ejemplo una computadora.

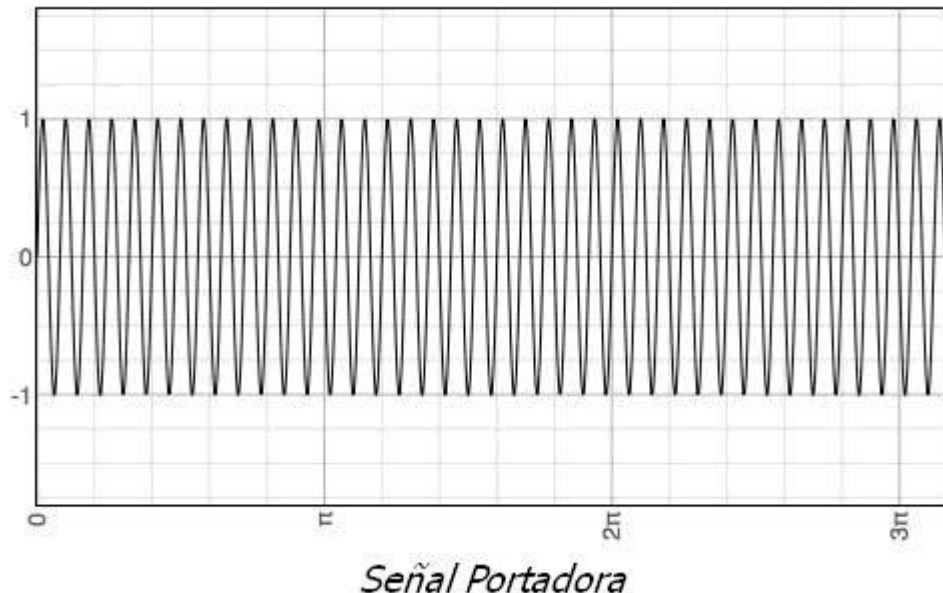
- Modulación Analógica: AM, FM, PM
- Modulación Digital: ASK, FSK, PSK, QAM

### Modulación por amplitud (AM).

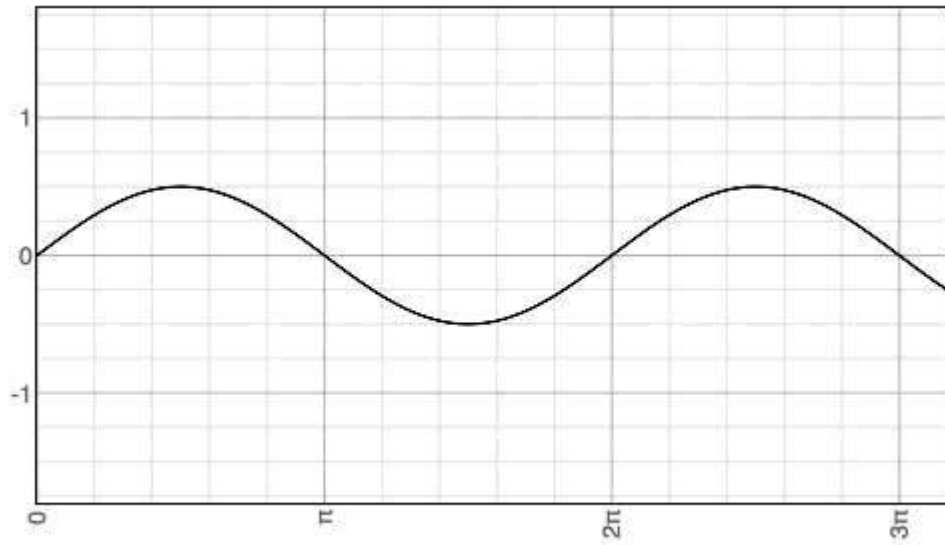
Este es un caso de modulación donde tanto las señales de transmisión como las señales de datos son analógicas.

Un modulador AM es un dispositivo con dos señales de entrada, una señal portadora de amplitud y frecuencia constante, y la señal de información o moduladora. El parámetro de la señal portadora que es modificado por la señal moduladora es la amplitud.

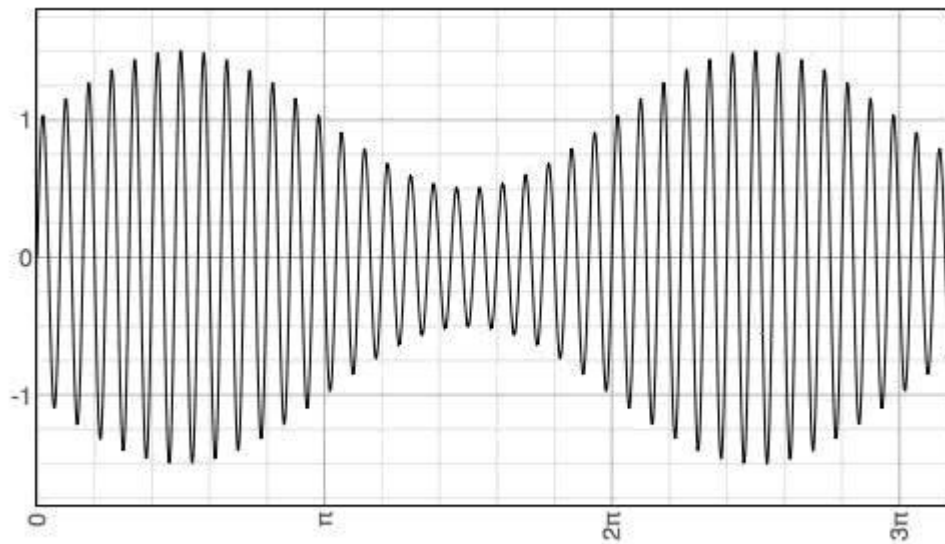
En otras palabras, la modulación de amplitud (AM) es un tipo de modulación lineal que consiste en hacer variar la amplitud de la onda portadora de forma que esta cambie de acuerdo con las variaciones de nivel de la señal moduladora, que es la información que se va a transmitir.



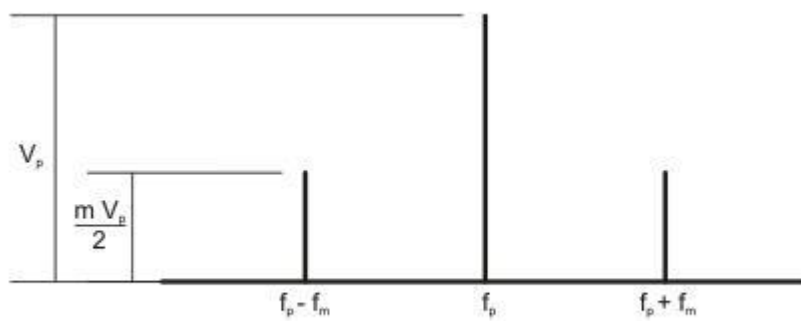
### ANEXO 1 Tipos de Modulación.



*Señal Moduladora (Datos)*



*Señal Modulada*



*Espectro de frecuencias*

## ANEXO 1 Tipos de Modulación.

$f_P$  - Frecuencia de la portadora

$f_P - f_M$  - Frecuencia diferencia de la portadora y la moduladora

$f_P + f_M$  - Frecuencia suma de la portadora y la moduladora

Debido a que en general una señal analógica moduladora no es senoidal pura, sino que tiene una forma cualquiera, y ello da lugar a que dicha señal esté compuesta por la suma de señales de diferentes frecuencias. De acuerdo a ello, al modular no tendremos dos frecuencias laterales, sino que tendremos dos conjuntos a los que se denomina banda lateral inferior ( $f_P - f_M$ ) y banda lateral superior ( $f_P + f_M$ ).

Como la información está contenida en la señal moduladora, se observa que en la transmisión dicha información se encontrará contenida en las bandas laterales, ello hace que sea necesario determinado ancho de banda para la transmisión de la información.

Veamos un ejemplo:

Si consideramos que la información requiere de 10KHz de ancho de banda, se necesitarán 10KHz para cada banda lateral, lo que hace que la transmisión en amplitud modulada de dicha señal requiera un ancho de banda de 20KHz.

Como la información se repite en cada banda lateral, se han desarrollado equipos denominados de Banda Lateral Única (BLU) o Single Side Band (SSB), en los cuales se requiere la mitad del ancho de banda del necesario para la transmisión en amplitud modulada. En el ejemplo anterior una transmisión en banda lateral única requiere solo 10KHz de ancho de banda. Si consideramos la banda lateral superior, el espectro de frecuencias tiene la siguiente forma.

Dependiendo de la banda lateral que se transmita, superior o la inferior, se puede tener Upper Side Band (USB):

En este caso lo que se transmite es la banda lateral superior y son suprimidas la banda lateral inferior y la señal portadora.

Lower Side Band (LSB): En este caso lo que se transmite es la banda lateral inferior y son suprimidas la banda lateral superior y la señal portadora. La principal característica de la modulación de amplitud es que, en su recepción, los desvanecimientos de señal no provocan demasiado ruido, por lo que es usado en algunos casos de comunicaciones móviles, como ocurre en buena parte de las comunicaciones entre un avión y la torre de control, debido que la posible lejanía y el movimiento del avión puede dar lugar a desvanecimientos. Sin embargo, la modulación en amplitud tiene un inconveniente, y es la vulnerabilidad a las interferencias.

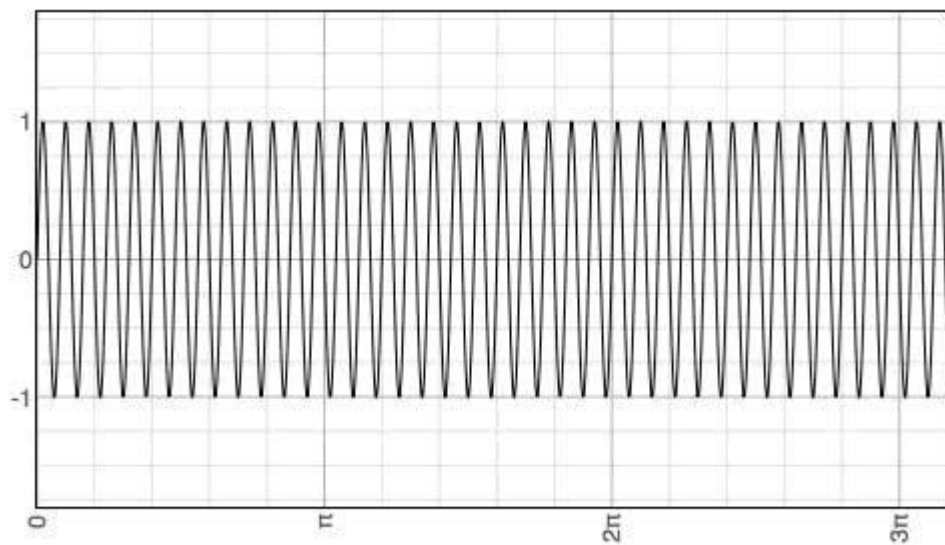


### Modulación por frecuencia (FM).

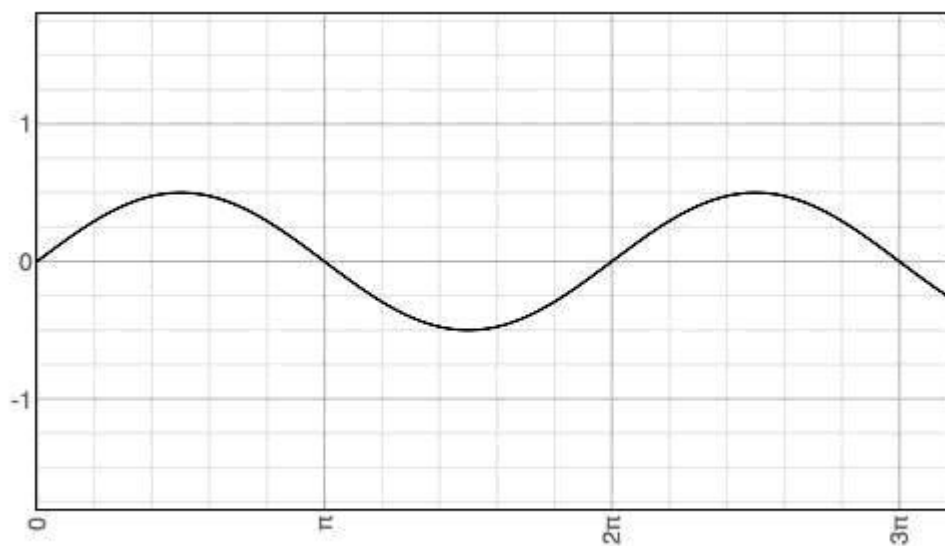
Este es un caso de modulación donde tanto las señales de transmisión como las señales de datos son analógicas y es un tipo de modulación exponencial.

En este caso la señal modulada mantendrá fija su amplitud y el parámetro de la señal portadora que variará es la frecuencia, y lo hace de acuerdo a como varíe la amplitud de la señal moduladora.

En otras palabras, la modulación por frecuencia (FM) es el proceso de codificar información, la cual puede estar tanto en forma digital como analógica, en una onda portadora mediante la variación de su frecuencia instantánea de acuerdo con la señal de entrada.

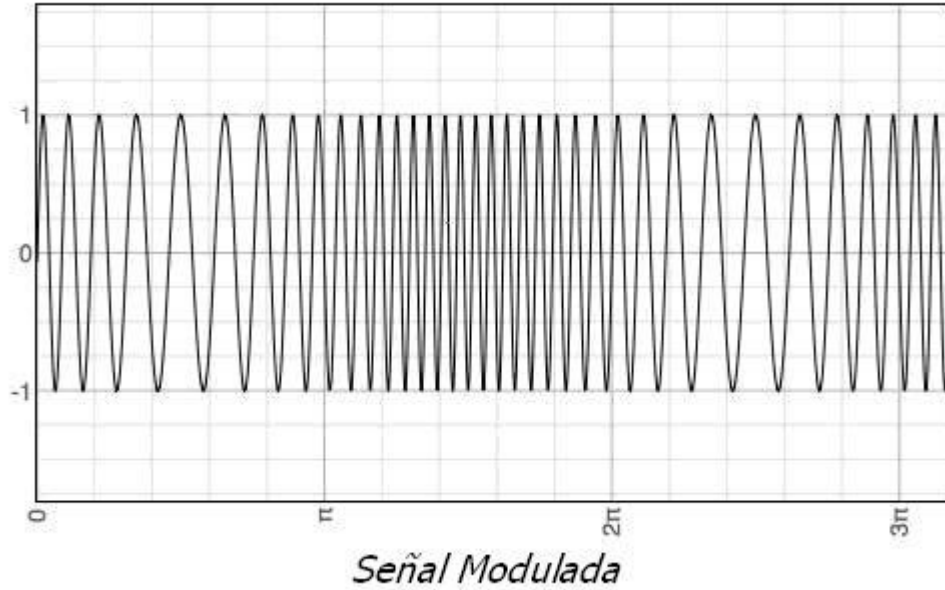


*Señal Portadora*



*Señal Moduladora (Datos)*

## ANEXO 1 Tipos de Modulación.



La frecuencia de la portadora oscila más o menos rápidamente, según la onda moduladora, esto es, si aplicamos una moduladora de 100 Hz , la onda modulada se desplaza arriba y abajo cien veces en un segundo respecto de su frecuencia central , que es la portadora; además el grado de esta variación dependerá del volumen con que modulemos la portadora, a lo que denominamos “índice de modulación”.

$$m_f = \frac{\Delta f}{f_m}$$

Donde:

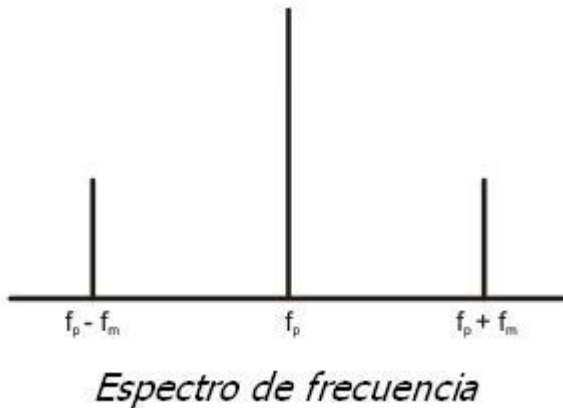
$m_f$  - Índice de modulación

$\Delta f$  - Variación de la frecuencia de la portadora

$f_m$  - Frecuencia de la portadora

Al analizar el espectro de frecuencias de una señal modulada en frecuencia, observamos que se tienen infinitas frecuencias laterales, espaciadas en  $f_m$ , alrededor de la frecuencia de la señal portadora  $f_p$ ; sin embargo la mayor parte de las frecuencias laterales tienen poca amplitud, lo que indica que no contienen cantidades significativas de potencia.

## ANEXO 1 Tipos de Modulación.



El contenido de potencia de la señal portadora disminuye conforme aumenta  $m_f$ , con lo que se logra poner la máxima potencia en donde está la información, es decir en las bandas laterales.

Como consecuencia de estas características de modulación podemos observar cómo la calidad de sonido o imagen es mayor cuando modulamos en frecuencia que cuando lo hacemos en amplitud. Además al no alterar la frecuencia de la portadora en la medida que aplicamos la información, podemos transmitir señales sonoras o información de otro tipo (datos o imágenes), que comprenden mayor abanico de frecuencias moduladoras, sin por ello abarcar mayor ancho de banda. Éste es el motivo por el que las llamadas “radio fórmulas” utilizan la frecuencia modulada, o dicho de otro modo, el nacimiento de las estaciones que a mediados de los sesenta eligieron este sistema para emitir sus programas con mayor calidad de sonido lo cual dio origen a la radiodifusión musical.

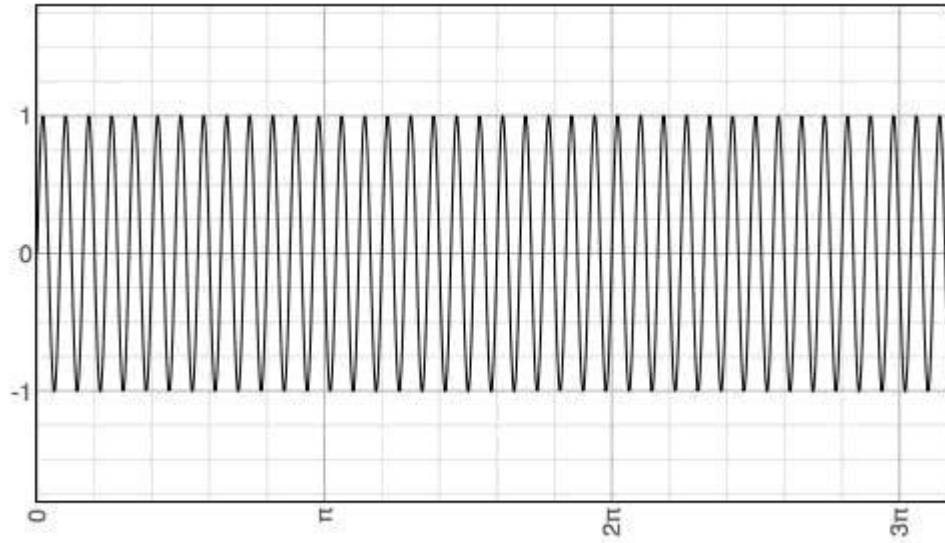
### **Modulación por fase (PM).**

Este también es un caso de modulación donde las señales de transmisión como las señales de datos son analógicas y es un tipo de modulación exponencial al igual que la modulación de frecuencia.

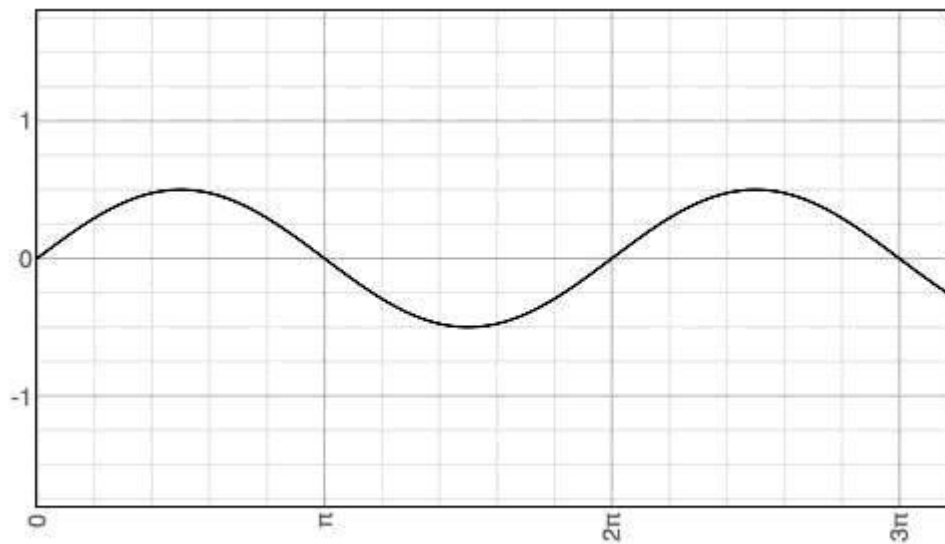
En este caso el parámetro de la señal portadora que variará de acuerdo a señal moduladora es la fase.

La modulación de fase (PM) no es muy utilizada principalmente por que se requiere de equipos de recepción más complejos que en FM y puede presentar problemas de ambigüedad para determinar por ejemplo si una señal tiene una fase de  $0^\circ$  o  $180^\circ$ .

**ANEXO 1 Tipos de Modulación.**

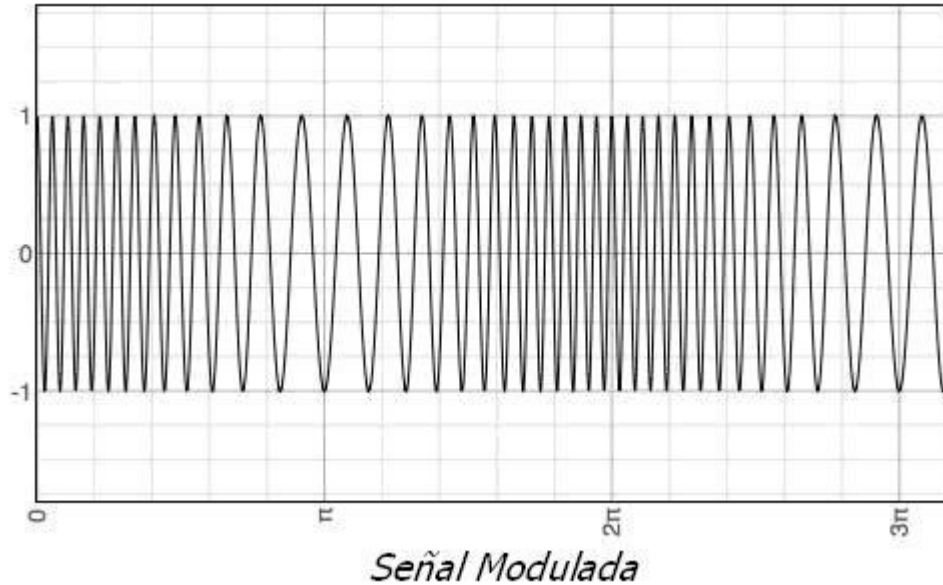


*Señal Portadora*



*Señal Moduladora (Datos)*

## ANEXO 1 Tipos de Modulación.



La forma de las señales de modulación de frecuencia y modulación de fase son muy parecidas. De hecho, es imposible diferenciarlas sin tener un conocimiento previo de la función de modulación.

Por lo tanto los espectros de frecuencias de la modulación de fase tienen las mismas características generales que los espectros de modulación de frecuencia.

### Modulación Digital:

Un módem comparte interfaz con la red telefónica, pero para poder transmitir información a través de un medio como una línea telefónica, se debe hacer una **modulación**, ya que las señales en la línea telefónica son de tipo analógicas.

Una señal modulada es la que, viajando a través de una línea de transmisión transporta de forma analógica la información que originalmente se encontraba en forma digital.

**Modulación de Amplitud ASK:** Esta modulación consiste en establecer una variación de la amplitud de la frecuencia portadora según los estados significativos de la señal de datos.

Sin embargo este método no se emplea en las técnicas de construcción de los módems puesto que no permiten implementar técnicas que permitan elevar la velocidad de transmisión.

**Modulación de Frecuencia FSK:** Este tipo de modulación consiste en asignar una frecuencia diferente a cada estado significativo de la señal de datos. Para ello existen dos tipos de modulación FSK: **FSK Coherente** y **FSK No Coherente**.

**FSK Coherente:** Esta se refiere a cuando en el instante de asignar la frecuencia se mantiene la fase de la señal.

**FSK No Coherente:** Aquí la fase no se mantiene al momento de asignar la frecuencia.

La razón de una modulación FSK no coherente ocurre cuando se emplean osciladores independientes para la generación de las distintas frecuencias. La modulación FSK se emplea en los módem en forma general hasta velocidades de 2400 baudios. Sobre velocidades mayores se emplea la modulación PSK.

**Modulación de Fase PSK:** Consiste en asignar variaciones de fase de una portadora según los estados significativos de la señal de datos.

### **Velocidad de señalización**

Velocidad [bps] = Vel[Baudios]\*Log<sub>2</sub> n .

Donde: n= # corresponde al número de niveles de la señal digital.

Dentro del contexto PSK se distinguen dos tipos de modulación de fase :

- a) Modulación PSK.
- b) Modulación DPSK. (Diferencial PSK).

La modulación PSK consiste en cada estado de modulación está dado por la fase que lleva la señal respecto de la original.

Mientras tanto la modulación **DPSK** cada estado de modulación es codificado por un salto respecto a la fase que tenía la señal anterior. Empleando este sistema se garantizan las transiciones o cambios de fase en cada bit, lo que facilita la sincronización del reloj en recepción. Técnicamente utilizando el concepto de modulación PSK, es posible aumentar la velocidad de transmisión a pesar de los límites impuestos por el canal telefónico. De aquí entonces existen dos tipos de modulación derivadas del DPSK, que son:

- a) QPSK (Quadrature PSK).
- b) MPSK (multiple PSK).

**Modulación QPSK:** Consiste en que el tren de datos a transmitir se divida en pares de bits consecutivos llamados *Dibits*, codificando cada bit como un cambio de fase con respecto al elemento de señal anterior.

**Modulación MPSK:** En este caso el tren de datos se divide en grupos de tres bits , llamados *tribits*, codificando cada salto de fase con relación a la fase del tribit.

### Modulación compleja.

La necesidad de transmisión de datos a velocidades cada vez más altas a hecho necesario implementar otro tipo de moduladores más avanzados como es la *modulación en cuadratura*. Este tipo de modulación presenta 3 posibilidades que son:

- a) QAM "Quadrature Amplitud Modulation".
- b) QPM "Quadrature Phase modulation".
- C) QAPM "Quadrature Amplitud Phase Modulation".

**1) Modulación QAM:** En este caso ambas portadoras están moduladas en amplitud y el flujo de datos se divide en grupos de 4 bits, y a su vez en subgrupos de 2 bits, codificando cada dibits 4 estados de amplitud en cada una de las portadoras.

**2) Modulación QPM:** En este tipo de modulación en cuadratura las portadoras tienen 2 valores de amplitud.

El flujo de datos se divide igual que en el caso anterior en grupos de 4 bits a su vez en subgrupos de 2 bits, modulando cada dibit 4 estados de fase diferencial en cada una de las portadoras.

**3) Modulación QAPM:** Esta modulación también conocida como AMPSK o QAMPSK debido a que es una combinación de los dos sistemas de amplitud y fase. El esquema típico en este caso consiste en agrupar la señal en grupos de 4 bits considerando 2 dibits, el primer dibits modula la portadora I en amplitud y fase mientras que el otro realiza lo mismo con la portadora Q.

**ANEXO 2.****DESCRIPCION DE LAS PRUEBAS**

En forma generalizada las pruebas a integrar dentro de las actividades consideradas para los mantenimientos preventivos son las siguientes:

**Medición de la *respuesta en la frecuencia de operación* de una antena radio.**

**Medición del *aislamiento entre el sistema de antenas TX/TX y TX/RX.***

**Realización de la prueba de *Return Loss y Cable Insertion Loss***

**Mediciones radio: Channel Power, Bandwith Occupied e Interference analysis.**

**Evaluación de la *cobertura radio* del sitio.**

**EQUIPOS, MATERIALES Y HERRAMIENTAS NECESARIAS**

Para cumplir con el objetivo de realizar de manera satisfactoria todas las pruebas operacionales necesarias incluidas en este documento, es importante contar con los equipos y materiales listados a continuación:

- Equipo de Medición "SITE MASTER", modelo S332D, marca Anritsu, que debe incluir la funcionalidad de Analizador de Espectro.
- Precision Open/Short/Load, Anritsu OSLN50LF
- Transiciones tipo "DIN-Male" a "N-Female", "DIN- Female" a "N-Male", "N-Female" a "N-Female", "N-Male" a "N-Male", "N-Male" a BNC, "SMA-Male" a BNC, derivaciones T "N-male" ó "N-female"
- Antena magnética marca MATJAYBEAM, modelo: MA125P01, rango de frecuencia 380-4000 MHz, debe incluir cable de conexión UHF a "BNC"
- Un dispositivo acoplador direccional de potencia (circulador), marca: Kathrein, P/N:CHF02624
- LAP-TOP con el software ECS instalado y operacional, llave material y cables de conexión a TRX, tarjetas UTE, etc.
- Herramientas generales: Desarmadores planos y de cruz en diferentes medidas, pinzas de extensión y llaves mixtas, llaves Allen, reset plásticos.

**DESARROLLO DE LAS PRUEBAS****1. Medición de la *respuesta en la frecuencia de operación* de una antena radio.**

Este proceso tiene la intención de verificar la operación de un elemento radiador conocido como antena instalada como parte del sistema radiante de un repetidor radio del sistema.



## CONDICIONES DE LA PRUEBA

Un elemento de radiación (antena) tiene la capacidad de operar dentro de un ancho de banda especificado por el fabricante, este ancho esta determinado por el diseño de la antena; en forma general, el tipo de antenas que se encuentran instaladas en la mayor parte de los sitios de repetición comprendidos dentro del de la red contemplan antenas fabricadas por un mismo proveedor y los modelos empleados comúnmente dentro de la tecnología TETRA son los siguientes:

Tipo	Fabricante	Referencia	Ganancia	Rango de Frecuencias	Apertura Vertical a 3.0dB	Apertura Horizontal a 3.0dB	Conector	Tipo de Polarización
Omnidireccional	KATHREIN	K751637	7.50dBi	380 - 400MHz	16.00°	360.00°	7-16 Female	Vertical
Direccional	KATHREIN	K733037	11.00dBi	380 - 430MHz	38.00°	65.00°	7-16 Female	Vertical
Direccional	KATHREIN	K733337	14.00dBi	380 - 430MHz	19.00°	65.00°	7-16 Female	Vertical
Direccional	KATHREIN	K739504	8.50dBi	380 - 430MHz	38.00°	115.00°	7-16 Female	Vertical
Direccional	KATHREIN	K739506	11.50dBi	380 - 430MHz	19.00°	115.00°	7-16 Female	Vertical
Direccional	KATHREIN	K80010252	12.00dBi	380 - 500MHz	32.00°	63.00°	7-16 Female	Vertical
Direccional	KATHREIN	K80010253	15.00dBi	380 - 500MHz	16.00°	63.00°	7-16 Female	Vertical
Direccional	KATHREIN	K741517	2 x 10.5 dBi	380 - 500MHz	40.00°	83.00°	7-16 Female	Dual
Direccional	KATHREIN	K741518_pm45	13.50dBi	380 - 500MHz	17.00°	86.00°	7-16 Female	Dual

Como se pudo observar en la tabla anterior, el rango de las frecuencias de operación es variable iniciando la mayor parte de las veces en la frecuencia 380.0 MHz y terminando en 500.0 MHz, aunque en ocasiones podemos encontrar que el límite superior estará por debajo de los 500 MHz.

Por tal motivo es importante tomar en cuenta las recomendaciones del fabricante que determina que para corroborar la correcta sintonización de una antena en operación es importante emplear una frecuencia de prueba que corresponda a la mitad del rango de operación de la propia antena.

Esto quiere decir que si el segmento de operación de una antena omnidireccional modelo K751637 se encuentra entre los 380 -400 MHz la frecuencia de prueba sería deducida conforme a los pasos siguientes:

$$F_C = (400 - 380)/2$$

$$F_C = 10 \text{ MHz}$$

De tal forma que la frecuencia de prueba a utilizar para comprobar la operación de una antena radio es:

$$F_o = 380 \text{ MHz} + 10 \text{ MHz}$$

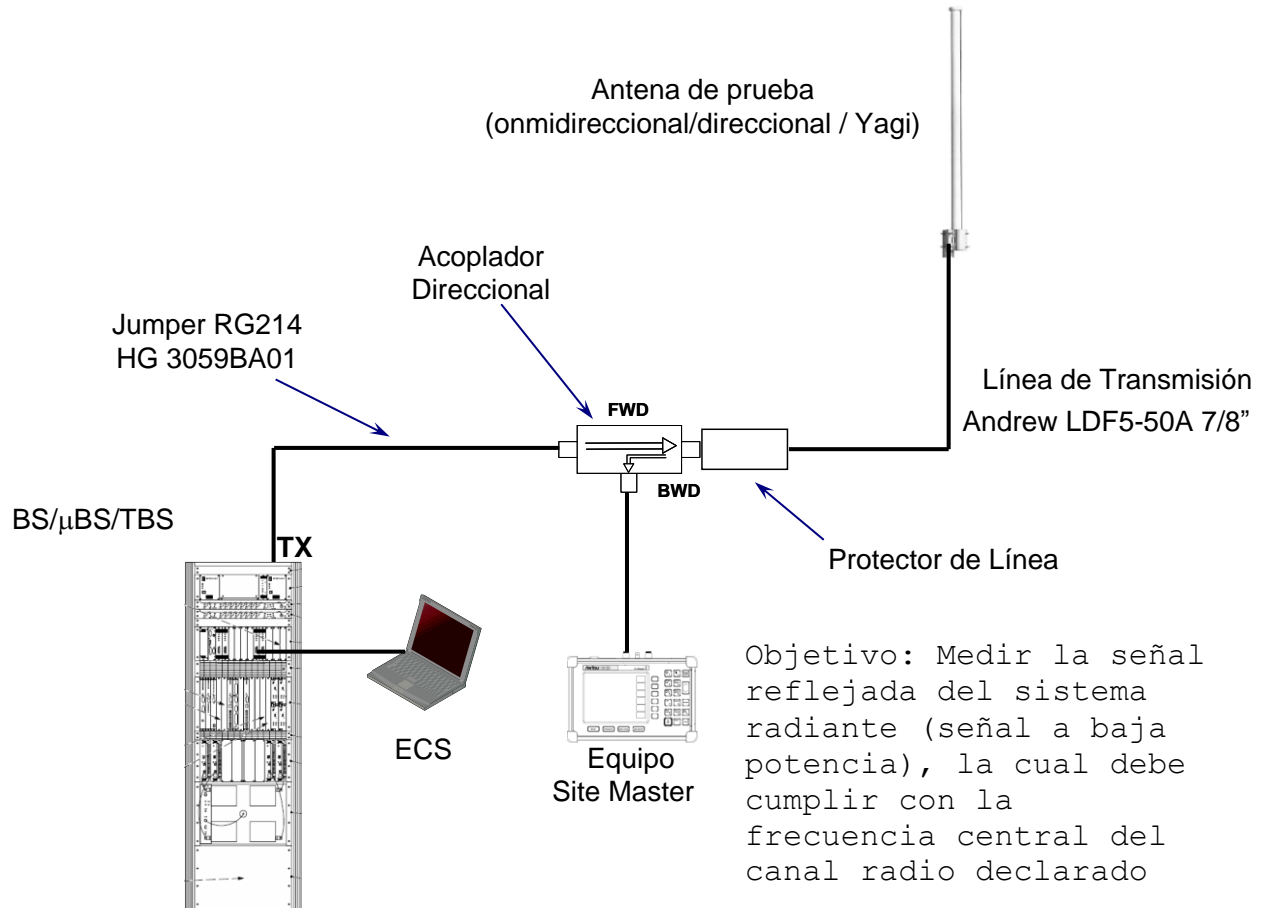
$$\mathbf{F_o = 390 \text{ MHz}}$$

Entonces la frecuencia de prueba a emplear sería de **390 MHz**, esto considerando el ancho de banda completo de trabajo de la antena; sin embargo, para el caso del probar una antena instalada dentro del sistema, es recomendable probar la operación de la antena con cada uno de los canales

configurados en el equipo de repetición, para con ello comprobar la correcta operación de la antena radio de acuerdo con el plan de frecuencias contemplado para la red.

## ESQUEMA DE INSTALACIÓN

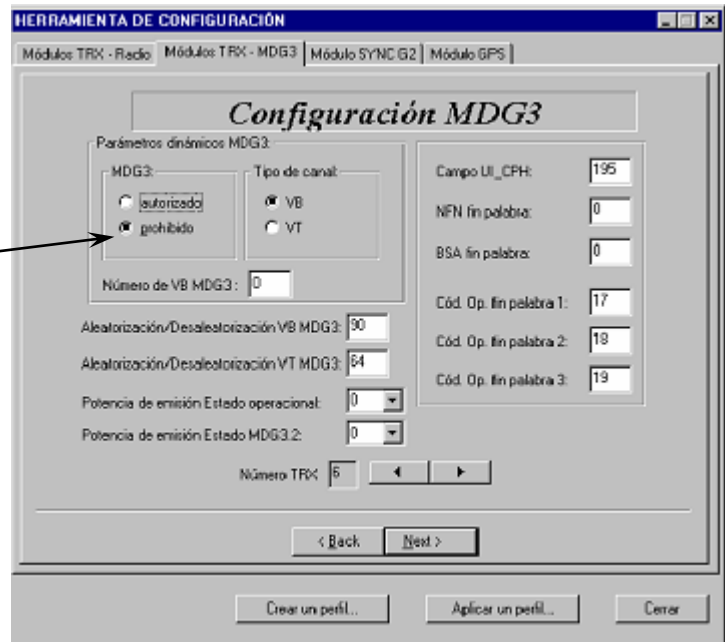
El esquema de instalación en un repetidor radio sería el siguiente:



## FASE DE PRUEBAS

- a) Asegúrese que el BS se encuentra en estado operacional **Fuera de Servicio** (*mantenimiento*) y que todos los módulos TRX tengan **prohibido** operar en el *Modo Degradado 3.2*, para tal efecto verifique la siguiente información del software ECS.

Modo Degradado inoperante



- b) Lleve a cabo la conexión de los equipos requeridos para la prueba, tal y como se muestra en el esquema anterior,
- c) Revise que las conexiones anteriores sean adecuadas, realice la lectura de los parámetros de configuración del modulo en prueba mediante el software ECS, anote el valor de la frecuencia asignada al canal en la parte transmisión-recepción, dicho valor será de utilidad más adelante,

Canal relativo, que será empleado para definir la frecuencia central

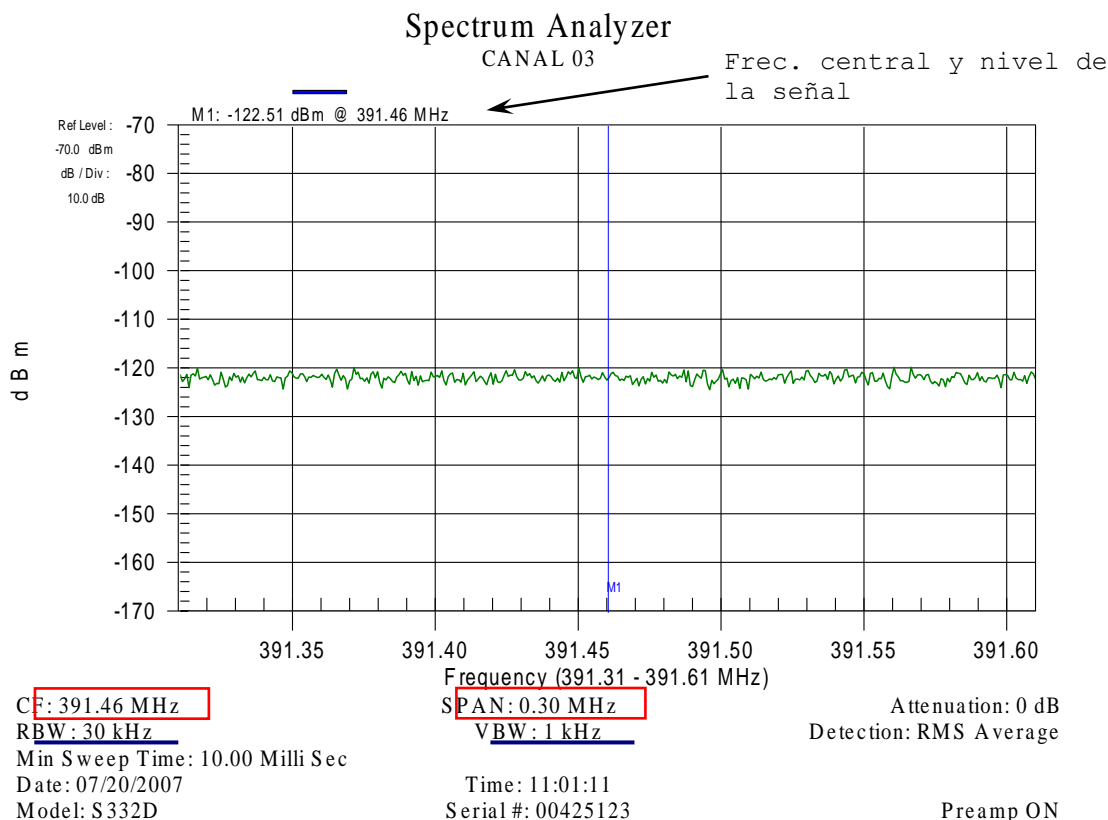


d) Ajuste la frecuencia central del equipo "SITE MASTER" en opción Analizador de Espectro, con el valor de la frecuencia TX declarada en el modulo TRX. Tal y como se observa en la siguiente imagen, considere los parámetros de ajuste del equipo recomendados a continuación:

FREC. CENTRAL	SPAN	RBW	VBW	REF. LEVEL	ATENUACION
39X.XX0	300-100 KHz	30 KHz	1 KHz	Ajustable	Variable

Donde X.XX es definido por el número del canal radio relativo programado en el modulo TRX, obtenido a partir de la lectura de los parámetros operacionales de cada modulo TRX (tal y como se comento anteriormente)

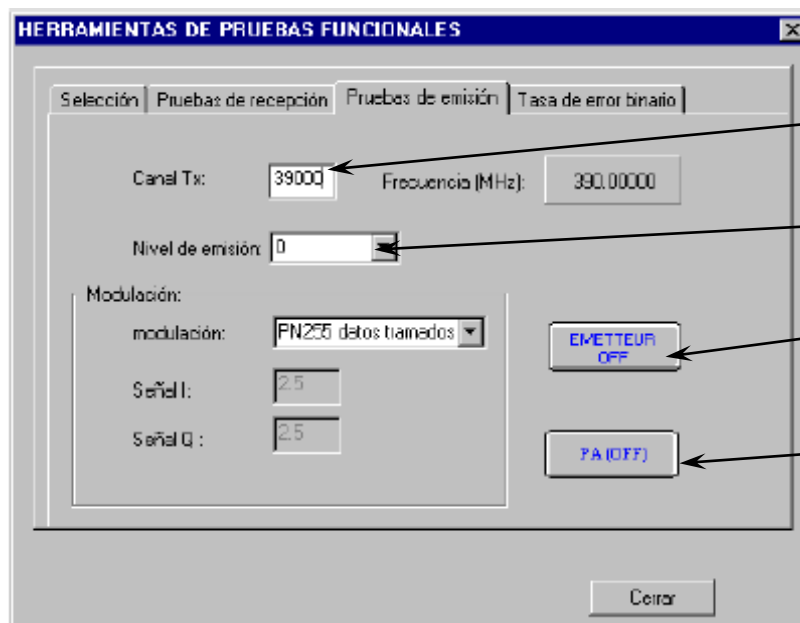
Por ejemplo: El canal radio número 3 del repetidor bajo prueba es 146, entonces la frecuencia central de análisis correspondiente sería 391.460 MHz (debido a que XXX = 146) de tal forma que los parámetros a configurar en el equipo serán los siguientes:



e) Ejecute la Prueba de Emisión del aplicativo ECS, declarando el nivel de potencia 0, observe la grafica obtenida en el "SITE MASTER", aplique la opción MAX HOLD, anote el nivel de la señal obtenida en la medición; modifique el valor del SPAN en el Analizador de Espectro por lo menos a 2 MHz; después detenga la Prueba de Emisión observe las señales presentes en el espectro radioeléctrico y vuelva a

ejecutar la *Prueba de Emisión*, esto es recomendable ya que es importante verificar que la antena no genere **señales armónicas**; regrese al valor SPAN original definido de inicio.

NOTA: Si observa distorsiones en la señal muestreada guarde la imagen en formato electrónico; en caso contrario continúe con el siguiente punto.



Asegúrese que el número del canal en este campo corresponda al valor definido en el sistema

Esta opción permite ajustar el nivel de potencia de salida que pudiese tener la señal piloto. Los valores van de 0-3; siendo 3 el nivel máximo (42 dBm).

Elija esta opción para que el TRX comience a emitir la señal de prueba hacia el módulo PA correspondiente.

Elija esta opción para que el PA entre en actividad y la señal de prueba sea enviada al nivel de potencia declarado en la opción correspondiente (nivel 0-3).

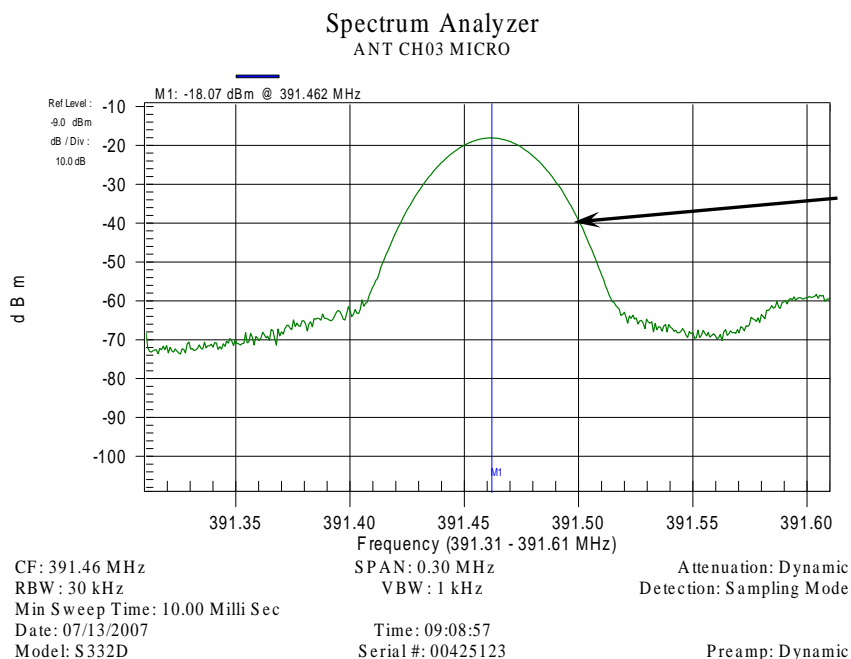
- f) Detenga la prueba de emisión y ajuste la salida de potencia al siguiente nivel (Nivel de potencia 1), observe la grafica obtenida en el "SITE MASTER", aplique la opción MAX HOLD, anote el nivel de la señal obtenida; modifique el valor del SPAN en el *Analizador de Espectro* por lo menos a 2 MHz; después detenga la *Prueba de Emisión* observe las señales presentes en el espectro radioeléctrico y vuelva a ejecutar la *Prueba de Emisión*, esto es recomendable ya que es importante verificar que la antena no genere **señales armónicas**, regrese al valor SPAN original definido de inicio.

NOTA: Si observa distorsiones en la señal muestreada guarde la imagen en formato electrónico; en caso contrario continúe con el siguiente punto.

- g) Detenga la prueba de emisión y ajuste la salida de potencia al siguiente nivel (Nivel de potencia 2), observe la grafica obtenida en el "SITE MASTER", aplique la opción MAX HOLD, anote el nivel de la señal obtenida; después detenga la *Prueba de Emisión* observe las señales presentes en el espectro radioeléctrico y vuelva a ejecutar la *Prueba de Emisión*, esto es recomendable ya que es importante verificar que la antena no genere **señales armónicas**, para este punto en particular, guarde la imagen obtenida en formato electrónico,

NOTA: Verifique que no aparezca el mensaje de advertencia "Mixer Saturation" en la pantalla del analizador de espectro, si este caso se presenta debe ajustar el nivel de atenuación de la señal de entrada, ya que en caso contrario el equipo "SITE MASTER" puede sufrir algún daño físico

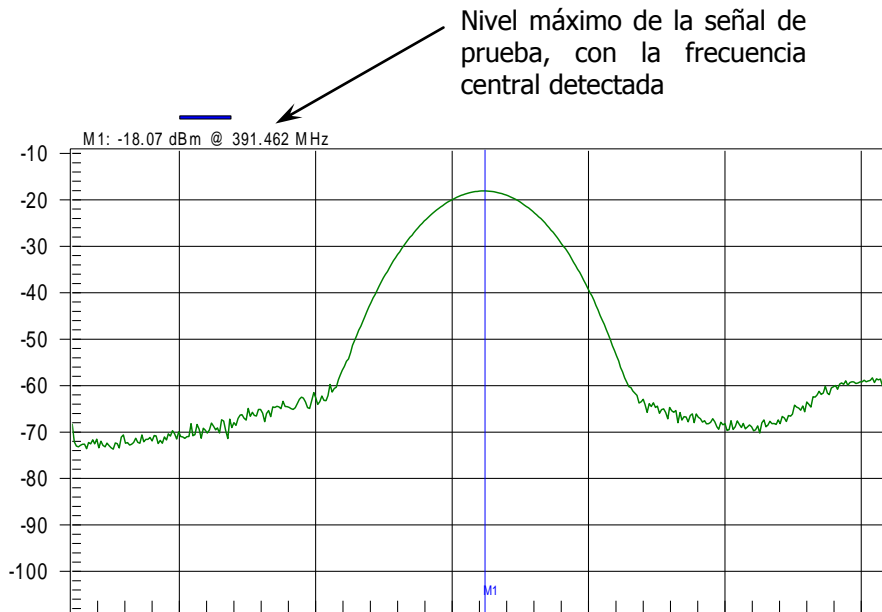
Considerando la emisión del canal 03 del repetidor en prueba; la imagen que obtendríamos con respecto al *Test de Emisión* considerando el nivel de potencia 2, sería de la forma:



- h) Lleve a cabo la activación de cada uno de los módulos TRX restantes; por ejemplo, si el BS tiene ocho canales instalados, asegúrese de realizar las pruebas a todos los módulos instalados; guarde los resultados obtenidos en formato electrónico.

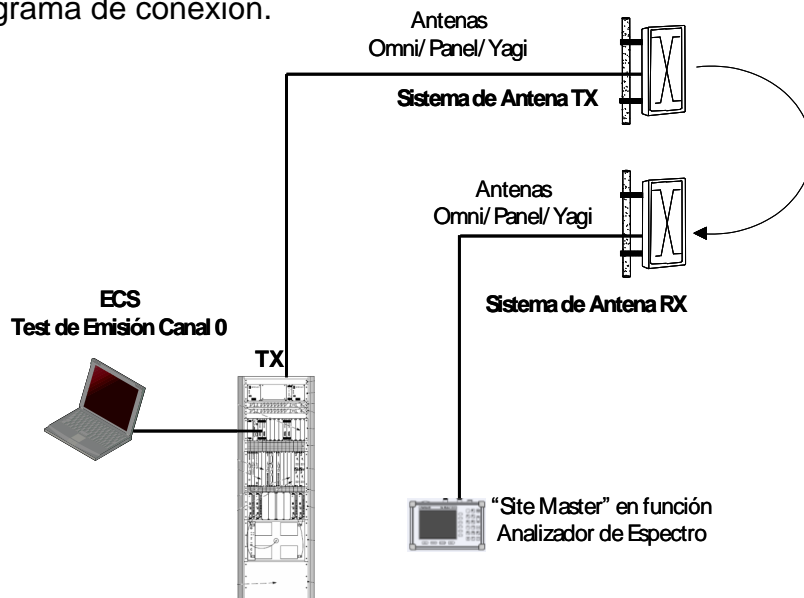
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Esta prueba tiene la finalidad de verificar la *respuesta en frecuencia* de la antena TX instalada en el sitio de repetición; con lo cual podemos determinar que la antena esta operando dentro del rango de frecuencia propuesto; para esta misma señal de prueba, podemos observar la frecuencia central en emisión considerando el máximo nivel de la señal, así como también puede ser valorado la tolerancia en frecuencia del transmisor radio.



2. Medición del aislamiento entre el sistema de antenas TX/TX y TX/RX.

El objetivo de esta prueba es medir el aislamiento a nivel radiofrecuencia que presenta un sistema de antenas dedicado a las tareas de transmisión-recepción dentro de una célula radio. La prueba se realiza entre antenas TX/TX y antenas TX/RX; tal y como se muestra en el siguiente diagrama de conexión.



## FASE DE PRUEBAS

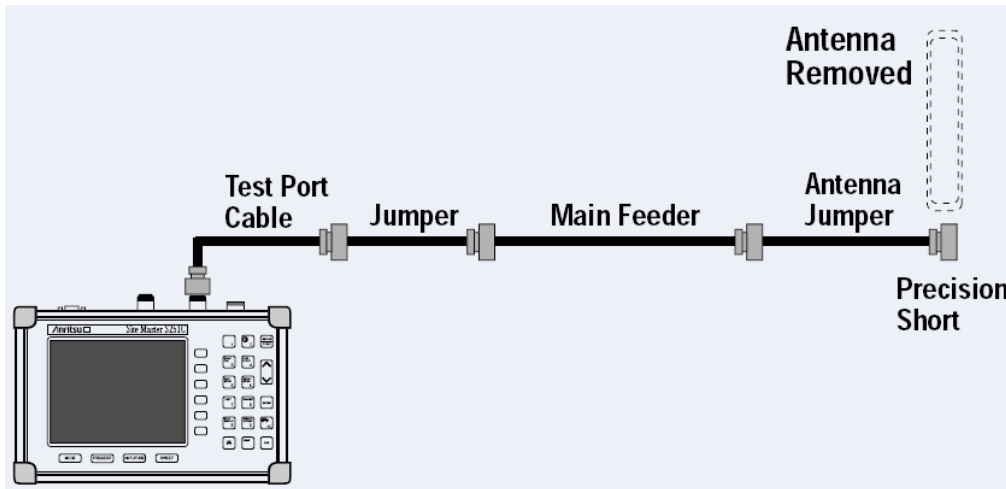
- a) Haga pasar al repetidor radio (BS) al estado fuera de servicio, asegúrese que todos los módulos TRX deben estar con la opción de operación en **Modo Degradado Prohibida**
- b) Conéctese a un modulo TRX mediante la aplicación de la ECS, lea los parámetros radio (Canal relativo, frecuencia de transmisión, frecuencia de recepción); utilice el valor de la frecuencia de transmisión del TRX para ajustar la frecuencia central del analizador de espectro; ya que nos interesa analizar el valor de dicha portadora radio.
- c) Seleccione la opción “**Test Funcionales**” escoja el menú “**Test de Emisión**”; por seguridad seleccione el **nivel 0** de potencia emitida y ponga a funcionar el transmisor, posteriormente seleccione el **nivel 1** de potencia emitida.
- d) Verifique que la portadora presente en la interfaz visual del equipo de medición corresponda a la frecuencia central del canal en emisión; si el analizador de espectro envía el mensajes ***mixer saturation*** será necesario incrementar el valor de atenuación programada en el equipo.
- e) Analice la imagen obtenida y determine con respecto al valor de potencia emitido (menos las perdidas por acoplamiento de cables, conectores y antena) cual es el valor de atenuación de la señal muestreada, de acuerdo a la separación propuesta en la mayor parte de los sitios de repetición del sistema, el valor de atenuación mínimo debe corresponder a un valor de 35 dB.

### 3. Realización de la prueba *de Return Loss y Cable Insertion Loss*

Las pruebas CABLE LOSS y RETURN LOSS tienen como finalidad medir las *Perdidas por Inserción* o en su defecto la energía perdida ó absorbida que pudiesen tenerse una línea de transmisión empleada para realizar la conexión del sistema radiante en un BS; el valor dado se expresa en **dB/m** ó **dB/ft**.



Para poder realizar esta prueba, es necesario desconectar la antena acoplada sobre la línea de transmisión; tal como lo muestra el siguiente esquema:



## FASE DE PRUEBAS

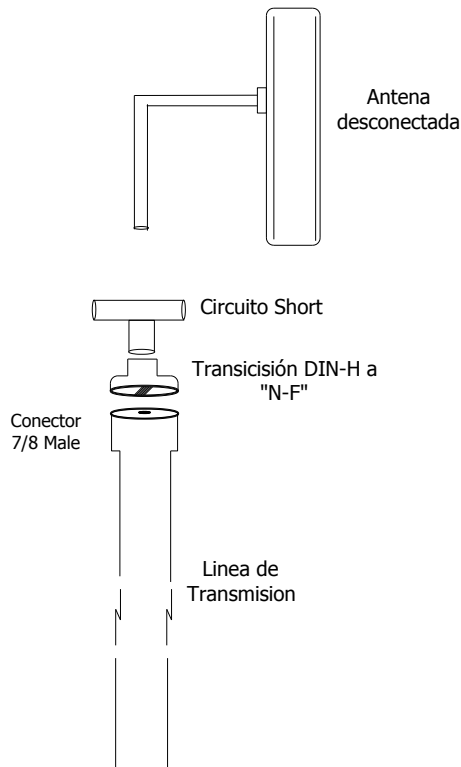
- a) Encienda el equipo "Site Master", espere unos momentos durante los cuales el equipo lleva a cabo un autotest interno; al término del autotest seleccione la tecla funcional **MODE** y seleccione la opción **FREQ-CABLE LOSS** mediante las teclas de navegación **Up/Down**.
- b) Seleccione los valores de frecuencia dentro del segmento de la banda en la cual se requiere llevar a cabo la prueba de la línea de transmisión. Para efectos de la red, seleccione los siguientes valores:

**F1 = 380 MHz**

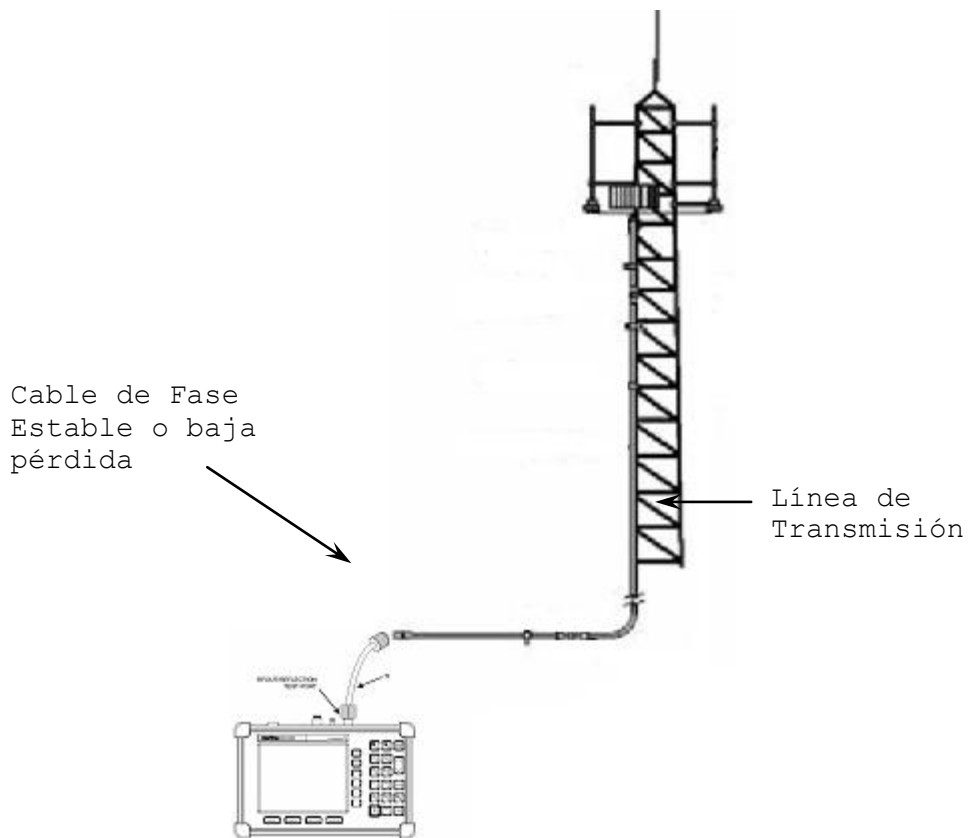
**F2 = 400 MHz**

- c) Conecte el cable de Fase Estable, suministrado junto con el equipo y ejecute el proceso de calibración, eligiendo la opción **START CAL** y siguiendo las instrucciones en la pantalla.

- d) Asegúrese que la antena del sistema radiante se encuentre desconectada, ya que será necesario conectar el dispositivo de precisión “**Short**” al final de la línea de transmisión. Tal y como se muestra en el siguiente diagrama:



- e) Posteriormente acople el cable de Fase Estable al otro extremo de la línea de transmisión y observe el trazo disponible sobre la línea, seleccione el botón “**Amplitude**” y elija los valores adecuados para el límite superior (**TOP**) y el límite inferior (**BOTTOM**). La asignación de estos valores dependerá del valor detectado sobre la escala vertical, por lo que es necesario ajustar en sitio.



- f) Seleccione la función **“Marker”**, elija el valor **M1** para la opción **“Marker to Peak”** y posteriormente determine el valor **M2**, mediante la opción **“Marker to Valley”**; posterior a la obtención de estos valores, determine el valor de **Insertion Loss** por medio de la siguiente ecuación:

$$\text{Ins. Loss} = (M1 \text{ (dB)} + M2 \text{ (dB)})/2$$

- g) Guarde la imagen obtenida mediante la función **“SAVE DISPLAY”** y **“ENTER”**; se recomienda ampliamente realizar un registro de las mediciones realizadas en cada mantenimiento para tener puntos de comparación posteriores.
- h) Un método alternativo para medir el Insertion Loss, es el emplear la función **“FREQ-RETURN LOSS”** y seguir los mismos pasos del método anterior; sin embargo, el valor final de **Insertion Loss** será determinado por la siguiente relación aritmética:
- $$\text{Ins. Loss} = ((M1 \text{ (dB)} + M2 \text{ (dB)})/2)/2$$
- i) Guarde las imágenes obtenidas en formato electrónico

#### 4. Mediciones radio: Channel Power, Bandwidth Occupied e Interference analysis.

Para el caso particular de analizar el desempeño de los canales radios asignados a un equipo BS, es recomendable generar las siguientes mediciones a nivel de la interfaz aire.

##### - Medición Channel Power

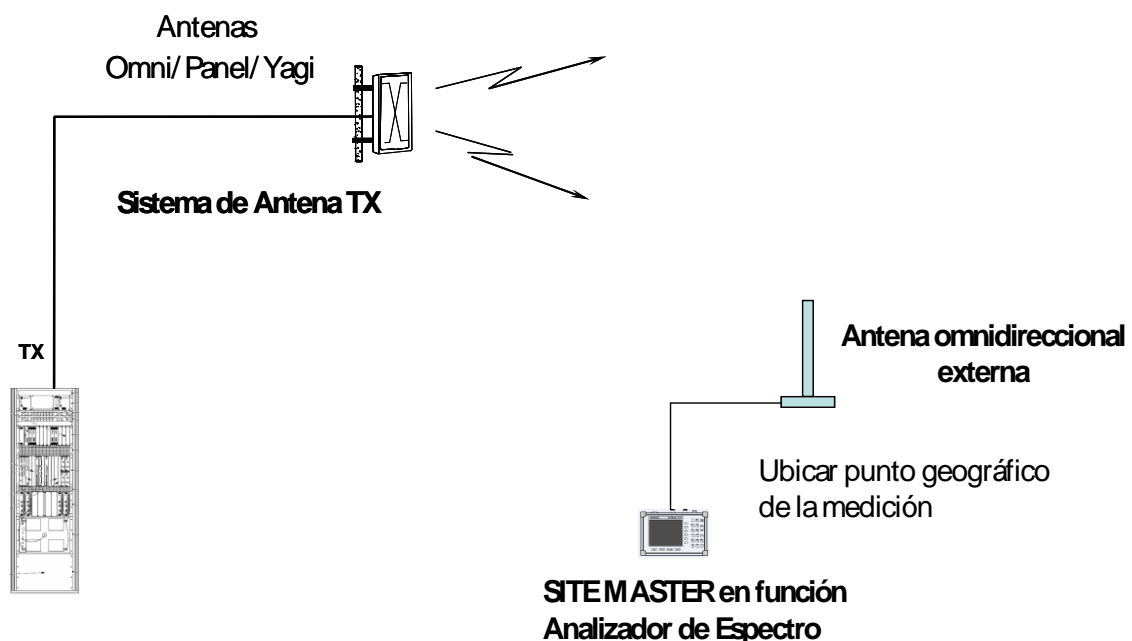
Esta es una de las mediciones más comunes realizadas para un transmisor radio, tiene como objetivo medir la potencia de salida o la potencia del canal de un transmisor sobre un rango de frecuencia en un intervalo de frecuencia específico.

##### MEDICIONES EN EL SEGMENTO TX.

Estas mediciones requieren del uso de un analizador de espectro y una antena externa, ya que la intención es medir la potencia del canal a nivel de la interfaz aire. Las condiciones necesarias para llevar a cabo la medición son las siguientes:

FREC. CENTRAL	SPAN	REF. LEVEL	BVW	VBW	ATENUACIÓN
39X.XX0	300 KHz	Dinámico	10 KHz	1 KHz	Dinámica

Para nuestro caso en particular, referimos la prueba al canal de tráfico 146, en un BS instalado en la plataforma de pruebas; por lo tanto seguiremos el siguiente esquema de prueba:



Para este caso en particular y de ser posible muestre todos y cada uno de los canales radio asignados al repetidor bajo prueba; es recomendable medir en al menos tres puntos diferentes dentro de la cobertura radio.

## FASE DE PRUEBA

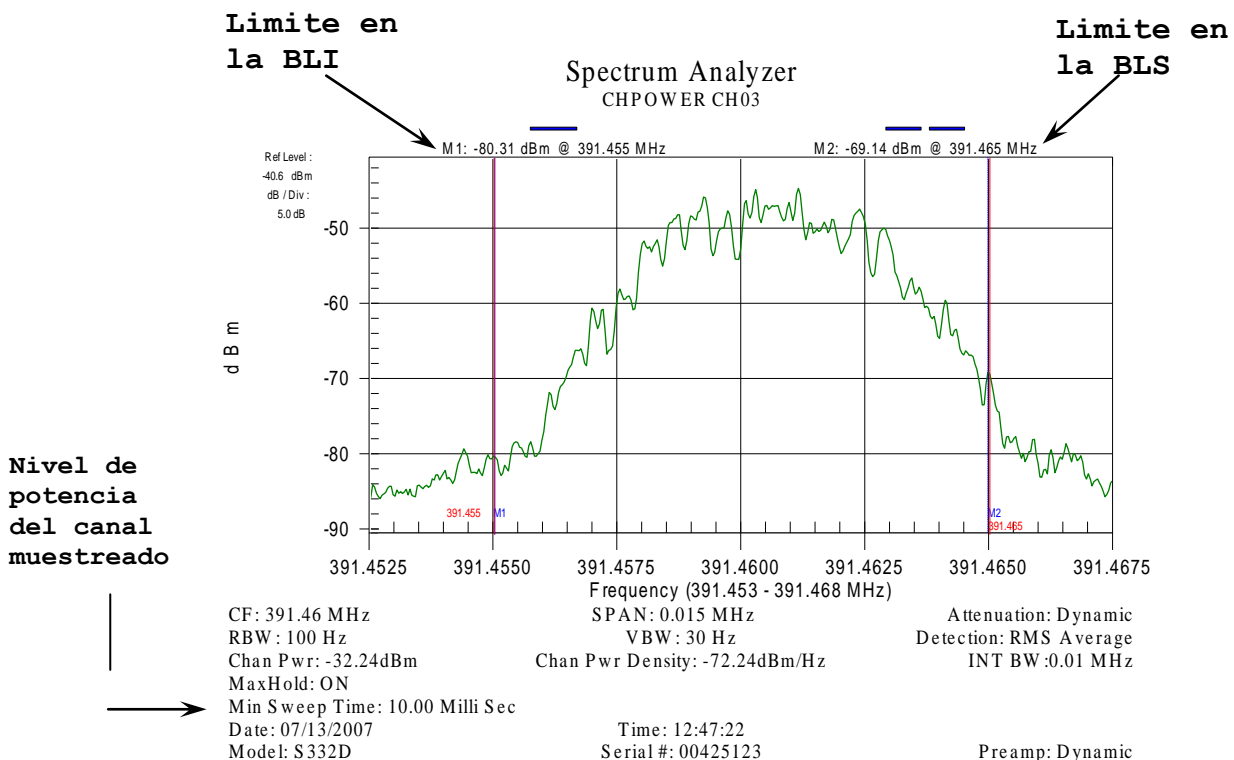
- a) Encienda el equipo SITE MASTER y seleccione la opción SPECTRUM ANALYZER, espere que el equipo lleve a cabo la calibración de manera automática. Posteriormente conecte la antena externa, para este caso es opcional el uso del cable de baja pérdida suministrado como parte del equipo.

**NOTA:** Para que pueda realizarse la medición de manera correcta, el canal muestreado debe permanecer activo durante todo el tiempo de la prueba.

**Int. BW:** Este parámetro describe el ancho de banda de integración de la potencia muestreada, el valor para este parámetro en el caso de los sistemas TETRAPOL es de 10 KHz.

**Channel Span:** Este parámetro corresponde al valor en la escala horizontal de la muestra; para nuestro caso en particular, este valor es configurado a 15 KHz.

- b) Seleccione la opción **MEASURE**, observe la grafica obtenida; para obtener una muestra de la medición más clara se recomienda emplear la función **MAX HOLD** ubicada en el menú **MEAS/DISP – Traces – Max Hold**. Anote el valor promedio obtenido de cada uno de los canales y de preferencia guarde la imagen en formato electrónico.



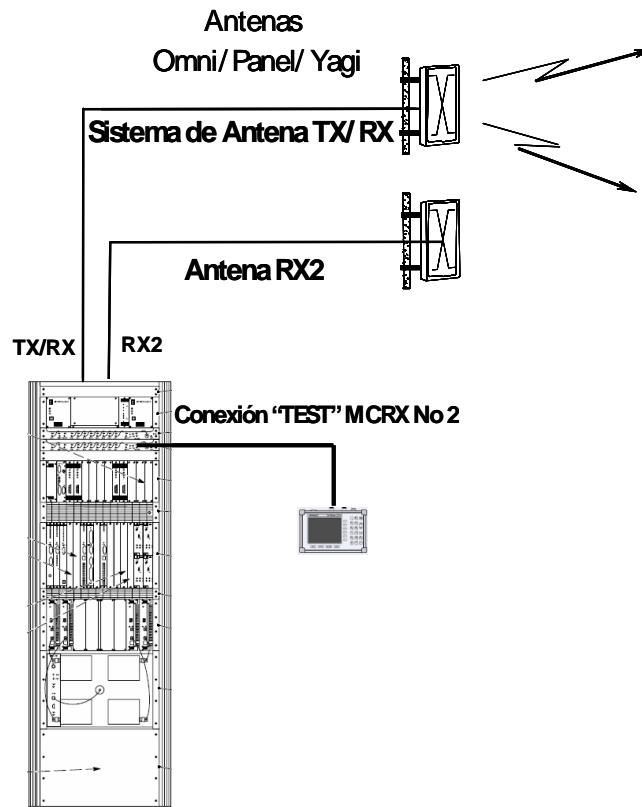
MEDICION DEL SEGMENTO RX.

El objetivo principal de esta medición es verificar el nivel de potencia de ruido que tiene un canal radio en el segmento de recepción correspondiente al Base Station; de tal forma que esta medición debe realizarse empleando al menos un modulo multiacoplador de recepción, de preferencia el MCRX No 2 (esto es debido a que el regularmente el MCRX No 2 no esta conectado al duplexor radio).

El equipo SITE MASTER en función analizador de espectro, debe cumplir con las siguientes condiciones:

FREC. CENTRAL	SPAN	REF. LEVEL	BVW	VBW	ATENUACIÓN
39X.XX0	300 KHz	Dinámico	10 KHz	1 KHz	Dinámica

El diagrama esquemático de instalación debe cumplir con lo siguiente:



## FASE DE PRUEBA

- Encienda el equipo SITE MASTER y seleccione la opción SPECTRUM ANALYZER, espere que el equipo lleve a cabo la calibración de manera automática. Posteriormente conecte la antena externa, para este caso es opcional el uso del cable de baja pérdida suministrado como parte del equipo.
- Defina los parámetros de muestreo considerados en la tabla anterior; al término de esto, seleccione el botón **MEAS/DISP**, elija el menú flotante **MEASURE – CHANNEL POWER**, a continuación defina los siguientes parámetros:

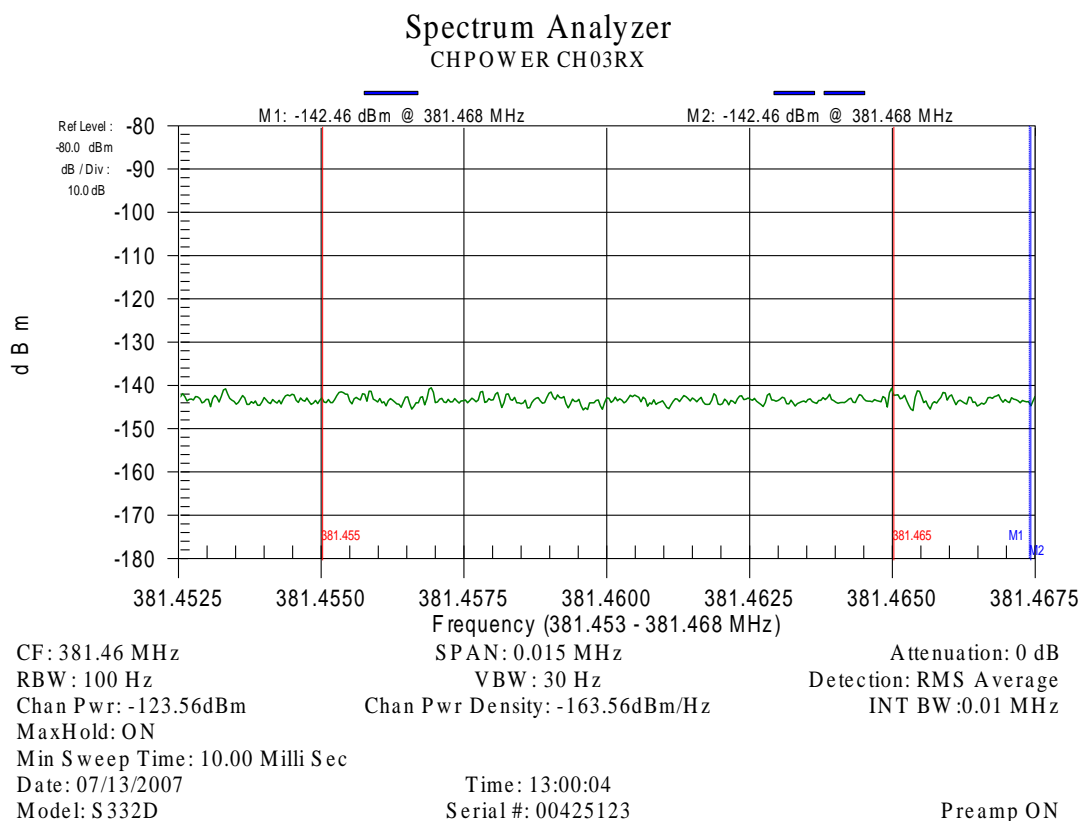
**Center Freq:** Esta depende del canal radio muestreado, considerando que el canal relativo se define como un valor de frecuencia; por ejemplo si consideramos el canal relativo 146, el valor en frecuencia será de 381.460 MHz

**NOTA:** Para que pueda realizarse la medición de manera correcta, el canal muestreado debe permanecer activo durante todo el tiempo de la prueba.

**Int. BW:** 10 KHz.

**Channel Span:** 15 KHz.

- Seleccione la opción **MEASURE**, observe la grafica obtenida; para obtener una muestra de la medición más clara se recomienda emplear la función **MAX HOLD** ubicada en el menú **MEAS/DISP – Traces – Max Hold**. Anote los valores obtenidos de cada uno de los canales muestreados y de preferencia guarde la imagen en formato electrónico.



Para el caso particular de la medición sobre el segmento RX del BS, la medición indicara la potencia de ruido del canal empleado por el terminal radio en la fase de transmisión. El valor preferencial debe de estar entre -126.00 dBm y -115 dBm.

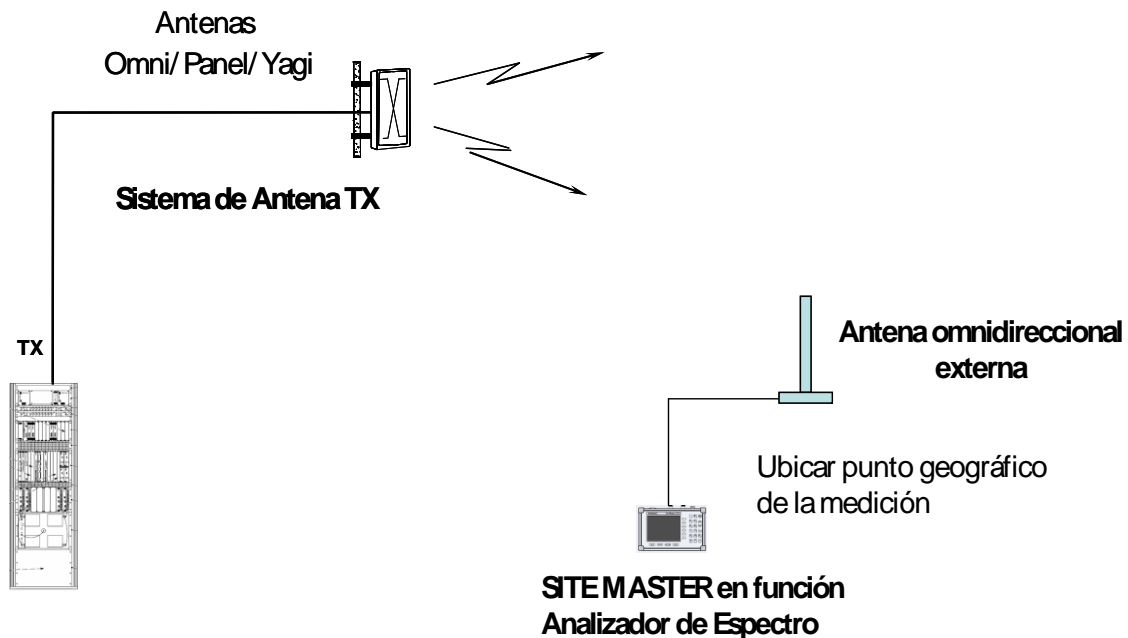
#### - Medición Bandwith Occupied

Esta es una prueba comúnmente realizada sobre un transmisor radio; esta medición calcula el ancho de banda que contiene la potencia total integrada ocupada de una señal dada. Existen dos diferentes métodos de calcular el ancho de banda dependiendo de la técnica con la que haya sido modulada la portadora.

**1ª Método de Porcentaje de Potencia.**- El ancho de banda de la frecuencia ocupada es calculado como el ancho de banda conteniendo un porcentaje específico de la potencia de transmisión (aproximadamente el 99.90 % de la potencia total).

**2ª Método XdB Down.**- El ancho de banda de la frecuencia ocupada es definido como el ancho de banda entre los puntos de la frecuencia superior e inferior a los cuales el nivel de la señal esta por debajo de X dB del nivel pico de la portadora.

La medición del ancho de banda ocupado debe realizarse a partir del siguiente diagrama esquemático:





FASE DE PRUEBA

- a) Encienda el equipo SITE MASTER y seleccione la opción SPECTRUM ANALIZER, espere que el equipo lleve a cabo la calibración de manera automática. Posteriormente conecte la antena externa, para este caso es opcional el uso del cable de baja pérdida suministrado como parte del equipo.
- b) Defina los parámetros de muestreo siguientes:

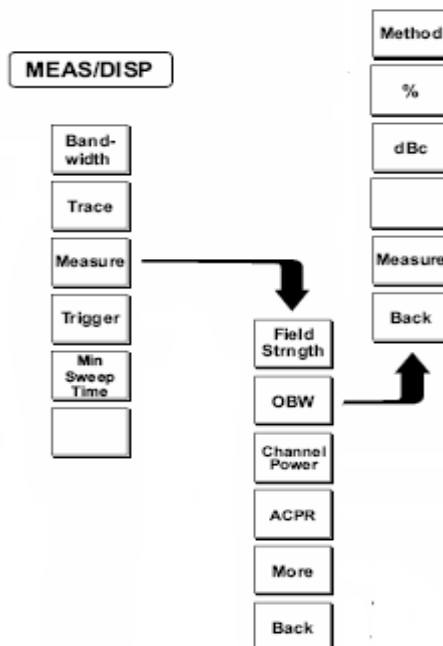
FREC. CENTRAL	SPAN	REF. LEVEL	RBW	VBW	ATENUACIÓN
39X.XX0	15 KHz	Dinámico	AUTO	AUTO	Dinámica

**NOTA:** Esta prueba se realiza sobre el segmento de la banda de transmisión del repetidor radio

**Center Freq:** Esta depende del canal radio muestreado, considerando que el canal relativo se define como un valor de frecuencia; por ejemplo si consideramos el canal relativo 271, el valor en frecuencia será de 392.710 MHz

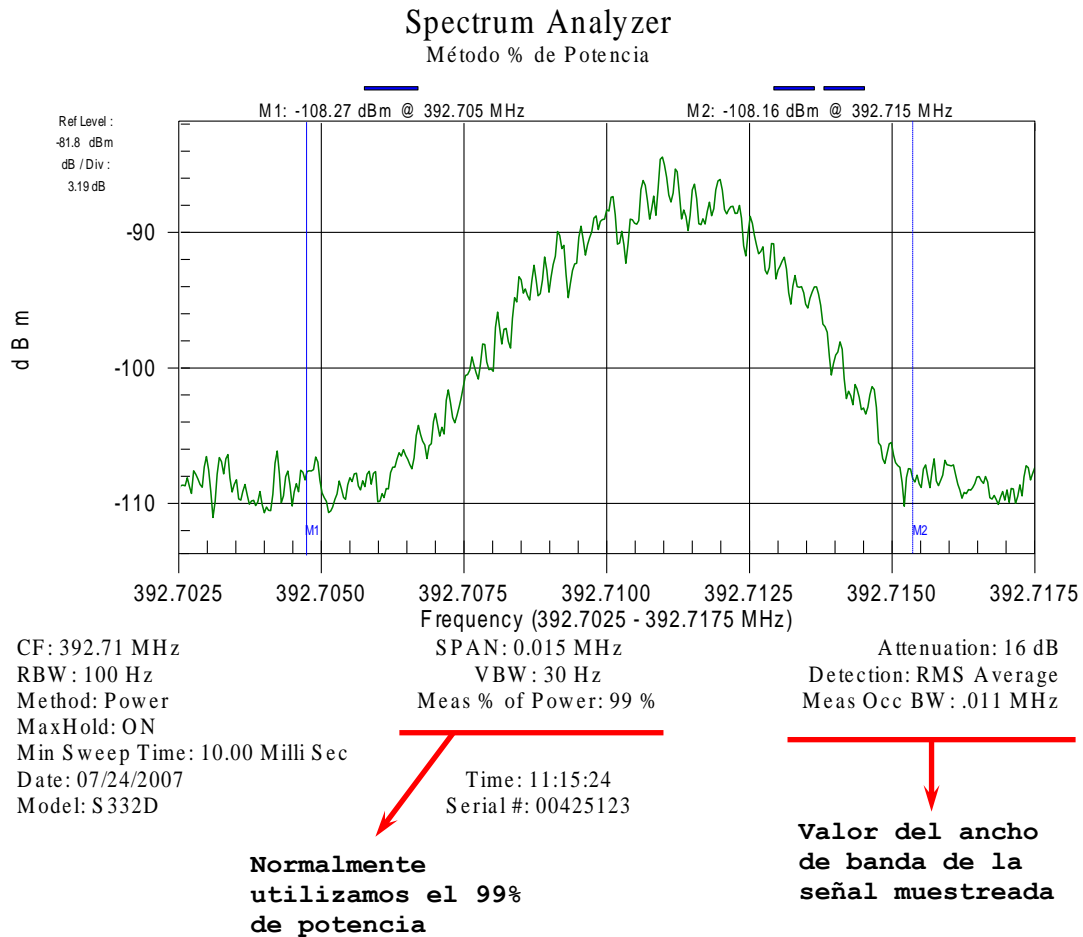
**NOTA:** Para que pueda realizarse la medición de manera correcta, el canal muestreado debe permanecer activo durante todo el tiempo de la prueba.

- c) Seleccione el botón **MEAS/DISP**, elija el menú flotante **MEASURE – OBW**, a continuación elija cualquiera de los dos diferentes métodos de prueba mencionados anteriormente. La elección de estos métodos se realiza a partir de los menús flotantes; para nuestro caso:



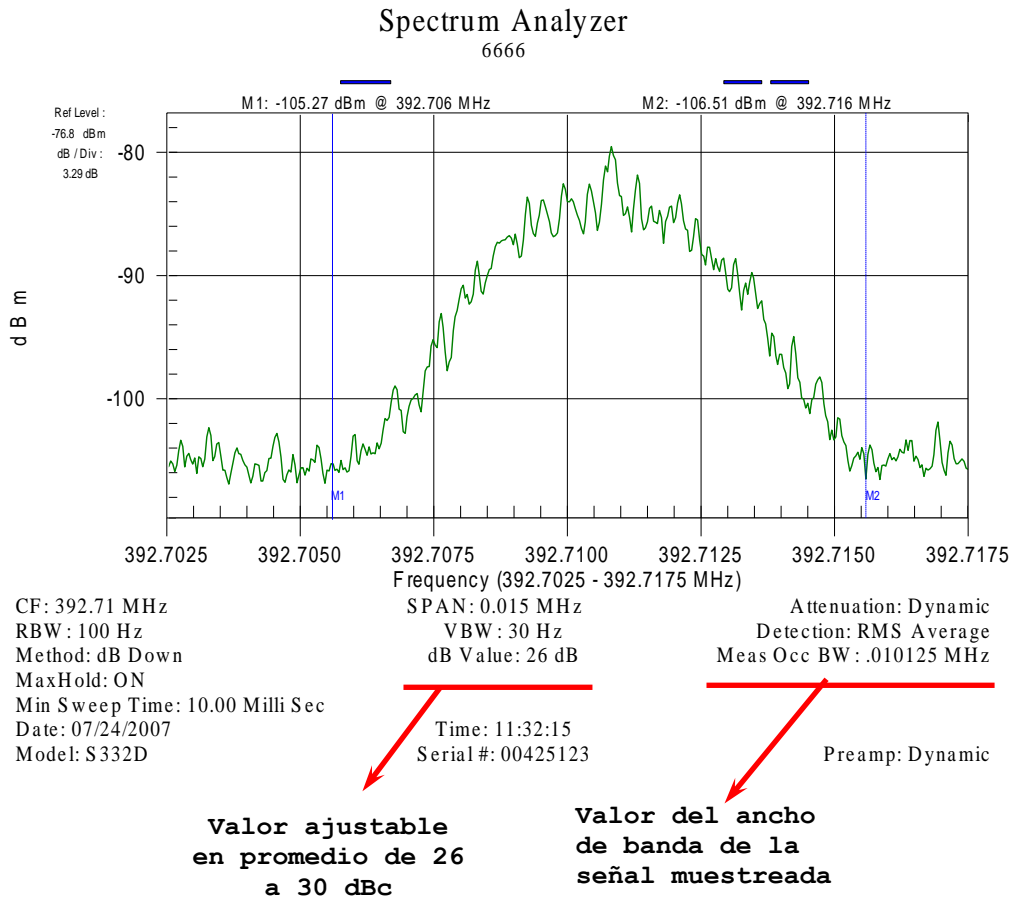
**Método % de Potencia:** El objetivo de esta prueba es medir el ancho de banda a partir de un cierto porcentaje del nivel de potencia, en forma general el porcentaje muestreado es mayor al 99%

La grafica a obtener es la siguiente:



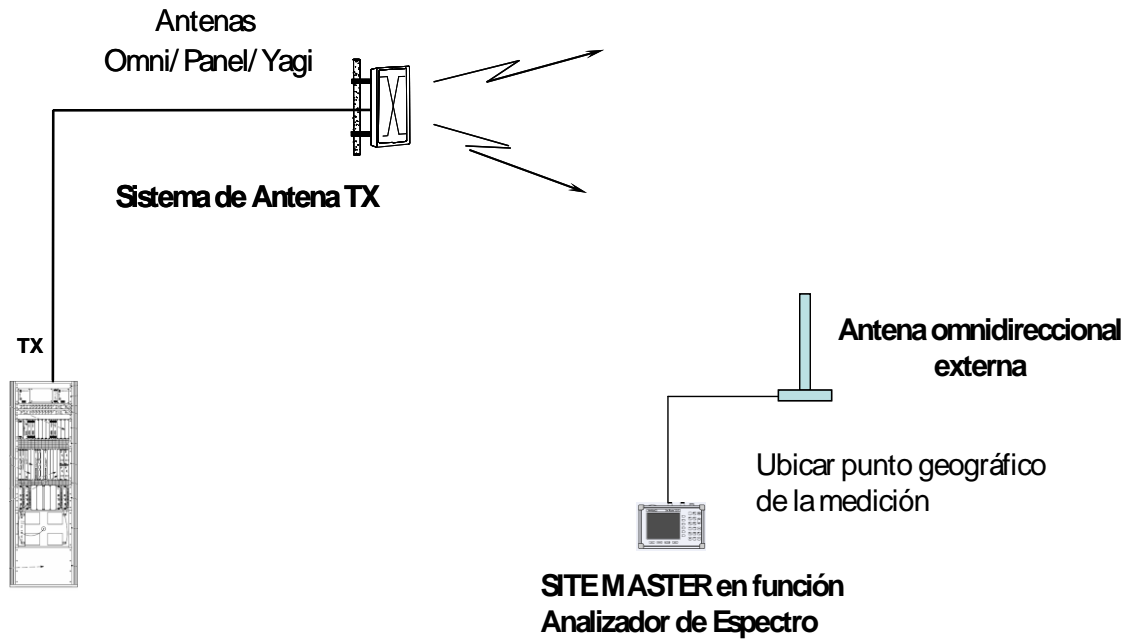
**Método X dB Down:** Este método mide el ancho de banda ocupado por la señal muestreada a partir de un valor de potencia relacionado con la portadora radio (dBc), normalmente el valor dBc empleado para medir el OBW, oscila entre los 26 y 30 dBc; el valor correcto del nivel de potencia (dBc) está ligado al porcentaje de potencia detectado en la señal muestreada; normalmente este porcentaje debe ser de aproximadamente un 99 % o mayor.

El resultado obtenido debe ser el siguiente:



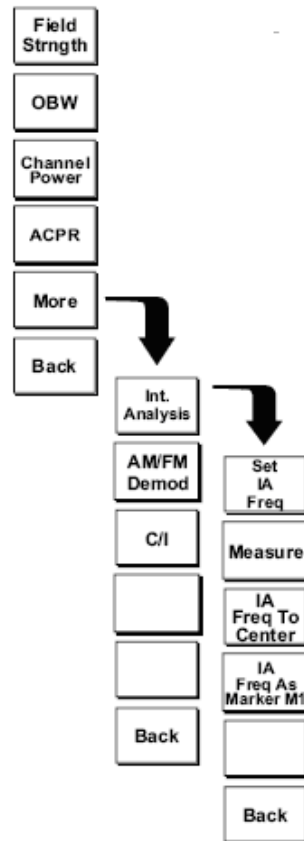
- Medición Interference Analysis

Las interferencias son uno de los problemas más comunes que afectan a la mayoría de los sistemas de radiocomunicación, traduciéndose en problemas de cobertura y capacidad de uso de los canales radio; es por ello que el objetivo de esta prueba es capturar y analizar las señales recibidas a partir de la interfaz aire para con ello estimar el ancho de banda de la señal recibida, la cual es tratada con rigor para analizar posibles señales interferentes. La siguiente imagen muestra las condiciones requeridas para poder llevar a cabo dicha prueba.



FASE DE PRUEBA

- a) Elija la opción **MEAS/DISP – Measure – More – Int. Analysis**, se encontrara con las siguientes opciones del menú flotante:



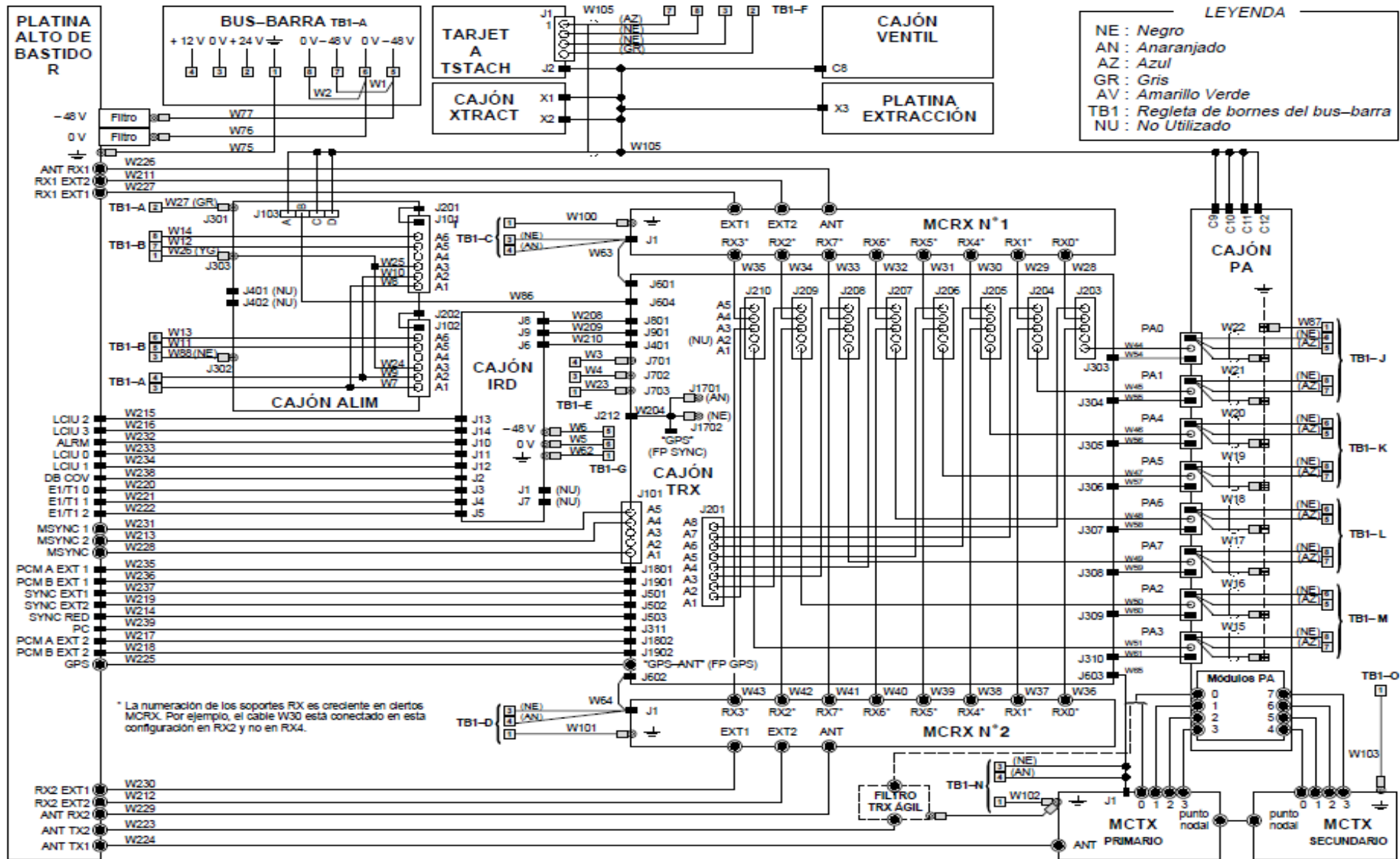
- b) Declare la frecuencia central de la portadora radio en observación; utilice la opción **Set IA Freq**; para nuestro caso en particular la frecuencia bajo análisis es 392.710 MHz
- c) Elija la opción **IA Freq To Center** para asegurar que la frecuencia central declarada en el paso anterior sea la frecuencia correcta a muestrear.
- d) Después de asegurarse que la frecuencia ha sido la adecuada, elegir la opción **Measure**, espere el resultado; registre el valor correspondiente al Est. Bandwidth, este valor será de utilidad para registrar señales interferentes; de ser posible muestre todos y cada uno de los canales radio programados en el sitio

#### **5. Evaluación de la *cobertura radio* del sitio.**

Esta será realizada por medio de un aplicativo y los resultados serán registrados en un formato de imagen en Mapinfo

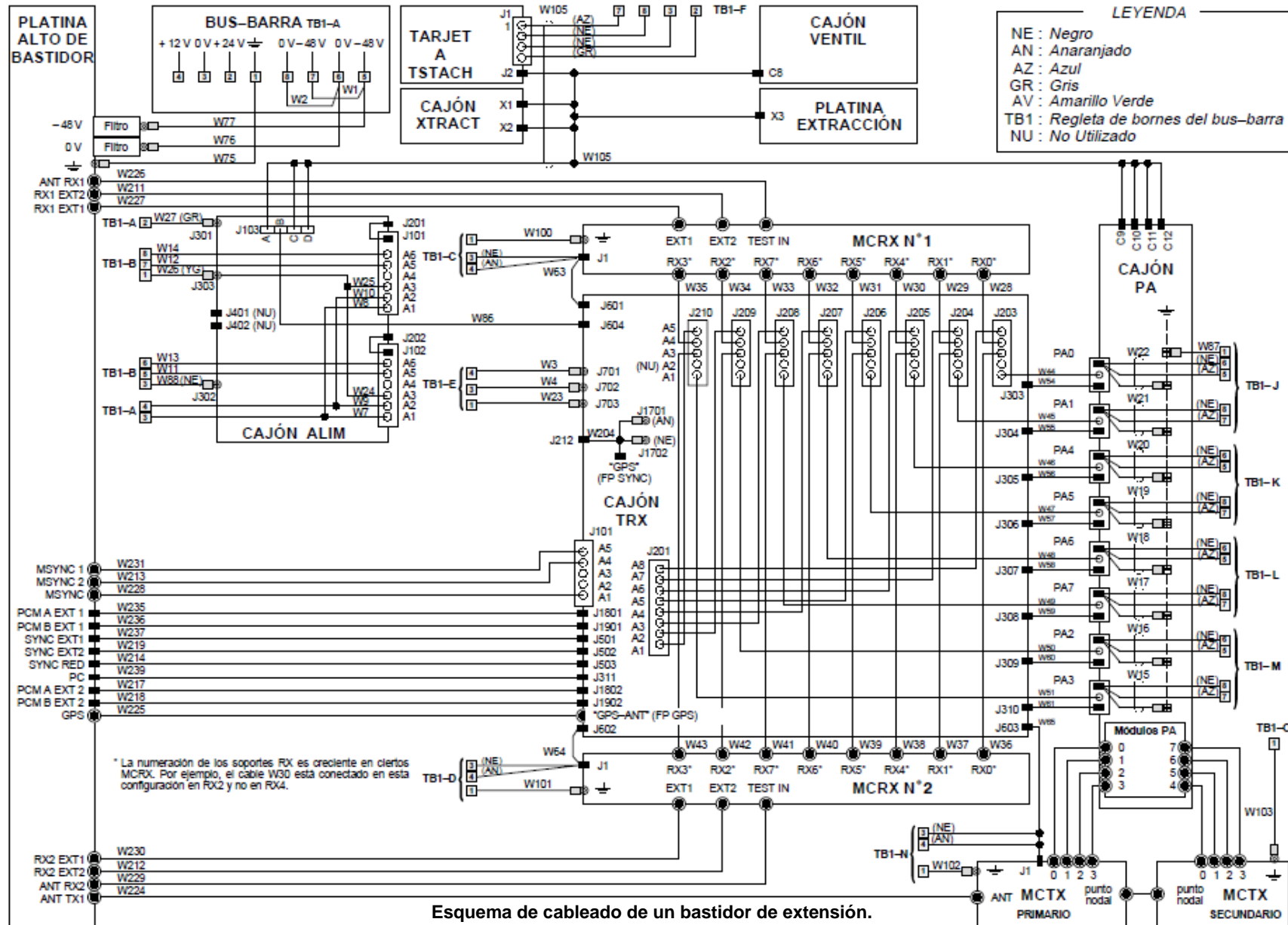
ANEXO 2.

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS.



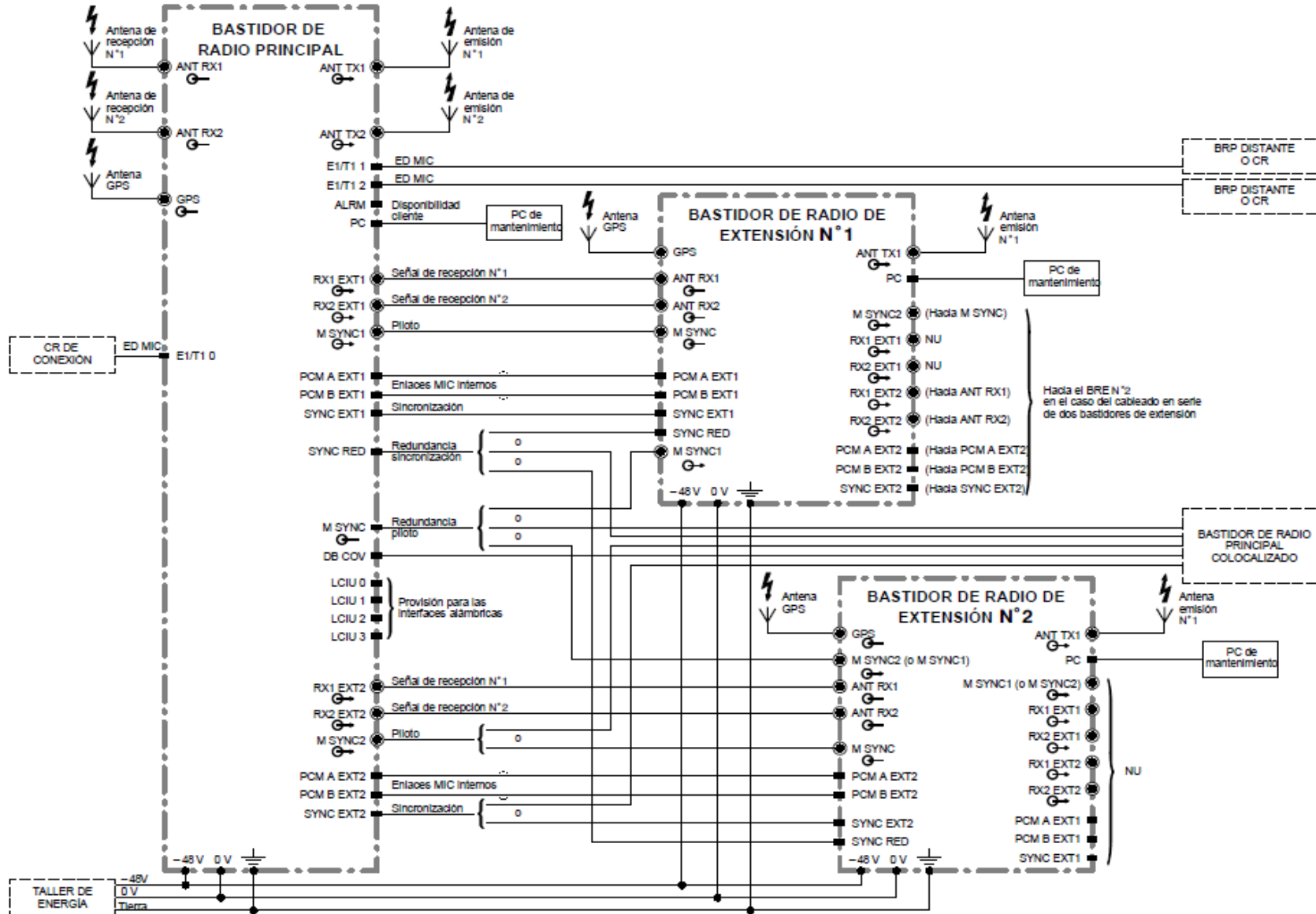
ANEXO 2.

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS.



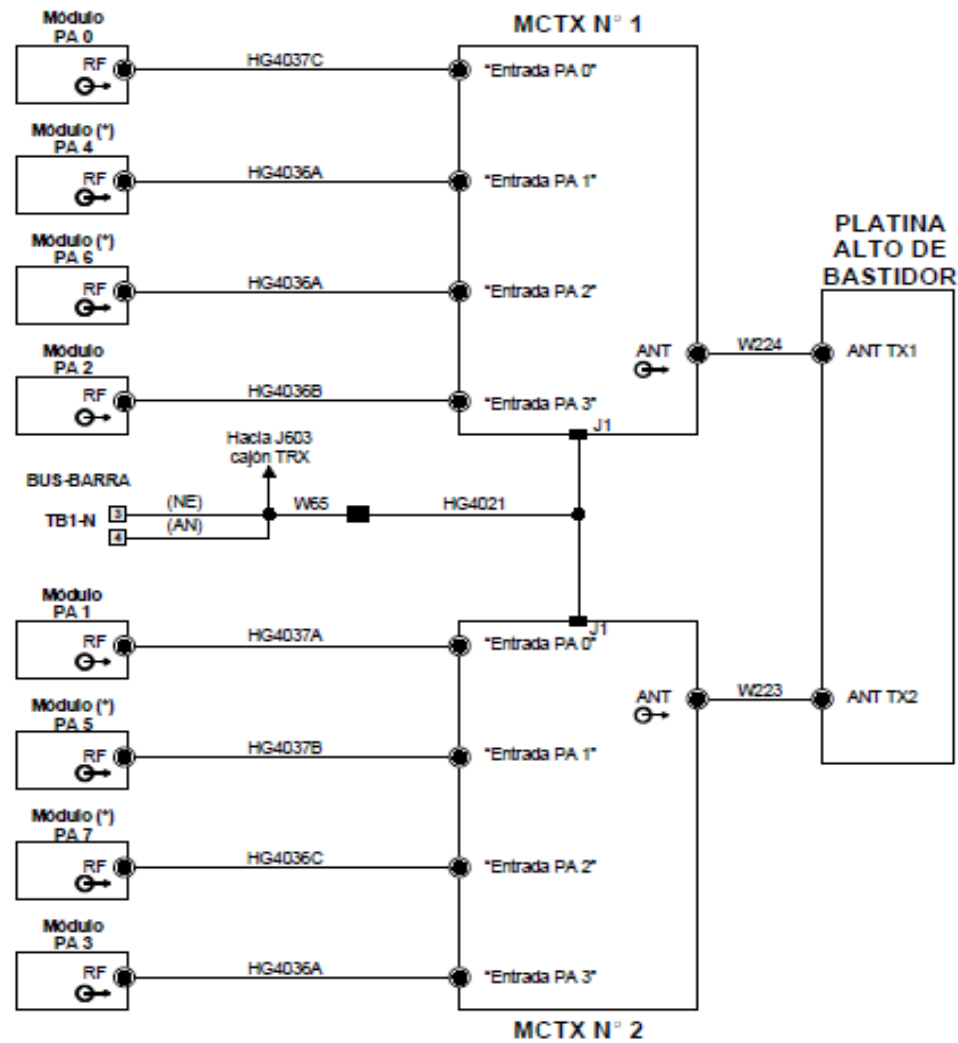
ANEXO 2.

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS.



Esquema de interconexión de un repetidor radio.

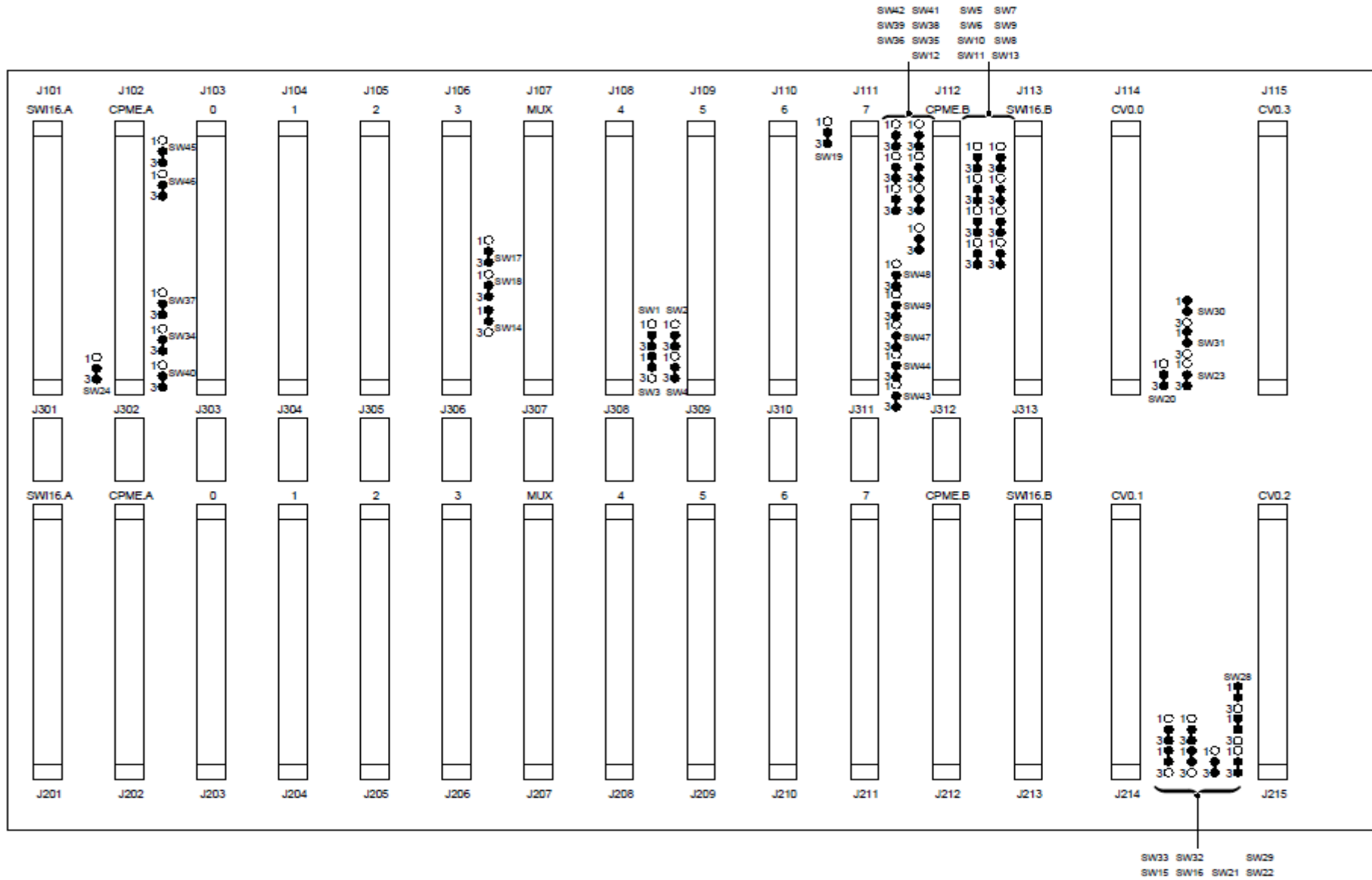




\* En el caso de un bastidor de 4 canales equipado con 2 acopladores de emisión primarios, los módulos PA4 a PA8 están ausentes y los cables PA-acoplador correspondientes están provistos de una carga de 50 W.

ANEXO 2.

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS.



Vista interior del panel trasero del cajón IRD

## **CONCLUSIONES**

En nuestro país las radiocomunicaciones son muy importantes debido a que han tomado una gran relevancia en el área de seguridad nacional, convirtiéndose en una herramienta indispensable para cumplir con las expectativas de los cuerpos de seguridad del país. Para ello es importante contar con equipos y servicios que permitan cubrir las necesidades de comunicación.

Los equipos de radiocomunicación requieren de diversos aspectos para su funcionamiento, tales como monitoreo y mantenimiento. Debido a la trascendencia del uso de los equipos, es altamente recomendable realizar actividades de mantenimiento preventivo y por consiguiente este resta peso al mantenimiento correctivo.

El mantenimiento preventivo de los equipos de radiocomunicación requiere de procedimientos establecidos para poder verificar su buen funcionamiento.

Al realizar el mantenimiento preventivo se debe tener en cuenta los tiempos de corte de servicio, porque al realizarse un corte de servicio los usuarios quedan incomunicados y vulnerables ante cualquier situación adversa y es indispensable restablecer el servicio lo más pronto posible, en algunos casos los usuarios de la radiocomunicación pueden utilizar alguna célula contigua y mantenerse comunicados, sin embargo, esto es poco usual debido a que las células están diseñadas para cubrir determinadas zonas y esto hace que estén distanciadas unas de otras.

Es sumamente necesario considerar que la revisión periódica de algunos elementos para asegurar la disminución de incidentes que puedan detener o degradar el servicio ofrecido por el sistema de radiocomunicación.

Para poder realizar las mediciones necesarias sobre los Transmisores/Receptores se debe utilizar el equipo de medición "Site Master", con el cual se puede realizar un barrido de frecuencias para verificar si hay ruido en las bandas de transmisión, recepción e interbandas, también podemos visualizar la onda portadora de cada canal tanto en transmisión como en recepción y así confirmar su buen funcionamiento del módulo TxRx, con esta herramienta podemos verificar si funciona correctamente los acopladores de recepción los

cuales amplifican y filtran la señal de radio y las distribuye a los módulos TxRx, así conectamos el Site Master en los puntos de prueba de cada módulo.

Para tener un buen ajuste del Módulo Multiacoplador de Transmisión es necesario acoplar los canales de radio a una misma antena, que mediante un tornillo de ajuste se sintoniza de manera adecuada la potencia del amplificador esto se realiza para dar un equilibrio en la salida de potencia del repetidor haciendo que la potencia no este desquilibrada y vaya a tener regresos de energía y dañe lo componentes internos del repetidor.

Con esto termino no sin antes hacer hincapié en la importancia que para un profesionalista de ingeniería tiene la operación y mantenimiento de este equipo, debido a la compleja operación, y en los cuales se pueden poner en práctica los conocimientos obtenidos en la trayectoria académica.

Raúl García

**GLOSARIO.****Aislado RHM**

Estado particular de un RR cuando la ECS está conectada para efectuar tests, cargas de software o configuraciones de parámetros.

**Canal aislado**

Estado en que se encuentra un módulo TRX cuando está desconectado de la IRD. El emisor no está bajo tensión pero la función recepción queda activa.

**Célula cubierta**

Célula radio cuyo canal de control es utilizado por una célula paraguas.

**Célula mono-repetidor**

Célula radio constituida a partir de un solo repetidor radio.

**Célula paraguas**

Célula radio cuyo repetidor radio (o los repetidores radio en el caso de una célula simulcast) se sitúa en el mismo sitio (“colocalizado”) que el (los) repetidor(es) radio de otra célula que lleva entonces el nombre de célula cubierta.

Una célula paraguas no tiene canal de control: utiliza el (los) del o de los (en el caso de una célula simulcast) repetidores radio de las células cubiertas. Una célula paraguas solo tiene canales de tráfico y sólo soporta comunicaciones de grupo.

**Célula radio**

Zona de cobertura radioeléctrica de un repetidor radio (célula monorrepetidor) o de varios repetidores radio (célula simulcast).

**Célula simulcast**

Zona de cobertura de varios repetidores radio, que dependen de un mismo conmutador y que emiten o reciben la misma comunicación (o la misma señalización) en los mismos canales radio.

**Código tarea**

Código que permite identificar una tarea de mantenimiento.

### **Disponibilidad (del repetidor radio)**

C: Equipo en servicio nominal (full mission capable).

D: Modo degradado (partial mission capable).

Uno o varios servicios mayores ya no son realizados por el equipo.

E: Equipo fuera de servicio (no mission capable).

Ninguno de los servicios es realizado por el equipo.

### **Doble cobertura**

Un conjunto de células se encuentra en configuración doble cobertura cuando se asocia este conjunto a una célula paraguas.

### **MDG 3.1**

Estado en que se encuentra una célula cuando está aislada de su conmutador.

### **MDG 3.2**

Estado en que se encuentra un repetidor radio cuando está aislado de la IRD.

### **Nivel de mantenimiento**

#### **Nivel O (Organizativo)**

Este nivel comprende las operaciones de localización de averías y de cambio de subconjuntos defectuosos por usuarios o generalistas mediante herramientas de mantenimiento estándar o de uso simple.














**Ejemplo:** Cambio de una tarjeta en un bastidor.

#### **Nivel I (Intermedio)**

Este nivel comprende las operaciones de localización de averías complejas y de cambio complejas de subconjuntos defectuosos, que son efectuadas al nivel regional por especialistas provistos de herramientas específicas.

**Ejemplo:** Cambio de un cajón en un bastidor.

## SIMBOLOGÍA

	Jumper en posición 2-3
	Microinterruptor en ON
	Tierra
	Conector coaxial
	Carga de 50
	Antena
	Recepción de ondas electromagnéticas
	Emisión de ondas electromagnéticas
	Entrada coaxial
	Salida coaxial
	LED encendido
	LED apagado
	LED parpadearante

**BIBLIOGRAFÍA**

**Electronic Communication Techniques, Prentice-Hall, 1999.**  
**Paul H. Young.**

**Solid State Radio Engineering, Wiley, John & Sons, May**  
**Herbert L. Krauss.**

**Advanced Electronic Communication Systems, Prentice-Hall**  
**Wayne Tomasi.**

**Introduction to Mobile Communications Engineering**  
by Jose M. Hernando and F. Perez-Fontan  
Artech House © 1999 (535 pages)

**Microwave Radio Transmission Design Guide**  
by Trevor Manning  
Artech House © 1999 (231 pages)

**Animated Telecom Dictionary**  
by Lawrence Harte  
APDG Publishing © 2002 (550 pages)

**Manual de Mantenimiento G2**  
**MMOI PS8690CCA01**

<http://www.tetrapol.com/web/homepage.php>

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

[www.eads.com/pmr](http://www.eads.com/pmr)