



A.F. 132316



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

## **FACULTAD DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD Y COMPUTACIÓN**

### **TEMA:**

**"Estudio de la implantación en el país de los servicios  
que ofrece la tecnología TETRA para red troncalizada"**

### **TESIS DE GRADO**

**Previa a la obtención del Título de**

**INGENIERO EN ELECTRICIDAD  
ESPECIALIZACIÓN: ELECTRONICA**

**Presentada por:**

**Miguel Ángel Aldáz Pacheco  
Geanine Maria Briones Lascano**

**Guayaquil-Ecuador  
2002**

## AGRADECIMIENTO

Damos nuestro sincero agradecimiento a nuestro Director de Tesis por la ayuda prestada, al Ing. Romel Jaramillo, a la Ing. Luzmila Ruiloba, al Ing. Alan Acay y a todas las empresas de radio Trunking que nos ayudaron con la información requerida.

## DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios y  
a mis padres que me han ayudado.

Miguel Aldáz.

Dedico esta Tesis a Dios  
y mi madre que me ha ayudado incondicionalmente.

Geanine Briones.

## DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado nos corresponde exclusivamente y el patrimonio de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"  
(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

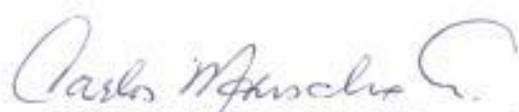


-----  
Miguel Aldaz Pacheco



Geanine Briones Lascano

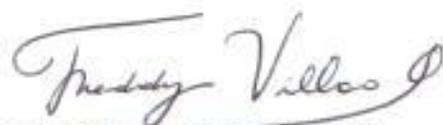
## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



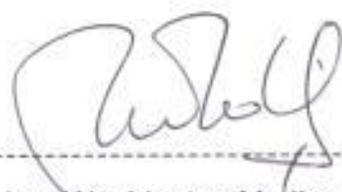
Ing. Carlos Monsalve  
Subdecano de la FIEC



Ing. César Yépez  
Director de Tesis



Dr. Freddy Villao  
Vocal



Ing. Washington Medina  
Vocal

## RESUMEN

Dado la creciente tendencia a las comunicaciones digitales hemos decidido desarrollar un estudio enfocado a la posibilidad de que en nuestro país se pueda implantar un sistema digital de radio móvil que utilice el estándar TETRA el cual es actualmente utilizado con gran éxito en países de la Comunidad Europea.

Como primer paso expondremos las características de un sistema trunking en general. Luego, revisaremos los estándares actuales utilizados en el país como son: LTR y el Sistema MPT 1327. Además revisaremos las leyes actuales que regulan el manejo de las telecomunicaciones y en nuestro caso los sistemas trunking en el país. A continuación haremos un análisis de las características de un sistema de radio digital usando el estándar TETRA y sus posibilidades de ser implantado como nueva alternativa en el país haciendo las correspondientes comparaciones con los sistemas analógicos actualmente implantados.

## INDICE GENERAL

	Pág.
Resumen	VI
Índice General	VII
Índice de figuras	IX
Índice de tablas	XIII
Abreviaturas	XV
Introducción	1
<b>1 DESCRIPCION DE UN SISTEMA TRONCALIZADO</b>	<b>2</b>
1.1 Protocolo.....	4
1.2 Infraestructura.....	6
1.3 Equipos que se utiliza.....	7
1.4 Servicio que ofrece.....	7
<b>2 LEYES Y REGLAMENTOS QUE RIGEN LOS SISTEMAS TRONCALIZADOS</b>	<b>10</b>
2.1 Procedimientos legales para concesiones.....	10
2.2 Procedimientos legales para asignación..... de frecuencias	13
2.3 Parámetros técnicos establecidos por la ley.....	15
2.3.1 Frecuencias disponibles.....	19
2.3.2 Ganancias de las antenas.....	22
2.3.3 Potencia de transmisión.....	22
<b>3 ESTÁNDARES UTILIZADOS EN EL PAÍS</b>	<b>23</b>
3.1 Sistema LTR.....	23
3.1.1 Protocolo.....	24
3.1.2 Equipos que se utiliza.....	34
3.2 Sistema MPT 1327.....	40
3.2.1 Protocolo.....	45
3.2.2 Equipos que se utiliza.....	50
3.3 Comparación de los Sistemas: LTR y MPT 1327.....	55

<b>4 SISTEMA TETRA.....</b>	<b>62</b>
4.1 Protocolo.....	62
4.2 Infraestructura.....	66
4.3 Equipos.....	71
4.4 Frecuencias utilizadas.....	75
4.5 Servicios que ofrece.....	76
4.6 Evaluación de los resultados de aplicar TETRA..... en otros países	88
4.7 Comparación de los sistemas existentes..... con el sistema TETRA	90
<b>5 ESTUDIO DE LA FACTIBILIDAD DE INSTALACION</b>	<b>99</b>
5.1 Costos de instalación.....	99
5.2 Costos de administración .....	104
5.3 Costos de permisos legales.....	107
5.4 Rentabilidad del negocio.....	108
<b>6 CONCLUSIONES.....</b>	<b>109</b>
<b>7 RECOMENDACIONES.....</b>	<b>110</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>111</b>
<b>ANEXO 1</b>	
Característica de altura efectiva de la antena y potencia radiada aparente.	
<b>ANEXO 2</b>	
Flujo de caja TETRA / Microonda.	
Flujo de caja LTR / Microonda.	
Préstamo TETRA / Microonda.	
Préstamo LTR / Microonda.	
<b>ANEXO 3</b>	
Proyecto técnico para la autorización de uso de frecuencias para servicio fijo y móvil terrestre.	
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Fig. 3.1	Formato del mensaje de datos de móvil a repetidora	25
Fig.3.2	Formato del mensaje de datos de móvil a repetidora (repetidora ocupada)	25
Fig. 3.3	Formato de mensaje de datos de móvil a repetidora (repetidora libre.	25
Fig. 3.4	Repetidora a móviles	28
Fig. 3.5	Móvil "A" a repetidora	28
Fig. 3.6	Información de slot en repetidora de bus de datos	29
Fig.3.7	Repetidora a móvil "A"	29
Fig. 3.8	móvil "A" a repetidora	30
Fig. 3.9	Repetidora a móviles "B"	30
Fig. 3.10	Repetidora 2 a estación de control.	31
Fig. 3.11	Estación de control "M" a repetidora	31
Fig. 3.12	Repetidora 5 a otras repetidoras	32
Fig. 3.13	Repetidora 5 a móviles	32

Fig. 3.14	Estación de control a otras repetidoras	32
Fig. 3.15	conmutación entre el móvil C y la estación de control.	33
Fig. 3.16	GTX Móvil – LTR	34
Fig. 3.17	GTX™ portátil LTR	35
Fig. 3.18	MaxTrac- LS- LTR	37
Fig. 3.19	MTX-LS-LTR	38
Fig. 3.20	Sistema LTR	39
Fig. 3.21	Estructura de la señalización del canal de control	46
Fig. 3.22	TSC a unidades de radio	48
Fig. 3.23	Unidades de radio a TSC	48
Fig. 3.24	Sistema MPT-1327 5 canales	50
Fig. 3.25	GP600 - MPT 1327	50
Fig 3.26	GP1200 - MPT 1327	52
Fig. 3.27	GM600-MPT 1327	53
Fig. 3.28	R40 Nokia	54

Fig. 3.29	Esquema de tiempo que los usuarios utilizan en el sistema LTR.	56
Fig. 3.30	Esquema de tiempo que los usuarios utilizan el sistema MPT 1327	56
Fig.3.31	Esquema del sistema MPT 1327.	57
Fig. 3.32	Esquema del sistema LTR.	58
Fig. 4.1	Arquitectura general	66
Fig. 4.2	Estación base transceptora	67
Fig. 4.3	Bastidor de la Estación Base Transeptora	68
Fig. 4.4	Sistema de acoplamiento	69
Fig. 4.5	Arquitectura interna de una BTS.	70
Fig. 4.6	Centro Nodal	70
Fig. 4.7	Motorola d700	72
Fig. 4.8	MTP 300 Portátil Motorola	72
Fig. 4.9	MTM300 Radio Móvil. Motorola	73
Fig. 4.10	Nokia TMR400	73

Fig. 4.11	Estación base TETRA NOKIA	74
Fig. 4.12	Centro de switching	75
Fig. 4.13	Llamada individual entre terminales de radio	77
Fig. 4.14	Llamada de grupo entre terminales de radio.	78
Fig. 4.15	Llamada PABX	79
Fig. 4.16	Llamada PSTN	79
Fig. 4.17	Esquema de tiempo que los usuarios utilizan el sistema LTR	92
Fig. 4.18	Esquema de tiempo que los usuarios utilizan el sistema MPT 1327 / TETRA	93
Fig. 4.19	Esquema del sistema MPT 1327 / TETRA	94
Fig. 4.20	Esquema del sistema LTR	94

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla I	Sistemas propietarios del mundo.	5
Tabla II	Sistemas abiertos existentes.	5
Tabla III	Rango de bandas	17
Tabla IV	Bandas de servicio fijo y móvil terrestre	19
Tabla V	Formato de establecimiento de una llamada	49
Tabla VI	Parámetros de TETRA	64
Tabla VII	Parámetros de la Estación Base Transeptora (BTS).	70
Tabla VIII	Bandas de frecuencias a la que opera el móvil Nokia TMR400	74
Tabla IX.	Frecuencias utilizadas en un Sistema TETRA	75
Tabla X	Posibilidades de llamadas individuales	85
Tabla XI	Posibilidades de llamadas en grupo.	85
Tabla XII	Posibilidades de llamadas de datos.	86

Tabla XIII	Tipos de llamadas y de las funciones.	88
Tabla XIV	Inversión Inicial TETRA / microondas	100
Tabla XV	Inversión Inicial TETRA/ satelital	101
Tabla XVI	Inversión Inicial LTR/ Microondas	102
Tabla XVII	Inversión Inicial LTR/ satelital	103
Tabla XVIII	Gastos administrativos TETRA / microondas	104
Tabla XIX.	Gastos Administrativos TETRA / satelital	105
Tabla XX.	Gastos Administrativos LTR / microondas	106
Tabla XXI.	Gastos Administrativos LTR / satelital	107

## ABREVIATURAS

ACCH	Associated Control Channel
AP	Access Priority
BS	Base Station
BTS	Base Transceiver Station (controlador de sitio)
CRV	Call Retention Value
VER	Bit Error Rate
DQPSK	Differential Quadrature Phase Shift Keying
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
GTSI	Group TETRA Subscriber Identity
ITSI	Individual TETRA Subscriber Identity
LS	Line Station (Connected Terminal)
MAC	Medium Access Control
MCCH	Main Control Channel
MER	Message Erasure Rate
MM	Mobility Management
MMI	Man Machine Interface
MS	Moil Station
PDU	Protocol Data Unit
PMR	Private Mobile Radio
PSTN	Public Switched Telephone Network
PTT	Press To Talk
PL	Priority Level
PPL	Pre-emptive priority level
RA	Rural Area
RF	Radio Frequency
RSSI	Radio Signal Strength Indication
SCH	Signaling Channel
SCK	Static Cipher Key
SIM	Subscriber Identity Module
SINAD	Signal to Noise Ratio
SwMI	Switching Management Infrastructure
TCH	Traffic Channel
TDMA	Time Division Multiple Access
TETRA	Terrestrial Trunked Radio communication
SAP	Service Access Point
V+D	Voice + Data.

## INTRODUCCIÓN

Nuestro estudio enfoca la posibilidad que en nuestro país se pueda implantar un sistema digital de radio móvil que utilice el estándar TETRA que es utilizado con éxito en países de la Comunidad Europea y por las Fuerzas Armadas ecuatorianas.

Nuestro trabajo incluye la comparación con sistemas de radio trunking existentes en el Ecuador como: LTR y MPT 1327.

Hemos realizado un estudio económico de la factibilidad de implantación del sistema.

Además las respectivas comparaciones de costos de enlaces de última milla.

Para los cálculos de propagación, consideramos dos sitios.

Una torre esta ubicada en Cerro Azul y la otra en Tundaloma.

Con el sitio 1 cubrimos Guayaquil y sus alrededores.

Con el sitio 2 cubrimos las provincias de Guayas, Los Ríos y El Oro.

## CAPITULO 1

### DESCRIPCION DE UN SISTEMA TRONCALIZADO

Trunking fue desarrollado porque el radio espectro en todo el mundo estaba congestionado.

El rápido crecimiento de las comunicaciones móviles ha hecho difícil la disponibilidad de canal.

El crecimiento en la demanda para comunicación móvil significa que más usuarios accedan al mismo número de canales sin pérdida de calidad de servicio.

Se define el Servicio Trunking como un servicio de radio comunicaciones privado que se ofrece en un área de cobertura determinada y que permite la difusión de información o el establecimiento de comunicaciones entre dos o más usuarios.

En un sistema trunking de radio comunicación, la inteligencia del sistema cuida de guiar a los usuarios a un canal libre. Los usuarios no tienen que preocuparse si un canal está libre o no, pero pueden concentrarse en la esencia de la comunicación: que el mensaje llegue.

Trunking es definido como: la ubicación automática y dinámica de un pequeño número de canales entre un gran número de usuarios.

Todos hemos usado los principios de trunking.

Trunking ha sido usado en la red de telefonía pública por muchos años. Si hacemos una llamada telefónica a un abonado de otra ciudad, nuestra llamada es transferida por una línea arbitraria. Nosotros como abonados no tenemos que seleccionar esa línea. Todo lo que tenemos que hacer es el requerimiento de llamada y la central telefónica de la ciudad automáticamente nos colocará en una línea libre. Cuando la conversación ha concluido colgamos y la línea queda habilitada para otros usuarios.

Trunking o troncal es un vocablo netamente telefónico, las líneas telefónicas que salen de una central telefónica (PSTN) se llaman troncales y estas son compartidas a través de la central por un grupo de suscriptores, también en un conmutador telefónico (PABX), las líneas telefónicas que entran, se llaman troncales y estas son compartidas por las extensiones a través del PABX, la central telefónica y el conmutador funcionan muy similar.

Haciendo una analogía hacia el radio de dos vías, las troncales son los repetidores, el conmutador es el controlador de trunking y las extensiones son las estaciones base, móviles y portátiles.

Por lo tanto trunking es:

La distribución automática de tráfico de comunicados de un grupo de repetidores de radio de forma inteligente entre grupos de usuarios.

Esta tecnología ofrece un mayor grado de servicio, disminuyendo el tiempo para adquisición de un canal de radio, comunicados privados dentro del sistema, y otras características de valor agregado tal y como tienen los conmutadores telefónicos.

El controlador trunking es como el corazón de un sistema de radio trunking. Es el que vigila toda la actividad dentro del sistema. Recibe el requerimiento de comunicación, la procesa, y establece el contacto. Guarda un registro de todas las llamadas y provee importante información para maximizar la eficiencia del sistema durante la operación.

En el sistema trunking cada estación de radio transmite una señal de control en un canal de radio. Las unidades de radio tienen un número de canales de tráfico a disposición para comunicarse. Cuando no está en uso, la unidad de radio es sintonizada a la señal de control y la unidad del microprocesador puede comunicarse con la computadora del sistema en algún momento. Si el usuario desea hacer una llamada la unidad transmite el requerimiento en la forma de señal de datos a la computadora del sistema. El computador encuentra al usuario solicitado y esto significa que el canal de control, chequea la disponibilidad de recibir la llamada. Cuando ambas partes estén listas para comunicarse el controlador coloca el primer canal de tráfico disponible.

El canal de control es asignado para la gestión del sistema. Es decir los datos que permitan:

- Inscripción de terminales.
- Proceso de petición de llamadas.
- Supervisión de canales de tráfico.
- Asignación de canales de tráfico a los terminales
- Gestión de cola de espera.
- Gestión de tiempo de llamada.
- Transmisión de estados y de mensajes cortos.

Existe un único canal de control para cada uno de los sitios de la red. Cuando un canal de control se cae otra unidad de canal coge el relevo.

Los canales de voz o tráfico son utilizados para transmitir y recibir comunicaciones de voz radiotelefónicas o para recibir datos largos. Esta unidad de canal realiza operaciones de:

- Soporte de la comunicación
- Supervisión de las llamadas en curso.
- Interfaz del enlace de voz.

Cuando un abonado hace la petición de llamada el radio móvil cambia automáticamente del canal de control al canal de tráfico, siendo esta operación transparente al usuario.

## 1.1 PROTOCOLO

El controlador y los radios móviles y portátiles se comunican entre sí y que cada uno se entiende, ellos se comunican en un mismo lenguaje. El lenguaje que regula esto se denomina protocolo.

Hay varios protocolos hoy en día. Algunos de estos protocolos son regulados por autoridades y algunos por fabricantes de sistemas de radio trunking.

Si son regulados por autoridades son sistemas abiertos y si son regulados por fabricantes son sistemas propietarios.

Los sistemas propietarios son tan buenos como los sistemas abiertos, pero los sistemas propietarios o cerrados esclavizan al usuario a utilizar las "bondades" de un modelo o equipo que no es compatible con ninguna otra marca y dejarle al fabricante la responsabilidad total de que el sistema funcione a las especificaciones que él imponga. ¿Que ocurre cuando estas especificaciones cambian? El equipo se discontinúa, queda obsoleto ya que no es compatible. Por tanto el único beneficiado es el fabricante.

Ventajas que ofrece un sistema abierto:

- Mas fabricantes
- Mayor competitividad
- Mejor precio
- Mayor calidad
- Mayor valor agregado

Los sistemas propietarios ofrecidos en el mundo son:

<b>Sistemas Proprietarios</b>	<b>Empresa Propietaria</b>
IDEN TM	Motorola
EdacsTM	Ericsson
MDC 1200TM	Motorola
PRIVACYPLUS TM	Motorola
SMARTNETTM ASTRO	Motorola

Tabla I Sistemas propietarios del mundo.

Los sistemas abiertos disponibles actualmente son:

<b>Sistemas Abiertos</b>	<b>Empresa Creadora</b>
LTR TM	E.F. Johnson
Smartrunk TM	Smartrunk Inc
DTMF	Industrias Bell
2 Tonos (Quick Call) TM	Motorola
MPT-1327	Pool de Fabricantes
5 Tonos Secuenciales	Pool de Fabricantes
TETRApol	Pool de Fabricantes
PROYECTO 25	Pool de Fabricantes

Tabla II Sistemas abiertos existentes.

## 1.2 INFRAESTRUCTURA

### Condiciones Para Empezar Un Sistema Trunking

- Un área metropolitana con algunas compañías de tamaño pequeño o mediano
- Crecimiento en la demanda de comunicación local confiable.
- Los usuarios de celulares no son nuestro principal objetivo.
- Clientes base pueden ser compañías pequeñas o medianas u organizaciones con necesidad interna de comunicación local, con frecuencia de despacho.
- Contar con un sitio de excelente cobertura que cubra un área geográfica ( 25 Km. < R > 40 Km. ).
- Topografía de área que tiene mayor influencia en la cobertura son montañas, valles, etc.
- Operadores potenciales tienen o pueden obtener espectro o licencias.
- La expansión del sistema debería ser considerada desde el principio.
- Servicios técnicos básicos serán requeridos.
- Tiempo de entrega rápida es la diferencia entre vender o no vender. Tener un pequeño stock es necesario.
- Mercado puede ser probado con una repetidora convencional.

### Arquitectura

Existen dos tipos de sistemas trunking:

Monoemplazamiento, son adecuadas para la prestación de servicios trunking en zonas de cobertura como las que puede alcanzarse con una sola estación radioeléctrica.

Multiemplazamiento, en caso de coberturas de gran extensión, constituyéndose la red por un conjunto de nodos cada uno de los cuales gestionará y pondrá a disposición de los móviles de su zona un juego de frecuencias.

### 1.3 EQUIPOS QUE SE UTILIZAN

En un sistema trunking se utilizan equipos como:

BTS: Estación Base Transceptora (Base Transceiver Station).

BSC: Controlador del Sistema Base (Base System Controller).

BS: Estación Base (Base Station).

FC: Frontal de comunicación.

CT: Canal de tráfico.

CS: Canal de Señalización.

Para poder utilizar la infraestructura de la red, cada abonado debe inicialmente estar:

Registrado en el fichero de validación del sistema,

Inscrito en el momento de su funcionamiento.

Además de estos equipos para un sistema trunking también se utiliza:

Combinadores

multiacopladores

Antenas para recepción y transmisión

### 1.4 SERVICIOS QUE OFRECE UN SISTEMA TRUNKING

El Servicio Trunking es un servicio de radiocomunicaciones privado ofrecido por operadores particulares a empresas o compañías como solución de transmisión por radio de voz y datos entre la central de operaciones de la empresa y su personal, o entre el propio personal.

Trunking es un sistema de concentración de enlaces por el cual el tráfico generado por un colectivo de usuarios móviles se ofrece a un conjunto determinado de canales, de forma que existe una asignación dinámica de radio canales.

Este sistema de compartición de canales constituye una técnica muy eficaz para un mejor aprovechamiento de las frecuencias.

Sus inicios datan desde 1976 en la banda de 800 MHz en USA.

Actualmente se ha extendido a las bandas de VHF y UHF tal como fue desarrollado en Europa.

Existen diferentes tecnologías de sistemas troncales: analógicos y digitales, sistemas cerrados o tecnología propietaria y sistemas abiertos con todas sus ventajas.

En un sistema tradicional no troncalizado de radio comunicación los diferentes grupos de usuarios tienen que operar en frecuencias de radio separadas, o canales de radio. Frecuentemente el número de grupos de usuarios que usan un sistema excede el número de canales que este provee. Como consecuencia varios grupos de usuarios tienen que compartir el mismo canal.

Un usuario de radio tiene que intentar ganar el acceso al canal de radio ocupado. Esperar por el canal hasta que quede libre y no ser bloqueado por otro usuario con una señal mas fuerte.

#### Eficiencia Del Espectro

El grado de servicio es una indicación del tiempo que los usuarios tienen que esperar para acceder al sistema durante las horas pico.

Radio Trunking es eficiente en el espectro. Dos factores dan mayor contribución a la eficiencia del sistema. Primero, todos los usuarios comparten todos los canales. Segundo ningún canal permanece desocupado cuando existe la necesidad de comunicarse.

El controlador Trunking inmediatamente asigna un canal libre cuando existe el requerimiento.

Para optimizar el espectro disponible, mas usuarios tienen acceso al sistema y están provistos de un incremento en el grado de servicio del sistema.

#### Privacidad

Con un sistema de radio trunking los usuarios solo escuchan la conversación propuesta para ellos porque tienen exclusividad en el uso del canal.

El grado de privacidad puede ser mejorado en un sistema troncalizado añadiendo encriptación de voz, si es soportada por la arquitectura del sistema.

#### Sistema confiable

Si consideramos un sistema convencional. Si se tiene un canal defectuoso, los usuarios de este canal no podrán comunicarse a menos que se cambien a otro canal que esté disponible.

Esta situación nunca ocurre en un sistema de radio Trunking. Si una repetidora falla, el controlador Trunking registra la falla y no asigna esa repetidora como canal de voz, hasta que halla sido reparada o la falla halla desaparecido. Si un canal falla probablemente el usuario no lo notará.

### Sistema de control

El controlador Trunking y los radios móviles y portátiles son microprocesadores poderosos. Esta inteligencia hace posible controlar el trabajo de los radios en el sistema. Todos los canales en el sistema son compartidos por todos los usuarios de radio y ningún canal está libre cuando hay requerimiento de comunicación, esto es que más usuarios tienen acceso al sistema. Mas acceso al sistema significa mas eficiencia en términos de dólares y un alto grado de servicio ( ganar / ganar). Mas usuarios por canal significa menos demanda de canales adicionales.

### Protocolo

El controlador y los radios móviles y portátiles se comunican entre sí y cada uno se entiende, ellos se comunican en un mismo lenguaje. El lenguaje que regula esto se denomina protocolo.

Hay varios protocolos hoy en día. Algunos de estos protocolos son regulados por autoridades y algunos por fabricantes de sistemas de radio trunking. Si son regulados por autoridades son sistemas abiertos y si son regulados por fabricantes son sistemas propietarios.

Un ejemplo de protocolo abierto es el estándar MPT 1327, que ha sido adoptado en muchas áreas del mundo incluyendo Europa, Africa, Latino América y Estados Unidos.

Si un fabricante provee un protocolo propietario no está en un país específico.

Un sistema trunking ofrece servicios de:

- Conexión de llamadas a una centralita privada PABX para su transferencia a extensiones telefónicas de red privada.
- Conexión a redes públicas de telefonía.
- Llamada individual.
- Llamada en Grupo Cerrado de Usuarios.
- Transferencia de llamadas (reenvío y desvío).
- Localización automática del terminal móvil.
- Llamadas con prioridad. Envío de mensajes pregrabados.
- Transmisión de datos.

## CAPITULO 2

### LEYES Y REGLAMENTOS QUE RIGEN LOS SISTEMAS TRONCALIZADOS

#### 2.1 Procedimientos legales para concesiones

Según el Reglamento y norma Técnica para sistemas Troncalizados. Registro Oficial N. 139 del 11 de Agosto del 2000.

#### Capítulo 2

De las concesiones.

##### Artículo 7: La Concesión

Para la operación de Sistemas Trunking se requiere de la concesión del servicio, otorgado por la SNT, previa autorización del CONATEL. Las concesiones se legalizarán mediante contrato elevado a escritura pública, que será suscrito por el Secretario y el Concesionario.

##### Artículo 8: Los concesionarios

Podrán celebrar contratos de concesión de Sistemas Trunking, las personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, que tengan capacidad jurídica para hacerlo, expresen su consentimiento y cumplan con los requisitos generales previstos en el Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones reformada, Reglamento General de Radiocomunicaciones, Reglamento de Tarifas por el Uso de Frecuencias, en el presente reglamento y norma técnica y en las normas técnicas, planes y resoluciones expedidos sobre la materia por el CONATEL.

##### Artículo 9: Solicitud para la concesión

Para la concesión de sistemas Trunking, el interesado debe presentar a la Secretaría una solicitud por escrito y cumplir con los requisitos de carácter legal, técnico y económico que establezca el CONATEL para el efecto.

La solicitud de concesión debe ser presentada conjuntamente con la solicitud de autorización de uso de frecuencias, de manera que el trámite sea tratado en forma simultánea.

##### Artículo 10: Requisitos para la concesión:

Para obtener la concesión de instalación, operación y explotación de Sistemas Trunking el solicitante deberá presentar en la Secretaría los siguientes requisitos:

#### Información legal:

- Solicitud dirigida al Secretario Nacional de Telecomunicaciones, detallando el tipo de servicio.
- Nombre y dirección del solicitante (Para personas jurídicas, de la compañía y de su representante legal)
- Copia del testimonio de la escritura constitutiva de la compañía solicitante. (Para personas jurídicas)
- Nombramiento del representante legal debidamente inscrito (Para personas jurídicas)
- Copia de la cédula de ciudadanía (Para personas jurídicas del representante legal)
- Copia del certificado de votación del último proceso electoral (Para personas jurídicas del representante legal).
- Certificado de cumplimiento de obligaciones otorgado por la Superintendencia de Compañías (Para personas jurídicas).
- Registro único de Contribuyentes (Para personas jurídicas, de la compañía)
- Otros documentos que la SNT solicite por escrito.

#### Información técnica y Operativa para personas naturales y jurídicas:

Memoria técnica del sistema, elaborada y suscrita por un Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, inscrito en una de las filiales del Colegio de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos del Ecuador (CIEEE); en el que se indicará entre otros los siguientes aspectos:

- Descripción de los servicios que ofrecerá, con los detalles de las facilidades y limitaciones del sistema.
- El proyecto técnico, identificando el área de cobertura, la capacidad de abonados del sistema, el plazo de puesta en operación del sistema, características de los equipos a instalar, etc.
- Análisis económico de factibilidad para la implementación del sistema.
- Procedimientos de administración, operación, mantenimiento y gestión del sistema que se propone instalar.
- Descripción del sistema de facturación y atención al cliente que se propone instalar. Descripción de los procedimientos que propone, para facilitar el control técnico que la SUPTEL debe realizar.

Estos requisitos deberán ser presentados para la operación inicial del sistema. En caso de requerir sistemas auxiliares como enlaces radioeléctricos, la autorización de las frecuencias necesarias para la operación de estos sistemas, las solicitará siguiendo el trámite regular, conforme a los respectivos reglamentos y normas vigentes.

#### Artículo 11: Contenido del Contrato de Concesión

El contrato de concesión contendrá los siguientes elementos:

- Periodo de vigencia de la concesión.
- Descripción de los servicios objeto de la concesión.
- Parámetros técnicos establecidos en el presente reglamento y en sus normas técnicas.
- Limitaciones de transferencia de la concesión
- Derechos y obligaciones de las partes y las sanciones por incumplimiento del contrato.
- Garantía de fiel cumplimiento del contrato, determinada por el CONATEL.
- Potestad del Estado de revocar la concesión cuando no se cumpla con el contrato.
- Forma de extinción del contrato, sus causales y consecuencias.
- Cualquier otro que el CONATEL establezca y
- Las demás que se determinen en la legislación ecuatoriana.

#### Artículo 12: Duración de los Contratos de Concesión

Los contratos de concesión de los Sistemas Troncalizados tendrán una duración de cinco (5) años y podrán ser renovados previa solicitud del Concesionario dentro de los ciento ochenta (180) días anteriores a su vencimiento, siempre y cuando se haya cumplido con los requisitos establecidos por el CONATEL.

#### Artículo 13: Modificaciones de los Contratos de Concesión

De surgir causas imprevistas o técnicas que obliguen a ampliar, modificar o restringir las estipulaciones de los contratos de concesión de los Sistemas Trunking dentro de una misma área, se procederá a la celebración de un contrato modificadorio, siguiendo el procedimiento establecido en la Ley.

En el caso de que el concesionario requiera ampliar el área geográfica de la cobertura del servicio, deberá presentar la solicitud correspondiente a la Secretaría para su autorización.

## 2.2 Procedimientos legales para asignación de frecuencias

La gestión y la administración del espectro radioeléctrico comprenden, entre otras, las actividades de asignación de frecuencias y el otorgamiento de autorización para su utilización.

En el artículo 4 de la ley especial de Telecomunicaciones:

Uso de frecuencias.- El uso de frecuencias radioeléctricas para los servicios de radiodifusión y televisión requiere de una concesión previa otorgada por el Estado y dará lugar al pago de los derechos que corresponda. Cualquier ampliación, extensión, renovación o modificación de las condiciones, requiere de nueva concesión previa y expresa.

La concesión y la autorización para el uso de frecuencias radioeléctricas tendrán un plazo definido que no podrá exceder de cinco años, renovables por períodos iguales.

Para obtener la autorización de uso de frecuencias, se requiere de una solicitud y cumplir con los requisitos técnicos y legales establecidos según el tipo de servicio.

El tiempo de autorización es de cinco (5) años, renovables por períodos iguales a solicitud escrita del interesado, presentada con noventa (90) días de anticipación al vencimiento del plazo original.

En el artículo 13 de la ley especial de telecomunicaciones:

Regulación del espectro radio eléctrico.- Es facultad privativa del Estado el aprovechamiento pleno de los recursos naturales como el espectro de frecuencias radioeléctricas, y le corresponde administrar, regular y controlar la utilización del espectro radioeléctrico en sistemas de telecomunicaciones en todo el territorio ecuatoriano, de acuerdo con los intereses nacionales.

En el reglamento y norma técnica para sistemas trunking:

Capítulo III

De las autorizaciones del uso de frecuencias

Artículo 18: La Autorización

Es un acto jurídico mediante el cual la SNT por delegación del CONATEL suscribe un contrato de autorización de uso de frecuencias

para que la persona natural o jurídica opere Sistemas de Radiocomunicaciones.

#### Artículo 19: Las personas autorizadas

Podrán celebrar contratos de autorización de uso de frecuencias para operar sistemas Trunking, las personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, que tengan capacidad jurídica para hacerlo, expresen su consentimiento y cumplan con los requisitos generales previstos en la Ley especial de Telecomunicaciones, en la Ley Reformatoria, en el Reglamento General de Radiocomunicaciones, en el Reglamento de Tarifas por el uso de Frecuencias, en este Reglamento y norma Técnica.

#### Artículo 20: Grupos de Frecuencias

El CONATEL a través de la Secretaría podrá autorizar a una misma persona natural o jurídica, la operación de uno o más grupos de frecuencias en una misma zona de asignación, los que podrán estar interconectados entre sí.

#### Artículo 21: Solicitud para la Autorización

El Concesionario de Sistemas Trunking, previo a la operación y explotación del sistema, debe suscribir el respectivo contrato de autorización de uso de frecuencias con la SNT.

#### Artículo 22: Requisitos para la autorización

Para obtener la autorización de uso de frecuencias para sistemas Trunking, el solicitante deberá presentar a la SNT los siguientes requisitos:

- Solicitud dirigida al Señor Secretario Nacional de Telecomunicaciones.
- Estudio de ingeniería presentado en el formulario adquirido en la oficina de Recaudaciones de la SNT firmado por un Ingeniero en Electrónica o Telecomunicaciones, inscrito en una de las filiales del colegio de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos del Ecuador (CIEEE).
- Copia certificada de la constitución de la empresa y reformas en caso de haberlas.
- Copia certificada del nombramiento del representante legal debidamente inscrito en el Registro Mercantil.
- Copia de la cédula de ciudadanía y certificado de votación del último proceso electoral (en caso de personería jurídica, del representante legal).

- Certificado actualizado de cumplimiento de obligaciones y existencia legal conferido por la Superintendencia de Compañías o de Bancos según sea el caso. (Ver nota A).
- Copia del Registro Único de Contribuyentes (RUC) (para personas naturales si realizan alguna actividad económica).
- Fe de presentación de la solicitud del Certificado de antecedentes personales otorgado por el Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas (para personas jurídicas del Representante Legal).
- Otros documentos que la SNT indique por escrito.

#### Artículo 23: Duración del Contrato de Autorización

Los contratos de autorización de uso de frecuencias para los Sistemas Trunking tendrán una duración de cinco (5) años, renovables previa solicitud del Concesionario dentro de los noventa (90) días anteriores a su vencimiento. Dichas autorizaciones tendrán garantía de renovación mientras dure la concesión.

### 2.3 Parámetros técnicos establecidos por la ley

Del Registro Oficial N. 139 del 11 de agosto del 2000  
Registro y Norma técnica para Sistemas Trunking.

Capítulo I: De las características técnicas de los sistemas.

#### Artículo 1: Área de cobertura

El área de cobertura de un Sistema Trunking se halla definida por el contorno donde la intensidad de campo eléctrico nominal utilizable sea de 38,5 dB uV/m.

Las estaciones fijas deben emplear antenas direccionales orientadas hacia la estación repetidora. La antena que se utilice deberá producir una radiación que permita la cobertura mínima necesaria para establecer un enlace satisfactorio, limitando la radiación en otras direcciones.

#### Artículo 3: Condiciones Adicionales

Los Sistemas Trunking se registrarán por las siguientes condiciones técnicas:

- 1) La Secretaría autorizará otras características de altura efectiva de antena transmisora y potencia aparente radiada, siempre que el estudio de ingeniería se demuestre no sobrepasar los bordes de la

zona de asignación con valores de intensidad de campo mayores a 38,5 dB uV/m.

- 2) En las zonas fronterizas, el CONATEL a través de la Secretaría establecerá la potencia aparente radiada necesaria, las condiciones de directividad y ubicación de la antena con el fin de evitar interferencias a los sistemas de radiocomunicaciones de los países vecinos.
- 3) La distancia mínima referencial entre estaciones cocanal es de 120 Km, pudiendo el CONATEL a través de la Secretaría permitir distancias menores, siempre que en el estudio de ingeniería se establezcan las condiciones técnicas necesarias que garanticen que no sobrepasará la zona de operación autorizada y no interfiera a otros sistemas de radiocomunicaciones.
- 4) La relación de protección en RF en el contorno de protección del área de cobertura será de 24 db para sistemas analógicos y de 17 db para sistemas digitales, en consecuencia, la intensidad de las señales interferentes cocanales en dicho contorno, no podrá exceder de 5,3 uV/m.
- 5) Si la instalación de un nuevo sistema Trunking o una nueva estación fija de un sistema existente, causa interferencia a otras estaciones autorizadas, este nuevo sistema o estación no podrá continuar en funcionamiento mientras no se solucionen las incompatibilidades técnicas detectadas.
- 6) En el caso de existir dos o más transmisoras que alimenten a un sistema radiante común que puede estar compuesto por más de una antena, deberán instalarse los multiacopladores y los filtros necesarios para que la relación de productos de intermodulación radiada sea menor que (-75 dB) con respecto a la portadora de menor nivel. En general, este nivel se aplicará a los sistemas de repetidoras que se encuentran en las proximidades.
- 7) La instalación de las antenas deberá cumplir además con las regulaciones de la Dirección General de Aviación Civil en materia de ubicación y señalización para protección de la aeronavegación.
- 8) Sin perjuicio del control que realiza la Superintendencia, la persona autorizada a operar uno o varios Sistemas Trunking, efectuará la comprobación del funcionamiento de sus sistemas a intervalos que no excedan de cuatro (4) meses y deberá mantener en sus archivos los resultados de las mediciones realizadas en los

dos últimos años, con indicación de los instrumentos y procedimientos utilizados.

- 9) Los funcionarios técnicos que designe la Superintendencia debidamente identificados, tendrán libre acceso a todas las instalaciones del sistema incluyendo a la unidad de control central y su programación.
- 10) Los responsables de estos sistemas están en la obligación de proporcionar la información y registros necesarios que sean requeridos por la Secretaría y por la Superintendencia.

#### Disposiciones transitorias

##### Artículo 41: Del Ancho de Banda del Canal

Con la finalidad de mejorar la gestión del espectro en estas bandas, los Concesionarios actuales tendrán plazo hasta el 31 julio del 2003 para ajustar sus equipos de canal 25 khz de ancho de banda a 12.5 Khz.

#### Del título II: Norma técnica

##### Artículo 1: Banda de frecuencias

En razón de que los equipos utilizados tienen las mismas características técnicas que los sistemas Convencionales y los Sistemas Buscapersonas, los sistemas Comunales operarán en bandas en forma compartida, según la siguiente distribución:

Banda	Rango (Mhz)
VHF	138-144 148-174
UHF	450-500

Tabla III Rango de bandas

Se debe indicar que de acuerdo al Plan Nacional de Frecuencia, en la banda de 148-174 Mhz. Existen pequeños rangos de frecuencias asignados a otro tipo de servicios.

**Artículo 2: Canalización**

El ancho de banda de cada canal radioeléctrico es de 12.5 KHz y la separación entre frecuencias de transmisión y recepción es de 5 Mhz. Para la banda de 450-482 Mhz. Y 6 Mhz. Para la banda 488-500 Mhz. Para la banda de VHF la separación mínima entre transmisión y recepción es de 600 khz.

**Artículo 3: Bandas para operar en Simplex**

Para la operación en Simplex se ha asignado las bandas 470-472 Mhz. Y 482-488 Mhz.

**Artículo 4: Area de cobertura**

El área de cobertura de un Sistema Comunal se halla definida por el contorno donde la intensidad de campo eléctrico nominal utilizable sea de 38,5 dB uV/m.

**Artículo 5: Potencia Efectiva Radiada (PER)**

El máximo PER autorizado para un Sistema Comunal será de 13 dBm en VHF y UHF.

**Artículo 6: Frecuencia Cocanal.**

La distancia mínima referencial entre estaciones cocanal es de 120 Km, pudiendo la SNT permitir distancias menores, siempre que en el estudio de ingeniería se establezcan las condiciones técnicas necesarias que garanticen no sobrepasar la zona de cobertura designada, ni interferir en otros sistemas de radiocomunicaciones.

**Artículo 7: Protección en RF**

La relación de protección en RF en el contorno del área de cobertura será de 24 dB, en consecuencia, la intensidad de las señales interferentes cocanales en dicho contorno, no podrán exceder de 5,3 uV/m.

**Artículo 8: Antenas**

Las instalaciones de las antenas deberán cumplir con las regulaciones de la Dirección General de Aviación Civil en materia de ubicación y señalización para protección de la aeronavegación.

**Artículo 9: Zonas Fronterizas**

En las zonas fronterizas el CONATEL a través de la SNT establecerá la potencia isotrópica radiada equivalente necesaria, las condiciones de directividad y ubicación de la antena con el fin de evitar interferencias a los sistemas de radiocomunicaciones de los países vecinos.

#### Artículo 10: Aspectos imprevistos

En los aspectos no señalados en la presente norma técnica o que exista duda, el CONATEL emitirá las disposiciones necesarias al respecto.

### 2.3.1 Frecuencias disponibles

El plan establece las bandas de frecuencias para los Sistemas Trunking, la canalización y distribución de frecuencias para asignación y uso en el territorio nacional en concordancia con el Plan Nacional de Frecuencias.

#### Artículo 4: Bandas de Frecuencias

Para la instalación y operación de los Sistemas Trunking se establecen las siguientes bandas atribuidas a título primario a los servicios Fijo y Móvil Terrestre:

Banda	Tecnología	Ancho de banda del canal
806-811/851-855	Digital	25*
811-824/856-869	Analógica	25*
896-898/935-937	Digital	25*
902-904/932-934	Digital	25*

Tabla IV Bandas de servicio fijo y móvil terrestre.

\* El CONATEL podrá reducir la canalización de estas bandas a 12,5 KHz en caso que la tecnología lo permita.

#### Artículo 5: Bandas adicionales

El CONATEL aprobará la operación de Sistemas Trunking en bandas distintas a las indicadas en el artículo 4 de la presente norma técnica, cuando lo crea conveniente para los intereses del país.

#### Artículo 6: Canalización de las Bandas

##### 1) Bandas 806 – 811 MHz y 851 – 856 MHz

Las bandas de frecuencias de 806 – 811 MHz y 851 – 856 MHz, se dividen en 200 canales tanto para transmisión (Tx) como para recepción (Rx), con separación entre transmisión y recepción de 45 MHz.

La banda de 806 – 811 MHz será utilizada para transmisión y la banda 851 – 856 MHz será utilizada para recepción en la estación de abonado o estación terminal.

#### 2) Bandas de 811 – 824 MHz y 856 – 869 MHz

Las bandas de frecuencias de 811 – 824 MHz y 856 – 869 MHz, se dividen en 500 canales tanto para transmisión (Tx) como para recepción (Rx), con separación entre transmisión y recepción de 45 MHz.

La banda de 811 – 824 MHz será utilizada para transmisión y la banda de 856 – 869 MHz será utilizada para recepción en la estación de abonado o estación terminal.

#### 3) Bandas de 896 – 898 MHz y 935 – 937 MHz

Las bandas de frecuencias de 896 – 898 MHz y 935 – 937 MHz, se dividen en 80 canales tanto para transmisión (Tx) como para recepción (Rx), con separación entre transmisión y recepción de 39 MHz.

La banda de 896 – 898 MHz será utilizada para transmisión y la banda de 935 – 937 MHz será utilizada para recepción en la estación de abonado o estación terminal.

#### 4) Bandas de 902 – 904 MHz y 932 – 934 MHz

Las bandas de frecuencias de 902 – 904 MHz y 932 – 934 MHz, se dividen en 80 canales tanto para transmisión (Tx) como para recepción (Rx), con separación entre transmisión y recepción de 30 MHz.

La banda de 902 – 904 MHz será utilizada para transmisión y la banda de 932 – 934 MHz será utilizada para recepción en la estación de abonado o estación terminal.

### Capítulo III

#### Del plan de distribución de Frecuencias

Las frecuencias para operar Sistemas Trunking están conformadas por bloques, cada uno de los cuales posee cuatro (4) grupos, cada grupo tiene cinco (5) canales radioeléctricos y cada canal se forma con dos frecuencias.

#### Artículo 7: Bandas de 800 Mhz y 900 Mhz

Para la distribución de estas frecuencias se conforman 44 bloques.

Para los sistemas Trunking digitales, la separación entre canales de un mismo grupo es de 25 Khz. y 12.5Khz entre grupos, se destinan los bloques del 1 al 10 y del 37 al 44 con los pares de frecuencias del N 1 al N 200 y del N 721 al N880, que corresponden a las bandas de 806 – 811 mhz; 896 – 898 MHz y 935 - 937 Mhz; y 902 – 904 MHz y 932 – 934 MHz.

Para los sistemas Trunking Analógicos, la separación entre canales de un mismo grupo es de 1 MHz entre canales y 250 KHz entre grupos, se destinan los bloques del 11 al 36 con los pares de frecuencias del N 201 al N 720 que corresponden a la banda 811 – 824 MHz y 856 – 869 MHz.

Artículo 8: Bases para la Distribución de Frecuencias en el territorio nacional.

- 1) Una separación mínima entre grupos de canales de 250 Khz y 1 Mhz entre canales de un mismo grupo, para la asignación de frecuencias en una misma zona para Sistemas Trunking con tecnología analógica, y
- 2) Una separación mínima entre grupos de canales de 125 Khz y 25 Khz entre canales del mismo grupo, para la asignación de frecuencias en una misma zona para sistemas Trunking con tecnología digital.

#### Artículo 9. Asignación y uso de Frecuencias

La asignación de frecuencias se hará por grupos. Se tiene 880 canales radioeléctricos que pueden ser asignados y distribuidos en el territorio nacional.

### 2.3.2 Ganancias de las antenas

Del Título II de la Norma Técnica

Capítulo I: De las características técnicas de los sistemas

Las estaciones fijas deben emplear antenas direccionales orientadas hacia la estación repetidora. La antena que se utilice deberá producir una radiación que permita la cobertura mínima necesaria para establecer un enlace satisfactorio, limitando la radiación en otras direcciones.

Artículo 3: Condiciones adicionales:

- f) En el caso de existir dos o más transmisoras que alimenten a un sistema radiante común que puede estar compuesto por más de una antena, deberán instalarse los multiacopladores y los filtros necesarios para que la relación de productos de intermodulación radiada sea mejor que (-75 dB) con respecto a la portadora de menor nivel. En general, este nivel se aplicará a los sistemas de repetidoras que se encuentran en las proximidades.
- g) La instalación de las antenas deberá cumplir además con las regulaciones de la Dirección General de Aviación Civil en materia de ubicación y señalización para protección de la aeronavegación.

### 2.3.3 Potencia de transmisión

Artículo 2: Potencia

Las características de potencia aparente y de altura efectiva de la antena transmisora para una zona de asignación, están dadas en la curva del ANEXO 1.

## CAPITULO 3

### ESTÁNDARES UTILIZADOS EN EL PAÍS

En nuestro país actualmente se utilizan dos protocolos para comunicación trunking:

- Sistema LTR y
- Sistema MPT1327
- Sistema Motorola Privacy Plus
- En la actualidad las Fuerzas Armadas está instalando el sistema TETRA

MPT 1327 es otro protocolo mundialmente usado lo mismo en seguridad pública que en comunicaciones de despacho. Aunque no es totalmente digital, es sumamente económico, solo una fracción de lo que cuesta un equipo totalmente digital.

LTR también es protocolo abierto, pero es más usado en sistemas de flotillas, para despacho.

#### 3.1 Sistema LTR

En los años setenta, EF Johnson, decidió desarrollar su sistema LTR. Sin lugar a dudas fue una decisión sin precedente en la industria de las radiocomunicaciones comerciales en los EUA. Todos los que se encontraban es este giro en estos años, recuerdan la decisión de este fabricante, en el momento la segunda o tercera en importancia, de poner en segundo plano las ventas convencionales de equipos de VHF-UHF y proyectar su futuro hacia el desarrollo de tecnología Trunking de 800 Mhz. Una tecnología nueva, en una gama de frecuencias, en la que los escépticos pronosticaban todo tipo de problemas de propagación.

Por supuesto, los problemas nunca se materializaron mayormente debido a que los fabricantes de antenas diseñaron antenas apropiadas para estas frecuencias.

EF Johnson, valientemente se jugó su futuro, en la introducción de los sistemas troncales de 800 Mhz y sencillamente ganó. También como consecuencia de esto, al casi abandonar de lleno el mercado de la VHF-UHF dejó un espacio que fue rápidamente ocupado por los productos importados Asiáticos. Ambas cuestiones beneficiaron la industria de las radiocomunicaciones comerciales en los EUA.

### Características del sistema LTR:

- No usa un canal de control dedicado, cada canal señala a sus móviles.
- Cada diez segundos los móviles y portátiles son actualizados.
- Usa un sistema de lógica distribuida, con señalización digital subaudible.
- Capacidad de 250 códigos de usuario por canal.
- 20 canales máximo por sistema.
- Validación e invalidación de usuarios.
- Interconexión telefónica.
- Arquitectura abierta.

En la actualidad la compañía E.F. Johnson diseña y manufactura radios de dos vías y sirve a una gran variedad de necesidades de telecomunicaciones.

Además diseña y manufactura componentes electrónicas usadas en los equipos de comunicación.

Marcas como: Viking/EF Johnson logo, LTR, Multi – Net, Viking, Averger y call Guard son marca de la compañía E.F Johnson.

#### 3.1.1 Protocolo

##### Formato de mensajes de datos

Mensajes de datos son continuamente transmitidos a las repetidoras por una llamada de un móvil mientras una conversación está en proceso.

La repetidora transmite continuamente mensajes a las unidades que reciben la llamada y a todos los otros móviles monitoreados por este canal.

La información específica contenida en el mensaje de datos depende si la transmisión es de la repetidora o del móvil.

El ancho de cada bit de datos es de 3.33 milisegundos y la tasa de datos es de 300 bits por segundo. Un mensaje completo es transmitido es cerca de 130 milisegundos.

## Mensaje de datos de móvil a repetidora

sync	área	repetidora en uso	home repetidor de unidad llamada	código id de unidad llamada	carácter clave (31)	bits de chequeo de error
------	------	-------------------	----------------------------------	-----------------------------	---------------------	--------------------------

Fig. 3.1 Formato del mensaje de datos de móvil a repetidora

## Mensaje de datos de móvil a repetidora (repetidora ocupada)

sync	área	ir a la repetidora de la unidad llamada	home repetidora de unidad llamada	código id de unidad llamada	repetidora libre	bits de chequeo de error
------	------	---	-----------------------------------	-----------------------------	------------------	--------------------------

Fig.3.2 Formato del mensaje de datos de móvil a repetidora (repetidora ocupada)

## Mensaje de datos de móvil a repetidora (repetidora libre)

sync	área	numero de repetidora	numero de repetidora	255	numero de repetidora	bits de chequeo de error
------	------	----------------------	----------------------	-----	----------------------	--------------------------

Fig. 3.3 Formato de mensaje de datos de móvil a repetidora (repetidora libre).

## Sync:

Los dos primeros bits de un mensaje de datos inicializan la recepción de datos. Los otros bits sync son usados para detectar la llegada de mensajes de datos y establecer bit de sincronización.

## Área:

Con un mensaje transmitido por un móvil, esta es un área programada en el móvil; con un mensaje transmitido por una repetidora, esta es un área programada por programming switch in the logic drawer.

Si el área del mensaje transmitido no es la misma que el área programada, el mensaje es ignorado y la llamada no es recibida.

Este bit usualmente es codificado con "0" a menos que hayan dos sistemas LTR tal que uno interfiera con el otro. En ese caso se codifica "0" en un sistema y "1" en el otro.

Ir a la repetidora o repetidora en uso:

En un mensaje de datos de móvil a repetidora este slots contiene el número de repetidora (1-20) en que el mensaje está siendo transmitido.

Si estos bits no son los mismos que el número asignado a la repetidora el mensaje aparece en un canal incorrecto y es ignorado.

La información específica de este slots depende de que la repetidora esté o no ocupada.

Si está ocupada, se transmiten mensajes separados al móvil, usando la repetidora o también otros móviles que permiten troncalizar a otras repetidoras.

En el mensaje transmitido usando la repetidora, el slot contiene el número de repetidora.

En el mensaje transmitido usando otros móviles contiene el número de repetidora al que deberá conmutar en el orden en la llamada fue recibida.

Si la repetidora no está ocupada el slot contiene el número de la repetidora.

Repetidora Home:

Este slot contiene el número de la repetidora del móvil que está siendo llamado,

que el mismo número de repetidora recibido en el mensaje de datos del móvil.

Si la repetidora no está ocupada en este slot se transmite el número de la misma.

Código ID:

En el mensaje de datos de móvil a repetidora, este slot contiene el código ID (1-250) del móvil o grupos de móviles que están siendo llamados.

En el mensaje de datos de repetidora a móvil es el código ID del móvil o grupos de móviles que están siendo llamados en ese canal

Canal libre:

En el mensaje de datos de móvil a repetidora este slot contiene 31 bits que es un código clave.

De repetidora a móvil, este slot contiene el número de repetidora que no está ocupada y está disponible para el servicio.

La repetidora libre es escogida de manera aleatoria.

Si la repetidora está libre el slot contiene el número de la repetidora, y si está ocupada el slot contiene "0".

Bits de chequeo de error:

Estos bits son usados para chequear errores en los datos de un mensaje de datos. Si un error es detectado el mensaje es ignorado.

Señalización del bus de datos de una repetidora

Hay 21 slots en el bus de datos. De 1-20 son usados para reportes de las repetidoras y el 21 es usado por el validador ID.

El tiempo slot usado por una repetidora es determinado por el número asignado a esa repetidora. La repetidora 1 usa tiempo de slot de 1, la repetidora 5 usa un tiempo de slot de 5, y así.

La tasa de datos en el bus de datos de una repetidora es 18,750 bits por segundo.

Si una repetidora no está ocupada, solo aparecen los bits de inicio en este slot, si la repetidora está ocupada toma su lugar la repetidora home y el código ID del móvil que recibe la llamada en esa repetidora.

Si el número de repetidora no está asignada, en este slot no aparece nada.

Determinación de una repetidora libre

Cada repetidora home determina que repetidora está libre para monitorear la información en el tiempo de slot de 20.

Cada slots es monitoreado en orden y si el slot contiene solo el bit de inicio, la repetidora es detectada como libre.

Si la información en el slot indica que no hay repetidora o que está ocupada, la repetidora libre no cambia y es la última repetidora detectada como libre.

Como ejemplo se asume un sistema de 5 repetidoras con número de repetidoras asignados de 1,5,9,13,17.

Si la repetidora 5 y 13 están ocupadas, las repetidoras libres cambian como sigue en el tiempo de slot de 20:

111111119999999917171717

Asumiendo que el móvil A llama a los móviles B que están programados con código ID 212. La repetidora home de todos los móviles es la 2 y el bit de área es 0. La llamada procede como sigue:

1) La repetidora 2, que no está ocupada, ha estado transmitiendo por 10 segundos el siguiente mensaje:

	Área	vaya a repetidora	Repetidora Home	Código ID	Repetidora libre	
Sync	0	2	2	255	2	Chequeo de bits

Fig. 3.4 Repetidora a móviles

2) El móvil "A" recibe y decodifica este mensaje y chequea los bits de repetidora libre para determinar qué repetidora está disponible.

3) Cuando el switch PTT del móvil A es presionado, transmite el siguiente mensaje:

	Area	Repetidora	Repetidora Home	Código ID	clave	
Sync	0	2	2	212	31	Chequeo de bits

Fig. 3.5 Móvil "A" a repetidora

4) Después que este mensaje es transmitido, la lógica del móvil "A" apaga el transmisor y espera por una respuesta de la repetidora. La repetidora 2 chequea los bits de área y repetidora en uso para estar seguro de que el móvil es del sistema LTR y canal correctos.

5) La repetidora coloca la siguiente información en slot 2 en la repetidora del bus de datos.

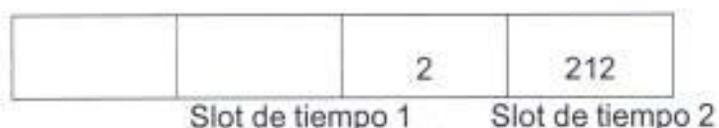


Fig. 3.6 información de slot en repetidora de bus de datos.

Hasta ahora slot 2 contiene solo bits de inicio que indican que la repetidora no está ocupada. La información ahora en el slot 2 dice a las otras repetidoras que la repetidora 2 está ocupada.

6) Al mismo tiempo la repetidora 2 transmite el siguiente mensaje de datos:

	Área	vaya a repetidor	Repetidor Home	Código ID	Repetidor libre	
Sync	0	2	2	212	3	Chequeo de bits

Fig.3.7 Repetidora a móvil "A"

7) Cuando el móvil "A" recibe este mensaje, compara los bits de area, repetidora home y código ID y chequea si el número de "vaya a repetidora" es el mismo que el canal en que está. Si el dato es correcto el transmisor es habilitado y se completa la comunicación.

8) Cuando los móviles "B" decodifican este mensaje, chequea los bits de área, repetidora home, y código ID.

Todos los móviles con repetidora 2 como repetidora home también decodifican este mensaje, que es transmitido continuamente cuando la repetidora está ocupada.

El número de repetidora libre aparece en el mensaje de datos de repetidora a móvil (de una repetidora ocupada) es escogido aleatoriamente. Por ejemplo: la repetidora 3 es la repetidora libre.

Cuando el móvil "A" termina la transmisión el switch push-to-talk es conmutado y el siguiente mensaje de datos es enviado antes que el transmisor se apague:

	Área	repetidor a en uso	Repetidor a Home	Código ID	Caracter clave	
Sync	0	31	2	212	31	Chequeo de bits

Fig. 3.8 móvil "A" a repetidora.

Cuando la repetidora 2 ve apagar código 31 en el slot de repetidora en uso, deshabilita la transmisión de señal de audio y remueve la información de los slots de código ID y repetidora home en el bus de datos de la repetidora.

La repetidora 2 también transmite el siguiente mensaje de datos:

	Area	vaya a Repetidora	Repetidor a Home	Código ID	repetidor a libre	
Sync	0	31	2	212	2	Chequeo de bits

Fig. 3.9 Repetidora a móviles "B"

Haciendo una llamada cuando la repetidora home está ocupada  
Asumiendo que la estación de control "M" quiere comunicarse con los móviles "C"

Este es un sistema de 5 canales, 3 repetidoras y 4 canales están ocupados.

Los móviles "C" pueden decodificar el código ID 91 y todos los móviles tienen como repetidora home la repetidora 2.

- 1) La estación de control recibe el siguiente mensaje que es transmitido continuamente por la repetidora 2:

	Área	vaya a repetidor a	Repetidor a Home	Código ID	Repetidor libre	
Sync	0	2	2	212	5	Chequeo de bits

Fig. 3.10 Repetidora 2 a estación de control.

Como las repetidoras 3 y 4 están ocupadas, el slot de repetidora libre contiene la repetidora 5 que es escogida aleatoriamente entre las repetidoras 1 y 5. Si todas las repetidoras estuvieran ocupadas en el slot de repetidora libre aparecería 0.

- 2) La estación de control decodifica este mensaje y conoce que su repetidora home está ocupada y que la repetidora 5 está disponible.
- 3) Cuando se presiona el switch push-to-talk de la estación de control "M", conmuta a la repetidora 5 y transmite el siguiente mensaje:

	Área	repetidor a en uso	repetidor a Home	Código ID	caracter clave	
Sync	0	5	2	91	31	Chequeo de bits

Fig. 3.11 Estación de control "M" a repetidora

- 4) Después que este mensaje es transmitido, el transmisor se apaga y espera una respuesta (unos pocos milisegundos).

La repetidora chequea este mensaje y coloca la siguiente información en el slot de tiempo 5.

		2	212	3	21	4	242	2	91
--	--	---	-----	---	----	---	-----	---	----

Fig. 3.12 Repetidora 5 a otras repetidoras.

5) La repetidora 5 también transmite el siguiente mensaje de datos continuamente. Este mensaje le dice a los móviles que está ocupada y que la repetidora 1 está disponible.

	Area	vaya a repetidor	Repetidor Home	Código ID	Repetidor a libre	
Sync	0	5	2	91	1	Chequeo de bits

Fig. 3.13 Repetidora 5 a móviles

6) La estación de control "M" también decodifica este mensaje para obtener información de los bits de área, repetidora home y código ID. Cuando la repetidora 2 ve su número en el slot de tiempo 5 empieza a transmitir un mensaje adicional. Los dos mensajes de datos que se transmiten son:

	Área	vaya a repetidor a	Repetidor a Home	Código ID	Repetidor a libre	
Sync	0	2	2	212	1	Chequeo de bits

Fig. 3.14 Estación de control a otras repetidoras.

	Area	vaya a repetidora	Repetidor a Home	Codigo ID	Repetidor a libre	
Sync	1	5	2	91	1	Chequeo de bits

Fig. 3.15 conmutación entre el móvil C y la estación de control.

El primer mensaje actualiza a los móviles que la repetidora 2 está libre y si otros móviles quieren utilizarla que decodifiquen el código ID 212.

El segundo mensaje también contiene actualizaciones. Como el móvil "C" está programado para decodificar el código ID 91, mira el slot: vaya a repetidora, conmuta hacia la repetidora 5 y recibe el mensaje. Así se completa la comunicación entre el móvil "C" y la estación de control "M".

Cuando todas las repetidoras están ocupadas

Si todas las repetidoras están ocupadas el slot de: repetidora libre del mensaje de repetidora a móvil contiene 0.

Esta situación se indica a los usuarios con un tono de ocupado. Si el transceiver tiene un display alfanumérico, la condición de ocupado se indica en el display.

Este tono continúa hasta que una repetidora esté disponible o si se deja de presionar el switch push-to-talk.

### 3.1.2 Equipos que se utilizan



Fig. 3.16 GTX Móvil – LTR

- Potencia Banda de 800 Mhz 15 W
- Operación trunking y convencional
- Rastreo de grupos y convencional.
- Llamadas de grupo.
- Diseñado por normas 820 C,D,E.
- Llamadas telefónicas (Mic DTMF).
- Pantalla de 3 dígitos.
- 806 - 866 Mhz.
- Controlador de tiempo de transmisión.
- Auto diagnostico.
- Opción parlante externo 7.5 W.



Fig. 3.17 GTX™ portátil LTR

- Potencia Banda de 800 Mhz.
- Operación trunking y convencional.
- Rastreo de grupo y convencional.
- Llamadas de grupo.
- Diseñado por normas 810 C,D,E
- Llamadas telefónicas.
- Pantalla de 8 dígitos.
- Teclado.
- 806 - 866 Mhz.
- Controlador de tiempo de transmisión.
- Auto diagnóstico.
- Dimensiones: 140 x 59 x 45mm
- Peso: 520g
- 10 Sistemas / 8 grupos
- 10 Convencional Canales

La serie GTX de radios incluye las siguientes funciones:

- Recorrido (roaming\*).
- Se puede obtener un amplio rango de cobertura de comunicaciones a través de la compatibilidad de sistema a sistema.
- Pantalla numérica.

La pantalla de tres dígitos en los radios móviles permite una identificación simple e instantánea de los grupos de conversación. Doble modalidad de uso. Gracias a los 10 sistemas / 8 grupos de conversación y 10 modalidades convencionales, usted puede disfrutar de la comodidad de seleccionar la operación de la repetidora, ya sea en modalidad trunking o convencional.

- **TalkAround.**

Comuníquese directamente con otra unidad en un contacto de radio a radio, extendiendo la cobertura a áreas remotas, cuando usted se encuentre fuera del alcance del sistema.

- **Llamada de Alerta (call alert).**

Notifica a los usuarios sobre llamadas efectuadas en su ausencia, garantizando que los mensajes sean recibidos y evitando congestionar el espacio de transmisión tratando de localizar unidades desatendidas.

- **Conversación privada (private conversation).**

Mantenga confidenciales sus comunicaciones contactando ciertas unidades en forma selectiva, lo cual garantiza que sus comunicaciones estén protegidas.

- **Interconexión telefónica .**

A fin de extender la cobertura del sistema más allá de su alcance normal, la interconexión telefónica le permite iniciar y recibir llamadas telefónicas tanto en modalidad trunking como en modalidad convencional.

- **Rastreo (scan) .**

Usted puede realizar un rastreo de mensajes en una combinación de sistemas trunking y canales convencionales y monitorear los canales de forma fácil en un ambiente de sistemas múltiples.

- **Sistemas troncalizados Privacy Plus tipo I, II y III.**

Los radios móviles y portátiles GTX le brindan la flexibilidad y capacidad de programación de acuerdo a los requerimientos del sistema.

- **Confiabilidad rigurosa .**

Los radios GTX están diseñados para funcionar en las aplicaciones más exigentes, lo que garantiza la integridad y confiabilidad de los componentes mecánicos.



Fig. 3.18 MaxTrac-LS-LTR

- Potencia banda de 800 Mhz. Dos modelos 15 W y 35 W
- 10 sistemas / 10 grupos.
- 10 modos convencionales.
- Rastreo de grupos y de modos convencionales.
- PL y DPL múltiples.
- Controlador de tiempo de transmisión.
- Bloqueo de canal ocupado.
- Normas 810 C,D,E
- Auto diagnóstico.
- Llamadas telefónicas (con micrófono DTMF)
- 806 - 866 Mhz.
- Llamada selectiva.
- Llamada de alerta.
- ID al transmitir.
- Parlante 3 W.



Fig. 3.19 MTX-LS-LTR

- Potencia banda de 800 Mhz 3 W.
- 14 sistemas / 3 grupos
- 10 modos convencionales.
- Rastreo de grupos y de modos convencionales.
- PL y DPL múltiples.
- Controlador de tiempo de transmisión.
- Bloqueo de canal ocupado.
- Normas 810 C,D, E.
- Auto diagnostico.
- Recepción de llamadas telefónicas.
- 806 - 866 Mhz.
- Micrófono de supresión de ruido.
- Diseño ergonómico.



Fig. 3.20 Sistema LTR

Este rack contiene 5 repetidoras en 800 Mhz

5 Repetidoras en 800 Mhz.

5 Amplificador de 125 watts por canal

5 Controlador

1 Combinador de 5 canales para el transmisor

1 Antena receptor Decibel Products

1 Antena transmisora Decibel Products

1 Pre-selector con filtro pasabanda

1 Multiacoplador para el receptor para 8 canales, expandible. Incluye preamplificador y fuente de poder.

1 Fuente regulada de 45 Amps. 13.8V.

152m. Cable Heliax de 7/8"

4 Conectores para Cable Heliax de 7/8"

3 Carga de 1/4 Watt con conector N para multiacoplador

LTR es compatible con radios Kenwood, Uniden, Masón, Midland, Motorola, Standard, Bendix King.

125 Watts X Canal

Este sistema se puede expandir para mas canales.

### 3.2 Sistema MPT 1327

El protocolo MPT-1327 fue diseñado alrededor del año 1972, por un grupo de fabricantes europeos, siendo el mayor contribuyente la empresa Phillips. A diferencia de otros sistemas el MPT-1327 fue diseñado con miras a enlazar diferentes sitios de repetición y que le sirviera de base al sistema TN-200 de uso público en el Reino Unido. El sistema de enlazamiento en cada sitio administra el protocolo de señalización. Usa señalización de 1200 baudios, y el concepto de su protocolo contiene 128 bits de información en cada uno de sus particiones de 107 mseg. El protocolo MPT-1327 usa un canal dedicado completamente a controlar sus móviles y portátiles. En el año de 1992, este protocolo fue modificado para dar más fácil acceso a las señales digitales.

En el año 1980 la dirección de manufacturers de telecomunicaciones pioneros en el trabajo del Protocolo 1327 bajo el auspicio de Departamento de Industria y Comercio de Reino Unido. MPT1327 fue desarrollado en un período de dos años y fue el primero de la familia de protocolo 1327 de estándares. El estándar MPT 1327 es protocolo abierto.

La familia de Protocolo 1327 define un sistema trunking para radio móvil RMP (Radio Móvil Privada).

Puede ser usado en el espectro VHF (136-178 MHz) y UHF (403-528 MHz). Este estándar fue el primero adoptado en UK en 1987. Desde entonces ha tenido una exitosa operación en sistemas de radio trunking públicos y privados en un número creciente de países alrededor del mundo.

Un servicio convencional RMP ofrece a los usuarios un canal simple. Cuando un usuario quiere comunicarse, es posible que el canal esté ocupado por otro usuario. Este usuario debe esperar hasta que la conversación termine y competir con otros usuarios para obtener un canal libre y poder comunicarse.

En un sistema trunking en cambio todos los usuarios comparten todos los canales. Si el canal no está libre al momento que el usuario hace la llamada, esta será puesta en espera por unos segundos hasta que algún canal esté disponible. Como resultado el usuario debe esperar menos tiempo y disfruta de un mejor servicio.

MPT 1327 es una señalización estándar para sistemas de radio trunking.

Este estándar define las reglas del protocolo para comunicación entre el controlador del sistema de radio trunking (TSC) y las unidades de radio de los usuarios.

El estándar puede ser usado para implementar una variedad de sistemas desde pequeños sistemas con unos pocos canales de radio hasta grandes redes que estarían formadas por la interconexión de TSC.

El protocolo ofrece un amplio rango de facilidades de uso. Sin embargo no es necesario implementar todas las facilidades disponibles.

El estándar define solo señalización sobre aire e impone solo un mínimo de indicaciones para el diseño del sistema. Las especificaciones requeridas para implementación, por ejemplo:

- Facilidades que deberían ser implementadas
- Valor de los parámetros.
- Plan de canales.
- Para una red, el criterio de cuántas unidades de radio registrarán.

Adicionalmente se han desarrollado los estándares:

- MPT 1343 - define el comportamiento de las unidades de radio en redes públicas
- MPT 1347 - especificaciones de reparación de redes para complementar MPT 1343
- MPT 1352 - la prueba que pasan las unidades de radio antes de ser aceptadas en las redes de radio.

Propiedades del servicio para los usuarios:

- Conversación de dos vías con una variedad de tipos de llamada.
- Transmisión de datos de: instrucción del mensajes de estado – mensaje de texto reducido- impresión de datos voluminosos.
- Llamadas de conferencia
- Transferencia de llamadas
- Llamada de espera automática, hasta que un canal esté disponible
- Llamada de prioridad y urgencia
- El control de la prevención del tráfico
- Posibilidad de llamar a: unidades individuales de radio, a un grupo de unidades, o a todas las unidades en el sistema.
- El usuario puede llamar a números PABXs o PSTNs

- Le permite al usuario cruzar límites de zonas
- llamada "call-me-back" que es utilizada cuando la unidad no está atendida.

#### Características del sistema

- Capacidad del protocolo:
- 1036800 de direcciones
- 1024 número de canales
- 32768 códigos de sistemas de identificación.
- Usa canal de control dedicado.
- Protocolo abierto.
- Los tres tipos de canales de control disponibles son: canal dedicado de control, canal flotante de control y canal de tráfico.
- Controles de prevención de embotellamiento de tráfico.
- Prevención de interferencia
- Localización y registro automático de usuarios
- Liberación automática de canales de tráfico cuando se termina la llamada
- Verificación periódica de los números de serie para la seguridad del abonado
- MPT 1327 es un sistema abierto
- El canal de control (delantero y de reversa) es digital con método de acceso y modulación ALOHA/FFSK
- El canal de tráfico es analógico con método de acceso y modulación FDMA/FM (12.5/25 KHz).
- El sistema contiene monitores de actividad RF en todos los canales, especialmente en el canal de control. Si hay interferencia es detectada y el canal de control desconectado, y se asigna el trabajo al siguiente canal.
- Hasta 24 canales por sistema.
- Llamada de conferencia entre grupos,
- Transferencia de llamada validación e invalidación de usuarios.
- Interconexión telefónica.
- Llamada de emergencia.
- Reconocimiento del iniciador de la llamada.
- Llamadas en espera.

## Tipos de llamadas

### Speech call:

Llamada de despacho RF, puede ser requerida con prioridad normal o alta. La llamada puede hacerse de un modo convencional en el que a ambas partes se le permite hablar, o mediante un modo de anuncio donde solo la persona que llama puede hablar.

### Data call:

Datos en el canal de tráfico. Los parámetros son disponibles para especificar si la prioridad es normal o alta y, para una llamada en grupo, que los miembros del grupo puedan contestar.

### Emergency call:

Parámetros son disponibles para especificar si la llamada es de voz o datos, y para una llamada de grupo que los miembros del grupo puedan contestar. Una unidad de radio también requiere un modo especial de servicio de emergencia previamente arreglado con el sistema. El TSC determina el requerimiento por referencia a la dirección de la unidad.

### Include call:

Durante una llamada, una unidad puede requerir otro tipo de llamada. Esta facilidad puede ser usada para implementar una llamada de conferencia o una llamada de transferencia.

### Status message:

Treinta y dos diferentes status messages pueden ser comunicados entre las unidades. El significado de dos de estos mensajes son prescritos como una llamada "call-me-back request" y "cancel previous call-me-back request". Los restantes treinta mensajes tienen el significado que los usuarios les den.

Status message pueden ser enviados solo entre unidades de radio y TSC.

### Short data message:

Mensajes de más de 184 bits de un formato de datos pueden ser enviados entre unidades de radio o entre unidades de radio y el TSC.

## Haciendo llamadas

Una unidad de radio puede requerir una llamada a:

- Una unidad de radio individual o unidad de línea conectada.
- Un grupo o todas las unidades en el sistema.
- Un número PABX de mas de 9 dígitos,
- Un número PSTN de mas de 31 dígitos.

Los mensajes de datos cortos pueden ser enviados a la TSC. Durante una llamada call set-up. La TSC puede enviar una amplia variedad de información al usuario destino, indicando el progreso de la llamada. Por ejemplo puede indicar la razón por un retraso en call set-up o la razón del fracaso de una llamada.

## Recibiendo llamadas

Una unidad de radio puede recibir llamadas de otra unidad de radio o de una línea, de una extensión PABX o de PSTN ( excepto para status messages).

Los mensajes cortos y status messages pueden ser recibidos de la TSC.

Las direcciones de las llamadas de una unidad de radio, de una línea o de la TSC pueden ser suministradas al usuario. Si la llamada es de una extensión de PABX o de PSTN al usuario no se le proporciona el número de la persona que llamó solo se le informa de donde proviene la llamada.

Las llamadas que ingresan pueden ser direccionadas a unidades individuales o al grupo al que pertenezca.

El usuario puede rehusarse a aceptar todas las llamadas que ingresan por medio de un control " ocupado " o " fuera de vehículo ". Las llamadas que ingresan pueden ser rehusadas selectivamente dependiendo de la fuente de la llamada. Si un usuario no quiere recibir una llamada que ingresa inmediatamente el puede indicar que llamará mas tarde.

### 3.2.1 Protocolo MPT 1327

#### Sistema de control

El protocolo utiliza señalización de 1200 bits con modulación de portadora FFSK

(Fast Frequency Shift Keying). Está diseñado para que las unidades de radio usen frecuencia half-duplex y TSC use duplex.

La señalización para las llamadas es transmitida en el canal de control.

La TSC puede ser operada usando dos estrategias para el canal de control: dedicado o no dedicado.

Un sistema dedicado tiene un canal de control permanentemente disponible para señalización y un sistema no dedicado puede asignar el canal de control para tráfico ( voz y datos) si los demás canales están siendo utilizados.

El uso de canal de control dedicado es apropiado para un sistema con muchos canales y el uso de canal de control no dedicado es apropiado para un sistema que tenga pocos canales.

Uno de los problemas de los sistemas de radio móvil son las colisiones de mensajes cuando diferentes unidades de radio transmiten al mismo tiempo. Este problema es controlado con un protocolo de acceso que ofrece alta eficiencia, estabilidad y flexibilidad. Si la interferencia es muy pesada el control se puede cambiar a otro canal.

#### Manejar una llamada

Antes de que una llamada sea asignada a una unidad de radio, la TSC chequea que la unidad llamada esté en contacto de radio, así se evita malgastar asignación de canal. También puede chequear que el operador de la unidad esté listo para recibir la llamada.

Como una precaución contra el uso de un sistema por unidades de radio no autorizadas, la TSC da instrucciones a la unidad de radio para que transmita su número serial electrónico único, hace una comparación de los números seriales electrónicos recibidos con el valor esperado en la base de datos, y así detecta a usuarios fraudulentos.

### Estructura de la señalización del canal de control

El tiempo en el canal de control es dividido en slots de duración de 106.7 ms (128 bits), y un mensaje de señalización puede ser enviado en cada slot.

Señalización en el forward - channel ( estación base transmite frecuentemente) es nominalmente continua, cada slot comprende dos palabras de código de 64 bits, usualmente:

- a) Una palabra de código del sistema de canal de control (Control Channel System Codeword) CCSC.

CCSC identifica las unidades del sistema de radio y provee sincronización para la siguiente "dirección" de la palabra de código.

- b) Una palabra de código de dirección (Address codeword).

La palabra de código de dirección es la primera palabra de un mensaje, y define la naturaleza del mensaje.

Ambos la CCSC y la palabra de código de dirección son desplazados cuando el controlador del sistema Trunking (TSC) transmite mensajes largos, con palabras de código de "datos".

Una unidad de radio puede recibir un mensaje de TSC in un slot, transmitir una respuesta en el siguiente slot y luego sintoniza el canal delantero al mismo tiempo que decodifica el siguiente mensaje de TSC.

(En la figura 5, la respuesta es mostrada alineada con el mensaje de salida, sin embargo hay tolerancias en la regulación del tiempo)

### TSC a unidades de radio

CCSC	Palabra de código de dirección	CCSC	Palabra de código de dirección	CCSC	Palabra de código de dirección
------	--------------------------------	------	--------------------------------	------	--------------------------------

### Respuesta de la unidad de radio

		Bits de sincronización	Palabra de código de dirección
--	--	------------------------	--------------------------------

Fig. 3.21 Estructura de la señalización del canal de control. Mensajes de señalización del canal de control.

Los mensajes enviados en un canal de control pueden ser clasificados como:

Mensajes aloha	Enviado por la TSC para un acceso aleatorio de control.
Requerimiento	Enviado por una unidad de radio, requerimiento de llamada.
Mensajes "Ahoy"	Enviado por la TSC pidiendo una respuesta del direccionamiento de una unidad de radio.
Acknowledgements	Enviado por la TSC y por unidades de radio
Ir a canal de mensajes	Enviado por la TSC a canales de tráfico.
Mensaje de dirección simple	Enviado solo por unidades de radio.
Mensajes de datos cortos	Enviado por la TSC y por unidades de radio.
Miscelánea de mensajes	Enviado por la TSC para el sistema de control.

#### Protocolo de acceso aleatorio

Uno de los problemas de los esquemas de señalización de los radio móviles es el choque de los mensajes que las diferentes unidades de radio transmiten al mismo tiempo.

En este estándar los problemas de choque son controlados por un protocolo de acceso aleatorio que está basado en Aloha ranurado. Este protocolo puede ser utilizado para minimizar los retardos de acceso, mantener la conversación bajo un tráfico de carga pesada.

El principio básico del protocolo:

La TSC transmite un mensaje de sincronización (ALH) que indica a las unidades de radio que envíen mensajes de acceso aleatorio.

El mensaje ALH contiene un parámetro N que indica el número de los siguientes slots de tiempo, que constituyen un frame, que están disponibles para el acceso.

Si un frame está listo cuando un usuario inicia una llamada, la unidad de radio puede enviar su mensaje de acceso aleatorio en el próximo slot. De otra manera la unidad espera por un frame para empezar y entonces escoge un slot aleatorio del frame para su mensaje.

Si una unidad quiere repetir la transmisión de un mensaje, interrumpido por colisión, escoge nuevamente de un nuevo frame.

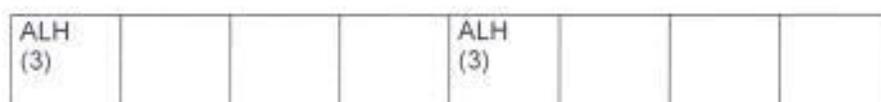


Fig. 3.22 TSC a unidades de radio

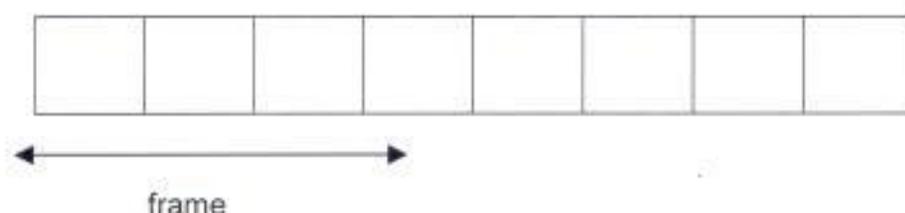


Fig. 3.23 Unidades de radio a TSC

	TSC		Radios móviles/ portátiles	
1	El canal de control envía datos FFSK continuamente	Contiene a) frame de sincronización para móviles. b) System ID, ALOHA Sync Frame		
2			Móviles encendidos, buscan un canal de control. Los radios envían los registros requeridos.	El registro requerido contiene un Radio ID
3	Chequea si el registro requerido es válido. CC envía ACK al móvil.	Tiempo de Slot 107 ms		
4			PTT genera RQS	RQS (requiere voz) Tipo de llamada Radio ID & Called Radio ID
5	RQS decodificado por TSC, envía a SCI para validar y llamada de radio de verificación, CC envía AHY	¿Está Ud. y su grupo ahí?		
6			La unidad que llama y la que recibe la llamada envían ACK	ACK: si estoy aquí
7	CC envía GTC a la unidad que llama y a la unidad que recibe la llamada	Vaya al canal de tráfico		
8			Se establece la comunicación de voz entre la unidad que llama y la que recibe la llamada	Comunicación de voz de duración dada por SCI
9			<u>Mensaje principal</u> enviado por la radio al final de la conversación.	<u>Mensaje principal:</u> Requerimiento de desconectar la llamada

Tabla V Formato de establecimiento de una llamada

### 3.3.2 Equipos que se utiliza

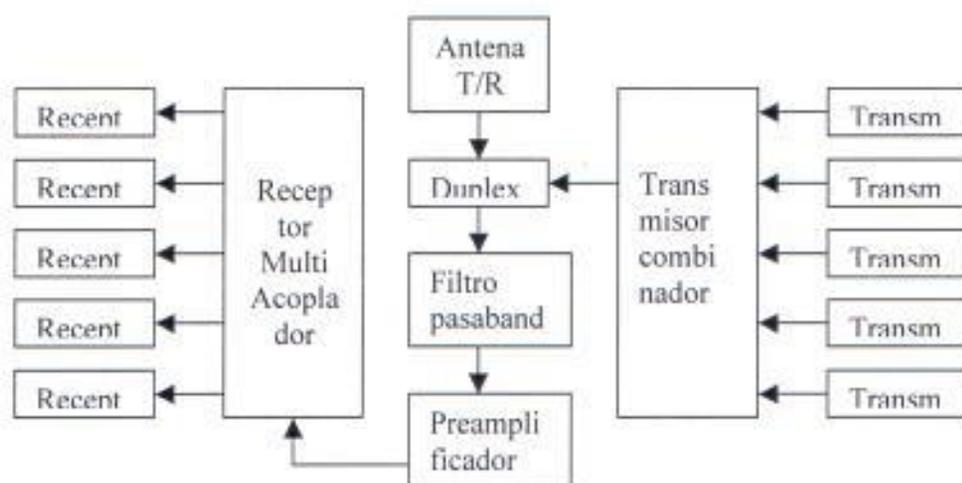


Fig. 3.24 Sistema MPT-1327 5 canales



Fig. 3.25 GP600 - MPT 1327

- Operación simplex y/o semiduplex
- Rango de frecuencia: 403-433Mhz
- Espacio de canal 12.5 Khz
- Modulación: FM
- Impedancia de la antena 50 ohmios
- Modo de operación: trunked o convencional

- Suministro de potencia: 1200 mAh batería
- Temperatura de operación: de -25 a 55 °C

Receptor:

- Sensibilidad: 12 dB < 0.35
- Potencia de salida de audio: 500mW
- Espurios: -70dB
- Selectividad: < -60dB
- Intermodulación: < -65 dB

Transmisor:

- Potencia de salida: 1-4 W
- Desviación máxima: 12.5 Khz +- 2.5
- Distorsión de audio: < 3%



Fig 3.26 GP1200 - MPT 1327

- Rango de frecuencia: 403-433Mhz  
136-174 Mhz
- Espacio de canal 12.5 Khz
- Impedancia de la antena 50 ohmios
- Modo de operación: trunked o convencional
- Suministro de potencia: 1200 mAh batería
- Temperatura de operación: de -25 a 55 °C

Receptor:

- Sensibilidad: 20 dB < 0.1 uV
- Espurios: > -70dB
- Selectividad: > 60dB
- Intermodulación: > -70 dB

Transmisor:

- Desviación máxima: 12.5 Khz +/- 2.5
- Distorsión de audio: < 5%
- Modulación: FM
- Espurios / armónico: < -36 dBm.



Fig. 3.27 GM600 - MPT 1327

- Rango de frecuencia: 403-470 Mhz
- Espacio de canal: 12.5 o 20/25
- Número max de canales: 1024
- Modulación: FM
- Impedancia de la antena: 50 ohmios
- Modo de operación: trunked o convencional
- Suministro de potencia: 10.8-15.6 VDC
- Temperatura de operación: de -25 a 55 °C
- Dimensiones: H\*W\*D: 168\*160\*44
- Peso: 1030 g

Receptor:

- Sensibilidad: 12 dB < 0.35
- Potencia de salida de audio: 13W
- Espurios: < -70dB
- Selectividad: < -60dB
- Intermodulación: < -65 dB

Transmisor:

- Potencia de salida: 5-25 W
- Desviación máxima: 12.5 Khz +/- 2.5 Khz  
20 Khz +/- 4.0 Khz  
25 Khz +/- 5.0 Khz
- Distorsión de audio: < 5%
- Espurios y armónicos: < -36 dB



Fig. 3.28 R40 Nokia

- Bandas de frecuencia

380-400 Mhz

400-440 Mhz

440-470 Mhz

470-500 Mhz

500-530 Mhz

- Modo de operación Semiduplex y simplex
- Potencia de salida del transmisor  
RD40 1.0 a 10 W  
25 W disponible como opción.
- Dimensiones  
5.0 cm (H) x 17.3 cm (W) x 17.8 cm (L)
- Peso  
1.8 kg

### 3.3 Comparación de los Sistemas: LTR y MPT 1327

#### Acceso al sistema

Fundamentalmente hay dos maneras de hacer una llamada. El radio busca un canal libre o al radio se le indica a donde ir.

El acceso es más rápido si se le indica al radio donde ir.

Busca un canal libre	Se le indica donde ir:
Otros sistemas como:	MPT 1327
Smarttrunk-II.	LTR

#### Canal de control

El control es fijo para cada sistema. El control puede ser centralizado o distribuido.

El control centralizado significa que hay 1 controlador central para todas las repetidoras.

El control distribuido tiene 1 controlador para cada repetidora.

Control centralizado	Control distribuido
Otros sistemas como Privacy	MPT 1327
Plus de Motorola.	LTR

#### Tiempo de acceso al sistema

Mientras más corta sea la longitud de la data más rápido es el tiempo de acceso y la asignación de canales.

Sistema	Longitud de la data
LTR	133 mseg
MPT	107 mseg.

#### Factores de carga.

Tiempo que el repetidor está en el aire sin señal

El esperar en el aire sin señal mejora la continuidad de las conversaciones, pero reduce la capacidad de carga del canal.

No está en el aire sin señal	En el aire sin señal
LTR.	MPT 1327

Para LTR

El sistema es usado para la conversación por 28 seg..

Al terminar cada transmisión de voz el canal regresa al sistema.

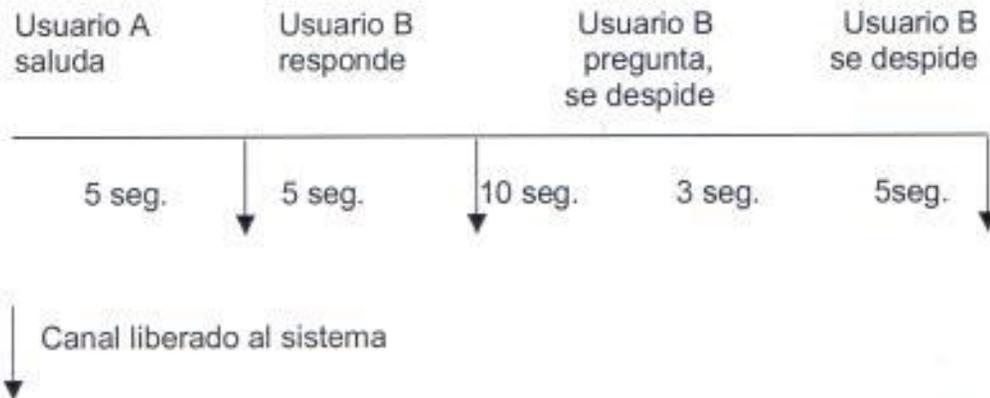


Fig. 3.29 Esquema de tiempo que los usuarios utilizan el sistema LTR

Para MPT 1327

El sistema es usado para la conversación por 28 seg. + el tiempo de desconexión o de límite del sistema.

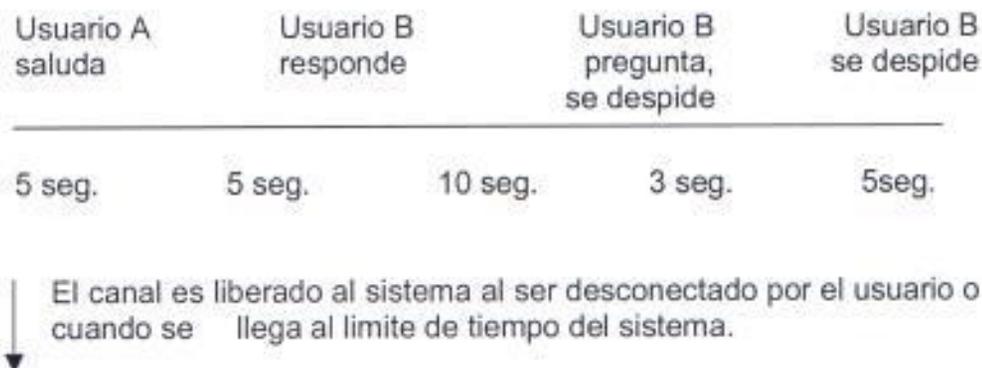


Fig. 3.30 Esquema de tiempo que los usuarios utilizan el sistema MPT 1327

#### Administración del sistema – expansión

Uno o mas canales,  
Se añade un canal a la vez  
MPT1327  
LTR.

Expandible con el controlador  
de 7 canales

### Administración del sistema-expansión

#### MPT 1327

Añadir canales al sistema es transparente al radio

#### LTR

Radios tienen que ser reprogramados al añadir mas canales al sistema.

### Administración del sistema-confiabilidad

¿Qué sucede cuando un repetidor o controlador falla en el sistema?

#### Para el sistema MPT1327

Si el repetidor falla es casi transparente al usuario

Si el controlador falla pasa a operación convencional.

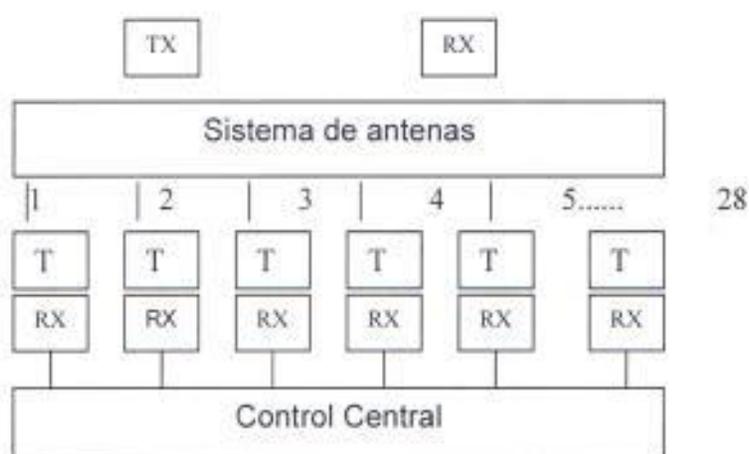
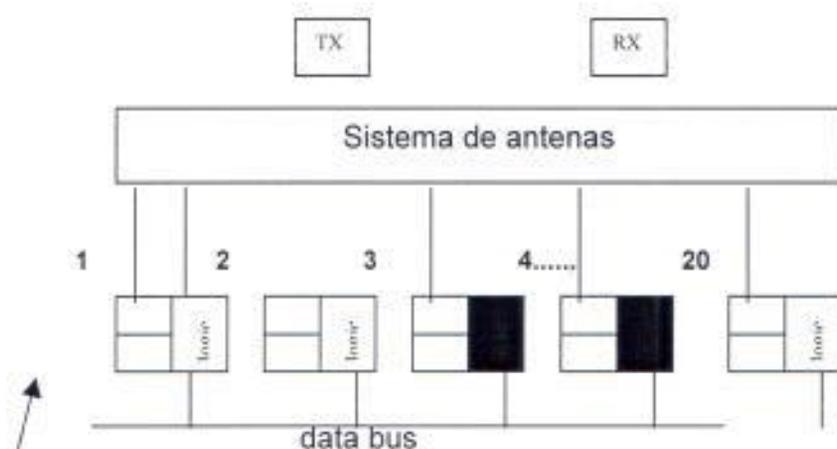


Fig. 3.31 Esquema del sistema MPT 1327

#### Para LTR

Si falla el repetidor. Los usuarios asignados a ese repetidor pierden las comunicaciones.



Repetidor con control del bus

Fig. 3.32 Esquema del sistema LTR

Acceso al sistema durante alto tráfico

MPT

Durante periodos de alto tráfico los usuarios entran en fila. La cola es manejada por el sistema.

Número de grupos por radio.

LTR

Durante periodos de alto tráfico los usuarios compiten por el acceso al sistema.

Usuarios con muchos participantes (> 50 usuarios) son servidos eficientemente con MPT y LTR.

MPT  
> 100.

LTR  
> 100

Capacidad de llamada selectiva

MPT 1327.  
Tiene capacidad de llamada Selectiva.

LTR  
No tiene esta capacidad

### Llamada privada

La verdadera llamada privada provee acceso exclusivo a un canal a los dos usuarios involucrados en la llamada

LTR utiliza un grupo de dos para hacer llamadas privadas.

#### MPT

Tiene capacidad de llamada privada.

#### LTR

No tiene esta capacidad

### Características especiales

#### Data en MPT 1327

Intrínscico  
Mensajes cortos.

#### Data en LTR

añadiendo elementos  
adicionales

#### Detalle de MPT 1327

ID individuales  
Control centralizado

#### Detalle de LTR

250 ID de grupo por repetidor  
Usa identificación de grupo.

### En reposo

#### En reposo MPT 1327

El controlador central recibe pedido de canal, controla las comunicaciones de voz, elección y asignación de repetidoras, maneja la cola de espera.

#### En reposo LTR

El radio se comunica con su canal  
Originario (home) para saber que repetidora debe utilizar si sucede una llamada.  
Se ordena utilizar el repetidor home  
si está libre. Si no se indica a que  
Repetidor debe ir

### En transmisión

#### MPT1327

1. Radio envía un pedido de canal en el canal de control
2. Controlador verifica el ID

3. El canal de control asigna radios en un grupo a un repetidor libre.

## LTR

1. El radio pide acceso al repetidor home
2. Si el repetidor está libre se autoasigna la llamada
3. El repetidor home indica a los demás repetidores por el

bus de datos que está ocupado.

4. El repetidor home le indica a sus radios asignados qué repetidor usar en caso que haya otra llamada mientras se encuentra ocupado.

## En recepción

## MPT1327

1. Los radios reciben asignación a un repetidor por el canal de control
2. Todos los radios participantes en el grupo cambian al canal repetidor asignado.

## LTR

1. Los radios reciben una ráfaga de datos del repetidor asignado al llamado
2. El radio abre su silenciador y participa en la llamada.

## Ventajas

## MPT1327

Control centralizado:

- a) Equipos de varias fuentes
- b) Deshabilita usuarios sin autorización
- c) Controla los pedidos de llamadas
- d) ID individuales

Características avanzadas:

- e) Llamada de grupo
- f) Teléfono / llamada privada y alerta
- g) Acceso rápido al sistema
- h) Capacidad de datos
- i) Operación en sistemas ocupados
- j) Cobertura amplia.

## LTR

- a) Equipos de varias fuentes
- b) Deshabilita usuarios sin autorización
- c) Controla los pedidos de llamada

Despacho / teléfono a bajo precio

- d) Baja o media categoría
- e) Llamada de grupo
- f) Simple
- g) Continuidad de conversación
- h) Interconexión telefónica
- i) Acceso rápido al sistema

## Desventajas

MPT 1327

Message trunking llamadas largas

## LTR

Diagnósticos y sistemas ocupados

- a) Fácil de piratear
- b) Diagnóstico del sistema limitado
- c) ID de grupo 250 por canal
- d) No hay protecciones contra interferencia

Características limitada

- e) No Hay Llamada Individual
- f) No hay amplia cobertura
- g) No hay operación de Sistema ocupado
- h) Limitado mensaje / Data

## CAPITULO 4

### SISTEMA TETRA

En el actual mundo de la radiocomunicación, los sistemas analógicos continúan siendo preferidos por su confiabilidad y precio accesible, incluso en las economías más fuertes como en Estados Unidos.

Pero definitivamente, el futuro es digital en todos los sentidos. Como cualquier otro estándar, TETRA consiste de un conjunto de especificaciones. TETRA es TDMA, esto significa que una estación base (BS) puede transmitir 4 comunicaciones simultáneas.

El núcleo de estos estándares fue aprobado por ETSI (European Telecommunications Standard Institute), al final de 1995. Desde entonces los fabricantes tienen un conjunto común de reglas que seguir al crear productos, uniformizando y desarrollando con rapidez la industria. Las primeras entregas de sistemas se hicieron al principio del 97 con la red TETRA para Helsinki Energy Company. Desde entonces, ETSI ha trabajado en numerosos estándares adicionales para TETRA.

TETRA es un estándar dinámico y se encuentra en un proceso de evolución acorde a las cambiantes necesidades de los usuarios. Es un estándar completo, totalmente funcional, y además probado en diferentes áreas, lo mismo para compañías de servicio público, seguridad pública o sistemas privados.

#### 4.1 Protocolo

Para poder utilizar una infraestructura del sistema TETRA, cada abonado debe inicialmente estar:

- Registrado en el fichero de validación del sistema.
- Inscrito en el momento de su funcionamiento.

Características relacionadas con los canales

Se distinguen dos niveles de canales:

Los canales físicos correspondientes a los intervalos de tiempo  
Los canales lógicos.

En la norma TETRA existen 4 canales físicos por portadora sobre un mismo sitio (BS).

Algunos canales existen en un solo sentido de transmisión.

Se distinguen tres grupos de canales físicos:

- canales de tráfico
- canales de control
- canales no asignados

Canales de tráfico

Transportan voces o datos intercambiados en modo circuito: se utilizan selectivamente entre dos equipos determinados (modo punto a punto).

Canales de control

Sirven de "portadores" para los canales lógicos de señalización.

- MCCH
- SCCH
- ASCCH

Se distinguen cinco tipos de canales lógicos:

- BCCH canales de difusión de información general
- LCH tiempos muertos acordados a los equipos
- SCH canales de señalización.
- AACH canal de asignación de intervalos
- STCH canal de señalización mezclada con la voz.

Los canales lógicos son transmitidos sobre canales físicos de control o canales no asignados.

## Parámetros TETRA

Parámetro TETRA	Valor del parámetro
Ancho de banda	380-400Mhz
Amplitud de banda por 4 canales	25 Khz.
Distancia entre frecuencias transmitidas	50 Khz.
Tipo de modulación	DQPSK (Modulación de fase)
Método de acceso	Técnica TDMA
Número de canales por portadora	4
Trama	4 intervalos de tiempo
Señales de emisión / recepción	TX/RX
Tipos de canales de control	MCCH,SCCH,ASCCH
Velocidad del canal	36 Kbit/s
Velocidad de datos	máxima 28.8 Kbit/s
Velocidad de datos protegidos	4.8/9.6/14.4/19.2 kbit/s
Longitud de los mensajes	16 a 2047 bits
Velocidad de codificación de voz	Apr. 4.8 kbit/s
Tipo de comunicación	Full o half duplex

Tabla VI Parámetros de TETRA

El canal de control o canal de servicio

El canal de control es asignado para la gestión del sistema. Todos los datos que permitan:

- Inscripción de los terminales
- El proceso de petición de llamadas
- Indicación del proceso de la llamada
- La supervisión del canal de tráfico
- La asignación de los canales de tráfico a los terminales
- Gestión de la cola de espera
- Gestión del tiempo de llamada
- Transmisión de datos de descripción de llamada al controlador de sitio.

Existe un canal de control para cada sitio de la red y no puede haber dos o más canales de control simultáneamente en el mismo sitio. Por ejemplo en un bastidor de cuatro canales cualquiera de ellos puede ser canal de control, pero solo uno a la vez.

## Canales de voz

Los canales de voz son utilizados para transmitir y para recibir comunicaciones de voz radiotelefónicas o para recibir datos largos.

La unidad de canal realiza las operaciones siguientes:

- Soporte de la comunicación
- Supervisión de las llamadas en curso
- Interfaz del enlace de voz (cuando el enlace existe)

Cuando el abonado hace una petición de llamada el radio móvil cambia automáticamente del canal de control al canal de tráfico. Esta operación es transparente para el usuario.

Por ejemplo tres usuarios M1, M2 y M3 están escuchando el canal de señalización. El móvil M2, a través del canal de señalización hace una petición de llamada para comunicarse con el móvil M3. La red envía la petición del móvil M2 al móvil M3. Cuando el móvil M3 contesta a la propuesta del sistema, este último envía simultáneamente al móvil M2 y M3 que pueden proceder para iniciar la llamada en el canal de tráfico N°2. cuando los dos móviles acaban el comunicado, el enlace se cierra (cierre de canal) y los móviles vuelven a escuchar el canal de señalización.

## Asignación automática de recursos

Los recursos de un sitio son los canales de voz o canales de tráfico disponibles en un sitio. Un sitio trunking puede disponer de un máximo de 24 canales (con el canal de señalización). La asignación de un canal de voz para efectuar el comunicado depende del controlador de sitio.

Cada vez que alguien quiere efectuar una llamada el controlador verifica que canales están libres y reserva uno de los canales para que el usuario pueda efectuar su llamada.

## Identidades de terminales

Cada terminal de la red trunking tiene una dirección. Esta dirección le permite a través del canal de control inscribirse a la red. Cada terminal posee una dirección propia y no puede haber dos terminales con la misma identidad. Todas las identidades de los terminales

validados están ubicadas en el controlador de sitio y en el nodo central.

Cuando el móvil quiere inscribirse en la red, este envía una petición de inscripción con su dirección a la estación base o BS. La BS pregunta al controlador de sitio (frontal de comunicación de la BTS) si el móvil con esa identidad está validado en la base de datos. Puede haber dos tipos de respuesta:

La respuesta es positiva el FC envía un OK a la BS y la BS un acusado de recibo positivo al móvil. El móvil se inscribe en la red.  
La respuesta es negativa el FC envía un KO a la BS y la BS envía un acusado de recibo negativo al móvil. El móvil no tiene autorización para la inscripción.

## 4.2 Infraestructura

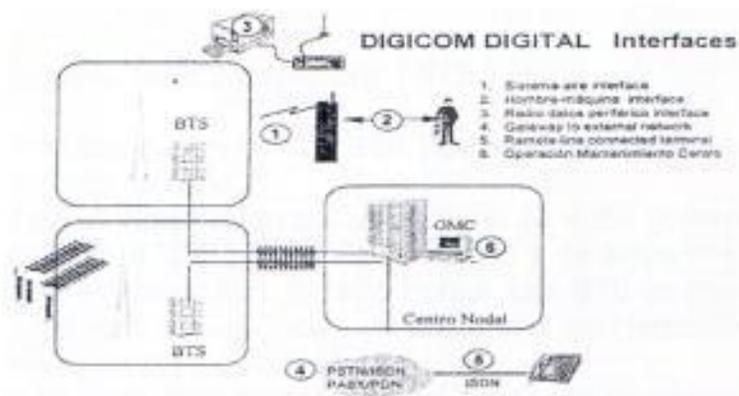


Fig. 4.1 Arquitectura general

La infraestructura de TETRA consta de:

- Centro de gestión de la red o centro nodal (MAMC, CGR) dotado de una consola CGR, el servidor OMC y la pasarela PABX.
- Los sitios de radio (BTS) que constan de un frontal radio (BCU), una estación de control(BSC), y una estación base (BS).
- Los equipos de conexión: ruteadores, hub, PABX
- Los terminales: portátiles, móviles y estaciones sobre sitios.
- Los enlaces: satelital o microondas

### Una estación de base radio (BTS)

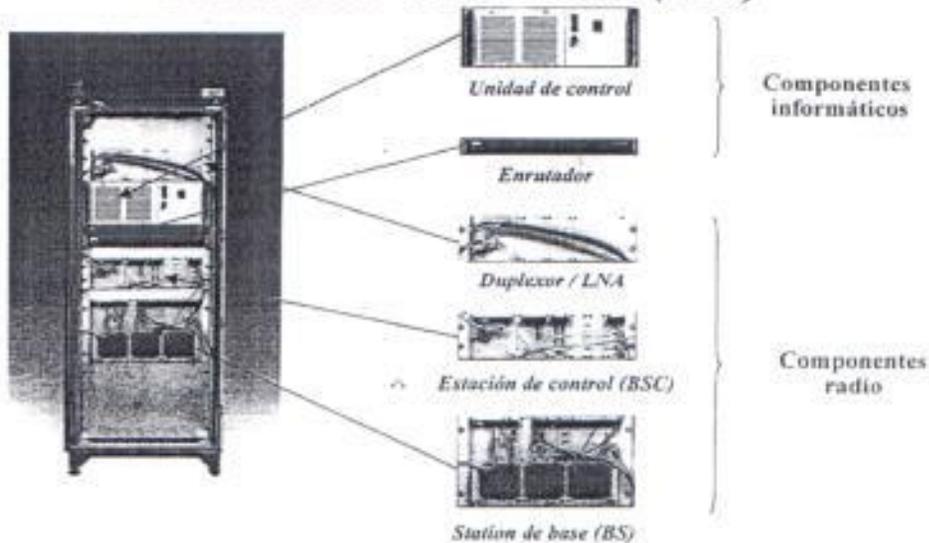


Fig. 4.2 Estación base transceptora ( BTS )

La estación base transceptora ( BTS ) es la estación relé que permite cubrir una celda de radio.

Las BTS están constituidas por un máximo de 4 BS (Estación Base correspondiente a una cadena de recepción y de emisión HF) y por un medio de interconexión: la radio frontal. Las BTS se hacen cargo del conjunto del tráfico local, es decir de los terminales radio localizados en su zona de cobertura.

Con este fin cada BTS dispone de las funciones de supervisión de recursos, de tratamiento de llamada, de actualización y de consultación de los derechos de los abonados.

La BTS se presenta en forma de un armario electrónico que consta de:

Un frontal radio(BCU), una estación base (BS), una estación de control (BSC) y un ruteador.

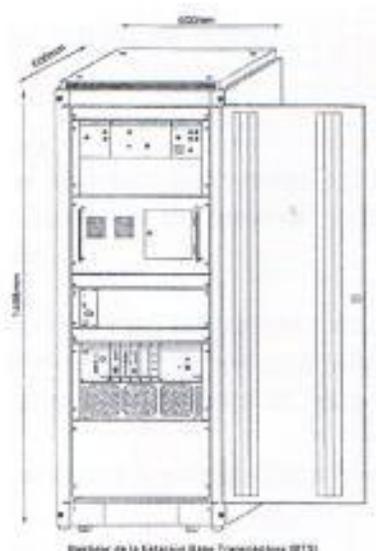


Fig. 4.3 Bastidor de la Estación Base Transceptora

#### Frontal de radio BCU

El frontal es el equipo informático de la BTS. Garantiza el funcionamiento de un conjunto de 6 BS como máximo, gestiona la movilidad de los terminales, así como las llamadas locales intersitio. Conectado al BSC y al ruteador por medio de dos redes Ethernet, el BCU es administrado a distancia por el servidor OMC.

#### Estación Base

La Estación Base se encarga de la gestión de la interfaz AIR, es decir del control de la información emitida sobre la frecuencia descendente, con destino a los móviles y portátiles, y del control de la frecuencia ascendente, de los terminales hacia el BTS: una BS corresponde a una portadora radio, es decir a 2 frecuencias.

#### Estación de control de base (BSC)

El BSC ( Base System Controller) es una tarjeta electrónica que sincroniza las BS y reparte la información de señalización y de tráfico con destino y provenientes del BCU.

Controla la potencia de transmisión de un móvil en función de las medidas realizadas por la BS.

La asignación de los canales

El BSC está enlazado con las BS del sitio de radio, y por lo tanto administra un enlace de datos con estos.

#### Sistema de acoplamiento

Este módulo efectúa el acoplamiento entre varios transmisores (BTS) y sobre todo entre las cadenas de emisión y de recepción instaladas sobre la misma antena.

El sistema de acoplamiento está compuesto de:

- Un acoplador 3 dB de dos entradas una salida en transmisión.
- Un duplexor con una entrada para la recepción y la transmisión, una salida antena.
- Un splitter de una entrada 4 salidas para la parte de recepción.

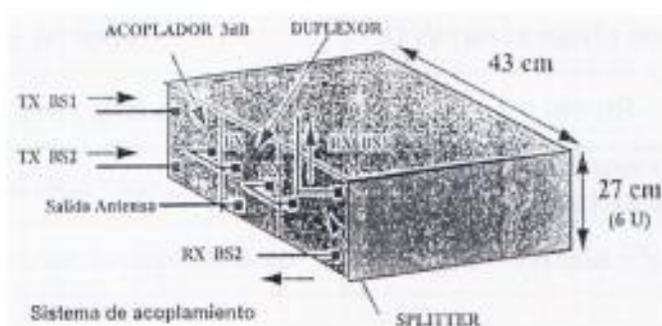


Fig. 4.4 Sistema de acoplamiento



El centro nodal garantiza:

- La interconexión de 16 BTS
- El enlace con máximo 30 terminales de línea digitales,
- El acceso hacia el exterior; PABX, PSTN, red analógica a través de un PABX.

Su principal misión es de conmutar las informaciones de tráfico entre varias BTS (caso de llamadas multiemplazamientos), dirigir las bases de datos del sistema y garantizar la difusión hacia las BTS.

Consta de la consola CGR que es una micro-computadora conectada sobre la red y sobre el servidor OMC, la consola es un terminal de administración y supervisión técnica.

El servidor OMC es una micro-computadora conectada con la red y gestionada por la consola CGR. Este servidor contiene todos los datos de la red.

La pasarela PABX se encarga de la conexión con el PABX que gestiona las comunicaciones alámbricas.

### 4.3 Equipos

Motorola d700



Fig. 4.7 Motorola d700

- Dimensiones: 135mm (H) x 60mm (W) x 19mm (D).
- Peso: 260g con batería y 150g sin batería
- Bandas de frecuencia: 410-430 Mhz
- Potencia de batería 1200mAH
- 25 hrs. Standby
- 16 hrs. Funcionamiento
- Potencia de salida (max) 1W

- Modo de operación: Duplex, Semi-duplex, Short Data Services and Packet Data

MTP 300 Portátil Motorola



Fig. 4.8 MTP 300 Portátil Motorola

Identificación del Usuario

Llamada Privada

Llamada de Grupo

Llamada de Emergencia

Anuncio General

Menú en 4 idiomas (Español, Inglés, Francés y Alemán)

Marcación Corta

Monitoreo con Prioridad

Rastreo de Grupo

Reprogramación aérea (OTAR)

Inhibición Selectiva de radio

Asignación Dinámica de Grupo

Operación Directa (DMO)

Verificación del radio

Entrada Tardía

Trunking Local

Encriptación Aérea TEA1 y TEA2

## MTM300 Radio Móvil. Motorola



Fig. 4.9 MTM300 Radio Móvil. Motorola

### Funciones:

Identificación del Usuario

Llamada Privada

Llamada de Grupo Llamada de Emergencia

Anuncio General

Menú en 4 idiomas (Español, Inglés, Francés y Alemán)

Marcación Corta

Monitoreo con Prioridad

Rastreo de Grupo

Reprogramación aérea (OTAR)

Inhibición Selectiva de radio

Asignación Dinámica de Grupo

Operación Directa (DMO)

Verificación del radio

Entrada Tardía

Trunking Local

Encripción Aérea TEA1 y TEA2

## Nokia TMR400



Fig. 4.10 Nokia TMR400

## Bandas de frecuencia

Tx	Rx
380 - 385 MHz	390 - 395 MHz
385 - 390 MHz	395 - 400 MHz
410 - 420 MHz	420 - 430 MHz

Tabla VIII Bandas de frecuencias a la que opera el móvil Nokia TMR400

- Potencia 10W
- Peso 1.6Kg.
- Dimensiones  
44 mm x 145 mm x 254 mm  
Unidad de control 93 mm x 185 mm x 30 mm

## Estación base TETRA NOKIA

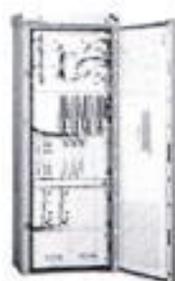


Fig. 4.11 Estación base TETRA NOKIA

La estación radio base de NOKIA es modular y está disponible en dos versiones: el bastidor de interior para una a cuatro portadoras (16 canales radio) y la miniestación para una o dos portadoras (4 a 8 canales radio). Una estación de ocho portadoras puede equiparse en dos bastidores.

La potencia de salida del transmisor es 25 wat después del combinador. Las bandas de frecuencia disponibles son: 380-400 MHz. y 410-430 MHz. Otras bandas de frecuencia (460 y 800 MHz.) están en desarrollo.

## Centro de switching



Fig. 4.12 Centro de switching

Digital para sistema TETRA, tipo 64 (DXT64)

Se usa en sistemas TETRA Nokia como elemento de switching.

Las estaciones base, sistemas de despacho, administración de redes, interfaces de redes externas pueden ser conectados a este equipo.

#### 4.4 Frecuencias utilizadas

El sistema TETRA ha sido diseñado para trabajar en la gama de frecuencias desde VHF (150 MHz) hasta UHF (900 MHz). En diciembre de 1995 se liberaron bandas armonizadas en la gama de frecuencias de 380 MHz a 400 MHz para usuarios de seguridad pública.

Tx	Rx
380 – 385 MHz	390 - 395 MHz
385 – 390 MHz	395 - 400 MHz
410 – 420 MHz	420 - 430 MHz

Tabla IX. Frecuencias utilizadas en un Sistema TETRA.

#### 4.5 Servicios que ofrece

Servicios de telefonía

- Llamada individual
- Llamada de grupo
- Llamada PABX
- Llamada Red Telefónica Pública Conmutada (PSTN)

Servicios de datos

- Mensajes con datos cortos
- Mensajes de datos largos (modo circuito)
- Timbre

Servicios adicionales ofrecidos al usuario

Servicios comunes de Voz/Datos

- Acceso Prioritario
- Llamada de prioridad
- Pre-emptive Priority call
- Llamada de emergencia
- Incoming call memory
- Reenvío de llamada
- Late entry
- Reporte de llamada
- Kill modo
- Identificación de llamada
- Canal abierto

## Llamada individual

Este tipo de llamada se establece entre dos interlocutores que utilizan un terminal de radio de tipo móvil, portátil o de base fija.

Las llamadas son:

- Monocelda, cuando los terminales de radio se encuentran en la misma celda.
- Interceldas, cuando los terminales de radio se encuentran en celdas diferentes.

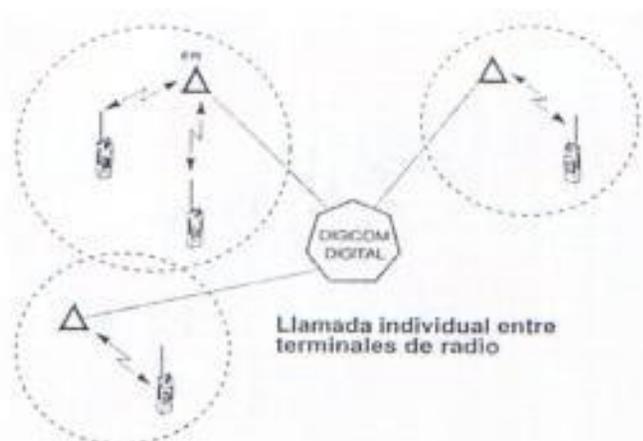


Fig. 4.13: Llamada individual entre terminales de radio

A partir del envío de la llamada, el sistema verifica los derechos del solicitante y del solicitado, así como la localización del solicitado.

Después que la infraestructura haya verificado la accesibilidad del solicitado, se ponen en aplicación mecanismos de asignación de recursos radio (los slots reservados al tráfico), que indica a los móviles los slots que van a utilizar.

Si los móviles están en el mismo emplazamiento solo se asigna un recurso, los dos móviles se reparten dicho recurso.

Si los recursos de radio están saturados, se pone en fila de espera la solicitud de llamada.

El tiempo de establecimiento de llamada es de:

Para comunicación local (monocelda) es de 300 ms.

Para comunicaciones interemplazamiento es de 1.5 s.

### Llamada de grupo

La llamada de grupo se establece bajo la cobertura de la celda origen (monocelda) o bajo una cobertura más amplia de hasta 4 estaciones relé.

La comunicación es iniciada con la voz del solicitante.

Los terminales que ya se encuentren en comunicación al establecerse la llamada no podrán unirse al grupo.

El que llama es el único que puede terminar la comunicación. Un terminal llamado en el marco de un grupo puede retirarse en cualquier momento.

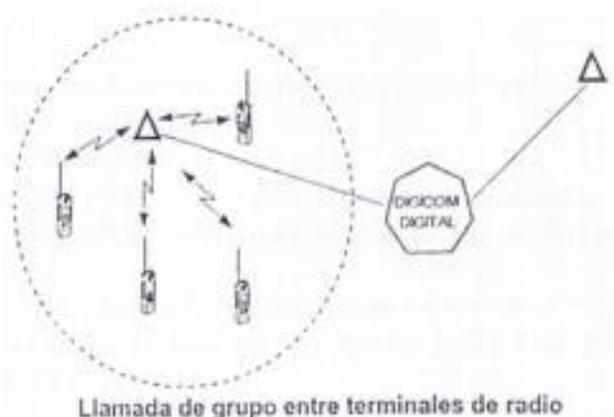


Fig. 4.14 Llamada de grupo entre terminales de radio.

La llamada de grupo es:

Monoemplazamiento: solicitante y solicitado en el mismo emplazamiento

Interemplazamiento: dos emplazamientos implicados por la llamada de grupo.

Multiemplazamiento: existen más de dos emplazamientos implicados.

El tiempo de establecimiento de llamada de grupo es:

Para comunicaciones locales: 300 ms.

Para comunicaciones interemplazamientos: 1.5 s.

## Llamada PABX

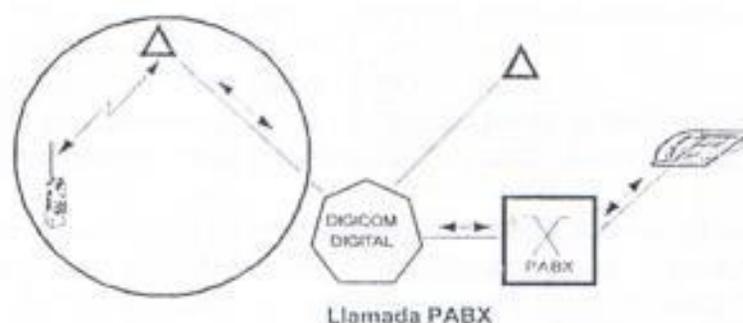


Fig. 4.15 Llamada PABX

TETRA permite realizar conexiones con diferentes PABX asociados a diferentes flotas de usuarios.

Las llamadas PABX son:

- Salientes (del terminal radio hacia el abonado PABX), son llamadas exclusivas entre un abonado de radio y un abonado PABX.
- Entrantes (del abonado PABX hacia el terminal de radio), estas llamadas pueden realizarse en modo individual y en modo de grupo monocelda.

## Llamada Red Telefónica Pública Conmutada (PSTN)

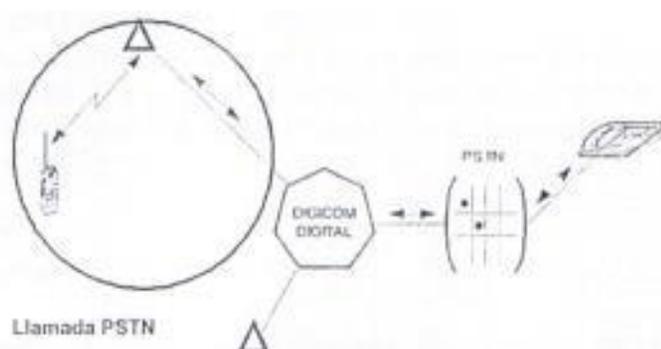


Fig. 4.16 Llamada PSTN

El Sistema TETRA permite a los abonados de radio comunicarse con los abonados de la red telefónica Pública Conmutada (PSTN – Public Switched Telephone Network).

Las llamadas PSTN se denominan:

- Salientes (desde el terminal de radio hasta el abonado PSTN)
- Entrantes (desde el abonado PSTN hasta el terminal de radio)

Las llamadas PSTN salientes se pueden realizar de dos maneras:

- Mediante directiva corta: seleccionando un número entre 15 predefinidos para el conjunto de la red. Generalmente son números de urgencia tales como la Policía. Los Bomberos, servicios médicos de urgencia, etc.
- Mediante directiva extensa: marcando el número telefónico (20 cifras como máximo) del abonado PSTN.
- En ambos casos el canal de control transmite la numeración.

Las llamadas PSTN entrantes se pueden realizar de dos maneras:

- Por numeración corta marcando un número del plan telefónico asociado a cada interlocutor de radio.
- Por numeración extensa marcando un número del plan telefónico asociado a la red TETRA.

## Servicios de datos

### Mensaje de datos cortos

Los mensajes cortos son de dos tipos: estatutos o mensajes alfanuméricos, la longitud de ambos no sobrepasa los 256 octetos.

El móvil solicitante registra el mensaje o el estatuto a enviar e indica la dirección del destinatario.

La infraestructura recibe la solicitud de envío del mensaje corto por parte del emisor e identifica la localización del solicitado y envía el mensaje. La interfase transmite el mensaje al destinatario. Se envía al emisor una justificación del éxito o fracaso del envío del mensaje.

### Mensaje de datos largos

Los terminales de datos (computadoras, impresoras, etc) conectadas con los terminales de radio pueden intercambiar mensajes de datos "largos" (superiores a 256 bytes.)

Los mensajes de datos largos se transmiten en llamadas individuales. Timbre

Al establecerse una comunicación vocal, antes que el solicitado pulse el botón del alternador, un timbre por canal de tráfico advierte:

- Al solicitante establecimiento de la comunicación con el solicitado.
- Al solicitado, que se dirige una petición de comunicación.

Servicios adicionales ofrecidos al usuario

Nivel de Acceso prioritario (APL)

Valor asignado a cada terminal radio con arreglo al tipo de llamada (ITSI o GTSI)

Individual TETRA Subscriber Identity (ITSI)

Es el número de abonado para una comunicación individual.

Group TETRA Subscriber Identity (GTSI)

Es el número de abonado para una comunicación de grupo.

Priority Level (PL)

Valor asignada a cada llamada (ITSI o GTSI). Este valor determina la prioridad de acceso a los recursos en caso de saturación de la red.

Pre-emptive priority level (PPL)

Valor asignado a cada tipo de llamada permitiendo dar preferencia al recurso radio a una llamada teniendo un CRV bajo.

Call Retention Value (CRV)

Valor que define el nivel relativo de protección contra un derecho de llamada.

Servicios comunes de Voz/Datos

Acceso Prioritario

Este servicio permite limitar el acceso a los terminales en la vía ascendente del canal de control, solamente en caso de saturación. El APL ( Access Priority Level) de la red se modificará fuera de las zonas horarias (16 en total) de manera automática. El valor del APL para cada zona horaria es parametrizable.

Llamada de prioridad

La prioridad de llamada interviene en caso de puesta en fila de espera de llamadas como consecuencia de una falta de recursos (canales de tráfico) del sistema. Existen 11 niveles de prioridad

(Priority Level o PL) posibles. Los niveles de prioridad más elevados se tratarán antes que los niveles de prioridad inferiores.

#### Pre-emptive Priority call

Una llamada con derecho de preferencia está dotada del mayor nivel de prioridad de acceso. Si los recursos de radio no están disponibles, la llamada con derecho de preferencia interrumpe automáticamente las llamadas más antiguas y se le atribuye el recurso liberado.

Si no está disponible ningún canal de tráfico en el momento en de la solicitud, se interrumpe la llamada menos reciente. Un aviso sonoro advertirá a las partes implicadas (solicitante y solicitado) que su comunicación va a ser interrumpida en un breve intervalo de tiempo. Una vez que se haya cortado la comunicación, el canal de tráfico liberado es asignado a la llamada con derecho de preferencia.

Si eventualmente todos los canales de tráfico estuviesen ocupados por llamadas de preferencia, entonces la llamada menos reciente tendrá preferencia a su vez para liberar un recurso radio. Si a pesar de todo, no puede conseguirse la llamada de preferencia (no es posible, por ejemplo aplicar el derecho de preferencia a una llamada de urgencia), se le advertirá al solicitante mediante un mensaje: del fracaso de su intento, del motivo del fracaso.

#### Llamada de emergencia

La llamada de emergencia es prioritaria ante todos los otros tipos de llamadas.

Se aplica a las llamadas individuales y a las llamadas de grupo.

#### Incoming call memory

Este servicio permite conservar en memoria el número individual del solicitante cuando el solicitado no ha contestado durante la fase de llamada entrante. Este servicio solo es válido para las llamadas individuales.

10 ITSI pueden memorizarse en el terminal radio.

### Reenvío de llamada

Este servicio permite dirigir de nuevo las llamadas entrantes de un abonado radio hacia otro abonado radio o cable.

Cada ITSI tendrá un parámetro asociado para la puesta en servicio que se hará por el operador del OMC.

El operador OMC puede activar o desactivar el servicio.

A partir del MS/LS: el usuario enviará la solicitud de nuevo envío al OMC y pondrá en marcha un time-out. Si el terminal recibe el acuso de recibo antes del final del time-out, el terminal tomará en cuenta la solicitud, si no el usuario deberá enviar la solicitud.

### Late entry

La infraestructura difunde las informaciones referentes a las comunicaciones de grupo, a fin de incorporar los destinatarios que no estaban disponibles durante el establecimiento de la llamada.

Una vez suministrado el servicio este estará siempre disponible. El Late Entry se activará cuando se inicie una llamada y se desactivará después del cierre.

Todas las llamadas de grupo dispondrán de ese servicio.

### Reporte de llamada

Este servicio permite al solicitante dejar su identidad al abonado solicitado cuando éste último está ocupado o no contesta, bajo reserva de que esté inscrito. Este servicio se aplica a todas las llamadas individuales.

El servicio se activará o desactivará a partir de la consola OMC, para todos los abonados individuales (ITSI) a la vez.

Los siguientes parámetros se configuran y se modifican por el OMC:

- Activación y desactivación del servicio.
- Duración máxima DT1 de memorización mediante la infraestructura de la solicitud del abonado.

- Tiempo máximo DT2 de la búsqueda de un abonado por la infraestructura cuando éste no está en la zona de cobertura.

Si un abonado ha intentado comunicarse con otro abonado sin tener éxito, esto es el terminal ocupado, fuera del área de cobertura, desconectado o usuario ausente, se pone en marcha un contador al final de un tiempo máximo DT1.

Si durante este periodo el abonado solicitado está ocupado o no contesta pueden existir dos casos:

- Si el abonado solicitado está en la zona de cobertura de radio la solicitud de comunicación de otro abonado se le comunica en forma de mensaje ITSI de A y fecha / hora de la solicitud.
- Si el abonado solicitado no está en la zona de cobertura en el momento en que un abonado hace su solicitud, se pone en marcha un segundo contador DT2. La infraestructura deja de buscar al abonado al finalizar el tiempo DT2. Si antes de finalizar este tiempo el abonado regresa a la zona de cobertura se le notificará la solicitud del abonado.

El terminal memoriza un máximo de 10 solicitudes.

### Kill modo

Estos servicios permiten desactivar de la red un terminal radio que se hubiera perdido o robado, es accesible únicamente a partir del OMC.

Para desactivar un móvil el operador debe tener acceso al menú kill modo. Este menu tiene dos columnas: la primera tiene los números ITSI de los terminales robados, la segunda tendrá el resultado de la desvalidación del terminal.

### Identificación de llamada

Este servicio permite a un abonado recibir la identidad del abonado solicitante. Este servicio se aplica únicamente a las comunicaciones individuales y solo se activa o desactiva a partir de la consola OMC.

El OMC configura y modifica:

Para cada ITSI la indicación de autorización de envío (si/no) de su número ITSI a su comunicante.

Durante la demanda de llamada el número ITSI se visualizará en forma de mensaje en el terminal solicitado. Mientras dure la solicitud, el ITSI del solicitante permanece visualizado, y desaparece si la

comunicación no se logra. Si se logra comunicar el ITSI del solicitante permanece durante toda la comunicación.

#### Canal abierto

Este servicio permite beneficiarse durante el tiempo de la comunicación de un recuso radio. Este servicio se aplica a las comunicaciones de grupo

( monoemplazamientos, multiemplazamientos, interemplazamientos).

El OMC se encarga de la activación o desactivación del servicio.

El operador OMC selecciona el GTSI asociado al canal abierto y el sistema OMC envía la solicitud. La infraestructura (el centro nodal y el OMC) abrirá los recursos radio en el conjunto de la zona de cobertura del grupo.

Si la llamada de grupo se termina ( final del tiempo de comunicación o que el iniciador cuelga), los recursos radio se liberarán para las próximas llamadas de grupo.

#### Cuadros de síntesis

S: si

N: no

X: no concierne

Posibilidades de llamadas individuales. Del usuario A hacia el usuario B en monogrupos o intergrupos.

Usuario A	Usuario B			
	Terminal radio	Terminal conectado	PABX	PSTN
Terminal de radio	S	S	S	S
Terminal conectado	S	N	N	N
PABX	S	N	X	X
PSTN	S	N	X	X

Tabla X Posibilidades de llamadas individuales

Posibilidades de llamadas de grupo. Del usuario A ( miembro del grupo B ) al grupo B ( monoemplazamiento o multiemplazamiento)

Iniciador del grupo B (Usuario A)	Miembro del grupo B			
	Terminal radio	Terminal línea digital	PABX	PSTN
Terminal de radio	S	N	N	N
Terminal línea digital	S	N	N	N
PABX	N	N	N	N
PSTN	N	N	N	N

Tabla XI Posibilidades de llamadas en grupo.

Posibilidades de llamadas de datos. Del usuario A hacia el usuario B (monogrupa o intergrup) en comunicaciones individuales para los Estados y Mensajes de datos largos e individuales y de grupo para los mensajes de datos cortos.

Usuario A	Usuario B	
	Terminal radio	Terminal línea digital
<b>Terminal de radio</b>		
Estados	S	S
Mensajes cortos	S	N
Mensajes largos	S	N
<b>Terminal línea digital</b>		
Estados	S	N
Mensajes cortos	N	N
Mensajes largos	N	N

Tabla XII Posibilidades de llamadas de datos.

## Tipos de llamadas y de las funciones

Tipos de llamadas y servicios	Terminal radio	Terminal línea digital	PABX	PSTN
<b>Tipos de llamadas</b>				
Llamadas individuales vocal	S	S	S	S
Llamadas de grupo vocal	S	S	N	N
Estados	S	S	N	N
Mensajes cortos	S	N	N	N
Mensajes largos	S	N	N	N
<b>Servicios de red</b>				
Access Priority	S	S	N	N
Priority call	S	S	N	N
Pre-emptive Priority Call	S	S	N	N
Emergency call	S	N	N	N
Incoming call memory	S	S	N	N
Nuevo envío de llamada	S	S	N	N
Late entry	S	N	N	N
Kill modo	S	N	N	N
Identificación de llamada	S	S	N	N
Canal abierto	S	S	N	N

Tabla XIII Tipos de llamadas y de las funciones.

#### **4.6 Evaluación de los resultados de aplicar TETRA en otros países**

Desarrollar un estándar para unificar la radiocomunicación no es nada fácil. TETRA a tomado 10 años y los resultados están a la vista. ETSI ha votado en contra de la aplicación de las especificaciones de Tetrapol, desarrollado por Matra Communications como estándar. Tetrapol es absolutamente diferente a TETRA, y por lo tanto no es compatible. (Sólo el nombre es parecido).

A pesar de los retos involucrados en las características especiales de TETRA, los servicios básicos de voz y datos han pasado las pruebas más importantes de interoperabilidad. Esto es muy importante cuando se requiere armonizar sistemas y equipo terminal en diferentes entidades, públicas o privadas. Por ejemplo, en Europa se requiere la capacidad de roaming entre diferentes redes de diferentes países.

La fuerza del estándar de TETRA radica en el número de fabricantes que actualmente ya están involucrados en equipo terminal y/o infraestructura, de los cuales podemos mencionar a ICOM, KENWOOD, MARCONI, MOTOROLA, NOKIA, PANASONIC, SIMOCO, TAIT, TELTRONIC, UNIDEN, ROHDE & SCHWARTZ, CLEARSTONE, DeTeWe, ETLEM y otros. Más fabricantes significa más competencia, mejores alternativas, más bajos costos y un segundo o tercer proveedor alternativo para el usuario. A la fecha, muchos otros fabricantes están invirtiendo en este nuevo estándar y están esperando la implementación de más sistemas, para iniciar la producción y presentarse en el mercado.

Los radios de un fabricante fueron probados bajo el sistema de otro fabricante (Nokia y Motorola) la primavera pasada en Budapest y viceversa. Parece trivial en el mundo celular de hoy, pero representa un gran paso en la tecnología de la radiocomunicación.

El formato Tetra trabaja en cualquier banda de VHF, UHF (400-512 MHz), así como en 800 MHz.

Hay una clara tendencia hacia redes de radio de amplia cobertura requerida por usuarios cada vez más demandantes. También hay tendencia para sistemas interoperables para organizaciones gubernamentales y privadas. Por ejemplo, compañías constructoras pueden comunicarse entre sí en la construcción cuando una de ellas está en la parte eléctrica, otra en la parte civil, otra en la parte estructural, y a lo mejor otra en la parte mecánica, conjuntamente con los servicios de vigilancia y además los operativos.

En el área de la seguridad pública, TETRA ha sido muy exitoso, ya que tiene la capacidad de integrar servicios públicos de seguridad

compartidos en redes. Ejemplos prácticos pueden ser encontrados en Finlandia, Bélgica, Netherlands, Reino Unido y otros que están en construcción. Hay una tendencia franca para desarrollar sistemas TETRA en todos los países europeos debido al libre paso de bienes y servicios de un país a otro.

Una prueba de la capacidad del estándar global TETRA se muestra por el gran interés de los Estados Unidos. Hay una gran demanda para que la segunda fase del Proyecto 25 sea TETRA, el cual es el único formato que garantiza el cumplir con los requerimientos de seguridad y confiabilidad. Muchos fabricantes respaldan a TETRA, quienes lo demostraron en la última conferencia APCO (Asociación de Oficiales de Seguridad Pública), celebrada en Minneapolis en Agosto pasado con gran éxito.

Definitivamente TETRA es el protocolo digital que será adoptado en todo el mundo. Es un estándar global que ha probado su funcionalidad, y que se sitúa en el plano ganar - ganar para fabricantes, usuarios y la sociedad en su conjunto.

Aproximadamente al mismo tiempo del desarrollo del proyecto 25 un estándar de radio troncal digital europeo llamado TETRA ( Terrestrial trunked radio ) ha sido propuesto, desarrollado y puesto en marcha con metas similares al proyecto 25.

TETRA fue desarrollado por el Instituto de Estándares de Telecomunicaciones Europeo (ETSI).

Pruebas de campo de sistemas TETRA han sido realizadas y completadas en Finlandia, Alemania, Holanda, Noruega y el Reino Unido.

De acuerdo a la información presentada en el primer congreso mundial de TETRA el pasado Noviembre en Berlín, mas de 32 contratos, abarcando mas de 150,000 terminales y 2000 sitios de sistemas TETRA han sido instalados. Fuera de Europa, contratos para sistemas TETRA han sido adjudicados en Singapur, Japón y Nueva Zelanda.

TETRA fue desarrollado a través de un grupo de usuarios de seguridad pública, operadores comerciales de radio y ETSI. Los fabricantes de radios incluyen a Marconi, Motorola, Nokia, Rhode & Schwartz y Simoco (inicialmente Philips).

TETRA fue originalmente pensado para el mercado europeo solamente. Sin embargo en los últimos años, su uso se ha esparcido

a otras regiones para algunas aplicaciones independientes de la seguridad pública. Los productos TETRA son manufacturados para la banda europea de UHF, y en 6 o 9 meses, serán disponibles para canales de 800 MHz en 25 KHz de acuerdo a las especificaciones de la FCC.

Los sistemas trunking de TETRA y del proyecto 25 proveen los mismos servicios, pero TETRA tiene ventajas en un número de áreas.

#### **4.7 Comparación de los sistemas existentes con el sistema TETRA**

##### Acceso al sistema

Fundamentalmente hay dos maneras de hacer una llamada. El radio busca un canal libre o al radio se le indica a donde ir.

El acceso es más rápido si se le indica al radio donde ir.

Busca un canal libre  
Otros sistemas como:  
Smarttrunk-II.

Se le indica donde ir:  
TETRA  
MPT 1327  
LTR

##### Canal de control

El control es fijo para cada sistema. El control puede ser centralizado o distribuido.

El control centralizado significa que hay 1 controlador central para todas las repetidoras.

El control distribuido tiene 1 controlador para cada repetidora.

Control centralizado  
MPT 1327  
TETRA

Control distribuido  
LTR

### Tiempo de acceso al sistema

Mientras más corta sea la longitud de la data más rápido es el tiempo de acceso y la asignación de canales.

Sistema	Longitud de la data
LTR	133 mseg
MPT	107 mseg.
TETRA	23 mseg.

### Factores de carga.

Tiempo que el repetidor está en el aire sin señal

El esperar en el aire sin señal mejora la continuidad de las conversaciones, pero reduce la capacidad de carga del canal.

No está en el aire sin señal  
LTR.

En el aire sin señal  
MPT 1327  
TETRA

### Para LTR

El sistema es usado para la conversación por 28 seg..

Al terminar cada transmisión de voz el canal regresa al sistema.

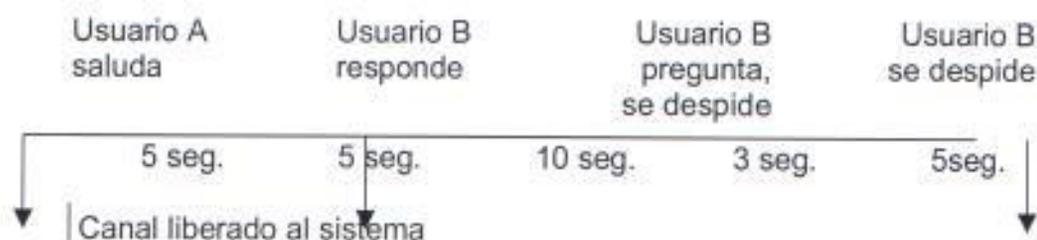


Fig. 4.17 Esquema de tiempo que los usuarios utilizan el sistema LTR

Para MPT 1327 / TETRA

El sistema es usado para la conversación por 28 seg. + el tiempo de desconexión o de límite del sistema.

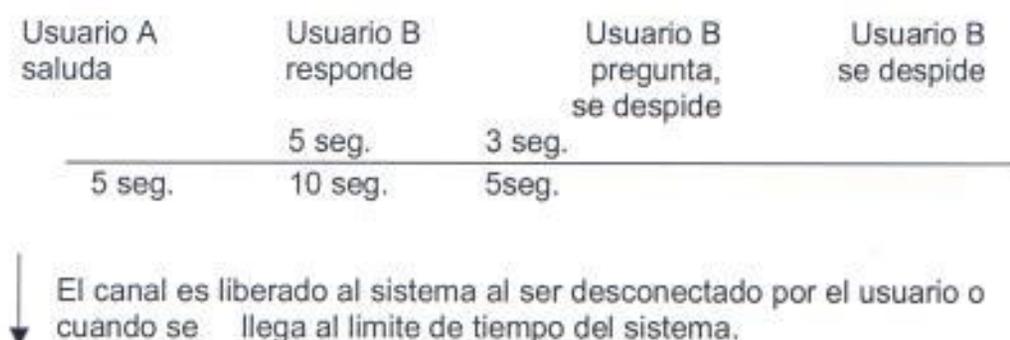


Fig. 4.18 Esquema de tiempo que los usuarios utilizan el sistema MPT 1327 / TETRA

#### Administración del sistema – expansión

Uno o mas canales,  
Se añade un canal a la vez  
MPT1327  
LTR.  
TETRA

Expandible con el controlador  
de 7 canales

#### Administración del sistema-expansión

MPT 1327  
TETRA  
Añadir canales al sistema es  
transparente al radio

LTR  
Radios tienen que ser  
reprogramados al añadir mas  
canales al sistema.

### Administración del sistema-confiabilidad

¿Qué sucede cuando un repetidor o controlador falla en el sistema?

Para el sistema MPT1327 / TETRA

Si el repetidor falla es casi transparente al usuario

Si el controlador falla pasa a operación convencional.

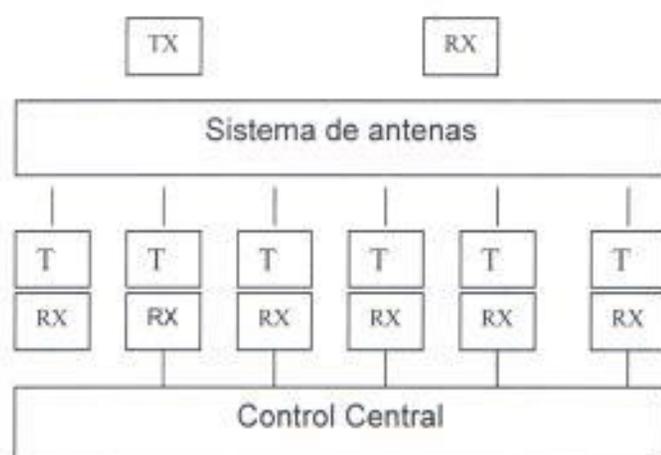
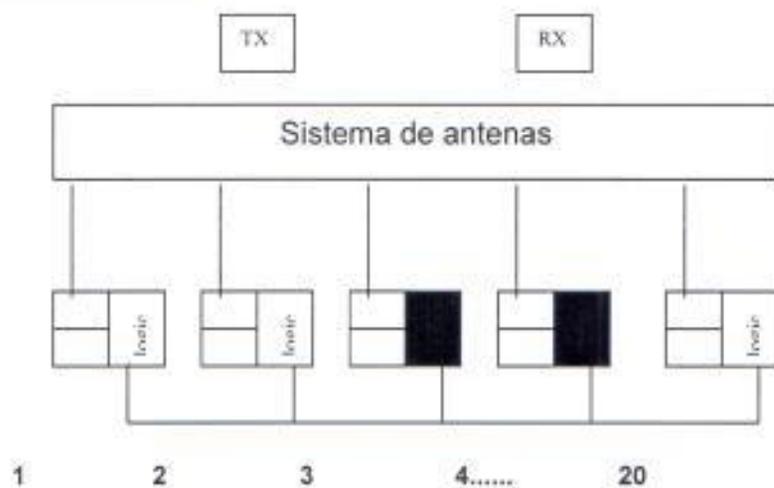


Fig. 4.19 Esquema del sistema MPT 1327 / TETRA

Para LTR

Si falla el repetidor. Los usuarios asignados a ese repetidor pierden las comunicaciones.



↑ data bus  
Repetidor con control del bus

Fig. 4.20 Esquema del sistema LTR

### Acceso al sistema durante alto tráfico

MPT	LTR
TETRA	
Durante periodos de alto tráfico los usuarios entran en fila La cola es manejada por el sistema.	Durante periodos de alto tráfico Los usuarios compiten por el acceso al sistema.
Número de grupos por radio.	

Usuarios con muchos participantes (> 50 usuarios) son servidos eficientemente con MPT y LTR.

MPT	> 100.
TETRA	LTR
	> 100

### Capacidad de llamada selectiva

MPT 1327.	
TETRA	LTR
Tiene capacidad de llamada Selectiva.	No tiene esta capacidad

### Llamada privada

La verdadera llamada privada provee acceso exclusivo a un canal a los dos usuarios involucrados en la llamada  
LTR utiliza un grupo de dos para hacer llamadas privadas.

MPT	LTR
TETRA	No tiene esta capacidad
Tiene capacidad de llamada privada.	

### Características especiales

Data en MPT 1327	Data en LTR
Data en TETRA	añadiendo elementos
Intrínscico	adicionales
Mensajes cortos.	

Detalle de:  
MPT 1327 / TETRA  
ID individuales  
Control centralizado

En reposo

En reposo: MPT 1327 / TETRA  
El controlador central recibe pedido de canal, controla las comunicaciones de voz, elección y asignación de repetidoras, maneja la cola de espera.

En transmisión:

MPT1327 / TETRA

1. Radio envía un pedido de canal en el canal de control
2. Controlador verifica el ID
3. El canal de control asigna radios en un grupo a un repetidor libre.

Detalle de:  
LTR  
250 ID de grupo por repetidor  
Usa identificación de grupo.

En reposo LTR

El radio se comunica con su canal Originario (home) para saber que repetidora debe utilizar si sucede una llamada. Se ordena utilizar el repetidor home si está libre. Si no se indica a que Repetidor debe ir

LTR

5. El radio pide acceso al repetidor home
6. Si el repetidor está libre se autoasigna la llamada
7. El repetidor home indica a los demás repetidores por el bus de datos que está ocupado.
8. El repetidor home le indica a sus radios asignados qué repetidor usar en caso que haya otra llamada mientras se encuentra ocupado.

### En recepción

#### MPT1327 / TETRA

3. Los radios reciben asignación a un repetidor por el canal de control
4. Todos los radios participantes en el grupo cambian al canal repetidor asignado.

#### LTR

3. Los radios reciben una ráfaga de datos del repetidor asignado al llamado
4. El radio abre su silenciador y participa en la llamada.

### Ventajas

#### MPT1327 / TETRA

Control centralizado:

- a) Equipos de varias fuentes
- b) Deshabilita usuarios sin autorización
- c) Controla los pedidos de llamadas
- d) ID individuales

#### LTR

- a) Equipos de varias fuentes
- b) Deshabilita usuarios sin autorización
- c) Controla los pedidos de llamada

Características avanzadas:

- e) Llamada de grupo
- f) Teléfono / llamada privada y alerta
- g) Acceso rápido al sistema
- h) Capacidad de datos

Despacho / teléfono a bajo precio

- d) Baja o media categoría
- e) Llamada de grupo
- f) Simple
- g) Continuidad de conversación
- h) Interconexión telefónica
- i) Acceso rápido al sistema

## Desventajas

## MPT 1327

Message trunking llamadas largas

## LTR

Diagnósticos y sistemas ocupados

- h) Fácil de piratear
- i) Diagnóstico del sistema limitado
- j) ID de grupo 250 por canal
- k) No hay protecciones contra interferencia

## Características limitada

- l) No Hay Llamada Individual
- m) No hay amplia cobertura
- n) No hay operación de Sistema ocupado
- h) Limitado mensaje / Data

## 5 ESTUDIO DE LA FACTIBILIDAD DE INSTALACION

Nuestros clientes son de la ciudad de Guayaquil y de la zona que es irrigada por la Represa Daule Peripa.

Hemos considerado sitios como: Finca Nueva Esperanza, La Fortuna, Hacienda La Delicia, entre otras.

Los sitios son: S #1: Guayas y S #2 Bolívar.

Con S #1 damos cobertura a la ciudad de: Guayaquil y con S #2 a parte de Guayaquil, Los Ríos y El Oro.

### 5.1 Costos de instalación

Asumimos que iniciamos nuestro negocio con 30 clientes, asumimos también que cada cliente tendrá un promedio de 4 radios.

Ingreso I = PQ

I = \$25 servicio \* ( 120 radios/ mes )

I = \$3000 servicio / mes

I = \$300 ( 120 radios / mes )

I = \$36000 ventas

IT= \$39000

<b>Inversión Inicial TETRA/ Microondas</b>	
Arriendo de predios	\$ 54,00
Deposito de arriendo de predios	\$ 107,52
Arriendo de local	\$ 300,00
Deposito de arriendo	\$ 900,00
1 torre Tundaloma	\$ 9.296,00
1 torre Cerro Azul	\$ 9.072,00
Costo del sistema TETRA	\$ 402.343,00
Costo del sistema microondas	\$ 20.000,00
2 líneas de teléfono	\$ 448,00
5 computadoras	\$ 4.000,00
1 impresora	\$ 100,00
Muebles de oficina	\$ 1.500,00
Osciloscopio	\$ 2.600,00
Multimetro	\$ 100,00
Vatimetro	\$ 150,00
Analizador de comunicaciones	\$ 13.500,00
Permiso de uso de frecuencia	\$ 2.048,00
Concesión de uso de frecuencia	\$ 150.000,00
Construcción de casetas	\$ 1.200,00
Otros	\$ 1.000,00
	<b>\$ 618.718,52</b>
Torre de Tundaloma \$8300 + IVA	
Torre de Cerro Azul \$8100 + IVA	
1 línea de teléfono cuesta \$22	
Permiso y concesión de frecuencias $P= 40*4*K*NC*NF$	

Tabla XIV Inversión Inicial TETRA / microondas

<b>Inversión Inicial TETRA/ satelital</b>	
Arriendo de predios	\$ 54,00
Deposito de arriendo de predios	\$ 107,52
Arriendo de local	\$ 400,00
Deposito de arriendo	\$ 1.200,00
1 torre Tundaloma	\$ 9.296,00
1 torre Cerro Azul	\$ 9.072,00
Costo del sistema TETRA	\$ 402.343,00
Costo del sistema satelital	\$ 50.000,00
2 lineas de teléfono	\$ 448,00
5 computadoras	\$ 4.000,00
1 impresora	\$ 100,00
Muebles de oficina	\$ 1.500,00
Osciloscopio	\$ 2.600,00
Multímetro	\$ 100,00
Vatímetro	\$ 150,00
Analizador de comunicaciones	\$ 13.500,00
Permiso de uso de frecuencia	\$ 2.048,00
Concesión de uso de frecuencia	\$ 150.000,00
Construcción de casetas	\$ 1.200,00
Otros	\$ 1.000,00
	<b>\$ 649.118,52</b>
Torre de Tundaloma \$8300 + IVA	
Torre de Cerro Azul \$8100 + IVA	
1 linea de teléfono cuesta \$22	
Permiso y concesión de frecuencias $P= 40 \cdot 4 \cdot K \cdot NC \cdot NF$	

Tabla XV Inversión Inicial TETRA/ satelital

<b>Inversión Inicial LTR/ Microondas</b>	
Arriendo de predios	\$ 54,00
Deposito de arriendo de predios	\$ 107,52
Arriendo de local	\$ 400,00
Deposito de arriendo	\$ 1.200,00
1 torre Tundaloma	\$ 9.296,00
1 torre Cerro Azul	\$ 9.072,00
Costo del sistema LTR	\$ 67.000,00
Costo del sistema microondas	\$ 20.000,00
2 lineas de teléfono	\$ 448,00
5 computadoras	\$ 4.000,00
1 impresora	\$ 100,00
Muebles de oficina	\$ 1.500,00
Osciloscopio	\$ 2.600,00
Multimetro	\$ 100,00
Vatímetro	\$ 150,00
Analizador de comunicaciones	\$ 13.500,00
Permiso de uso de frecuencia	\$ 2.048,00
Concesión de uso de frecuencia	\$ 150.000,00
Construcción de casetas	\$ 1.200,00
Otros	\$ 1.000,00
	<b>\$ 283.775,52</b>
Torre de Tundaloma \$8300 + IVA	
Torre de Cerro Azul \$8100 + IVA	
1 línea de teléfono cuesta \$22	
Permiso y concesión de frecuencias $P= 40*4*K*NC*NF$	

Tabla XVI Inversión Inicial LTR/ Microondas

<b>Inversión Inicial LTR/ satelital</b>	
Arriendo de predios	\$ 54,00
Deposito de arriendo de predios	\$ 107,52
Arriendo de local	\$ 400,00
Deposito de arriendo	\$ 1.200,00
1 torre Tundaloma	\$ 9.296,00
1 torre Cerro Azul	\$ 9.072,00
Costo del sistema LTR	\$ 67.000,00
Costo del sistema satelital	\$ 50.000,00
2 lineas de teléfono	\$ 448,00
5 computadoras	\$ 4.000,00
1 impresora	\$ 100,00
Muebles de oficina	\$ 1.500,00
Osciloscopio	\$ 2.600,00
Multimetro	\$ 100,00
Vatímetro	\$ 150,00
Analizador de comunicaciones	\$ 13.000,00
Permiso de uso de frecuencia	\$ 2.048,00
Concesión de uso de frecuencia	\$ 150.000,00
Construcción de casetas	\$ 1.200,00
Otros	\$ 1.000,00
	<b>\$ 313.275,52</b>
Torre de Tundaloma \$8300 + IVA	
Torre de Cerro Azul \$8100 + IVA	
1 línea de teléfono cuesta \$22	
Permiso y concesión de frecuencias $P= 40 \cdot 4 \cdot K \cdot NC \cdot NF$	

Tabla XVII Inversión Inicial LTR/ satelital

## 5.2 Costos de administración

<b>Gastos Administrativos TETRA / microondas</b>			
<b>Personal</b>			
1 recepcionista	\$ 160,00	15,6	\$ 2.496,00
2 técnicos	\$ 400,00	15,6	\$ 6.240,00
1 becario	\$ 80,00	15,6	\$ 1.248,00
1 administrador	\$ 600,00	15,6	\$ 9.360,00
1 asesor de negocios	\$ 600,00	15,6	\$ 9.360,00
Arriendo de predios	\$ 54,00	12	\$ 648,00
Agua / arriendo local	\$ 400,00	12	\$ 4.800,00
Luz	\$ 200,00	12	\$ 2.400,00
Teléfono	\$ 200,00	12	\$ 2.400,00
Frecuencias	\$ 1.071,00	12	\$ 12.852,00
Servicio de microondas	\$ 5.000,00	12	\$ 60.000,00
	\$ 8.765,00	12	\$ 111.804,00
Frecuencias = $IM = 0,045 \cdot 6,2 \cdot K \cdot NPE \cdot NA \cdot NC \cdot NF$			
NPE: # promedio de estaciones	50		
NA : # de áreas	2		
NC : # de canales	4		
NF: # de frecuencias por canal	2		
k: coeficiente de inflación	2		

Tabla XVIII Gastos administrativos TETRA / microondas

<b>Gastos Administrativos TETRA / satelital</b>			
<b>Personal</b>			
1 recepcionista	\$ 160,00	15,6	\$ 2.496,00
2 técnicos	\$ 400,00	15,6	\$ 6.240,00
1 becario	\$ 80,00	15,6	\$ 1.248,00
1 administrador	\$ 600,00	15,6	\$ 9.360,00
1 asesor de negocios	\$ 600,00	15,6	\$ 9.360,00
Arriendo de predios	\$ 54,00	12	\$ 648,00
Agua / arriendo local	\$ 400,00	12	\$ 4.800,00
Luz	\$ 200,00	12	\$ 2.400,00
Teléfono	\$ 200,00	12	\$ 2.400,00
Frecuencias	\$ 1.070,00	12	\$ 12.840,00
Servicio de enlace satelital	\$ 10.000,00	12	\$ 120.000,00
	\$ 13.764,00	12	\$ 171.792,00

Tabla XIX. Gastos Administrativos TETRA / satelital

<b>Gastos Administrativos LTR / microondas</b>			
<b>Personal</b>			
1 recepcionista	\$ 160,00	15,6	\$ 2.496,00
2 técnicos	\$ 400,00	15,6	\$ 6.240,00
1 becario	\$ 80,00	15,6	\$ 1.248,00
1 administrador	\$ 600,00	15,6	\$ 9.360,00
1 asesor de negocios	\$ 600,00	15,6	\$ 9.360,00
Arriendo de predios	\$ 54,00	12	\$ 648,00
Agua / arriendo local	\$ 400,00	12	\$ 4.800,00
Luz	\$ 200,00	12	\$ 2.400,00
Teléfono	\$ 200,00	12	\$ 2.400,00
Frecuencias	\$ 1.071,00	12	\$ 12.852,00
Servicio de microondas	\$ 5.000,00	12	\$ 60.000,00
	\$ 8.765,00	12	\$ 111.804,00

Tabla XX. Gastos Administrativos LTR / microondas

<b>Gastos Administrativos LTR / satelital</b>			
<b>Personal</b>			
1 recepcionista	\$ 160,00	15,6	\$ 2.496,00
2 técnicos	\$ 400,00	15,6	\$ 6.240,00
1 becario	\$ 80,00	15,6	\$ 1.248,00
1 administrador	\$ 600,00	15,6	\$ 9.360,00
1 asesor de negocios	\$ 600,00	15,6	\$ 9.360,00
Arriendo de predios	\$ 54,00	12	\$ 648,00
Agua / arriendo local	\$ 400,00	12	\$ 4.800,00
Luz	\$ 200,00	12	\$ 2.400,00
Teléfono	\$ 200,00	12	\$ 2.400,00
Frecuencias	\$ 1.070,00	12	\$ 12.840,00
Servicio de enlace satelital	\$ 10.000,00	12	\$ 120.000,00
	\$ 13.764,00	12	\$ 171.792,00

Tabla XXI. Gastos Administrativos LTR / satelital

### 5.3 Costos de permisos legales

Permiso de uso de frecuencia, \$ 2048

Concesión de uso de frecuencia, \$150000

La tarifa para el uso de frecuencia se calcula con la siguiente fórmula:

$$P = 40 * 4 * K * NC * NF$$

Donde K: coeficiente de inflación 2

NC: # de canales 4

NF: # de frecuencias por canal 2

#### 5.4 Rentabilidad del negocio

La mejor alternativa para establecer un negocio de radio Trunking es usar el sistema LTR utilizando como ultima milla un sistema microondas.

Los diagramas de flujo de caja están en el ANEXO 2

A partir del año 2 nuestro negocio será rentable.

Al final del año 5 tendremos un TIR de 33% , esto nos indica que el negocio es rentable y que esta alternativa es la mejor.

## 6 CONCLUSIONES

Para una economía como la nuestra no es rentable implantar un negocio con un sistema Trunking completamente digital.

Con el análisis de costos podemos concluir que el sistema LTR es un sistema que permite tener una rentabilidad positiva a partir del 2do año.

Escogimos el sistema LTR porque no es una norma propietaria, por lo tanto existen muchos fabricantes de equipos para este sistema y los precios mejoran, hay mayor competitividad y mejor calidad.

Cualquier persona natural o jurídica puede operar un sistema Trunking, en el Ecuador, deben tener capacidad jurídica para hacerlo y cumplir con los requisitos establecidos en el Reglamento y Norma Técnica para Sistemas Troncalizados, previa la suscripción del contrato de concesión otorgada por la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones por delegación del CONATEL.

## RECOMENDACIONES

Para la implantación de un Sistema de radio Trunking en el Ecuador la mejor alternativa es la utilización del Sistema LTR y un enlace microonda.

TETRA es un sistema con múltiples ventajas, pero su costo es muy elevado, y la inversión no se puede recuperar a corto plazo, es decir en menos de 5 años.

Con la implantación de un negocio como éste se generaría mas plazas de trabajo.

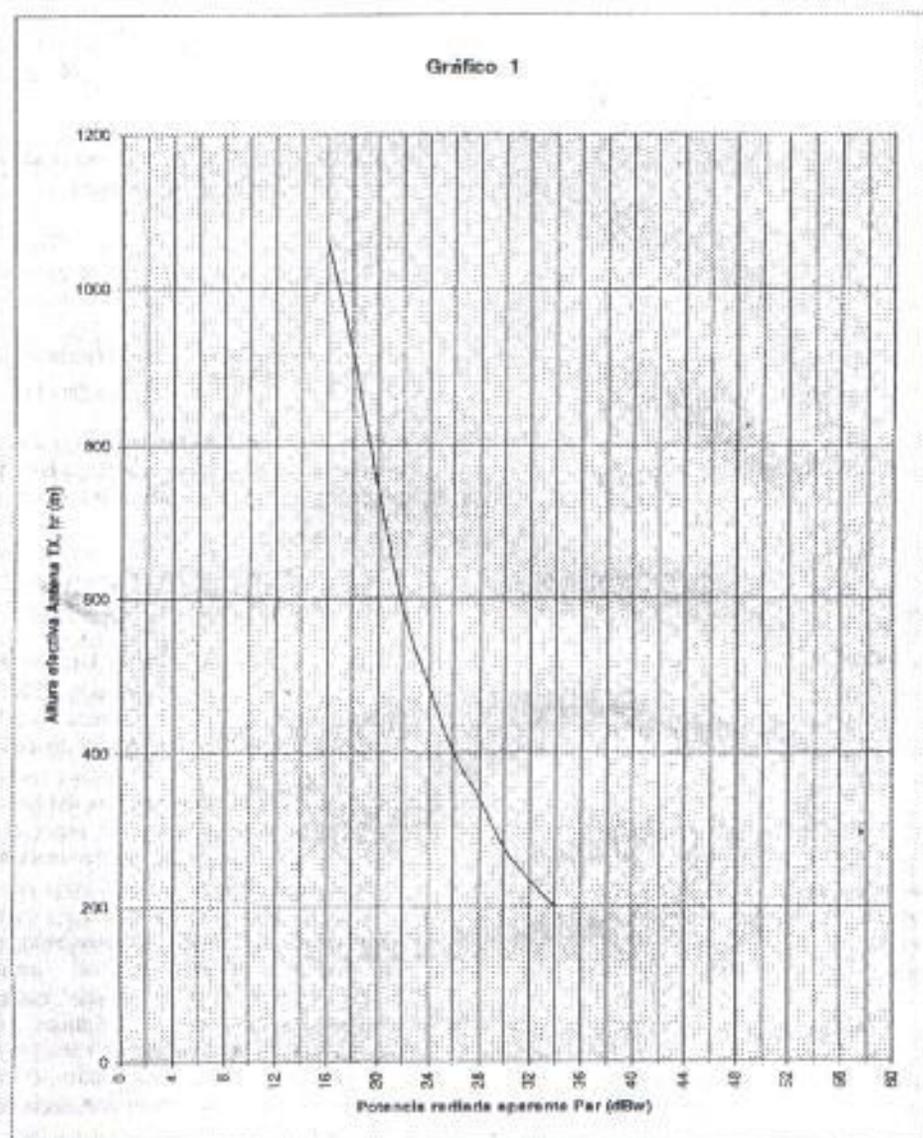
TETRA sería factible con la apertura de las Telecomunicaciones. Así los usuarios tendrían una alternativa mas de comunicación a mayor precio pero también mayor seguridad.

# **ANEXOS**

## **ANEXO 1**

## ANEXO I

## SISTEMAS TRONCALIZADOS



**CARACTERÍSTICAS DE ALTURA EFECTIVA DE LA ANTENA TRANSMISORA  
Y POTENCIA RADIADA APARENTE PARA UNA ZONA DE SERVICIO**

## ANEXO 2























## Prestamo LTR microondas

	Deuda inicial	Pago de capital	Pago de interés	Pago de dividendo
0	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
1	\$ 200,000.00	\$ 27,141.57	\$ 39,000.00	\$ 66,141.57
2	\$ 172,858.43	\$ 32,434.18	\$ 33,707.39	\$ 66,141.57
3	\$ 140,424.25	\$ 38,758.84	\$ 27,382.73	\$ 66,141.57
4	\$ 101,665.41	\$ 46,316.81	\$ 19,824.76	\$ 66,141.57
5	\$ 55,348.60	\$ 55,348.59	\$ 10,792.98	\$ 66,141.57
		<b>Pago de capital</b>	<b>Gastos financieros</b>	

$$P = A \cdot \frac{(1+i)^n - 1}{i \cdot (1+i)^n}$$

i=19,5% anual

P=\$200000

n=5

A=66141,57

## Prestamo TETRA / microondas

	Deuda inicial	Pago de capital	Pago de interés	Pago de dividendo
0	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
1	\$ 400,000.00	\$ 54,283.14	\$ 78,000.00	\$ 132,283.14
2	\$ 345,716.86	\$ 64,868.35	\$ 67,414.79	\$ 132,283.14
3	\$ 280,848.51	\$ 77,517.68	\$ 54,765.46	\$ 132,283.14
4	\$ 203,330.83	\$ 92,633.63	\$ 39,649.51	\$ 132,283.14
5	\$ 110,697.20	\$ 110,697.19	\$ 21,585.95	\$ 132,283.14
		<b>Pago de capital</b>	<b>Gastos financieros</b>	

$$P = A \cdot \left( \frac{1+i}{i} \right)^n - \frac{1}{i} \cdot \left( \frac{1+i}{i} \right)^n$$

i=19,5% anual

P=\$400000

n=5

$$A = 132283,14$$

## **ANEXO 3**

### ANEXO 3

#### PROYECTO TECNICO PARA LA AUTORIZACIÓN DE USO DE FRECUENCIAS PARA LOS SERVICIOS FIJO Y MOVIL TERRESTRE

1. -Datos del solicitante:

1.1 Persona natural:

Apellido paterno: \_\_\_\_\_

Apellido materno: \_\_\_\_\_

Nombres: \_\_\_\_\_

Cédula de identidad: \_\_\_\_\_

1.2 Persona jurídica:

Nombre de la Empresa: \_\_\_\_\_

Representante legal: \_\_\_\_\_

Cargo del representante legal: \_\_\_\_\_

Actividad principal de la empresa: \_\_\_\_\_

1.3 Domicilio:

Provincia: Guayas

Cuidad: Guayaquil

Dirección: \_\_\_\_\_

Telef. / Fax: \_\_\_\_\_

2. - Objeto de la solicitud:

Autorización  Renovación:

2.1 Banda de frecuencias	2.2: Rango en la banda requerida	2.3: Numero de frecuencia
HF <input type="checkbox"/>	_____	_____
VHF <input type="checkbox"/>	_____	_____
UHF <input checked="" type="checkbox"/>	400 Mhz _____	_____
SHF <input type="checkbox"/>	_____	_____
EHF <input type="checkbox"/>	_____	_____

2.4 Región a operar:

Provincia(s): S#1: Guayas S#2: Bolivar  
\_\_\_\_\_

Ciudad (es):

S # 1: Ciudad de Guayaquil,

S # 2: parte de Guayaquil, Los Ríos y EL Oro

### 3.- Características generales de operación

#### 3.1 Modo de explotación

Simplex  Semiduplex  Duplex

#### 3.2 Forma de comunicación: (Análoga o Digital)

3.2.1 Análoga:

Tipo de emisión: \_\_\_\_\_

Ancho de banda: \_\_\_\_\_

Horario de operación: \_\_\_\_\_

Tipo de modulación: \_\_\_\_\_

3.2.2 Digital

Tipo de emisión: 16KOF3E

Ancho de banda: 25 Khz.

Horario de operación: 24 horas

Tipo de modulación: 16KOF3E

#### 4. - Estaciones:

	circuito 1	circuito 2
Nro. de estaciones fijas:	_____	_____
Nro. de estaciones móviles:	_____	_____
Nro. de estaciones portátiles:	_____	_____
Nro. de estaciones repetidoras:	_____	_____
Total de estaciones:	_____	_____

#### 4.1 Estaciones fijas:

Estación	Provincia	Ciudad / cantón	Localidad	Latitud (S/N)	Longitud (W)	A.S.N.N
R1	Guayas	Guayaquil	Cerro Azul	2° 09' 55" S	79° 57' 02" W	420 m.
R2	Bolívar	San Miguel de Bolívar	Cerro Tundaloma	1° 40' 57.9" S	79° 05' 49.3" W	2924.02 m.

#### 5.- Características técnicas de las estaciones:

	Fijas	Móviles	Portátiles
--	-------	---------	------------

#### Características Generales

Marca	EF Johnson	EF Johnson	EF Johnson
Modelo			
Rango de frecuencias			
Ancho de canal	25KHz	25KHz	25KHz
Separación entre TX y Rx (Mhz)	45MHz	45MHz	45MHz

#### Características en transmisión

Potencia de salida	15W	15W	3W
Estabilidad de frecuencia	2.5 PPM	2.5 PPM	2.5 PPM
Atenuación de espureos	-65dB	-65dB	-60dB
Atenuación de armónicos	-65dB	-65dB	-60dB
Tipo de emisión	16KOF3E	16KOF3E	16KOF3E
Max. Desviación de frecuencia	2KHz	2KHz	2KHz

#### Características en recepción

Sensibilidad	0.30 uV	0.30 uV	0.30 uV
Rechazo de espureas	-70dB	-70dB	-65dB
Rechazo del canal adyacente	-70dB	-70dB	-65dB
Rechazo de intermodulación	-60dB	-60dB	-65dB
Rechazo de frec. Imagen	-70dB	-70dB	-65dB
selectividad	-70dB	-70dB	-65dB

#### 6. - Características técnicas de las antenas

<b>Características</b>	<b>Estación fija</b>
Marca	Decibel
Modelo	DB-538
Rango de frecuencia	380-512 MHz
Tipo	Omnidireccional
Impedancia	50 ohm
Polarización	
Ganancia	7.5 dB
Azimutal de radiación máxima	
Ancho de lóbulo principal horizontal	NA
Ancho de lóbulo principal vertical	10 grados
Angulo de elevación	0 grados
Altura sobre el suelo	30 m.

8. - Datos de instalación del sistema:

8.1 Protecciones contra interferencia de radiofrecuencia a instalar en las estaciones fijas y repetidoras.

Duplexores

---

8.2 Indicar el tipo de fuente de energía a utilizar en las estaciones fijas y repetidoras

Banco de baterías

---

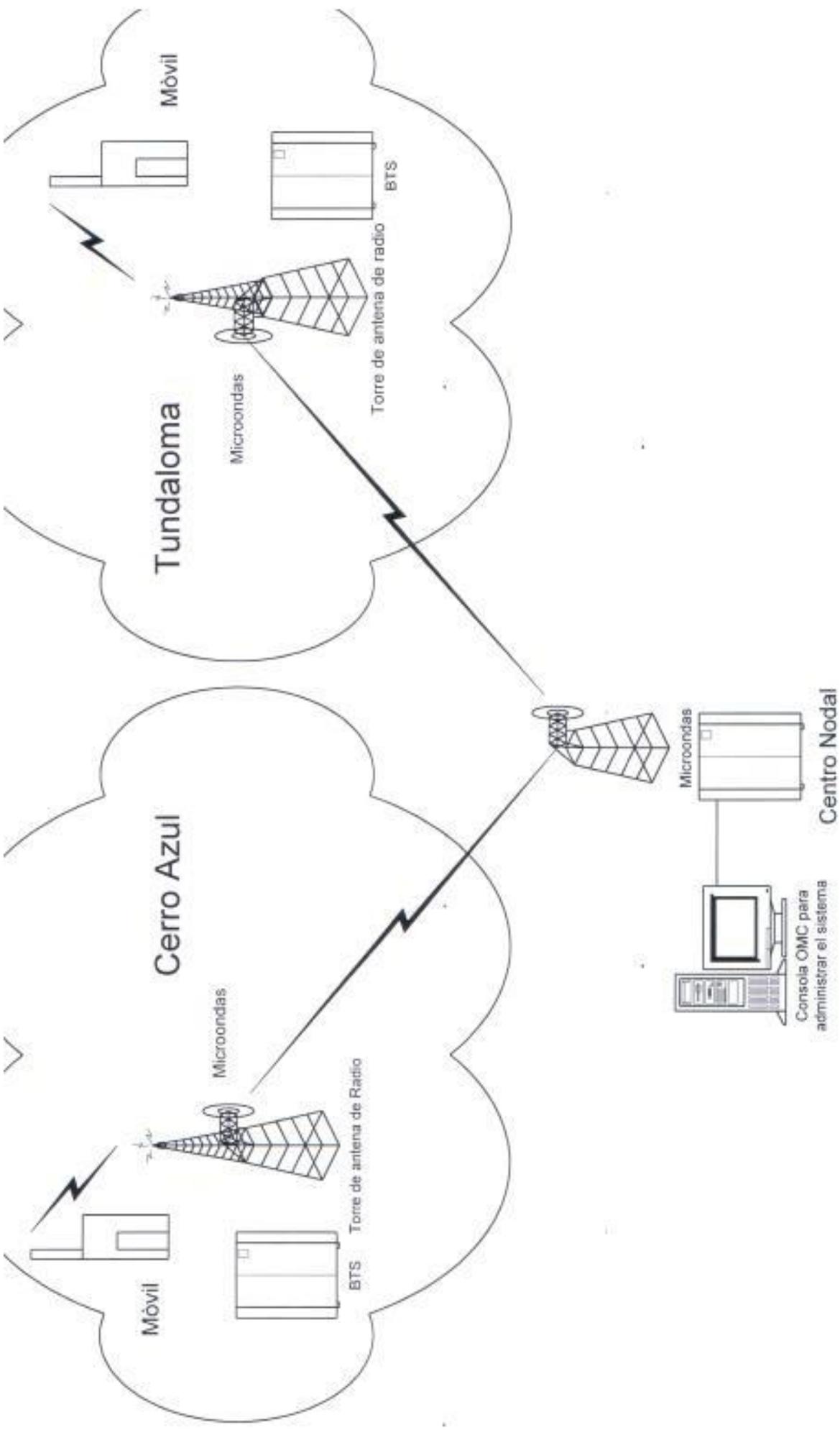


Diagrama Esquemático del Sistema TeTra con Microondas





UL &lt;=&gt; GUAYAQUIL Y ALREDEDORES

## NERALES

Frecuencia de operacion	-->	380	MHz
Distancia entre antenas	-->	120	Km
Altura topografica de Tx	-->	420	m
Altura topografica de Rx	-->	2	m
Altura de antena Tx	-->	30	m
Altura de antena Rx	-->	2	m

## CNICOS

Potencia de Transmisor	-->	25	Wat
Tipo de Linea de Transmision Tx	-->	Belden 9913	
Perdidas en Linea Transmision Tx	-->	2.784348	dB
Longitud Linea Transmision Tx	-->	35	mt
Tipo de Linea de Transmision Rx	-->	Ninguna	
Perdidas en Linea Transmision Rx	-->	0	dB
Longitud Linea Transmision Rx	-->	0	mt
Perdidas Totales Linea Transmision	-->	2.784348	dB
Perdidas por obstruccion	-->	10	dB
Perdidas en Filtros usados	-->	3	dB
Sensitividad del Receptor	-->	.35	uV
Sensitividad del Receptor	-->	-116.1289	dBm
Ganancia de Antena Tx	-->	7.5	dB
Ganancia antena Rx	-->	0	dB

## XOS

Potencia Efectiva Irradiada	-->	48.71076	dBm
Potencia Efectiva Irradiada	-->	74.31498	vat
Atenuacion de espacio libre	-->	125.684	dB
Nivel de Recepcion	-->	-89.97327	dBm
Intensidad de Campo Electrico	-->	68.23701	uV/m
Margen de desvanecimiento	-->	26.15563	dB

Ing. Luzmila Ruizova A.

## COMPUTED FIELD VALUES - BERTINONGI OBSTRUCTION METHOD

CERRO AZUL &lt;-&gt; GUAYACUMIL Y ALFREDELO - 13

PROVINCIA DE CHACO - CERRO AZUL

Transmitter Latitude: 24°05'50" Longitude: 70°57'02" W

Transmitter center of radiation: 450.0 m AMSL (-30.00 m AGL)

Frequency: 380.0000 MHz, Power: 74.121 W

Receiver antenna: 2.0 m AGL, 1.333 earth curvature

Path loss based on peak attenuation at inflection points

Field values written to file FLD0001.caz for plotting

Az 12.5	74.121 W	1.00 km	155.62 dBu
Az 12.5	74.121 W	3.00 km	86.07 dBu
Az 12.5	74.121 W	6.00 km	80.05 dBu
Az 12.5	74.121 W	9.00 km	76.53 dBu
Az 12.5	74.121 W	12.00 km	74.04 dBu
Az 12.5	74.121 W	15.00 km	49.62 dBu
Az 12.5	74.121 W	18.00 km	70.39 dBu
Az 12.5	74.121 W	21.00 km	13.58 dBu
Az 12.5	74.121 W	24.00 km	48.27 dBu
Az 12.5	74.121 W	27.00 km	62.90 dBu
Az 12.5	74.121 W	30.00 km	66.08 dBu
Az 12.5	74.121 W	33.00 km	65.25 dBu
Az 12.5	74.121 W	36.00 km	63.62 dBu
Az 12.5	74.121 W	39.00 km	63.80 dBu
Az 12.5	74.121 W	42.00 km	62.62 dBu
Az 12.5	74.121 W	45.00 km	62.55 dBu
Az 12.5	74.121 W	48.00 km	61.29 dBu
Az 12.5	74.121 W	51.00 km	58.60 dBu
Az 12.5	74.121 W	54.00 km	59.84 dBu
Az 12.5	74.121 W	57.00 km	57.74 dBu
Az 12.5	74.121 W	60.00 km	60.06 dBu
Az 12.5	74.121 W	63.00 km	52.43 dBu
Az 12.5	74.121 W	66.00 km	54.96 dBu
Az 12.5	74.121 W	69.00 km	49.72 dBu
Az 12.5	74.121 W	72.00 km	48.19 dBu*
Az 12.5	74.121 W	75.00 km	48.83 dBu*
Az 12.5	74.121 W	78.00 km	48.91 dBu*
Az 12.5	74.121 W	81.00 km	48.68 dBu*
Az 12.5	74.121 W	84.00 km	48.27 dBu*
Az 12.5	74.121 W	87.00 km	47.75 dBu*

\* - Computed field is beyond distance of available terrain data

ING. LUZMILA FUJIOVA A.

1509 03-G-1334

1609

1

## COMPUTED FIELD VALUES - BURLINGTON OBSTRUCTION METHOD

Az 12.5	74.121 W	90.00 km	47.08 dBu *
Az 12.5	74.121 W	93.00 km	46.35 dBu *
Az 12.5	74.121 W	96.00 km	45.56 dBu *
Az 12.5	74.121 W	99.00 km	44.71 dBu *
Az 12.5	74.121 W	102.00 km	43.82 dBu *
Az 12.5	74.121 W	105.00 km	42.89 dBu *
Az 12.5	74.121 W	108.00 km	41.93 dBu *
Az 12.5	74.121 W	111.00 km	40.94 dBu *
Az 12.5	74.121 W	114.00 km	39.93 dBu *
Az 12.5	74.121 W	117.00 km	38.89 dBu *
Az 12.5	74.121 W	120.00 km	37.83 dBu *
Az 18.0	74.121 W	.00 km	155.62 dBu
Az 18.0	74.121 W	3.00 km	86.07 dBu
Az 18.0	74.121 W	6.00 km	80.05 dBu
Az 18.0	74.121 W	9.00 km	76.53 dBu
Az 18.0	74.121 W	12.00 km	73.26 dBu
Az 18.0	74.121 W	15.00 km	72.10 dBu
Az 18.0	74.121 W	18.00 km	70.51 dBu
Az 18.0	74.121 W	21.00 km	69.91 dBu
Az 18.0	74.121 W	24.00 km	58.40 dBu
Az 18.0	74.121 W	27.00 km	65.23 dBu
Az 18.0	74.121 W	30.00 km	66.08 dBu
Az 18.0	74.121 W	33.00 km	63.79 dBu
Az 18.0	74.121 W	36.00 km	61.54 dBu
Az 18.0	74.121 W	39.00 km	63.80 dBu
Az 18.0	74.121 W	42.00 km	58.06 dBu
Az 18.0	74.121 W	45.00 km	59.61 dBu
Az 18.0	74.121 W	48.00 km	56.79 dBu
Az 18.0	74.121 W	51.00 km	52.89 dBu
Az 18.0	74.121 W	54.00 km	53.59 dBu
Az 18.0	74.121 W	57.00 km	53.82 dBu
Az 18.0	74.121 W	60.00 km	60.06 dBu
Az 18.0	74.121 W	63.00 km	55.67 dBu
Az 18.0	74.121 W	66.00 km	48.28 dBu
Az 18.0	74.121 W	69.00 km	49.79 dBu
Az 18.0	74.121 W	72.00 km	38.58 dBu *
Az 18.0	74.121 W	75.00 km	40.72 dBu *
Az 18.0	74.121 W	78.00 km	41.60 dBu *
Az 18.0	74.121 W	81.00 km	41.79 dBu *
Az 18.0	74.121 W	84.00 km	41.54 dBu *
Az 18.0	74.121 W	87.00 km	40.97 dBu *

\* - Computed field is beyond distance of available terrain data

ING. LUZMILA RUILOVA A.

509 03-G-1334

609

1

## COMPUTED FIELD VALUES - BURLINGTON OBSTRUCTION METHOD

Az 18.0	74.121 W	90.00 km	40.09 dBu *
Az 18.0	74.121 W	93.00 km	39.89 dBu *
Az 18.0	74.121 W	96.00 km	37.51 dBu *
Az 18.0	74.121 W	99.00 km	35.97 dBu *
Az 18.0	74.121 W	102.00 km	34.90 dBu *
Az 18.0	74.121 W	105.00 km	32.31 dBu *
Az 18.0	74.121 W	108.00 km	30.14 dBu *
Az 18.0	74.121 W	111.00 km	27.87 dBu *
Az 18.0	74.121 W	114.00 km	25.50 dBu *
Az 18.0	74.121 W	117.00 km	23.05 dBu *
Az 18.0	74.121 W	120.00 km	20.54 dBu *
Az 45.0	74.121 W	00 km	155.62 dBu
Az 45.0	74.121 W	3.00 km	86.07 dBu
Az 45.0	74.121 W	6.00 km	80.05 dBu
Az 45.0	74.121 W	9.00 km	76.53 dBu *
Az 45.0	74.121 W	12.00 km	74.04 dBu *
Az 45.0	74.121 W	15.00 km	72.10 dBu *
Az 45.0	74.121 W	18.00 km	70.51 dBu †
Az 45.0	74.121 W	21.00 km	69.17 dBu †
Az 45.0	74.121 W	24.00 km	68.01 dBu †
Az 45.0	74.121 W	27.00 km	66.99 dBu †
Az 45.0	74.121 W	30.00 km	66.08 dBu †
Az 45.0	74.121 W	33.00 km	65.25 dBu †
Az 45.0	74.121 W	36.00 km	64.49 dBu †
Az 45.0	74.121 W	39.00 km	63.80 dBu †
Az 45.0	74.121 W	42.00 km	63.15 dBu †
Az 45.0	74.121 W	45.00 km	62.55 dBu †
Az 45.0	74.121 W	48.00 km	61.99 dBu †
Az 45.0	74.121 W	51.00 km	61.47 dBu †
Az 45.0	74.121 W	54.00 km	60.97 dBu †
Az 45.0	74.121 W	57.00 km	60.50 dBu †
Az 45.0	74.121 W	60.00 km	60.06 dBu †
Az 45.0	74.121 W	63.00 km	59.63 dBu †
Az 45.0	74.121 W	66.00 km	59.23 dBu †
Az 45.0	74.121 W	69.00 km	58.84 dBu †
Az 45.0	74.121 W	72.00 km	58.47 dBu †
Az 45.0	74.121 W	75.00 km	58.12 dBu †
Az 45.0	74.121 W	78.00 km	57.78 dBu †
Az 45.0	74.121 W	81.00 km	57.45 dBu †
Az 45.0	74.121 W	84.00 km	57.13 dBu †
Az 45.0	74.121 W	87.00 km	56.83 dBu †

\* - Computed field is beyond distance of available terrain data

† - Computed field is beyond TWICE the distance of terrain data results are unreliable; recompute with additional terrain data.

ING. LUZMIL A RUILOVA A.

} 03-G-1334

}

COMPUTED FIELD VALUES - RUI LINGTON OBSTRUCTION METHOD

Az 45.0	74.121 W	90.00 km	56.53 dBu f
Az 45.0	74.121 W	93.00 km	56.25 dBu f
Az 45.0	74.121 W	96.00 km	55.97 dBu f
Az 45.0	74.121 W	99.00 km	55.71 dBu f
Az 45.0	74.121 W	102.00 km	55.45 dBu f
Az 45.0	74.121 W	105.00 km	55.20 dBu f
Az 45.0	74.121 W	108.00 km	54.95 dBu f
Az 45.0	74.121 W	111.00 km	54.71 dBu f
Az 45.0	74.121 W	114.00 km	54.48 dBu f
Az 45.0	74.121 W	117.00 km	54.26 dBu f
Az 45.0	74.121 W	120.00 km	54.04 dBu f
Az 75.0	74.121 W	.00 km	155.62 dBu
Az 75.0	74.121 W	3.00 km	82.09 dBu
Az 75.0	74.121 W	6.00 km	80.05 dBu
Az 75.0	74.121 W	9.00 km	76.53 dBu
Az 75.0	74.121 W	12.00 km	74.04 dBu
Az 75.0	74.121 W	15.00 km	72.10 dBu
Az 75.0	74.121 W	18.00 km	70.51 dBu
Az 75.0	74.121 W	21.00 km	69.17 dBu
Az 75.0	74.121 W	24.00 km	68.01 dBu
Az 75.0	74.121 W	27.00 km	66.99 dBu
Az 75.0	74.121 W	30.00 km	66.08 dBu
Az 75.0	74.121 W	33.00 km	65.09 dBu
Az 75.0	74.121 W	36.00 km	62.21 dBu
Az 75.0	74.121 W	39.00 km	63.80 dBu
Az 75.0	74.121 W	42.00 km	62.33 dBu *
Az 75.0	74.121 W	45.00 km	62.55 dBu *
Az 75.0	74.121 W	48.00 km	61.99 dBu *
Az 75.0	74.121 W	51.00 km	61.47 dBu *
Az 75.0	74.121 W	54.00 km	60.97 dBu *
Az 75.0	74.121 W	57.00 km	60.50 dBu *
Az 75.0	74.121 W	60.00 km	60.06 dBu *
Az 75.0	74.121 W	63.00 km	59.63 dBu *
Az 75.0	74.121 W	66.00 km	59.23 dBu *
Az 75.0	74.121 W	69.00 km	58.84 dBu *
Az 75.0	74.121 W	72.00 km	58.47 dBu *
Az 75.0	74.121 W	75.00 km	58.12 dBu *
Az 75.0	74.121 W	78.00 km	57.78 dBu *
Az 75.0	74.121 W	81.00 km	57.45 dBu f
Az 75.0	74.121 W	84.00 km	57.13 dBu f
Az 75.0	74.121 W	87.00 km	56.83 dBu f

\* - Computed field is beyond distance of available terrain data

f - Computed field is beyond TWICE the distance of terrain data results are unreliable; recompute with additional terrain data

ING. LUZMILA RUILOVA A.

0509 03-G-1334

1609

1

## COMPUTED FIELD VALUES - BURLINGTON OBSTRUCTION METHOD

Az 75.0	74.121 W	90.00 km	56.53 dBu F
Az 75.0	74.121 W	93.00 km	56.25 dBu F
Az 75.0	74.121 W	96.00 km	55.97 dBu F
Az 75.0	74.121 W	99.00 km	55.71 dBu F
Az 75.0	74.121 W	102.00 km	55.45 dBu F
Az 75.0	74.121 W	105.00 km	55.20 dBu F
Az 75.0	74.121 W	108.00 km	54.95 dBu F
Az 75.0	74.121 W	111.00 km	54.71 dBu F
Az 75.0	74.121 W	114.00 km	54.48 dBu F
Az 75.0	74.121 W	117.00 km	54.26 dBu F
Az 75.0	74.121 W	120.00 km	54.04 dBu F
Az 84.0	74.121 W	0.00 km	75.62 dBu
Az 84.0	74.121 W	3.00 km	76.07 dBu
Az 84.0	74.121 W	6.00 km	76.05 dBu
Az 84.0	74.121 W	9.00 km	76.53 dBu
Az 84.0	74.121 W	12.00 km	74.04 dBu
Az 84.0	74.121 W	15.00 km	72.10 dBu
Az 84.0	74.121 W	18.00 km	70.51 dBu
Az 84.0	74.121 W	21.00 km	69.17 dBu
Az 84.0	74.121 W	24.00 km	68.01 dBu
Az 84.0	74.121 W	27.00 km	66.99 dBu
Az 84.0	74.121 W	30.00 km	66.08 dBu
Az 84.0	74.121 W	33.00 km	65.06 dBu
Az 84.0	74.121 W	36.00 km	63.14 dBu
Az 84.0	74.121 W	39.00 km	61.77 dBu
Az 84.0	74.121 W	42.00 km	62.86 dBu *
Az 84.0	74.121 W	45.00 km	62.55 dBu *
Az 84.0	74.121 W	48.00 km	61.99 dBu *
Az 84.0	74.121 W	51.00 km	61.47 dBu *
Az 84.0	74.121 W	54.00 km	60.97 dBu *
Az 84.0	74.121 W	57.00 km	60.50 dBu *
Az 84.0	74.121 W	60.00 km	60.06 dBu *
Az 84.0	74.121 W	63.00 km	59.63 dBu *
Az 84.0	74.121 W	66.00 km	59.23 dBu *
Az 84.0	74.121 W	69.00 km	58.84 dBu *
Az 84.0	74.121 W	72.00 km	58.47 dBu *
Az 84.0	74.121 W	75.00 km	58.12 dBu *
Az 84.0	74.121 W	78.00 km	57.78 dBu *
Az 84.0	74.121 W	81.00 km	57.45 dBu F
Az 84.0	74.121 W	84.00 km	57.13 dBu F
Az 84.0	74.121 W	87.00 km	56.83 dBu F

\* - Computed field is beyond distance of available terrain data

F - Computed field is beyond TWICE the distance of terrain data  
 results are unreliable, recompute with additional terrain data

NG. LUZMIL A. BUILOVA A.

03-G-1334

COMPUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

Az 84.0	74.121 W	90.00 km	56.53 dBu f
Az 84.0	74.121 W	93.00 km	56.25 dBu f
Az 84.0	74.121 W	96.00 km	55.97 dBu f
Az 84.0	74.121 W	99.00 km	55.71 dBu f
Az 84.0	74.121 W	102.00 km	55.45 dBu f
Az 84.0	74.121 W	105.00 km	55.20 dBu f
Az 84.0	74.121 W	108.00 km	54.95 dBu f
Az 84.0	74.121 W	111.00 km	54.71 dBu f
Az 84.0	74.121 W	114.00 km	54.48 dBu f
Az 84.0	74.121 W	117.00 km	54.26 dBu f
Az 84.0	74.121 W	120.00 km	54.04 dBu f
Az 92.0	74.121 W	.00 km	155.62 dBu
Az 92.0	74.121 W	3.00 km	59.60 dBu
Az 92.0	74.121 W	6.00 km	80.05 dBu
Az 92.0	74.121 W	9.00 km	76.53 dBu
Az 92.0	74.121 W	12.00 km	64.60 dBu
Az 92.0	74.121 W	15.00 km	66.92 dBu
Az 92.0	74.121 W	18.00 km	69.77 dBu
Az 92.0	74.121 W	21.00 km	69.17 dBu
Az 92.0	74.121 W	24.00 km	68.01 dBu
Az 92.0	74.121 W	27.00 km	66.73 dBu
Az 92.0	74.121 W	30.00 km	66.00 dBu
Az 92.0	74.121 W	33.00 km	65.25 dBu
Az 92.0	74.121 W	36.00 km	63.58 dBu
Az 92.0	74.121 W	39.00 km	63.80 dBu
Az 92.0	74.121 W	42.00 km	61.29 dBu
Az 92.0	74.121 W	45.00 km	61.92 dBu
Az 92.0	74.121 W	48.00 km	61.23 dBu
Az 92.0	74.121 W	51.00 km	59.01 dBu
Az 92.0	74.121 W	54.00 km	54.70 dBu
Az 92.0	74.121 W	57.00 km	54.18 dBu
Az 92.0	74.121 W	60.00 km	54.42 dBu *
Az 92.0	74.121 W	63.00 km	54.94 dBu *
Az 92.0	74.121 W	66.00 km	55.07 dBu *
Az 92.0	74.121 W	69.00 km	54.94 dBu *
Az 92.0	74.121 W	72.00 km	54.62 dBu *
Az 92.0	74.121 W	75.00 km	54.17 dBu *
Az 92.0	74.121 W	78.00 km	53.64 dBu *
Az 92.0	74.121 W	81.00 km	52.97 dBu *
Az 92.0	74.121 W	84.00 km	52.26 dBu *
Az 92.0	74.121 W	87.00 km	51.49 dBu *

\* - Computed field is beyond distance of available terrain data.

f - Computed field is beyond TWICE the distance of terrain data results are unreliable; recompute with additional terrain data.

ING. LUZMILA RUILOVA A.

39 03-G-1334

10

## COMPUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

Az 92.0	74.121 W	90.00 km	50.67 dBu *
Az 92.0	74.121 W	93.00 km	49.81 dBu *
Az 92.0	74.121 W	96.00 km	48.92 dBu *
Az 92.0	74.121 W	99.00 km	48.00 dBu *
Az 92.0	74.121 W	102.00 km	47.05 dBu *
Az 92.0	74.121 W	105.00 km	46.07 dBu *
Az 92.0	74.121 W	108.00 km	45.08 dBu *
Az 92.0	74.121 W	111.00 km	44.07 dBu *
Az 92.0	74.121 W	114.00 km	43.04 dBu *
Az 92.0	74.121 W	117.00 km	42.00 dBu †
Az 92.0	74.121 W	120.00 km	40.95 dBu †
Az 108.0	74.121 W	00 km	155.62 dBu
Az 108.0	74.121 W	3.00 km	86.07 dBu
Az 108.0	74.121 W	6.00 km	80.05 dBu
Az 108.0	74.121 W	9.00 km	76.53 dBu
Az 108.0	74.121 W	12.00 km	74.04 dBu
Az 108.0	74.121 W	15.00 km	72.10 dBu
Az 108.0	74.121 W	18.00 km	70.51 dBu
Az 108.0	74.121 W	21.00 km	69.17 dBu
Az 108.0	74.121 W	24.00 km	68.01 dBu
Az 108.0	74.121 W	27.00 km	66.99 dBu
Az 108.0	74.121 W	30.00 km	66.08 dBu
Az 108.0	74.121 W	33.00 km	65.25 dBu
Az 108.0	74.121 W	36.00 km	64.49 dBu
Az 108.0	74.121 W	39.00 km	63.61 dBu
Az 108.0	74.121 W	42.00 km	62.03 dBu
Az 108.0	74.121 W	45.00 km	62.55 dBu
Az 108.0	74.121 W	48.00 km	59.50 dBu
Az 108.0	74.121 W	51.00 km	59.08 dBu
Az 108.0	74.121 W	54.00 km	58.42 dBu
Az 108.0	74.121 W	57.00 km	60.24 dBu
Az 108.0	74.121 W	60.00 km	56.07 dBu
Az 108.0	74.121 W	63.00 km	55.51 dBu
Az 108.0	74.121 W	66.00 km	54.91 dBu
Az 108.0	74.121 W	69.00 km	54.74 dBu
Az 108.0	74.121 W	72.00 km	52.39 dBu
Az 108.0	74.121 W	75.00 km	47.34 dBu *
Az 108.0	74.121 W	78.00 km	48.21 dBu *
Az 108.0	74.121 W	81.00 km	51.95 dBu *
Az 108.0	74.121 W	84.00 km	51.39 dBu *
Az 108.0	74.121 W	87.00 km	50.80 dBu *

\* - Computed field is beyond distance of available terrain data

† - Computed field is beyond TWICE the distance of terrain data results are unreliable; recompute with additional terrain data

ING. LUZMILA RUILOVA A.

509 03-G-1334

611

1

## COMPUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

Az 108.0	74.121 W	90.00 km	59.18 dBu*
Az 108.0	74.121 W	93.00 km	49.54 dBu*
Az 108.0	74.121 W	96.00 km	48.89 dBu*
Az 108.0	74.121 W	99.00 km	48.22 dBu*
Az 108.0	74.121 W	102.00 km	47.54 dBu*
Az 108.0	74.121 W	105.00 km	46.85 dBu*
Az 108.0	74.121 W	108.00 km	46.16 dBu*
Az 108.0	74.121 W	111.00 km	45.45 dBu*
Az 108.0	74.121 W	114.00 km	44.74 dBu*
Az 108.0	74.121 W	117.00 km	44.03 dBu*
Az 108.0	74.121 W	120.00 km	43.31 dBu*
Az 126.0	74.121 W	.00 km	155.62 dBu
Az 126.0	74.121 W	3.00 km	68.65 dBu
Az 126.0	74.121 W	6.00 km	80.05 dBu
Az 126.0	74.121 W	9.00 km	76.53 dBu
Az 126.0	74.121 W	12.00 km	74.04 dBu*
Az 126.0	74.121 W	15.00 km	72.10 dBu*
Az 126.0	74.121 W	18.00 km	70.51 dBu*
Az 126.0	74.121 W	21.00 km	69.17 dBu†
Az 126.0	74.121 W	24.00 km	68.01 dBu†
Az 126.0	74.121 W	27.00 km	66.99 dBu†
Az 126.0	74.121 W	30.00 km	66.08 dBu†
Az 126.0	74.121 W	33.00 km	65.25 dBu†
Az 126.0	74.121 W	36.00 km	64.49 dBu†
Az 126.0	74.121 W	39.00 km	63.80 dBu†
Az 126.0	74.121 W	42.00 km	63.15 dBu†
Az 126.0	74.121 W	45.00 km	62.55 dBu†
Az 126.0	74.121 W	48.00 km	61.99 dBu†
Az 126.0	74.121 W	51.00 km	61.47 dBu†
Az 126.0	74.121 W	54.00 km	60.97 dBu†
Az 126.0	74.121 W	57.00 km	60.50 dBu†
Az 126.0	74.121 W	60.00 km	60.06 dBu†
Az 126.0	74.121 W	63.00 km	59.63 dBu†
Az 126.0	74.121 W	66.00 km	59.23 dBu†
Az 126.0	74.121 W	69.00 km	58.84 dBu†
Az 126.0	74.121 W	72.00 km	58.47 dBu†
Az 126.0	74.121 W	75.00 km	58.12 dBu†
Az 126.0	74.121 W	78.00 km	57.78 dBu†
Az 126.0	74.121 W	81.00 km	57.45 dBu†
Az 126.0	74.121 W	84.00 km	57.13 dBu†
Az 126.0	74.121 W	87.00 km	56.83 dBu†

\* - Computed field is beyond distance of available terrain data

† - Computed field is beyond TWICE the distance of terrain data results are unreliable; recompute with additional terrain data.

ING. LUZMIL A RUILOVA

3509 03-G-1334

1611

1

## COMPUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

Az 126.0	74.121 W	90.00 km	56.53 dBu <sup>†</sup>
Az 126.0	74.121 W	93.00 km	56.25 dBu <sup>†</sup>
Az 126.0	74.121 W	96.00 km	55.97 dBu <sup>†</sup>
Az 126.0	74.121 W	99.00 km	55.71 dBu <sup>†</sup>
Az 126.0	74.121 W	102.00 km	55.45 dBu <sup>†</sup>
Az 126.0	74.121 W	105.00 km	55.20 dBu <sup>†</sup>
Az 126.0	74.121 W	108.00 km	54.95 dBu <sup>†</sup>
Az 126.0	74.121 W	111.00 km	54.71 dBu <sup>†</sup>
Az 126.0	74.121 W	114.00 km	54.48 dBu <sup>†</sup>
Az 126.0	74.121 W	117.00 km	54.26 dBu <sup>†</sup>
Az 126.0	74.121 W	120.00 km	54.04 dBu <sup>†</sup>
Az 240.0	74.121 W	3.00 km	155.62 dBu
Az 240.0	74.121 W	3.00 km	86.07 dBu
Az 240.0	74.121 W	6.00 km	80.05 dBu
Az 240.0	74.121 W	9.00 km	76.53 dBu
Az 240.0	74.121 W	12.00 km	74.04 dBu
Az 240.0	74.121 W	15.00 km	72.10 dBu
Az 240.0	74.121 W	18.00 km	70.51 dBu
Az 240.0	74.121 W	21.00 km	69.17 dBu
Az 240.0	74.121 W	24.00 km	68.01 dBu
Az 240.0	74.121 W	27.00 km	66.93 dBu
Az 240.0	74.121 W	30.00 km	66.03 dBu
Az 240.0	74.121 W	33.00 km	65.25 dBu
Az 240.0	74.121 W	36.00 km	64.49 dBu
Az 240.0	74.121 W	39.00 km	63.80 dBu
Az 240.0	74.121 W	42.00 km	63.15 dBu
Az 240.0	74.121 W	45.00 km	62.55 dBu
Az 240.0	74.121 W	48.00 km	61.99 dBu
Az 240.0	74.121 W	51.00 km	61.44 dBu
Az 240.0	74.121 W	54.00 km	60.91 dBu*
Az 240.0	74.121 W	57.00 km	60.40 dBu*
Az 240.0	74.121 W	60.00 km	59.90 dBu*
Az 240.0	74.121 W	63.00 km	59.41 dBu*
Az 240.0	74.121 W	66.00 km	58.93 dBu*
Az 240.0	74.121 W	69.00 km	58.45 dBu*
Az 240.0	74.121 W	72.00 km	58.00 dBu*
Az 240.0	74.121 W	75.00 km	57.57 dBu*
Az 240.0	74.121 W	78.00 km	57.16 dBu*
Az 240.0	74.121 W	81.00 km	56.75 dBu*
Az 240.0	74.121 W	84.00 km	56.33 dBu*
Az 240.0	74.121 W	87.00 km	55.91 dBu*

\* - Computed field is beyond distance of available terrain data

† - Computed field is beyond TWICE the distance of terrain data results are unreliable; recompute with additional terrain data.

ING. LUZMIL A RUILOVA A.

19 03-G-1334

11

## COMPUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

Az 240.0	74.121 W	90.00 km	56.22 dBu *
Az 240.0	74.121 W	93.00 km	55.74 dBu *
Az 240.0	74.121 W	96.00 km	55.23 dBu *
Az 240.0	74.121 W	99.00 km	54.72 dBu *
Az 240.0	74.121 W	102.00 km	54.19 dBu †
Az 240.0	74.121 W	105.00 km	53.65 dBu †
Az 240.0	74.121 W	108.00 km	53.10 dBu †
Az 240.0	74.121 W	111.00 km	52.55 dBu †
Az 240.0	74.121 W	114.00 km	51.98 dBu †
Az 240.0	74.121 W	117.00 km	51.42 dBu †
Az 240.0	74.121 W	120.00 km	50.84 dBu †
Az 300.0	74.121 W	0.00 km	155.62 dBu
Az 300.0	74.121 W	3.00 km	86.07 dBu
Az 300.0	74.121 W	6.00 km	80.05 dBu
Az 300.0	74.121 W	9.00 km	76.53 dBu
Az 300.0	74.121 W	12.00 km	74.04 dBu
Az 300.0	74.121 W	15.00 km	72.10 dBu
Az 300.0	74.121 W	18.00 km	70.51 dBu
Az 300.0	74.121 W	21.00 km	69.17 dBu
Az 300.0	74.121 W	24.00 km	68.01 dBu
Az 300.0	74.121 W	27.00 km	50.01 dBu
Az 300.0	74.121 W	30.00 km	45.88 dBu
Az 300.0	74.121 W	33.00 km	62.17 dBu
Az 300.0	74.121 W	36.00 km	72.46 dBu
Az 300.0	74.121 W	39.00 km	31.36 dBu
Az 300.0	74.121 W	42.00 km	35.55 dBu
Az 300.0	74.121 W	45.00 km	38.84 dBu
Az 300.0	74.121 W	48.00 km	57.15 dBu
Az 300.0	74.121 W	51.00 km	57.16 dBu *
Az 300.0	74.121 W	54.00 km	56.88 dBu *
Az 300.0	74.121 W	57.00 km	56.54 dBu *
Az 300.0	74.121 W	60.00 km	56.11 dBu *
Az 300.0	74.121 W	63.00 km	55.61 dBu *
Az 300.0	74.121 W	66.00 km	55.07 dBu *
Az 300.0	74.121 W	69.00 km	54.43 dBu *
Az 300.0	74.121 W	72.00 km	53.62 dBu *
Az 300.0	74.121 W	75.00 km	52.77 dBu *
Az 300.0	74.121 W	78.00 km	51.89 dBu *
Az 300.0	74.121 W	81.00 km	50.98 dBu *
Az 300.0	74.121 W	84.00 km	50.05 dBu *
Az 300.0	74.121 W	87.00 km	49.10 dBu *

\* - Computed field is beyond distance of available terrain data

† - Computed field is beyond TWICE the distance of terrain data results are unreliable; recompute with additional terrain data

ING. LUZMILA RUILOVA A.

509 03-G-1334

611

1

## COMPUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

Az 300.0	74.121 W	90.00 km	48.14 dBu*
Az 300.0	74.121 W	93.00 km	47.16 dBu*
Az 300.0	74.121 W	96.00 km	46.17 dBu*
Az 300.0	74.121 W	99.00 km	45.17 dBu*
Az 300.0	74.121 W	102.00 km	44.16 dBu†
Az 300.0	74.121 W	105.00 km	43.14 dBu†
Az 300.0	74.121 W	108.00 km	42.12 dBu†
Az 300.0	74.121 W	111.00 km	41.09 dBu†
Az 300.0	74.121 W	114.00 km	40.06 dBu†
Az 300.0	74.121 W	117.00 km	38.96 dBu†
Az 300.0	74.121 W	120.00 km	37.60 dBu†

\* - Computed field is beyond distance of available terrain data

† - Computed field is beyond TWICE the distance of terrain data  
results are unreliable; recompute with additional terrain data

ING. LUZMILA RUILOVA A.

09 03-G-1334

11

1

2:09:55.05  
79:57:03.04

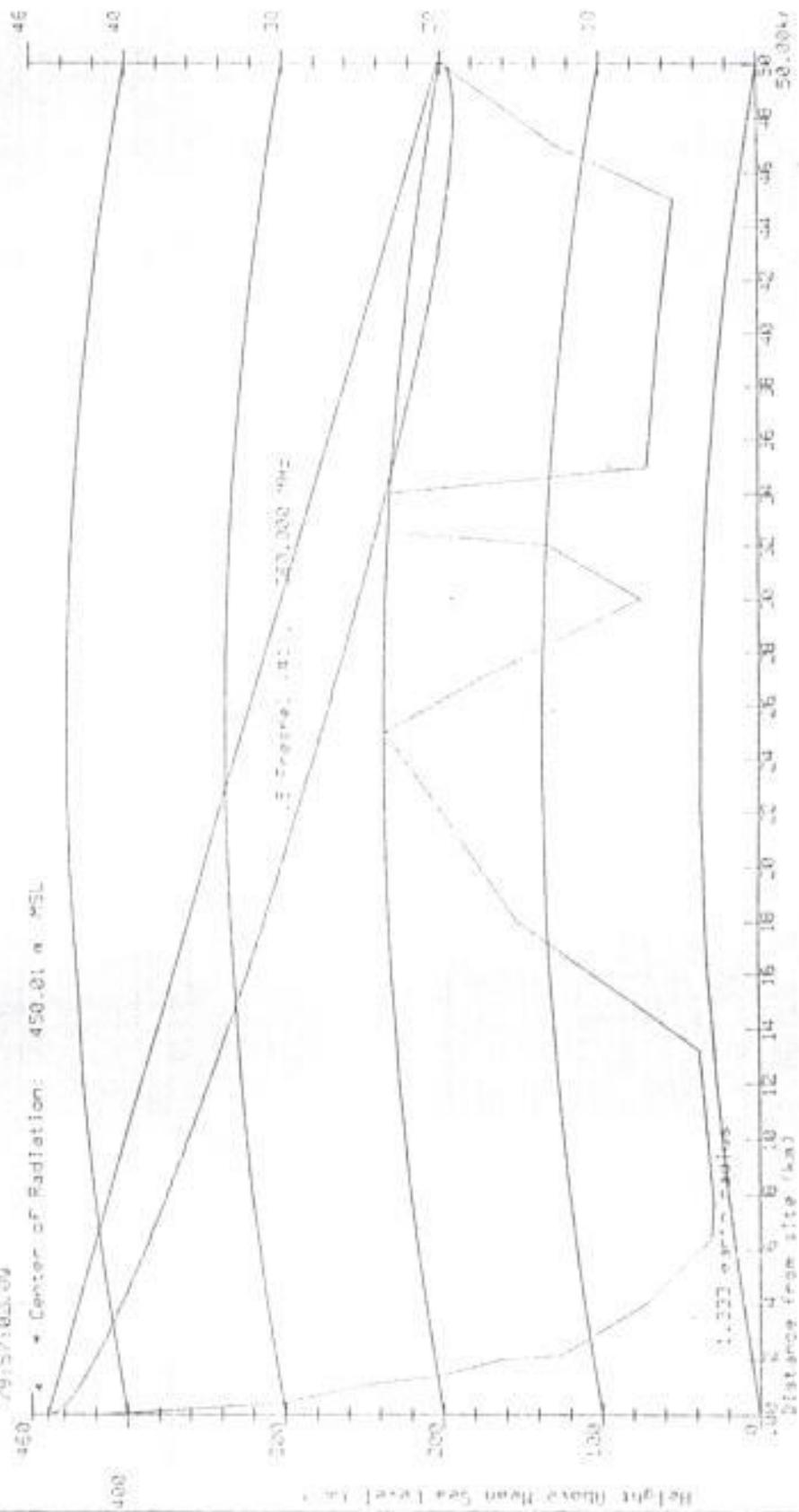
Center of Radiation: 450.01 m MSL

E Engine, n.s., 220,000 rpm

1.222 m/sec radius

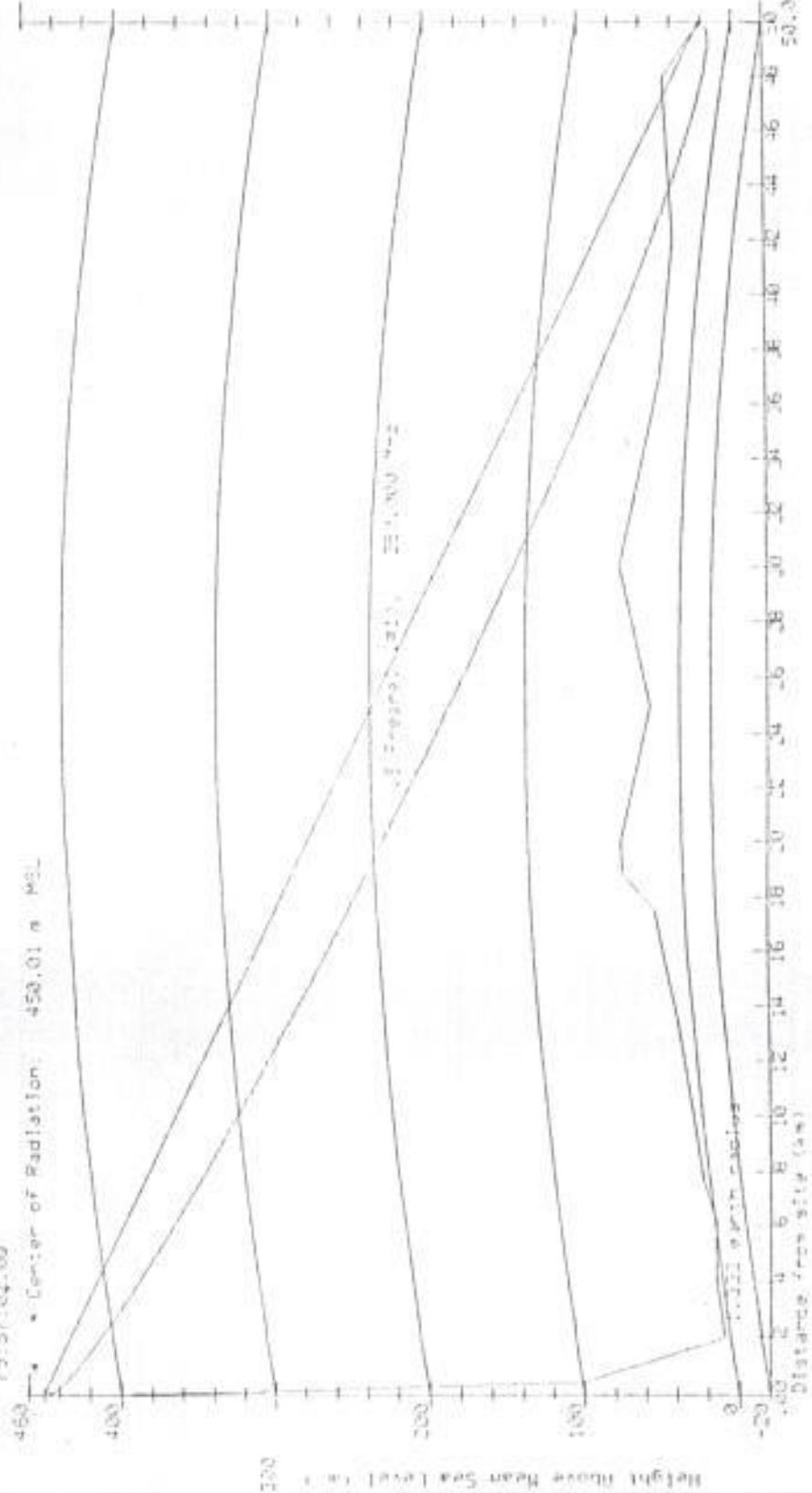
Distance from site (km)

ING. JAMES BULLOCK R.  
03-1-1954



79:57:02.00

Center of Radiation: 450.01 m MSL

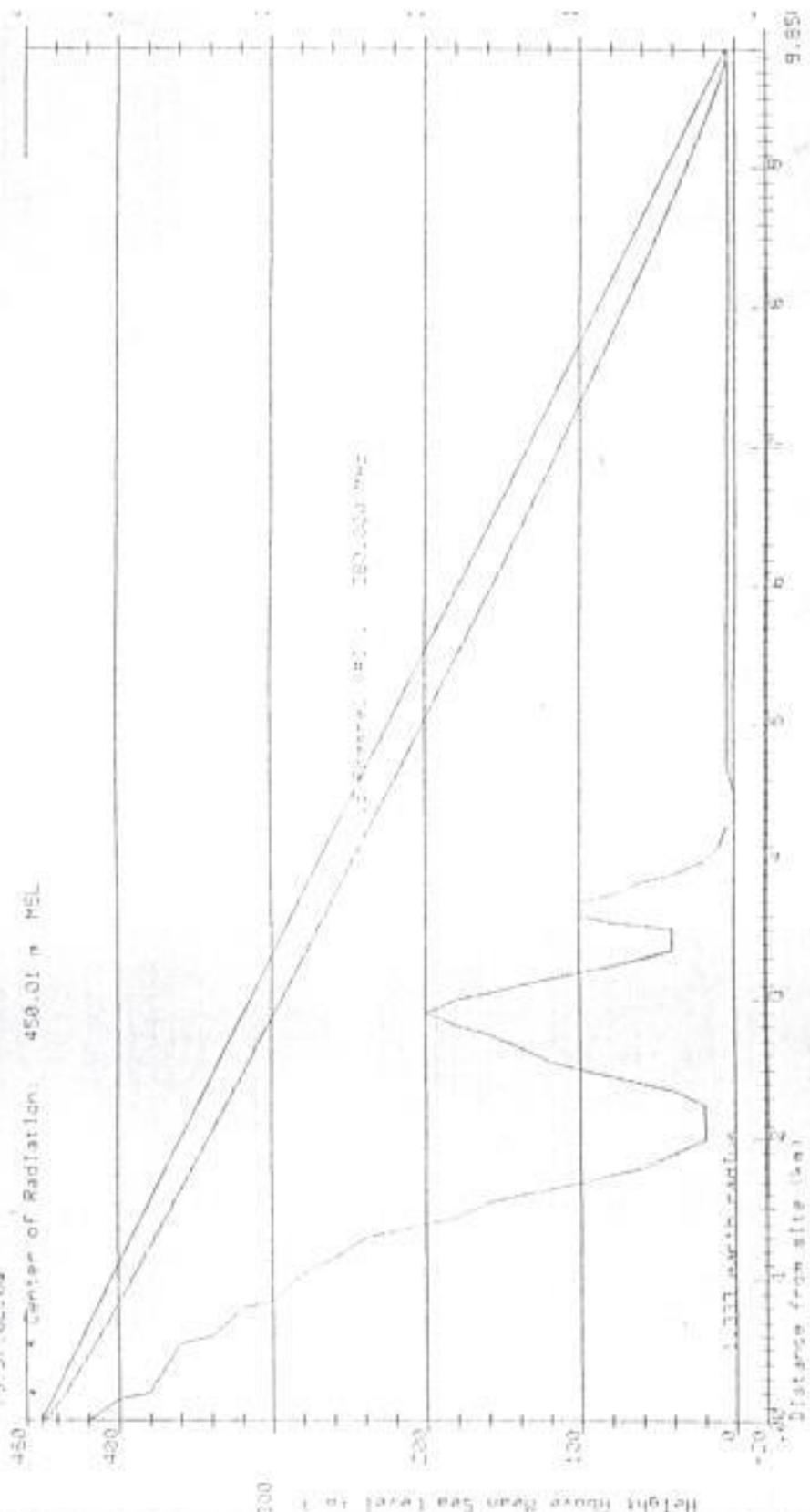


ING. LUZMILA BUI-0014  
03-1-1914

14000 MSL  
19:57:00.00

Center of Radiation: 450.01 n MSL

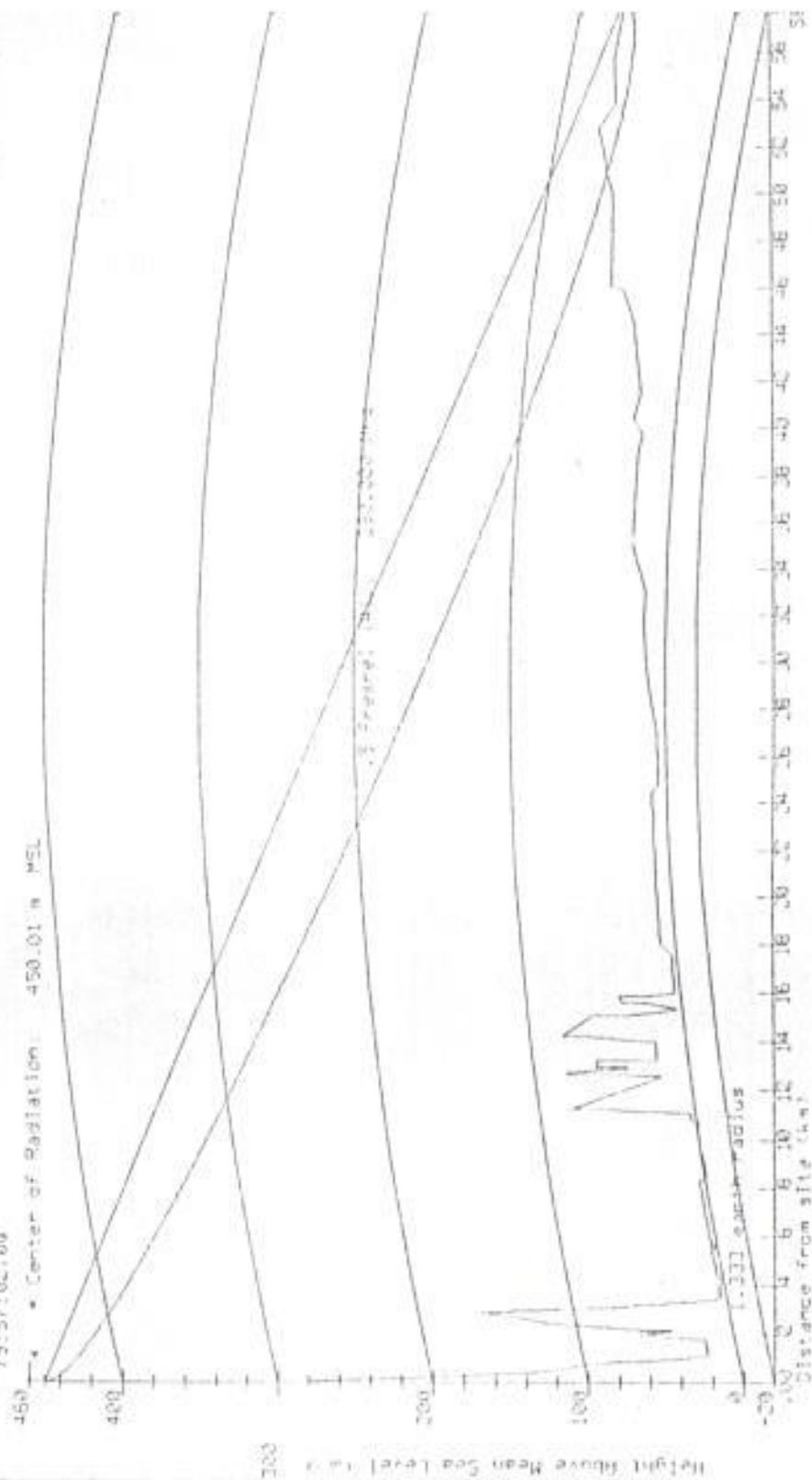
Frequency: 180.000 MHz



ING. LIZMILA RUILOVA R  
03-0-1034

CIRRO AZUL  
2:09:55.05  
79:57:02.80

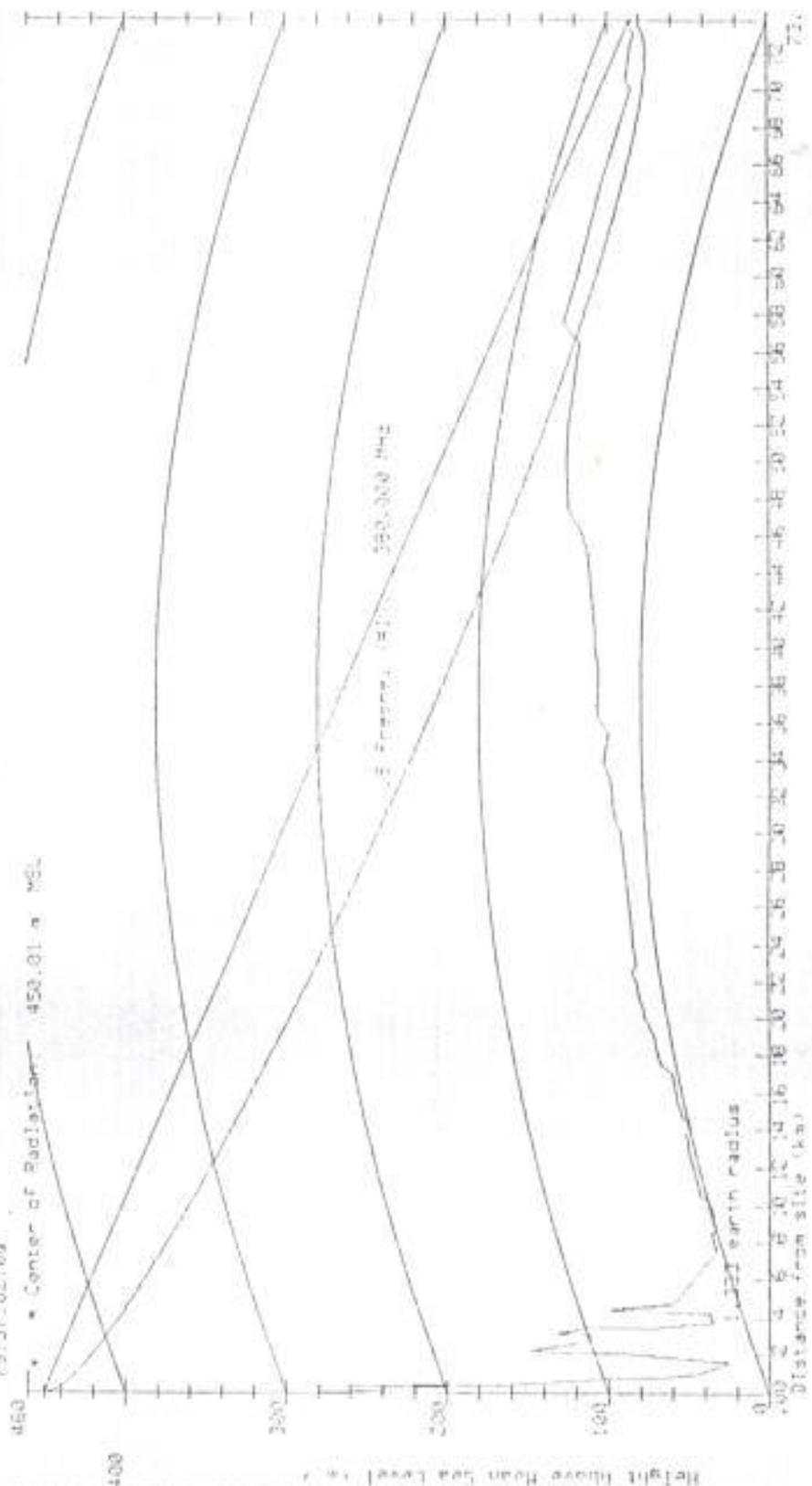
Center of Radiation 450.01' W MSL



NO. 107114 51110  
01-3-1954

05980 AZUL  
2:02:55.05  
79:57:02.00

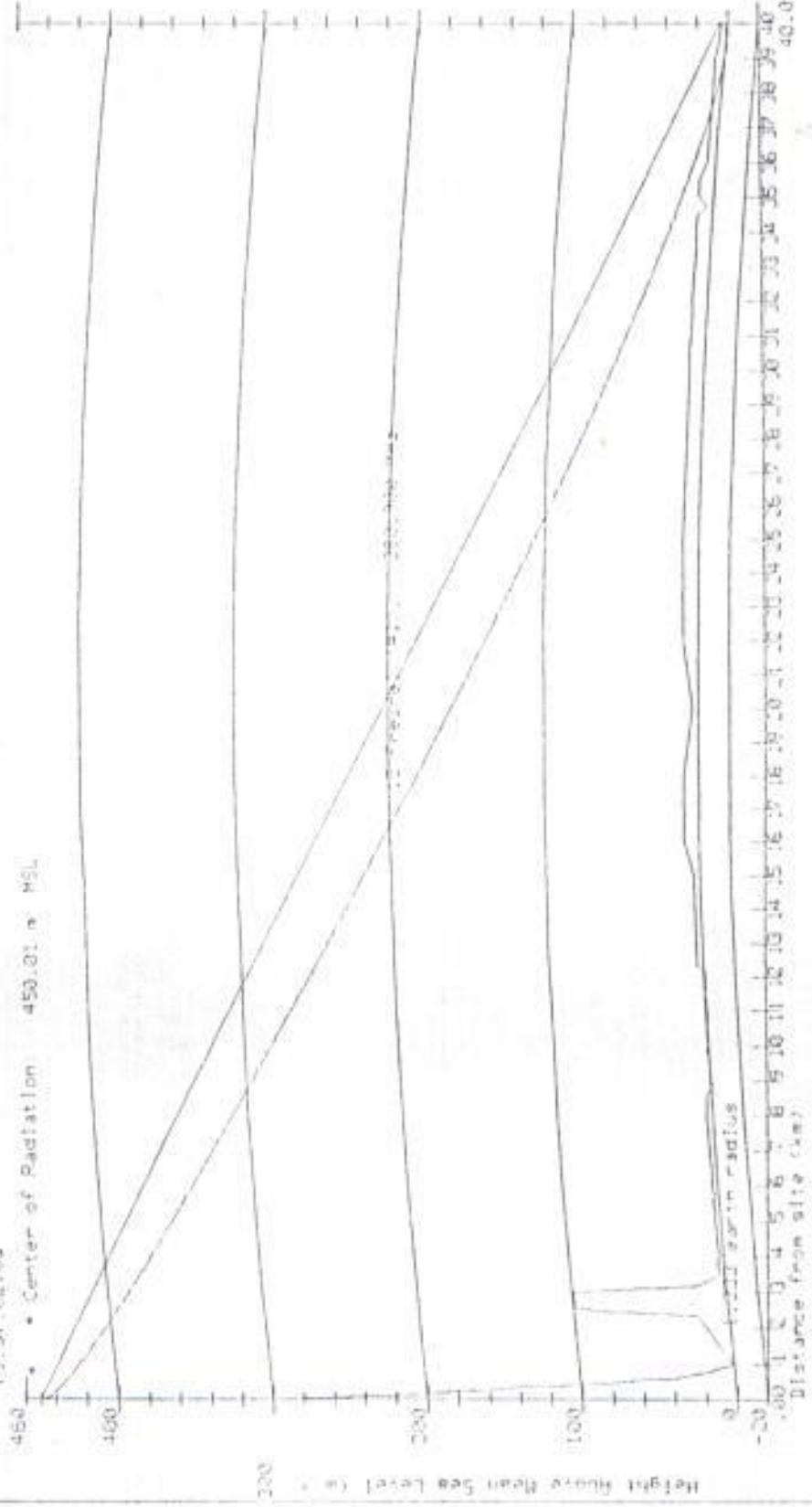
• Center of Radiation 450.01 m MSL



ING. LUZMILA RULLONA  
03-1-1734

WINDY DATA  
2:09:55.05  
79:57:02.00

453 • Center of Radiation 453.01 n MSL

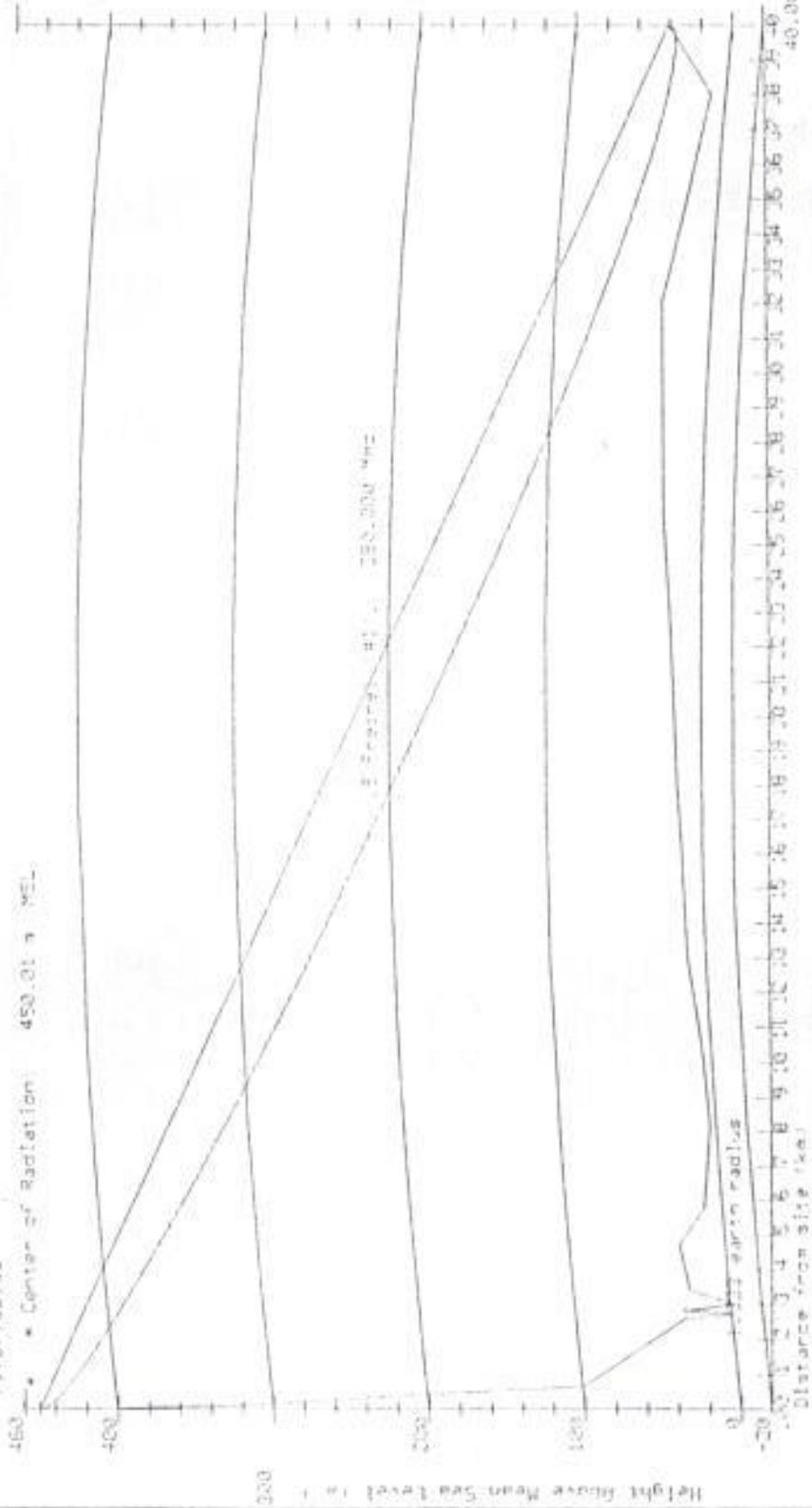


ING. LUZMILA BULOVA  
03-3-1334

LETRU HEAD  
79:09:55.05  
79:57:02.09

• Center of Radiation: 450.01 m MEL

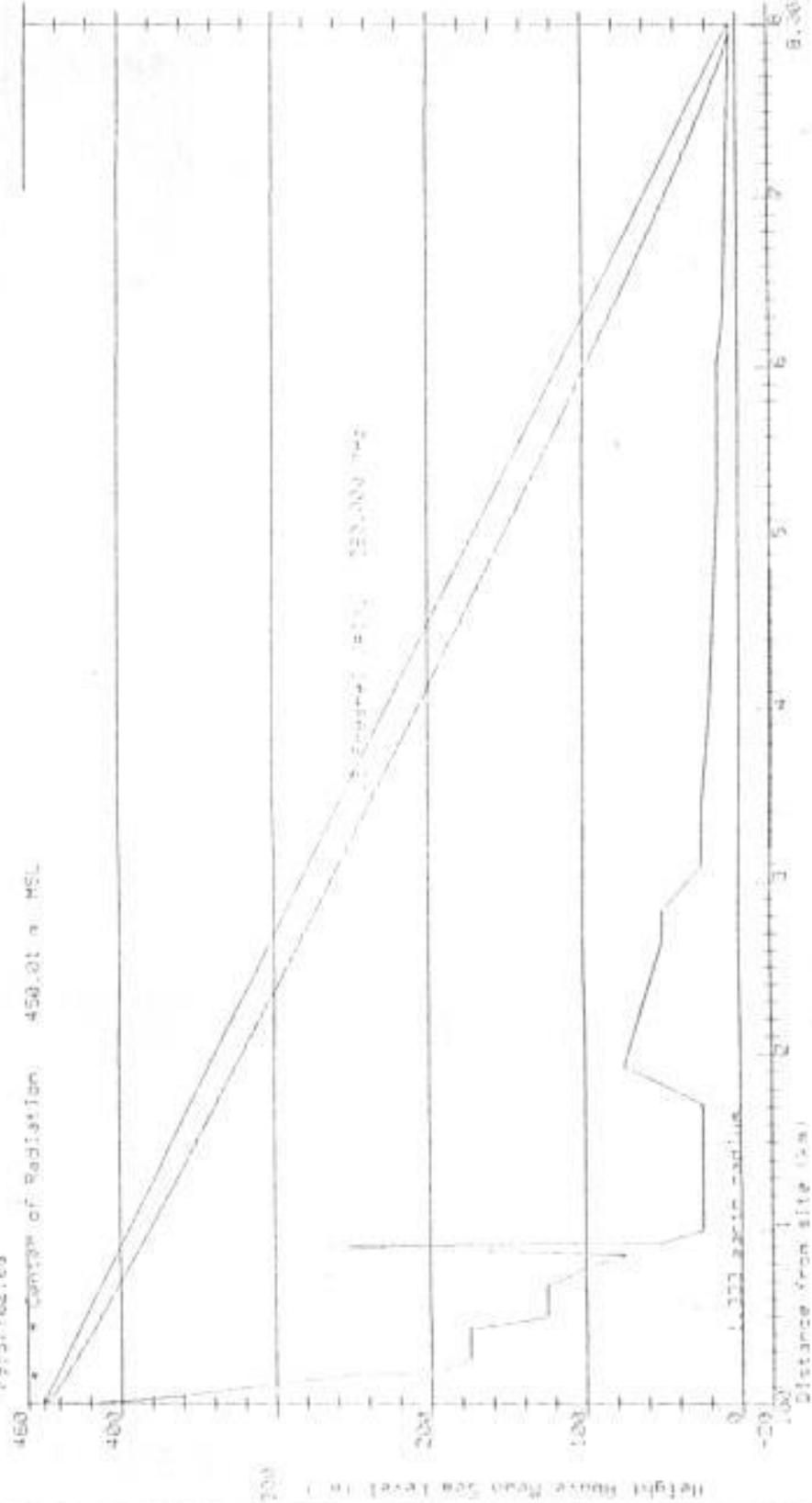
• Center of Radiation: 285.000 MHz



ING. LUZ...  
03-1-1984

2:09:55.05  
79:57:03.00

• Center of Radiation: 450.01 n. MSL



0  
100  
200  
300  
400  
450

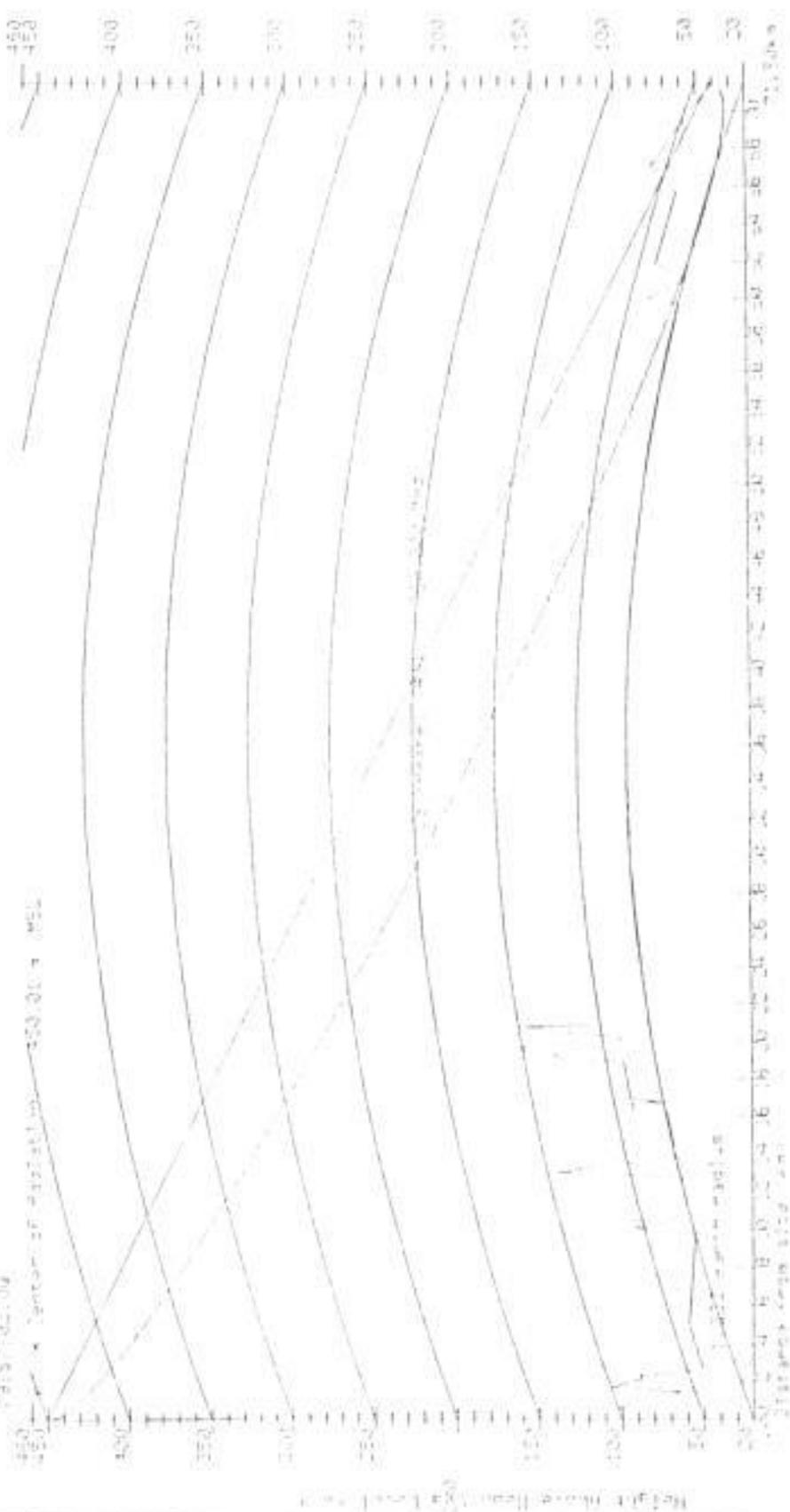
8.000

UNIVERSITY OF CALIFORNIA  
03-3-1954

PERFECTED TECHNOLOGICAL SYSTEMS

15:05:55.74  
3:57:03.00

Latitude: 45.000000  
Longitude: 120.000000



15:05:55.74  
3:57:03.00

15:05:55.74  
3:57:03.00

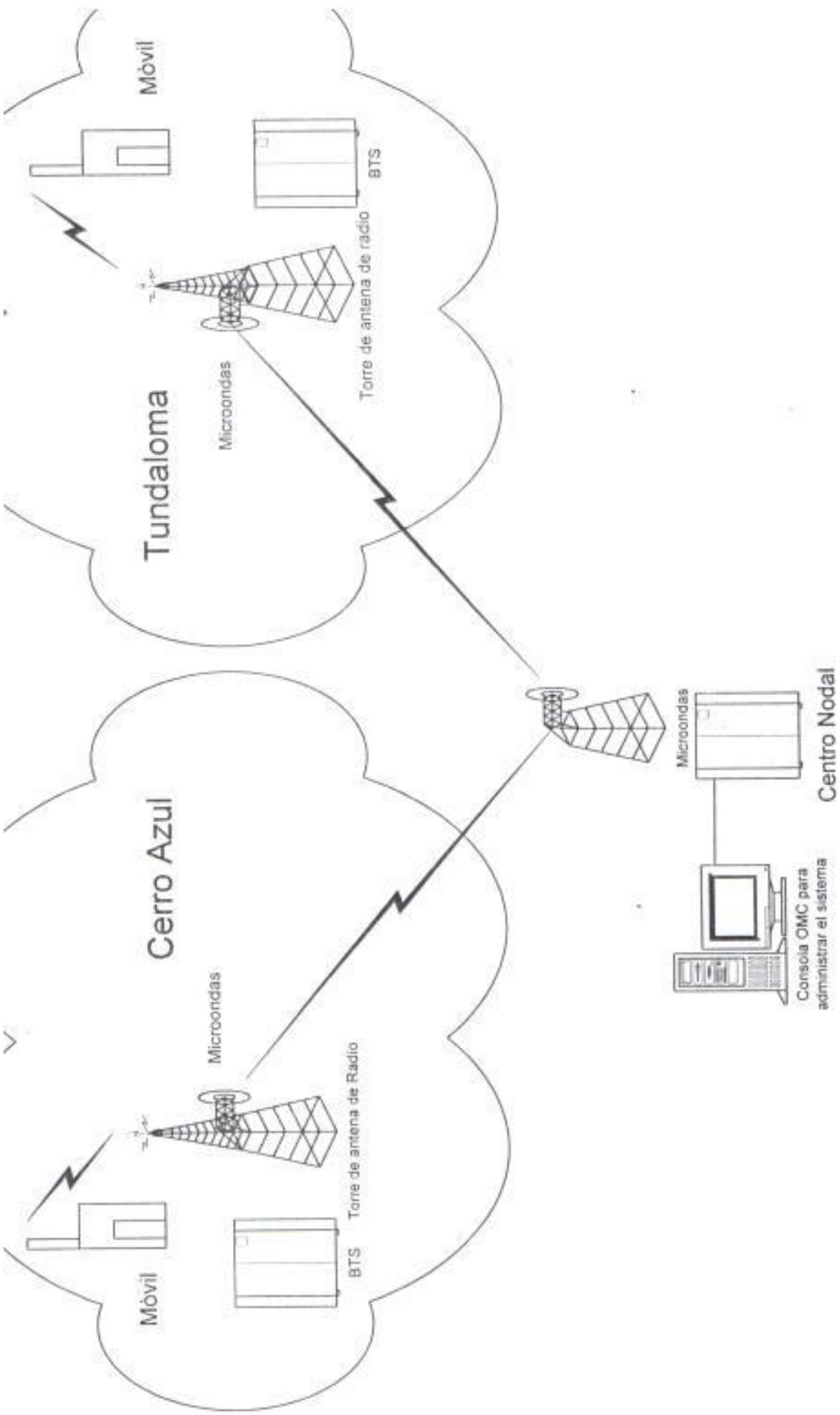


Diagrama Esquemático del Sistema TeTra con Microondas

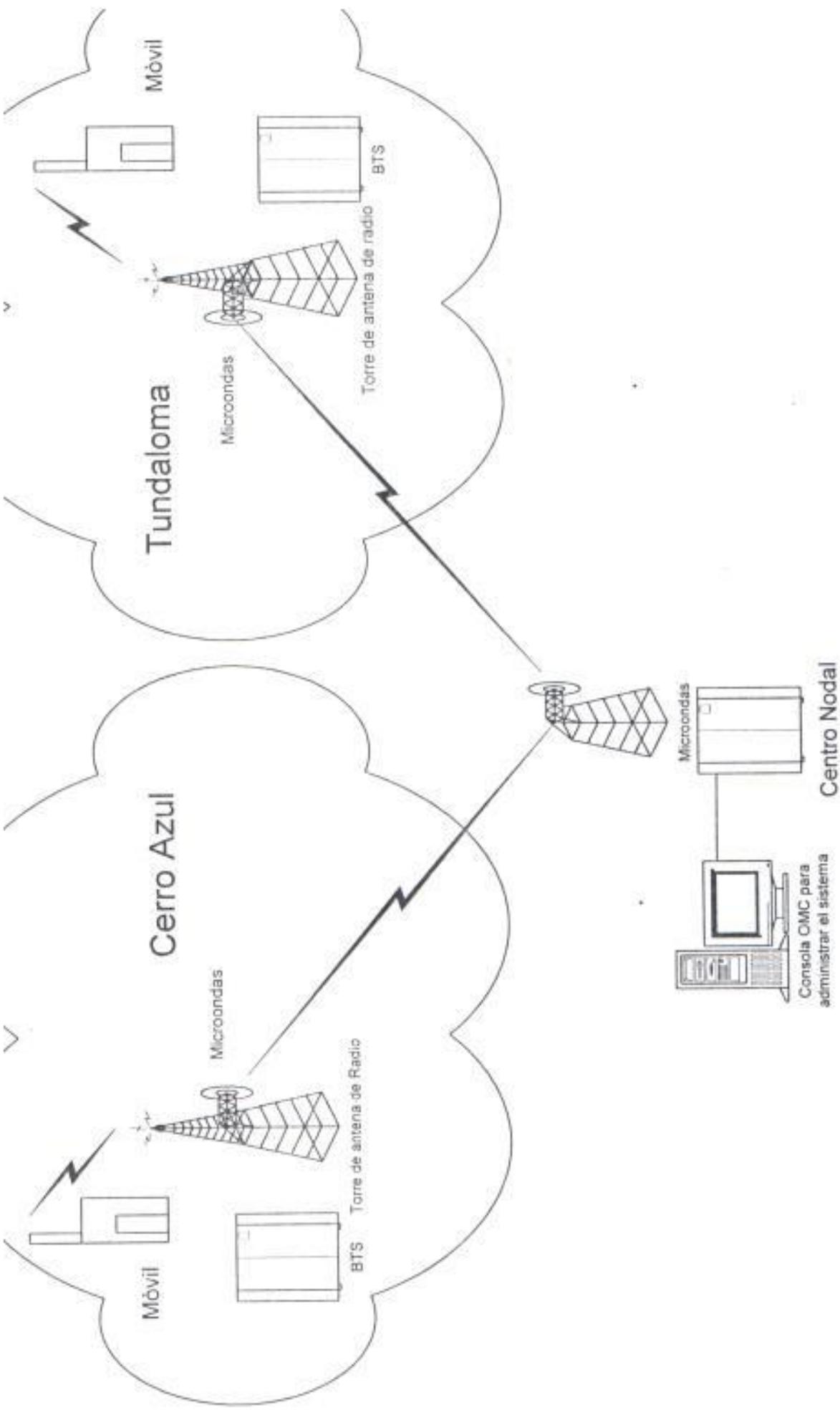


Diagrama Esquemático del Sistema TeTra con Microondas







## RALES

Frecuencia de operacion	==>	380	MHz
Distancia entre antenas	==>	123	Km
Altura topografica de Tx	==>	2894	m
Altura topografica de Rx	==>	2	m
Altura de antena Tx	==>	30	m
Altura de antena Rx	==>	2	m

## MICOS

Potencia de Transmisor	==>	25	Wat
Tipo de Linea de Transmision Tx	==>	Andrew FSJ1-50	
Perdidas en Linea Transmision Tx	==>	2.259483	dB
Longitud Linea Transmision Tx	==>	35	mt
Tipo de Linea de Transmision Rx	==>	Ninguna	
Perdidas en Linea Transmision Rx	==>	0	dB
Longitud Linea Transmision Rx	==>	0	mt
Perdidas Totales Linea Transmision	==>	2.259483	dB

Perdidas por obstruccion	==>	10	dB
Perdidas en Filtros usados	==>	3	dB
Sensitividad del Receptor	==>	.35	uV
Sensitividad del Receptor	==>	-116.1289	dBm
Impedancia de Antena Tx	==>	7.5	dB
Impedancia antena Rx	==>	0	dB

Potencia Efectiva Irradiada	==>	49.23563	dBm
Potencia Efectiva Irradiada	==>	83.86151	vat
Tenuacion de espacio libre	==>	125.8988	dB
Nivel de Recepcion	==>	-89.66312	dBm
Intensidad de Campo Electrico	==>	70.7175	uV/m
Margen de desvanecimiento	==>	26.46577	dB

Ing. Luzmila Ruizova A.

COMPUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

CERRO TUNDALOMA <=> COSTA

PROVINCIA DEL BOLIVAR; CERRO TUNDALOMA

Transmitter Latitude: 1:40:57.9S Longitude: 79:05:49.3W

Transmitter center of radiation: 2924.0 m AMSL ( 30.00 m AGL)

Frequency: 380.0000 MHz; Power: 83.741 W

Receiver antenna: 2.0 m AGL; 1.333 earth curvature

Path loss based on peak attenuation at inflection points.

Field values written to file FLD0001.TUN for plotting.

Az	7.0	83.741 W	.00 km	156.15 dBu
Az	7.0	83.741 W	3.00 km	73.16 dBu
Az	7.0	83.741 W	6.00 km	24.22 dBu
Az	7.0	83.741 W	9.00 km	-76.68 dBu
Az	7.0	83.741 W	12.00 km	-66.20 dBu
Az	7.0	83.741 W	15.00 km	-122.83 dBu
Az	7.0	83.741 W	18.00 km	-12.10 dBu
Az	7.0	83.741 W	21.00 km	-22.94 dBu
Az	7.0	83.741 W	24.00 km	-4.99 dBu
Az	7.0	83.741 W	27.00 km	-174.97 dBu
Az	7.0	83.741 W	30.00 km	-121.20 dBu
Az	7.0	83.741 W	33.00 km	-18.63 dBu
Az	7.0	83.741 W	36.00 km	-36.05 dBu
Az	7.0	83.741 W	39.00 km	-288.72 dBu *
Az	7.0	83.741 W	42.00 km	-211.70 dBu *
Az	7.0	83.741 W	45.00 km	-202.09 dBu *
Az	7.0	83.741 W	48.00 km	-197.06 dBu *
Az	7.0	83.741 W	51.00 km	-194.46 dBu *
Az	7.0	83.741 W	54.00 km	-193.99 dBu *
Az	7.0	83.741 W	57.00 km	-194.23 dBu *
Az	7.0	83.741 W	60.00 km	-194.91 dBu *
Az	7.0	83.741 W	63.00 km	-234.82 dBu *
Az	7.0	83.741 W	66.00 km	-197.13 dBu *
Az	7.0	83.741 W	69.00 km	-198.55 dBu *
Az	7.0	83.741 W	72.00 km	-200.07 dBu *
Az	7.0	83.741 W	75.00 km	-201.67 dBu *
Az	7.0	83.741 W	78.00 km	-203.33 dBu †
Az	7.0	83.741 W	81.00 km	-205.03 dBu †
Az	7.0	83.741 W	84.00 km	-206.75 dBu †
Az	7.0	83.741 W	87.00 km	-208.50 dBu †

\* - Computed field is beyond distance of available terrain data

† - Computed field is beyond TWICE the distance of terrain data results are unreliable; recompute with additional terrain data.

ING. LUZMILA RUILOVA A.

0509 03-G-1334

1435

1

## COMPUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

Az 7.0	83.741 W	90.00 km	-210.40 dBu †
Az 7.0	83.741 W	93.00 km	-212.64 dBu †
Az 7.0	83.741 W	96.00 km	-214.87 dBu †
Az 7.0	83.741 W	99.00 km	-217.07 dBu †
Az 7.0	83.741 W	102.00 km	-219.25 dBu †
Az 7.0	83.741 W	105.00 km	-221.41 dBu †
Az 7.0	83.741 W	108.00 km	-223.54 dBu †
Az 7.0	83.741 W	111.00 km	-225.64 dBu †
Az 7.0	83.741 W	114.00 km	-227.71 dBu †
Az 7.0	83.741 W	117.00 km	-229.75 dBu †
Az 7.0	83.741 W	120.00 km	-231.78 dBu †
Az 7.0	83.741 W	123.00 km	-233.77 dBu †
Az 7.0	83.741 W	124.00 km	-234.42 dBu †
Az 68.0	83.741 W	.00 km	156.15 dBu
Az 68.0	83.741 W	3.00 km	63.64 dBu
Az 68.0	83.741 W	6.00 km	65.83 dBu
Az 68.0	83.741 W	9.00 km	27.92 dBu
Az 68.0	83.741 W	12.00 km	35.68 dBu
Az 68.0	83.741 W	15.00 km	72.63 dBu
Az 68.0	83.741 W	18.00 km	71.04 dBu
Az 68.0	83.741 W	21.00 km	-33.94 dBu
Az 68.0	83.741 W	24.00 km	-24.84 dBu
Az 68.0	83.741 W	27.00 km	28.94 dBu
Az 68.0	83.741 W	30.00 km	37.76 dBu
Az 68.0	83.741 W	33.00 km	-63.75 dBu
Az 68.0	83.741 W	36.00 km	-282.97 dBu
Az 68.0	83.741 W	39.00 km	-334.34 dBu
Az 68.0	83.741 W	42.00 km	-352.94 dBu *
Az 68.0	83.741 W	45.00 km	-377.06 dBu *
Az 68.0	83.741 W	48.00 km	-377.63 dBu *
Az 68.0	83.741 W	51.00 km	-379.17 dBu *
Az 68.0	83.741 W	54.00 km	-381.00 dBu *
Az 68.0	83.741 W	57.00 km	-383.19 dBu *
Az 68.0	83.741 W	60.00 km	-385.81 dBu *
Az 68.0	83.741 W	63.00 km	-388.74 dBu *
Az 68.0	83.741 W	66.00 km	-391.80 dBu *
Az 68.0	83.741 W	69.00 km	-394.88 dBu *
Az 68.0	83.741 W	72.00 km	-397.92 dBu *
Az 68.0	83.741 W	75.00 km	-400.87 dBu *
Az 68.0	83.741 W	78.00 km	-403.73 dBu *
Az 68.0	83.741 W	81.00 km	-406.47 dBu †

\* - Computed field is beyond distance of available terrain data

† - Computed field is beyond TWICE the distance of terrain data  
results are unreliable; recompute with additional terrain data.

ING. LUZMILA RUILOVA A.

0509 03-G-1334

1435

1

## COMPUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

Az 68.0	83.741 W	84.00 km	-409.13 dBu f
Az 68.0	83.741 W	87.00 km	-411.73 dBu f
Az 68.0	83.741 W	90.00 km	-414.26 dBu f
Az 68.0	83.741 W	93.00 km	-416.74 dBu f
Az 68.0	83.741 W	96.00 km	-419.55 dBu f
Az 68.0	83.741 W	99.00 km	-422.59 dBu f
Az 68.0	83.741 W	102.00 km	-425.56 dBu f
Az 68.0	83.741 W	105.00 km	-428.47 dBu f
Az 68.0	83.741 W	108.00 km	-431.35 dBu f
Az 68.0	83.741 W	111.00 km	-434.23 dBu f
Az 68.0	83.741 W	114.00 km	-437.11 dBu f
Az 68.0	83.741 W	117.00 km	-439.95 dBu f
Az 68.0	83.741 W	120.00 km	-442.76 dBu f
Az 68.0	83.741 W	123.00 km	-445.54 dBu f
Az 68.0	83.741 W	124.00 km	-446.46 dBu f
Az 108.0	83.741 W	.00 km	156.15 dBu
Az 108.0	83.741 W	3.00 km	45.48 dBu
Az 108.0	83.741 W	6.00 km	-22.93 dBu
Az 108.0	83.741 W	9.00 km	-1.34 dBu
Az 108.0	83.741 W	12.00 km	38.11 dBu
Az 108.0	83.741 W	15.00 km	40.20 dBu
Az 108.0	83.741 W	18.00 km	29.21 dBu
Az 108.0	83.741 W	21.00 km	-28.08 dBu
Az 108.0	83.741 W	24.00 km	-14.41 dBu
Az 108.0	83.741 W	27.00 km	-162.32 dBu
Az 108.0	83.741 W	30.00 km	-291.15 dBu
Az 108.0	83.741 W	33.00 km	-263.22 dBu
Az 108.0	83.741 W	36.00 km	-388.72 dBu
Az 108.0	83.741 W	39.00 km	-509.22 dBu
Az 108.0	83.741 W	42.00 km	-573.63 dBu *
Az 108.0	83.741 W	45.00 km	-560.77 dBu *
Az 108.0	83.741 W	48.00 km	-596.35 dBu *
Az 108.0	83.741 W	51.00 km	-594.47 dBu *
Az 108.0	83.741 W	54.00 km	-595.54 dBu *
Az 108.0	83.741 W	57.00 km	-597.45 dBu *
Az 108.0	83.741 W	60.00 km	-599.83 dBu *
Az 108.0	83.741 W	63.00 km	-602.46 dBu *
Az 108.0	83.741 W	65.00 km	-605.24 dBu *
Az 108.0	83.741 W	69.00 km	-608.11 dBu *
Az 108.0	83.741 W	72.00 km	-611.04 dBu *
Az 108.0	83.741 W	75.00 km	-614.00 dBu *

\* - Computed field is beyond distance of available terrain data

f - Computed field is beyond TWICE the distance of terrain data  
results are unreliable; recompute with additional terrain data.

ING. LUZMILA RUILOVA A.

0509 03-G-1334

1435

1

## COMPUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

Az 108.0	83.741 W	78.00 km	-616.96 dBu *
Az 108.0	83.741 W	81.00 km	-619.93 dBu *
Az 108.0	83.741 W	84.00 km	-622.88 dBu †
Az 108.0	83.741 W	87.00 km	-625.82 dBu †
Az 108.0	83.741 W	90.00 km	-628.75 dBu †
Az 108.0	83.741 W	93.00 km	-631.69 dBu †
Az 108.0	83.741 W	96.00 km	-634.59 dBu †
Az 108.0	83.741 W	99.00 km	-637.46 dBu †
Az 108.0	83.741 W	102.00 km	-640.30 dBu †
Az 108.0	83.741 W	105.00 km	-643.10 dBu †
Az 108.0	83.741 W	108.00 km	-645.86 dBu †
Az 108.0	83.741 W	111.00 km	-648.59 dBu †
Az 108.0	83.741 W	114.00 km	-651.28 dBu †
Az 108.0	83.741 W	117.00 km	-653.94 dBu †
Az 108.0	83.741 W	120.00 km	-656.56 dBu †
Az 108.0	83.741 W	123.00 km	-659.13 dBu †
Az 108.0	83.741 W	124.00 km	-659.98 dBu †
Az 185.0	83.741 W	.00 km	156.15 dBu
Az 185.0	83.741 W	3.00 km	-2.05 dBu
Az 185.0	83.741 W	6.00 km	9.69 dBu
Az 185.0	83.741 W	9.00 km	-61.46 dBu
Az 185.0	83.741 W	12.00 km	-44.08 dBu
Az 185.0	83.741 W	15.00 km	26.18 dBu
Az 185.0	83.741 W	18.00 km	-47.63 dBu
Az 185.0	83.741 W	21.00 km	-273.23 dBu
Az 185.0	83.741 W	24.00 km	-83.04 dBu
Az 185.0	83.741 W	27.00 km	-129.00 dBu
Az 185.0	83.741 W	30.00 km	-228.17 dBu
Az 185.0	83.741 W	33.00 km	-186.14 dBu
Az 185.0	83.741 W	36.00 km	-72.25 dBu *
Az 185.0	83.741 W	39.00 km	-55.28 dBu *
Az 185.0	83.741 W	42.00 km	-37.28 dBu *
Az 185.0	83.741 W	45.00 km	-20.72 dBu *
Az 185.0	83.741 W	48.00 km	-4.56 dBu *
Az 185.0	83.741 W	51.00 km	7.35 dBu *
Az 185.0	83.741 W	54.00 km	15.77 dBu *
Az 185.0	83.741 W	57.00 km	16.47 dBu *
Az 185.0	83.741 W	60.00 km	17.58 dBu *
Az 185.0	83.741 W	63.00 km	18.87 dBu *
Az 185.0	83.741 W	66.00 km	20.15 dBu *
Az 185.0	83.741 W	69.00 km	21.33 dBu †

\* - Computed field is beyond distance of available terrain data

† - Computed field is beyond TWICE the distance of terrain data results are unreliable; recompute with additional terrain data.

ING. LUZMILA RUILOVA A.

9 03-G-1334

5

## COMPUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

Az 185.0	83.741 W	72.00 km	22.36 dBu †
Az 185.0	83.741 W	75.00 km	23.24 dBu †
Az 185.0	83.741 W	78.00 km	24.01 dBu †
Az 185.0	83.741 W	81.00 km	24.66 dBu †
Az 185.0	83.741 W	84.00 km	25.23 dBu †
Az 185.0	83.741 W	87.00 km	25.71 dBu †
Az 185.0	83.741 W	90.00 km	26.12 dBu †
Az 185.0	83.741 W	93.00 km	26.46 dBu †
Az 185.0	83.741 W	96.00 km	26.75 dBu †
Az 185.0	83.741 W	99.00 km	26.98 dBu †
Az 185.0	83.741 W	102.00 km	27.17 dBu †
Az 185.0	83.741 W	105.00 km	27.32 dBu †
Az 185.0	83.741 W	108.00 km	27.43 dBu †
Az 185.0	83.741 W	111.00 km	27.51 dBu †
Az 185.0	83.741 W	114.00 km	27.55 dBu †
Az 185.0	83.741 W	117.00 km	27.57 dBu †
Az 185.0	83.741 W	120.00 km	27.57 dBu †
Az 185.0	83.741 W	123.00 km	27.53 dBu †
Az 185.0	83.741 W	124.00 km	27.52 dBu †
Az 218.0	83.741 W	.00 km	156.15 dBu
Az 218.0	83.741 W	3.00 km	-41.22 dBu
Az 218.0	83.741 W	6.00 km	-145.27 dBu
Az 218.0	83.741 W	9.00 km	-182.34 dBu
Az 218.0	83.741 W	12.00 km	-64.90 dBu
Az 218.0	83.741 W	15.00 km	.25 dBu
Az 218.0	83.741 W	18.00 km	32.83 dBu
Az 218.0	83.741 W	21.00 km	-168.56 dBu
Az 218.0	83.741 W	24.00 km	-100.07 dBu
Az 218.0	83.741 W	27.00 km	-24.25 dBu
Az 218.0	83.741 W	30.00 km	-108.13 dBu
Az 218.0	83.741 W	33.00 km	-30.11 dBu
Az 218.0	83.741 W	36.00 km	-.38 dBu
Az 218.0	83.741 W	39.00 km	7.40 dBu
Az 218.0	83.741 W	42.00 km	15.29 dBu
Az 218.0	83.741 W	45.00 km	26.31 dBu *
Az 218.0	83.741 W	48.00 km	28.40 dBu *
Az 218.0	83.741 W	51.00 km	28.49 dBu *
Az 218.0	83.741 W	54.00 km	28.53 dBu *
Az 218.0	83.741 W	57.00 km	28.54 dBu *
Az 218.0	83.741 W	60.00 km	28.53 dBu *
Az 218.0	83.741 W	63.00 km	28.49 dBu *

\* - Computed field is beyond distance of available terrain data

† - Computed field is beyond TWICE the distance of terrain data results are unreliable; recompute with additional terrain data.

ING. LUZMILA RUILOVA A.

09 03-G-1334

36

1

## COMPUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

Az 218.0	83.741 W	66.00 km	28.43 dBu *
Az 218.0	83.741 W	69.00 km	28.36 dBu *
Az 218.0	83.741 W	72.00 km	28.27 dBu *
Az 218.0	83.741 W	75.00 km	28.17 dBu *
Az 218.0	83.741 W	78.00 km	28.07 dBu *
Az 218.0	83.741 W	81.00 km	27.96 dBu *
Az 218.0	83.741 W	84.00 km	27.84 dBu *
Az 218.0	83.741 W	87.00 km	27.72 dBu †
Az 218.0	83.741 W	90.00 km	27.59 dBu †
Az 218.0	83.741 W	93.00 km	27.46 dBu †
Az 218.0	83.741 W	96.00 km	27.33 dBu †
Az 218.0	83.741 W	99.00 km	27.20 dBu †
Az 218.0	83.741 W	102.00 km	27.06 dBu †
Az 218.0	83.741 W	105.00 km	26.92 dBu †
Az 218.0	83.741 W	108.00 km	26.79 dBu †
Az 218.0	83.741 W	111.00 km	26.65 dBu †
Az 218.0	83.741 W	114.00 km	26.51 dBu †
Az 218.0	83.741 W	117.00 km	26.37 dBu †
Az 218.0	83.741 W	120.00 km	26.23 dBu †
Az 218.0	83.741 W	123.00 km	26.09 dBu †
Az 218.0	83.741 W	124.00 km	26.04 dBu †
Az 234.0	83.741 W	.00 km	156.15 dBu
Az 234.0	83.741 W	3.00 km	-62.99 dBu
Az 234.0	83.741 W	6.00 km	-153.37 dBu
Az 234.0	83.741 W	9.00 km	-113.62 dBu
Az 234.0	83.741 W	12.00 km	-208.64 dBu
Az 234.0	83.741 W	15.00 km	-247.07 dBu
Az 234.0	83.741 W	18.00 km	-99.42 dBu
Az 234.0	83.741 W	21.00 km	-122.06 dBu
Az 234.0	83.741 W	24.00 km	-48.86 dBu
Az 234.0	83.741 W	27.00 km	18.41 dBu
Az 234.0	83.741 W	30.00 km	31.92 dBu
Az 234.0	83.741 W	33.00 km	32.49 dBu
Az 234.0	83.741 W	36.00 km	32.94 dBu
Az 234.0	83.741 W	39.00 km	33.25 dBu
Az 234.0	83.741 W	42.00 km	33.47 dBu
Az 234.0	83.741 W	45.00 km	33.60 dBu
Az 234.0	83.741 W	48.00 km	33.68 dBu
Az 234.0	83.741 W	51.00 km	33.71 dBu
Az 234.0	83.741 W	54.00 km	33.70 dBu
Az 234.0	83.741 W	57.00 km	33.64 dBu

\* - Computed field is beyond distance of available terrain data

† - Computed field is beyond TWICE the distance of terrain data results are unreliable; recompute with additional terrain data.

ING. LUZMILA RUILOVA A.

0509 03-G-1334

1436

1

## COMPUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

Az 234.0	83.741 W	60.00 km	33.58 dBu
Az 234.0	83.741 W	63.00 km	33.50 dBu
Az 234.0	83.741 W	66.00 km	33.42 dBu
Az 234.0	83.741 W	69.00 km	33.32 dBu
Az 234.0	83.741 W	72.00 km	33.21 dBu
Az 234.0	83.741 W	75.00 km	33.09 dBu
Az 234.0	83.741 W	78.00 km	32.96 dBu
Az 234.0	83.741 W	81.00 km	32.84 dBu
Az 234.0	83.741 W	84.00 km	32.70 dBu
Az 234.0	83.741 W	87.00 km	32.56 dBu
Az 234.0	83.741 W	90.00 km	32.42 dBu
Az 234.0	83.741 W	93.00 km	32.28 dBu
Az 234.0	83.741 W	96.00 km	32.13 dBu
Az 234.0	83.741 W	99.00 km	31.99 dBu
Az 234.0	83.741 W	102.00 km	31.84 dBu
Az 234.0	83.741 W	105.00 km	31.68 dBu
Az 234.0	83.741 W	108.00 km	31.53 dBu *
Az 234.0	83.741 W	111.00 km	31.36 dBu *
Az 234.0	83.741 W	114.00 km	31.19 dBu *
Az 234.0	83.741 W	117.00 km	31.03 dBu *
Az 234.0	83.741 W	120.00 km	30.87 dBu *
Az 234.0	83.741 W	123.00 km	30.72 dBu *
Az 234.0	83.741 W	124.00 km	30.67 dBu *
Az 260.0	83.741 W	.00 km	156.15 dBu
Az 260.0	83.741 W	3.00 km	-40.23 dBu
Az 260.0	83.741 W	6.00 km	-5.45 dBu
Az 260.0	83.741 W	9.00 km	5.14 dBu
Az 260.0	83.741 W	12.00 km	27.74 dBu
Az 260.0	83.741 W	15.00 km	-6.76 dBu
Az 260.0	83.741 W	18.00 km	-54.62 dBu
Az 260.0	83.741 W	21.00 km	-2.21 dBu
Az 260.0	83.741 W	24.00 km	28.26 dBu
Az 260.0	83.741 W	27.00 km	32.33 dBu
Az 260.0	83.741 W	30.00 km	37.37 dBu
Az 260.0	83.741 W	33.00 km	42.63 dBu
Az 260.0	83.741 W	36.00 km	48.28 dBu
Az 260.0	83.741 W	39.00 km	53.53 dBu *
Az 260.0	83.741 W	42.00 km	55.44 dBu *
Az 260.0	83.741 W	45.00 km	57.00 dBu *
Az 260.0	83.741 W	48.00 km	58.31 dBu *
Az 260.0	83.741 W	51.00 km	59.43 dBu *

\* - Computed field is beyond distance of available terrain data.

! - Computed field is beyond TWICE the distance of terrain data results are unreliable; recompute with additional terrain data.

ING. LUZMILA RUILOVA A.

0509 03-G-1334

1436

1

## COMPUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

Az 260.0	83.741 W	54.00 km	60.38 dBu *
Az 260.0	83.741 W	57.00 km	61.03 dBu *
Az 260.0	83.741 W	60.00 km	60.59 dBu *
Az 260.0	83.741 W	63.00 km	60.16 dBu *
Az 260.0	83.741 W	66.00 km	59.76 dBu *
Az 260.0	83.741 W	69.00 km	59.37 dBu *
Az 260.0	83.741 W	72.00 km	59.00 dBu *
Az 260.0	83.741 W	75.00 km	58.65 dBu †
Az 260.0	83.741 W	78.00 km	58.31 dBu †
Az 260.0	83.741 W	81.00 km	57.98 dBu †
Az 260.0	83.741 W	84.00 km	57.66 dBu †
Az 260.0	83.741 W	87.00 km	57.36 dBu †
Az 260.0	83.741 W	90.00 km	57.06 dBu †
Az 260.0	83.741 W	93.00 km	56.78 dBu †
Az 260.0	83.741 W	96.00 km	56.50 dBu †
Az 260.0	83.741 W	99.00 km	56.24 dBu †
Az 260.0	83.741 W	102.00 km	55.98 dBu †
Az 260.0	83.741 W	105.00 km	55.73 dBu †
Az 260.0	83.741 W	108.00 km	55.48 dBu †
Az 260.0	83.741 W	111.00 km	55.24 dBu †
Az 260.0	83.741 W	114.00 km	55.01 dBu †
Az 260.0	83.741 W	117.00 km	54.79 dBu †
Az 260.0	83.741 W	120.00 km	54.57 dBu †
Az 260.0	83.741 W	123.00 km	54.35 dBu †
Az 260.0	83.741 W	124.00 km	54.28 dBu †
Az 277.0	83.741 W	.00 km	156.15 dBu
Az 277.0	83.741 W	3.00 km	-24.70 dBu
Az 277.0	83.741 W	6.00 km	-84.07 dBu
Az 277.0	83.741 W	9.00 km	-6.64 dBu
Az 277.0	83.741 W	12.00 km	35.47 dBu
Az 277.0	83.741 W	15.00 km	-3.28 dBu
Az 277.0	83.741 W	18.00 km	31.88 dBu
Az 277.0	83.741 W	21.00 km	39.65 dBu
Az 277.0	83.741 W	24.00 km	55.23 dBu
Az 277.0	83.741 W	27.00 km	34.63 dBu
Az 277.0	83.741 W	30.00 km	-1.14 dBu
Az 277.0	83.741 W	33.00 km	51.72 dBu
Az 277.0	83.741 W	36.00 km	62.20 dBu
Az 277.0	83.741 W	39.00 km	64.33 dBu
Az 277.0	83.741 W	42.00 km	63.68 dBu
Az 277.0	83.741 W	45.00 km	63.08 dBu

\* - Computed field is beyond distance of available terrain data

† - Computed field is beyond TWICE the distance of terrain data results are unreliable; recompute with additional terrain data.

ING. LUZMILA RUILOVA A.

509 03-G-1334

437

1

## COMPUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

Az 277.0	83.741 W	48.00 km	62.52 dBu
Az 277.0	83.741 W	51.00 km	62.00 dBu
Az 277.0	83.741 W	54.00 km	61.50 dBu *
Az 277.0	83.741 W	57.00 km	61.03 dBu *
Az 277.0	83.741 W	60.00 km	60.59 dBu *
Az 277.0	83.741 W	63.00 km	60.16 dBu *
Az 277.0	83.741 W	66.00 km	59.76 dBu *
Az 277.0	83.741 W	69.00 km	59.37 dBu *
Az 277.0	83.741 W	72.00 km	59.00 dBu *
Az 277.0	83.741 W	75.00 km	58.65 dBu *
Az 277.0	83.741 W	78.00 km	58.31 dBu *
Az 277.0	83.741 W	81.00 km	57.98 dBu *
Az 277.0	83.741 W	84.00 km	57.66 dBu *
Az 277.0	83.741 W	87.00 km	57.36 dBu *
Az 277.0	83.741 W	90.00 km	57.06 dBu *
Az 277.0	83.741 W	93.00 km	56.78 dBu *
Az 277.0	83.741 W	96.00 km	56.50 dBu *
Az 277.0	83.741 W	99.00 km	56.24 dBu *
Az 277.0	83.741 W	102.00 km	55.98 dBu *
Az 277.0	83.741 W	105.00 km	55.73 dBu †
Az 277.0	83.741 W	108.00 km	55.48 dBu †
Az 277.0	83.741 W	111.00 km	55.24 dBu †
Az 277.0	83.741 W	114.00 km	55.01 dBu †
Az 277.0	83.741 W	117.00 km	54.79 dBu †
Az 277.0	83.741 W	120.00 km	54.57 dBu †
Az 277.0	83.741 W	123.00 km	54.35 dBu †
Az 277.0	83.741 W	124.00 km	54.28 dBu †
Az 300.0	83.741 W	.00 km	156.15 dBu
Az 300.0	83.741 W	3.00 km	-5.81 dBu
Az 300.0	83.741 W	6.00 km	-59.90 dBu
Az 300.0	83.741 W	9.00 km	66.83 dBu
Az 300.0	83.741 W	12.00 km	54.74 dBu
Az 300.0	83.741 W	15.00 km	-72.18 dBu
Az 300.0	83.741 W	18.00 km	-10.24 dBu
Az 300.0	83.741 W	21.00 km	26.27 dBu
Az 300.0	83.741 W	24.00 km	11.75 dBu
Az 300.0	83.741 W	27.00 km	.59 dBu
Az 300.0	83.741 W	30.00 km	41.27 dBu
Az 300.0	83.741 W	33.00 km	63.65 dBu
Az 300.0	83.741 W	36.00 km	65.02 dBu
Az 300.0	83.741 W	39.00 km	64.33 dBu

\* - Computed field is beyond distance of available terrain data

† - Computed field is beyond TWICE the distance of terrain data  
results are unreliable; recompute with additional terrain data.

ING. LUZMILA RUILOVA A.

509 03-G-1334

437

1

## COMPUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

Az 300.0	83.741 W	42.00 km	63.68 dBu
Az 300.0	83.741 W	45.00 km	63.08 dBu
Az 300.0	83.741 W	48.00 km	62.52 dBu
Az 300.0	83.741 W	51.00 km	62.00 dBu *
Az 300.0	83.741 W	54.00 km	61.50 dBu *
Az 300.0	83.741 W	57.00 km	61.03 dBu *
Az 300.0	83.741 W	60.00 km	60.59 dBu *
Az 300.0	83.741 W	63.00 km	60.16 dBu *
Az 300.0	83.741 W	66.00 km	59.76 dBu *
Az 300.0	83.741 W	69.00 km	59.37 dBu *
Az 300.0	83.741 W	72.00 km	59.00 dBu *
Az 300.0	83.741 W	75.00 km	58.65 dBu *
Az 300.0	83.741 W	78.00 km	58.31 dBu *
Az 300.0	83.741 W	81.00 km	57.98 dBu *
Az 300.0	83.741 W	84.00 km	57.66 dBu *
Az 300.0	83.741 W	87.00 km	57.36 dBu *
Az 300.0	83.741 W	90.00 km	57.06 dBu *
Az 300.0	83.741 W	93.00 km	56.78 dBu *
Az 300.0	83.741 W	96.00 km	56.50 dBu *
Az 300.0	83.741 W	99.00 km	56.24 dBu †
Az 300.0	83.741 W	102.00 km	55.98 dBu †
Az 300.0	83.741 W	105.00 km	55.73 dBu †
Az 300.0	83.741 W	108.00 km	55.48 dBu †
Az 300.0	83.741 W	111.00 km	55.24 dBu †
Az 300.0	83.741 W	114.00 km	55.01 dBu †
Az 300.0	83.741 W	117.00 km	54.79 dBu †
Az 300.0	83.741 W	120.00 km	54.57 dBu †
Az 300.0	83.741 W	123.00 km	54.35 dBu †
Az 300.0	83.741 W	124.00 km	54.28 dBu †
Az 314.0	83.741 W	.00 km	156.15 dBu
Az 314.0	83.741 W	3.00 km	24.33 dBu
Az 314.0	83.741 W	6.00 km	40.83 dBu
Az 314.0	83.741 W	9.00 km	25.55 dBu
Az 314.0	83.741 W	12.00 km	-25.00 dBu
Az 314.0	83.741 W	15.00 km	-167.67 dBu
Az 314.0	83.741 W	18.00 km	-69.18 dBu
Az 314.0	83.741 W	21.00 km	51.32 dBu
Az 314.0	83.741 W	24.00 km	22.77 dBu
Az 314.0	83.741 W	27.00 km	3.60 dBu
Az 314.0	83.741 W	30.00 km	-100.85 dBu
Az 314.0	83.741 W	33.00 km	-43.64 dBu

\* - Computed field is beyond distance of available terrain data

† - Computed field is beyond TWICE the distance of terrain data results are unreliable; recompute with additional terrain data.

ING. LUZMILA RUILOVA A.

1509 03-G-1334

1437

1

## COMPUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

Az 314.0	83.741 W	36.00 km	17.56 dBu
Az 314.0	83.741 W	39.00 km	27.07 dBu
Az 314.0	83.741 W	42.00 km	33.15 dBu
Az 314.0	83.741 W	45.00 km	18.45 dBu
Az 314.0	83.741 W	48.00 km	46.41 dBu
Az 314.0	83.741 W	51.00 km	57.59 dBu
Az 314.0	83.741 W	54.00 km	60.80 dBu
Az 314.0	83.741 W	57.00 km	61.03 dBu
Az 314.0	83.741 W	60.00 km	60.59 dBu
Az 314.0	83.741 W	63.00 km	60.16 dBu
Az 314.0	83.741 W	66.00 km	59.76 dBu
Az 314.0	83.741 W	69.00 km	59.37 dBu
Az 314.0	83.741 W	72.00 km	59.00 dBu
Az 314.0	83.741 W	75.00 km	58.65 dBu
Az 314.0	83.741 W	78.00 km	58.31 dBu
Az 314.0	83.741 W	81.00 km	57.98 dBu
Az 314.0	83.741 W	84.00 km	57.66 dBu
Az 314.0	83.741 W	87.00 km	57.36 dBu
Az 314.0	83.741 W	90.00 km	57.06 dBu
Az 314.0	83.741 W	93.00 km	56.78 dBu *
Az 314.0	83.741 W	96.00 km	56.50 dBu *
Az 314.0	83.741 W	99.00 km	56.24 dBu *
Az 314.0	83.741 W	102.00 km	55.98 dBu *
Az 314.0	83.741 W	105.00 km	55.73 dBu *
Az 314.0	83.741 W	108.00 km	55.48 dBu *
Az 314.0	83.741 W	111.00 km	55.24 dBu *
Az 314.0	83.741 W	114.00 km	55.01 dBu *
Az 314.0	83.741 W	117.00 km	54.79 dBu *
Az 314.0	83.741 W	120.00 km	54.57 dBu *
Az 314.0	83.741 W	123.00 km	54.35 dBu *
Az 314.0	83.741 W	124.00 km	54.28 dBu *
Az 323.0	83.741 W	.00 km	156.15 dBu
Az 323.0	83.741 W	3.00 km	-71.00 dBu
Az 323.0	83.741 W	6.00 km	15.52 dBu
Az 323.0	83.741 W	9.00 km	-118.90 dBu
Az 323.0	83.741 W	12.00 km	-73.87 dBu
Az 323.0	83.741 W	15.00 km	-38.45 dBu
Az 323.0	83.741 W	18.00 km	13.82 dBu
Az 323.0	83.741 W	21.00 km	57.40 dBu
Az 323.0	83.741 W	24.00 km	41.24 dBu
Az 323.0	83.741 W	27.00 km	-138.71 dBu

\* - Computed field is beyond distance of available terrain data

! - Computed field is beyond TWICE the distance of terrain data  
results are unreliable; recompute with additional terrain data.

ING. LUZMILA RUILOVA A.

509 03-G-1334

137

1

## COMPUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

Az 323.0	83.741 W	30.00 km	-77.75 dBu
Az 323.0	83.741 W	33.00 km	-315.80 dBu
Az 323.0	83.741 W	36.00 km	-150.66 dBu
Az 323.0	83.741 W	39.00 km	62.71 dBu
Az 323.0	83.741 W	42.00 km	45.34 dBu
Az 323.0	83.741 W	45.00 km	-45.70 dBu
Az 323.0	83.741 W	48.00 km	-25.57 dBu
Az 323.0	83.741 W	51.00 km	27.86 dBu
Az 323.0	83.741 W	54.00 km	36.72 dBu
Az 323.0	83.741 W	57.00 km	42.72 dBu
Az 323.0	83.741 W	60.00 km	52.00 dBu
Az 323.0	83.741 W	63.00 km	60.16 dBu
Az 323.0	83.741 W	66.00 km	59.76 dBu
Az 323.0	83.741 W	69.00 km	46.05 dBu
Az 323.0	83.741 W	72.00 km	59.00 dBu
Az 323.0	83.741 W	75.00 km	58.65 dBu
Az 323.0	83.741 W	78.00 km	58.31 dBu
Az 323.0	83.741 W	81.00 km	57.98 dBu
Az 323.0	83.741 W	84.00 km	57.66 dBu
Az 323.0	83.741 W	87.00 km	48.71 dBu
Az 323.0	83.741 W	90.00 km	57.06 dBu
Az 323.0	83.741 W	93.00 km	56.78 dBu
Az 323.0	83.741 W	96.00 km	56.50 dBu
Az 323.0	83.741 W	99.00 km	35.51 dBu
Az 323.0	83.741 W	102.00 km	55.98 dBu
Az 323.0	83.741 W	105.00 km	55.73 dBu
Az 323.0	83.741 W	108.00 km	55.48 dBu
Az 323.0	83.741 W	111.00 km	19.74 dBu
Az 323.0	83.741 W	114.00 km	54.21 dBu
Az 323.0	83.741 W	117.00 km	53.85 dBu
Az 323.0	83.741 W	120.00 km	-42.66 dBu
Az 323.0	83.741 W	123.00 km	54.35 dBu *
Az 323.0	83.741 W	124.00 km	54.28 dBu *
Az 328.0	83.741 W	.00 km	156.15 dBu
Az 328.0	83.741 W	3.00 km	32.89 dBu
Az 328.0	83.741 W	6.00 km	75.72 dBu
Az 328.0	83.741 W	9.00 km	-173.51 dBu
Az 328.0	83.741 W	12.00 km	-240.22 dBu
Az 328.0	83.741 W	15.00 km	-83.67 dBu
Az 328.0	83.741 W	18.00 km	-33.34 dBu
Az 328.0	83.741 W	21.00 km	14.11 dBu

\* - Computed field is beyond distance of available terrain data

! - Computed field is beyond TWICE the distance of terrain data results are unreliable; recompute with additional terrain data.

ING. LUZMILA RUILOVA A.

0509 03-G-1334

1437

1

COMPUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

Az 328.0	83.741 W	24.00 km	-45.20 dBu
Az 328.0	83.741 W	27.00 km	-92.18 dBu
Az 328.0	83.741 W	30.00 km	-108.46 dBu
Az 328.0	83.741 W	33.00 km	-81.12 dBu
Az 328.0	83.741 W	36.00 km	-4.21 dBu
Az 328.0	83.741 W	39.00 km	24.36 dBu
Az 328.0	83.741 W	42.00 km	-106.70 dBu
Az 328.0	83.741 W	45.00 km	30.77 dBu
Az 328.0	83.741 W	48.00 km	-37.85 dBu
Az 328.0	83.741 W	51.00 km	-54.68 dBu
Az 328.0	83.741 W	54.00 km	24.10 dBu
Az 328.0	83.741 W	57.00 km	46.67 dBu
Az 328.0	83.741 W	60.00 km	60.59 dBu
Az 328.0	83.741 W	63.00 km	60.16 dBu
Az 328.0	83.741 W	66.00 km	59.76 dBu
Az 328.0	83.741 W	69.00 km	59.37 dBu
Az 328.0	83.741 W	72.00 km	59.00 dBu
Az 328.0	83.741 W	75.00 km	58.65 dBu
Az 328.0	83.741 W	78.00 km	58.31 dBu
Az 328.0	83.741 W	81.00 km	57.98 dBu
Az 328.0	83.741 W	84.00 km	57.66 dBu
Az 328.0	83.741 W	87.00 km	57.36 dBu
Az 328.0	83.741 W	90.00 km	57.06 dBu
Az 328.0	83.741 W	93.00 km	56.78 dBu
Az 328.0	83.741 W	96.00 km	25.48 dBu
Az 328.0	83.741 W	99.00 km	31.72 dBu
Az 328.0	83.741 W	102.00 km	55.98 dBu
Az 328.0	83.741 W	105.00 km	55.73 dBu
Az 328.0	83.741 W	108.00 km	55.48 dBu
Az 328.0	83.741 W	111.00 km	55.24 dBu
Az 328.0	83.741 W	114.00 km	55.01 dBu
Az 328.0	83.741 W	117.00 km	36.61 dBu
Az 328.0	83.741 W	120.00 km	54.57 dBu
Az 328.0	83.741 W	123.00 km	48.85 dBu
Az 328.0	83.741 W	124.00 km	53.46 dBu
Az 330.0	83.741 W	.00 km	156.15 dBu
Az 330.0	83.741 W	3.00 km	32.85 dBu
Az 330.0	83.741 W	6.00 km	71.15 dBu
Az 330.0	83.741 W	9.00 km	-173.05 dBu
Az 330.0	83.741 W	12.00 km	-331.01 dBu
Az 330.0	83.741 W	15.00 km	-144.30 dBu

\* - Computed field is beyond distance of available terrain data

! - Computed field is beyond TWICE the distance of terrain data  
results are unreliable; recompute with additional terrain data.

ING. LUZMILA RUILOVA A.

509 03-G-1334

438

1

## COMPUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

Az 330.0	83.741 W	18.00 km	-14.05 dBu
Az 330.0	83.741 W	21.00 km	38.05 dBu
Az 330.0	83.741 W	24.00 km	-5.96 dBu
Az 330.0	83.741 W	27.00 km	-47.60 dBu
Az 330.0	83.741 W	30.00 km	-21.32 dBu
Az 330.0	83.741 W	33.00 km	-12.00 dBu
Az 330.0	83.741 W	36.00 km	16.99 dBu
Az 330.0	83.741 W	39.00 km	22.36 dBu
Az 330.0	83.741 W	42.00 km	37.65 dBu
Az 330.0	83.741 W	45.00 km	20.64 dBu
Az 330.0	83.741 W	48.00 km	-15.55 dBu
Az 330.0	83.741 W	51.00 km	-118.17 dBu
Az 330.0	83.741 W	54.00 km	.96 dBu
Az 330.0	83.741 W	57.00 km	42.62 dBu
Az 330.0	83.741 W	60.00 km	53.63 dBu
Az 330.0	83.741 W	63.00 km	60.16 dBu
Az 330.0	83.741 W	66.00 km	59.76 dBu
Az 330.0	83.741 W	69.00 km	59.37 dBu
Az 330.0	83.741 W	72.00 km	59.00 dBu
Az 330.0	83.741 W	75.00 km	58.65 dBu
Az 330.0	83.741 W	78.00 km	58.31 dBu
Az 330.0	83.741 W	81.00 km	57.98 dBu
Az 330.0	83.741 W	84.00 km	57.66 dBu
Az 330.0	83.741 W	87.00 km	57.36 dBu
Az 330.0	83.741 W	90.00 km	57.06 dBu
Az 330.0	83.741 W	93.00 km	56.78 dBu
Az 330.0	83.741 W	96.00 km	40.64 dBu
Az 330.0	83.741 W	99.00 km	56.24 dBu
Az 330.0	83.741 W	102.00 km	55.98 dBu
Az 330.0	83.741 W	105.00 km	55.51 dBu
Az 330.0	83.741 W	108.00 km	32.05 dBu
Az 330.0	83.741 W	111.00 km	55.04 dBu
Az 330.0	83.741 W	114.00 km	38.87 dBu
Az 330.0	83.741 W	117.00 km	27.66 dBu
Az 330.0	83.741 W	120.00 km	31.29 dBu
Az 330.0	83.741 W	123.00 km	35.79 dBu
Az 330.0	83.741 W	124.00 km	54.18 dBu *
Az 331.0	83.741 W	.00 km	156.15 dBu
Az 331.0	83.741 W	3.00 km	16.16 dBu
Az 331.0	83.741 W	6.00 km	5.59 dBu
Az 331.0	83.741 W	9.00 km	-92.11 dBu

\* - Computed field is beyond distance of available terrain data

1 - Computed field is beyond TWICE the distance of terrain data results are unreliable; recompute with additional terrain data.

ING. LUZMILA RUILOVA A.

09 03-G-1334

38

## COMPUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

Az 331.0	83.741 W	12.00 km	-203.45 dBu
Az 331.0	83.741 W	15.00 km	-12.92 dBu
Az 331.0	83.741 W	18.00 km	7.81 dBu
Az 331.0	83.741 W	21.00 km	20.80 dBu
Az 331.0	83.741 W	24.00 km	13.12 dBu
Az 331.0	83.741 W	27.00 km	-.06 dBu
Az 331.0	83.741 W	30.00 km	-106.12 dBu
Az 331.0	83.741 W	33.00 km	-.79 dBu
Az 331.0	83.741 W	36.00 km	47.24 dBu *
Az 331.0	83.741 W	39.00 km	54.15 dBu *
Az 331.0	83.741 W	42.00 km	59.37 dBu *
Az 331.0	83.741 W	45.00 km	62.24 dBu *
Az 331.0	83.741 W	48.00 km	62.52 dBu *
Az 331.0	83.741 W	51.00 km	62.00 dBu *
Az 331.0	83.741 W	54.00 km	61.50 dBu *
Az 331.0	83.741 W	57.00 km	61.03 dBu *
Az 331.0	83.741 W	60.00 km	60.59 dBu *
Az 331.0	83.741 W	63.00 km	60.16 dBu *
Az 331.0	83.741 W	66.00 km	59.76 dBu *
Az 331.0	83.741 W	69.00 km	59.37 dBu *
Az 331.0	83.741 W	72.00 km	59.00 dBu !
Az 331.0	83.741 W	75.00 km	58.65 dBu !
Az 331.0	83.741 W	78.00 km	58.31 dBu !
Az 331.0	83.741 W	81.00 km	57.98 dBu !
Az 331.0	83.741 W	84.00 km	57.66 dBu !
Az 331.0	83.741 W	87.00 km	57.36 dBu !
Az 331.0	83.741 W	90.00 km	57.06 dBu !
Az 331.0	83.741 W	93.00 km	56.78 dBu !
Az 331.0	83.741 W	96.00 km	56.50 dBu !
Az 331.0	83.741 W	99.00 km	56.24 dBu !
Az 331.0	83.741 W	102.00 km	55.98 dBu !
Az 331.0	83.741 W	105.00 km	55.73 dBu !
Az 331.0	83.741 W	108.00 km	55.48 dBu !
Az 331.0	83.741 W	111.00 km	55.24 dBu !
Az 331.0	83.741 W	114.00 km	55.01 dBu !
Az 331.0	83.741 W	117.00 km	54.79 dBu !
Az 331.0	83.741 W	120.00 km	54.57 dBu !
Az 331.0	83.741 W	123.00 km	54.35 dBu !
Az 331.0	83.741 W	124.00 km	54.28 dBu !
Az 332.0	83.741 W	.00 km	156.15 dBu
Az 332.0	83.741 W	3.00 km	17.67 dBu

\* - Computed field is beyond distance of available terrain data  
 ! - Computed field is beyond TWICE the distance of terrain data  
 results are unreliable; recompute with additional terrain data.

NG. LUZMILA RUILOVA A.

03-G-1334

## COMPUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

Az 332.0	83.741 W	6.00 km	3.42 dBu
Az 332.0	83.741 W	9.00 km	-101.55 dBu
Az 332.0	83.741 W	12.00 km	-375.70 dBu
Az 332.0	83.741 W	15.00 km	-82.50 dBu
Az 332.0	83.741 W	18.00 km	-20.10 dBu
Az 332.0	83.741 W	21.00 km	26.65 dBu
Az 332.0	83.741 W	24.00 km	11.79 dBu
Az 332.0	83.741 W	27.00 km	-70.48 dBu
Az 332.0	83.741 W	30.00 km	-116.87 dBu
Az 332.0	83.741 W	33.00 km	-47.47 dBu
Az 332.0	83.741 W	36.00 km	42.31 dBu
Az 332.0	83.741 W	39.00 km	28.26 dBu
Az 332.0	83.741 W	42.00 km	-67.79 dBu
Az 332.0	83.741 W	45.00 km	58.48 dBu
Az 332.0	83.741 W	48.00 km	-176.39 dBu
Az 332.0	83.741 W	51.00 km	-91.82 dBu
Az 332.0	83.741 W	54.00 km	-25.18 dBu
Az 332.0	83.741 W	57.00 km	2.28 dBu
Az 332.0	83.741 W	60.00 km	41.94 dBu
Az 332.0	83.741 W	63.00 km	51.88 dBu
Az 332.0	83.741 W	66.00 km	57.81 dBu
Az 332.0	83.741 W	69.00 km	59.37 dBu
Az 332.0	83.741 W	72.00 km	59.00 dBu
Az 332.0	83.741 W	75.00 km	58.65 dBu
Az 332.0	83.741 W	78.00 km	58.31 dBu
Az 332.0	83.741 W	81.00 km	57.98 dBu
Az 332.0	83.741 W	84.00 km	57.66 dBu *
Az 332.0	83.741 W	87.00 km	57.36 dBu *
Az 332.0	83.741 W	90.00 km	57.06 dBu *
Az 332.0	83.741 W	93.00 km	56.78 dBu *
Az 332.0	83.741 W	96.00 km	56.50 dBu *
Az 332.0	83.741 W	99.00 km	56.24 dBu *
Az 332.0	83.741 W	102.00 km	55.98 dBu *
Az 332.0	83.741 W	105.00 km	55.73 dBu *
Az 332.0	83.741 W	108.00 km	55.48 dBu *
Az 332.0	83.741 W	111.00 km	55.24 dBu *
Az 332.0	83.741 W	114.00 km	55.01 dBu *
Az 332.0	83.741 W	117.00 km	54.79 dBu *
Az 332.0	83.741 W	120.00 km	54.57 dBu *
Az 332.0	83.741 W	123.00 km	54.35 dBu *
Az 332.0	83.741 W	124.00 km	54.28 dBu *

\* - Computed field is beyond distance of available terrain data

! - Computed field is beyond TWICE the distance of terrain data  
results are unreliable; recompute with additional terrain data.

ING. LUZMILA RUILOVA A.

9 03-G-1334

8

## COMPUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

Az 334.0	83.741 W	.00 km	156.15 dBu
Az 334.0	83.741 W	3.00 km	47.72 dBu
Az 334.0	83.741 W	6.00 km	-50.54 dBu
Az 334.0	83.741 W	9.00 km	-98.10 dBu
Az 334.0	83.741 W	12.00 km	-135.27 dBu
Az 334.0	83.741 W	15.00 km	-9.20 dBu
Az 334.0	83.741 W	18.00 km	-55.23 dBu
Az 334.0	83.741 W	21.00 km	3.31 dBu
Az 334.0	83.741 W	24.00 km	-4.95 dBu
Az 334.0	83.741 W	27.00 km	-41.46 dBu
Az 334.0	83.741 W	30.00 km	-109.58 dBu
Az 334.0	83.741 W	33.00 km	17.55 dBu
Az 334.0	83.741 W	36.00 km	64.61 dBu
Az 334.0	83.741 W	39.00 km	-60.38 dBu
Az 334.0	83.741 W	42.00 km	42.57 dBu
Az 334.0	83.741 W	45.00 km	-83.15 dBu
Az 334.0	83.741 W	48.00 km	-125.82 dBu
Az 334.0	83.741 W	51.00 km	-173.54 dBu
Az 334.0	83.741 W	54.00 km	-48.98 dBu
Az 334.0	83.741 W	57.00 km	11.76 dBu
Az 334.0	83.741 W	60.00 km	25.00 dBu
Az 334.0	83.741 W	63.00 km	39.48 dBu
Az 334.0	83.741 W	66.00 km	55.68 dBu
Az 334.0	83.741 W	69.00 km	59.37 dBu
Az 334.0	83.741 W	72.00 km	59.00 dBu
Az 334.0	83.741 W	75.00 km	58.65 dBu
Az 334.0	83.741 W	78.00 km	58.31 dBu
Az 334.0	83.741 W	81.00 km	57.98 dBu
Az 334.0	83.741 W	84.00 km	57.66 dBu
Az 334.0	83.741 W	87.00 km	57.36 dBu
Az 334.0	83.741 W	90.00 km	57.06 dBu
Az 334.0	83.741 W	93.00 km	56.78 dBu
Az 334.0	83.741 W	96.00 km	56.50 dBu
Az 334.0	83.741 W	99.00 km	56.24 dBu
Az 334.0	83.741 W	102.00 km	55.98 dBu
Az 334.0	83.741 W	105.00 km	55.73 dBu
Az 334.0	83.741 W	108.00 km	23.69 dBu
Az 334.0	83.741 W	111.00 km	54.49 dBu
Az 334.0	83.741 W	114.00 km	55.01 dBu
Az 334.0	83.741 W	117.00 km	45.49 dBu
Az 334.0	83.741 W	120.00 km	29.71 dBu

- Computed field is beyond distance of available terrain data
- Computed field is beyond TWICE the distance of terrain data results are unreliable; recompute with additional terrain data.

G. LUZMILA RUILOVA A.  
03-G-1334

COMPUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

Az 334.0	83.741 W	123.00 km	54.35 dBu *
Az 334.0	83.741 W	124.00 km	54.28 dBu *
Az 351.0	83.741 W	.00 km	156.15 dBu
Az 351.0	83.741 W	3.00 km	86.60 dBu
Az 351.0	83.741 W	6.00 km	-79.73 dBu
Az 351.0	83.741 W	9.00 km	-272.20 dBu
Az 351.0	83.741 W	12.00 km	-151.88 dBu
Az 351.0	83.741 W	15.00 km	-9.10 dBu
Az 351.0	83.741 W	18.00 km	-186.22 dBu
Az 351.0	83.741 W	21.00 km	-93.04 dBu
Az 351.0	83.741 W	24.00 km	-28.42 dBu
Az 351.0	83.741 W	27.00 km	-154.89 dBu
Az 351.0	83.741 W	30.00 km	-261.91 dBu
Az 351.0	83.741 W	33.00 km	-240.29 dBu
Az 351.0	83.741 W	36.00 km	19.21 dBu
Az 351.0	83.741 W	39.00 km	-18.46 dBu *
Az 351.0	83.741 W	42.00 km	-.73 dBu *
Az 351.0	83.741 W	45.00 km	6.77 dBu *
Az 351.0	83.741 W	48.00 km	12.32 dBu *
Az 351.0	83.741 W	51.00 km	18.80 dBu *
Az 351.0	83.741 W	54.00 km	24.95 dBu *
Az 351.0	83.741 W	57.00 km	29.75 dBu *
Az 351.0	83.741 W	60.00 km	33.06 dBu *
Az 351.0	83.741 W	63.00 km	33.53 dBu *
Az 351.0	83.741 W	66.00 km	33.92 dBu *
Az 351.0	83.741 W	69.00 km	33.92 dBu *
Az 351.0	83.741 W	72.00 km	33.71 dBu *
Az 351.0	83.741 W	75.00 km	33.50 dBu *
Az 351.0	83.741 W	78.00 km	33.28 dBu !
Az 351.0	83.741 W	81.00 km	33.06 dBu !
Az 351.0	83.741 W	84.00 km	32.84 dBu !
Az 351.0	83.741 W	87.00 km	32.62 dBu !
Az 351.0	83.741 W	90.00 km	32.40 dBu !
Az 351.0	83.741 W	93.00 km	32.18 dBu !
Az 351.0	83.741 W	96.00 km	31.97 dBu !
Az 351.0	83.741 W	99.00 km	31.76 dBu !
Az 351.0	83.741 W	102.00 km	31.55 dBu !
Az 351.0	83.741 W	105.00 km	31.34 dBu !
Az 351.0	83.741 W	108.00 km	31.13 dBu !
Az 351.0	83.741 W	111.00 km	30.93 dBu !
Az 351.0	83.741 W	114.00 km	30.72 dBu !

\* - Computed field is beyond distance of available terrain data  
 ! - Computed field is beyond TWICE the distance of terrain data  
 results are unreliable; recompute with additional terrain data.

ING. LUZMILA RUILOVA A.

9 03-G-1334

9

## COMPUTED FIELD VALUES - BULLINGTON OBSTRUCTION METHOD

Az 351.0	83.741 W	117.00 km	30.52 dBu !
Az 351.0	83.741 W	120.00 km	30.32 dBu !
Az 351.0	83.741 W	123.00 km	30.13 dBu !
Az 351.0	83.741 W	124.00 km	30.06 dBu !

^ - Computed field is beyond distance of available terrain data

! - Computed field is beyond TWICE the distance of terrain data  
results are unreliable; recompute with additional terrain data.

ING. LUZMILA RUILOVA A.

) 03-G-1334

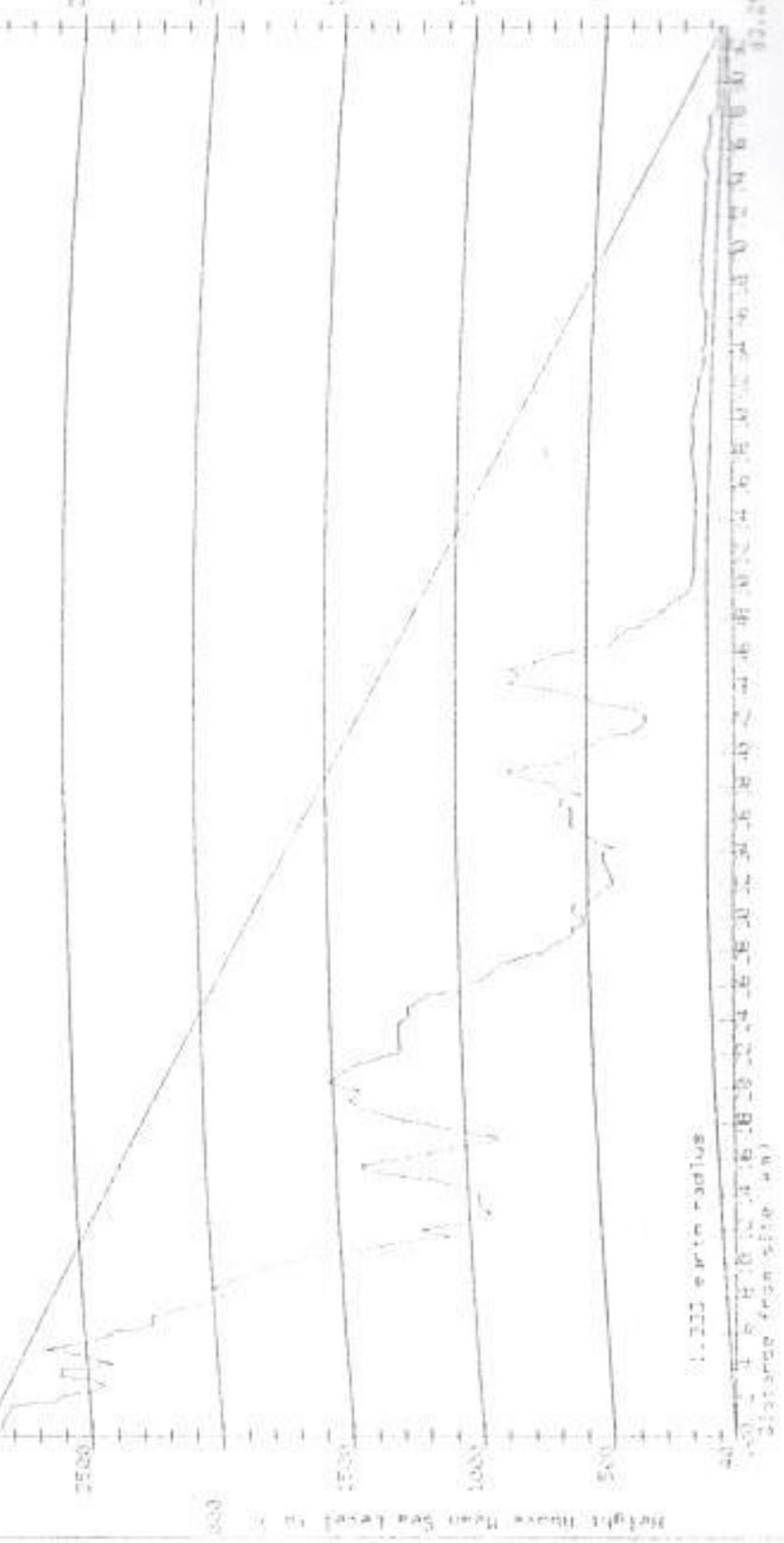
)





MSRD TUNGLAONA  
1.43:51.95  
79.95:49.34

\* Center of Radiation 2524.02 m MSL



MSRD TUNGLAONA  
07-1-1234

06500 TUNICIA, TENN  
11.40 57.95  
79.05 45.01

Center of Radiation 2524.02 m MSL

Height above Mean Sea Level in Feet

1500

1000

500

0

500

1000

1500

2000

2500

3000

3500

4000

4500

5000

5500

6000

6500

7000

7500

8000

8500

9000

9500

10000

10500

11000

11500

12000

12500

13000

13500

14000

14500

15000

15500

16000

16500

17000

17500

18000

18500

19000

19500

20000

20500

21000

21500

22000

22500

23000

23500

24000

24500

25000

25500

26000

26500

27000

27500

28000

28500

29000

29500

30000

30500

31000

31500

32000

32500

33000

33500

34000

34500

35000

35500

36000

36500

37000

37500

38000

38500

39000

39500

40000

40500

41000

41500

42000

42500

43000

43500

44000

44500

45000

45500

46000

46500

47000

47500

48000

48500

49000

49500

50000

50500

51000

51500

52000

52500

53000

53500

54000

54500

55000

55500

56000

56500

57000

57500

58000

58500

59000

59500

60000

60500

61000

61500

62000

62500

63000

63500

64000

64500

65000

65500

66000

66500

67000

67500

68000

68500

69000

69500

70000

70500

71000

71500

72000

72500

73000

73500

74000

74500

75000

75500

76000

76500

77000

77500

78000

78500

79000

79500

80000

80500

81000

81500

82000

82500

83000

83500

84000

84500

85000

85500

86000

86500

87000

87500

88000

88500

89000

89500

90000

90500

91000

91500

92000

92500

93000

93500

94000

94500

95000

95500

96000

96500

97000

97500

98000

98500

99000

99500

100000

100500

101000

101500

102000

102500

103000

103500

104000

104500

105000

105500

106000

106500

107000

107500

108000

108500

109000

109500

110000

110500

111000

111500

112000

112500

113000

113500

114000

114500

115000

115500

116000

116500

117000

117500

118000

118500

119000

119500

120000

120500

121000

121500

122000

122500

123000

123500

124000

124500

125000

125500

126000

126500

127000

127500

128000

128500

129000

129500

130000

130500

131000

131500

132000

132500

133000

133500

134000

134500

135000

135500

136000

136500

137000

137500

138000

138500

139000

139500

140000

140500

141000

141500

142000

142500

143000

143500

144000

144500

145000

145500

146000

146500

147000

147500

148000

148500

149000

149500

150000

150500

151000

151500

152000

152500

153000

153500

154000

154500

155000

155500

156000

156500

157000

157500

CERRO TUNDALUNA  
1.48 57.95  
79.35 49.30

Center of Addition 2924.02 m MSL



NO. 1000 1000000  
02-10-1974



79:05:49.36

• Center of Radiation: 2924.02 m MSL

Height above Mean Sea Level (m)

2500

3000

3500

4000

4500

5000

1.222 meters station

Distance from site (m)

40

50

60

70

80

90

100

110

120

130

140

150

1000

1100

1200

1300

1400

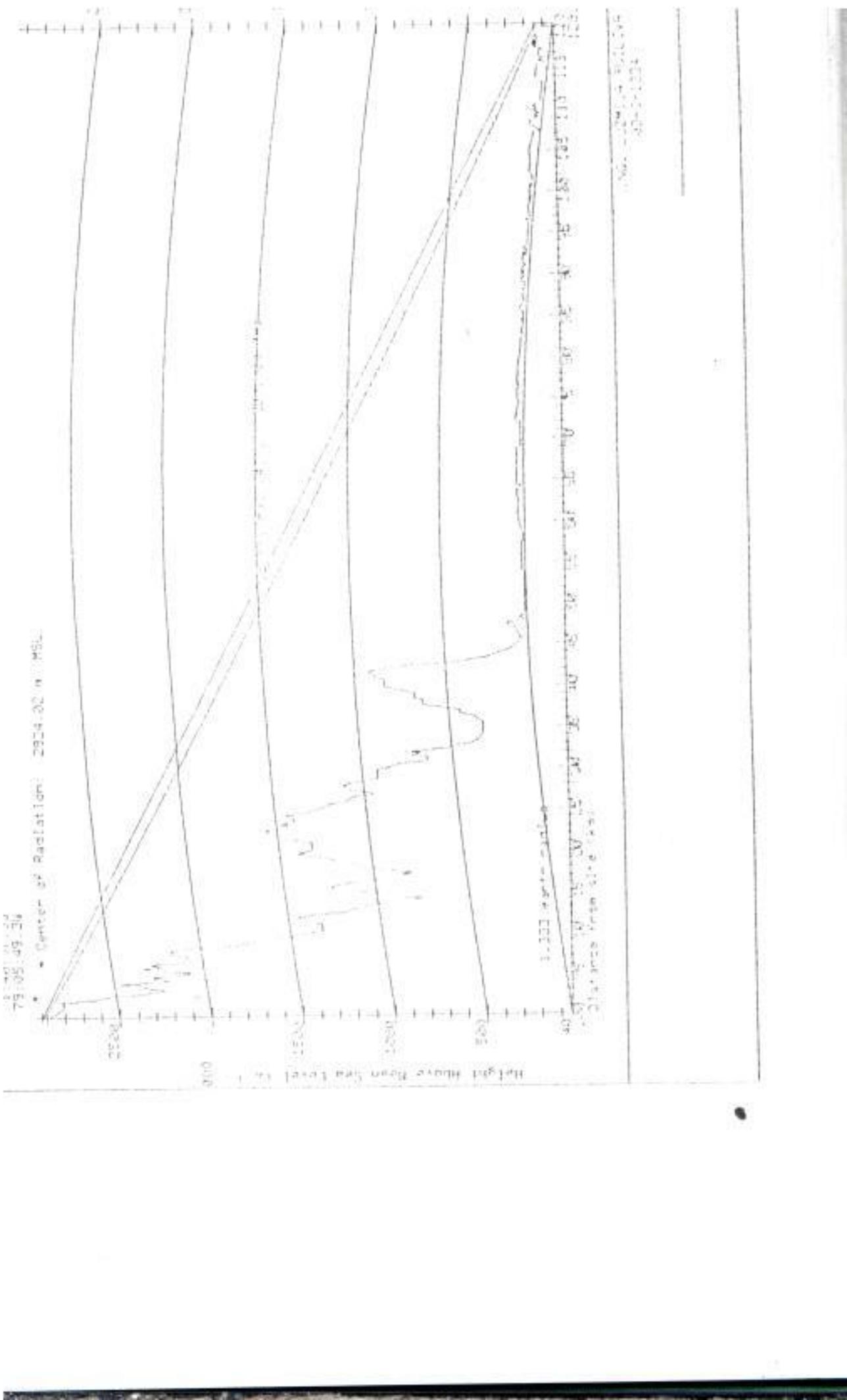
1500

1600

1700

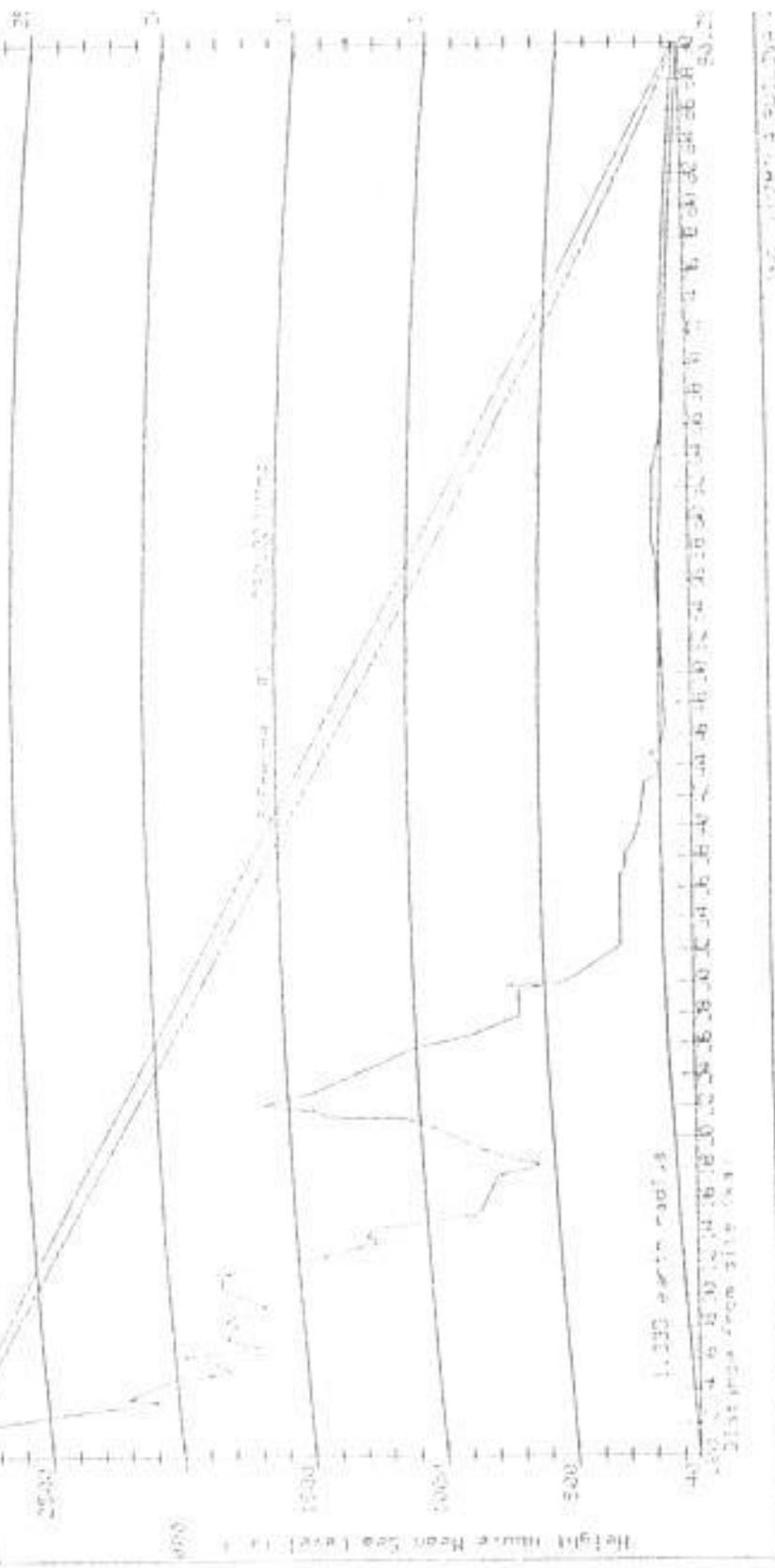
1800

1900



1:40:57.95  
79:05:49.30

• Centre of Radiation: 2924.02 m AMSL



1:230. 1:230.4 50.0000  
83-5-124

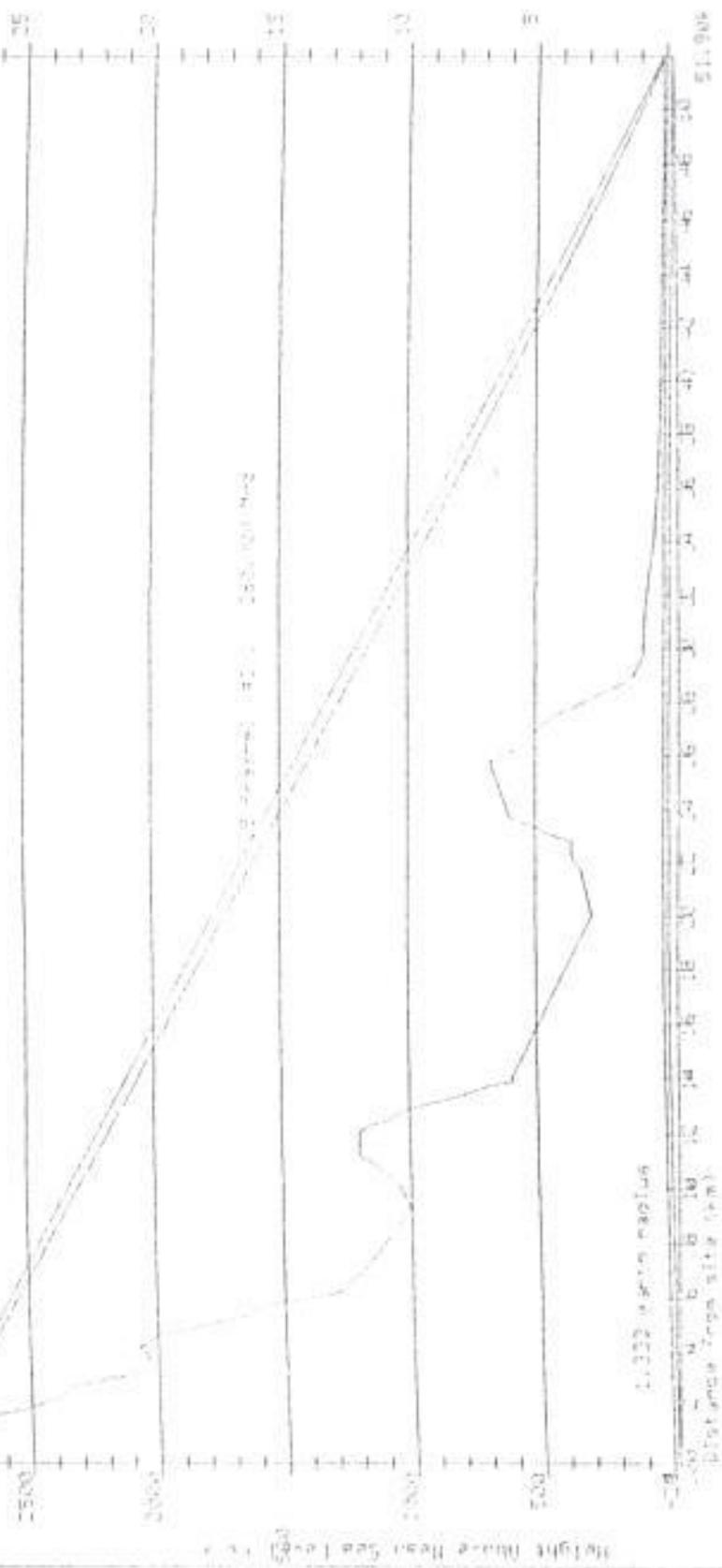


LEAPU TUNGKUPA

1-40-57-55

79-05-49-34

• Center of Radiation 2024.02.14 MSL



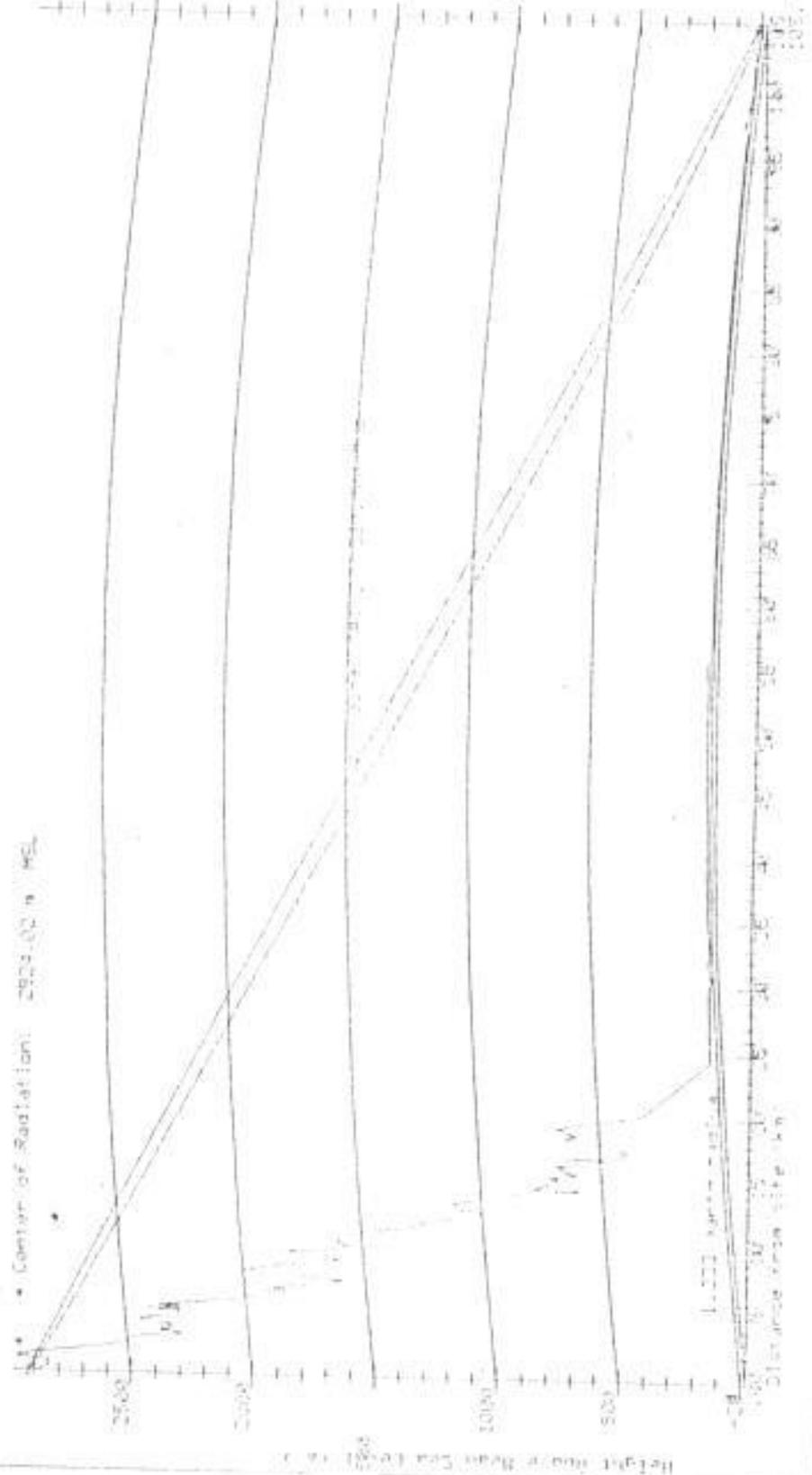
LEAPU TUNGKUPA

1-40-57-55

79-05-49-34



Center of Radiation: 2523.00 m MSL



Height above Mean Sea Level (m)

Distance from site to

1000000

1000000

11:40:57.95  
79:05:49.37

Conversion of Position: 2024.02.14 15:56

3000

2500

2000

1500

1000

500

Height Above Mean Sea Level (MSL)

Estimated #111 2884.00 MMS

1.322 earth radius

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81

82

83

84

85

86

87

88

89

90

91

92

93

94

95

96

97

98

99

100

101

102

103

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

126

127

128

129

130

131

132

133

134

135

136

137

138

139

140

141

142

143

144

145

146

147

148

149

150

151

152

153

154

155

156

157

158

159

160

161

162

163

164

165

166

167

168

169

170

171

172

173

174

175

176

177

178

179

180

181

182

183

184

185

186

187

188

189

190

191

192

193

194

195

196

197

198

199

200

201

202

203

204

205

206

207

208

209

210

211

212

213

214

215

216

217

218

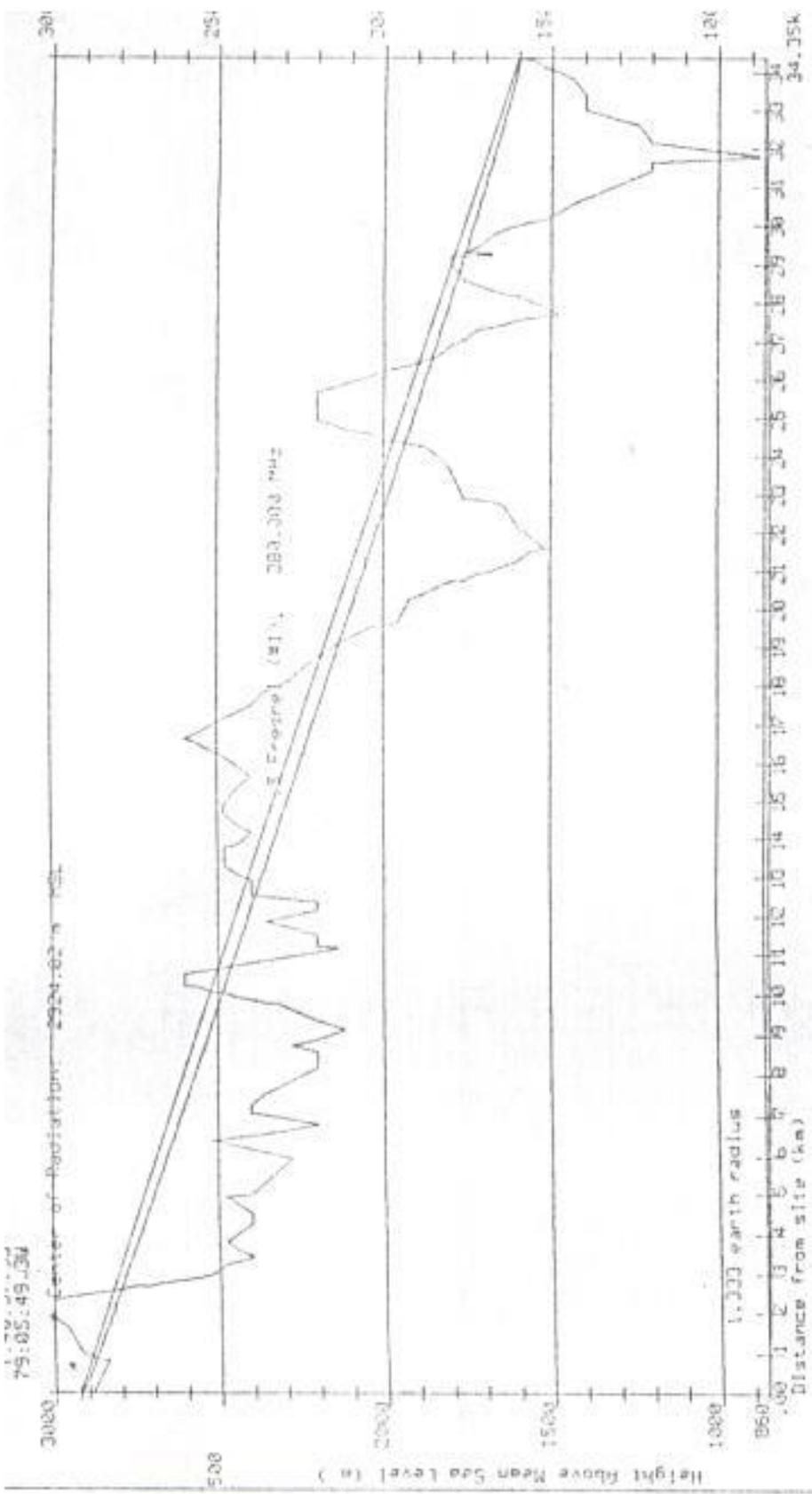
219

220

221

0000 000000  
000000 000000

CONVERTED TO NAD83 DATUM

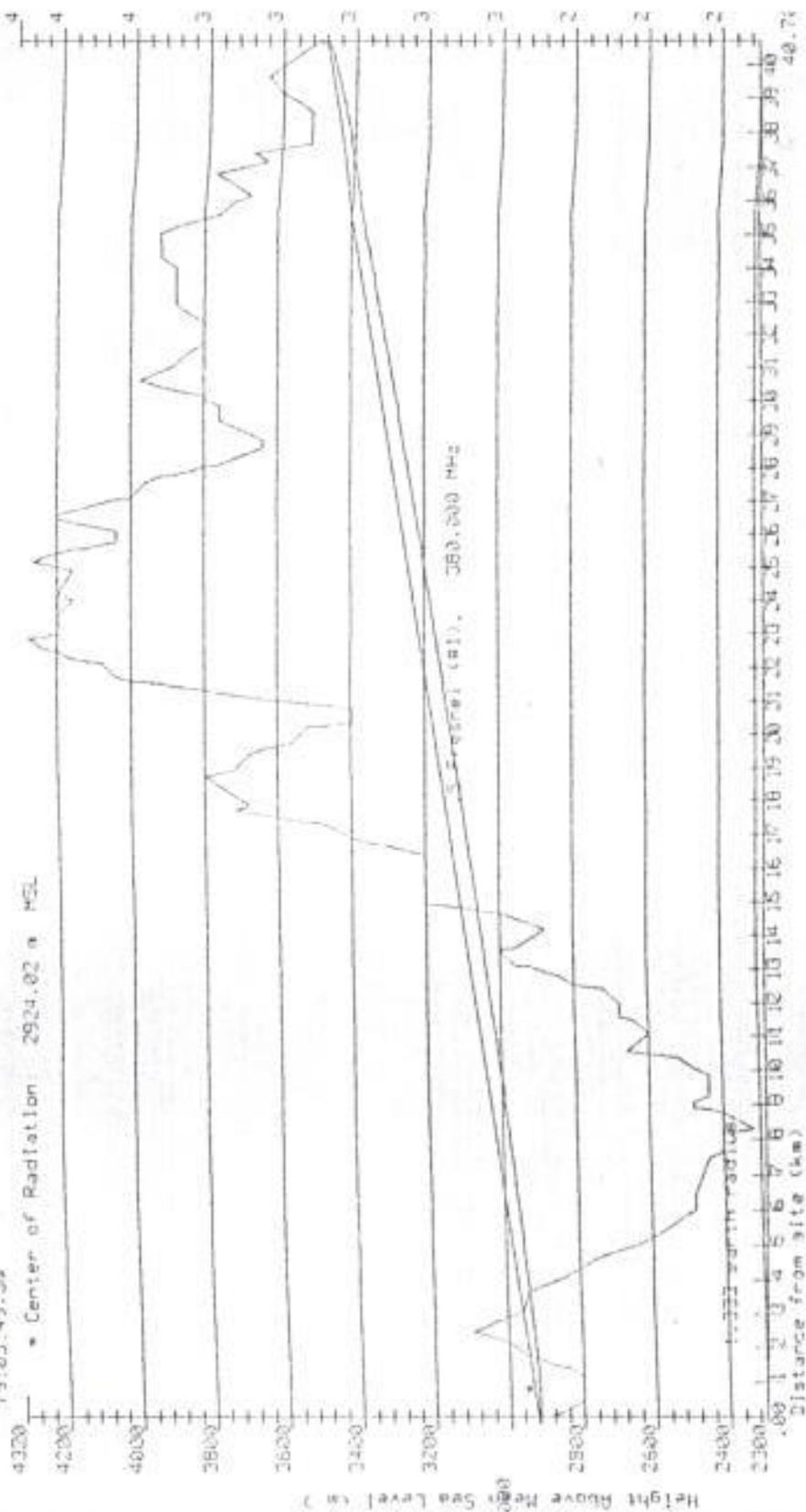


ING. LIZMILA BULLOVA A.  
03-0-1334

PROYECTO TRONCALIZADO DIGITAL

CERRO TUNDULUCH  
1:48:57.95  
79:05:49.34

\* Center of Radiation 2924.02 m MSL

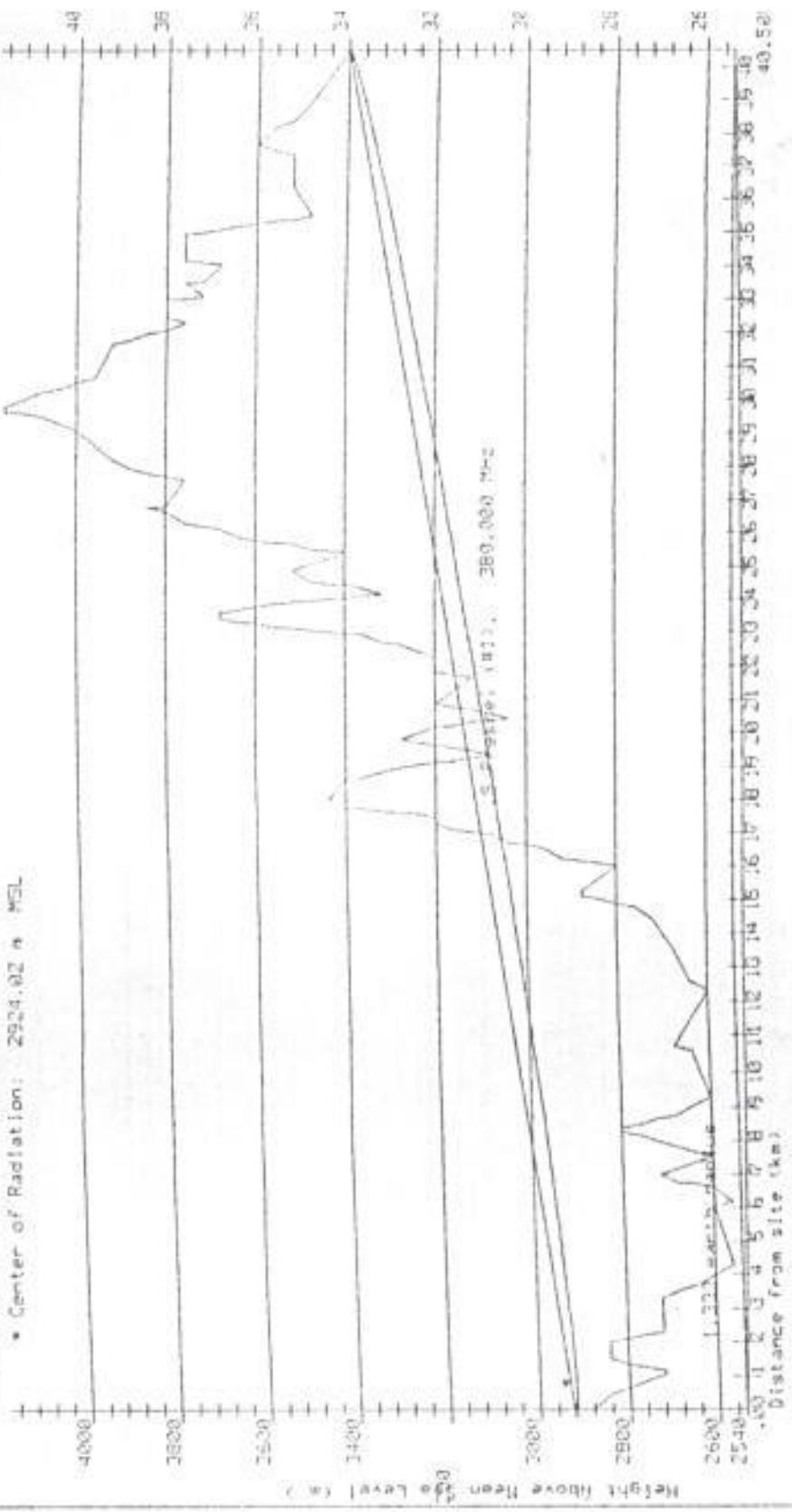


ING. LUZMILA PAULONA  
02-05-1334

PROYECTO TENDRALIZADO DIGITAL

17:05:49.32

Center of Radiation: 2924.02 m MSL

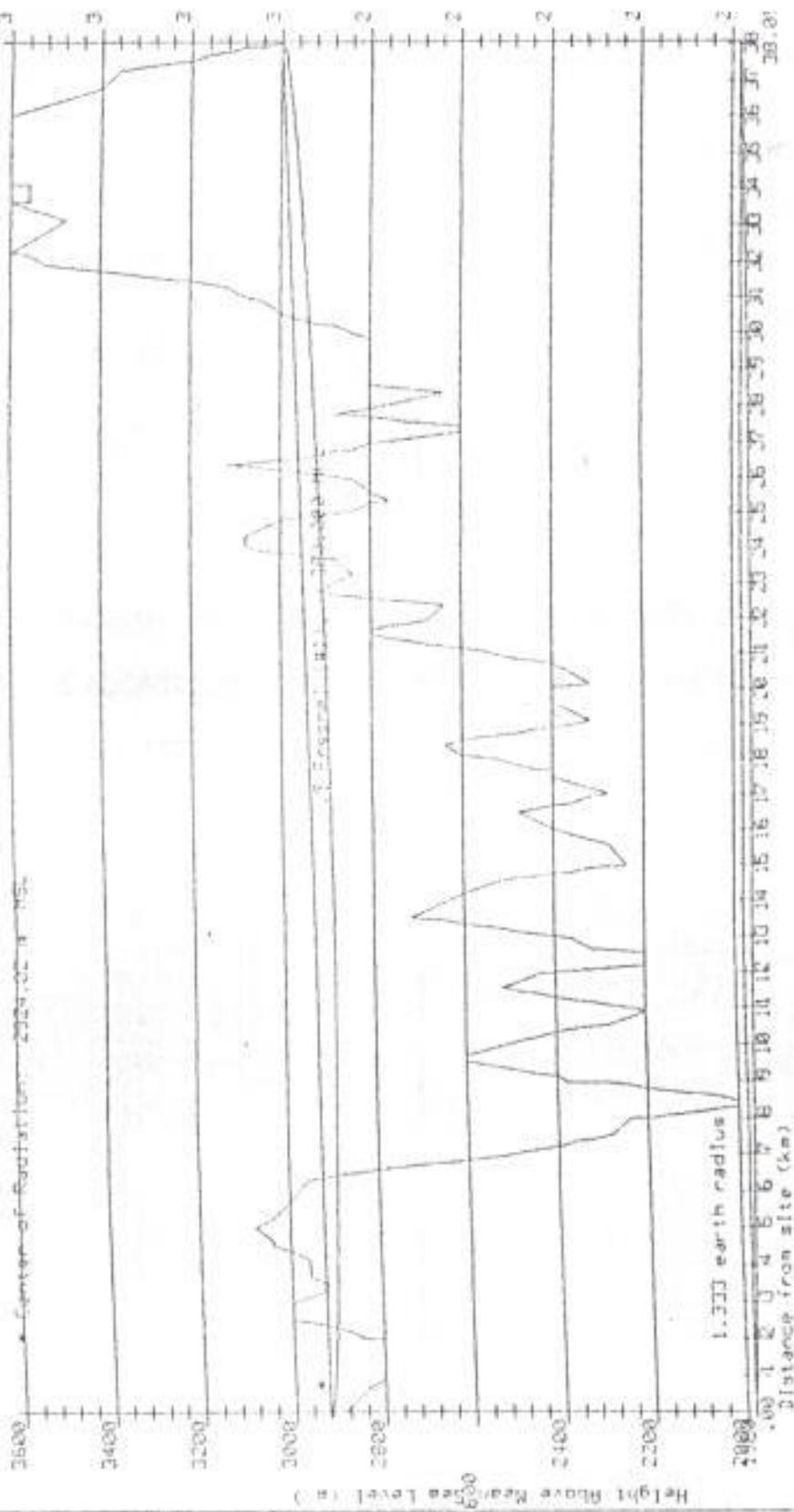


ING. LUZMILA RUILOVA 4  
03-5-1324

PROYEKTION TRONCHIL 2410 315114

CERRO TUNDALOMA  
1:40:57.95  
79:05:49.30

Center of Radiation: 2024.02.14 MS



ING. LUZMILA PUJOLVA  
03-G-1334

PROYECTO FRENTEALIZADO DIGITAL

## **BIBLIOGRAFIA**

- 1.E.F. JONSON COMPANY, E.F.JOHNSON CLEARCHANNEL LTR APLICATIONS NOTE( octava edición, 1995 ).
- 2.CONDOR COMMUNICATIONS, MPT 1327 TRUNKING GUIDE (Miami)
3. LIMITED LIABILITY CO. TERRAIN ANALYSIS PACKAGE (TAP) (Versión 3.0, 1994)
- 4.Alcatel , GENERALIDADES SOBRE LA NORMA TETRA (1998)
- 5.ALCATEL, DESCRIPTIVOS DE LOS SERVICIOS DE RED (1998)
- 6.ALCATEL, CARACTERÍSTICAS GENERALES (1998)
7. TESCO ONLINE, TOTAL SOURCE FOR A WIRELESS WORLD (Canada 1998)
8. CONSEJO NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CONATEL, REGLAMENTO Y NORMA TECNICA PARA SISTEMAS TRONCALIZADOS (Agosto 2000).