



B E N E M É R I T A  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

---

---

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ELECTRÓNICA

**“MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO A LOS  
ENLACES DE MICROONDAS DE TELCEL”**

TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**LICENCIADO EN ELECTRÓNICA**

PRESENTA

**RODRIGO GONZÁLEZ MACEDA**

ASESORES

**DRA. LUZ DEL CARMEN GÓMEZ PAVÓN**  
PROFESORA INVESTIGADORA DE LA FCE

**DR. JESÚS MANUEL MUÑOZ PACHECO**  
PROFESOR INVESTIGADOR DE LA FCE

PUEBLA, PUEBLA  
FEBRERO, 2018

# Índice general

<b>1. Introducción a las comunicaciones electrónicas</b>	<b>1</b>
1.1. Sistemas electrónicos de comunicación . . . . .	3
1.2. El espectro electromagnético . . . . .	3
1.3. Frecuencias de transmisión . . . . .	4
1.4. Ancho de banda y capacidad de información . . . . .	7
1.5. Radiocomunicaciones por microondas y ganancia del sistema . . . . .	8
1.6. Ventajas de las radiocomunicaciones por microondas . . . . .	10
1.7. Características de la trayectoria . . . . .	11
1.8. Justificación . . . . .	13
1.9. Objetivos . . . . .	13
<b>2. Componentes de la red TELCEL</b>	<b>15</b>
2.1. Componentes de la red GSM . . . . .	16
2.1.1. SS (Switching System) . . . . .	17
2.1.2. BSS (Base Station System) . . . . .	19
2.1.3. OSS (Operation and Support System) . . . . .	19
2.2. Descripción general de la estación base . . . . .	20
2.3. Enlaces de microondas . . . . .	24
2.4. Enlaces de microondas NEC . . . . .	26
2.5. Configuración del sistema de microondas NEC . . . . .	31

<b>3. Descripción de mantenimiento al enlace de microondas TELCEL</b>	<b>33</b>
3.1. Proceso de mantenimiento preventivo a la planta instalada de enlaces de microondas marca NEC . . . . .	34
3.2. Realizar el proceso de mantenimientos correctivos que se generan durante las tareas de prevención . . . . .	45
3.2.1. Proceso de mantenimiento correctivo . . . . .	45
3.3. Revisar y validar los reportes de mantenimiento preventivo. . . . .	51
3.4. Registrar, dar seguimiento y solucionar problemas potenciales que afectan o puedan afectar el funcionamiento de los enlaces. . . . .	61
3.5. Solucionar problemas detectados y notificados por personal de operación y mantenimiento TELCEL R7. . . . .	64
3.6. Solución a servicios de emergencia notificados por TELCEL R7. . . . .	69
3.7. Actualización de la planta instalada de enlaces de microondas . . . . .	71
<b>4. Conclusiones</b>	<b>73</b>

# Capítulo 1

## Introducción a las comunicaciones electrónicas

El objetivo fundamental de un sistema electrónico de comunicación, es transferir información de un lugar a otro. Por consiguiente, se puede decir que las comunicaciones electrónicas son la transmisión, recepción y procesamiento de información entre dos o más lugares, mediante circuitos electrónicos. La fuente original de información puede estar en forma analógica (continua), como por ejemplo la voz humana o la música, o en forma digital (discreta), como por ejemplo los números codificados binariamente o los códigos alfanuméricos. Sin embargo, todas las formas de información se deben convertir a energía electromagnética antes de ser propagadas a través de un sistema electrónico de comunicaciones.

Samuel Morse desarrolló en 1837 el primer sistema electrónico de comunicaciones. Utilizó la inducción electromagnética para transferir información en forma de puntos, rayas y espacios entre un transmisor y un receptor sencillos, usando una línea de transmisión que consistía en un tramo de conductor metálico. Llamó telégrafo a su invento. En 1876, Alexander Graham Bell y Thomas A. Watson fueron los primeros en transferir en forma exitosa la conversación humana a través de un sistema sencillo de comunicaciones con hilo metálico, al que llamaron teléfono.

Guglielmo Marconi transmitió por primera vez señales de radio, sin hilos, a través de la atmósfera terrestre, en 1894, y Lee DeForest inventó en 1908 el triodo, o válvula al vacío, que permitió contar con el primer método práctico para amplificar las señales eléctricas. La radio comercial, inició en 1920, cuando las estaciones de radio comenzaron a emitir señales de amplitud modulada (AM), y en 1933 el mayor Edwin Howard Armstrong inventó la modulación de frecuencia (FM). La emisión comercial en FM tuvo sus inicios en 1936.

Aunque los conceptos y principios fundamentales de las comunicaciones electrónicas han cambiado poco desde su introducción, los métodos y circuitos con que se realizan han sufrido grandes cambios. En los años recientes, los transistores y los circuitos integrados lineales han simplificado el diseño de los circuitos de comunicación electrónica, permitiendo así la miniaturización, mejor eficiencia y confiabilidad y costos generales menores. En los años recientes ha habido una necesidad abrumadora de comunicación entre cada vez más personas, ésta urgente necesidad ha estimulado un crecimiento gigantesco de la industria de comunicaciones electrónicas. Los sistemas electrónicos modernos de comunicación incluyen los de cable metálico, por microondas y los satelitales, así como los de sistemas de fibra óptica [1].

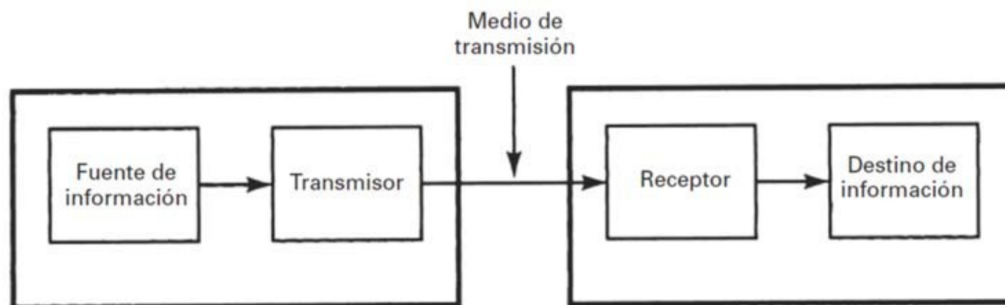


Figura 1.1 Diagrama simplificado de un sistema de comunicación electrónica [1].

## 1.1. Sistemas electrónicos de comunicación

La figura 1.1 muestra un diagrama de bloques simplificado de un sistema electrónico de comunicaciones, que comprende un transmisor, un medio de transmisión y un receptor. Un transmisor es un conjunto de uno o más dispositivos o circuitos electrónicos que convierte la información de la fuente original en una señal que se presta más a su transmisión a través de un determinado medio de transmisión. El medio de transmisión transporta las señales desde el transmisor hasta el receptor, y puede ser tan sencillo con un par de conductores de cobre que propaguen las señales en forma de flujo de corriente eléctrica. También se puede convertir la información a ondas electromagnéticas luminosas, propagarlas a través de cable de cables de fibra óptica, o bien se puede usar el espacio libre para transmitir ondas electromagnéticas de radio, a grandes distancias o sobre terreno donde sea difícil o costoso instalar un cable físico. Un receptor es un conjunto de dispositivos y circuitos electrónicos que acepta del medio de transmisión las señales transmitidas y las reconvierte a su forma original.

## 1.2. El espectro electromagnético

El objetivo de un sistema electrónico de comunicaciones es transferir información entre dos o más lugares, cuyo nombre común es estaciones. Esto se logra convirtiendo la información original a energía electromagnética, para transmitirla a continuación a una o más estaciones receptoras donde se reconvierte a su forma original. La energía electromagnética se puede propagar en forma de voltaje o corriente, a través de un conductor o hilo metálico, o bien en forma de ondas de radio emitidas hacia el espacio libre, o como ondas luminosas a través de un fibra óptica. La energía electromagnética se distribuye en un intervalo casi infinito de frecuencias.

La frecuencia no es más que la cantidad de veces que sucede un movimiento periódico, como puede ser una onda senoidal de voltaje o de corriente, durante un determinado periodo. Cada inversión completa de la onda se llama ciclo. La unidad básica de frecuencia

es el Hertz (Hz), y un Hertz es igual a un ciclo por segundo ( $1\text{Hz} = 1\text{ cps}$ ). En electrónica se acostumbra usar prefijos métricos para representar las grandes frecuencias. Por ejemplo se usa el que kHz (kiloHertz) para indicar miles de Hertz, y el MHz (MegaHertz) para indicar millones de Hertz.

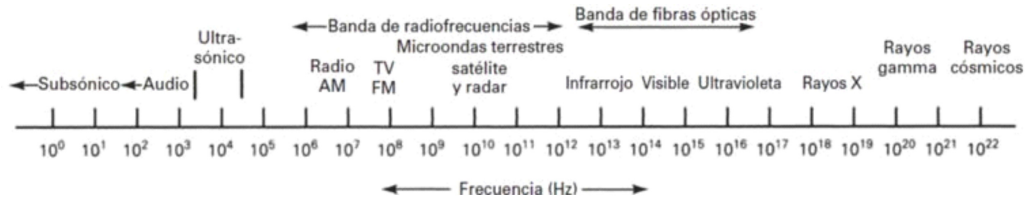


Figura 1.2 Espectro electromagnético de frecuencias [1].

### 1.3. Frecuencias de transmisión

El espectro electromagnético de frecuencias total, donde se muestran los lugares aproximados de diversos servicios, se observa en la figura 1.2. Este espectro de frecuencias va desde las subsónicas (unos pocos hertz) hasta los rayos cósmicos ( $10^{22}\text{Hz}$ ).

El espectro de frecuencias se subdivide en subsecciones o bandas. Cada banda tiene un nombre y sus límites. En los Estados Unidos, las asignaciones de frecuencias para radio propagación en el espacio libre son realizadas por la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC, por sus siglas en ingles). Por ejemplo, la banda de emisión comercial en FM tiene asignadas las frecuencias de 88 MHz a 108 MHz. Las frecuencias exactas asignadas a transmisores específicos que funcionan en las diversas clases de servicio se actualizan y alteran en forma constante, para cumplir con las necesidades de comunicaciones en una nación.

El espectro total útil de radiofrecuencias (RF) se divide en bandas de frecuencias más angostas, a las que se asignan nombres y número descriptivos, y algunas de ellas

se subdividen a su vez en diversos tipos de servicios. Las designaciones de banda según el Comité Consultivo Internacional de Radio (CCIR) se muestran en la tabla 1.1. Éstas designaciones se resumen como sigue

**Frecuencias extremadamente bajas (ELF, de extremely low frequencies).** Son señales en el intervalo de 30 a 300 Hz, y comprenden las señales de distribución eléctrica (60 Hz) y las de telemetría de baja frecuencia.

**Frecuencias de voz (VF, de voice frequencies).** Son señales en el intervalo de 300 a 3000 Hz, e incluyen a las que generalmente se asocian a la voz humana. Los canales telefónicos normales tienen un ancho de banda de 300 a 3000 Hz, y con frecuencia se llaman canales de frecuencia de voz, o canales de banda de voz.

**Frecuencias muy bajas (VLF, de very low frequencies).** Son señales dentro de los límites de 3 a 30 kHz, que comprenden al extremo superior del intervalo audible humano. Las VLF se usan en algunos sistemas especiales, del gobierno y militares, como por ejemplo las comunicaciones con submarinos.

**Frecuencias bajas (LF, de low frequencies).** Son señales en el intervalo de 30 a 300kHz, y se usan principalmente en la navegación marina y aeronáutica.

**Frecuencias intermedias (MF, de medium frequencies).** Son señales de 300 kHz a 3 MHz, y se usan principalmente para emisiones comerciales de radio AM (535 a 1605 kHz).

**Frecuencias altas (HF, de high frequencies).** Señales en el intervalo de 3 a 30 MHz, con frecuencia llamadas ondas cortas. La mayoría de las radiocomunicaciones en dos sentidos usa este intervalo, y la Voz de América y la Radio Europa Libre transmiten en él. También los radio aficionados y la banda civil (CB) usan señales de HF.

**Muy altas frecuencias (VHF, por very high frequencies).** Son señales de 30 a 300 MHz, y se usan en radios móviles, comunicaciones marinas y aeronáuticas, emisión comercial en FM (de 88 a 108 MHz) y en la emisión de televisión, en los canales 2 a 13 (54 a 216 MHz).

**Frecuencias ultra altas(UHF, de ultrahigh frequencies).** Son señales entre los

límites de 300 MHz a 3 GHz, y las usa la emisión comercial de televisión, en los canales 14 a 83, en los servicios móviles de comunicaciones terrestres, teléfonos celulares, algunos sistemas de radar y de navegación, y los sistemas de radio por microondas y por satélite. Hablando con generalidad, se considera que las frecuencias mayores que 1 GHz son de microondas, y eso incluye al extremo superior del intervalo de UHF.

Número de banda	Intervalo de frecuencias*	Designación
2	30 Hz–300 Hz	ELF (frecuencias extremadamente bajas)
3	0.3 kHz–3 kHz	VF (frecuencias de voz)
4	3 kHz–30 kHz	VLF (frecuencias muy bajas)
5	30 kHz–300 kHz	LF (bajas frecuencias)
6	0.3 MHz–3 MHz	MF (frecuencias intermedias)
7	3 MHz–30 MHz	HF (frecuencias altas)
8	30 MHz–300 MHz	VHF (frecuencias muy altas)
9	300 MHz–3 GHz	UHF (frecuencias ultra altas)
10	3 GHz–30 GHz	SHF (frecuencias super altas)
11	30 GHz–300 GHz	EHF (frecuencias extremadamente altas)
12	0.3 THz–3 THz	Luz infrarroja
13	3 THz–30 THz	Luz infrarroja
14	30 THz–300 THz	Luz infrarroja
15	0.3 PHz–3 PHz	Luz visible
16	3 PHz–30 PHz	Luz ultravioleta
17	30 PHz–300 PHz	Rayos X
18	0.3 EHz–3 EHz	Rayos gamma
19	3 EHz–30 EHz	Rayos cósmicos

\* $10^0$ , hertz (Hz);  $10^3$ , kilohertz (kHz);  $10^6$ , megahertz (MHz);  $10^9$  gigahertz (GHz);  $10^{12}$ , terahertz (THz);  $10^{15}$ , petahertz (PHz);  $10^{18}$  exahertz (EHz)

Tabla 1.1 Designaciones de banda CCIR [1].

**Frecuencias super altas (SHF, por superhigh frequencies).** Son señales de 3 a 30 GHz, donde está la mayoría de las frecuencias que se usan en sistemas de radiocomunicaciones por microondas y satelitales.

**Frecuencias extremadamente altas (EHF, de extremely high frequenciestre).**

30 y 300 GHz, y casi no se usan para radiocomunicaciones, a excepción de aplicaciones muy complicadas, costosas y especializadas.

**Infrarrojo.** Las frecuencias del infrarrojo son señales de 0.3 a 300 THz no se les considera como ondas de radio. Infrarrojo indica una radiación electromagnética que en general se asocia con el calor. Las señales infrarrojas se usan en sistemas de guía de proyectiles con blancos térmicos, o con la fotografía electrónica y la astronomía.

**Luz visible.** En la luz visible se incluyen las frecuencias electromagnéticas captadas por el ojo humano (0.3 a 3 PHz). Las comunicaciones con ondas luminosas se usan en los sistemas de fibra óptica, que en los últimos años han llegado a ser un medio principal de transmisión en los sistemas electrónicos de comunicaciones.

**Rayos ultravioleta, rayos X, rayos gamma y rayos cósmicos.** Tienen poca aplicación en las comunicaciones electrónicas y en consecuencia no se describirán.

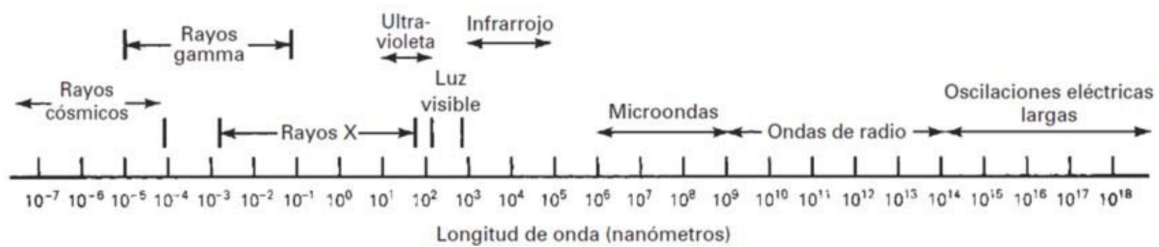


Figura 1.3 Espectro electromagnético de longitudes de onda [1].

En la figura 1.3 se ve el espectro de longitudes de ondas electromagnéticas donde se indican los diversos servicios con sus bandas.

## 1.4. Ancho de banda y capacidad de información

Las dos limitaciones más importantes en el funcionamiento de un sistema de comunicaciones son el ruido y el ancho de banda. El ruido se describirá más adelante en este capítulo. El ancho de banda de una señal de información no es más que la diferencia entre las frecuencias máxima y mínima contenidas en la información, y el ancho de banda

de un canal de comunicaciones es la diferencia entre las frecuencias máxima y mínima que pueden pasar por el canal (es decir, son su banda de paso). El ancho de banda de un canal de comunicaciones debe ser suficientemente grande (ancho) para pasar todas las frecuencias importantes de la información. En otras palabras, el ancho de banda del canal de comunicaciones debe ser igual o mayor que el ancho de banda de la información. Por ejemplo, las frecuencias de voz contienen señales de 300 a 3000 Hz. Por consiguiente, un canal para frecuencias de voz debe tener una amplitud igual o mayor que 2700 Hz (3000Hz - 300 Hz). Si un sistema de transmisión de televisión por cable tiene una banda de paso de 500 a 5000kHz, su amplitud de banda es 4500kHz.

## **1.5. Radiocomunicaciones por microondas y ganancia del sistema**

Se suelen describir las microondas como ondas electromagnéticas cuyas frecuencias van desde unos 500 MHz hasta 300 GHz o más. Por consiguiente, las señales de microondas, a causa de sus altas frecuencias inherentes, tienen longitudes de onda relativamente cortas, de ahí el nombre *microondas*. Por ejemplo, la longitud de onda de una señal de microondas de 100 GHz es de 0.3 cm, mientras que una señal de 100 MHz, como las de la banda comercial de FM, tiene una longitud de 3 m. Las longitudes de las frecuencias de microondas van de 1 a 60 cm, un poco mayores que la energía infrarroja. La tabla 1.2 es una lista de algunas asignaciones de servicios de las bandas de radiofrecuencia en microondas disponibles en los Estados Unidos. Para la operación dúplex (en dos sentidos) que se requiere en general en los sistemas de comunicaciones por microondas, cada banda de frecuencias se divide a la mitad, y la mitad inferior se llama banda baja y la superior es la banda de alta o en la alta, mientras que los receptores funcionan en la otra.

La gran mayoría de los sistemas de comunicaciones establecidos desde mediados de la década de 1980 es de naturaleza digital y por consiguiente transporta información en forma digital. Sin embargo, los sistemas terrestres (basados en la Tierra) de radio repetidoras

de microondas que usan portadoras moduladas en frecuencia (FM) o moduladas digitalmente (PSK o QAM) siguen constituyendo 35 % del total de los circuitos de transporte de información en Estados Unidos. Hay muchos tipos distintos de sistemas de microondas funcionando a distancias que varían de 15 a 4000 millas. Los sistemas de microondas de servicio intraestatal o alimentador se consideran en general de corto alcance, porque se usan para llevar información a distancias relativamente cortas, por ejemplo, entre ciudades de un mismo estado. Los sistemas de microondas de largo alcance son los que se usan para llevar información a distancias relativamente largas, por ejemplo, en aplicaciones de ruta interestatal y de red primaria. Las capacidades de los sistemas de radio de microondas van de desde menos de 12 canales de banda de voz hasta más de 22,000. Los primeros sistemas tenían circuitos de banda de voz multiplexados por división de frecuencia, y usaban técnicas convencionales, de modulación en frecuencia no coherentes. Los más modernos tienen circuitos de banda de voz modulados por codificación de pulsos y multiplexados por división de tiempo; usan técnicas de modulación digital más modernas, como la modulación por conmutación de fase (PSK) o por amplitud en cuadratura (QAM).

Servicio	Frecuencia (MHz)	Banda
Militar	1710–1850	L
Operación fija	1850–1990	L
Enlace de transmisor de estudio	1990–2110	L
Portadora común	2110–2130	S
Operación fija	2130–2150	S
Portadora operacional	2160–2180	S
Operación fija	2180–2200	S
Operación fija de televisión	2500–2690	S
Portadora común y enlace satelital descendente	3700–4200	S
Militar	4400–4990	C
Militar	5250–5350	C
Portadora común y enlace ascendente	5925–6425	C
Operación fija	6575–6875	C
Enlace de transmisor de estudio	6875–7125	C
Portadora común y enlace satelital descendente	7250–7750	C
Portadora común y enlace satelital ascendente	7900–8400	X
Portadora común	10700–11700	X
Operación fija	12200–12700	X
Enlace de estudio de televisión por cable (CATV)	12700–12950	Ku
Enlace de transmisor de estudio	12950–13200	Ku
Militar	14400–15250	Ka
Portadora común	17700–19300	Ka
Enlace satelital ascendente	26000–32000	K
Enlace satelital descendente	39000–42000	Q
Enlace satelital cruzado	50000–51000	V
Enlace satelital cruzado	54000–62000	V

Tabla 1.2 Asignaciones de radiofrecuencias de microondas [1].

## 1.6. Ventajas de las radiocomunicaciones por microondas

Los radio de microondas propagan señales a través de la atmósfera terrestre, entre transmisores y receptores que con frecuencia están en la punta de torres de distancias de 24 a 48 Km. Así, los sistemas de radio de microondas tienen la ventaja obvia de contar con capacidad de llevar miles de canales individuales de información entre dos puntos, sin necesidad de instalaciones físicas, como cables coaxiales o fibras ópticas. Además, las ondas de radio se adaptan mejor para salvar grandes extensiones de agua, montañas altas o terrenos muy boscosos que constituyen formidables barreras para los sistemas de cable.

Entre las ventajas del radio de microondas están las siguientes:

1. Los sistemas de radio no necesitan adquisiciones de derecho de vía entre estaciones.
2. Cada estación requiere la compra o alquiler de sólo una pequeña extensión de terreno.
3. Por sus grandes frecuencias de operación, los sistemas de radio de microondas pueden llevar grandes cantidades de información.
4. Las frecuencias altas equivalen a longitudes cortas de onda, que requieren antenas relativamente pequeñas.
5. Las señales de radio se propagan con más facilidad en torno a obstáculos físicos, por ejemplo, a través del agua o las montañas altas.
6. Para la amplificación se requieren menos repetidoras.
7. Las distancias entre los centros de conmutación son menores.
8. Se reducen al mínimo las instalaciones subterráneas.
9. Se introducen tiempos mínimos de retardo.
10. Entre los canales de voz existe un mínimo de diafonía.
11. Son factores importantes la mayor fiabilidad y menor mantenimiento.

## **1.7. Características de la trayectoria**

Las trayectorias de propagación normales entre dos antenas de radio en un sistema de microondas se ven en la figura 1.4. La trayectoria en espacio libre es la trayectoria de línea de vista, directamente entre las antenas transmisora y receptora (también se llama onda directa). La onda reflejada en tierra es la porción de la señal transmitida que se refleja en la superficie terrestre y la captura la antena receptora. La onda superficial consiste en los campos eléctrico y magnético asociados con las corrientes inducidas en la superficie terrestre. La magnitud de la onda superficial depende de las características de la superficie terrestre y de la polarización electromagnética de la onda. La suma de esas tres trayectorias, tomando en cuenta su amplitud y su fase, se llama onda terrestre. La

onda reflejada u onda celeste es la parte de la señal transmitida que regresa (se refleja) hacia la superficie terrestre, debido a las capas ionizadas de la atmósfera terrestre.

Todas las trayectorias de la figura 1.4 existen en cualquier sistema de radio de microondas, pero algunas son despreciables en ciertos intervalos de frecuencia. En frecuencias menores que 1.5 MHz, la onda superficial proporciona la cobertura primaria, y la onda celeste contribuye a aumentar esta cobertura por las noches, cuando es mínima la absorción de la ionosfera. En frecuencias mayores que unos 30 a 50 MHz, por lo general las trayectorias de importancia son las de espacio libre y de reflejo en tierra. A esas frecuencias también se puede despreciar la onda superficial, siempre y cuando las alturas de las antenas no sean muy pequeñas. La onda reflejada es sólo una fuente de interferencia ocasional de larga distancia, y no es una señal confiable para fines de comunicaciones por microondas [1].

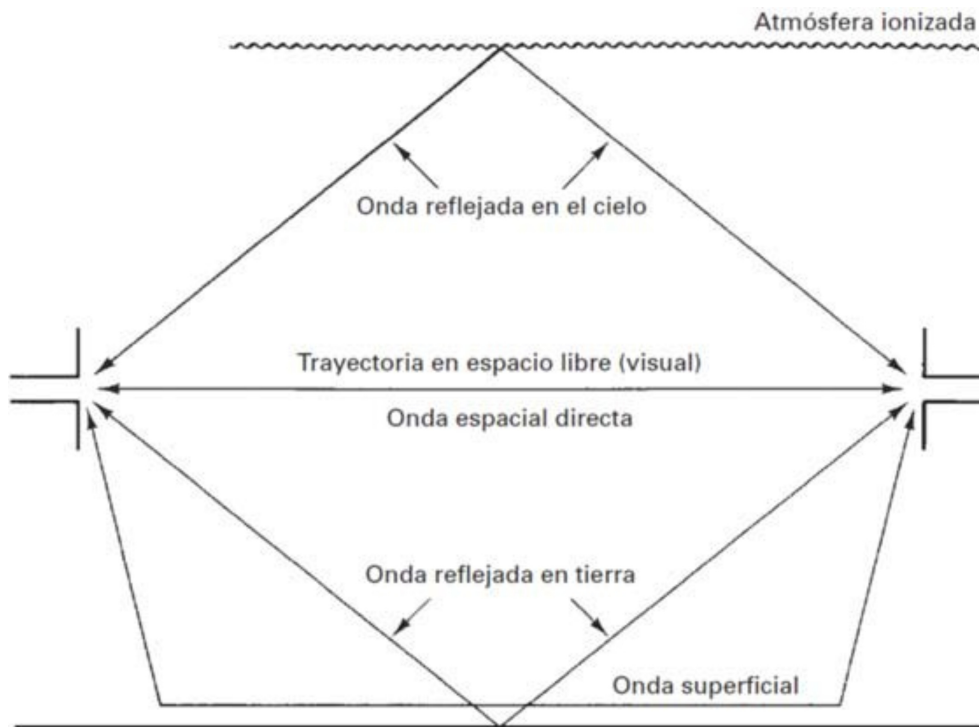


Figura 1.4 Trayectorias de propagación [1].

## **1.8. Justificación**

NEC de México tiene como misión principal proveer servicios de telecomunicaciones a los diferentes operadores de telefonía celular del país de manera eficiente, mediante la integración de enlaces de microondas PDH con la finalidad de formar la red de transporte para voz, datos de cada operador con equipo propiamente NEC, garantizando la disponibilidad anual del medio.

Actualmente NEC cuenta con una planta instalada de 780 enlaces en la región 7 de TELCEL, considerando la extensión de dicha planta, se incrementa la posibilidad de falla en el enlace. Tales fallas no son propiamente del equipo, ya que los factores que comúnmente originan la afectación del enlace son externos al desempeño del equipo, los factores a considerar como puntos de falla en el medio son mala instalación del equipo, daños por vandalismo, descargas eléctricas atmosféricas, mala operación del equipo o en términos generales, así mismo una falla catalogada como emergencias juega un papel muy importante, ya que es un problema que no se puede prever o corregir con anticipación y por tal situación es necesario tratarlo de manera particular. Para evitar los puntos de falla antes mencionados es necesario generar rondas de mantenimientos preventivos y correctivos, dichos mantenimientos tienen la finalidad de mantener en óptimas condiciones la red de transporte de TELCEL para evitar la afectación de sus servicios y como consecuencia, dejar incomunicado al usuario final del cliente, así como cumplir con la disponibilidad anual solicitada por TELCEL.

## **1.9. Objetivos**

### **Objetivo General**

Descripción de mantenimiento preventivo y correctivo a enlaces de microondas marca NEC instalados en región 7 de TELCEL.

### **Objetivos Específicos**

1. Implementar el proceso mantenimiento preventivo a la planta instalada de enlaces de

microondas marca NEC.

2. Revisar y validar los reportes de mantenimiento preventivo.
3. Llevar a cabo el proceso de mantenimientos correctivos que se generen durante las tareas de prevención.
4. Registrar, dar seguimiento y solucionar problemas potenciales que afectan o puedan afectar el funcionamiento de los enlaces.
5. Solucionar problemas detectados y notificados por personal de O&M TELCEL R7.
6. Solucionar servicios de emergencia notificados por personal de O&M TELCEL R7.
7. Actualizar la planta instalada de enlaces de microondas en TELCEL R7.

# Capítulo 2

## Componentes de la red TELCEL

En este capítulo se contemplan los elementos que conforman una red. La figura 2.1 muestra la arquitectura de una red de telefonía celular, en particular se hablará de la red de telefonía celular GSM.

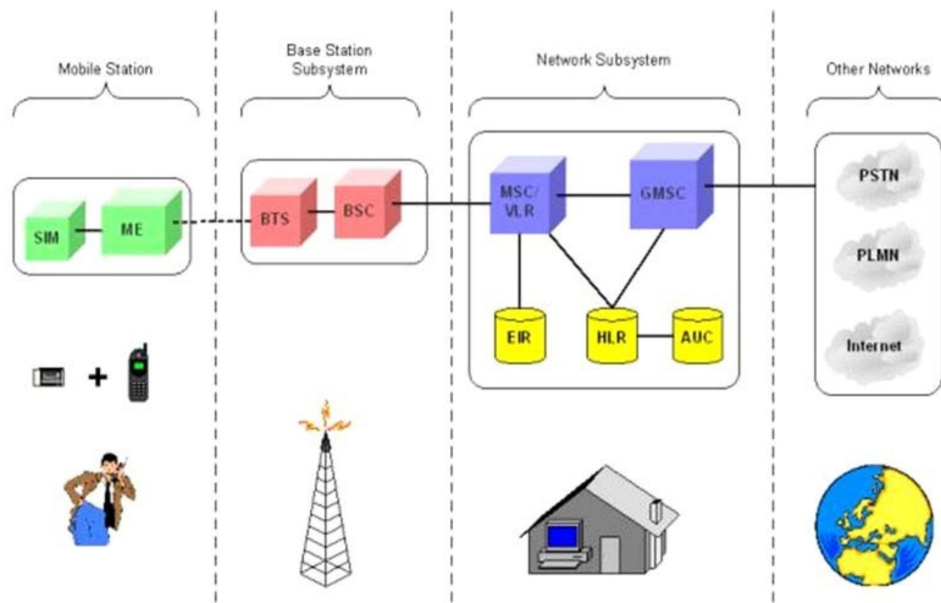


Figura 2.1 Arquitectura de una red celular.

## 2.1. Componentes de la red GSM

La red o sistema GSM está basado en la división de tiempo, en donde un canal físico es caracterizado por una portadora a la misma frecuencia con un espacio de tiempo (time slot), las frecuencias en las que opera la red GSM son 900 y 1800 MHz.

La red GSM está formada por tres subsistemas: SS (Switching System) quien procesa el desarrollo de la llamada y funciones relacionadas con el usuario, la BSS (Base Station System) que es la encargada de realizar todas las funciones relacionadas con radio y el Sistema de Operación y Soporte (Operation and Support System, OSS). La figura 2.2 muestra el diagrama a bloques de los elementos que conforman la red GSM [6].

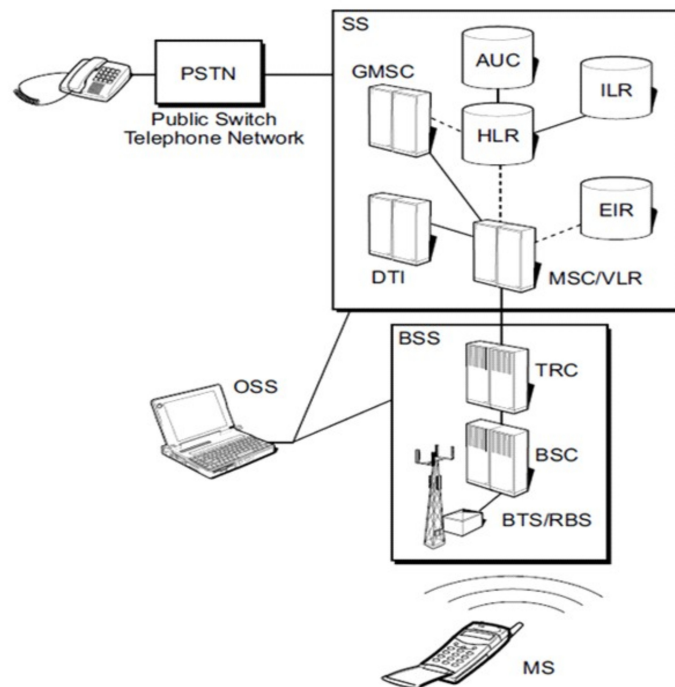


Figura 2.2 Elementos de la red GSM.

Para poder realizar una llamada celular, necesitamos de un dispositivo móvil (MS) el cual estará en constante comunicación (TX, RX) con la BSS, cuando hay comunicación entre la BSS y el móvil se inicia el proceso de digitalización de la señal recibida, siendo la

BTS/RBS el primer elemento en procesar la información enviada por el móvil, una vez que ha sido procesada la información se transporta por medio de enlaces de microondas PDH hacia la BSC, en donde se realizará el control y administración de los enlaces que integran un nodo de BTS, finalmente, la información pasa a la TRC (Transcoder Controller), la cual también se encarga de administrar los enlaces de transmisión entre el MSC y los BSC, por último la información se procesa en el sistema de conmutación en donde se realizan tareas de administración, supervisión y monitoreo de todos los usuarios que están en la red.

A continuación se describe cada uno de los elementos que conforman a los subsistemas de la red GSM.

### **2.1.1. SS (Switching System)**

El Sistema de Conmutación consta de los siguientes elementos:

#### **MSC (Mobile Services Switching Centre)**

El Centro de Conmutación de Servicios Móviles se encarga de la conmutación telefónica del sistema, controla las llamadas entre un teléfono y otro así como la información del sistema, y otras funciones tales como la interface de la red y la señalización de canal de servicio en específico.

#### **GMSC (Gateway MSC)**

La MSC es un nodo o concentrador que interconecta dos o más redes, como pueden ser la Red de Telefonía Pública Conmutada (PSTN) o la Red Digital de Servicios Integrados (ISDN).

#### **HLR (Home Location Register)**

El Registro de Ubicación Local es una base de datos que es utilizado para el almacenamiento y administración de los usuarios, contiene información como el perfil de servicio

de un suscriptor, ubicación y detalle de sus últimas actividades (llamadas realizadas, llamadas recibidas, almacenamiento de nuevos contactos, etc).

### **VLR (Visitor Location Register)**

El Registro de Ubicación de Visitantes es una base de datos que contiene información de los usuarios de manera temporal, lo cual es requerido por la MSC para dar servicio a cualquier suscriptor visitante. Cuando un celular ingresa a una nueva área MSC (roaming), el VLR mediante MSC solicita información acerca de la nueva estación móvil desde el HLR.

### **AUC (Authentication Centre)**

El Centro de Autenticación proporciona los parámetros de autenticación y encriptación para identificar al usuario y aseguran la confidencialidad de cada llamada.

### **EIR (Equipment Identity Register)**

El Registro de Identidad del Equipo es una base de datos en donde se encuentra información acerca del móvil.

### **DTI (Data Transmission Interworking Unit)**

La Unidad de Interconexión de Transmisión de Datos se conforma por software y hardware y es el lazo hacia otras redes de comunicación de datos y permite transmitir voz y datos durante la misma llamada del usuario.

### **ILR (Interworking Location Register)**

El Registro de Ubicación de Interconexiones permite la conmutación de celdas (roaming) entre la red AMPS (Advanced Mobile Phone System, conocido como 1G) y la red GSM 1900.

### **2.1.2. BSS (Base Station System)**

El Sistema de Estación Base se compone de los siguientes elementos:

#### **TRC (Transcoder Controller)**

El Controlador Transcodificador suministra la tasa de adaptación de capacidades a la BSS. El TRC disminuye la tasa de bits por canal de 64 Kbits/s a 16 Kbits/s, según sea requerido.

#### **BSC (Base Station Controller)**

El Controlador de Estación Base contiene todas las funciones de control y los enlaces físicos (microondas) entre el MSC y las BTS/RBS. Es un conmutador de alta capacidad que soporta funciones como: handover, datos de configuración de la celda así como el control del nivel de potencia de radio frecuencia en las BTS's. Un grupo de BSC's son administrados por el MSC.

#### **BTS (Base Transceiver Station)**

La Estación Base Transceptora proporciona la interface para tener comunicación con la estación móvil (equipo celular) mediante equipamiento de radio (transceptores y antenas).

### **2.1.3. OSS (Operation and Support System)**

El Sistema de Operación y Soporte es la parte funcional donde el operador de red controla y monitorea el sistema. Contiene dos niveles de función de administración: el Centro de Administración de Red (NMC, Network Management Center) y los Centros de Operación y Mantenimiento (OMC, Operation and Maintenance Centers). El personal de NMC se encarga de los asuntos de los grandes sistemas, mientras que el personal OMC se localiza en cada región y se encarga de los problemas locales.

La función principal del OSS es mantener estables y en óptimas condiciones los servicios de la red, mediante tareas continuas de prevención y corrección a cada elemento que conforma la red.

## **2.2. Descripción general de la estación base**

La BTS es el elemento principal que interactúa con el enlace de microondas, la figura 2.3 muestra la estructura general y el flujo de la señal con un TRX (Transmission/Reception Unit ) de una BTS, siendo el TRX el elemento principal que se encarga del procesamiento de la señal recibida por el móvil. La red de TELCEL GSM900 trabaja de 890 MHz a 915 MHz para el enlace de móvil a BTS (uplink) y de 935 MHz a 960 MHz para el enlace de BTS a móvil (downlink), para GSM1800 trabaja de 1850 MHz a 1910 MHz para uplink y de 1930 MHz a 1990 MHz para downlink, dicho enlace emplea una combinación FDMA (Frequency Division Multiple Access) TDMA (Time Division Multiple Access) como técnica de acceso múltiple para proveer a las BTS acceso simultáneo a varios móviles, las bandas disponibles se dividen en canales de 200KHz y estos son compartidos por 8 usuarios, cada usuario ocupa una ranura de tiempo por medio de TDMA. La tasa de transmisión en ambas direcciones es de 270.833kbps para todo el canal y de 33.854125Kbps para cada usuario, esto se realiza por medio de modulación GSMK (Gaussian minimum Shift Keying) [2,3].

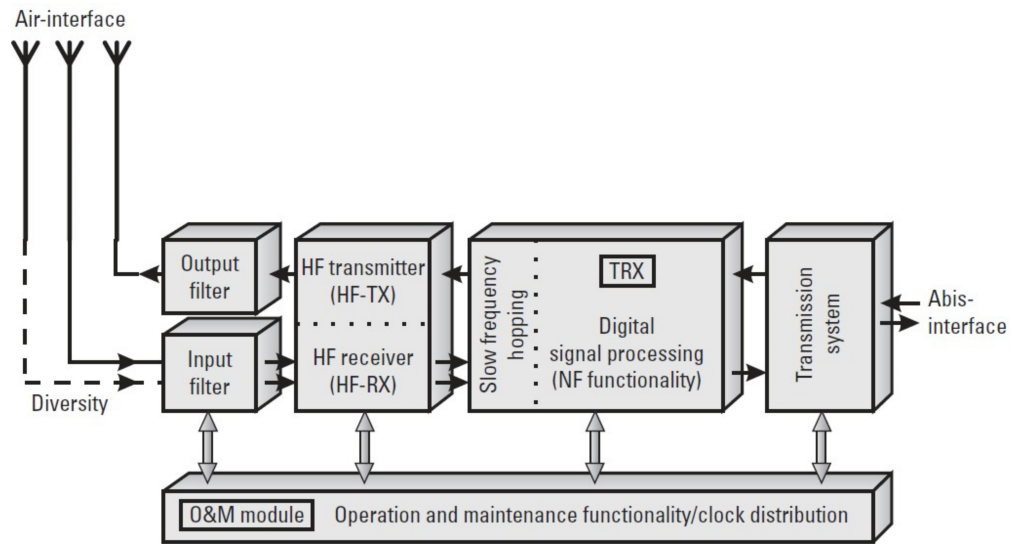


Figura 2.3 Diagrama a bloques de una BTS con un TRX [4].

Actualmente en la RED GSM de TELCEL se encuentra instalada la BTS modelo 2106 marca ERICSSON mostrada en la figura 2.4 [4].

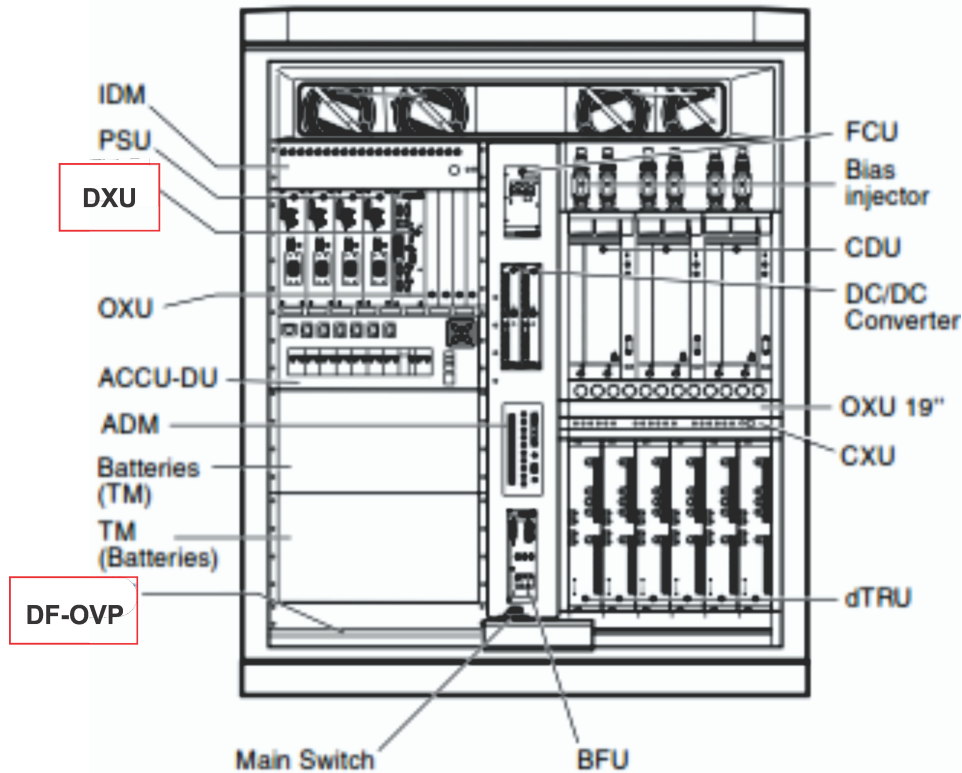


Figura 2.4 BTS 2106 [4].

A continuación se describen las unidades que conforman la BTS.

**ACCU (AC Connection Unit)**, distribuye la corriente alterna hacia las fuentes de alimentación y a la unidad del clima.

**BFU (Battery Fuse Unit)**, supervisa la conexión o la desconexión de las baterías. Unidad de Clima, mantiene la temperatura interna de la BTS.

**CDU (Combining and Distribution Unit)**, es la unidad de combinación y distribución entre los transmisores-receptores.

**CXU (Configuration Switch Unit)**, la función de la unidad de interruptores es conectar el CDU y el TRU.

**DXU (Distribution Switch Unit)**, es la unidad central de procesamiento para el BTS/RB.

**dTRU(Double Transceiver Unit)**, la unidad doble de transmisor-receptor contiene

dos TRX para la transmisión y la recepción de dos portadores de radio

**FCU (Fan Control Unit)**, supervisa los sensores de temperatura.

**IDM (Internal Distribution Module)**, el modulo de distribución interna es un panel de distribución a +24 V hacia varias unidades.

**PSU (Power Supply Unit)**, la fuente de alimentación convierte el voltaje entrada a voltaje regulado +24VDC.

Los elementos más importantes para procesar la información en la BTS son mediante la DXU y el DF-OVP, encerrados en los cuadros rojos de la figura 2.4, a través de los cuales es enviada la información para ser entregada por medio de la interfaz de transporte a la red como E1 (señal de 2.048 Mbps formado por 32 canales servicio a 64kbs) con sincronización PCM (Pulse Code Modulation). La figura 2.5 muestra la conexión de la DXU con el OVP.

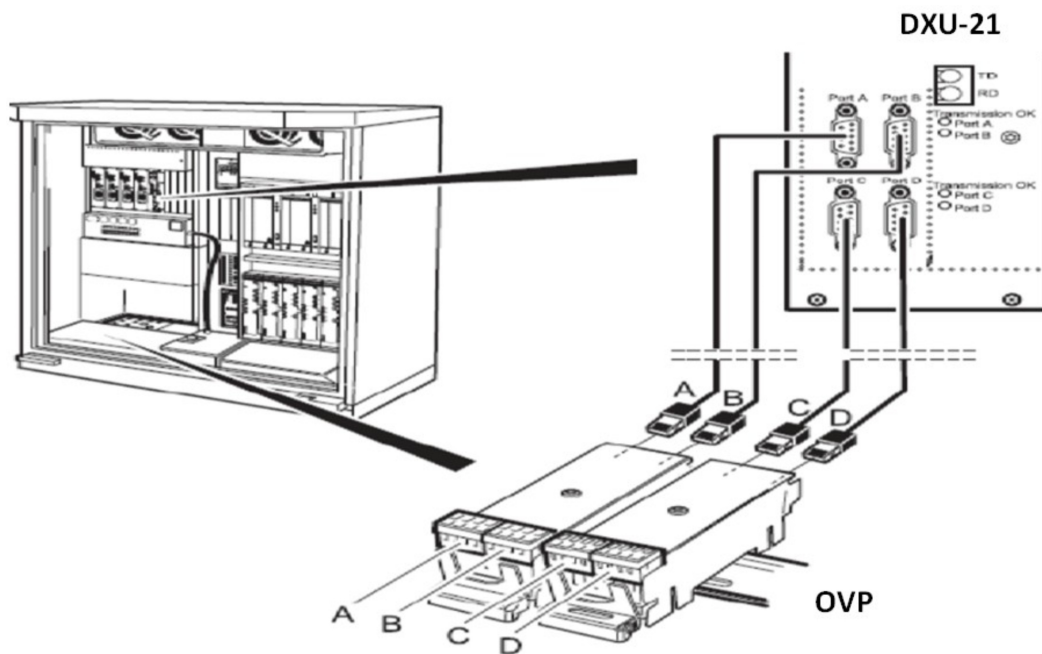


Figura 2.5 Conexión DXU con el OVP [4].

Como el DF/OVP aparte de ser un medio de protección y al mismo tiempo de dis-

tribución, nos servirá para distribuir E1, los cuales son entregados en conectores BNC macho a 75 Ohms hacia el enlace de microondas para ser transportados hacia la BSC. La figura 2.6 muestra el detalle DF/OVP y la forma de conexión del E1. Una vez procesada la señal recibida por la BTS se transportará como señal E1 a través del enlace de microondas como se describe a continuación.

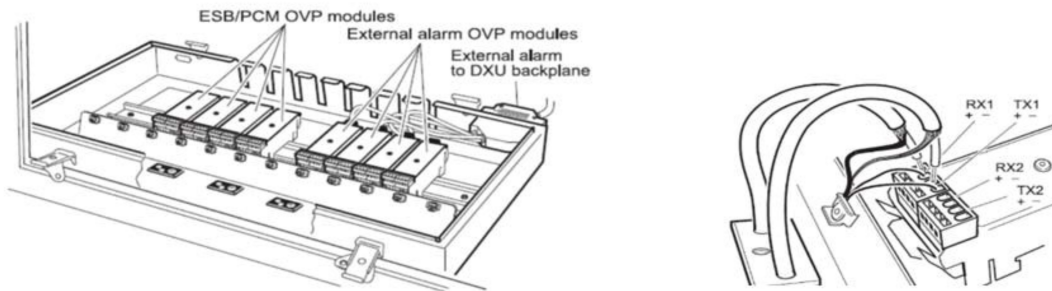


Figura 2.6 OVP y la forma en la que es entregada la E1 al enlace de microondas [4].

## 2.3. Enlaces de microondas

Como se mencionó en el capítulo 1, las microondas se definen como aquellas ondas electromagnéticas que se desplazan en línea recta, poseen un alto nivel de energía, lo que implica que trabajen en frecuencias entre los 300MHz y 300Ghz con una longitud de onda corta, el rango de las microondas van con respecto a la banda de radiofrecuencia de 0.3-3 Ghz para UHF(Ultra High Frequency), 3-30Ghz para SHF(Super High Frequency) y 30-300Ghz para EHF(Extremely High Frequency). Específicamente, para la red de transporte de TELCEL Región 7 trabaja en la banda SHF con las frecuencias, 7GHz, 15Ghz, 23Ghz.

Mediante un enlace de microondas podemos comunicar y transportar los servicios de datos, voz, mediante técnicas de multiplexado, la cual consiste en generar una sola señal

modulada a la salida y transmitirla a través de la atmosfera, para que el receptor haga el proceso inverso. La figura 2.7 muestra el diagrama a bloques de un enlace de microondas.

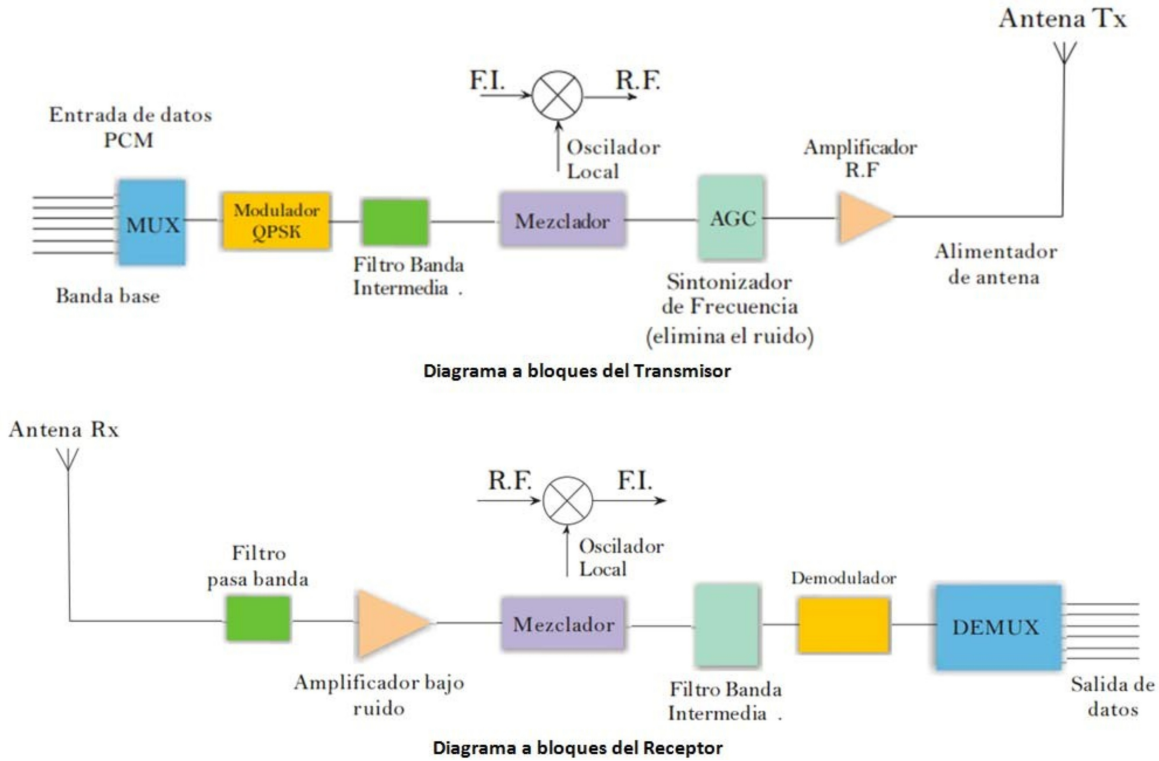


Figura 2.7 Diagrama a bloques de un enlace de microondas

En el diagrama a bloques del transmisor la señal es modulada por el modulador para ser enviada al filtro de banda intermedia que permite seleccionar los componentes de frecuencia necesarios para entregarlo al mezclador, quien transmitirá la información a una frecuencia de operación dada por el oscilador local y pasar de frecuencia intermedia a radiofrecuencia en el orden de los GHz, posteriormente la señal pasará por un sintonizador para tener la señal requerida y eliminar el ruido, finalmente la señal es amplificada y ajustada al canal por el cual se va a transmitir, para que la antena propague la señal hacia el receptor donde ocurre el proceso inverso.

## 2.4. Enlaces de microondas NEC

Un enlace de microondas está compuesto por una antena, un transmisor receptor externo ODU(OUTDOOR UNIT) y otro interno IDU (INDOOR UNIT), dado que la red de transporte de TELCEL requiere la configuración del enlace como 1+1 (HOT-STANDBY) se agrega un segundo ODU y mediante un combinador HÍBRIDO se realiza el acoplamiento hacia la antena. La figura 2.8 muestra los elementos que integran un enlace de microondas marca NEC versión PASOLINK NEO [5].

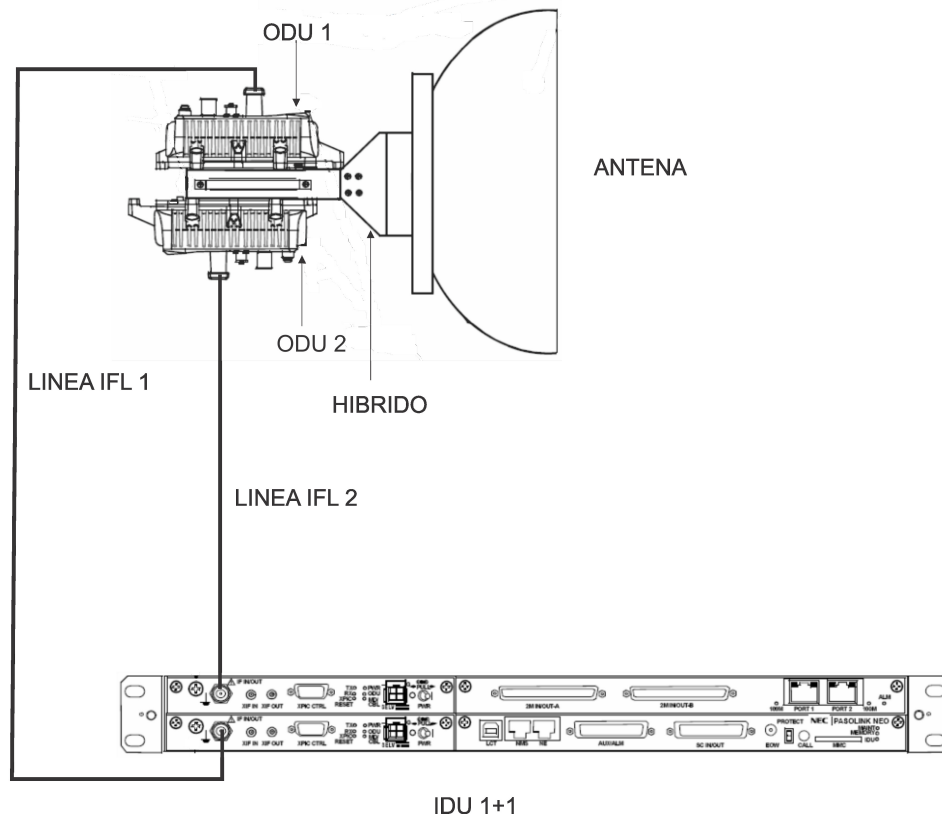


Figura 2.8 Enlace NEC 1+1.

A continuación se describen cada uno de los elementos del sistema.

## IDU

La IDU (Indoor Unit) se integra de 4 módulos; dos MODEM, INTF(Interface), CRTL(Controladora), proporciona la transmisión de las señales digitales E1 PDH (Plesiochronous digital hierarchy) y tráfico Ethernet, la figura 2.9 muestra los elementos antes mencionados. Puede seleccionarse el método de modulación QPSK(Quadrature Phase Shift Keying), 16QAM(Quadrature Amplitude Modulation), 128QAM, dicha modulación depende de la capacidad de transmisión que es configurada en la unidad modulador/demulador.

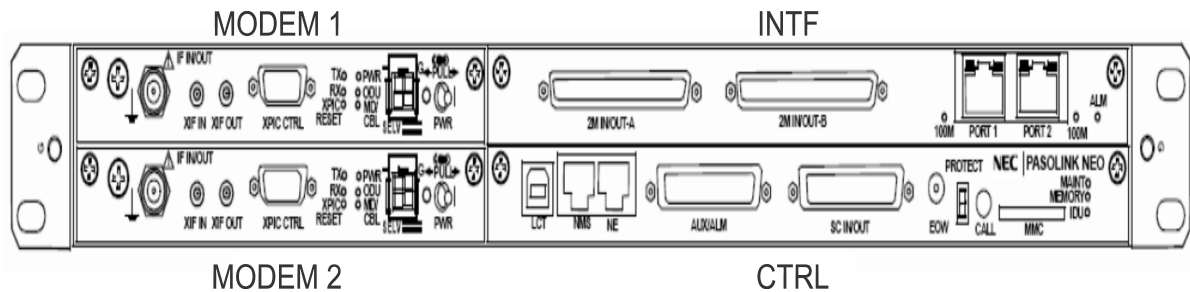


Figura 2.9 IDU [5].

## MODEM

El modem proporciona la modulación/demodulación para la transmisión de datos, realiza la corrección de errores, detección, indicación, liberación BER (BIT ERROR RATE), reduce la distorsión de la señal de salida hacia la ODU se muestra en la figura 2.10.

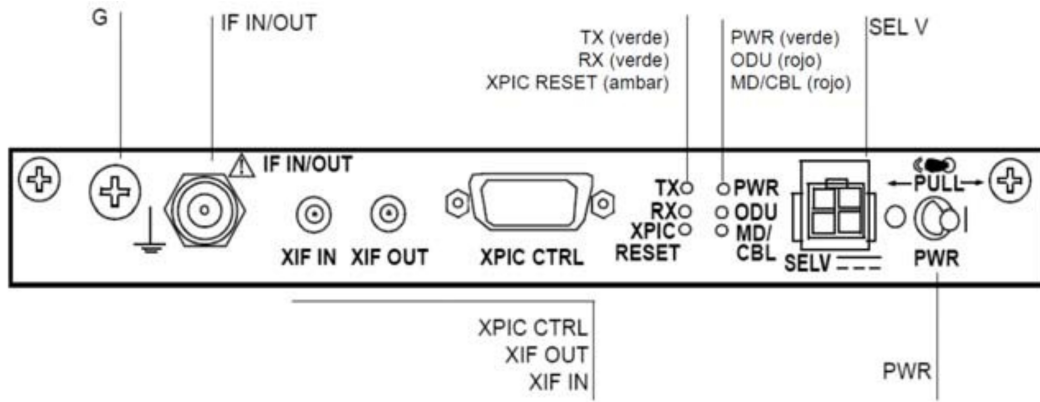


Figura 2.10 Modem [5].

## INTF

La interface se muestra en figura 2.11, proporciona hasta 32E1(2.048)Mbps. Realiza el multiplexaje/demultiplexaje de la trama recibida o transmitida, Hitless Swiching (conmutación sin errores), detección y generación de AIS(Alarm Indication Signal). La impedancia de la interfaz puede ser de 75 y 120 Ohms. Los puertos LAN transmiten hasta 150Mbps con o sin E1.

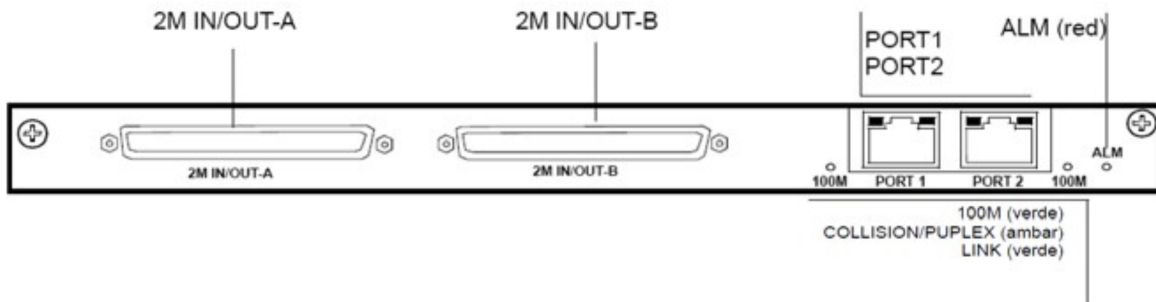


Figura 2.11 INTF [5].

## CTRL

La controladora genera varias señales de control basadas en los datos proporcionados mediante el LCT (Local Craft terminal ) y se muestra en la figura 2.12

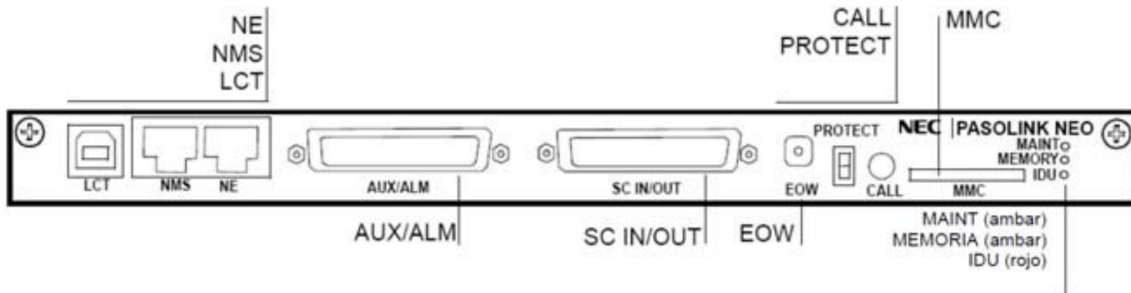


Figura 2.12 CTRL [5]

## ODU

La ODU (Outdoor Unit) recibe la señal de IF 340 Mhz de la IDU y la convierte a una señal de RF usando una señal local generada por un oscilador local. La señal RF es enviada a la antena a través de un filtro pasa banda, la cual limita la dispersión de la señal de transmisión de RF, pueden trabajar en las bandas de frecuencia de RF 6/7/8/10/11/13/15/18/23/26/32/38/52 GHz. La figura 2.13 muestra un ODU y la información que contiene la etiqueta que viene en la ODU

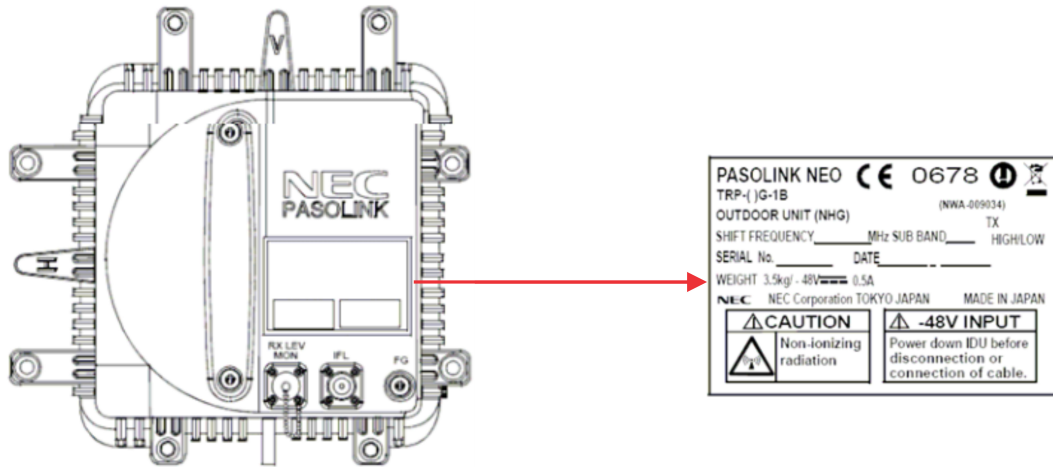


Figura 2.13 ODU [5].

## HÍBRIDO

En la figura 2.14 se muestra un transductor de modo Ortogonal, el cual es utilizado para realizar una configuración 1+1 o HOT-STANDBY. El OMT habilita la característica de polarización dual para duplicar la capacidad de transmisión usando la misma frecuencia.



Figura 2.14 Híbrido.

## IFL

EL IFL (línea de frecuencia intermedia) es la interfaz (cable coaxial a 50 OMHS) que conecta la IDU con la ODU.

## 2.5. Configuración del sistema de microondas NEC

La figura 2.15 muestra el diagrama a bloques y el flujo de la señal de un enlace de microondas marca NEC en configuración 1+1.

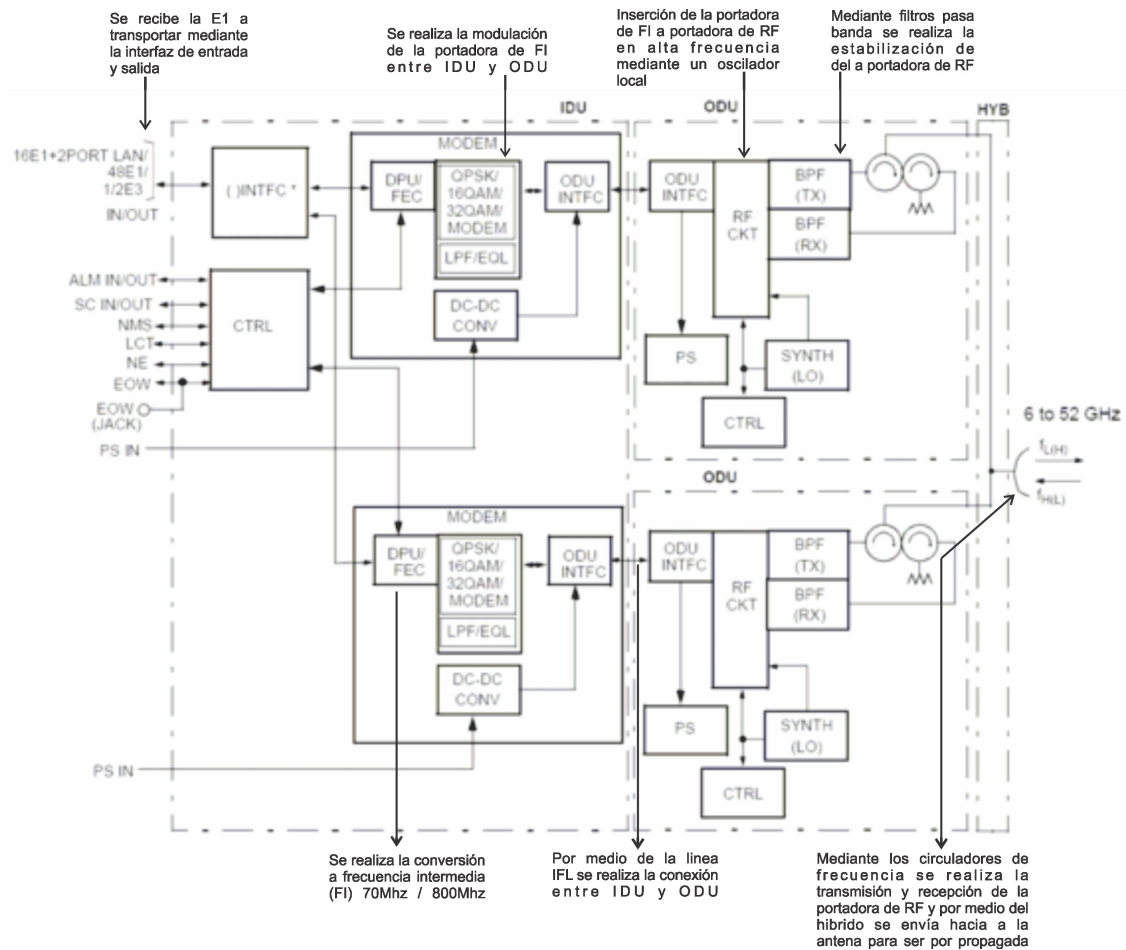


Figura 2.15 Diagrama a bloques enlace NEC 1+1 [5].

## Capítulo 3

# Descripción de mantenimiento al enlace de microondas TELCEL

En los capítulos anteriores se describió de manera general el origen, características y los elementos que integran un sistema electrónico de comunicación, en particular un sistema de comunicación por microondas, también se describió la distribución en frecuencia de las microondas en el espectro electromagnético de frecuencias así como las bandas de radiofrecuencia y la aplicación de cada una de ellas. Posteriormente se describió un enlace de microondas marca NEC modelo Pasolink NEO y la aplicación que se da en la red GSM de TELCEL región 7 como transporte de servicios de voz y datos.

A continuación, en este capítulo se describen los procesos de mantenimiento preventivo y correctivo al equipo del enlace de microondas de TELCEL, y se describirá cada uno de los objetivos específicos planteados. Se iniciará con la descripción del proceso del mantenimiento preventivo y correctivo que se realiza a los enlaces de microondas de NEC instalados, posteriormente se describirá el proceso del mantenimiento correctivo. También, se analizará la forma en la que son atendidos los diferentes puntos de falla que pueden presentarse en el enlace de microondas.

### 3.1. Proceso de mantenimiento preventivo a la planta instalada de enlaces de microondas marca NEC

El diagrama a bloques que se muestra en la figura 3.1 describe las diferentes etapas del mantenimiento preventivo que se realiza a los enlaces de microondas marca NEC.

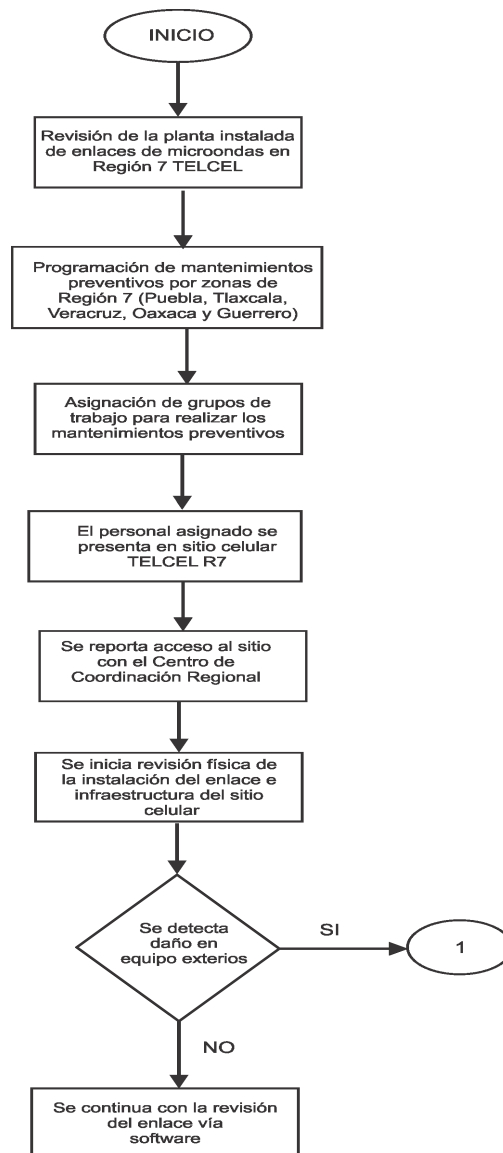


Figura 3.1 Diagrama a bloques de las etapas del mantenimiento preventivo.

A continuación se describe a detalle cada una de las etapas del diagrama a bloques.

### **Revisión de la planta instalada de enlaces de microondas en región 7 TELCEL**

El coordinador regional de mantenimiento de NEC mensualmente actualiza la base instalada de enlaces de microondas con la finalidad de conocer el número de mantenimientos preventivos a realizar. Regularmente el mantenimiento preventivo se realiza a los enlaces que ya cuentan con seis meses instalados.

Revisar el protocolo de recepción del enlace nos sirve como apoyo para validar los valores actuales de operación y de esta manera garantizar que el enlace opere de manera correcta, los valores que se verifican son: niveles transmisión y recepción, capacidad de señales E1, modulación, polarización, frecuencias, etc.

La figura 3.2 muestra la información de recepción del enlace y corresponde a la hoja número tres del documento Protocolo de Aceptación de Radio Enlace Punto a Punto NEC Pasolink, en donde se aprecia el nombre de los sitios que están en comunicación SITIO A: AEROPISTA, SITIO B: PARAISO, frecuencias de transmisión SITIO A: 14543.0 MHz, SITIO B: 15271.0 MHz, configuración del enlace 1+1 o hot-standby, versión del equipo instalado, banda de operación, capacidad de transporte o canales disponibles (capacidad: 5 señales E1 ), tipo de modulación, polarización.



RECEPCIÓN DEL ENLACE

Fecha de liberación del enlace: 11/06/15

<b>ENLACE (NOMBRES):</b>		<b>CONFIGURACIÓN DE EQUIPO:</b>	
SITIO A:	AEROPISTA		1 + 1
SITIO B:	PARAISO	<b>VERSIÓN:</b>	PASOLINK NEO 32E1 + 2PLAN
<b>ENLACE (FRECUENCIAS):</b>		<b>BANDA:</b>	15GHz
SITIO A:	14543.0 MHz	<b>CAPACIDAD:</b>	5E1S
SITIO B:	15271.0 MHz	<b>MODULACIÓN:</b>	128 QAM
<b>REGIÓN:</b>	7	<b>DIÁMETRO DE PARÁBOLAS:</b>	0.6m
		<b>POLARIZACIÓN:</b>	VERTICAL

**TRABAJO REALIZADO:**

INSTALACIÓN Y PRUEBA	(X)	O.T.	DICERM/1238/2016-A
CAMBIO DE CAPACIDAD	( )		
REUBICACIÓN	( )		
DESMONTAJE	( )		
RESINTONIZACIÓN	( )		
OTRO TRABAJO	( )		

Comentarios o especificación de material y equipo extra entregado o desmontado.  
**SE ACTIVA UN ATPC DE 5 dBm**

---



---



---

La presente acta de aceptación de enlace de microondas, con fecha y lugar señalados no exime de ninguna obligación o responsabilidad al proveedor por fallas que aparezcan a partir de la fecha señalada y el periodo de garantía.

VERIFICAR QUE SE INSTALO EL TOTAL DE CABLES DE TRIBUTARIAS DE ACUERDO A LA CAPACIDAD SOLICITADA EN LA OT

PARTICIPANTES

ENTREGADO POR NEC de México, S.A. de C.V

Nombre: Ing. Eduardo Sanchez Garcia  
Puesto: Jefe de Ingenieria  
Departamento: Ingenieria  
Firma:  
Teléfono: 222-354-2777

RECIBIDO POR TELCEL.

Nombre: Ing. Israel Moron Martinez  
Puesto: Analista de Inst y Aceptación de Sitios  
Departamento: Aceptación de Sitios  
Firma:  
Teléfono: 222-114-2471

Figura 3.2 Información de la recepción del enlace

Programación de mantenimientos preventivos por zonas de región 7 TELCEL (Puebla, Tlaxcala Veracruz, Oaxaca y Guerrero).

Una vez revisada la planta instalada se procede con la programación de los manten-

imientos mediante recorridos en base a las ciudades y estados, para cumplir con las fechas que se proporcionen a TELCEL durante el semestre considerando que dichos trabajos se realizan de lunes a viernes con horario de 9:00 a.m. — 8:00 p.m.

### **Asignación de grupos de trabajo para realizar los mantenimientos.**

El personal encargado en realizar el mantenimiento debe estar capacitado y contar con los conocimientos necesarios para poder conectarse al equipo NEC Pasolink versión NEO, así como contar con una certificación para desempeñar trabajo en altura, los grupos de trabajo se integran de dos a cuatro personas.

### **El personal asignado se presenta en sitio celular de TELCEL R7.**

Considerando los puntos anteriores se inician los mantenimientos preventivos. El personal de NEC se presenta en sitio de TELCEL y reporta su acceso al Centro de Coordinación Regional (CCR) de TELCEL Región 7, marcando desde su celular a un número específico para indicar que se realizará mantenimiento preventivo al enlace de microondas instalado.

### **Se inicia revisión física de la instalación del enlace e infraestructura del sitio celular.**

Se realiza revisión física para detectar las fallas potenciales que pueden afectar la operación del enlace, en la figura 3.3 se pueden apreciar daños por vandalismo, corrosión en equipos OUTDOOR, torre sin punto de puesta a tierra. Otros potenciales que también son considerados son: accesos a sitio dañados, presencia de agentes nocivos (panal de abejas, nido de aves, vegetación, arañas, etc.), todo esto es reportado al coordinador de NEC para tomar las acciones necesarias y proceder a su pronta solución.



LINEA DE TRASMISION DAÑADA



PUNTO DE PUESTA A TIERRA DEL TRANSMISOR / RECEPTOR DAÑADO POR CORROSION.



TORRE SIN ATERRIZAJE AL PUNTO DE TIERRA

Figura 3.3 Ejemplos de daños por vandalismo, corrosión en ODU.

### **Acción a tomar cuando se detecta daño en equipo exterior.**

Cuando se detecta problema en el equipo exterior se trata de solucionar en el momento, en caso contrario se reporta con el analista de TELCEL para programar la revisión del enlace, la figura 3.4 muestra el diagrama a bloques para la revisión del enlace cuando hay daño.

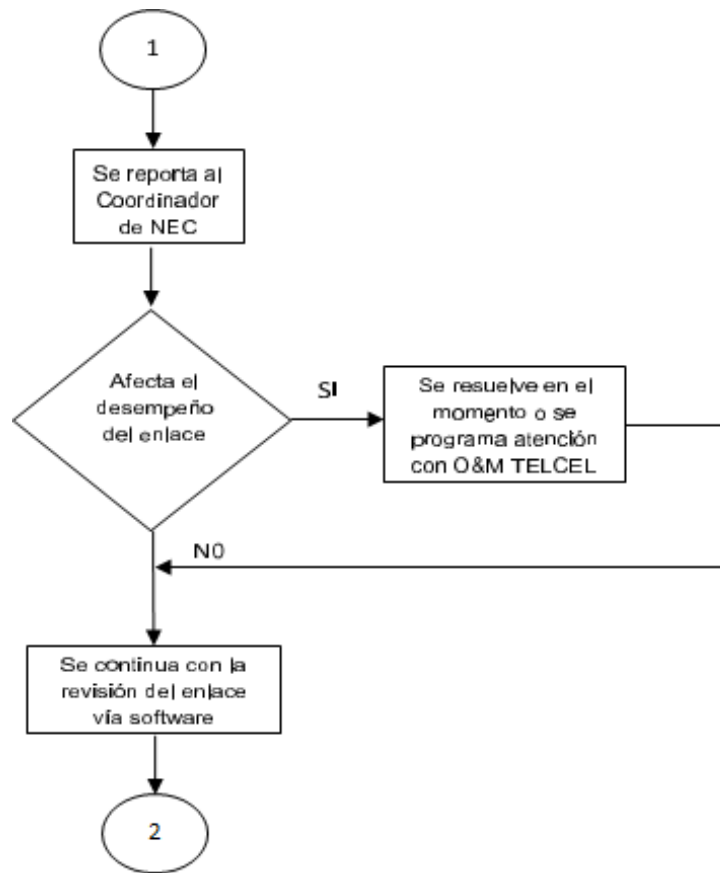


Figura 3.4 Diagrama a bloques para la revisión del enlace.

### **Mantenimiento preventivo vía software (PNMT) a la planta instalada de enlaces de microondas marca NEC**

Se inicia con la conexión de la computadora hacia la IDU (Indoor Unit) media la interface LCT (Local Craft Terminal) de la IDU como se muestra el diagrama a bloques de la figura 3.5

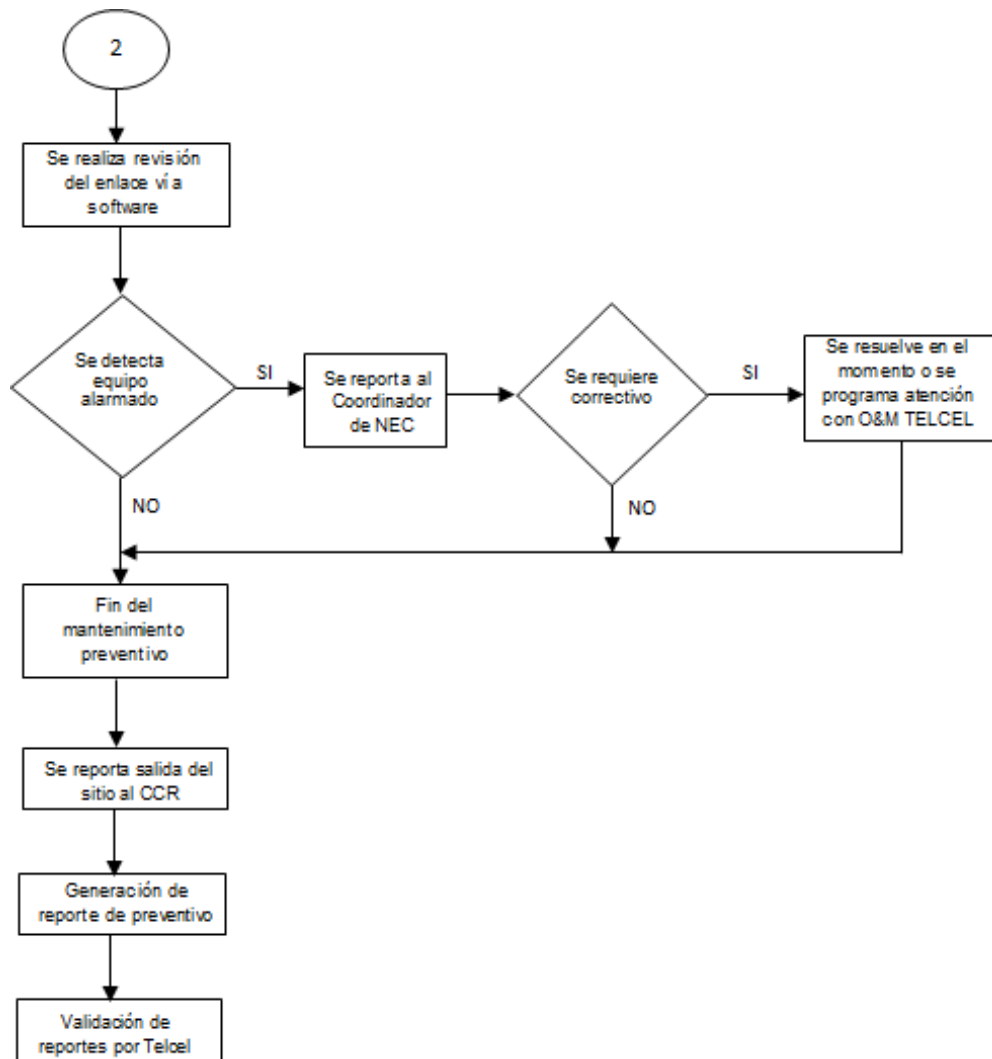


Figura 3.5 Diagrama a bloques del mantenimiento preventivo vía PNMT

**Revisión del enlace vía software PNMT.** El grupo de trabajo mediante la computadora se conecta al equipo, a través del software de gestión de NEC PNMT (Pasolink Network Management Terminal), para monitorear mediante un ambiente gráfico el enlace y validar que las condiciones actuales del enlace operen en base al protocolo de aceptación, en caso de encontrar alguna alarma en el equipo o desviación (niveles bajos de RX, parámetros mal configurados, enlaces 1+0) el grupo de trabajo se comunica vía

telefónica con el coordinador de NEC para informar de las fallas que presenta el equipo, siendo así el coordinador la persona que analiza las alarmas presentes para dar una solución de manera inmediata o programar actividad correctiva con personal de TELCEL.

La Figura 3.6 presenta la vista general de un enlace de microondas en configuración 1+1 mediante PNMT, en la cual se aprecian en color rojo una alarma en la tarjeta MAIN WORK (representa la interfaz INTF de la que se habló en la sección enlaces de microondas NEC del capítulo 2) la cual no afecta el desempeño del enlace ya que esta condición se presenta cuando el canal de servicio se encuentra sin tráfico.

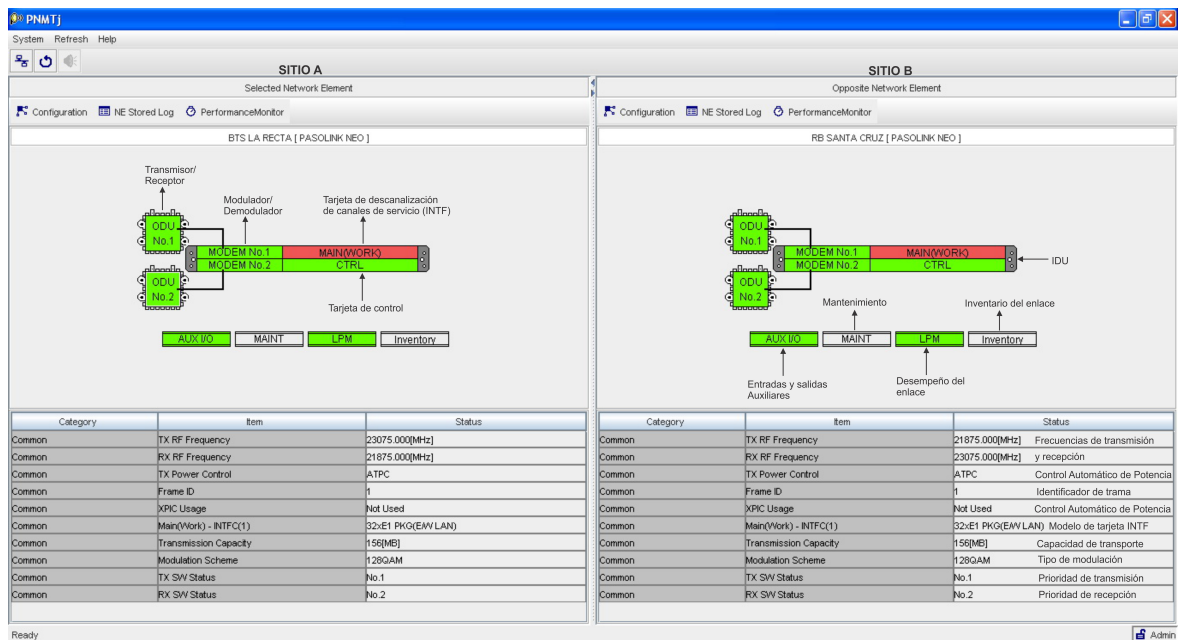


Figura 3.6 Vista general de un enlace de microondas.

### Tributarias con y sin tráfico en tarjeta MAIN WORK.

La manera para monitorear que una tributaria transporta algún servicio de TELCEL, se realiza seleccionando con el ratón de nuestra computadora en la tarjeta MAIN WORK, una vez que se realizó esta selección aparecerá la pantalla que se muestra en la figura 3.7,

en la cual podemos encontrar 20 canales de servicio de los cuales el canal 1,2,3,4,5,7,8 transporta servicios y el resto se encuentran libres.

Category	Item	Status
Common	INTFC(1) Unequipped	Normal
Common	INTFC(1) Type Mismatch	Normal
Common	INTFC(1) Module	Normal
Common	Input LOS CH01	Normal
Common	Input LOS CH02	Normal
Common	Input LOS CH03	Alarm
Common	Input LOS CH04	Alarm
Common	Input LOS CH05	Alarm
Common	Input LOS CH06	Alarm
Common	Input LOS CH07	Alarm
Common	Input LOS CH08	Alarm
Common	LAN Link Port1	Normal
Common	LAN Link Port2	Alarm
Common	Speed & Duplex Port1	100M-Full(MDIX)
Common	Speed & Duplex Port2	10M-Half(MDIX)
Common	INTFC(1) Inphase	Inphase
Common	UAET(ctotal)	Normal

Figura 3.7 Tarjeta Main WORK.

### Niveles de transmisión y recepción.

Para verificar los niveles de Transmisión (Tx) y Recepción (Rx) del enlace de microondas se selecciona con el ratón del computadora la opción Performance Monitor y posteriormente la opción Metering. La figura 3.8 nos muestra los niveles de Tx y Rx de un enlace de microondas.

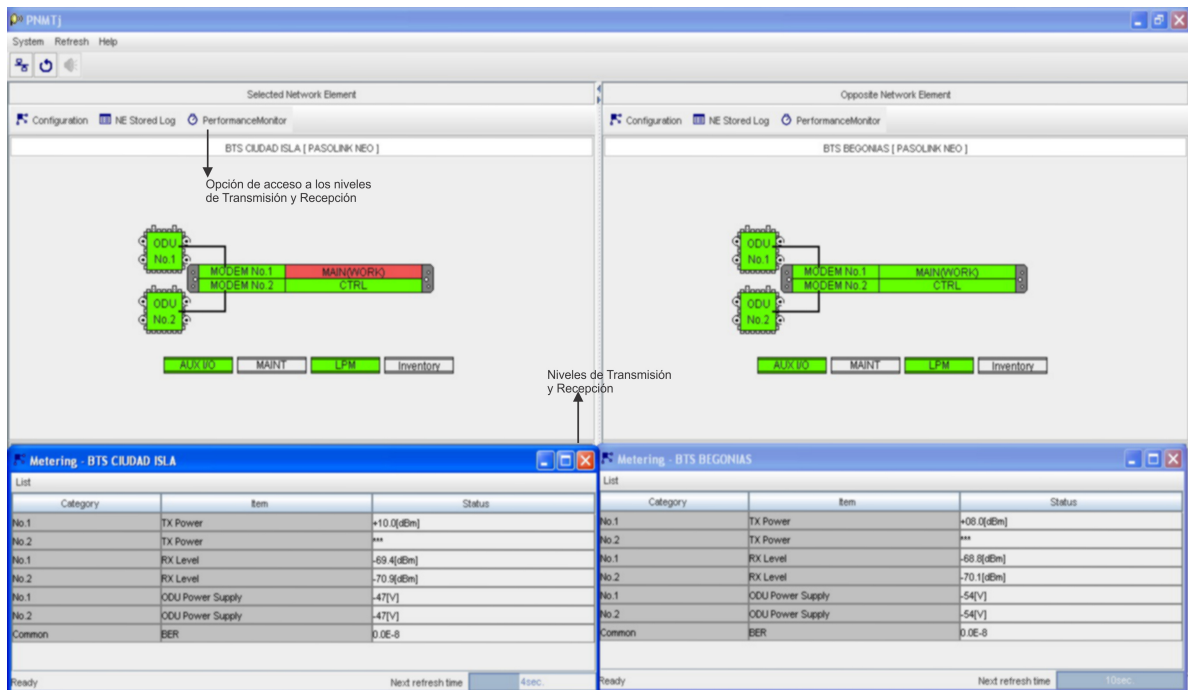


Figura 3.8 Niveles Tx, Rx.

## Alarma en ODU 2.

Cuando se presenta este tipo de alarmas es necesario realizar un correctivo de manera inmediata, de lo contrario puede perderse el enlace si llega a presentarse la misma alarma en la ODU 1. La figura 3.9 muestra la ODU 2 alarmada en color rojo.

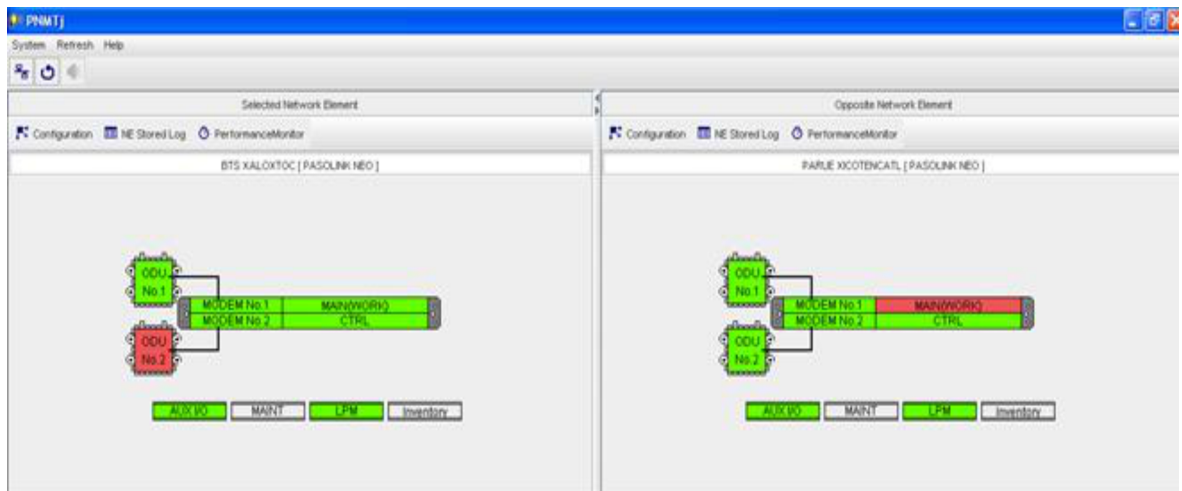


Figura 3.9 Alarma en ODU 2.

Para detectar el tipo de dañado que tenemos presente en la ODU 2, se selecciona dicha unidad para obtener información detallada y saber la causa por la cual tenemos alarmada nuestra ODU 2. La figura 3.10 muestra la alarma ODU-CPU/Cable Open, la cual se genera cuando no hay correspondencia entre la ODU y la IDU.

Detail - BTS XALOXTDC			Detail - PARJE XICOTENCATL		
Category	Item	Status	Category	Item	Status
No.2	ODU Type Mismatch		No.2	ODU Type Mismatch	Normal
No.2	TX Power		No.2	TX Power	Normal
No.2	TX Input		No.2	TX Input	Normal
No.2	ODU Linearizer		No.2	ODU Linearizer	Normal
No.2	RX Level		No.2	RX Level	Normal
No.2	APC		No.2	APC	Normal
No.2	ODU CPU/Cable Open	Alarm	No.2	ODU CPU/Cable Open	Normal
No.2	Mute Status		No.2	Mute Status	On
No.2	TCN-RX LEV-15min		No.2	TCN-RX LEV-15min	Normal
No.2	TCN-RX LEV-1day		No.2	TCN-RX LEV-1day	Normal
Common	TX SW Status	No.1	Common	TX SW Status	No.1
Common	RX SW Status	No.1	Common	RX SW Status	No.1

Figura 3.10 Detalle de alarma en ODU 2.

## **3.2. Realizar el proceso de mantenimientos correctivos que se generan durante las tareas de prevención**

Como se mencionó en el proceso de mantenimiento preventivo descrito anteriormente, cuando el grupo de trabajo durante el mantenimiento preventivo detecta falla en el enlace de microondas, se analiza en ese instante si el problema se puede solucionar o es necesario realizar un mantenimiento correctivo, el cual será programado con personal del área de operación y mantenimiento de TELCEL Región 7. En general, las fallas pueden ser: niveles bajos de Rx, no hay conexión vía PNMT, alarma de ODU CPU / CABLE OPEN, parámetros mal configurados en el equipo.

En esta situación se abordarán los casos en los que es necesario realizar un mantenimiento correctivo en el momento, en particular se analiza el caso en el cual tenemos presente alarma de ODU CPU/Cable Open, debido a que es la más recurrente.

### **3.2.1. Proceso de mantenimiento correctivo**

La figura 3.11 muestra el diagrama diagrama a bloques de la forma forma en la que es atendida una falla o problema de hardware detectado durante el mantenimiento preventivo.

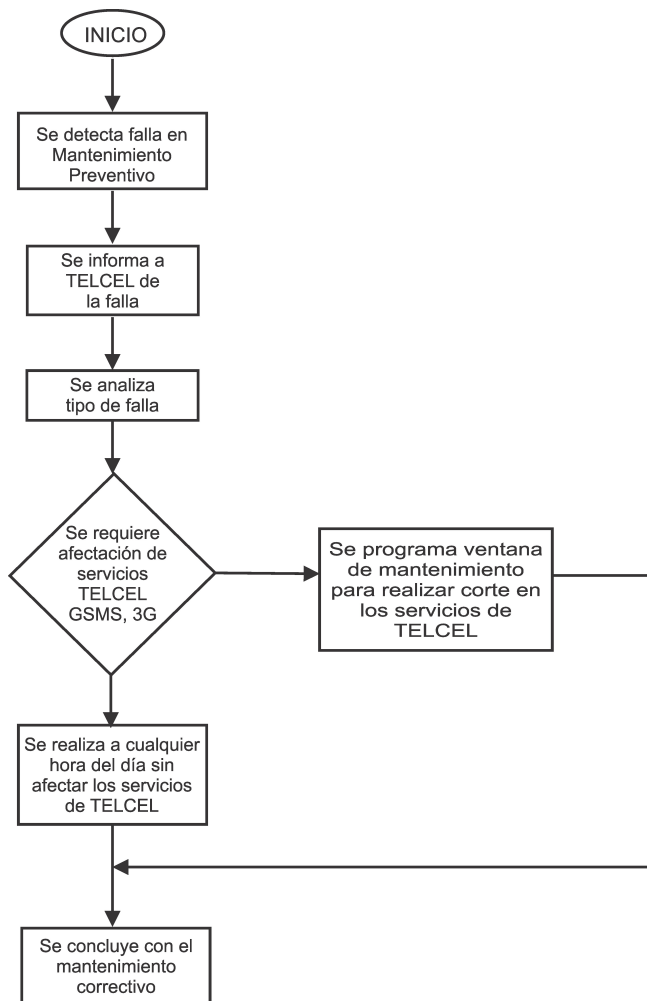


Figura 3.11 Diagrama a bloques para la atención de daño en hardware.

**Se detecta falla en mantenimiento preventivo.** Una vez que el grupo de trabajo ha informado al coordinador de NEC que el enlace presenta falla y que no es posible corregirla durante el mantenimiento preventivo, se entrega la información necesaria para analizar la falla y proceder a su atención. Tomando en cuenta que el enlace de microondas trabaja en configuración 1+1 (hot Standby), si la falla es causante de tener el enlace como 1+0, se tienen 8 días naturales a partir del día en que se informa a TELCEL del daño para recuperar el enlace como 1+1.

**Se informa a TELCEL de la falla.** El coordinador de NEC se pone en contacto con los jefes de zona de TELCEL región 7 (Puebla, Tlaxcala, Veracruz, Oaxaca, Guerrero) e informa acerca de los enlaces que presentan falla durante el mantenimiento preventivo y la manera en que serán atendidas las fallas.

**Se analiza el tipo de falla.** El coordinador de NEC analiza la falla para detectar si el enlace puede ser atendido durante el mantenimiento preventivo y si no puede ser atendido en el momento es porque se requiere afectación de servicios TELCEL GSM, 3G.

**No se requiere afectación de servicios TELCEL GSM, 3G.** Una vez analizada la fallada y haber determinando que no es necesario realizar afectación de servicios cursantes por el enlace de microondas, el grupo de trabajo de prevención atiende la falla en el momento. La figura 3.12 nos muestra un ejemplo de una falla que puede ser resuelta en el momento que se realiza el mantenimiento preventivo, para este caso se aprecia una alarma ODU CPU/Cable Open.

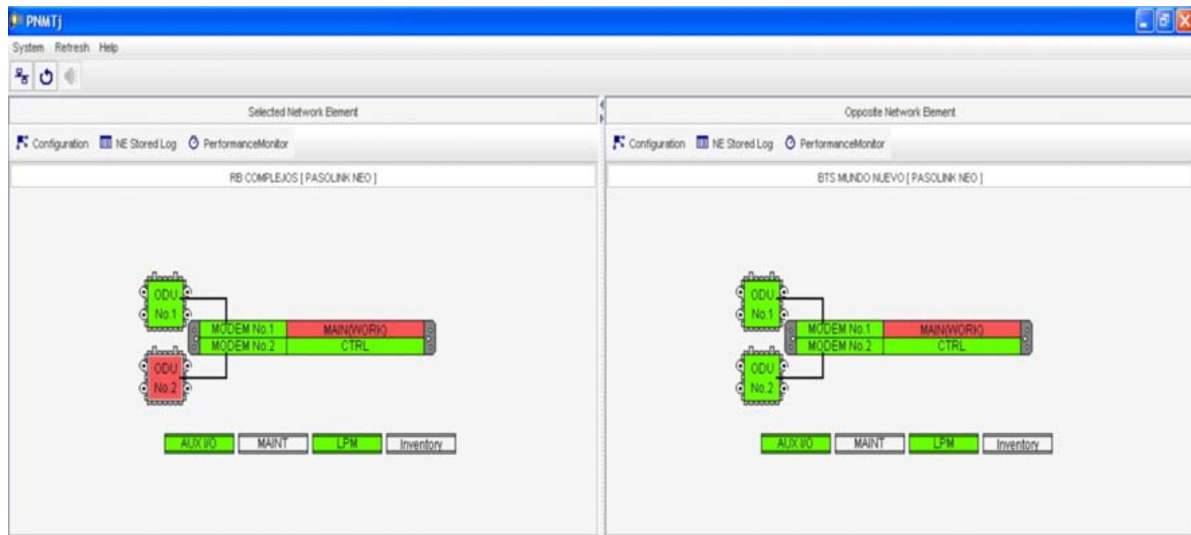


Figura 3.12 Falla en donde no se requiere afectación de servicios.

La figura 3.13 nos muestra detalladamente la alarma presente en la ODU1, la cual es ocasionada al no haber correspondencia entre el MODEM No.1 y la ODU 1.

Category	Item	Status
No.2	ODU Type Mismatch	
No.2	TX Power	
No.2	TX Input	
No.2	ODU Linearizer	
No.2	RX Level	
No.2	APC	
No.2	ODU CPU/Cable Open	Alarm
No.2	Mute Status	
No.2	TCN-RX LEV-15min	
No.2	TCN-RX LEV-1day	
Common	TX SW Status	No.1
Common	RX SW Status	No.1

Figura 3.13 Detalle de alarma en ODU 1.

Tomando en cuenta que la línea de transmisión es la que nos sirve para comunicar el MODEM No.1 con la ODU1 a través de un conector tipo N en L y por el otro extremo un conector tipo TNC, se analiza la falla revisando el estado de los conectores, en este caso se detectó que el problema estaba en el pin central del conector N en L, el cual une la ODU1 con la línea de transmisión, por lo que se procede a realizar sustitución del elemento antes mencionado.

La figura 3.14 nos muestra la pantalla una vez sustituido el conector N-L.

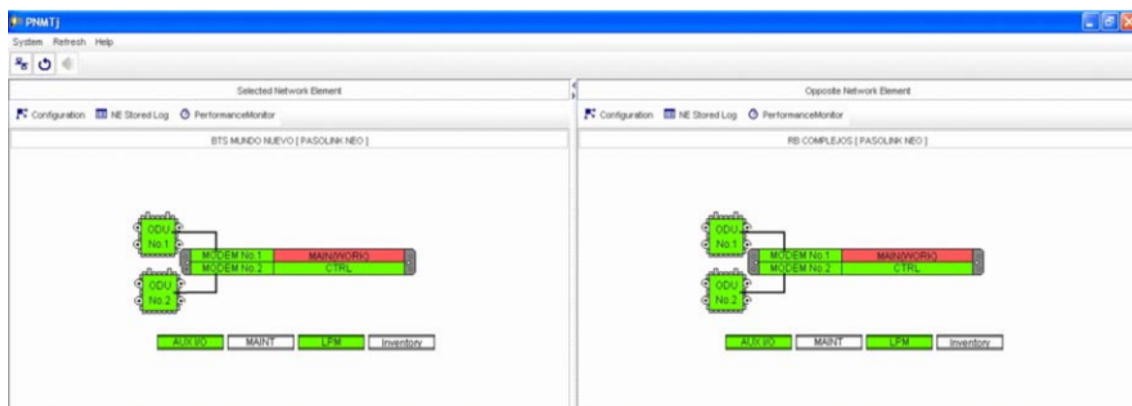


Figura 3.14 Enlace posterior al cambio de conector N-L

**Se requiere afectación de servicios TELCEL GSM, 3G.** En el caso en que es necesario realizar la suspensión de servicios cursantes por el enlace de microondas, se tramita ventana mantenimiento con el personal de TELCEL. El tiempo de afectación va de 2 hasta 7 horas dependiendo del tipo de falla y sólo se pueden realizar este tipo de trabajos de Lunes a Jueves iniciando a las 11:00pm hasta las 6:00am del día siguiente.

A continuación la figura 3.15 nos muestra una falla en la cual es necesario realizar sustitución de hardware en ventana de mantenimiento.

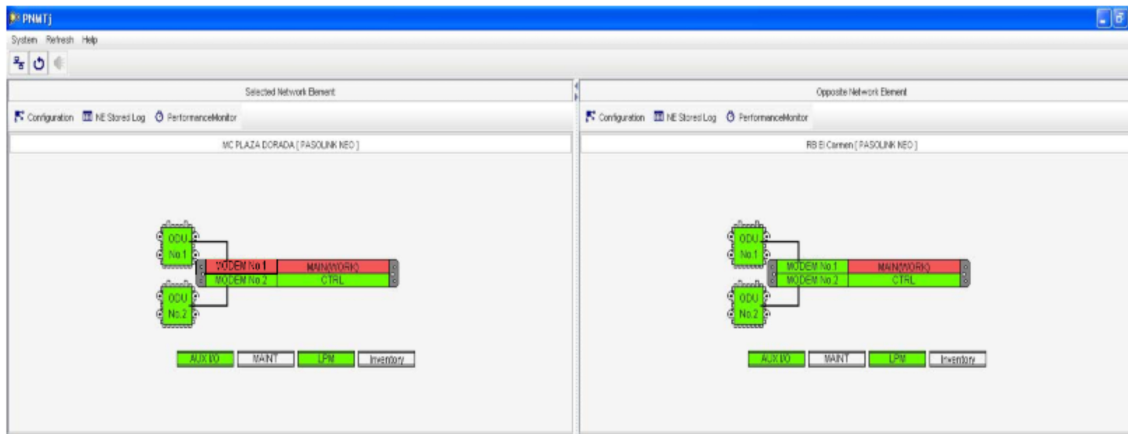


Figura 3.15 Alarma en modem 2.

La figura 3.16 nos muestra el detalle de la alarma presente en el Modem 1 (MODEM Module), la cual aparece seleccionando el modem 1, dicha alarma nos indica que el Modem no es reconocido por la unidad de control de la IDU y por tal situación es necesario realizar la sustitución de hardware (IDU).

Category	Item	Status
No.1	MODEM Unequipped	Normal
No.1	MODEM Type Mismatch	Normal
No.1	MODEM Module	Alarm
No.1	LOF	Normal
No.1	Frame ID	Normal
No.1	High BER	Normal
No.1	Low BER	Normal
No.1	Early Warning	Normal
No.1	MOD	Normal
No.1	DEM	Normal
No.1	Input Voltage	Normal
No.1	Power Supply	Normal
No.1	IF Cable Short	Normal
No.1	Cable EGL	Normal
No.1	Linearizer Function	NON OPR
No.1	MODEM Linearizer	Alarm
Common	ATPC Power Mode	Active

Figura 3.16 Detalle de alarma en Modem 1.

La figura 3.17 nos muestra la operación del enlace posterior al cambio de IDU, se puede apreciar que el Modem 1 funciona de manera correcta ya que la alarma no esta presente.



Figura 3.17 Enlace funcionando posterior al cambio de IDU

Para finalizar el mantenimiento correctivo los grupos de trabajo validan los servicios

cursantes por el enlace con personal del CCR Región 7 de TELCEL.

**Fin del mantenimiento preventivo.** Una vez concluidas las actividades de mantenimiento preventivo el personal de NEC marca desde su celular a un número determinado del CCR de TELCEL para reportar su salida del sitio, el CCR verifica que el tráfico que cursa por el enlace no esté afectado y una vez validado los servicios proporciona folio de salida.

### **3.3. Revisar y validar los reportes de mantenimiento preventivo.**

La figura 3.18 muestra el diagrama a bloques del proceso de validación al finalizar el mantenimiento preventivo antes de ser liberado y entregado a TELCEL.

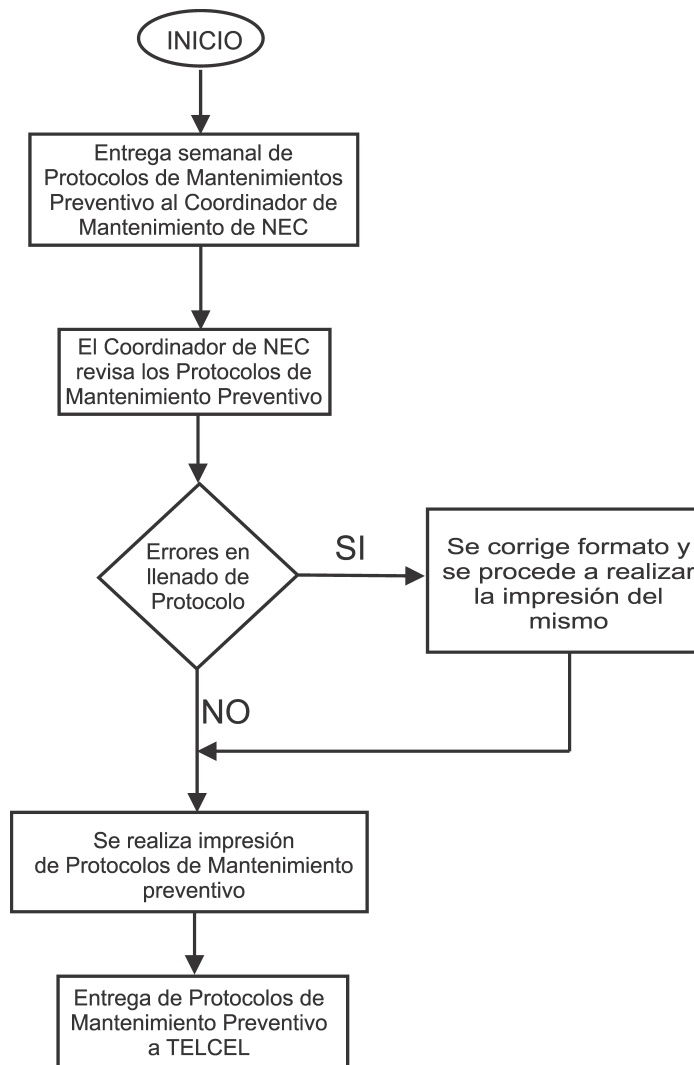


Figura 3.18 Diagrama a bloques del proceso de validación de mantenimiento preventivo.

Entrega semanal de protocolos de mantenimiento preventivo al coordinador de mantenimiento de NEC.

Los líderes de los grupos de trabajo, los días lunes a las 10:00 am entregan de manera electrónica los Protocolos de Mantenimiento Preventivo generados en la semana. Un protocolo de mantenimiento preventivo está conformado por seis partes: Portada de Protocolo, Protocolo de Mantenimiento Preventivo, Potenciales, Fotos del sitio A, Fotos del sitio B, Pantallas.

La Figura 3.19 muestra la portada del Protocolo, en donde podemos apreciar infor-

mación como: fecha de preventivo, nombre del enlace, zona a la que pertenece el enlace, folios de salida generados por el CCR Región 7.



	<b>PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A EQUIPO DE MICROONDAS</b>	
FECHA : <u>29/10/2012</u>		
NOMBRE DEL ENLACE : <u>BTS CHIVERIA-RB PRESIDENTE</u>		
REGIÓN : <u>7</u>	ZONA : <u>R7-ACA-T</u>	
FOLIO ENT: <u>13046 - 13233</u>	FOLIO SAL: <u>13046 - 13233</u>	
No. VISITAS: <u>1</u>		
<b>HOJA DE VALIDACIÓN DE PROTOCOLO</b>		
<input type="checkbox"/> 1. DATOS GENERALES		
<input type="checkbox"/> 2. DATOS DEL EQUIPO		
<input type="checkbox"/> 3. DATOS DE CONFIGURACIÓN Y OPERACIÓN		
<input type="checkbox"/> 4. DATOS DE FIBRAS ÓPTICAS		
<input type="checkbox"/> 5. PERFORMANCE, CONMUTACIONES Y ALARMAS		
<input type="checkbox"/> 6. INVENTARIO DEL EQUIPO		
<input type="checkbox"/> 7. REFACCIONES Y MATERIALES		
<input type="checkbox"/> 8. DATOS DE GESTIÓN		
<input type="checkbox"/> 9. DETALLES DE ATENCIÓN		
<input type="checkbox"/> 10. DATOS DE INSTALACIÓN DE EQUIPO E INFRAESTRUCTURA DE SITIO		
Observaciones: <hr/>		
<hr/> <b>ING. ARTURO SOTO SÁNCHEZ</b> NOMBRE, PUESTO Y FIRMA RESPONSABLE POR TELCEL	<hr/> <b>ADOLFO SÁNCHEZ OLMO</b> NOMBRE, PUESTO Y FIRMA RESPONSABLE Ó REPRESENTANTE PROVEEDOR	

Figura 3.19 Portada del protocolo de mantenimiento preventivo

La figura 3.20 muestra los campos que se van llenando una vez que los grupos de trabajo se conectan vía PNMT. Con las diferentes opciones que nos da el software PNMT se recopila la información necesaria para llenar los datos solicitados como son; datos generales, datos del equipo, datos de configuración y operación, datos de fibras ópticas, performance, conmutaciones, alarmas.

1. DATOS GENERALES

	SITIO A	SITIO B
Nombre del Enlace:	BTS CHIVERIA	RB PRESIDENTE
Fecha de ejecución:	25/10/2012	29/10/2012
Región:		7
Zona a la que corresponde:	R7-ACA-T	R7-ACA-T
Ciudad:	ACAPULCO	ACAPULCO

2. DATOS DEL EQUIPO

Modelo del equipo:			
Tipo de modulación:	128QAM	Tecnología:	Pasolink NEO
Configuración:	1+1	Capacidad:	156MB
Polaridad:	HORIZONTAL	E1's ocupados:	4

3. DATOS DE CONFIGURACION Y OPERACION

	SITIO A	SITIO B	
Frecuencia de Tx:	22771 MHz	21539 MHz	
Potencia de Tx:	15 dBm	15 dBm	
Atenuador en Tx:	dB	dB	
Nivel de Rx ODU "A" Aceptac.	-30.9 dBm	-31.8 dBm	
Nivel de Rx ODU "B" Aceptac.	-31 dBm	-31.1 dBm	
Nivel de Rx ODU "A" Medido	-43.4 dBm	-42.7 dBm	
Nivel de Rx ODU "B" Medido	-42.9 dBm	-42.9 dBm	
Nivel de Rx Diversidad Medido	dBm	dBm	
ATPC Activado ?	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A <input type="checkbox"/>	Nivel Referencia ATPC	-5
ATCP máx [dB]	0	ATCP	-47 (NEO)
ATCP mín [dB]	-5	Rx Threshold[dBm]:	(v4 ó 1tx)

4. DATOS DE FIBRAS OPTICAS

	SITIO A	SITIO B
Tipo de Fibras Ópticas	Monomodo <input type="checkbox"/> Multimodo <input type="checkbox"/>	Monomodo <input type="checkbox"/> Multimodo <input type="checkbox"/>
Tipo de conector hacia RADIO	NA	NA
Tipo de conector hacia VAM:	NA	NA
Longitud Aproximada (mts.):	NA	NA
Velocidad de propagación:	NA	NA

4.1 Limpieza de los Conectores de las Fibras y mediciones de potencia óptica

Canal	SITIO A				SITIO B			
	Medicion antes de Limpieza		Medicion después de limpieza		Medicion antes de Limpieza		Medicion después de limpieza	
Canal A - TX	NA	dB's	NA	dB's	NA	dB's	NA	dB's
Canal A - RX	NA	dB's	NA	dB's	NA	dB's	NA	dB's
Canal B - TX	NA	dB's	NA	dB's	NA	dB's	NA	dB's
Canal B - RX	NA	dB's	NA	dB's	NA	dB's	NA	dB's

Nota: Los rangos de potencia óptica son de -8 dBs hasta -15 dBs, en TX

Nota: Los rangos de potencia óptica son de -8 dBs hasta -28 dBs en RX.

4.2 Interconexión hacia el VAM y Multiplexor

	SITIO A	SITIO B
Existe VAM ?	NA	NA
Marca de Multiplexor	NA	NA
Modelo de Multiplexor	NA	NA

5. PERFORMANCE, CONMUTACIONES Y ALARMAS

5.1 PERFORMANCE (G.826)	SITIO A				SITIO B			
	CANAL A		CANAL B		CANAL A		CANAL B	
	RADIO	LINEA	RADIO	LINEA	RADIO	LINEA	RADIO	LINEA
ES (ERFPORED SECOND)	0	N/A	NA	N/A	0	N/A	NA	N/A
BEF (BACKGROUND BLOCK ERROR)	0	N/A	NA	N/A	0	N/A	NA	N/A
UAS (UNAVAILABLE SECONDS)	0	N/A	NA	N/A	0	N/A	NA	N/A
SES (SEVERELY ERROR SECOND)	0	N/A	NA	N/A	0	N/A	NA	N/A

Figura 3.20 Recopilación de información mediante software PNMT.

Mediante PNMT se toman pantallas del sistema para validar que los datos obtenidos del protocolo de aceptación de sitios sean los correctos, las pantallas que se toman son las siguientes: metering, general, provisionamiento, inventario, desempeño (Link Performance Monitor), main work, equipment Setup. A continuación se explica cada una de ellas.

La figura 3.21 corresponde al Metering, la cual nos muestra los niveles de transmisión, recepción, tasa de error (BER).

Category	Item	Status
No.1	TX Power	+01.2[dBm]
No.2	TX Power	***
No.1	RX Level	-36.4[dBm]
No.2	RX Level	-35.7[dBm]
No.1	ODU Power Supply	-54[V]
No.2	ODU Power Supply	-53[V]
Common	BER	0.0E-8

Category	Item	Status
No.1	TX Power	+02.0[dBm]
No.2	TX Power	***
No.1	RX Level	-37.0[dBm]
No.2	RX Level	-37.6[dBm]
No.1	ODU Power Supply	-54[V]
No.2	ODU Power Supply	-54[V]
Common	BER	0.0E-8

Figura 3.21 Niveles de Rx, Tx.

La figura 3.22 muestra la configuración general del enlace, en dicha imagen encontramos los módulos con los que cuenta el enlace, frecuencias de transmisión y recepción, capacidad de transporte, tipo de modulación, etc.

Category	Item	Status
Common	TX RF Frequency	7327.50[MHz]
Common	RX RF Frequency	7166.50[MHz]
Common	TX Power Control	ATPC
Common	Frame ID	1
Common	Main(Work) - INTFC(1)	32xE1 PRO(E/W/LAN)
Common	Transmission Capacity	40[MB]
Common	Modulation Scheme	QPSK
Common	TX SW Status	No.1
Common	RX SW Status	No.1

Category	Item	Status
Common	TX RF Frequency	7166.50[MHz]
Common	RX RF Frequency	7327.50[MHz]
Common	TX Power Control	ATPC
Common	Frame ID	1
Common	Main(Work) - INTFC(1)	32xE1 PRO(E/W/LAN)
Common	Transmission Capacity	40[MB]
Common	Modulation Scheme	QPSK
Common	TX SW Status	No.1
Common	RX SW Status	No.2

Figura 3.22 Configuración de enlace.

La figura 3.23 corresponde al Provisioning, el cual nos indica el número de canales de servicio con los que cuenta el enlace, así como detectar los que están en uso y los que están libres para poder integrar nuevos servicios de TELCEL.

Category	Item	Status
Common	CH Usage(CH01)	Used
Common	CH Usage(CH02)	Used
Common	CH Usage(CH03)	Used
Common	CH Usage(CH04)	Used
Common	CH Usage(CH05)	Used
Common	CH Usage(CH06)	Used
Common	CH Usage(CH07)	Used
Common	CH Usage(CH08)	Used
Common	CH Usage(CH09)	Used
Common	CH Usage(CH10)	Not Used
Common	CH Usage(CH11)	Not Used
Common	CH Usage(CH12)	Not Used
Common	CH Usage(CH13)	Not Used
Common	CH Usage(CH14)	Not Used
Common	CH Usage(CH15)	Not Used
Common	CH Usage(CH16)	Not Used
Common	CH Usage(CH17)	Not Used
Common	CH Usage(CH18)	Not Used
Common	CH Usage(CH19)	Not Used
Common	CH Usage(CH20)	Not Used
Common	CH Usage(CH21)	Not Used
Common	CH Usage(CH22)	Not Used
Common	CH Usage(CH23)	Not Used
Common	CH Usage(CH24)	Not Used
Common	CH Usage(CH25)	Not Used
Common	CH Usage(CH26)	Not Used
Common	CH Usage(CH27)	Not Used
Common	CH Usage(CH28)	Not Used
Common	CH Usage(CH29)	Not Used
Common	CH Usage(CH30)	Not Used
Common	CH Usage(CH31)	Not Used
Common	CH Usage(CH32)	Not Used

Category	Item	Status
Common	CH Usage(CH01)	Used
Common	CH Usage(CH02)	Used
Common	CH Usage(CH03)	Used
Common	CH Usage(CH04)	Used
Common	CH Usage(CH05)	Used
Common	CH Usage(CH06)	Used
Common	CH Usage(CH07)	Used
Common	CH Usage(CH08)	Used
Common	CH Usage(CH09)	Used
Common	CH Usage(CH10)	Not Used
Common	CH Usage(CH11)	Not Used
Common	CH Usage(CH12)	Not Used
Common	CH Usage(CH13)	Not Used
Common	CH Usage(CH14)	Not Used
Common	CH Usage(CH15)	Not Used
Common	CH Usage(CH16)	Not Used
Common	CH Usage(CH17)	Not Used
Common	CH Usage(CH18)	Not Used
Common	CH Usage(CH19)	Not Used
Common	CH Usage(CH20)	Not Used
Common	CH Usage(CH21)	Not Used
Common	CH Usage(CH22)	Not Used
Common	CH Usage(CH23)	Not Used
Common	CH Usage(CH24)	Not Used
Common	CH Usage(CH25)	Not Used
Common	CH Usage(CH26)	Not Used
Common	CH Usage(CH27)	Not Used
Common	CH Usage(CH28)	Not Used
Common	CH Usage(CH29)	Not Used
Common	CH Usage(CH30)	Not Used
Common	CH Usage(CH31)	Not Used
Common	CH Usage(CH32)	Not Used

Figura 3.23 Detalle canales de servicio.

La figura 3.24 muestra el inventario de los equipos instalados en los sitios de TELCEL, dicho inventario nos sirve para verificar que los números de serie de los equipos correspondan con los que vienen en el Protocolo de Aceptación de sitios.

Figura 3.24 Inventario del enlace.

La figura 3.25 muestra el desempeño del enlace, la cual es muy importante ya que nos sirve para determinar si los servicios del cliente han tenido algun disturbio, dichos problemas se pueden detectar con la opciones que nada software PNMT como son: OFS(Out Frame Second), SEP(Severely Errored Period), BBE(Background Block Error), ES(Errorred Sec-onds), SES(Severely Errores Seconds), UAS(Unavailable Second). Tambien encontramos las variaciones de nivel de recepción que ha presentado el sistema RX LEV.

	Detail		Threshold			
	Latest		15 min		1 day	
	15 min	1 day	Occur	Recover	Occur	Recover
OFS	0	0	900	90	65534	650
SEP	0	0	900	90	65534	650
BBE	0	0	15400	1540	1478680	147870
ES	0	0	900	90	65534	650
SES	0	0	900	90	65534	650
UAS	0	0	900	90	65534	650
RX LEV1(MIN)	-47.8[dBm]	-49.5[dBm]				
RX LEV1(MAX)	-47.1[dBm]	-46.9[dBm]				
RX LEV2(MIN)	-48.3[dBm]	-49.7[dBm]				
RX LEV2(MAX)	-47.3[dBm]	-47.2[dBm]				

Figura 3.25 Desempeño del enlace.

La figura 3.26 muestra a detalle la tarjeta MAIN WORK, la cual nos ayuda a visualizar las tributarias o canales de servicio que transportan algún servicio de TELCEL, en color verde se aprecian los canales que llevan servicios y en rojo los que no llevan o presentan algún problema.

Category	Item	Status
Common	INTFC(1) Unequipped	Normal
Common	INTFC(1) Type Mismatch	Normal
Common	INTFC(1) Module	Normal
Common	Input LOS CH01	Alarm
Common	Input LOS CH02	Alarm
Common	Input LOS CH03	Alarm
Common	Input LOS CH04	Alarm
Common	Input LOS CH05	Normal
Common	Input LOS CH06	Normal
Common	Input LOS CH07	Normal
Common	Input LOS CH08	Normal
Common	Input LOS CH09	Normal
Common	Input LOS CH10	Normal
Common	Input LOS CH11	Normal
Common	Input LOS CH12	Normal
Common	Input LOS CH13	Alarm
Common	Input LOS CH14	Alarm
Common	Input LOS CH15	Alarm
Common	Input LOS CH16	Alarm
Common	LAN Link Port1	Alarm
Common	Speed & Duplex Port1	10M-Half(MDI)
Common	INTFC(1) Inphase	Inphase
Common	UAE(Total)	Normal

Figura 3.26 Tarjeta MAIN WORK

Por último la figura 3.27 correspondiente a Equipment Setup, sirve para ver la configuración del sistema y podemos encontrar el tipo de interface instalada, redundancia, tipo de tarjeta de descanalización de canales de servicio, modulación, capacidad de transporte, frecuencias de transmisión y recepción, etc.

Category	Item	Status
Common	User Interface	POH E1 with LAN 156MB
Common	Redundancy Setting	1+1(Hot Standby TERM)
Common	Main/Work - INTFC(1)	32xE1 PkQ(EAN LAN)
Common	XPIC Usage	Not Used
Common	Modulation Scheme	128QAM
Common	Transmission Capacity	156[MB]
Common	TX RF Frequency	22781.500[MHz]
Common	RX RF Frequency	21549.500[MHz]
Common	Frame ID	1
Common	TX Power Control	ATPC
Common	LAN Port Usage	P1-2 Shared/Port Only(Main)
Common	Radio Mapping	P1-P2/P=100[Mbps]
Common	NE Name	BTS.EQUIPAMIENTO
Common	IP Address	172.018.000.001
Common	MAC Address	00-25-5C-96-4F-8D
Common	Opposite-1 IP Address	172.018.000.002
Common	Note	23GHZ/7E1 'S/O 30MHORIZONTAL

Figura 3.27 Parámetros de configuración del enlace.

Como parte del mantenimiento preventivo se realiza revisión a las instalaciones de los sitios de TELCEL, con la finalidad de reportar el estado general del mismo y detectar los potenciales o daños que pueden afectar el funcionamiento del enlace. Los potenciales que se detectan en sitio se pueden encontrar a corto plazo y pueden afectar la operación de enlace si no son corregidos. La Figura 3.28 especifica los datos que deben ser considerados en la infraestructura del sitio.

\* Nota. Si algun punto de los señalados en este ítem no cumple debido a que fueron dañados por terceros o no fueron colocados durante la implementación, no debe ser razón para no firmar el protocolo y se debe solicitar como adicional si así corresponde

**10. DATOS DE INSTALACIÓN DE EQUIPO E INFRAESTRUCTURA DE SITIO**

NOTA2: Los puntos marcados con (\*\*) son folos obligatorias que se deben

		Sitio A			Sitio B			OBSERVACIONES
		OK	No OK	NA	OK	No OK	NA	
<b>10.1. INFRAESTRUCTURA*</b>								
10.1.1	Los accesos estan correctos? (puertas, enrejado, cerraduras, chapas, candados, malla perimetral, etc)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10.1.2	Buen estado de peldaños de la escalera de acceso en torre o monopolo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10.1.3	¿Se aprecia un mantenimiento reciente a la torre (rastros de pintura, pintura reciente)?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10.1.4	Escalemilla colocada correcta y firmemente para la bajada de cableado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10.1.5	Sitio libre de agentes nocivos (panal de abejas, nido de aves, vegetacion, arañas, etc )?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10.1.6	Salida del cable Radiocable por el boot pasamuro sellada con espuma de poliuretano o silicón negro (**)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10.1.7	El aire acondicionado se encuentra operando, manteniendo una temperatura adecuada	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10.1.8	Los Bancos de baterias se encuentran en buen estado?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10.1.9	Posicion de Breaker de distribucion de fuerza etiquetada	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>10.2. SISTEMA INDOOR</b>								
10.2.1	¿Existe sistema de tierra en el Site o contenedor (Indoor)? (**)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10.2.2	Los cables de Tierra se encuentran fijos, zapatas firmes, acomodados y correctamente conectados?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10.2.3	¿El bastidor, rack o gabinete está libre de movimientos y conectado al sistema de tierra??	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10.2.4	Equipo (Rack) libre de desagüe de minisplit?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10.2.5	IDU libre de riesgo de escurrimiento de acido de baterias en BTS?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10.2.6	¿La IDU se encuentra aterrizada adecuadamente (Cable de IDU a barra de tierra)? (**)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10.2.7	¿La IDU está etiquetada y/o corresponden a los datos del enlace? (**)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10.2.8	¿El panel de fusibles está etiquetado de acuerdo a la norma de instalacion y alimentado correctamente?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10.2.9	Revisión de Voltajes de fuente de alimentación ( -48 V / +24V)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10.2.10	Cables de Alimentación (IDU), etiquetados, zapatas firmes, y conectados de acuerdo a lineamientos eléctricos ((ROJO -48 VCD, NEGRO común, VERDE tierra). (**)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10.2.11	¿Cables de BB / Radiocable o Guia de Onda, etiquetados (IDU A - ODU A) , sujetos con cinturones de plasticos y de forma estética en su recorrido dentro del site? (**)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10.2.12	Cables de tributarias wrappeados y etiquetados de acuerdo al estándar TELCEL. Permiten libre acceso a la IDU. (**)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10.2.13	¿El Cable de gestion esta fijo, etiquetado y conectado correctamente? (**)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10.2.14	¿El conector molex del IDU tiene algun defecto visible?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10.2.15	Ajuste de Osciladores (si se requiere)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figura 3.28 Registro de problemas potenciales.

Se realiza impresión de protocolos de mantenimiento preventivo. Una vez concluida la revisión del Protocolo de Mantenimiento Preventivo, se realiza la impresión

de la carátula del protocolo de los enlaces visitados en la semana.

**Entrega de protocolos de mantenimiento preventivo a TELCEL.** Las caratulas de mantenimiento preventivo y los archivos electrónicos de los mantenimientos preventivos que se realizaron en la semana son llevados con personal del area de operación y mantenimiento de TELCEL.

### **3.4. Registrar, dar seguimiento y solucionar problemas potenciales que afectan o puedan afectar el funcionamiento de los enlaces.**

Tomando en cuenta que un potencial puede ser la causa de daño al hardware que conforma el enlace de microondas, se lleva un registro en el cual se especifica el problema detectado para que a su vez TELCEL de solución inmediata. A continuación se mencionan algunos potenciales detectados en el mantenimiento preventivo: no hay banco de baterias, torre no aterrizada a sistema de tierra.

La Figura 3.29 muestra la forma en la cual se van registrando los problemas potenciales detectados en el mantenimiento preventivo, el registro se realiza semanalmente y posteriormente se concentran todos los potenciales detectados en el mes.

RESUMEN SEMANAL DE FALLAS POTENCIALES DETECTADOS EN SITIO R7  
NEC DE MEXICO

ITEM	ENLACE	Observaciones		POTENCIALES A CORREGIR
		Sitio A	Sitio B	
1	BTS MALPASO - BTS PARROQUIA	Cable de ODU'S sin aterrizar (están en punta)	Sin potenciales	Sitio A:Cable de ODU'S sin aterrizar (están en punta). Sitio B:Sin potenciales
2	BTS CARROZA - BTS PARROQUIA	Cable de ODU'S sin aterrizar y panel de avispa a un costado de nicho	Sin potenciales	Sitio A:Cable de ODU'S sin aterrizar y panel de avispa a un costado de nicho.Sitio B:Sin potenciales
3	BTS ARGENTUM - RB PRIMAVERA	El porton del sitio esta dañado	Sin potenciales	Sitio A:El porton del sitio esta dañado.Sitio B:Sin potenciales
4	BTS FOURIER - RB PRIMAVERA	Sin potenciales	Cable de ODU'S sin aterrizar (están en punta)	Sitio A:Sin potenciales.Sitio B:Cable de ODU'S sin aterrizar (están en punta)
5	BTS AHUALULCO - BTS LA MESILLA	Sin potenciales	El candado de la puerta esta dañado y falta banco de baterías	Sitio A:Sin potenciales.Sitio B:El candado de la puerta esta dañado y falta banco de baterías
6	RB VETAGRANDE - RB ZACATECAS	Sin Banco de Baterías	Sin potenciales	Sitio A:Sin Banco de Baterías.Sitio B:Sin potenciales
7	BTS TRONCOSO - RB ZACATECAS	Cable de ODU'S sin aterrizar	Sin potenciales	Sitio A:Cable de ODU'S sin aterrizar.Sitio B:Sin potenciales
8	RB MALVAS - RB VETAGRANDE (SD)	Cable de ODU'S sin aterrizar	Sin Banco de Baterías	Sitio A:Cable de ODU'S sin aterrizar.Sitio B:Sin Banco de Baterías
9	RB MALVAS - BTS VILLA DE COS	Cable de ODU'S sin aterrizar	Sin potenciales	Sitio A:Cable de ODU'S sin aterrizar.Sitio B:Sin potenciales
10	BTS POZO DE GAMBOA - RB VETAGRANDE	Sin potenciales	Sin Banco de Baterías	Sitio A:Sin potenciales.Sitio B:Sin Banco de Baterías
11	MICRO CONVENCIONES ARGENTUM - BTS ARGENTUM	Sin potenciales	La puerta de acceso esta dañada	Sitio A:Sin potenciales.Sitio B:La puerta de acceso esta dañada

NEC DE MEXICO S.A.DE C.V

FRMA: \_\_\_\_\_  
NOMBRE: \_\_\_\_\_  
FECHA: \_\_\_\_\_

TELCEL

FRMA: \_\_\_\_\_  
NOMBRE: \_\_\_\_\_  
FECHA: \_\_\_\_\_

Figura 3.29 Registro de fallas potenciales.

La imagen 3.30 muestra una BTS sin banco de baterías, esto puede ocasionar que el enlace deje de funcionar cuando no se tenga suministro de energía eléctrica.



Figura 3.30 BTS sin banco de baterias.

La imagen 3.31 muestra algunos sitios de TELCEL con la malla perimetral dañada, en caso de no corregir el problema el sitio puede ser vandalizado.



Figura 3.31 Daños en la infraestructura del sitio.

### **3.5. Solucionar problemas detectados y notificados por personal de operación y mantenimiento TELCEL R7.**

Este tipo de eventos se presenta cuando personal del CCR de TELCEL mediante su gestor de red celular detecta problemas en el desempeño de sus servicios GSM, 3G, para lo cual se pone en contacto con su personal de operación y mantenimiento para informar la falla, personal de mantenimiento de TELCEL se presenta en sitio para determinar el tipo de falla, una vez detectado que el problema es provocado por el enlace de microondas se comunica vía telefónica al Centro de Asistencia Técnica (TAC) de NEC para levantar el reporte correspondiente a la falla, el TAC es el medio para notificar la falla al coordinador regional de NEC y en conjunto comienzan con el soporte vía telefónica al personal de TELCEL en sitio para identificar el tipo falla y determinar las refacciones que serán necesarias para corregir el problema presente, así como programar la presencia de personal de NEC en sitio. Dentro de las fallas que TELCEL reporta se encuentran enlaces 1+0, parámetros mal configurados, niveles de recepción bajos, líneas transmisión dañadas, etc.

**Enlaces 1+0.** A nivel nacional la red de transporte de microondas de TELCEL opera en configuración 1+1 (hot-standby), por lo que si tenemos un enlace operando en modo 1+0 se corre el riesgo de quedar como 0+0 y esto ocasionaría dejar sin servicio el sitio, por lo que es necesario recuperar la configuración 1+1. La figura 3.32 muestra el enlace de microondas BTS TLAXCALANCINGO dirección RB UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS reportado por TELCEL como uno 1+0 con alarmas presentes en ODU-2 y MODEM-2.

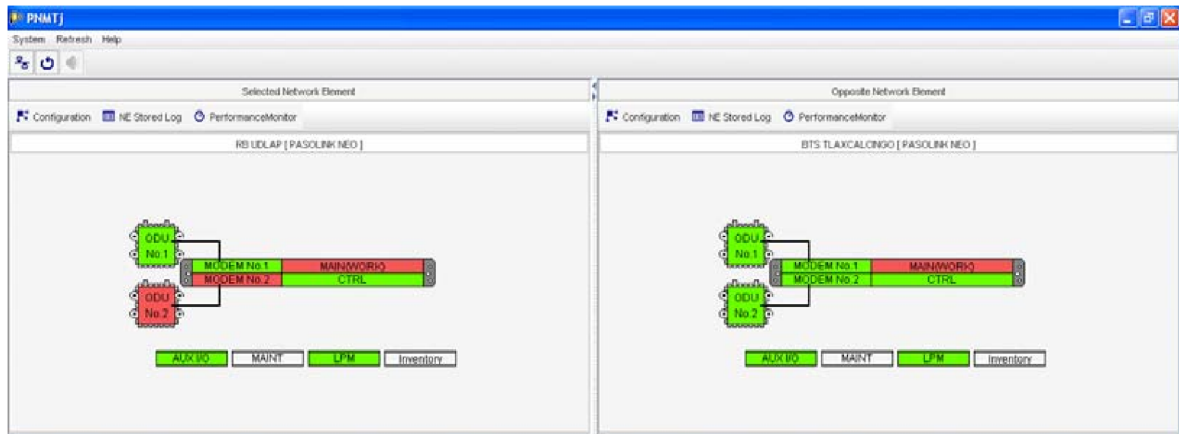


Figura 3.32 Enlace funcionando como 1+0.

Para determinar el tipo de alarma presente seleccionamos con el botón derecho del ratón de nuestra computadora la ODU-2 o MODEM-2, para este caso en particular se selecciona el MODEM-2. La figura 3.33 muestra las alarmas de LOF, Frame ID, las cuales se generan al no haber correspondencia entre la ODU-LINEA DE TRANSMISION-MODEM.

Category	Item	Status
No.2	MODEM Unequipped	Normal
No.2	MODEM Type Mismatch	Normal
No.2	MODEM Module	Normal
No.2	LOF	Alarm
No.2	Frame ID	Alarm
No.2	High BER	Normal
No.2	Low BER	Normal
No.2	Early Warning	Normal
No.2	MOD	Normal
No.2	DEM	Normal
No.2	Input Voltage	Normal
No.2	Power Supply	Normal
No.2	IF Cable Short	Normal
No.2	Cable EGL	Normal
No.2	Linearizer Function	NON OPR
No.2	MODEM Linearizer	Normal
Common	ATPC Power Mode	Active

Figura 3.33 Detalle de alarma en modem 2.

Como la línea de transmisión se acopla a la ODU mediante un conector N-L y al MODEM por un conector TNC, comúnmente las alarmas antes descritas son a consecuencia de un mal armado en los conectores, para este caso se sustituyeron tanto el conector N-L como el conector TNC, la figura 3.34 muestra el enlace después de cambiar los conectores.

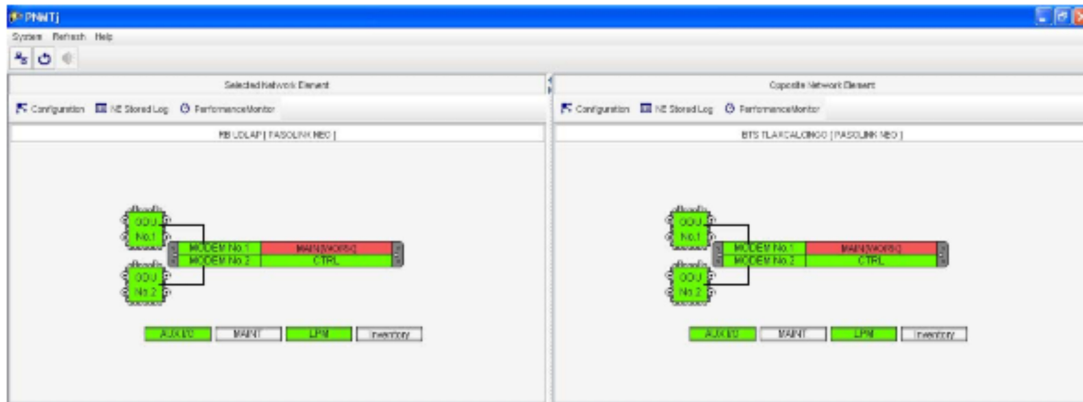


Figura 3.34 Enlace 1+1

**Parametros mal configurados.** Este tipo de reportes son generados cuando TELCEL informa a NEC que el enlace presenta oscilaciones y como consecuencia se presentan errores en sus servicios de GSM, 3G. La figura 3.35 muestra el enlace APIZACO dirección TEZOYO.

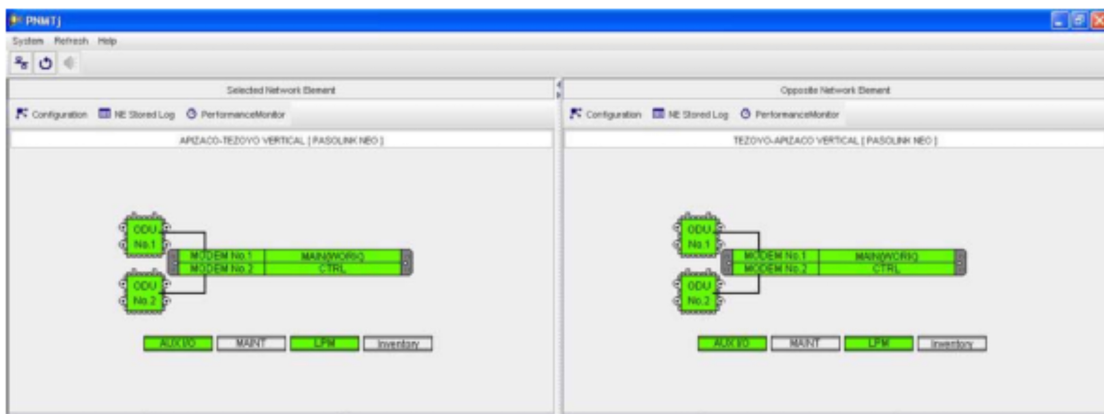


Figura 3.35 Enlace 1+1 APIZACO-TEZOYO

Aparentemente la imagen anterior muestra que el enlace no presenta ningún problema ya que opera como 1+1 y sin alguna alarma activa que nos indique todo lo contrario, pero al revisar el desempeño del enlace seleccionamos con el ratón la opción LPM para verificar si el enlace opera en condiciones óptimas. La figura 3.36 nos muestra que el enlace ha presentado errores.

The image shows two side-by-side windows of the Link Performance Monitor. Both windows display a table with columns: OFS, SEP, BBE, ES, SES, UAS, RX LEV1(MN), RX LEV1(M), RX LEV2(MN), and RX LEV2(M). The left window is titled 'APIZACO TEZOYO VERTICAL' and the right window is titled 'TIZOYO APIZACO VERTICAL'. The data rows show various performance metrics for different time periods (e.g., 05:09/, 05:08/, 05:07/, 05:06/, 05:05/, 05:04/, 05:03/, 05:02/). Some values are highlighted in red, indicating errors or warnings, such as '1' in the OFS column for 05:05/ in the left window and '\*' in the OFS, SEP, BBE, ES, SES, and UAS columns for 05:06/ in the right window.

Figura 3.36 Desempeño del enlace.

Para corregir este problema es necesario contar con el protocolo de aceptación de sitios liberado por TELCEL y revisar la hoja en donde se encuentra la OT (orden de trabajo) para compararlo con la configuración actual del equipo, una vez teniendo dicha información se realiza la revisión de la configuración seleccionando la opción Configuration y posteriormente en Provisioning. La figura 3.37 nos muestra que se encuentra configurado en la opción ATPC Threshold Level = 60(dBm), ATPC Range (MIN) = -20 (dB), en comparación con la OT se requiere un ATPC Threshold Level = 51(dBm) y ATPC Range (MIN) = -10 (dB).

Category	Item	Status
Common	High BER Threshold	1E-3
Common	Low BER Threshold	1E-6
Common	RS-232C-1	SC1
Common	RS-232C-2	SC2
Common	V11-1	SC3
Common	V11-2	SC4
Common	V11-1 Direction Setting	Contra-directional
Common	V11-2 Direction Setting	Contra-directional
Common	LAN Port1 Usage	Used
Common	LAN Port2 Usage	Not Used
Common	Switching Function	Disabled
Common	Speed & Duplex Port1	100M-Full(MDI)
Common	Flow Control Port1	Off
Common	Link Loss Forwarding Port1	Disabled
Common	ATPC Threshold Level	-60[dBm]
Common	Additional ATT	0[dB]
Common	ATPC Range(MAX)	0[dB]
Common	ATPC Range(MIN)	-20[dB]
Common	ATPC Power Mode	Hold
Common	COMM Alarm Mode	Mute
Common	TX SW Priority	Non Priority
Common	TX SW Reverse Function	Not Used
Common	TX SW Sensitivity	Normal
Common	RX SW Priority	Non Priority
Common	RX SW Maintenance Mode	Manual
Common	RX SW Condition-Early Warning	Included EW
Common	Relay Configuration	
Common	Cluster1 Input	Disabled
Common	Cluster2 Input	Disabled
Common	Cluster3 Input	Disabled
Common	Cluster4 Input	Disabled
Common	XPC Condition-Local Fail	Mute
Common	EOV2 External Setting	Normal
Common	RX Level TCN Threshold	-73.0[dBm]
Common	SES Activation Condition	80[%]
Common	Alarm Correlation Capability	On

Figura 3.37 Parámetros mal configurados.

Con la reconfiguración de los parámetros ATPC Threshold Level y ATPC Range (MIN) se corrige el problema y el desempeño del enlace queda en óptimas condiciones. La figura 3.38 muestra los ajustes de parámetros.

Category	Item	Status
Common	High BER Threshold	1E-3
Common	Low BER Threshold	1E-6
Common	RS-232C-1	SC1
Common	RS-232C-2	SC2
Common	V11-1	SC3
Common	V11-2	SC4
Common	V11-1 Direction Setting	Contra-directional
Common	V11-2 Direction Setting	Contra-directional
Common	LAN Port1 Usage	Used
Common	LAN Port2 Usage	Not Used
Common	Switching Function	Disabled
Common	Speed & Duplex: Port1	100M-Full(MD)
Common	Flow Control Port1	Off
Common	Link Loss Forwarding Port1	Disabled
Common	ATPC Threshold Level	-51[dBm]
Common	Additional ATT	0[dB]
Common	ATPC Range(MAX)	0[dB]
Common	ATPC Range(MIN)	-10[dB]
Common	ATPC Power Mode	Hold
Common	COMM Alarm Mode	Mute
Common	TX SW Priority	Non Priority
Common	TX SW Reverse Function	Not Used
Common	TX SW Sensitivity	Normal
Common	RX SW Priority	Non Priority
Common	RX SW Maintenance Mode	Manual
Common	RX SW Condition-Early Warning	Included EW
Common	Relay Configuration	
Common	Cluster1 Input	Disabled
Common	Cluster2 Input	Disabled
Common	Cluster3 Input	Disabled
Common	Cluster4 Input	Disabled
Common	XPC Condition-Local Fail	Mute
Common	ECM2 External Setting	Normal
Common	RX Level TCN Threshold	-73.0[dBm]
Common	SES Activation Condition	30[%]
Common	Alarm Correlation Capability	On

Figura 3.38 Corrección de parámetros

### 3.6. Solución a servicios de emergencia notificados por TELCEL R7.

Este tipo de eventos tiene un trato especial en comparación con los enlaces que se encuentran como 1+0, esto se debe a que los servicios de GSM, 3G que cursan a través de él se ven afectados y por tal situación este tipo de eventos es catalogado como emergencia o 0+0.

Una emergencia juega un papel muy importante, en primera instancia por que se tienen 2 hrs. para llegar al sitio con falla siempre y cuando se encuentre dentro de Puebla, Pue., para los enlaces que se encuentran fuera del municipio de Puebla o en otro estado de Región 7 (TLAXCALA, VERACRUZ, OAXACA Y GUERRERO ) se tiene como tiempo máximo de llegada 8hrs, en segunda instancia una vez estando en sitio se tienen 2 hrs.

para recuperar el enlace por lo menos a 1+0 quedando el compromiso de recuperar el enlace a 1+1 en un periodo no mayor a 10 días, por tal situación es necesario contar con los recursos necesarios para poder atender este tipo de fallas.

La figura 3.39 muestra el diagrama a bloques del proceso de como TELCEL reporta una emergencia a NEC y la forma en la que NEC realiza la atención.

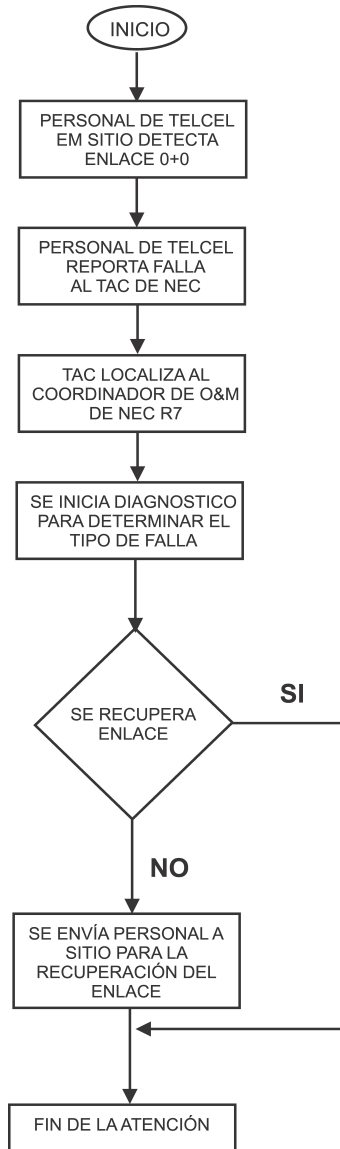


Figura 3.39 Diagrama a bloques del proceso de atención en una emergencia reportada por TELCEL.

**Tipos de emergencias.** A continuación se describirán algunos tipos de emergencias que se pueden presentar, dentro de las cuales encontramos: emergencias por vandalismo, interferencia , descarga eléctrica atmosférica.

### **3.7. Actualización de la planta instalada de enlaces de microondas**

Semanalmente el coordinador de mantenimiento se reúne con su homologo de proyectos de NEC para validar los enlaces que fueron entregados a TELCEL, los cuales no deben tener ningun pendiente de instalación y lo más importante, que ya cuentan con protocolo de aceptación de sitio firmado por personal del departamento de aceptación de sitios de TELCEL, una vez que se ha garantizado la existencia del protocolo, se procede con el registro en la base de enlaces de microondas considerando los siguientes datos: fecha de entrega del enlace, capacidad de transporte, diámetro de antenas, frecuencias de Tx y Rx, versión de equipo instalado, niveles de recepción. La figura 3.40 muestra de manera general el registro de los enlaces de microondas en la planta instalada.



F-00.62.04.02.02-007 BASE INSTALADA DE EQUIPOS DE MICROONDAS MARCA " NEC "

MODELO	SITIO A	SITIO B	ZONA O CIUDAD	ESTADO	DIAMETRO DE ANTENA	CAPACIDAD CONFIGURADA	FRECUENCIA TX (MHZ)	FRECUENCIA TX (MHZ) PUNTA B	NIVEL DE RX A (RSSI) PUNTA B	NIVEL DE RX B (RSSI) PUNTA B	FECHA DE INSTALACION
PASOLINK NEO	ALTO LUCERO	LENCERO	ALTO LUCERO	VERACRUZ	1.2m HP	16 E1	15260.50	14532.50	-45.00	-44.00	20/07/2007
PASOLINK NEO	RB EL TEJAR	RB BOCA DEL RIO	BOCAL DEL RIO	VERACRUZ	1.2m HP	4 E1	14553.50	15281.50	-43.00	-43.00	22/12/2007
PASOLINK NEO	MC CARRANZA	ILANG	VERACRUZ	VERACRUZ	1.2m HP	4 E1	14553.50	15281.50	-43.00	-43.00	22/12/2007
PASOLINK NEO	BTS ALTZAYANCA	RB EL CARMEN TEQUEXQUITLA	EL CARMEN TEQUEXQUITLA	TLAXCALA	1.2m HP	8 E1	15264.00	14536.00	-35.00	-35.00	20/11/2008
PASOLINK NEO	CAC OAXACA II	RB NUEVO MEXICO	OAXACA	OAXACA	1.2m HP	10 E1	14543.00	15271.00	-55.30	-52.60	09/12/2008
PASOLINK NEO	CASAS PALENQUE	BENEFICENCIA	PUEBLA	PUEBLA	0.6m HP	48 E1	22781.50	21549.50	-35.40	-35.00	10/12/2008
PASOLINK NEO	RANCHO COLORADO	DEFENSORES	PUEBLA	PUEBLA	0.6m HP	8 E1	22781.50	21549.50	-44.30	-45.70	04/07/2009
PASOLINK NEO	BTS AHUASHUATEPEC	LOMA FLORIDA	TZOPANTEPEC	TLAXCALA	1.2m HP	32 E1	14543.00	15271.00	-53.10	-53.20	25/07/2009
PASOLINK NEO	BTS PALACIO DE JUSTICIA	DON SALVADOR	XALAPA	VERACRUZ	0.6m RFS POL V	8 E1	21875.00	23075.00	-40.50	-42.27	02/01/2012
PASOLINK NEO	BTS COMPLEJOS	BTS COMPLEJO PETROLERO	COATZACOALCOS	VERACRUZ	0.6m	150Mbps	21549.50	22781.50	-36.45	-36.45	17/03/2014
PASOLINK NEO	BTS MAXIMO	BTS HUAMANTLA	HUAMANTLA	TLAXCALA	0.6m POL V	8 E1	15271.00	14543.00	-41.3	-41.6	31/10/2014
PASOLINK NEO	BTS ALTO LUCERO	BTS CERRO GORDO	ALTO LUCERO	VERACRUZ	0.6m POL H	150 MB	38444.00	37184.00	-30.4	-29.5	10/02/2015
PASOLINK NEO	RB LA CIENEGA	BTS ESTADIO CUAUHTEMOC	PUEBLA	PUEBLA	0.6m	150Mbps	15271.00	14543.00	-39.60	-39.60	11/02/2015
PASOLINK NEO	RB APIZACO	RB TLAXCALA	APIZACO	TLAXCALA	1.2m POL V	2E <sup>1</sup> s + 146Mbps	21549.50	15271.00	-37.86	-37.86	22/03/2015
PASOLINK NEO	COATLICUE	QUETZALCOATL	COATZACOALCOS	VERACRUZ	0.6m	150Mbps	38444.00	37184.00	-33.39	-33.39	10/05/2015
PASOLINK NEO	BARCO VIEJO	MOCAMBO	BOCAL DEL RIO	VERACRUZ	0.6m	150Mbps + NEO TE	22781.50	21549.50	-31.30	-31.60	27/05/2015
PASOLINK NEO	BTS CENTRO JOYERO	BTS TAMARINDO	IGUALA	GUERRERO	0.6m	150Mbps	7166.50	7327.50	-46.35	-46.35	21/07/2015

Figura 3.40 Registro de enlaces de microondas en planta instalada.

# Capítulo 4

## Conclusiones

La importancia de garantizar el servicio de telefonía celular en sus diferentes tecnologías GSM, 3G, LTE al cliente, cada día se vuelve un reto para las diferentes operadoras de telefonía celular del país de ahí surge la necesidad de mantener en óptimas condiciones cada uno de los elementos que integran las diferentes tecnologías celulares.

El enlace de microondas como medio de transporte de los servicios de voz y datos debe operar sin problema alguno ya que es el medio de acceso a la red y por tal situación fue necesaria la implementación del mantenimiento preventivo y correctivo a los enlaces de microondas con la finalidad de no llevar al corte total de servicios por fallas y/o problemas que pudieron ser resueltos con anticipación.

Partiendo del origen de los sistemas electrónicos de comunicación se explicó brevemente la forma en la que es transportada una señal de un punto a otro, llegamos al sistema de Radiofrecuencia por microondas en particular el modelo PASOLINK NEO de la marca NEC y finalmente se desarrollaron los procesos de mantenimiento preventivo y correctivo a la planta instalada de enlaces de microondas marca NEC en TELCEL Región 7, con el cual se garantiza la detección oportuna de los problemas que pueden afectar el servicio de telefonía celular GSM que se brinda al usuario final.

# Bibliografía

- [1] Tomasi, Wayne, Sistemas de Comunicaciones Electrónicas. Person Educación, México, 2003
- [2] Heine, Gunnar, GSM Networks: Protocols, Terminology, and Implementation. Artech House, Boston, 1998.
- [3] Raymond Steele, Chin-Chun Lee and Peter Gould, GSM, cdmaOne and 3G Systems.
- [4] ERICSSON, RBS 2106 Reference Manual, 2001
- [5] NEC, Pasolink NEO Manual de Usuario, Sistema de Radio Digital 6-52 GHz PDH/SDH, 2006.
- [6] <http://blogcomunicacionesmoviles.blogspot.mx/2011/06/esquema-general-del-sistema-gsm.html>.