

T  
621.3804  
ORDe



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD**

**Y COMPUTACION**

**TOPICO "TRANSMISION DIGITAL"**

***Diseño de un enlace de comunicaciones digital entre la Matriz y la  
Agencia Mail del Sol del Banco de Crédito de la ciudad de Guayaquil,***

***utilizando el protocolo Frame Relay.***

**Trabajo previo a la obtención del título de:**

**Ingeniero en Electricidad**

**Especialización Electrónica**

***Autores:***

**VICTOR ORDOÑEZ**

**WILMER GONZALEZ**

**MILTON DIAZ ALVAREZ**

**Guayaquil - Ecuador**

**1998**

## **AGRADECIMIENTOS**

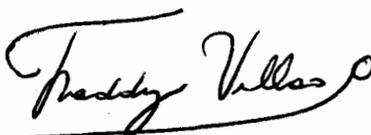
**A los Gerentes de las empresas Transmidatos y Uniplex; por su gentileza y colaboración en todos los detalles técnico para la realización de este proyecto.**

**Al Ing. Rino Salgado, Sub-Gerente del Dpto. Sistemas del Banco de Crédito por su confianza al otorgarnos la realización de este trabajo.**

**Al Ing. Luis Mariño, Profesor del tópico por su valiosa asistencia y dirección durante el desarrollo del presente estudio.**

  
**ING. CARLOS VILLAFUERTE**

**Decano FIEC**

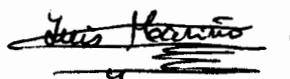


**Dr. FREDDY VILLO**

**Miembro del Tribunal**

  
**ING. WASHINGTON MEDINA**

**Miembro del Tribunal**

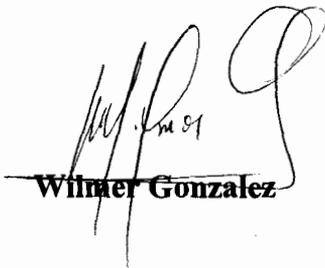


**ING. LUIS MARIÑO**

**Profesor del Tópico**

## DECLARACION EXPRESA

**“La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en esta obra, le corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL.”**



**Wilmer Gonzalez**



**Victor Ordoñez**



**Milton Diaz Alvarez**

## RESUMEN

Para llevar a cabo nuestro diseño de comunicaciones fue necesario tener conocimientos sobre: Enlaces de microonda, redes de area local, protocolos TCP/IP, X25, FRAME RELAY, y principios de interconexión de redes.

En el enlace de radio se tuvo que usar una repetidora, debido a que en el enlace directo hay la obstruccion natural del Cerro del Carmen. Ademas se realizó un estudio de cuales equipos brindaban las facilidades para cubrir los requerimientos tanto en el radio enlace como para correr las aplicaciones de las dos agencias. Los equipos seleccionados fueron el radio RAN de Multipoint Network y el Router 6520 de Motorola. Gracias a la gran eficiencia de estos equipos, ya sea en el enlace de radio como en la transmisión de los datos (voz y datos), se pudo obtener un sistema de alta confiabilidad y eficiencia en el uso del ancho de banda. Resultando tambien ser una solución económica tomando en cuenta los beneficios que en el desarrollo del presente escrito son mencionados.

## TEMARIO

- RESUMEN
- INDICE GENERAL
- INDICE DE FIGURAS
- INTRODUCCION

### INDICE GENERAL

	Página No.
<u>CAPITULO I</u>	
<i>1.- ENLACE DE MICROONDA DIGITAL</i>	12
<i>1.1.- Técnicas de Modulación Digital</i>	12
1.1.1.- Significado de la Modulación	12
1.1.2.- Principales Técnicas de Modulación	14
1.1.2.1.- Modulación en Amplitud ASK	14
1.1.2.2.- Modulación en Fase PSK	15
1.1.2.3.- Modulación en frecuencia FSK	15
1.1.2.4.- Modulación en QAM	16
1.1.3.- Consideraciones de Eficiencia y Ancho de Banda	18
1.1.4.- El fenómeno de la propagación	21
1.1.5.- Comportamiento en SHF	26
1.1.6.- Efecto curvatura de la tierra	30
<i>1.2.- Atenuación e Interferencia</i>	32
1.2.1.- Pérdidas de Espacio Libre	32
1.2.2.- Atenuación por Difracción de onda	33
1.2.3.- Atenuación por onda reflejada	35
1.2.4.- Atenuación por lluvias	36
<i>1.3.- Medida de la Calidad de la Señal</i>	37
1.3.1.- Tasa de bits erróneos	37
1.3.2.- Relación señal a ruido y BER	38
<u>CAPITULO II</u>	
<i>2.- REDES DE AREA LOCAL (LAN)</i>	40
2.1.- Introducción	40
2.1.1.- Redes de Computadoras	41
2.1.2.- Categorías de las Redes	42
2.1.2.1.- Redes de recursos compartidos	42
2.1.2.2.- Redes de Computadoras Distribuidas	42
2.1.2.3.- Redes de Computadoras Remotas	43
2.1.3.- Ventajas de las Redes	43
2.1.4.- Red de Area Local	45

2.1.4.1.- Atributos primarios de una LAN	45
2.1.4.2.- Objetivo de una red LAN	46
2.2.- Arquitectura de LAN	47
2.2.1.- Control de Acceso al medio	48
2.3.- Topología Lan Bus/Tree	50
2.3.1.- Topología Bus/Tree	51
2.4.- Sistemas LAN Ethernet	54
2.5.- Protocolo de LAN: TCP/IP	56
2.5.1.- Arquitectura de Niveles de TCP/IP	56
2.5.1.1.- Nivel Físico	57
2.5.1.2.- Nivel de Interface de Red	58
2.5.1.3.- Nivel de Internet	58
2.5.1.3.1.- Protocolo IP	59
2.5.1.4.- Nivel de Transporte	61
2.5.1.4.1.- Protocolo de Control de Transmisión	62
2.5.2.- Notación Decimal de Direcciones IP	67
2.5.2.1.- Dominios	73
2.5.3.- Aplicaciones de TCP/IP	74

### CAPITULO III

3.- INTERCONEXION DE REDES LAN (WAN)	78
3.1.- Principios de Interconexión de Redes	79
3.1.1.- Dispositivos de Interconexión	82
3.1.1.1.- Repetidor	82
3.1.1.2.- Bridge	83
3.1.1.2.1.- Transparent Bridging	85
3.1.1.2.2.- Source Routing	85
3.1.1.3.- Router	86
3.1.1.4.- Gateway	89
3.2.- Redes de Conmutación de Circuitos	90
3.3.- Redes de Conmutación por Paquetes	92
3.4.- Protocolo X.25	94
3.4.1.- Componentes de un red de Paquetes X.25	95
3.4.1.1.- Componentes de Acceso Local	96
3.4.1.2.- Ensambladores/Desensambladores	96
3.4.1.3.- Nodos de Conmutación	97
3.4.1.4.- Enlaces de Red	97
3.4.1.5.- Sistema Administrador de la Red	97
3.4.2.- Canales Físicos, Lógicos y Circuitos Virtuales	98
3.4.2.1.- Tipos de Circuitos Virtuales	100
3.4.3.- Administración de los recursos en redes X.25	101

3.4.3.1.- Acuses de recibo y control de errores	102
3.4.3.2.- Retardos en las redes x.25	102
3.4.4.- Arquitectura X.25	103
3.4.4.1.- Nivel 1: Capa Física	103
3.4.4.2.- Nivel 2: Capa de Enlace de Datos	104
3.4.4.3.- Nivel 3: Capa de Red	109
3.4.5.- Procedimiento de Llamada	111
3.4.5.1.- Fase de Call Setup	111
3.4.5.2.- Fase de Transferencia de Datos	113
3.4.5.3.- Fase de Liberación de la llamada	114
3.4.5.4.- Control de Flujo y Manejo de Ventanas	114
3.4.6.- Parámetros de Suscripción de Niveles 1, 2 y 3 de X.25	115
3.5.- Protocolo Frame Relay	117
3.5.1.- Fundamentos	121
3.5.2.- Arquitectura de Frame Relay	123
3.6.- Voice Relay	131
3.6.1.- Priorización	133
3.6.2.- Compresión de Voz	134
3.6.3.- Cancelación de Eco	135
3.6.4.- Soporte de Fax	135

#### CAPITULO IV

4.- DISEÑO DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES	136
4.1.- Requerimiento de Velocidad y Ancho de Banda	136
4.1.1.- Analisis Enlace via modem	137
4.1.2.- Analisis Enlace de Radio	141
4.2.- Estudio de Propagación	143
4.2.1.- Análisis del Enlace Punto a Punto sin Repetidora	145
4.2.2.- Enlace Tramo 1: Matriz Bco.Crédito - Repetidora	150
4.2.3.- Enlace Tramo 2: Repetidora - Agencia Mall del Sol Bco. Crédito	154

#### CAPITULO V

5.- EQUIPAMIENTO	159
5.1.- Características del Equipo de Radio Multipoint Network	159
5.1.1.- La familia RAN	160
5.1.2.- Sistema punto a punto Full Duplex con repetidora	162
5.1.3.- Como establece el enlace el RAN 64/25	163
5.1.1.- Configuración del Equipo RAN 64/25	165
5.2.- Características de las Antenas YAGUI de 11 Elementos	168
5.2.1.- Parámetros del Patrón de Irradiación	168
5.3.- Características del MPRouter 6520	173

5.3.1.- Configuración en Frame Relay	180
5.3.1.1.- Configuración del Puerto FRI	189
5.3.1.2.- Configuración de la Estación FRI	193
5.3.1.3.- Configuración de las Tablas de Rutas	205
5.3.2.- Configuración en TCP/IP	208
5.3.2.1.- Configuración del puerto de Red Ethernet	209
5.3.2.2.- Configuración de las Interfaces	211
5.3.2.3.- Configuración de LAN Connectios	222
5.3.3.- Configuración en X.25	229
5.3.4.- Configuración de Voz sobre Frame Relay	242
5.4.- <i>Instalación de los Equipos</i>	252
5.4.1.- Cableado para el Radio Enlace	252
5.4.2.- Cableado para los puertos del MPRouter 6520	255
5.4.3.- Características Eléctricas y ambientales	256

## CAPITULO VI

6.- <i>CONFIABILIDAD DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES</i>	258
6.1.- <i>Mediciones de Eficiencia</i>	258
6.1.1.- Prueba de Retardos a Nivel de Frame Relay	265
6.1.2.- Prueba de Retardos a Nivel de IP	268
6.1.3.- Prueba de la Tasa de Transmisión Real	269
6.2.- <i>Configuración de un Enlace de Backup</i>	272
6.3.- <i>Mantenimiento</i>	

## CAPITULO VII

7.- <i>ANALISIS DE COSTOS</i>	274
7.1.- <i>Costo del Enlace Microonda Digital</i>	274
7.2.- <i>Costo del Equipo de Routers</i>	275
7.3.- <i>Analisis de costos de la aplicacion Datos &amp; Voz y Datos</i>	275

## INDICE DE FIGURAS

<u>TITULO DE FIGURA</u>	<u>PAGINA</u>
FIGURA 1.1.- Diagrama de Bloques del recorrido de la señal	13
FIGURA 1.2.- Modulación por encendido y apagado	14
FIGURA 1.3.- Onda QAM con sus puntos de código	17
FIGURA 1.7.- Reticular 16QAM	18
FIGURA 1.8.- Onda Electromagnética plana	22
FIGURA 1.9.- Fase de una onda Electromagnética	25
FIGURA 1.10.- Propagación en VHF y Superiores	30
FIGURA 1.11.- Alcance máximo de un haz de microonda	31
FIGURA 1.12.- Geometría básica de el Radio enlace	35
FIGURA 2.1- Modelo OSI	47
FIGURA 2.2.- Topología Bus	51
FIGURA 2.3.- Encapsulamiento de datagramas IP en una trama	66
FIGURA 3.1.- Estructura del Bridge	84
FIGURA 3.2.- Elementos de una red X.25	95
FIGURA 3.3.- Circuitos Virtuales	98

<b>FIGURA 3.4.- Estructura del paquete X.25</b>	<b>110</b>
<b>FIGURA 3.5.- Llamada en X.25</b>	<b>111</b>
<b>FIGURA 3.6.- Formato del paquete en X.25</b>	<b>112</b>
<b>FIGURA 3.7.- Fase de transferencia de datos</b>	<b>113</b>
<b>FIGURA 3.8.- Liberación de la llamada</b>	<b>114</b>
<b>FIGURA 3.10.- Congestión en la red Frame Relay</b>	<b>126</b>
<b>FIGURA 3.11.- Tipos de Congestión</b>	<b>128</b>
<b>FIGURA 3.12.- Requerimiento multimedia</b>	<b>131</b>
<b>FIGURA 3.13.- Red Multimedia</b>	<b>135</b>
<b>FIGURA 4.1.- Enlace via modem</b>	<b>137</b>
<b>FIGURA 4.2.- Enlace microonda</b>	<b>142</b>
<b>FIGURA 4.3.- Enlace punto a punto sin repetidora</b>	<b>146</b>
<b>FIGURA 4.4.- Pérdidas por difracción</b>	<b>147</b>
<b>FIGURA 4.5.- Ubicación geográfica de los puntos del enlace</b>	<b>149</b>
<b>FIGURA 4.6.- Enlace Agencia - Repetidora</b>	<b>154</b>
<b>FIGURA 5.1.- Ran 64/25 Panel Frontal</b>	<b>159</b>
<b>FIGURA 5.2.- Router 6520</b>	<b>173</b>
<b>FIGURA 5.3.- Proceso Interno de llamada en Frame Relay</b>	<b>181</b>
<b>FIGURA 5.4.- Conexión entre puertos</b>	<b>184</b>

<b>FIGURA 5.5.- Tramas a nivel de estación y puerto</b>	<b>185</b>
<b>FIGURA 5.6.- Configuración del Puerto FRI</b>	<b>188</b>
<b>FIGURA 5.7.- Configuración en TCP/IP</b>	<b>209</b>
<b>FIGURA 5.8.- Pantalla de configuración IP</b>	<b>213</b>
<b>FIGURA 5.9.- Aplicación OPX</b>	<b>242</b>
<b>FIGURA 5.10.- Prueba para punto de rotura del cable</b>	<b>252</b>
<b>FIGURA 5.11.- Pérdidas por retorno del cable</b>	<b>253</b>
<b>FIGURA 5.12.- Atenuación de altas frecuencias</b>	<b>254</b>
<b>FIGURA 6.1.- Pantalla de inicio del test de retardo</b>	<b>262</b>
<b>FIGURA 6.2.- Estadísticas de retardo a nivel de Frame Relay</b>	<b>263</b>
<b>FIGURA 6.3.- Ejemplos de respuesta a un Ping</b>	<b>266</b>

## INTRODUCCION

Con el avance de la tecnología y la necesidad de una comunicación mas eficiente, reducción en los costos de comunicación, altas velocidades de transmisión, menor uso del ancho de banda y bajas tasas de error; muchas entidades privadas y públicas buscan obtener dichos beneficios aprovechando la infraestructura que poseen. Tal es el caso del Banco de Crédito el cual quiere brindar mejor servicio a sus clientes agilizando las transacciones en sus agencias. Para lograr este objetivo el banco debe de tener una comunicación directa y en tiempo real con todas sus agencias, teniendo acceso a los recursos locales y rapidéz en la información de clientes y usuarios del banco.

En nuestro estudio ademas de la transmisión de datos contamos con dos canales de voz entre la agencia (MALL DEL SOL) y su matriz; lo que resulta en un beneficio económico porque aprovechando la infraestructura para la transmisión de datos, se implemento la transmisión de voz; ademas de que el mismo ambiente tecnológico con una pequeña inversión adicional en hardware se lo puede utilizar para integrar aplicaciones de voz, video y datos como tema de un futuro estudio.

## ***CAPITULO No.1***

### ***1.-ENLACE DE MICROONDA DIGITAL***

En este capítulo abordaremos conceptos que son utilizados en un enlace microonda, como son técnicas de modulación, consideraciones de ancho de banda. También tomaremos en cuenta el comportamiento de la onda electromagnética, la curvatura de la tierra, etc.

#### **1.1.-TECNICAS DE MODULACION DIGITAL**

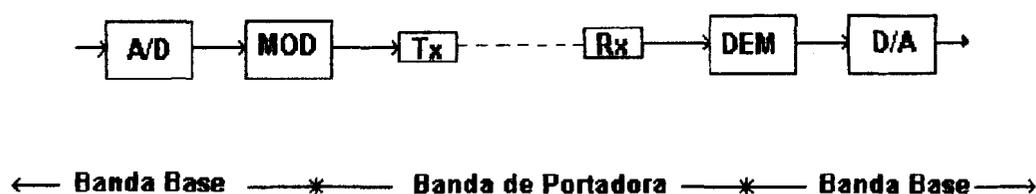
Hay ciertos cambios que deben ocurrir, en la señal preparándola para ser transmitida; sin embargo a partir de su conversión a digital, las modificaciones han mantenido a la señal si no igual, por lo menos con características similares a las de origen. Decimos entonces que el trabajo se ha efectuado en la misma gama de frecuencias, a las que denominamos banda base .

##### **1.1.1.- SIGNIFICADO DE MODULACIÓN :**

La modulación es una manipulación de la señal en la que se convierte su forma a otra más conveniente para el circuito de transmisión.

Para radio comunicación primero se genera una onda portadora de una frecuencia determinada que depende del tipo de radio enlace a usarse , en nuestro caso particular con

frecuencias de microonda. La señal que contiene el mensaje es ahora nuestra señal moduladora la cual determina las variaciones que puede sufrir la onda portadora dichas variaciones afectaran a la portadora en su amplitud , fase , frecuencia o una combinación de ellas dando lugar a las modulaciones ASK ,PSK ,FSK ,QAM . En resumen se traslada la información de la banda base a la gama de la onda portadora . El proceso inverso se realiza en el receptor y sirve para recuperar la señal en banda base . Esta transformación es la demodulación.



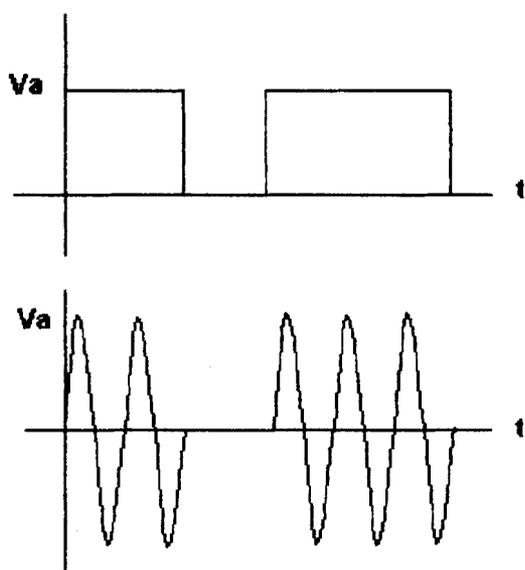
**FIGURA 1.1 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL RECORRIDO DE LA SEÑAL**

La figura 1.1 muestra un diagrama muy general del recorrido de la señal, suponiéndola análoga en el principio. Notemos que son el modulador y el demodulador los puntos de transición entre banda base y frecuencia de transmisión. Como se ve, no existe diferencia entre el esquema mostrado y otra que sirva para transmisión análoga, salvo la conformación de la banda base. Son las características de la banda base las que determinan las técnicas de modulación digital.

## 1.1.2.-PRINCIPALES TECNICAS DE MODULACION

Desde que el concepto de modulación fue utilizado, se han desarrollado innumerables técnicas, que entre las principales son:

### 1.1.2.1.-MODULACION DE AMPLITUD ASK



En principio la forma más sencilla es variando su amplitud; esto se conoce como ASK, Amplitud Shift Keying.

Supongamos una señal modulante digital con codificación unipolar; al modularse obtendremos que la sinusoidal aparece ó desaparece de acuerdo a la presencia de "1 "

**fig 1.2 MODULACION POR ENCENDIDO Y APAGADO** o "0 " como se tratara de un interruptor. Por esta característica se la denomina "ON \_OFF " KEYING o simplemente OOK .

De cualquier manera la forma general de una onda ASK para una señal modulada S(t) es :

$$E(t)=S(t) \cos (W_c t + \vartheta )$$

### 1.1.2.2.-MODULACION EN FASE PSK

Si ahora queremos que afecte a nuestra portadora, modificando su fase , tendremos una onda PM. Es decir una modulación en fase cuya forma general es :

$$E(t) = \cos[ W_c t + \vartheta + \varphi(t) ]$$

Lo que ocurre cuando la señal de banda base es binaria, de posibilidad "1 " o "0 ", la variación de fase es de  $180^\circ = \pi$  rad. Así nuestra señal PSK ( modulación por cambio de fase ) quedara :

$$E(t) = \cos [ W_c t + \vartheta + \pi S(t) ]$$

### 1.1.2.3.- MODULACION EN FRECUENCIA FSK

El tercer parámetro que podemos variar en la onda portadora es su frecuencia. Si hacemos esto llegamos a la modulación de frecuencia o FM, quedando el caso de nuestra señal banda base digital se la denomina FSK (Frequency Shift Keying). Analíticamente describimos la onda modulante como:

$$E(t) = \cos[ W_c t + \vartheta + m_f \int S(t) dt ]$$

Para los posibles valores de S(t) se acomoda una constante:

$m_f$  tal que:

$$S(t) = \pm 1/2$$

$$m_f = 2W_m$$

donde  $\omega$  : frecuencia angular de excursión y así:

$$S = 1/2 , E(t) = \cos [(W_c + \omega) t + \theta ]$$

$$S = -1/2 , E(t) = \cos [(W_c - \omega) t + \theta ]$$

De acuerdo con lo expresado tenemos que la onda FSK se compone de dos portadoras cuyas frecuencias angulares son distintas.

#### 1.1.2.4.- MODULACION QAM o MODULACION DE AMPLITUD CUADRIVALENTE.

La explicación resulta práctica para lo que denominaremos QAM ó modulación de amplitud cuadrivalente. Veíamos como la modulación QPSK se formaba combinando dos ondas PSK bivalentes mutuamente ortogonales . Sabiendo que PSK puede ser generada en base a una ASK divalente, logramos una forma similar a QPSK con dos ASK en cuadratura . Y tenemos:

$$E(t) = e_1(t) + e_2(t)$$

$$E(t) = S_1(t)/2 \cos (W_c t + \theta ) + S_2(t)/2 \sin (W_c t + \theta )$$

Donde  $S_1(t)$  y  $S_2(t)$  son las señales en banda base independientes a transmitirse en QAM .

Expresando la onda en amplitud y fase llegamos a:

$$E(t) = 1/2 S1(t) + S2(t) \cos( Wc t + \vartheta + tg ) S2 (t)/ S1(t)$$

Para los casos reales en que la anchura de banda es limitada, los impulsos alcanzan su amplitud total sólo alrededor del punto de muestreo (punto central ) y los recorridos de

estado a estado experimentan cierto retardo .

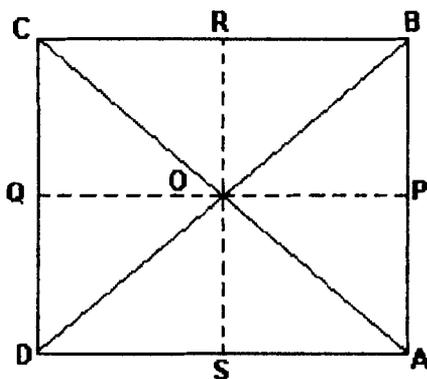


FIG 1.6 ONDA QAM CON SUS PUNTOS DE CODIGO

Dado que el recorrido de  $E(t)$  se realiza a través de las diagonales AC y BD como por los lados del cuadrado ABCD la onda no es una PSK verdadera. Sin

embargo para los instantes de muestreo puede ser considerada como tal; con la ventaja que significa que se trata de AM en vez de PM en cuanto a facilidad de tratarse. La modulación QAM nos permite elegir los puntos de código en el plano, lo cual la hace jugar un papel importante en transmisión multinivel .

Tomando como ejemplo a la modulación de 16 niveles , la asignación óptima de puntos en el plano, a fin de obtener una mejor relación señal a ruido , es la que se conoce como nido de abeja. A pesar de ello no se la utiliza por requerir de un modem muy

complicado. La asignación QAM en cambio es comparativamente muy buena en su característica S/N y puede realizarse con simple técnica de modulación ortogonal con componentes de seno y coseno de la onda portadora. La combinación de ambas características hacen que el QAM multivalente supere a otros Métodos . El QAM de la asignación reticular se logra componiendo dos ondas AM n-valentes ( $2 = n$ ) ortogonales una de otra Se tiene entonces el número de puntos de código igual a  $n$  .

Así al combinar “m” conversaciones en fase y “m” en cuadratura los puntos de código serán  $2^m$  . Para  $m=2$  corresponde nuestro ejemplo 16-QAM el cual está sumamente difundido entre los sistemas de radio enlace

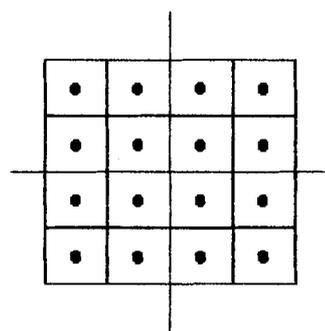


FIG 1.7 RETICULAR 16 QAM

digital de alta eficiencia . En los casos de  $m=3$  y  $m=4$  obtendremos 64 QAM y 256 QAM, en los cuales los puntos de código aumentan considerablemente en relación al incremento de información a transmitirse .

### 1.1.3.- CONSIDERACIONES DE EFICIENCIA Y ANCHO DE BANDA

Cuando hablamos de una técnica de modulación espectralmente eficiente nos referimos a que ésta sea capaz de concentrar su energía en una pequeña gama de frecuencias sin que esto dificulte significativamente su detección .

La concentración espectral se suele expresar en términos de bits por segundo (Bps) por cada hertzio, y es una medida de la cantidad de información que puedo transmitir por unidad de banda. La detectabilidad se mide usualmente, en cambio, con la relación la señal a ruido (S/N) requerida para obtener una tasa de bits erróneos. Pero existe otra propiedad importante de la onda modulada que es la desviación de envolvente. Esta propiedad se expresa en decibelios ( dB ) y se la obtiene de la razón pico / valle de la señal envolvente. La tasa de bits erróneos será tratada en detalle más adelante.

Señalemos primeramente a las técnicas de envolvente constante. Como se explicó antes, para la técnica de modulación de fase, la onda mantiene su amplitud; esto se da en BPSK (bivalente), QPSK (cuadrivalente), y OQPSK.

Esta característica anotada la cuantificamos con un 0 dB en desviaciones de envolvente.

La eficiencia de ancho de banda para las citadas técnicas es de 0.5 Bps/Hz, 1 Bps/Hz respectivamente. Las tres técnicas son similarmente detectables pero en tanto la primera se logra implementar con mucha facilidad, las otras dos imponen una moderna dificultad.

En el caso de las modulaciones multinivel, 8PSK y 16PSK, siguen manteniendo la característica de envolvente constante ( 0 dB de desviación de envolvente ), pero el

panorama cambia cuando se trata de QAM . A la modulación multinivel por amplitud 16-QAM le corresponde una desviación de envolvente de 9.5 dB .

Dada la complejidad de dichas técnicas la complejidad de implementación es notable y aún así la facilidad de detección relativa a la correspondiente del BPSK es de -3.5 , -7.5 y -4dB para cada caso. La recompensa a estas dificultades es un aumento en la concentración de información que fluctua entre 1.5 a 3 Bps/Hz para el 8PSK y de 2 a 4 Bps/Hz con 16 PSK ó 16 QAM . Aunque los valores máximos teóricos son casi imposibles de alcanzar en la práctica .

Usando las técnicas anteriores , en ocasiones se insertan bits de codificación que ayudan a detectar el mensaje incrementado este parámetro en 4 o 5 dB para un BER =  $10^{-6}$  .Esta codificación se denomina control de error adelantado (FEC) . A pesar de no modificar la forma de la envolvente , el FEC disminuye la eficiencia del ancho de banda en un valor del 33 al 50% proporcionales a la cantidad de pulsos de control de error que se introduzcan en el mensaje (1/3 ó 1/2 ) .

Finalmente ,dentro de la modulación de frecuencia señalamos a la técnica del MSK , la cual mantiene envolvente constante y es igualmente detectable que el BPSK , pero llega a tener 0.9 Bps/Hz dentro del 99 % de la potencia de la señal sin que su implementación supere en dificultad al QPSK . Nótese que los valores detallados

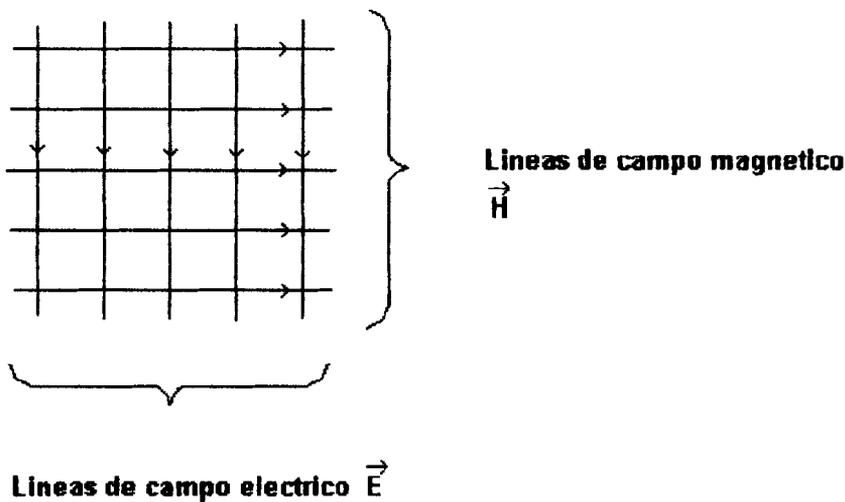
previamente de Bps/Hz estaban determinados sólo entre los dos primeros ceros de la densidad espectral . Aún podríamos aumentar este valor a 1.2 Bps/Hz operando ciertos cambios en el espectro de la señal y dando lugar a que la desviación de envolvente llegue a 2 ó 3dB y perdiendo 1/2 dB en facilidad de detección .

En la intención de optimizar las características comentadas ,algunas técnicas harán uso de control de interferencia entre símbolos, aprovechamiento de las redundancias, etc. Esa es tarea ya emprendida para lograr un eficiente uso del espectro .

#### 1.14.- EL FENOMENO DE LA PROPAGACION

Una vez que tenemos nuestra señal irradiada por la antena al espacio ,se inicia el viaje hacia el punto de destino, el cual sucede por el fenómeno de la propagación. Cuando una onda electromagnética es generada desde un punto en el espacio libre, ésta se expandirá en todas direcciones, dando lugar a esferas concéntricas en continuo crecimiento

La velocidad a la que se expande estas esferas es la de la luz , ya que ella no es sino una onda electromagnética .En el vacío la luz viaja a 299'793.077 metros por segundo. Para cálculos normales solemos expresarlo como  $3 \times 10^8$  m/s. El camino seguido por la onda desde el punto de origen y uno cualquiera de la esfera es siempre una línea recta - el radio de la esfera .



**FIG 1.8 ONDA ELECTROMAGNETICA PLANA**

Es obvio que en corto tiempo dicha esfera creciente se haya vuelto muy grande , y ciertamente aparecerá a un observador como una superficie plana . De la misma forma como la superficie de la tierra nos parece plana aún siendo esférica . Una onda que se ha alejado de su fuente lo suficiente como para parecer lisa , se denomina onda plana . Las ondas de radio con las que trataremos son de este tipo , al menos cuando se han alejado un poco de la antena transmisora . Una representación gráfica de las líneas de campo eléctrico y magnético en una onda plana . El plano que contiene al reticulado de línea de campo es un frente de onda y la dirección en que viaja la onda es perpendicular a éste , en la dirección que indica el vector de pointing (  $S$  ) .

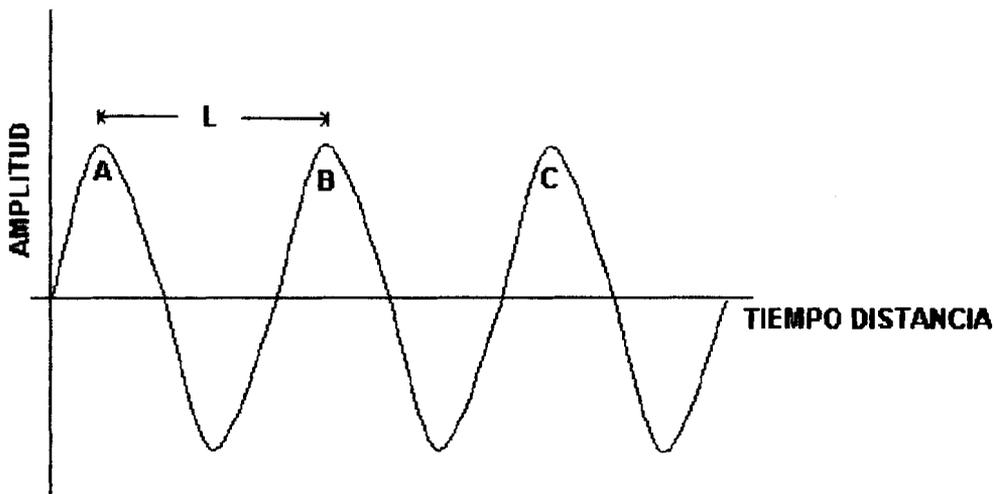
Cuando la onda viaja en cualquier otro medio distinto del vacío su velocidad no es de  $3 \times 10^8$  m/s sino algo menor. La disminución de la velocidad dependerá de la substancia o medio en el que la onda viaje; básicamente de su permeabilidad magnética y constante dieléctrica. Si el medio es aire la reducción es tan pequeña que podemos ignorarla, pero en otros materiales aislantes generalmente la reducción es mucho mayor. En agua destilada por ejemplo, las ondas electromagnéticas viajan a  $1/9$  de su velocidad en el vacío. En los buenos conductores como los metales la velocidad es tan baja que los campos opuestos que se presentan por las corrientes inducidas prácticamente anulan la onda original.

Debido a que las ondas de radio viajan muy rápidamente, fácilmente caemos en el error de ignorar el tiempo transcurrido en que ésta se mueva de un lugar a otro. A pesar de que a una onda electromagnética le toma solo  $1/7$  seg en dar la vuelta a la tierra, existen consideraciones que hacen importante tomar en cuenta al parámetro tiempo. Denominamos ondas de radio a aquellas ondas electromagnéticas cuyas frecuencias están entre decenas de miles de Hz. Hasta millones de veces esta cifra. Escojamos para el ejemplo una frecuencia de  $30\text{MHz} = 30'000.000$  Hz. Uno solo de los ciclos o períodos será cumplido en  $1/30000000$  seg, Y ya que la onda viaja a  $3 \times 10^8$  m/s quiere decir que en un ciclo, la señal habrá viajado sólo 10m. Luego de otro ciclo avanzará 10 m más. Por tanto, el campo que se encuentra a 10 m de la antena fue causada por una corriente que

tenía en la antena un período de tiempo antes, El que esté a 20m fue causado por otra corriente que tenía en la antena dos períodos de tiempo antes ; y así sucesivamente.

Ahora bien, si los períodos no son otra cosa que repeticiones similares una tras de la otra, la corriente en instantes correspondientes de distintos períodos será idéntica y el campo generado por ésta será igual también. A medida que el campo avanza, su energía se distribuye en superficies cada vez mayores , así que su amplitud decrece pero conserva su identidad con respecto al instante del período en que fue generado. Es así que la fase de la esfera en expansión se conserva constante en su recorrido, de lo cual se desprende que cada 10 m (para el ejemplo ) medidos desde la antena la fase de la onda será la misma para cualquier instante dado . Lo anterior nos ayuda a afirmar ciertos conceptos . Frente de onda será el conjunto de puntos donde el campo irradiado tiene la misma fase, y longitud de onda es la distancia que separa a dos frentes de onda de fases iguales en un instante dado .

En la onda electromagnética la amplitud de los campos ( eléctrico y magnético ) varía sinusoidalmente en el tiempo y la distancia ,a medida que se propaga en el espacio.



**FIG 1.9 FASE DE UNA ONDA ELECTROMAGNETICA**

Los puntos A, B y C de la figura tienen la misma fase , pues representan instantes correspondientes en períodos distintos . Básicamente fase significa tiempo e implica que estamos usando al período como unidad , las 15 h40 de ayer corresponde a las 15 h40 de hoy :por otra parte , ya que la onda se propaga con velocidad constante , la distancia de A hasta B es igual a una longitud de onda .

Los campos que forman la onda de radio ,el eléctrico y el magnético, pueden existir aún donde no hay materia ; o dicho de otra forma en cualquier parte donde los

valores de permitividad dieléctrica y permeabilidad magnética sean finitos y distintos de cero . Siendo así , la onda electromagnética es autosustentada , pues una variación en el campo eléctrico induce a otra en el campo magnético y viceversa , como puede verificarse en las ecuaciones de Maxwell. Pero estas particularidades no lo hacen esencialmente distinta de cualquier otro fenomeno ondulatorio. Así pues, se atenúa, se refleja ,y se difracta, incluso puede darse interferencia en varias. Sin embargo la onda electromagnética puede estar o no polarizada .

Una onda polarizada es aquella cuyas líneas de campo eléctrico mantienen una dirección determinada. En radiocomunicación se usa muy frecuentemente las polarizaciones, vertical cuando las líneas de campo eléctrico son perpendiculares a la superficie de la tierra , y horizontal cuando la condición es de paralelismo. Combinaciones de ambas dan como resultado polarizaciones circular o elíptica por ejemplo. El tipo de polarización usado influye en el comportamiento de la onda durante la propagación, pero a medida que aumenta la frecuencia portadora utilizada dicha influencia disminuye considerablemente . Aun así ,en las frecuencias super altas ( SHF ) , de 3Ghz a 30 Ghz las antenas de transmisión y recepción deben estar ambas dispuestas para el mismo tipo de polarización .

#### **1.1.5.-COMPORTAMIENTO EN SHF**

La presencia de la tierra afecta a la propagación de las ondas electromagnéticas , de diferentes maneras , dependiendo principalmente de la longitud de la onda de la señal que

desea transmitirse . Si nos planteáramos las ecuaciones electrodinámicas que modelan la propagación de ondas de radio e incluyéramos en nuestro análisis las condiciones de fronteras que representan la influencia de la tierra , encontraríamos que la polarización , la refracción , la reflexión y la dispersión están presentes siempre, pero toman valores significativos o despreciables según varía el valor de frecuencia utilizada . Por tanto podemos caracterizar a la propagación en un determinado rango de frecuencias , por su modo más significativo . Luego cuando fuera necesario para un caso particular que se encuentre en los límites de algún rango establecido , han de tomarse en cuenta los modos que pueden darse , pesándolos respectivamente .

Para frecuencias bajas y medias, es decir ondas kilométricas, la distancia que separa la superficie de la tierra y la ionosfera (65 Km ) es de unas cuantas longitudes de onda y el espacio intermedio actúa como una especie de ducto . Así el modo dominante consiste en lo que se conoce como onda superficial , que es una onda que viaja siempre en contacto con la superficie de la tierra. En estas circunstancias la polarización está forzada a ser vertical, pues como sabemos la tierra se comporta como un buen conductor y las líneas de campo resultan perpendiculares a su superficie .

Claro está que existirá cierta inclinación pero mayor será la similitud a la perpendicular mientras mayor la conductividad del terreno , esto es , en aquellas superficies que absorben menos energía de la onda .

La componente de la onda superficial , que disminuye rápidamente en intensidad al aumentar la distancia pierde significación a medida que aumenta la frecuencia . Así el rango típico de la onda superficial para una frecuencia de 30MHz se ha reducido hasta 15 Km aproximadamente . Lo cual quiere decir que las estaciones de radio AM ( 530-1600 KHz ) preferirán las frecuencias bajas de las bandas , pues así pueden obtener resultados favorables aun con menos potencia en sus transmisores , más aún cuando trabajen sobre terrenos de alta conductividad .

Si aumentamos la frecuencia y llegamos hasta la banda de HF , onda corta , la ionosfera está eléctricamente más lejos de la superficie de la tierra y se comporta como una simple capa reflectora . Sin embargo lo que sucede en la ionosfera no es precisamente una reflexión sino una refracción continua que desvía a la onda lo suficiente como para hacerla volver a la tierra . Esto es posible gracias a las características de la ionosfera , en la cual existe grande concentración de iones y electrones libres , en un medio tan enrarecido que no los fuerza recombinarse . Recordemos lo que sucede a la luz al viajar de un medio a otro con distinto índice de refracción .

La variación de velocidad hace que el rayo de luz se quiebre , tal como ocurre con el lápiz introducido en un vaso de agua . Por cierto este cambio brusco en la dirección del rayo se debe a que existe una bien definida frontera entre los dos medios . En la ionosfera

la onda de radio sufre pequeñas desviaciones ,una tras de otra ,debidas a que el indice de refracción varía con la altura , y al no estar definidas las fronteras , la onda describe una curva y termina por regresar a tierra aparentemente reflejada .

#### **1.1.5.1.- PROPAGACION EN SHF**

El esquema general de la propagación en la tropósfera incluye entonces tres casos : la onda directa , es decir aquella deseable que recorre una línea recta entre antena transmisora y receptora ; la onda reflejada , aquella que dirigiéndose con cierta inclinación hacia tierra , rebota y va a parar a la antena receptora , considerada como indeseable ; y la dispersión de onda , que establece comunicación entre dos puntos fuera del alcance de la línea recta gracias a refracciones y difracciones en un determinado trayecto , de la misma manera que ocurre con la luz cuando los lugares de sombra no son totalmente oscuros . Un caso particular , es el de los ductos atmosféricos ; éstos se producen cuando en la zona tropical capas adyacentes de aire , sobre el océano especialmente, tiene diferentes temperaturas y se comporta como guías de onda que transportan a la onda grandes distancias .

Sin embargo la comunicación en VHF , donde tiene lugar este fenómeno, no se puede hacer predicciones confiables para la propagación en ductos atmosféricos y por ello es esada básicamente por radioaficionados gustosos de experimentar .

### 1.1.6.- CURVATURA DE LA TIERRA

Cuando realizamos el trazado del perfil topográfico de un radio enlace de microondas , los puntos de transmisión y recepción suelen estar alejados algunas decenas de Km ; aunque también los hay de corta distancia .Tomemos el peor de los casos .A pesar de que solemos representar la superficie terrestre como plana ( MAPAS ) para territorios de poca extensión , la curvatura de la tierra existe y cobra importancia para el diseño de una

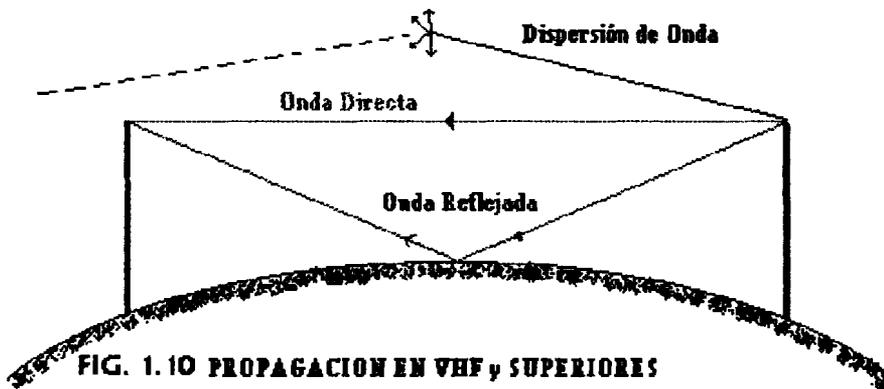


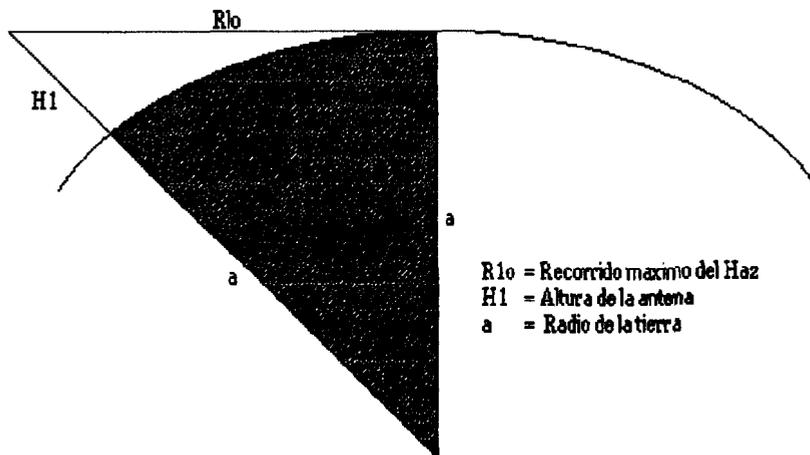
FIG. 1.10 PROPAGACION EN VHF y SUPERIORES

ruta de microondas ,cuando las distancias crecen .Podríamos probar , si contamos con la potencia suficiente , lanzar un haz de ondas hacia el horizonte y calcular la distancia que recorre .

$$\text{hyp}^2 = \text{Cat } 1^2 + \text{Cat } 2^2$$

$$(a + h_1)^2 = a^2 + r_1^2$$

$$r_1 = [(a + h_1)^2 - a^2]^{1/2}$$



**FIG. 1.11 Alcance máximo de un haz de microondas**

desarrollando el cuadrado:

$$r_{10} = [ a^2 + 2ah_1 + h_1^2 - a^2 ]^{1/2}$$

dado que  $a = 6.37 \cdot 10^6$  y  $h_1 \ll a < 2a$

resulta la aproximación;

$$r_{10} = [ 2a h_1 ]^{1/2}$$

introduciendo el valor de  $a$  y acomodando unidades :

$$r_{10} \text{ Km} = 3.57 [ h_1 \text{ (m)} ]^{1/2}$$

Dicho de otra forma, La distancia hasta el horizonte es proporcional a la raíz cuadrada de la altura de la antena . El resultado anterior nos lleva a la conclusión de que la curvatura de la tierra representa en si un obstáculo , aún para terreno plano. En la práctica la topografía del terreno presentan elevaciones y depresiones, y si queremos un trazado

real habremos de sumarle la contribución de la curvatura de la tierra a cada punto del perfil. Para ello necesitamos relacionar la altura del obstáculo con la distancia del punto analizado en las antenas de transmisión y recepción .

## **1.2.- ATENUACIÓN e INTERFERENCIA**

Una vez que logramos enviar nuestra señal a través del aire ,más correctamente de la tropósfera , más allá de las pérdidas básicas e inevitables que se señalaron en la sección previa , de acuerdo con la ruta real utilizada nos encontraremos nuevos inconvenientes . A continuación fijaremos nuestra atención en aquellos que resultan significativos para la operación en frecuencia de microondas ,los cuales por obvias razones son abordadas de manera teórica y aproximada . Dado que para efectos prácticos no tendría sentido un análisis electrodinámico detallado , los resultados se obtienen usualmente de tablas o gráficos un tanto empíricos

### **1.2.1.- PERDIDAS DE ESPACIO LIBRE**

Como ya se había mencionado anteriormente , la onda electromagnética que se propaga desde la antena transmisora hasta la antena receptora , disminuye en intensidad . Parte de esta disminución se debe a los efectos de la tierra y atmósfera sobre la onda , pero de cualquier manera , aún en el vacío , las pérdidas existen.

El sólo hecho de que el frente de onda se amplíe en la radiación, nos indica que al distribuirse la energía, la densidad de potencia será menor. Por consideraciones prácticas se obtienen por separado todas las pérdidas que afectan a la señal propagándose, para luego aplicando superposición resolver el problema global.

Así comenzaremos por hallar las pérdidas que tendría la señal si la comunicación ocurriría entre dos antenas en el espacio libre, lejos de la tierra y sus efectos. Las pérdidas de espacio libre relaciona la frecuencia de transmisión y también la distancia de separación entre las antenas.

Una forma de representar las pérdidas de espacio libre es:

$$P(\text{esp. Libre}) = 92.4 + 20 \log F (\text{Ghz}) + 20 \log D (\text{Km}).$$

### 1.2.2.- ATENUACION POR DIFRACCION DE ONDA

Para un radio enlace de punto a punto usando microondas habíamos visto como la energía se concentraba en un haz, el cual quedaba determinado por las zonas de Fresnel, principalmente la primera de ellas. Cuando el recorrido del haz o rayo directo está libre, es decir, cuando la obstrucción más cercana está lejos de la primera zona de Fresnel, se estima que el trayecto está despejado: Ciertamente, algo de la energía que viaja en las zonas de Fresnel de mayor orden no llegará a su destino, pero la cantidad resulta despreciable.

Por el contrario, para enlaces con obstrucción en la primera zona de Fresnel o sus cercanías la influencia es notable, y merece ser tomada en cuenta . Para ello analizaremos dos casos que a pesar de no construir la totalidad de las posibilidades resulta claramente explicativos y prácticos : En primer término veámos lo que ocurre cuando la propia curvatura de la tierra es el obstáculo : Probablemente , la onda electromagnética penetrara algo en la superficie y dará lugar a una cierta componente de onda superficial , sin embargo a la frecuencia en cuestión la atenuación de la mencionada componente es demasiado grande para que pueda influir .Por tanto la tierra actuará como un escudo impidiendo el paso de señal .

Supongamos la siguiente situación : las antenas están lo suficientemente lejanas como para que el rayo directo esté bloqueado por la curvatura de la tierra , no hay línea de vista . Podría pensarse que no habrá comunicación , sin embargo el significado correcto es que la atenuación será sumamente grande ( 40 dB o más ) . Ahora aumentemos ligeramente la altura de las antenas hasta obtener una línea de vista separada de la superficie por una pequeña porción del radio de la primera zona de Fresnel . Seguimos con atenuación , pero ésta ha disminuido considerablemente .

Sigamos pues nuestro ejercicio , aumentando las alturas de transmisión y recepción, al tiempo que recordamos que la totalidad de la energía transmitida es

equivalente a la que viaja en algo así como la mitad de la primera zona de Fresnel, por aquello de las sumas y restas según el orden  $n$  de la zona. Es de esperarse entonces que en algún momento, a pesar de que la línea de vista no se ha separado la distancia  $F1$  de la superficie, la energía que llega es tal que la atenuación es 0 dB.

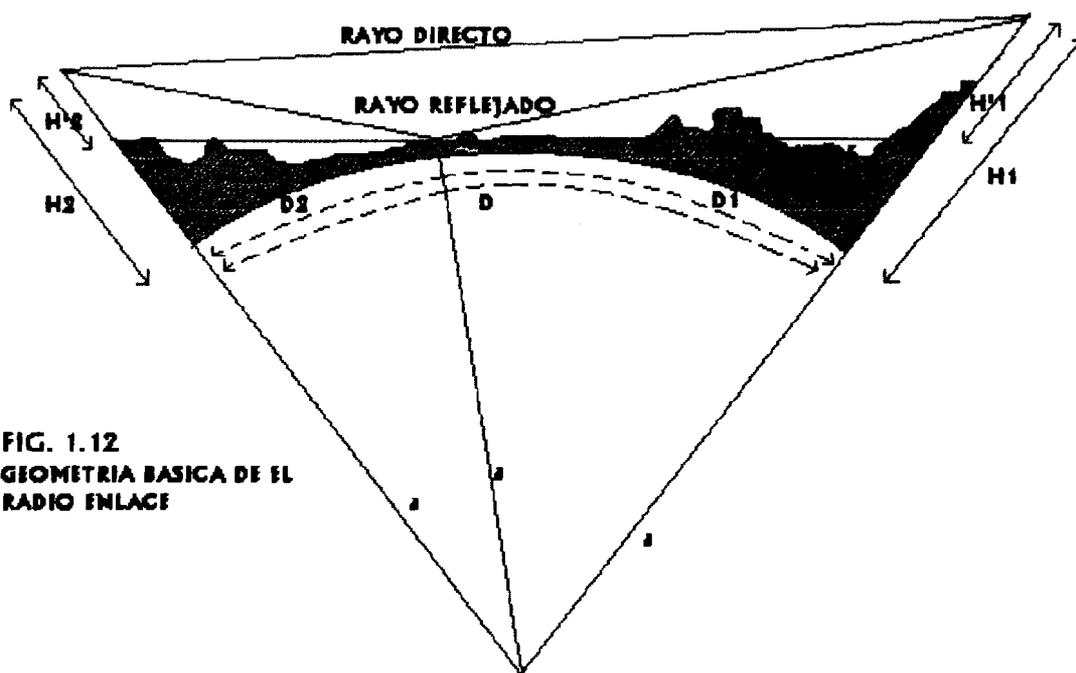


FIG. 1.12  
GEOMETRÍA BÁSICA DE EL  
RADIO ENLACE

### 1.2.3.- ATENUACION POR ONDA REFLEJADA

Para frecuencias correspondientes a VHF y superiores, la componente de onda reflejada empieza a tener relevancia, pero a pesar de ser un nuevo camino alternativo para la transmisión, esta componente se considera indeseable por razones que veremos más adelante. De ahí que deba analizarse como pérdida, es decir atenuación.

En primer lugar nos enfrentamos a un problema geométrico de determinar el punto de reflexión , el cual para cuando consideremos la curvatura de la tierra se vuelve un poco engorroso .En la figura ,podemos encontrar las relaciones y aproximaciones convenientes para resolverlo , algunas de las cuales ya fueron utilizadas en estudio de la representación en papel 4/3.

#### 1.2.4.- ATENUACION POR LLUVIA

La atenuación de una señal de microondas , debida a la presencia de lluvia o nieve en la ruta de un radio enlace , afecta en algún grado a todas las frecuencias pero sus efectos solo empiezan a notarse a partir de los 6Ghz y es en frecuencias superiores a los 10Ghz donde su influencia es tal que puede trastornar decisiones sobre la longitud o ruta del radio enlace. Los fenómenos de absorción y dispersión de la energía de la onda electromagnética por parte del vapor de agua y la lluvia son la causa de esta atenuación .

El grado de atenuación es función de varias variables , entre ellas , la banda de frecuencias, el tamaño y la forma de las gotas , y la distribución de la lluvia a lo largo del enlace, en términos de intensidad instantánea. Es decir que lo realmente importante no es la cantidad total de precipitación en un lapso determinado de tiempo , sino la máxima intensidad instantánea de lluvia que puede alcanzarse en un momento dado , y el tamaño del área sobre la cual se precipita tal intensidad en el citado momento . Desgraciadamente pocas son las estadísticas sobre precipitación lluviosa que toman en cuenta esta medida y la

información usualmente disponible está dada en términos de mm. / hora , pulg /hora o algo parecido .De allí que en ocasiones se estimen las pérdidas producidas por la lluvia en curvas teóricas . La experiencia ha demostrado que los valores obtenidos mediante el uso de esta gráfica divergen muy poco de las medidas experimentales para las bandas de 11 Ghz y superiores, que son las más afectadas .

Cuan severo puede ser un problema de atenuación por lluvia depende criticamente del valor de confiabilidad que se desea alcanzar , y que ha sido fijado como objetivo . Actualmente dicho objetivos en los sistemas de alta confiabilidad requieren de valores del orden de 99.99% hasta 99.999% dependiendo del número de saltos involucrados .

### **1.3.- MEDIDA DE LA CALIDAD DE LA SENAL**

Básicamente existen dos parámetros que nos permiten evaluar la calidad de nuestro enlace.

#### **1.3.1.- TASA DE BITS ERRONEOS**

En la práctica ninguna comunicación está libre de errores , tal como lo hemos visto en la sección anterior . El ruido térmico , la interferencia entre símbolos y las interferencias externas figuran como causas principales del deterioro en la calidad de la señal transmitida . Para el caso de señal de banda base digital , dicho deterioro equivale a interpretar el mensaje recibido de forma distinta a como fue transmitido , lo cual implica

presencia de error en los códigos . La medida establecida para valorar dichos errores se denominan tasa de bits erróneos ( BER ) .

### 1.3.2.- RELACION SEÑAL A RUIDO Y BER

El parámetro utilizado para definir la calidad de una señal recibida en transmisión FDM se denomina relación señal a ruido y representa la proporción entre la cantidad de potencia contenida en la información deseada y aquellas que transportan el ruido . Por lógico mejor calidad mientras mayor la relación señal ruido .

En transmisión digital en cambio estamos interesados en conocer cuantos bits fueron recibidos correctamente y cuantos se interpretaron mal . La relación entre el número de bits recibido en un intervalo dado define a la tasa de bits erróneos o simplemente BER .

$$BER = N_e \div N_t$$

donde :

BER =tasa de bits erróneos

$N_e$  = Número de bits en error

$N_t$  = Número total de bits

En esta ocasión en cambio la mejor calidad de señal está indicada por un valor de BER más pequeño.

La práctica ha demostrado que más allá de las definiciones , la calidad de una señal analógica y otra digital tienen un comportamiento totalmente distinto cuando intervienen en un radio enlace de microondas.

Para simplificar la explicación vamos a suponer una potencia de ruido constante afectando a la señal modulada , así la disminución de potencia recibida produce una señal modulada más "sucia " en el receptor . Cuando la señal de banda base es analógica , cada variación infinitesimal en la relación señal a ruido de la onda modulada tiene influencia en la calidad de la señal demodulada . Por ello es de esperarse un continuo deterioro en la relación señal a ruido del mensaje . Sin embargo , esas mismas variaciones no representan cambio alguno para la señal de banda base digital ,mientras no alcancen un valor significativo . Pues ha de ser necesario algo más que un cambio ligero en la relación señal a ruido para que un término digital tome otro valor de código .De ello se desprende que para un cierto rango de variación en la potencia recibida de la señal modulada , La información digital mantendrá un BER constante , pasado el cual la calidad de la señal de banda base disminuirá bruscamente.

## ***CAPITULO No.2***

### ***REDES DE AREA LOCAL (LAN)***

#### **2.1.- INTRODUCCION**

Debido al impacto de los computadores y las redes de computadoras en la sociedad durante la década pasada; este periodo de la historia se ha denominado "era de la información". La productividad y el rendimiento de las organizaciones y las personas ha aumentado significativamente con el uso de estas herramientas revolucionarias. Muchas personas utilizan las redes de computadoras prácticamente a diario en sus relaciones personales y profesionales. Esta tendencia se esta acelerando a medida que la gente va descubriendo la potencia de los computadores y de las redes de comunicación para uso doméstico y privado. Las transacciones diarias de grandes almacenes, bancos, agencias de viajes y otros muchos negocios se basan en las redes de computadoras. La era de la informatica se basa por igual en las computadora y en las redes de computadoras.

##### **2.1.1.- REDES DE COMPUTADORAS.**

Hay varias definiciones aceptadas en la industria. Quizas la mas simple sea la siguiente: una red de computadoras es un conjunto de computadoras (y generalmente terminales) conectados mediante una o mas vias de transmision. La via de transmision es amenudo la linea telefónica, debido a su comodidad y a su presencia universal. Y tambien

utiliza enlaces de microondas, enlaces satelitales, cables coaxiales y fibra óptica. La red existe para cumplir un determinado objetivo: la transferencia e intercambios de datos entre computadoras. Este intercambio de datos es la base de muchos servicios basados en computadoras que utilizamos en nuestra vida diaria, como cajeros automáticos, terminales de puntos de ventas, realización de transferencia e incluso el control de un transbordador espacial.

Para usar muchas redes actuales los usuarios deben estar familiarizados, no solo con los mecanismos para acceder a la red, sino también con los sistemas operativos de las computadoras.

## 2.1.2.- CATEGORIAS DE LAS REDES.

Las redes soportan varios tipos de aplicaciones de procesamiento distribuidos. La naturaleza de las aplicaciones afectan en gran medida a los aspectos de diseño, implantación y operación de las redes. Se han desarrollado tres categorías comunes de redes.

1.-REDES DE RECURSOS COMPARTIDOS

2.-REDES DE COMPUTACION DISTRIBUIDAS

3.-REDES DE COMUNICACION REMOTA

### 2.1.2.1.- REDES DE RECURSOS COMPARTIDOS

Los recursos de los diferentes anfitriones (HOST) se ponen a disposición de los otros host. Estos pueden ser dispositivos reales, como lectores de tarjetas e impresoras de línea, o pueden ser dispositivos virtuales, como archivos de discos. La red proporciona los mecanismos para crear la ilusión de que los dispositivos remotos están disponibles en el sistema local. Algunas operaciones para compartir son:

- acceso a archivos remotos
- transferencia de archivos entre anfitriones
- impresión remota.

### 2.1.2.2.- REDES DE COMPUTADORAS DISTRIBUIDAS

Es un sistema de computación simple, la multitarea permite a un grupo de procesos cooperar en el cumplimiento de una actividad que puede ser parcelada en actividades concurrentes más pequeñas. Las redes de computadoras distribuidas facilitan tales multitareas, pero con las actividades individuales realizadas en forma concurrente en varios HOST diferentes de la red.

Ejemplo de tales redes son los sistemas de control de procesos de tiempo real, las computadoras de bases de datos y las estructuras de procesamiento paralelo.

Estas redes suelen estar configuradas con los recursos de determinados anfitriones colocados cerca de los usuarios potenciales de estos recursos. Los programas de aplicaciones y las bases de datos están distribuidas por toda la red.

### 2.1.2.3.- RED DE COMPUTADORAS REMOTA

El objetivo principal de las redes de comunicación remota es la de proporcionar los medios para que los usuarios puedan acceder a instalaciones de computación remota lo más económicamente posible.

Tales redes son de uso común en sistemas de procesamiento remoto por lotes, donde las proposiciones que definen el trabajo y los datos de entrada son introducidos desde la posición remota por medio de la red. En general, tales redes tienen las bases de datos y los programas de aplicaciones concentrados en uno o dos grandes anfitriones.

### 2.1.3.- VENTAJAS DE LAS REDES.

Las redes de computadoras proporcionan importantes ventajas, tanto a las empresas como a las personas.

1.- Las organizaciones modernas de hoy en día suelen estar dispersas geográficamente dispersas, y sus oficinas están situadas en diversos puntos de un país e

incluso en diferentes lugares del mundo. Muchos computadores y terminales de cada una de las localizaciones necesitan intercambiar información y datos, a menudo a diario. Las redes proporcionan la posibilidad de que dichas computadoras puedan intercambiar datos y hacer accesibles los programas y los datos a todo el personal de la empresa.

2.-Las redes de computadoras permiten compartir recursos. Por ejemplo, si un computador se satura por exceso de trabajo, este se puede dirigir a través de la red a otro computador. La posibilidad de compartir la carga redundante en una mejor utilización de los recursos.

3.-Las redes también pueden facilitar la función crítica de tolerancia ante fallos. En el caso de que un computador falle, otro puede asumir sus funciones y su carga. Esta posibilidad es de especial importancia, por ejemplo, en sistemas dedicados al control del tráfico aéreo. En el caso de un fallo en las computadoras, otros computadores pueden tomar el relevo y asumir el control de las operaciones.

4.-El uso de las redes permite disponer de un entorno de trabajo muy flexible. Los empleados pueden trabajar en casa utilizando terminales conectados mediante redes al computador de sus oficinas. Muchos empleados utilizan terminales u computadoras portátiles en sus viajes y se conectan mediante los terminales telefónicos de las habitaciones de los hoteles. Otros empleados se desplazan a oficinas lejanas y , mediante redes

conectadas al servicio telefónico, pueden transmitir y recibir información sobre ventas críticas, datos administrativos, etc.

#### 2.1.4.- RED DE AREA LOCAL LAN

Una red de área local es una red de comunicaciones diseñada para facilitar la interconexión de una gran variedad de dispositivos de comunicaciones de datos, dentro de un área geográfica determinada. Las áreas de aplicación de la red LAN caen en una o más de las siguientes categorías: datos, voz y video.

##### 2.1.4.1.- ATRIBUTOS PRIMARIOS DE UNA LAN

- La red de área local es de uso privado.
- Las distancias entre las conexiones de las estaciones de trabajo se mantienen en el rango de las decenas o los cientos de metros.
- Las LAN transmiten datos entre estaciones de usuarios y computadores (algunas LAN pueden transportar imágenes de video).
- Una capacidad de transmisión de datos alta en comparación con las redes de cobertura amplia (WAN). Las velocidades típicas varían desde 1Mbps a 100Mbps.
- Las tasas de errores en las LAN es considerablemente menor que la de las WAN, Las tasas de errores típicas varían entre  $10^{-8}$  a  $10^{-11}$ .
- Conectividad total, se requiere de algoritmos de enrutamiento.

- La información en la red es de forma digital (PACKET BROADCASTING).

#### **2.1.4.2.- LOS OBJETIVOS PRIMORDIALES DE LA RED DE AREA**

##### **LOCAL**

- Asegurar la compatibilidad de productos diseñados y fabricados por empresas distintas.
- Permitir la comunicación de nodos de bajo costo y ser ella misma un elemento de bajo costo.
- Estar estructurado en niveles de forma que un cambio de nivel solo afecte al nivel cambiado.

#### **2.1.4.3.- CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE UNA LAN**

Los principales componentes de tecnología que determinan la naturaleza de una

LAN son:

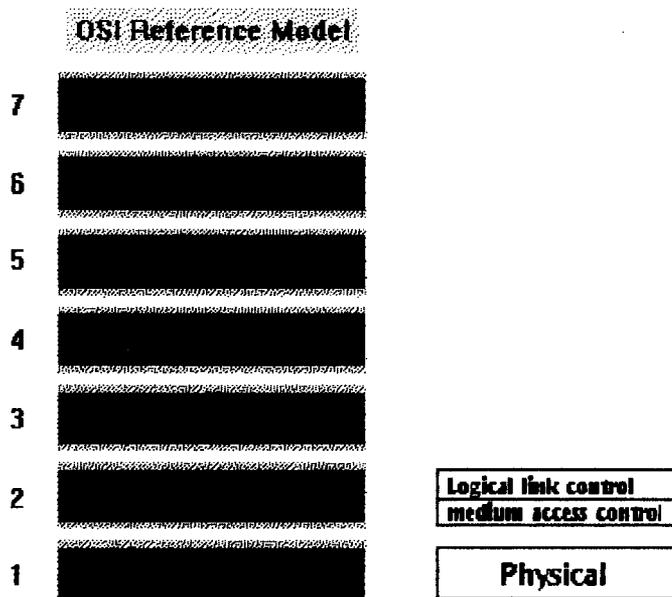
- TOPOLOGIA.
- MEDIO DE TRANSMISION
- TECNICAS DE CONTROL DE ACCESO AL MEDIO.

Estos a su vez determinan:

- tipos de datos que pueden ser transmitidos

- velocidad y eficiencia de las comunicaciones
- clases de aplicaciones que pueden ser soportadas.

## 2.2.- ARQUITECTURA DE UNA RED LAN



**FIGURA 2.1.- MODELO OSI**

Como una consecuencia del surgimiento de las redes de área local, nace la necesidad de estandarización de las redes y como resultado de esta necesidad surge el proyecto 802 desarrollado por la IEEE (instituto de electrica e ingenieros electronicos) a partir de 1980.

La arquitectura de una red LAN esta bien descrita enterminos de unas capas de protocolos, estas organizan las funciones basicas de una LAN. La arquitectura de

protocolos estandarizados para LAN , son los siguientes: FISICA,CONTROL DE ACCESO AL MEDIO(MAC), y el CONTROL DE ENLACE LOGICO.

El proyecto 802 sitúa a las redes LAN en los niveles 1 y 2 del modelo OSI. El nivel físico asigna a la red LAN funciones que incluye:

- Codificación y decodificación de las señales
- Transmisión y recepción serial de bits
- Provee la conexión física al medio de transmisión (par trenzado, cable coaxial, fibra óptica )

### 2.2.1.- CONTROL DE ACCESO AL MEDIO

En una LAN todas las estaciones comparten el mismo medio de transmisión. Se requiere de una manera de controlar el acceso al medio de transmisión con el objetivo de proveer un uso ordenado y eficiente de dicho medio. Esta es la función del MAC. El protocolo MAC define el mecanismo a través del cual los dispositivos conectados a una red ganan acceso al medio de transmisión.

El control de acceso al medio (MAC) se extiende desde el nivel físico hasta el nivel de enlace de datos(modelo OSI) y como su nombre lo indica, controla el acceso al medio de transmisión. El MAC se caracteriza por lo siguiente:

- En la transmisión, reúne la data dentro de una trama con dirección y campos de detección de error.
- En recepción, separa la trama, llevando a cabo el recoger las direcciones y detección de errores.
- Gobierna los accesos a los medios de transmisión de la LAN.

El MAC se divide en otros estándares:

802.3 Bus de acceso múltiple por detección de portadora con detección de colisión (CSMA/CD)

802.4 Bus de transporte de testigo (token passing bus)

802.5 Anillo de transporte de testigo (token passing ring)

**CSMA/CD.**

El método de acceso por detección de portadora con detección de colisión, suelen ser utilizadas por LANs de distancias cortas debido a que la ventana de colisión aumenta conforme lo haga el canal de transmisión. Cada estación es capaz de transmitir y “escuchar” el canal de forma simultánea. Cuando dos señales colisionan, generan irregularidades de voltaje en el canal, lo cual es detectado por las estaciones. Entonces, las estaciones desconectan su transmisor, esperan un tiempo individual aleatorio e intentan a

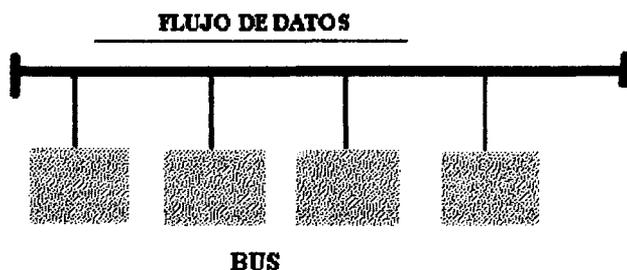
continuación ganar el acceso al canal. El tiempo aleatorio de espera en cada estación reduce las oportunidades de colisión.

### ***2.3.- TOPOLOGIA DE LAN***

La topología es la manera en la cual las estaciones de la red se encuentran interconectadas. La topología esta definida por la distribución física (layout) de los enlaces de comunicación y de los elementos de comunicación. La topología determina los caminos que pueden seguir los datos entre cualquier par de estaciones. Existen tres objetivos para establecer la topología de las redes LAN:

- 1.- Proporcionar la máxima fiabilidad a la hora de establecer el tráfico (por ejemplo, mediante encaminamientos alternativos)
- 2.- Encaminar el trafico utilizando la via de coste mínimo entre los equipos de transmisión y recepcion (no obstante, a veces no se escoge la vía de costo mínima porque otros factores, como la fiabilidad, pueden ser mas importantes).
- 3.- Proporcionar al usuario el rendimiento óptimo y el tiempo de respuesta mínimo.

### 2.3.1.- TOPOLOGIAS BUS/TREE



Ambas topologías BUS/TREE están caracterizadas por el uso de medios multipuntos.

**FIGURA 2.2.- TOPOLOGIA BUS**

Todas las estaciones están sujetas a través de interfaces de hardware apropiadas conocidos como TAP, directamente a un medio de línea de transmisión, o BUS. La operación es full duplex entre las estaciones y el TAP. Concediendo transmisión de datos sobre el BUS y recibida desde el bus. Una transmisión desde una estación se propaga a todo lo largo del medio en dos direcciones y pueden ser recibida por todas las otras estaciones. Al final del BUS existe una resistencia terminal.

La topología TREE es una generalización de la topología BUS. El medio de transmisión es una ramificación cableada con lazos no cerrados. El trazado de la topología TREE comienza desde un punto llamado HEADEND (fin de cabeza). Uno o más cables empiezan en el HEADEND y cada vez tiene más ramificaciones. Estas ramificaciones se convierten en trazas más complejas. Otra vez una transmisión desde una estación se propaga a través del medio y puede ser recibida por todas las otras estaciones.

La transmisión es en forma de paquetes conteniendo direcciones y uso de data. Cada estación monitorea el medio y copia las direcciones de los paquetes a si mismo. Por que todas las estaciones comparten una linea de transmisión común. Solo una estación puede transmitir exitosamente al mismo tiempo. Y algunas formas de tecnicas de control de acceso al medio se necesitan para regular estos accesos.

Uno de los medios más comunes en la transmisión de comunicacion , y uno de los ciertamente aplicables para las redes de areas locales BUS/TREE, el doble cable trenzado. Típicamente usada para transmisiones de baja velocidad, la razon de datos es de unos pocos Mbps. El doble par trenzado es relativamente de bajo costo y es típicamente preinstalado en construcciones de oficinas. Y es de mas costos-efectivos escogido por construcciones simples y requerimientos de bajo tráfico.

Para expandir la red no necesita de cableado adicional y cuando una de las estaciones sufre algun desperfecto, el resto de las estaciones continuan su operacion normal.

## 2.3.2.- MEDIOS DE TRANSMISION PARA REDES LOCALES

### *BUS/TREE*

MEDIO DE TRANSMISION.	RAZON DE DATOS (Mbps)	DISTANCIA (Km)
doble par		
trenzado	1-10	<2
cable coaxial	10-50	<3
fibra optica	45	<150

#### VENTAJAS

- Costos de materiales iniciales más bajos
- Costo de mano de obra iniciales más baratos
- flexibilidad en aplicaciones específicas

#### DESVENTAJAS

- Difícil movimientos, aumentos y cambios
- Costos de mantenimiento más alto
- Menos confiables: ruptura en el cable afecta a todos los equipos

## **2.4.- SISTEMAS LAN Ethernet**

La más comunmente técnica de control de acceso al medio usada para Bus/Tree t topología estrella es CSMA/CD (Carrier Sense Múltiple Access with Collisión Detection). La versión original de banda base de esta técnica fue desarrollada por Xerox como parte de una Lan Ethernet. Todo este trabajo fue formado como un estandar de la IEEE 802.3 .

En esta sección, nos enfocaremos sobre el estandar IEEE 802.3 :

**2.4.1.- Control de Acceso al Medio -- IEE 802.3:** Con CSMA/CD, un algoritmo es necesitado para especificar que podría hacer una estación si el medio es encontrado ocupado. El concepto mas comunmente usado, es este estandar que nos dice:

“Que una estación que desea transmitir debe escuchar el medio y obedecer las siguientes reglas:

1. Si el medio está libre transmite, de otra manera va al paso 2.
2. Si el medio está ocupado, continua escuchando hasta que el canal es sensado libre, entonces transmite inmediateamente.
3. Si dos estaciones estan esperando para trasmitir, una colisión es garantizada. Si una colisión es detectada durante la transmisión, transmite una breve señal de alerta para asegurarse que todas las estaciones conocen que allí ha habido una colisión, y entones cesa la transmisión.

4. Después de transmitir la señal de alerta, espera una cantidad de tiempo aleatorio, entonces intenta transmitir otra vez, y se repite desde el paso 1.

#### **2.4.2.- Especificaciones del estandar IEEE 802.3**

Esta norma ha definido las características físicas de configuración de la red Ethernet, asegurandose que varias opciones puedan ser fácilmente integradas en alguna configuración que satisfaga una variedad de necesidades. Por consiguiente se ha desarrollado una notación especial que es la siguiente:

[Velocidad Mbps][Mét.de Señalización][Máx. segmento de Long. en cientos mts]

Por consiguiente el usado para nuestra aplicación es: **10BaseT**

Este tipo de topología LAN posee las siguientes características:

Es posible desarrollar velocidades de hasta 10Mbps usando el medio de transmisión Par Trenzado sin cubierta aislante. Tal cable es encontrado en edificios como cableado telefónico y puede ser usado para aplicaciones de LAN. Usando señalización en Banda Base.

Un simple sistema consiste de un número de estaciones conectados a un punto central , referido como un repetidor multipuerto, via dos pares trenzados, conocidos como un HUB.

Las estaciones se conectan al repetidor multipuerto via un enlace punto a punto. Debido a la alta velocidad de datos y a la pobre calidad de la transmisión de un par trenzado, la longitud del enlace esta limitada a 100 mts. Como una alternativa , un enlace de fibra óptica puede ser usado en este caso, donde la longitud máxima es de 500 mts.

## **2.5.- Protocolo de LAN : TCP/IP**

El modelo de mayor difusión en el campo de las comunicaciones es el modelo OSI, creado por la ISO (International Organization for Standarization). Este modelo establece 7 niveles conceptuales sobre los cuales se puede representar un sistema de comunicaciones. El modelo OSI fue constituido para describir protocolos para una sola red, pero no contiene un nivel específico para el enrutamiento entre redes de la forma en la que el protocolo TCP/IP lo hace.

### ***2.5.1.- ARQUITECTURA DE NIVELES DE TCP/IP.***

Con poco esfuerzo el modelo OSI puede ser adaptado para describir el esquema de niveles de TCP/IP. En el sentido mas amplio, el protocolo TCP/IP puede ser organizado en cuatro niveles conceptuales de acuerdo a la forma en que los datos son transportados entre ellos.

### 2.5.1.1.- NIVEL FISICO:

Cubre la interface física entre un dispositivo de transmisión de datos y un medio de

NIVEL	OBJETOS TRANSPORTADOS
Aplicación	Mensajes
Transporte	Paquetes de transporte de Protocolo
Internet	Datagramas IP
Interfaz de Red	Tramas específicas de la red
Física	Flujo de bits

transmisión, tiene que ver con la naturaleza y características de las señales eléctricas de voltaje y corriente a manejar.

Cada dispositivo (Ej. un computador o una estación de trabajo) al interior de la red es identificado por una dirección física, la cual a menudo suele ser denominada dirección de hardware. Los fabricantes de hardware colocan la dirección física en la lógica de la tarjeta al interior del dispositivo o en la unidad de interfaz que se conecta a tal dispositivo. Durante la comunicación, se emplean dos tipos de direcciones:

La del emisor y la del receptor. La longitud puede variar siendo la más pequeña utilizada aquella de 48 bits. El formato 48 bits por dirección es utilizado tanto en el protocolo Ethernet. Esta dirección se denomina dirección de control de acceso al medio (MAC). Desde el punto de vista de TCP/IP la dirección física es utilizada por el nivel físico y por el interfaz de red. Cuando un dispositivo recibe una PDU, analiza la dirección

MAC de destino, si es que coincide con su dirección MAC, pasa la PDU al siguiente nivel superior. Si es que la dirección no coincide, la ignora; de esta forma se evita que los datos pasen de un nivel a otro de forma innecesaria.

#### 2.5.1.2.- NIVEL DE INTERFAZ DE RED:

Este es el nivel mas bajo en cuanto al software de TCP/IP y es responsable de aceptar datagramas IP y transmitirlos hacia la red respectiva. Un interfaz de red puede consistir de un driver de dispositivo (Ej.HUB) ó un subsistema complejo que utiliza su propio protocolo de enlace de datos (Ej.Consta de conmutadores de paquetes que se comunican con Hosts usando HDLC).

#### 2.5.1.3.- NIVEL DE INTERNET:

Este nivel maneja las comunicaciones de una máquina a otra. Acepta un requerimiento para enviar un paquete desde el nivel de transporte junto con la identificación de la máquina a la cual debe llegar el paquete. Encapsula esta información en un datagrama IP y utiliza un algoritmo de enrutamiento para determinar se debe enviar un datagrama o si lo debe hacer hacia un router o gateway en particular. A continuación, el datagrama es transportado hacia el interfaz de red apropiado para su transmisión.

El nivel de internet tambien maneja los datagramas entrantes, los revisa para validarlos y utiliza el algoritmo de enrutamiento para determinar si el datagrama debe ser

procesado localmente o reemitido hacia la red. Para aquellos datagramas direccionados hacia una maquina local, el software de este nivel borrará la cabecera del datagrama y escogera de entre los protocolos de transporte, aquel que lo pueda manejar.

#### ***2.5.1.3.1.- Protocolo de Internet IP:***

En el nivel de internet, la unidad de información es justamente el paquete IP (Internet Protocol). El principal objetivo de IP es proveer interconexión entre las subredes que forman la internet con el fin de transportar los datos de un sistema a otro. El protocolo IP provee cuatro funciones principales:

1. Unidad básica de transferencia de datos
2. Direccionamiento
3. Enrutamiento
4. Fragmentación de datagramas

Ademas de cumplir las funciones de router, el protocolo IP realiza otras funciones. Este protocolo opera en todas las estaciones de red que estan conectadas a subredes. Provee al nivel de transporte, el algoritmo necesario para transferir los datos desde una red a otra mediante un servicio no orientado a la conexión. Esto significa que el protocolo no establece una sesión virtual entre las estaciones emisora y receptora antes de transmitir los datos hacia su destino.

Cada paquete es manejado independientemente de los otros y una secuencia de paquetes IP enviados de una máquina a otra podrían viajar por diferentes caminos al interior de una red, pudiendose perder algunos de ellos, mientras otros son liberados.

El protocolo IP encapsula los datos y los libera sobre la base del mejor esfuerzo, lo cual quiere decir que IP no informa del estatus del paquete al emisor o al receptor, simplemente emite el paquete y si este, por alguna razón se pierde o se altera, delega las funciones de recuperación de errores al nivel superior, el nivel de transporte. El nivel de internet emite el paquete IP de acuerdo a un formato específico y, debido a que es un servicio no orientado a la conexión, podría recibir los paquetes IP en desorden o inclusive podría duplicarlos.

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

Version	IHL	Tipo Servicio	Long. total
Identificador	FLAG		Offset Fragmentacion
Tiempo de Vida	Protocolo	Secuencia de Verificación	
		Direccion Emisor	
Dirección Receptor			
Opciones mas relleno			
Datos (Variable)			

Formato de la cabecera y los datos IP.

El protocolo IP no toma en cuenta el tipo de datos que encapsula en el paquete, sino que aplica cierta información de control, denominada cabecera IP puede tener una longitud mínima de 20 octetos (sin tomar en cuenta el campo de opciones del paquete IP) y su campo de datos contiene a su vez la cabecera del nivel de transporte y los datos de la aplicación.

Se debe notar que el datagrama IP tiene un mínimo de 576 octetos y un máximo de 65535 octetos. El paquete IP puede ser transportado sobre redes de alta velocidad.

#### 2.5.1.4.- NIVEL DE TRANSPORTE:

La función principal de este nivel es proveer la comunicación entre un programa de aplicación y otro. Tal comunicación suele ser identificada como “extremo a extremo”. El nivel de transporte puede regular el flujo de la información, pudiendo además proveer el transporte de los paquetes libres de error y en secuencia. Para lograr esto, se espera un acuse de recibo del extremo remoto y retransmite los paquetes que se hayan perdido.

El software de transporte divide el flujo de datos por transmitir en unidades pequeñas (paquetes, de acuerdo a OSI) y pasa cada paquete con su dirección de destino hacia el siguiente nivel inferior para su transmisión. A pesar de que en el modelo de TCP/IP en el nivel de aplicación, un computador de propósitos generales puede tener múltiples programas de aplicación accediendo a la internet al mismo tiempo. El nivel de

transporte debe aceptar los datos provenientes de varios programas de usuario y enviarlos al nivel de internet para su enrutamiento. Para lograr este objetivo, el nivel de transporte utiliza el protocolo denominado TCP (Transmission Control Protocol), el cual reviste de información adicional a los datos del usuario, incluyendo códigos que identifican que programa de aplicación está siendo enviado y que programa de aplicación debe ser recibido, así como una secuencia de verificación. La máquina que recibe el paquete utiliza la secuencia de verificación para chequear que los paquetes hayan llegado intactos.

#### *2.5.1.4.1.- El Protocolo de Control de Transmisión (TCP):*

Este protocolo provee un servicio de circuito virtual confiable para la transferencia de información entre las aplicaciones del usuario final, las cuales fueron depositadas en el paquete IP. Primeramente, el protocolo TCP debe identificar el proceso del nivel de aplicación mediante una dirección de puerto, algunas veces conocida como socket. Ejemplos de números de puertos en decimal son: 21 para la aplicación FTP, 23 para TELNET, ó 25 para SMTP.

La conexión del protocolo de aplicación es identificada completamente mediante la dirección del socket (16 bits) más la dirección IP (32 bits). En segundo lugar, TCP se encarga del control de errores, detectando cualquier información perdida, fuera de secuencia o duplicada. En tercer lugar, el control de flujo de TCP garantiza que ningún dispositivo emisor de alta velocidad cause problemas a los dispositivos receptores de menor

velocidad entregandoles mas datos de los que estos puedan recibir. Finalmente, el control de la conexión es realizado por TCP, garantizando el establecimiento de la conexión, su terminación e interrupción.

El protocolo TCP trata la información proveniente del nivel de aplicación como un flujo continuo de datos. Este flujo es dividido en segmentos de hasta 65 octetos de longitud. Entonces, cada octeto recibe un numero de secuencia para proveer las funciones de control de errores y de flujo. Cada segmento es transmitido hacia el nivel IP, el cual pasa a su vez los datos en forma de datagramas al nivel de interfaz de red. En este último nivel, el protocolo de acceso local (TRing, ETH, etc) suma a los datos una cabecera de red local y un trailer para posteriormente transmitirlos bit a bit sobre el medio de transmision en el nivel fisico. Para soportar las funciones descritas en el parrafo anterior, el protocolo TCP utiliza una cabecera con una longitud mínima de 20 octetos.

El siguiente gráfico muestra el contenido de la cabecera TCP:

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

Puerto Fuente										Puerto Destino									
Numero de secuencia																			
Numero de acuses de recibo (ACK)																			
offset					Reservado					U A P R S F					Ventana				
Secuencia de verificación										Puntero de urgente									
Opciones y relleno																			
Datos (variable)																			

FORMATO DEL PAQUETE TCP

### 2.5.1.5.- NIVEL DE APLICACION:

A este nivel superior, los usuarios invocan programas de aplicación que accesan servicios disponibles a través de la internet TCP/IP. Una aplicación interactúa con el o los protocolos de transporte para enviar o recibir datos.

Cada programa de aplicación escoge la forma en la cual va a transportar sus datos, es decir, como una secuencia de mensajes individuales o como un flujo continuo de bytes. El programa de aplicación pasa entonces sus datos en la forma requerida hacia el nivel de transporte para su transmisión a la red.

Antes de revisar los métodos de direccionamiento IP, vamos a explicar algunos conceptos importantes.

DATAGRAMA: Existe una analogía bastante fuerte entre una red física y la internet TCP/IP. En una red física, la unidad de transferencia es la trama, la cual contiene un campo de cabecera y un campo de datos. En la cabecera se incluye información de las direcciones MAC de fuente y destino. La internet denomina a esta unidad de transferencia básica como "Datagrama" internet, IP datagrama o simplemente un datagrama.

Al igual que una trama de red física, la cabecera del datagrama contiene las direcciones MAC de fuente y destino y un campo de tipo de servicio que identifica el contenido del datagrama.

#### Precedencia y Tipos de servicio del Datagrama:

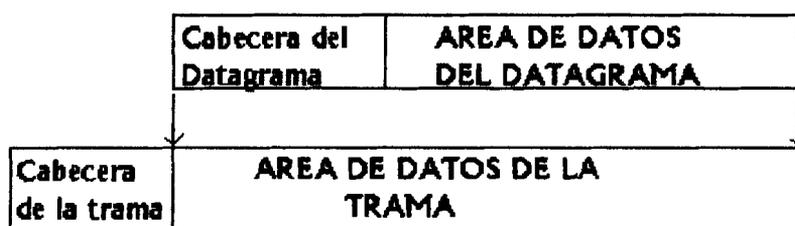
Dentro del formato del datagramo IP existe el campo denominado clase de servicio, cuya función es determinar como deben ser manejados los datagramas.

0	1	2	3	4	5	6	7
Precedencia		D	T	R	No usados		

Los 3 bits de precedencia indican la precedencia del datagrama. Este subcampo toma valores entre 0 (precedencia normal) hasta 7 (Control de red), permitiendo de esta forma que el emisor del datagrama indique la importancia de cada datagrama.

Los bits D, T y R especifican el tipo de transporte que el datagrama desee. Cuando esta en uno, el bit D requiere un retardo bajo. Con el bit T en uno indica un requerimiento de alto throughput. El bit R, cuando esta en uno, requiere tal confiabilidad.

**Encapsulamiento de Datagramas:** Contrariamente a lo que ocurre en el nivel físico, en donde las tramas son reconocidas por el hardware, los datagramas son manejados por software. Actualmente el datagrama puede llegar a 65535 octetos en longitud.



**Encapsulamiento de datagramas IP en una trama.**

**FIGURA 2.3.**

Cuando los datagramas se mueven desde una máquina a otra, estos deben ser transportados por una red física. Para hacer el transporte de la internet eficiente, se debería garantizar que cada datagrama viaje en una trama física distinta. A la forma de transportar un datagrama dentro de una trama de red, se le conoce como encapsulamiento.

Para el nivel de hardware, un datagrama es como cualquier otro mensaje enviado desde una maquina a otra. Puesto, que el hardware no reconoce el formato del datagrama y no reconocera la dirección de destino IP. A continuación se muestra el encapsulamiento IP en una trama física:

Existirán ocasiones en las cuales el paquete transmitido desde una red sea demasiado largo para transmitirlo a otra red. Consideremos la transmisión de una trama

desde una red Token ring (La cual soporta típicamente 4472 bytes como el máximo tamaño de transmisión) hasta una red Ethernet (la cual soporta únicamente 1518 bytes como máximo); un router deberá fragmentar aquellos paquetes demasiado grandes, en paquetes más pequeños.

### 2.5.2.- NOTACION DECIMAL DE DIRECCIONES IP:

Cuando existe una comunicación IP con personas, mediante documentos técnicos o aplicaciones, la dirección IP es notada como cuatro enteros decimales, separados por puntos. Donde cada entero representa el valor de un octeto de la dirección IP. Así por ejemplo la dirección internet de 32 bits:

10000000 00001010 00000010 00011110

representa la dirección:

128 . 10 . 2 . 30

Direcciones de subred IP y el uso de máscaras: El direccionamiento de subredes permite a un sitio de múltiples segmentos físicos de red utilizar un solo número de red IP. El subdireccionamiento es ampliamente utilizado y actualmente es parte de la asignación de direcciones IP.

El subdireccionamiento aumenta otro nivel de jerarquía a la estructura de direcciones de internet. En lugar de tener dos niveles (identificación de la red y del host) jerárquicos se obtienen 3:

Identificación de la red, identificación de la subred e identificación del host. Entonces, los segmentos de red son identificados como una combinación de el ID (identificador) de la red y del ID de la subred. Los bits de la subred se igualan a 1, si es que la red trata al bit correspondiente como parte de la dirección de la red y 0 si trata al bit como parte del identificador del computador.

Por ejemplo, una máscara con el valor:

$$11111111 \quad 11111111 \quad 11111111 \quad 00000000$$

$$( \quad 255 \quad . \quad 255 \quad . \quad 255 \quad . \quad 0 \quad )$$

especifica que los tres primeros octetos identifican la red y que el cuarto octeto identifica al host al interior de tal red. No existe un estándar para la extensión de la parte de la subred, puede ser unos pocos bits o puede tener la longitud del campo de host ID.

Una red puede asignar una máscara que seleccione los primeros dos octetos, dos bits del tercer octeto y uno del cuarto. A pesar de que esta flexibilidad permite realizar asignaciones interesantes de direcciones de los nodos, hace posible además asignar direcciones de Hosts y entender las tablas de enrutamiento de forma sencilla. Por esta

razón, es recomendable que los sitios usen mascarar de subred contiguas y que utilicen la misma mascara a lo largo del conjunto de redes físicas que compartan una dirección IP.

Por ejemplo:

IP address = 134.33.100.1

IP Mask = 255.255.255.0

Entonces el identificador de la red sera: 134.33.100

Cuando una red se une a la Internet TCP/IP, la agencia administrativa de la red le asigna un número de red IP. Esta función es realizada en la internet por el centro de información de red del DDN.

Las direcciones internet consisten de dos partes: una dirección de red (NET ID), asignada por la agencia administrativa, y una dirección de host (HOST ID), asignada por el administrador local (de la red que se una a internet). La dirección IP consta de 32 dígitos, los cuales generalmente son desplegados como cuatro números enteros decimales separados por un punto (Ej:95.0.0.1). Cada uno de estos cuatro campos representa 8 bits de la dirección de 32 bits y pueden tomar un valor entre 0 y 255. Existen cinco clases de direcciones IP.

## Tipos de Direcciones en IP:

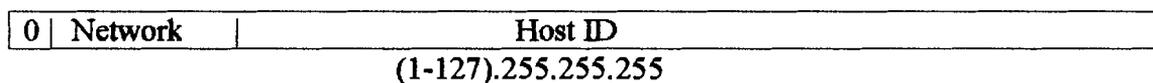
### 1. Direcciones CLASE A:

Son utilizadas para redes muy grandes pues el campo de identificación de la red es de 7 bits mientras que el campo de NET ID es de 24 bits (el primer bit es puesto en 0 para identificar que la dirección es de clase A), con lo que se podrían definir hasta  $2^7=128$  redes, cada una de  $2^{24}=16$  millones de hosts. Existen únicamente 127 redes de clase A.

Un Host o u router identificarán una dirección de clase A, al leer el bit 0 el cual tendrá un valor de 0, mientras que el Host interpretará el NET ID como los primeros 8 bits de la dirección y como HOST ID los últimos 24 bits.

La dirección 127.0.0.0 es reservada para funciones de loopback, en las cuales el primer host que recibe un datagrama (unidad de información) lo devuelve a su origen.

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



## 2. Direcciones CLASE B:

Las direcciones clase B definen hasta  $2^{14}=16384$  redes y son utilizadas para cualquier red cuyo tamaño sea mediano y que pueda poseer hasta  $2^{16}=65536$  hosts. Con este tipo de direcciones, los primeros 16 bits son asignados al NET ID y los últimos 16 bits al HOST ID.

El host interpreta una dirección B leyendo los bits 0 y 1 de la dirección IP, los cuales tendrán un valor de 1 y 0 respectivamente.

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

1	0	Network ID	Host ID
(128-191).255.255.255			

## 3. Direcciones CLASE C:

Definen hasta  $2^{21}=2.1$  millones de redes que puedan poseer hasta  $2^8=256$  hosts. En este tipo de direcciones los primeros 24 bits son asignados al NET ID y los 8 últimos al HOST ID.

El host reconoce una dirección clase C leyendo los bits 0,1 y 2, los cuales deberán ser 1, 1 y 0 respectivamente.

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

1	1	0	Network ID	Host ID
(192-223).255.255.255				

#### 4. Direcciones CLASE D:

Son utilizadas para procesos de multicast IP (operación en la cual un paquete IP es enviado a varios host de forma simultanea). Este tipo de direcciones posee los cuatro primeros bits con valores 1,1,1 y 0, los bits del 4 al 31 identifican el grupo específico de hosts al cual se hizo el multicast.

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

1	1	1	0	Dirección de Multicast
---	---	---	---	------------------------

#### 5. Direcciones CLASE E.

Los paquetes IP con direcciones clase E empiezan con la secuencia 1111 y son reservadas para uso experimental. En todas las clases las direcciones 0 y 255 son reservadas. La dirección 0 especifica toda la entidad (la red) y la dirección 255 es utilizada para mensajes de broadcast.

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

1	1	1	1	Dirección de Multicast
---	---	---	---	------------------------

### **2.5.2.1.- DOMINIOS:**

Debido a que el uso de direcciones IP de 32 bits muchas de las veces provoca cierta resistencia en los usuarios, la mayoría de las organizaciones internet han adoptado acrónimos términos de significancia que puedan ser identificados como una dirección numérica. En la internet, el organismo que administró originalmente estos esquemas de direccionamiento utilizando nombres, es el SRI Network Information Center. Este organismo mantuvo un archivo denominado HOST.TXT, en el cual se listaban los nombres de las redes, gateways y hosts con sus direcciones correspondientes.

La estructura original funcionó adecuadamente en un inicio, pero al ensancharse la internet, fue complicado manejar estas asignaciones de dirección en el archivo HOST.TXT, por lo que los administradores de la internet desarrollaron en 1993 un sistema denominado sistema de dominios de nombres (DNS=Domain Name System).

Al igual que otros sistemas de direccionamiento, el DNS utiliza un esquema jerárquico para establecer los nombres. En este esquema, se permite al administrador de direcciones manejar sus propias direcciones en los niveles mas bajos de la jerarquía y utilizar únicamente los nombres de los niveles mas superiores si se necesitaba operar fuera de la red.

El direccionamiento jerárquico se establece mediante una búsqueda hacia la parte baja del árbol, seleccionando los nombres de cada etiqueta y concatenando estas etiquetas

hasta encontrar la dirección total, la cual es distinguible en todos los niveles del árbol. Por ejemplo, el primer nivel de nodo bajo la raíz contiene varios nombres. Citando como ejemplo el nombre COM; continuando con la búsqueda hacia los niveles mas bajos, se hallaran varios otros nombres tales como ACME.

Asi de esta manera se establece un método de direccionamiento mas sencillo y práctico.

### ***2.5.3.- APLICACIONES DE TCP/IP:***

#### **RIP (Route Information Protocol) :**

Es un protocolo de gateway interno, concebido para el uso al interior de la internet basado en IP. Este protocolo sensa las distancias entre las redes y host en términos del número de saltos (Hops) entre ruteadores que el datagrama debe atravesar para alcanzar su red de destino.

#### **SNMP (Simple Network Management Protocol):**

Es un protocolo de administración de red que especifica las comunicaciones entre el programa de cliente de administración de red y el programa agente que se encuentre en ejecución en un host o gateway o router.

**BOOTP (Bootstrap Protocol):**

Permite que una máquina sin disco determine su dirección IP y la información de boot necesaria para arrancar. El servidor de Bootp recibe el requerimiento y compara las direcciones de hardware (MAC) en su base de datos. El servidor contestará al cliente enviándole su dirección IP, el nombre del archivo de Boot y la dirección IP del servidor de boot. El cliente entonces bajará los archivos mediante TFTP.

**UDP (User Datagram Protocol):**

Provee servicios a los usuarios de aplicaciones de red. UDP es un servicio de liberación de datagramas no orientado a la conexión y que no garantiza la liberación de la información. El protocolo UDP no mantiene conexiones extremo a extremo con el módulo UDP remoto. Este provee un campo de chequeo de redundancia cíclica para verificar la integridad de los datos.

**ARP (Address Resolution Protocol):**

El protocolo ARP es utilizado para realizar la traslación de las direcciones IP hacia los niveles MAC y físico.

ICMP (Internet Control Message Protocol):

Es un mecanismo de comunicaciones entre los routers IP y los hosts para reportar problemas, además permite realizar pruebas de conectividad entre dispositivos en un ambiente LAN.

TELNET :

Esta aplicación permite emular un terminal para acceder de forma remota a una estación. TELNET opera en la parte superior del protocolo TCP y permite que una estación de trabajo de la red sea vista por un dispositivo remoto (Ej. un host) como un terminal que estuviese en el sitio local.

FTP (File Transfer Protocol):

Es similar a TELNET en términos de control, pero permite además que los archivos de datos puedan ser transferidos en la internet. El protocolo FTP reside en el nivel de aplicación de TCP/IP y es un protocolo de transferencia de archivos simples (basado en el nivel de transporte no confiable denominado UDP). Se utiliza principalmente para cargar archivos de configuración desde la internet.

**SMTP (Simple Mail Transfer Protocol):**

Es un sistema de correo electrónico lo suficientemente robusto como para operar sobre todo el sistema de internet. Este protocolo permite el intercambio de correo electrónico entre dos ó más sistemas de una internet.

MIME : Esta basado en SMTP, con la ventaja de que se puede anclar un archivo de cualquier fuente al mensaje de correo que se envia a traves de internet.

## CAPITULO III

### INTERCONEXION DE REDES.

A medida que la tecnología, los recursos y las necesidades de información crecen, las facilidades que puede brindar una red LAN son frecuentemente inadecuadas e insuficientes para satisfacer las necesidades de todos los usuarios. En especial cuando un usuario de una red LAN remota desea intercambiar información con otro usuario de una LAN local, información que necesita ser manejada en el momento. Además se hace imprescindible realizar consultas, transacciones, actualizaciones a una base de datos general, permitiendo que todos los usuarios tengan la información requerida. Entonces que hacer cuando usuarios pertenecientes a la misma empresa pero en otras localidades desean obtener algún tipo de información, e incluso cuando los clientes remotos quieren tener acceso a recursos brindados localmente por la compañía; es cuando se hace necesario la habilidad para interconectar varias redes LAN y compartir los recursos y la información originando una reducción de costos, y además la satisfacción del cliente y del usuario.

Cuando se tiene muchas redes interconectadas se conoce como "INTERNET", y a cada red constituyente como "SUBRED".

El proceso por el cual se conectan dos o más redes no es tan fácil como se lo describe anteriormente, porque requiere una serie de consideraciones tales como la

topología de la red, la plataforma en que esta ambientada la red, el protocolo de comunicaciones, etc.

### **3.1.- PRINCIPIO DE INTERCONEXION DE REDES.**

Una variedad de conceptos han sido provistos para obtener el servicio de interconexión de redes, los cuales pueden ser considerados generales, estos incluyen:

1. Proveen un enlace entre las redes, al menos un enlace físico (eléctrico) y un enlace de conexión de control es necesitado.
2. Proveer el enrutamiento y liberación de los datos entre los procesos sobre diferentes redes.
3. Proveer un servicio de monitoreo que permita el control de varias redes, sus dispositivos de enrutamiento y conexión dando una información del estado de la red.
4. Proveer los servicios listados abajo que no se requiera modificaciones de la arquitectura de la red, esto significa que los dispositivos de interconexión deben acomodar un número de diferencias entre las redes que son:
  - a.- Esquemas de direccionamiento diferente.
  - b.- Diferencias entre el máximo tamaño del paquete; en algunos casos se lo llama segmentación o fragmentación.
  - c.- Diferentes mecanismos de acceso a la red.

- d.- **Tiempos de respuesta diferentes.** Típicamente una conexión orientada transporta servicios y esperan un (ACK) aceptación de paquete hasta un tiempo determinado, después del cual retransmitirá el bloque de datos.
- e.- **Recuperación de Errores:** procedimientos internos de la red pueden manejar algún tipo de acción desde detección de errores hasta retransmisión de extremo a extremo.
- f.- **Reporte de estado:** cada red tiene alguna forma particular de indicar su estado y funcionamiento.
- g.- **Técnicas de enrutamiento:** Este enrutamiento puede depender sobre detección de fallas y técnicas de control de congestión para cada red, por consiguiente se debe buscar la forma para coordinar y adaptar estos procedimientos y enrutar los datos entre estaciones de redes diferentes.
- h.- **Control de acceso al usuario:** cada red tendrá su propia técnica, que debe ser estandarizada para que exista intercambio de datos entre las redes.
- i.- **Conexión y/o sin conexión:** redes individuales pueden proveer conexiones orientadas (circuitos virtuales), o sin conexión (datagrama), que debe ser estandarizada en la interconexión de redes.

Dos conceptos son muy importantes al describir la función de interconexión:

- 1.- El modo de operación (conexión/sin conexión)
- 2.- La arquitectura del protocolo,

El modo de operación determina la arquitectura del protocolo.

\*. Modo de Operación - Conexión: Aquí cada subred provee un camino lógico entre dos DTE conectados a la misma subred, se llama a esto circuitos virtuales.

\*. Modo de operación - sin conexión: Esto corresponde a un tipo de operación que consiste en que cada unidad de datos del protocolo de red es tratada independientemente y enrutada desde el origen DTE al destinatario DTE a través de una serie de saltos en routers y redes.

Por cada unidad de datos se hace una decisión, de cual será el siguiente salto a través de la red, hasta alcanzar su destino. Esto se hace en cada nodo donde hay una tabla de rutas que permite direccionar los datos por alguna ruta al siguiente nodo.

En resumen y en general el esquema mas utilizado es el siguiente:

- Enrutamiento
- Tiempo de vida de un datagrama
- Segmentación y reensamble
- Control de errores
- Control de flujo

### **3.1.1.- DISPOSITIVOS DE CONEXION.**

Para poder conectar dos redes LAN, MAN y/o WAN, yo necesito de un dispositivo que me permita que redes autónomas puedan intercambiar información con usuarios de otras redes. Estos dispositivos varían y son clasificados de acuerdo a las diferentes maneras en que conectan las redes. Cada dispositivo usa uno ó mas protocolos corriendo sobre redes individuales.

El modelo OSI (Open System Interconnection) puede ser usado como referencia para entender las diferencias entre estos dispositivos.

#### **3.1.1.1- REPETIDOR:**

Son los mas simples dispositivos de interconexión porque ellos operan solamente en la capa física. Los repetidores fueron desarrollados para cubrir las limitaciones de distancias en una LAN, por cuanto los datos pueden perderse debido a las atenuaciones sufridas en sus niveles de voltaje por los medios de transmisión usados.

Ubicando un repetidor en un medio de transmisión, este regenera y amplifica las señales eléctricas y/o ópticas que son usadas para la transmisión de datos. Esto permite extender las distancias máximas de una LAN.

Los repetidores pueden ser empaquetados dentro de concentradores ó Hubs que soportan cableado estructurado para LAN.

### **3.1.1.2.- BRIDGE (PUENTE):**

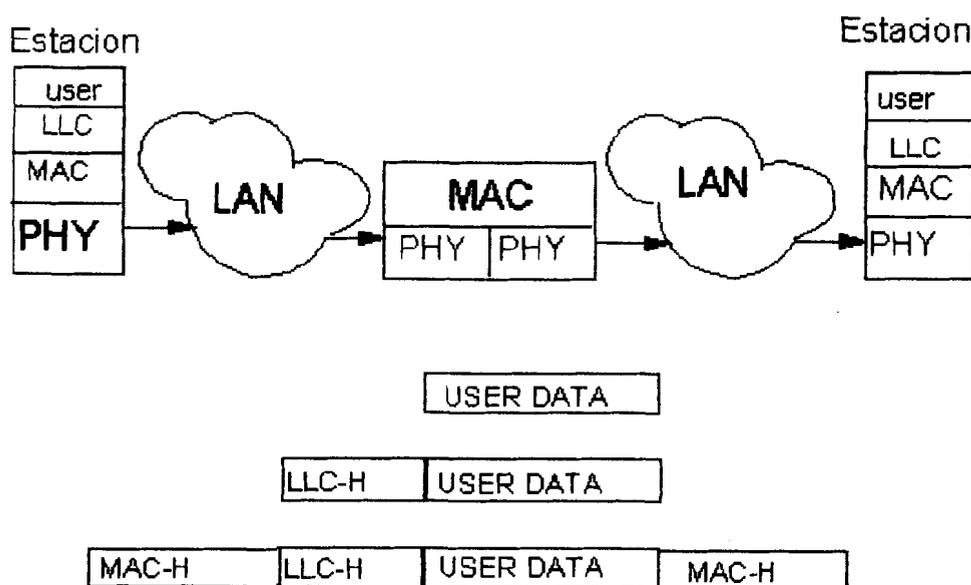
A diferencia de los repetidores, los Bridges manejan funciones de la capa física y la capa de enlace de datos del modelo OSI. Porque un Bridge puede funcionar principalmente usando protocolos de enlace de datos. Ellos son mas complejos que los repetidores, pero relativamente sencillos comparados con los routers o gateway. Los bridge son usados en situaciones en las cuales todas las redes LAN tienen las mismas características, porque copian los datos de una LAN a otra. Cuando este recibe un paquete observa la dirección localizada en el Header del paquete de datos, consulta en una tabla de rutas y si esta corresponde a la otra LAN conectada al dispositivo realiza una copia del paquete y lo envía a la apropiada LAN.

Funciones de un BRIDGE:

- Leer todas las tramas transmitidas sobre la estación A, y aceptar las que estan direccionadas hacia la estación B.
- Usando el protocolo de control de acceso al medio (MAC) para B, retransmitir las tramas para B.
- Hacer lo mismo de B hacia A.

**Consideraciones:**

1. El Bridge no hace ninguna modificación de el contenido y/o formato de las tramas que recibe; no encapsula con un header adicional, cada trama es copiada igual a la otra LAN, porque las dos redes usan el mismo protocolo.



**FIGURA 3.1.- ESTRUCTURA DEL BRIDGE**

2. El bridge podría contener suficiente espacio de almacenamiento para momentos de demanda pico, es decir que puede recibir datos más rápido de los que ellos pueden retransmitir, por cortos periodos de tiempo.

3. El Bridge debe contener una relativa inteligencia de direccionamiento y enrutamiento, es decir debe discernir cuales direcciones están en cada red, para saber cual trama deja pasar.

#### **4. Puede conectar mas de dos LAN.**

Los Bridges son independientes de los protocolos de red de las capas superiores, tales como TCP/IP, SNA, DECNET, etc, que son usados para comunicaciones entre usuarios finales. Es decir que estos protocolos no saben que existe un bridge, este debe ser transparente a estos protocolos.

Se establece una conexión lógica entre usuarios. Existe un tipo especial de bridge llamado "BRIDGE TRANSLATING", que conecta a diferentes tipos de LAN, además pueden tener la opción de filtro que discrimina que tipo de información puede pasar o no, esto permite incrementar la seguridad en el flujo de información.

Existen dos estandares creados:

**3.1.1.2.1.- TRANSPARENT BRIDGING:** Es usado generalmente en redes LAN Ethernet que soporta aplicaciones Cliente/Servidor y plataformas de aplicación en Unix, el Bridge toma todas las decisiones de rutas.

**3.1.1.2.2.- SOURCE ROUTING:** Fue introducido por IBM para soportar conexiones de LAN Token Ring, para este caso se hace una decision de ruta por cada

paquete intercambiado, aquí no contiene tablas de rutas, cada paquete tiene su propia información de ruteo que es provista por el sistema.

Las principales limitantes son:

- 1.- La conexión entre diferentes tipos de LAN, que no se puede realizar.
- 2.- No tiene capacidad de discernir que si un enlace cae, buscar otra ruta.
- 3.- Se requiere el uso de filtros para restringir el flujo de cierto tipo de paquete, por cuanto requieren actualizaciones, en el caso de que exista un cambio en la configuración de la red.

### 3.1.1.3.- ROUTER:

Ellos operan primariamente en la capa de red del modelo OSI, aunque tambien lo hacen en la capa física y de enlace de datos. Ellos tambien conectan múltiples redes LAN para formar grandes WAN.

Como se sabe cada protocolo tiene su esquema propio de direccionamiento, aunque los routers operan en la capa de red; ellos deben entender estos diferentes esquemas para enrutar datos a traves de la red.

Entre los mas populares protocolos de red de uso hoy se tiene:

TCP/IP, ISDN, XDL, SNA, SPX/IPX, XNS, DECNET, APPLETALK, etc.

Porque los routers implementan protocolos de la capa de red, y lo envían hacia su destino una vez revisada la tabla de rutas, procesando el protocolo de la capa de red en uso.

Para interpretar un esquema de direccionamiento de un protocolo, un router debe ser configurado con el apropiado software. Para obtener una completa conectividad primero Ud. puede configurar el router con un software con todos los protocolos soportados por redes individuales. Segundo un protocolo no soportado puede ser encapsulado dentro de uno de los protocolos soportados, esta técnica se llama "Tunneling". Los routers multiprotocolo frecuentemente usan Tunneling para manejar datos SNA..

Los routers consideran las características de cada camino disponible, además de la disponibilidad de vías de acceso, entonces para escoger la mejor ruta, deben aprender sobre las características de los caminos disponibles para algún destino dado.

En las redes de hoy, usualmente no se predefinen rutas, en vez de eso cada nodo contiene una tabla de rutas. Esta tabla almacena información sobre la habilidad y características de todos los caminos dentro y fuera de la red.

Los protocolos de enrutamiento son diseñados para habilitar el intercambio de información, tales como las tablas de rutas entre routers. Cuando un cambio ocurre en la red, tal como la desactivación de un usuario, la tabla de rutas del router local se actualizan; entonces este notifica al router remoto usando protocolos de enrutamiento para enviar y actualizar todas las tablas de rutas.

Existen varios tipos de estos protocolos:

- RIP (Routing Information Protocol): La mejor ruta tiene el menor número de saltos al destino.
- OSPF (Open Shortest Path First): La mejor ruta es basada en varios criterios tales como mas bajo costo, mas alta seguridad y ancho de banda.
- HELLO : La mejor ruta requiere la menor cantidad de tiempo para alcanzar un destino.
- IGRP (Interior Gateway Routing Protocol): Este tipo de método es usado en los router cisco.

Cuando tratamos protocolos no ruteables, porque ellos tienen diferentes esquemas de direccionamiento, por lo cual otras técnicas deben ser usadas para enviar tráfico de este tipo a través de la red. Por ejemplo, paquetes usando protocolos no ruteables son manejados por el router añadiendo un header de un protocolo ruteable, lo cual se conoce como encapsulamiento; para que luego en el otro extremo sea desencapsulado en el protocolo No ruteable que puede ser SNA y/o NetBios.

#### 3.1.1.4.- GATEWAYS

Estos dispositivos son más complejos, intervienen todas las 7 capas de el modelo OSI. Este equipo fue desarrollado para tener interface entre protocolos.

Un Gateway puede ser usado para conectar dos ó más redes LAN. La cantidad de recursos que manejan requieren bastante procesamiento y son extremadamente caros.

La característica principal de estos equipos es que realizan conversión de protocolos, no importa la aplicación.

Tomemos un ejemplo:

Sin un Gateway, usuarios en ambiente SNA no pueden comunicarse con un usuario TCP/IP sobre la misma LAN ó WAN. Ninguno de estos usuarios puede comunicarse con un usuario IPX/SPX sobre LAN interconectadas. Para realizar este tipo

de transacción, primero el usuario SNA debe enviar al Gateway esos paquetes de datos usando protocolos SNA. El Gateway realiza conversión de protocolos y convierte los paquetes de datos a formato TCP/IP, y luego el Gateway envía los paquetes de datos usando el protocolo TCP/IP hacia los usuarios que trabajan en este ambiente.

Un Gateway también puede ser ubicado como dispositivo de interconexión entre redes LAN, realizando la conversión y el enrutamiento de los paquetes de datos entre las LANs conectadas.

Los diseñadores de red, usualmente evitan usar gateways, por cuanto estos requieren bastante procesamiento, alto consumo de recursos y son muy caros en su implementación.

### **3.2.- CONMUTACION DE CIRCUITOS.**

Comunicación via circuitos de conmutación implica que hay un camino de comunicación dedicada entre dos estaciones. Ese camino es una secuencia de enlaces conectados entre nodos de la red telefónica local.

Sobre cada enlace físico, un canal lógico es dedicado a la conexión. La comunicación via conmutación de circuitos involucra tres fases:

1.- Establecimiento del circuito: Antes de que una señal sea transmitida, de extremo a extremo, el circuito debe ser establecido. Por lo general el mecanismo de transmisión será la compañía telefónica quien provee el servicio de línea dedicada o línea conmutada.

2. Transferencia de datos: Después de establecer la llamada, la información puede ser ahora transmitida desde un punto local a través de la red hacia un punto remoto y viceversa. Los datos podrían ser analógicos o digitales, dependiendo de la naturaleza de la red. Pudiendo transmitir voz y/o datos, la conexión es Full-Duplex.

3.- Desconexión del circuito: Después de un periodo de transferencia de datos, la conexión es terminada usualmente por la acción de una de las estaciones.

La red de conmutación de circuitos fue desarrollada para manejar el tráfico de voz, pero en la actualidad mediante procesos de modulación también puede manejar tráfico de datos.

Una aplicación muy conocida es el PBX (Private Branch eXchange), usado para interconectar teléfonos dentro de un edificio u oficina.

Una red pública de comunicaciones puede ser descrita usando 4 componentes generales:

- **Suscriptores:** El dispositivo que se conecta a la red.

- **Local Loop:** El enlace entre el suscriptor y la red, también conocido como suscriptor Loop, casi todos los Local Loop usan hilos de par trenzado, la longitud de un Local Loop es típicamente en un rango desde unos pocos Kilómetros a unos pocos decenas de Kms.

- **Intercambio:** El centro de conmutación en la red, típicamente conocido como un END OFFICE.

- **Trunks (troncales):** Las troncales llevan múltiples canales de voz usando FDM o TDM.

### **3.3.- CONMUTACION DE PAQUETES.**

Con el incremento en el uso de las redes de conmutación de circuitos para el uso de conexiones de datos, dos dificultades aparentes se presentan:

1.- En una típica conexión de datos user/host, mucho del tiempo de uso de la línea está ociosa, así que presenta una ineficiencia en el uso del medio de transmisión.

2. En redes de conmutación de circuitos, la conexión provee por transmisión a una velocidad constante de datos, ambos el transmisor y el receptor deben estar conectados a la

misma velocidad. Esto limita la utilidad de la red en interconectar una variedad de host computadores y terminales.

El concepto en que se fundamenta la conmutación de paquetes es que segmenta la información de datos, en paquetes de pequeña longitud, de acuerdo a un protocolo utilizado para tal efecto, lo cual nos otorga ventajas sobre la conmutación de circuitos:

- La Eficiencia de la línea es mas grande, como un enlace de nodo a nodo puede ser dinamicamente; los paquetes pueden ser encolados y transmitidos tan rapidamente como sea posible sobre el enlace. En contraste con la conmutación de circuitos que se le asigna un tiempo definido al enlace nodo a nodo usando TDM, aunque el enlace pueda estar ocioso, sin embargo se le asigna una porción de tiempo que es dedicado a una conexión en el cual estará ocioso.

- Una red de conmutación de paquetes puede realizar conversión de velocidad de datos. Dos estaciones de diferentes velocidades de datos pueden intercambiar paquetes porque cada conexión al nodo tiene su propia velocidad de datos.

- Cuando el tráfico llega a ser pesado, la red de conmutación de circuitos bloquea las llamadas, no acepta requerimientos de conexiones adicionales hasta que la carga de la red se decremente.

- Priorización puede ser usada, esto es que un nodo permitirá el paso a aquellos paquetes que tengan mas alta velocidad sobre los demas.

### 3.4.- PROTOCOLO X.25

En años recientes, el crecimiento de las redes distribuidas y el enfoque hacia estandares de transmision de datos han hecho que la tecnología de conmutación de paquetes sea una solución atractiva para situaciones tales como:

- Redes con usuarios dispersos geográficamente
- Cuando existen interacciones entre usuarios y el computador en las que los datos han de fluir en ambas direcciones en tiempo real.
- La liberación de los datos debe ser confiable y precisa.
- Los tiempos de utilización de la linea son cortos.
- El volumen de datos transferidos bidireccionalmente es corto.

Una red de conmutación de paquetes ofrece gran conectividad, permite compartir los recursos del Hosts y las facilidades de transmision entre varios usuarios, estandarizar los accesos a la red, logra independecia de soluciones propietarias de casas fabricantes, ofrece interfaces para redes públicas de datos y un gran poder de administración y control de la red.

Finalmente, la definición oficial de la conmutación de paquetes:

Es la tecnología en la cual los datos del usuario son segmentados en unidades pequeñas (paquetes) y transmitidos sobre un medio compartido. Cada paquete tiene una longitud limitada medida en octetos (bytes).

En nuestro país, la tecnología más utilizada tanto para el manejo de la voz como para la transmisión de datos ha sido la conmutación de circuitos, mediante la red telefónica conmutada o mediante líneas dedicadas o arrendadas.

### 3.4.1.- COMPONENTES DE UNA RED DE PAQUETES X.25

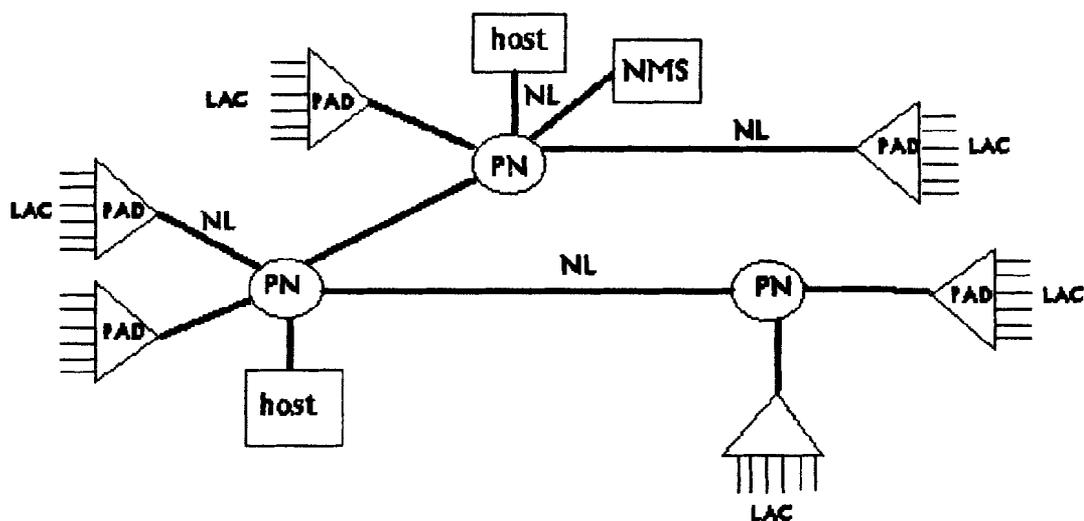


FIGURA 3.2.- ELEMENTOS DE UNA RED X.25

Una red de datos de conmutación de paquetes (PSDN: Packet Switched Data Network) tiene 5 componentes principales:

### **3.4.1.1.- COMPONENTES DE ACCESO LOCAL**

(LAC: Local Access Components)

Los elementos necesarios para llegar desde el usuario hasta un PAD ó un Nodo X.25, son los siguientes:

- Terminal de Datos
- Facilidad de Acceso local (línea física)
- Dispositivo de transmisión (modem)

### **3.4.1.2.- ENSAMBLADORES/DESENSAMBLADORES DE PAQUETES**

(PADs):

Aseguran compatibilidad entre los dispositivos de usuario (Terminales, Hosts) y la PSDN. Cubren diferencias de protocolos, velocidades y códigos. Empaquetan los datos y ofrecen otros tipos de servicios tales como concentración de líneas, funciones de call-setup/clearing (establecimiento y liberación de llamadas), conversión de códigos y protocolos, emulación de protocolos y funciones de conmutación local. La capacidad de estos dispositivos es de 10 a 100 paquetes por segundo. (pps)

### **3.4.1.3.- NODOS DE CONMUTACION (PN):**

Aseguran que cada paquete sea enrutado a su destino correcto. Otras funciones son: facturación (billing), diagnósticos, acceso directo a computadoras (host), conexiones entre redes, configuraciones redundantes, etc. La capacidad de estos dispositivos es de 70 a 3000 pps.

### **3.4.1.4.- ENLACES DE RED (NL):**

Medios de transmisión físicos tales como: circuitos analógicos, circuitos digitales, sistemas de microonda, sistemas de satélite, u otros servicios tales como el DDS (Digital Dataphone Service) ofrecido en USA. Estos enlaces ofrecen velocidades desde 1.2 Kbps hasta T1/E1 (1.44/2.048 Mbps).

### **3.4.1.5.- SISTEMA ADMINISTRADOR DE LA RED (NMS)**

Almacena y mantiene la base de datos de la red. Proporciona capacidades de seguridad en el acceso mediante llamadas, estadísticas de los nodos de la red, recepción de alarmas, facturación, realiza pruebas de diagnósticos de la red y permite tomar acciones correctivas para remediar problemas tanto el sitio local como en los sitios remotos.

### 3.4.2.- CANALES FISICOS, LOGICOS Y CIRCUITOS VIRTUALES.

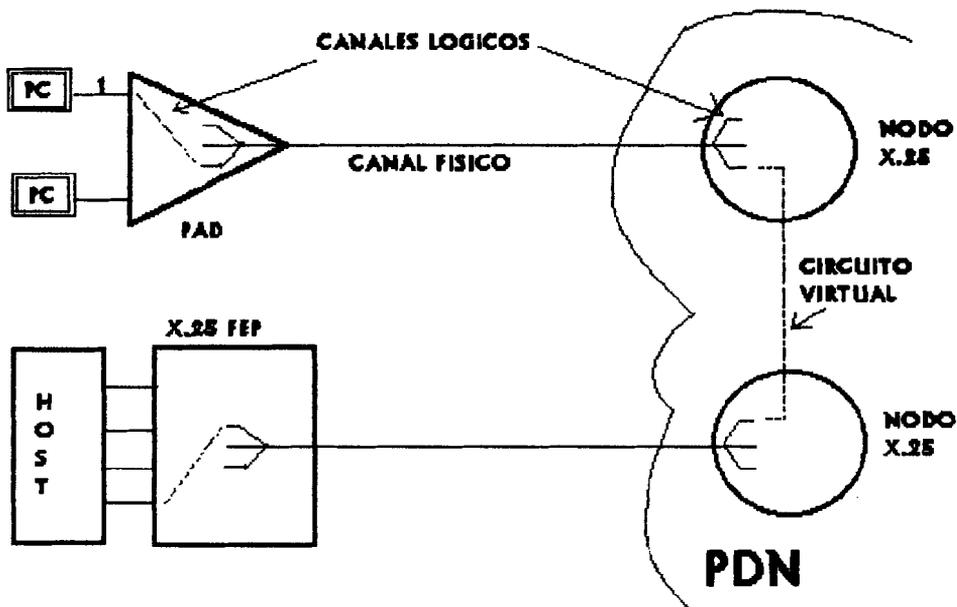


FIGURA 3.3.- CIRCUITOS VIRTUALES

El modo de operación de una red de conmutación de paquetes se basa en el manejo de canales físicos, canales lógicos y circuitos virtuales.

**CANALES FISICOS:** Permiten la conexión entre un dispositivo que opera bajo un protocolo nativo (Asyn, BSC, etc) y la red X.25 (generalmente mediante un PAD).

**CANALES LOGICOS:** Un canal lógico es el medio por el cual ocurre una transferencia de datos Full Duplex a través de un enlace de datos (Data Link). Una

conexión de canal lógico esta compuesta de un canal lógico a cada extremo del enlace de acceso a la red X.25.

De acuerdo a la recomendación X.25 dada por el CCITT, un canal físico puede estar compuesto por hasta 4095 canales lógicos. Este número depende del método de codificación utilizado en el paquete (existe un campo específico en la cabecera del paquete de datos que fija el número máximo de canales lógicos por enlace X.25)

**CIRCUITOS VIRTUALES:** Un circuito virtual es un arreglo de conexiones lógicas que establecen una ruta para los paquetes de datos entre dos puntos de la red X.25.

El establecimiento de una llamada a través de una red de conmutación de paquetes es similar a el de una llamada telefónica. Es necesario tener una parte que origine la llamada, otra parte que reciba la llamada y un proceso específico gracias al cual la llamada es conectada.

Una llamada exitosa establece un circuito virtual entre dos usuarios de la red. Por lo que un canal lógico es aquella porción de un circuito virtual existente en una línea de acceso a la RED y se necesitan dos canales lógicos por cada enlace de red, por lo que un circuito virtual suele utilizar 4 canales lógicos, dos por cada enlace de red.

### 3.4.2.1.- TIPOS DE CIRCUITOS VIRTUALES:

Existen dos tipos de circuitos virtuales:

Los circuitos virtuales permanentes (PVC) y los circuitos virtuales conmutados (SVC).

Los PVC son similares a los enlaces mediante líneas dedicadas, es decir que siempre se tendrá una conexión lógica entre los dos puntos del PVC y siempre se trabajará en la fase de transferencia de datos.

Los SVC son similares a los enlaces mediante líneas conmutadas por lo que existen tres fases de conexión:

- establecimiento de llamada (call setup)
- transferencia de datos (data transfer)
- liberación de llamadas (call clearing)

Durante la fase del establecimiento de la llamada, el originador se conectará al PAD directamente al encender su terminal (enlace local) o mediante una llamada vía modem (enlace remoto conmutado). Una vez conectado al modem efectuará una llamada (call) con la dirección del punto remoto de la red X.25 al cual desea conectarse. El formato de la dirección (address) será tratado mas adelante.

Cuando el extremo acepta la llamada, se entra a la fase de transferencia de datos full duplex y en tiempo real. En esta fase la conexión X.25 (empaquetamiento/desempaquetamiento, enrutamiento lógico, conversión de código y velocidad) es transparente para el usuario.

Al terminar las tracciones entre los dos puntos de la red, cualquiera de estos puede solicitar la desconexión de la llamada, dando lugar a la fase de liberación de la llamada, que podrá estar acompañada de la facturación de acuerdo al número de paquetes transferidos, además del mensaje de liberación del circuito virtual.

### **3.4.3.- ADMINISTRACION DE LOS RECURSOS EN REDES X.25**

Los recursos de una red X.25 pueden ser catalogados en 3 grupos:

\*. Poder de procesamiento nodal: Capacidad de los nodos para almacenar los datos de usuario mientras se procese la información de "Overhead" (información redundante adherida a los datos de usuario) de cada paquete y tomar decisiones de acuerdo a su contenido.

\*. Capacidad nodal de buffers: Capacidad de los nodos para almacenar los datos del usuario mientras se procese la información de "overhead".

\*. Ancho de banda de los enlaces internodales: Determinado por la velocidad de los enlaces.

Dependiendo del manejo de estos tres recursos en la red, se podran lograr retardos bajos y operación de la red sin bloqueos. Cada conexión virtual reserva parte de estos recursos en la fase de call setup.

#### **3.4.3.1.- Acuses de recibo y control de errores:**

Una de las grandes ventajas que ofrece X.25 es la posibilidad de incrementar en miles de veces la precision de los datos bajo los mismos enlaces analógicos existentes. Esto es posible gracias al proceso de corrección de errores.

Cada paquete atraviesa la red realizando saltos internodales (Hops), en cada nodo se almacena una copia de cada paquete transmitido hacia otros nodos hasta recibir un acuse de recibo positivo ó “ACK” (sin errores) de los mismos. De esta forma, si existe un error en la recepción de los paquetes, el nodo inmediato anterior podran retransmitirlo sin necesidad de que lo haga el extremo emisor de tal paquete.

#### **Retardos en las redes X.25:**

Debido a la complejidad del procesamiento de cada paquete en cada nodo X.25, suelen presentarse dos tipos de retardos:

- Los retardos de transmision: Depende de la velocidad del enlace X.25 y del tamaño elegido para cada paquete (numero de octetos).
- Los retardos de procesamiento: Este se debe al procesamiento de la información de overhead en cada paquete y depende de la capacidad de throughput de los nodos (numero de paquetes por segundo que pueda liberar) y del grado de congestiamiento de la red.

Adicionalmente se puede sumar el retardo causado por el número de saltos que deba realizar un paquete antes de alcanzar su destino.

### **3.4.4.- ARQUITECTURA X.25**

Tomando como referencia al modelo OSI, el protocolo X.25 actua en los 3 últimos niveles: Capa de red, enlace y fisica.

#### **3.4.4.1.- Nivel 1.- Capa Física:**

El nivel físico maneja la transmision de bits a traves de la conexión física. Este nivel especifica aspectos eléctricos, mecánicos y de procedimiento para la comunicación.

X.25 utiliza para este nivel un conector de 15 pines denominado X.21 y una version de 25 pines llamada X.21 Bis que coincide con el interfaz RS-232C ampliamente

utilizado. Para velocidades superiores a 24 Kbps suele utilizarse el interfaz descrito por la norma V.35 que utiliza un conector de 34 pines.

#### 3.4.4.2.- Nivel 2.- Capa Enlace de Datos:

En este nivel, la información se maneja a través de tramas que son agrupaciones de bits con un overhead. El protocolo utilizado es conocido como LAP-B (Link Access Procedure Balanced) que es un subset del protocolo HDLC. El formato de una trama X.25 se muestra a continuación:

Bandera	Dirección	Control	Paquete	Chequeo	bandera
8bits	8 bits	8/16 bits	(variable)	16 bits	8 bits

La trama se divide en un campo de cabecera (header), uno de datos de usuario y un trailer que cierra la trama, como en el gráfico anterior. Las principales funciones de LAP-B son:

- Manejo del enlace
- Control de errores
- Control de flujo
- Recuperación de errores

El protocolo X.25 suele hacer diferencia entre lo que es un DTE ó DCE físico de un DTE ó DCE virtual.

El header de la trama X.25 se divide en los subcampos de dirección y control. El subcampo de dirección puede tomar únicamente los valores 03 HEX para el DTE virtual y 01 HEX de acuerdo a la siguiente regla:

- Toda trama de comando lleva la dirección del extremo opuesto
- Toda trama de respuesta lleva la dirección del extremo que responde.

El campo de control determina si una trama es de comando o de respuesta mediante un bit Poll/Final (P/F), con P=1 la trama es de comando y con F=1 la trama es de respuesta. En un sentido más general, el campo de control determina si la trama es de supervisión, de información ó no numerada.

La secuencia de inicialización del enlace comienza con la emisión (desde el DTE o el DCE) de una de las siguientes tramas:

El DTE ó DCE emite una trama DISC para reinicializar el enlace y luego una trama SABM para establecer el protocolo.

El DCE emite un DM al DTE para forzarlo a emitir como respuesta una trama SABM. Si uno de los extremos del enlace recibe una trama SABM (bit P=1) y no está listo para iniciar el enlace, emitirá como respuesta una trama DM (bit F=1). Si el extremo que recibe un SABM está listo para el enlace, emite como respuesta una trama UA (acuse de recibo) y la transferencia de información puede comenzar.

El control de flujo, entendido como el proceso en el cual el lado receptor indica al lado emisor la imposibilidad temporal de recibir más información, es manejado por el nivel 2 de X.25 mediante los contadores de secuencia N(R) y N(S) y una variable denominada "Tamaño de ventana" (window size).

El contador N(S) indica el número de la trama que está siendo enviada, mientras que el contador N(R) indica el número de la trama que espera recibir, es decir es un acuse de recibo para todas las tramas N(R)-1 recibidas.

El control de errores de la trama X.25 se lo realiza mediante el cálculo de redundancia cíclica de la trama (subcampo de FCS: Frame Check Sequence).

El tamaño de ventana indica cuantas tramas pueden ser emitidas antes de recibir un acuse de recibo de las mismas. Para esto, suele definirse dos modos de operación: módulo 8 y módulo 128. En la operación de la red mediante módulo 8, las tramas son numeradas

desde el 0 al 7 y en módulo 128 desde el 0 hasta el 127. Por ejemplo, si se trabaja en módulo 8 y con tamaño de ventana igual a 4, las tramas 0,1 y 2 podran ser emitidas sin esperar acuse de recibo de esta mediante la recepción de una trama con el contador  $N(R)=4$ , luego de esto se podran emitir las tramas 4,5,6 y 7, esperandose una trama de recibo con  $N(R)=0$  y se repetirá el ciclo.

Si uno de los dos lados no esta listo par recibir datos, emitirá tramas RNR (Receive Not Ready). Si el dispositivo no tiene información que transmitir al otro extremo del enlace, emitirá tramas RR (Receive Ready) como acuse de recibo de las tramas que lleguen del otro extremo. Si durante un procedimiento de RNR se reciben tramas de información (tramas I), seran rechazadas y al restaurarse la condición de RR, el extremo receptor de las tramas y indicará mediante un REJ (Reject) cual fue la última trama que esperaba recibir antes del proceso RNR.

Cuando se ha recibido un RNR se pueden dar las siguientes acciones:

1. Si se emitió una trama 1 inmediatamente antes de recibir un RNR, se espera un tiempo dado por la variable T1, si antes de que T1 expire se recibe un RR se reanudará la transmisión con la trama indicada por  $N(R)$  en la trama RR recibida. Si T1 expira y no se re recibe respuesta se inicia un procedimiento de "No response" que consiste en emitir la trama 1 tanras veces como lo indique el parámetro N2 con intervalos de T1 entre cada retransmisión.

2. Se emite una nueva trama 1 iniciándose el procedimiento T1/N2 descrito en el párrafo anterior.
  
3. Luego de esperar un tiempo T1, se emite un RR con el bit P=1, no se recibe contestación, se inicia el procedimiento de "No response".

Si al final del procedimiento de "No response" el otro extremo no envía contestación alguna, se considera que el enlace se ha perdido y se lo reinicializa en una de las formas ya indicadas anteriormente. El procedimiento de "No response" es igualmente aplicable al caso que se reciba una trama con un FCS incorrecto.

Cuando se reciben tramas fuera de secuencia, el lado receptor emitirá una trama REJECT con N(R) igual a la última trama que esperaba recibir antes de que se perdiera la secuencia.

Si existen condiciones de error no recuperables tales como:

- Tramas con el campo de control no válido
- Tramas con el campo de datos mayor al especificado por el parámetro N1 (usualmente N1=128 bytes).
- Tramas con N(R) totalmente incoherente.

- Tramas que sin ser de información contengan dicho campo o de longitud incorrecta.

El extremo receptor emitirá una trama FRMR (Frame Reject) que incluirá información referente al motivo de la falla.

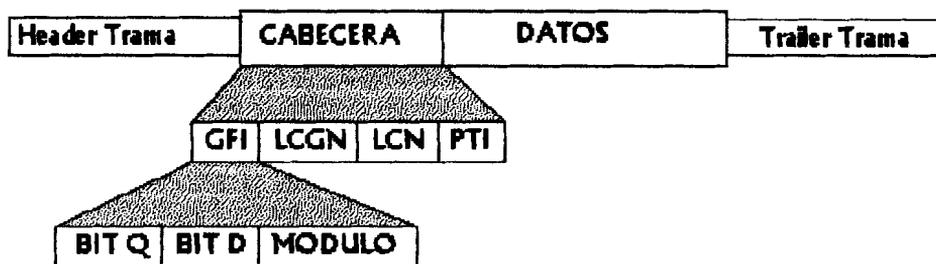
#### **3.4.4.3.- Nivel de RED.**

Maneja la transferencia de unidades llamadas paquetes entre dos puntos de la red.

Realizando acciones tales como:

- Establecimiento de conexiones End-to-End.
- Direccionamiento y enrutamiento End-to-End.
- Control de flujo End-to-End.
- Desconexión de llamadas.
- Recuperación de fallas del nivel 2.
- Facilidades y funciones de diagnóstico.

Existen varios tipos de paquetes, cada uno de los cuales cumple con una función específica. Los paquetes pueden tener los campos de cabecera (header) y datos. El gráfico siguiente muestra el formato general del campo de cabecera de un paquete X.25.



Estructura del paquete X.25

FIGURA 3.4

El campo denominado GFI (General Format Identifier) consta de 4 bits:

- Bit Q: Cualificador, Q=1:Paquete X.29 Q=0:Paquete Normal
- Bit D: Confirmación de liberación. D=1:acuse de recibo remoto.  
Q=0:acuse de recibo local.
- Bits 3 y 4: Formato de secuencia

#### B3 B4

- 0 1 = módulo 8 (direccionamiento normal, de 0 a 7)
- 1 0 = módulo 128 (direccionamiento extendido, de 0 a 127)

El campo LCGN (Logical Channel Group Number), de 4 bits, selecciona de entre 16 grupos de circuitos virtuales (0 al 15) para operar con PVCs ó SVCs.

El campo LCN (Logical Channel Number), de 8 bits, selecciona el número de canal lógico utilizado por el paquete dentro de un LCGN. El LCN puede variar desde 0 a 255, y al tener 15 posibles grupos, se pueden obtener hasta 4096 LCNs. El campo PTI (Packet Type Identifier) de 8 bits, sirve para indicar el tipo de paquete: RR, RNR, etc.

El tercer octeto del header puede contener además, contadores similares a los descritos en el nivel 2, el contador P(R):paquete que se espera recibir y el P(S):Paquete que se envía.

### 3.4.5.- PROCEDIMIENTO DE LLAMADA EN X.25

#### 3.4.5.1.- FASE DE CALL SETUP:

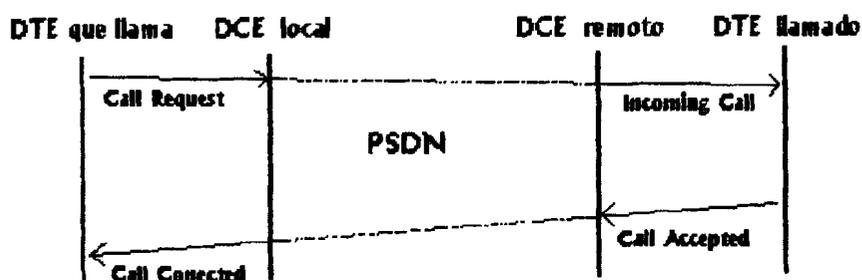
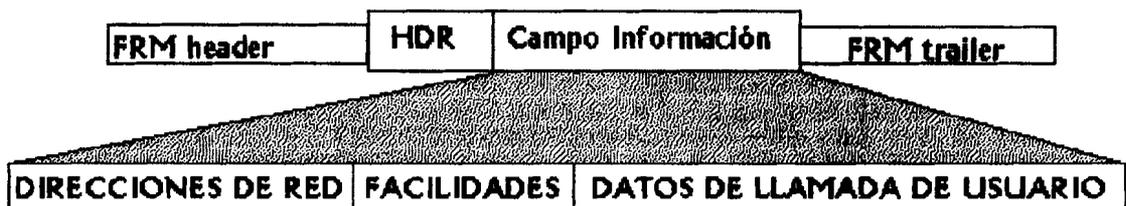


FIGURA 3.5.- LLAMADA EN X.25

El gráfico anterior presenta el establecimiento de una conexión virtual, el lado que llama envía un paquete de CALL REQUEST, el cual contiene a partir del cuarto octeto del header, información respecto a la longitud de las direcciones y las direcciones de origen y

destino. Los siguientes octetos sirven para la determinación de las facilidades a utilizar y el último octeto contiene cierta información de llamada de usuario (call user data).



**FIGURA 3.6.- FORMATO DEL PAQUETE EN X.25**

El paquete de call request viaja a través de la red y llega a su destino en forma de un paquete de INCOMING CALL (CALL INDICACIÓN), el cual difiere del primero únicamente en el LCN, de acuerdo a la regla de asignación de canales lógicos mencionada anteriormente.

Como respuesta, el lado llamado puede emitir un paquete de CALL ACCEPTED, que llegará al otro extremo como un CALL CONNECTED, el cual difiere del primero, únicamente en el LCN.

### 3.4.5.2.- FASE DE TRANSFERENCIA DE DATOS:

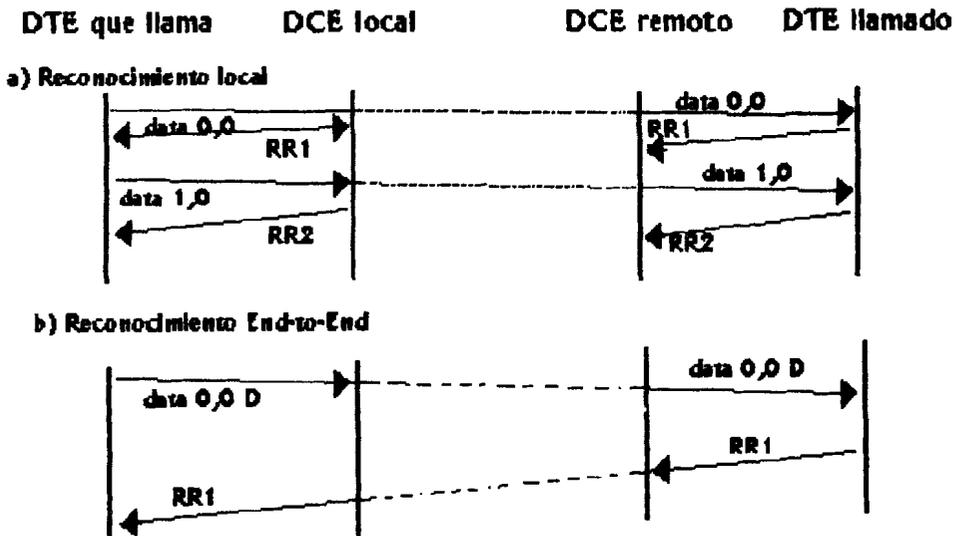
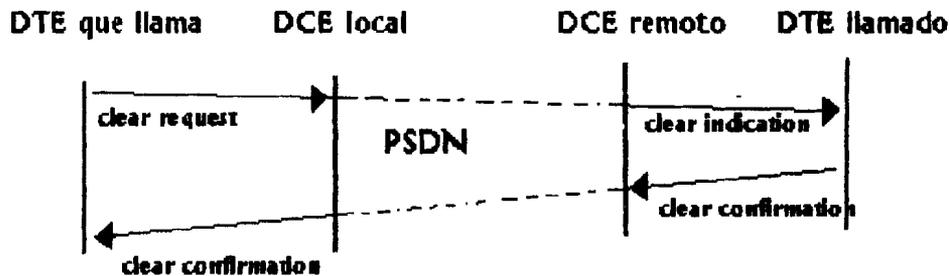


FIGURA 3.7.- FASE TRANSFERENCIA DE DATOS

El gráfico muestra la transferencia de paquetes de datos X.25 mediante los contadores P(S) y P(R), los paquetes de RR (Receive Ready) y RNR (Receive Not Ready) son utilizados para propósitos de control de flujo. Existen dos tipos de reconocimiento o acuse de recibo de los paquetes, el local, en el cual el nodo o PAD X.25 realiza el acuse de los paquetes enviados por el DTE, o el remoto, en el cual se realiza un acuse de recibo End-to-End.

### 3.4.5.3.- FASE DE LIBERACIÓN DE LA LLAMADA:



**FIGURA 3.8.- LIBERACION DE LA LLAMADA**

El extremo que desea liberar la conexión, emite un paquete de CLEAR REQUEST que contiene el código de causa de liberación y además un código de diagnóstico. Tal paquete alcanza el otro extremo del link en forma de un CLEAR INDICATION que varía del primero únicamente en el LCN. La contestación al pedido de liberación es efectuada mediante un CLEAR CONFIRMATION. El gráfico anterior muestra la secuencia descrita.

### 3.4.5.4.- CONTROL DE FLUJO Y MANEJO DE VENTANAS:

El nivel 3 opera de idéntica forma que el nivel 2 de X.25 en cuanto al manejo del control de flujo (mediante contadores) y de ventanas (window size). La gráfica siguiente presenta la transferencia de paquetes con un window size=2 y operando en módulo 8. El

extremo emisor no podrá emitir más de dos tramas a la vez, antes de recibir un acuse de recibo de la última trama enviada.

### **3.4.6.- PARAMETROS DE SUBSCRIPCION DE LOS NIVELES 1,2 y 3 DE X.25**

Existen varios parámetros de suscripción utilizados por la red para procesar los paquetes de usuario, uno de ellos es la forma de facturación, la cual depende de:

Velocidad de la línea, volumen de datos, duración de la conexión, tipo de circuito virtual.

#### PARAMETROS DE NIVEL 1:

Velocidad de la línea

#### PARAMETROS DE NIVEL 2:

N1 = Define el número máximo de bits de la trama.

Por ejemplo para un tamaño de paquete de 128 bytes:

Tam. Total Paquete= Packet Size + Packet Header

= 128 bytes + 3 bytes

= 131 bytes ---> 1080 bits

**$N1 = \text{Tam. Total Paquete} + \text{Overhead de trama}$**

**$= 1048 + 32$**

**$= 1080 \text{ bits}$**

**T1: Tiempo máximo de espera por un paquete de acuse de recibo**

**(ms).**

**N2: Numero de veces que una trama es enviada debido a la finalización del contador T1. Default=20**

**K: Tamaño de ventan del nivel de trama. Default=7**

### **PARAMETROS DEL NIVEL 3:**

- Tipo de circuito virtual.**
- Tipo de SVC: incoming, outgoing, two way. (con o sin restricciones)**
- Tamaño de paquete máximo (maximum packet size).**
- Acuse de recibo: Local o remoto.**

### **3.5.- PROTOCOLO FRAME RELAY**

La aceptación y uso de Frame Relay ha crecido rápidamente en los últimos 5 años, al punto de que se percibe ampliamente que cuenta con muchos beneficios y pocas desventajas. En todo sentido, esta percepción es cierta. Frame Relay permite:

- \*. Mejorar significativamente el desempeño de enlaces de área extendida (WAN).
- \*. Reducir substancialmente los costos de equipo y de transmisión.
- \*. Proporcionar gran flexibilidad de trabajo en red,
- \*. ser recomendado ampliamente para tráfico LAN-a-LAN basado en IP.

En este último punto es donde Frame Relay elimina situaciones problemáticas de conexión.

Frame Relay ha sido y seguirá siendo un método excelente para la interconexión de ruteadores LAN y tráfico IP. Sin embargo, la amplia gama de papeles que puede jugar extremadamente bien lo hacen ideal para un gran conjunto de aplicaciones, especialmente aplicaciones interactivas y para conectividad SNA-LAN.

Los tradicionales conceptos de Conmutación por Paquetes usan X.25, el cual no solamente determina la interface del usuario de la red, pero también influencia el diseño interno de la red. Algunas características de X.25 son las siguientes:

---

- Paquetes de Call Control, usados para establecer y terminar circuitos virtuales, son llevados sobre el mismo canal y el mismo circuito virtual como paquetes de datos. En efecto señalización Inband es usada.
- Multiplexación de circuitos virtuales toma lugar en la capa 3.
- Ambas la capa 2 y la capa 3 incluyen mecanismos Control de Flujo y Control de errores.

Con el mejoramiento en la calidad de los medios de transmisión, X.25 se convirtió en un pesado lastre que impedía el mayor eficiencia de las aplicaciones de los clientes, por cuanto le añadía un considerable overhead, además de que en cada nodo se realizan procedimientos de control, chequeo y corrección de errores.

Las principales diferencias entre Frame Relay y X.25 son:

- La señalización de las Call Control es llevada sobre una conexión lógica separada desde los usuarios de datos. Además, los nodos intermedios no necesitan mantener tablas de estados ó mensajes de procesos relacionadas al control de llamadas sobre una conexión individual.
- Multiplexación y conmutación de conexiones lógicas toman lugar en la capa 2 en vez de la capa 3, eliminando todo un proceso de una capa adicional.

- **No hay control de flujo y control de errores salto-por-salto. Si existe control de flujo y errores de extremo a extremo, será responsabilidad de las capas superiores.**

**Frame relay proporciona:**

- 1. Acceso de alta velocidad (56Kbps a 2 Mbps) a WAN, produciendo a menudo múltiple mejora en tiempo de respuesta, productividad aumentada y por lo tanto usuarios mas contentos.**
- 2. Velocidades de utilizacion de los circuitos principales existentes mas altas, por lo que se pueden utilizar menos lineas a un costo mas efectivo.**
- 3. Una sola interface de linea de acceso que reemplaza lineas dedicadas múltiples o lineas conmutadas y hardware de acceso.**
- 4. Utilización de esquemas de corrección de error de extremo a extremo, para un mayor rendimiento y confiabilidad. Esto es especialmente cierto para ambientes SNA.**
- 5. Soporte de múltiples protocolos seriales, incluyendo SNA, BSC, TCP/IP, para acomodar una variedad de dispositivos de acceso como bridges, gateways,**

routers, host y terminales.

6. Interoperabilidad entre diferentes marcas de equipos con técnicas de encapsulación de datos eficientes y de facto estandares (Ej. RFC 1490)

7. Evolución a una topología en estrella a partir de una topología de red de malla, para un mayor grado de administración centralizada, menos puntos de procesamiento en la red, menor retraso en la red y una simplificación general de esta.

Estos beneficios se aplican a virtualmente cualquier aplicación de comunicaciones de redes sin importar el protocolo, por lo que es fácil ver porque los fabricantes de routers han implementado Frame Relay.

Antes de que Frame Relay apareciera, solamente existía un método para transmisión de datos multiprotocolos de area amplia (WAN) era X.25. Este estandar habia sido desarrollado para la tecnologia telefónica, es decir usado en circuito conmutados. Esto llevo a ser un problema en medios de transmisión libres de ruido entre un Switch y el próximo en la red, por cuanto incluía extensos métodos de corrección de errores y capacidad de control de flujos. Mientras esto producía un robusto protocolo, pero

introducía retardos muy grandes en la transmisión de los paquetes causada por lentitud del procesamiento del switch y el encolamiento de los paquetes en cada switch.

Sin embargo, a medida que fueron apareciendo nuevos medios de transmisión libres de ruido se requería la presencia de un protocolo más rápido. Frame Relay es un protocolo de acceso a red orientado a paquete, que trabaja en las dos capas últimas del modelo OSI.

### **3.5.1.- FUNDAMENTOS**

Frame Relay es una técnica que consiste en pasar bloques de datos, o tramas, a través de una interface de red, a velocidades de hasta 2 Mbps. El acceso a la red Frame Relay es a través de una única línea de acceso, a menudo una línea 56/64 Kbps, en la que muchos Circuitos Virtuales Permanentes (PVC) multiplexan datos de varias fuentes en diferentes series de tramas. A cada trama se le asigna un único número de conexión “el identificador de conexión de enlace de datos (DLCI), que especifica su origen y destino. Para maximizar su habilidad de pasar bloques, Frame Relay se basa en una red o en protocolos de nodo final, como TCP, X.25 ó SNA, para manejar la corrección de errores y la retransmisión.

A lo mejor, el beneficio mas conocido de Frame Relay es su habilidad de manejar tráfico de redes “densas” (alto tráfico) con un manejo de la conexión. Frame Relay saca ventaja de la naturaleza estadística del tráfico de red para permitir a los usuarios transmitir mas datos de los que la red les reserva. A cada fuente de datos se le asigna un promedio de información recibida (CIR) y un tamaño de ráfaga recibido (Bc). El CIR determina la velocidad a la que los datos se pueden transmitir a la red de Frame Relay en un tiempo dado. Los servicios de Frame Relay tambien emplean imposición de velocidad, que determina como se da prioridad y se maneja el tráfico, cuando las ráfagas de datos exceden el CIR. El establecimiento del bit de elegibilidad de descarte de la trama (DE) determina las tramas que estan descartadas para una retransmision posterior y las que se transmiten inmediatamente. Esto es importante para mezclar tráfico sensible y no sensible al retraso en la red. Finalmente, Frame Relay utiliza el manejo de congestión explicita vía un establecimiento de bit en la trama, (como el bit de manejo explicito hacia adelante FECN, utilizado con los ambientes DEC, o el bit de manejo explícito hacia atras BECN, utilizado para manejar el tráfico SNA), para controlar ya sea la transmision o la velocidad de recepción del equipo con el nodo final. La combinación de estas tecnologías le permite a Frame Relay transmitir mas datos en un único PVC y eliminar la congestión en la red.

Frame Relay se conoce mejor por manejar ráfagas de tráfico y aplicaciones. Pero es muy adaptable. Si las aplicaciones son explosivas por naturaleza, como SNA, BSC, TCP/IP y Async, y no sensibles al retraso, Frame Relay funciona como una tecnología de

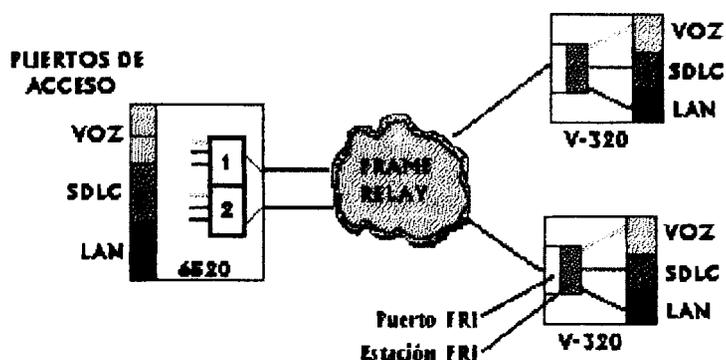
multiplexación estadística como X.25 ó STDM. Sin embargo, si la aplicación es sensible al retraso o involucra un flujo constante de bits, como en la transmisión de voz o video, Frame Relay se comporta como una tecnología TDM, para asegurar las asignaciones de ancho de banda adecuadas. De hecho Frame Relay se adapta dinámicamente en respuesta al tráfico.

### **3.5.2.- ARQUITECTURA DEL PROTOCOLO FRAME RELAY.**

Así como X.25, Frame Relay soporta múltiples conexiones sobre un simple enlace. En el caso de Frame Relay, estos son llamados conexión de enlace de datos, y cada uno tiene un único identificador de conexión de enlace de datos (DLCI), los datos transferidos involucran los siguientes estados:

1. Establecimiento de una conexión lógica entre dos puntos, y asignación de un único identificador DLCI a la conexión.
2. Intercambio de información en Frames de datos. Cada Frame incluye un campo DLCI para identificar la conexión.
3. Liberación de la conexión lógica.

El establecimiento y liberación de la conexión es acompañada por el intercambio de mensajes sobre una conexión lógica dedicada al control de llamadas, con DLCI=0. Un frame con DLCI=0 contiene un mensaje de control de llamadas en el campo de información. Como mínimo cuatro mensajes son requeridos: SETUP, CONNECT, RELEASE, Y RELEASE COMPLETE.

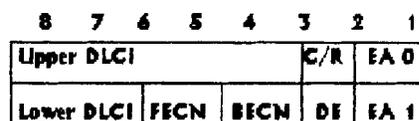


La operación de Frame Relay para transferencia de datos entre usuarios es mejor explicada por formato del Frame,

**FIGURA 3.9.- ENLACE FRAME RELAY** ilustrado a continuación. Este formato definido a continuación por medio LAPF Protocol, es muy similar al de LAPD Y LAPB con la única omisión de que no tiene campo de control; teniendo las siguientes implicaciones:

- \*. Hay solamente un tipo de frame, usado para llevar datos de usuario. No hay control de frames.
- \*. No es posible usar señalización interna, una conexión lógica puede solamente llevar datos de usuario.

\*. No es posible realizar control de flujo y control de errores, como no hay números de secuencia.



**Campo de direcciones - por Default 2 octetas**

El campo FLAG y el FCS funcionan como campos de control.



EA : Addres Field Extension bit

CR : Command/response bit

FECN: Forward explicit congestion notification

BECN: Backward explit congestion notification

DLCI: Data Link Control Identifier

D/C: DLCI o CORE control indicator

El campo de direcciones tiene longitud por default de 2 octetos y puede ser extendido a 3 ó 4. Esto lleva un DLCI de 10, 17 o 24 bits. El DLCI tiene la misma función de un circuito virtual en X.25; esto permite múltiples conexiones lógicas a ser multiplexadas en un solo canal lógico. Cada extremo de la conexión lógica asigna su propio DLCI con números no usados localmente.

La longitud del campo de direcciones y del DLCI es determinada por la extensión del campo de direcciones (los bits EA). El bit C/R es una aplicación específica y no es usada por el protocolo estándar Frame Relay.

Los desastrosos efectos de la congestión de control sobre la habilidad de los nodos de red para sostener la velocidad de transmisión. El gráfico anterior ilustra el efecto

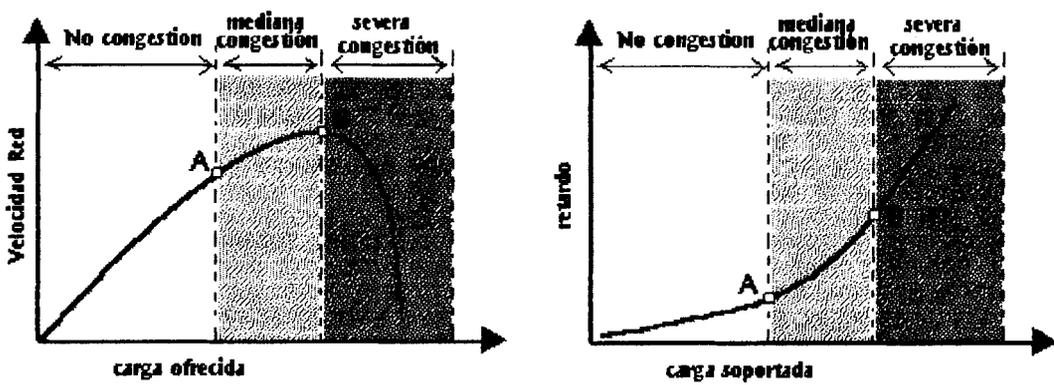


FIGURA 3.10.- CONGESTION EN LA RED FRAME RELAY

de la congestión de la red en relación con el retardo y carga soportada.

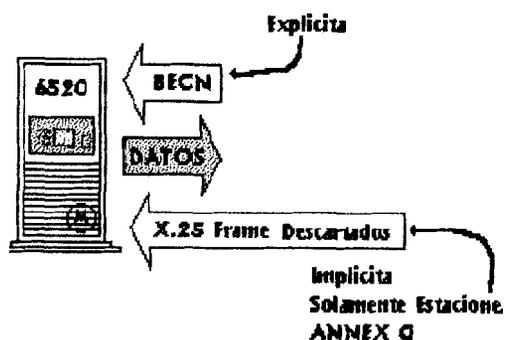
Cuando un punto de severa congestión es alcanzada, el clásico encolamiento de los paquetes de datos resulta en un dramático crecimiento en retardos y en un colapso en la velocidad.

Es claro que estos catastróficos eventos deben ser evitados, por lo que esta es la tarea del control de congestión. La recomendación No. I.370 de la ITU-T define los objetivos de Frame Relay en el control de congestión:

- Minimizar los Frames descartados.
- Mantener, con un alta probabilidad y una mínima varianza, una gran calidad de servicio.
- Minimizar la posibilidad de que un usuario pueda monopolizar los recursos de la red, haciendolos caros para otros usuarios.
- Permitir un valor de overhead reducido.
- Crear un mínimo tráfico adicional de red.
- Distribuir los recursos en forma equitativa entre todos los usuarios.
- Producir un mínimo impacto en otros sistemas de la red Frame Relay.
- Minimizar la variabilidad en calidad de servicio en Frame Relay en conexiones individuales durante la congestión.

El desafío de la congestión control es particularmente un deber con el cual Frame Relay debe lidiar. El mas sencillo mecanismo para el control de congestión es el descarte de frames, lo que origina problemas a todos los usuarios de la red.

FIG 3.11.- TIPOS DE CONGESTION



Para proveer un método más eficiente, Frame Relay introduce el concepto de "Committed Information Rate" (CIR), esta es una velocidad en bits por segundo (Bps), a la que la red disminuirá su carga en cada usuario

extremo para una particular forma de conexión, sin que exista descarte de Frames.

El CIR por si mismo no provee mucha flexibilidad, en la práctica un método para manejar tráfico sobre cada conexión lógica para un intervalo de tiempo específico para esa conexión, y entonces hace una decisión basada sobre la cantidad de datos recibidos durante ese intervalo. Se introduce un nuevo concepto:

Committed Burst Size (Bc): La máxima cantidad de datos que la red tiene la habilidad para transferir, sobre un intervalo medido T. Estos datos pueden o no ser contiguos.

Excess Burst Size (Be): La máxima cantidad de datos en exceso de Bc que la red intentara transferir, sobre condiciones normales sobre el intervalo medido T.

Las cantidades Bc y CIR estan relacionadas; porque Bc es la cantidad de datos que pueden ser transmitidos por el usuario sobre un tiempo T, y el CIR es la velocidad al cual los datos pueden ser transmitidos, Entonces nosotros tenemos:

Esta es la fórmula mágica que significa el intervalo de tiempo sobre el cual la velocidad medida es proporcional al Burst Size.

El protocolo Frame Relay posee una señalización externa, dos bits en los campos de direcciones en cada Frame, son utilizados para enviar mensajes de congestión, estos bits son:

**BECN** : Notifica al usuario la existencia de congestión y que un procedimiento para evitarla a comenzado en la dirección opuesta al punto de recepción, en donde se ha iniciado el tráfico.

**FECN**: Notifica al usuario que un procedimiento para evitar la congestión ha sido iniciado en la misma dirección al frame recibido.

Estos bits le indican a los nodos de red, sobre las conexiones logicas que ha encontrado recursos congestionados. Esto significa que en el momento en que un usuario extremo recibe un BECN, debe reducir su velocidad de transmisión al CIR para permitir

que disminuya la congestión; esto ocurre en cada usuario presente en la red. Por lo general los equipos de comunicaciones que proveen el acceso a la red son los que realizan esta operación. Ej:

Si tengo un medio de transmisión a 64 Kbps, y el CIR esta definido a 56 Kbps; en el momento de la congestión la velocidad se reduce al CIR, si persiste la congestión; esta se reduce a  $\frac{1}{2}$ CIR, si continua la congestión esta reduce hasta  $\frac{1}{4}$ CIR, manteniendose asi hasta que no exista el problema de la congestión.

El establecimiento de la comunicación Frame Relay, es hecha mediante dos conceptos:

Circuitos Virtuales Permanentes (PVC), Circuitos Virtuales Conmutados (SVC).

Un PVC se establece en el momento en que se realiza una conexión orientada, es decir que se establece una ruta fija por donde los datos van a seguir hasta que la conexión se termine.

Un SVC se establece cada vez que se realiza una transferencia de datos, no necesariamente siempre será la misma ruta. Es decir que hay una Fase de Call Setup y Call Clearing.

Existen varios procedimientos estandares que son manejados por los dispositivos de acceso Frame Relay (FRAD).

### *b. - VOICE RELAY*

Voz sobre Frame Relay es soportado para todas las aplicaciones tradicionales de voz, tales como interconexión de PBXs (Private Branch Exchanges), uso de Off-Premises Extensions (OPX) y Private Line Auto Ringdown (PLAR).

Los mas grandes beneficios de Voice Relay vienen desde las aplicaciones de oficinas remotas que accesan a ubicaciones regiones con uno a cuatro puertos de voz, adicionales a los protocolos de LAN y seriales. En estas aplicaciones, el sitio remoto es

usualmente conectado a la oficina principal con lineas analógicas a 19.2 ó 28.8 Kbps ó algunas veces con lineas digitales a 56/64Kbps.

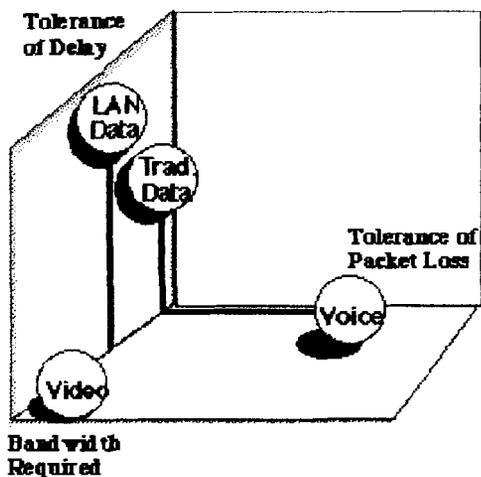


FIGURA 3.12.- REQUERIMIIENTO MULTIMEDIA

manejo del ancho de banda, control

de congestión, priorización y mas. La voz tambien requiere un diferente clase de servicio que los tradicionales datos seriales y datos LAN para asegurar una alta calidad de audio en voz en las conversaciones.

Por ejemplo, mientras que los datos seriales y LAN tienen una baja tolerancia a los paquetes perdidos, la voz puede tolerar un cierto porcentaje de paquetes perdidos sin disminuir en la calidad. A diferencia de los datos seriales y de LAN, los paquetes de voz pueden ser enviados sobre los enlaces sin procedimientos de recuperación de errores. Esto libera al equipo de procesamiento y de ancho de banda, porque no hay necesidad de retransmisiones.

Mientras la voz es mas tolerante a las pérdidas que tráfico serial y de LAN, este es menos tolerante al retardo.

Para una aceptable calidad de voz, el retardo total podría ser menos que 150/msec. Para minimizar retardo, algoritmos de compresion de voz son empleados. Adaptables métodos para suavizar retardos, desarrollados por Motorola, son usados algunas veces para disminuir el restardo de extremo a extremo.

Los paquetes de voz son comprimidos, enpaquetados con información de señalización, combinados con otros datos y transmitidos a través de un puerto de red Frame Relay.

Link Speed (Kbps)	8K CVSELP Pkt	16K CVSELP Pkt	32 Byte Data Pkt	64 Byte Data Pkt	128 Byte Data Pkt	256 Byte Data Pkt	512 Byte Data Pkt	1024 Byte Data Pkt	1500 Byte Data Pkt
19.2	11.25	19.58	18.3	31.7	58.3	111.7	218.3	431.7	630
28.8	7.5	13.06	12.2	21.1	38.9	74.4	145.6	287.8	420
56	3.86	6.71	6.3	10.9	20	38.3	74.9	148	216
64	3.38	5.88	5.5	9.5	17.5	33.5	65.5	129.5	189
128	1.69	2.94	2.8	4.8	8.8	16.8	32.8	64.8	94.5
256	0.84	1.47	1.4	2.4	4.4	8.4	16.4	32.4	47.3
384	0.56	.98	1	1.6	2.9	5.6	10.9	21.6	31.5
512	0.42	0.73	0.7	1.2	2.2	4.2	8.2	16.2	23.6
1544	0.14	0.24	0.2	0.4	0.7	1.4	2.7	5.4	7.8

**3.6.1.-La Priorización** es una característica perteneciente a la familia de routers Motorola, que permiten enviar los paquetes de voz primero, sobre los paquetes de datos usando Bypass ó Annex\_G.

La Priorización también limita el tamaño del Frame desde la estación Bypass ó Annex\_G, a un tamaño que requiere solamente 5 a 10 mseg para transmitir cuando la voz está presente. Esto limita el número de Frames Bypass ó Annex\_G a ser puestos delante de un paquete de voz a un máximo de dos, utilizando esta característica el MPRouter 6520 con Voice Relay controla el retardo causado por el encolamiento de los paquetes entre 10 a 20 mseg.

Conociendo que habrá un máximo de 2 paquetes a ser encolados delante de un paquete de voz y usando una tabla y fórmula provista por el fabricante Motorola, un diseñador de Red puede determinar el máximo retardo que un paquete de voz tendrá un enlace de red dado.

### 3.6.2.- Compresión de Voz:

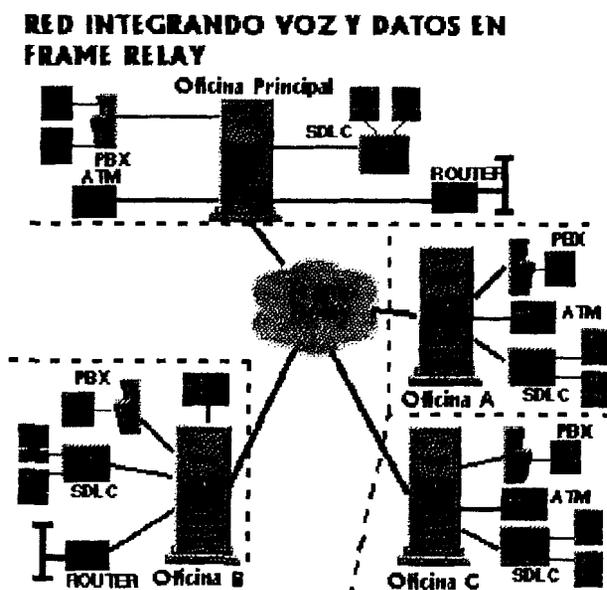
Los algoritmos de *Compresion de Voz* hacen posible proveer alta calidad en audio mientras esta usando eficientemente el ancho de banda.

Pulse Code Modulation (PCM), es el estandar para codificar la voz en forma digital, lo que consume 64Kbps y esto es optimizado para obtener una buena calidad. Por ejemplo, un procesador de señales digitales en el MPRouter 6520, convierte PCM a 16K CVSELP (Codex Vector Sum Excited Linear Prediction) y a 8K CVSELP, los cuales son algoritmos desarrollados por Motorola. El ancho de banda requerido cuando estos algoritmos son usados es mucho menor que 64Kbps. 16K CVSELP y 8K CVSELP tambien soportan Digital Speech Interpolation (DSI), una tecnica de compresión que habilita al usuario una ganancia adicional 2:1. Durante una conversación, el silencio típicamente ocurre el 40% del tiempo. DSI toma la ventaja de los silencios para hacer una pausa y solamente trasmite cuando hay voz presente. Durante los periodos de silencio, otro canal activo de voz y/o datos puede utilizar ese ancho de banda liberado.

### 3.6.3.- CANCELACIÓN DE ECO

Otro concepto que puede emerger cuando hay voz sobre Frame Relay es el *ECO*, un fenómeno en el cual la voz transmitida es reflejada de regreso al punto desde el cual fue transmitida. En efecto, si el retardo en tiempo entre el eco y el paquete de voz es 45mseg ó mas, el eco puede producir distorsión de la señal de voz.

El método más sofisticado de eliminación del Eco es con un cancelador de Eco, el cual es construido de un modelo matemático siguiendo el patron de voz y luego sustrayendo esto del paquete transmitido. Ambos 16K CVSELP y 8K CVSELP tienen habilitadas las opciones de canceladores de eco para filtrar la señal de voz, eliminando el requerimiento para canceladores de Eco externos y caros.



## **CAPITULO IV**

### **DISEÑO DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES**

Ahora que tenemos claros los conceptos generales de como ha de comportarse un sistema de comunicacion digital de microonda. En este capitulo nos centraremos al analisis de la solucion de nuestro problema especifico; que consiste en enlazar la matriz y la agencia MALL DEL SOL del BANCO DE CREDITO de la ciudad de Guayaquil.

Este capitulo analiza las ventajas y desventajas de un enlace via modem en comparacion de un enlace de radio. Ademas se procedera al calculo de los parametros requeridos para nuestro sistema de comunicacion.

#### **4.1.- REQUERIMIENTO DE VELOCIDAD y ANCHO DE BANDA**

Requieren una comunicaci3n directa y en tiempo real con la nueva oficina que ser3 abierta en el Centro Comercial Mall del Sol, requieren acceso a los recursos locales y rapidez en la informaci3n de clientes y usuarios del Banco, ademas el tener dos canales de Voz. Las aplicaciones que tiene funcionando en la oficina local es una Red Ethernet, cuyo protocolo de trabajo es TCP/IP, y un cajero autom3tico que trabaja en X.25. Por lo cual desean tener un enlace punto a punto 100% seguro.

#### 4.1.1.- ANALISIS DEL ENLACE VIA MODEM

La primera solución que se dió a este requerimiento fue usando una Línea Telefónica analógica con dos modems Motorola 3266 Fast, tal como se muestra en la Figura 4.1.

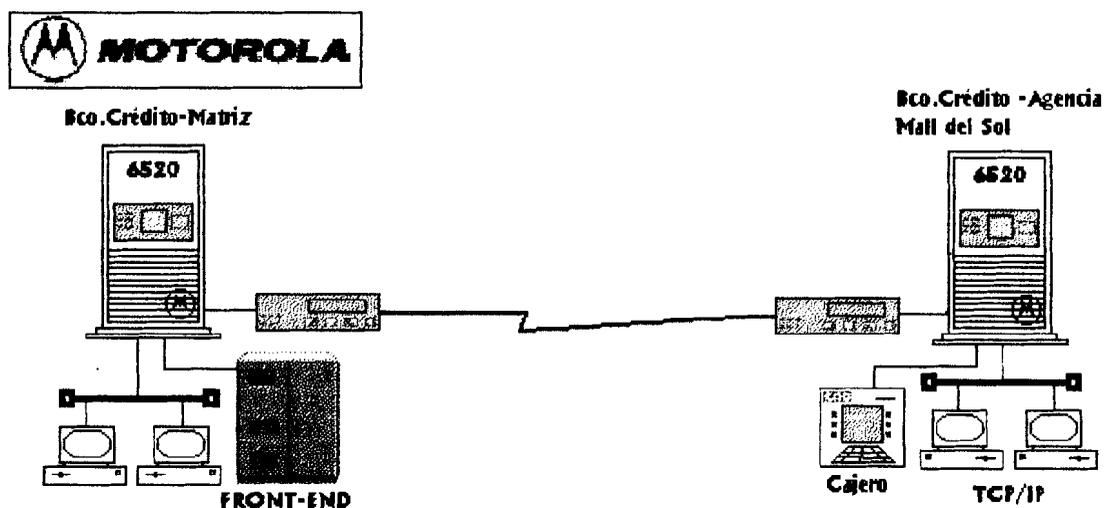


FIGURA 4.1

Este enlace permitió a la agencia realizar las operaciones básicas administrativas y de atención al público, así como el tener un cajero funcionando en dicha localidad.

Los modems MOTOROLA 3266 Fast, tienen algunas características especiales que permiten al usuario observar la calidad de la línea, además de la Velocidad de Modulación

y la Tasa de Transmisión real. Si bien esta solución es muy económica, tiene muchos problemas debido a la mala infraestructura técnica del proveedor del servicio telefónico PACIFICTEL. La mala calidad de la línea se midió con los siguientes parámetros:

PhaseJitter: Este comando es una medida del desfase que tienen los bits con respecto al reloj de sincronización entre los dos modems, este valor depende de la calidad y distancia de la línea telefónica

Tx Level: Este parámetro me da la potencia en dBm a la cual está transmitiendo el modem.

Rx Level: Este parámetro me da la potencia en dBm a la cual está recibiendo el modem la señal de datos.

Echo Delay: Este parámetro me mide el tiempo de retorno de la señal transmitida en "mseg", es decir el la potencia reflejada.

Eqlzr SNR: Este parámetro me mide el valor en dB de la relación Señal/Ruido como una medida de la pureza de la línea analógica.

SQ: Mide la Calidad de la Línea de 0-9 (9 es el máximo valor)

EP%: Mide el porcentaje de error que tiene la transmisión.

PING: Comando a nivel de DOS que permite medir el tiempo de respuesta entre dos puntos a nivel de aplicaciones de TCP/IP, este tiempo es medido en “mseg”.

Analizemos estos parámetros con el fin de obtener una medida de la solución que brindan.

Velocidad del Enlace : 28.8 Kbps

SQ : 7

EP : 30%

SNR : 26 dB

Tx : 0 dB

Rx : -30dB

Para obtener una medida de la utilización de la línea se considera lo siguiente:

Tamaño Paquete (L) = 1024 bytes

Distancia (d) = 5000 mts

$$\alpha = RD \div VL$$

Velocidad (v) =  $2 \times 10^8$  m/seg

Velocidad Datos (R) = 28.8 Kbps

Ping = 150 - 200 mseg

$$a = \frac{(28800)(5000)}{(2 \times 10^8)(1024)} \quad a = 7.031 \times 10^{-4}$$

$$U = \begin{cases} 1 & , \quad N > 2a+1 \\ \frac{N}{2a+1} & , \quad N < 2a+1 \\ \frac{N}{2a+1} & \end{cases} \quad \begin{aligned} N &= 2(7.031 \times 10^{-4}) + 1 \\ N &= 1.0014 \end{aligned}$$

Este resultado nos permite obtener algunas conclusiones, entre ellas que para nuestro enlace con modems se obtiene un porcentaje de utilización del 100%, lo que nos indica que todo el ancho de banda es utilizado en su máxima capacidad en la transmisión.

Se debe tomar en cuenta que la velocidad de la LAN es 10Mbps y que el enlace de WAN esta a 28.8Kbps, por lo que se convierte en un cuello de botella, originando retardos considerables en la transmisión. Por esta razón al realizar un Ping a la dirección de la Lan remota se obtienen tiempos de 150-200 mseg; que para enlaces punto a punto es muy deficiente y demasiado grande el retardo ocurrido.

Para obtener la Tasa de transmisión real, analizaremos la trama X.25. el tamaño de un paquete a nivel de IP es de 56 bytes, como esto se encapsula en X.25 de la siguiente forma:

FLAG	ADDRESS	CONTROL	INFORMACIÓN	FCS	FLAG
1	2	2	56	4	1

$L_t = 80$  bytes (aproximadamente)

Tasa =  $L_t * T_{mseg}$

Tasa =  $(80 * 8) / 150mseg$

Tasa = 4.26666 bps

En estos resultados obtenidos podemos apreciar que esta 1ra. solución no otorga una solución real para los requerimientos del banco, añadiéndose la inestabilidad del sistema telefónico local, que no garantiza el correcto funcionamiento de su medio de transmisión. Razón por la cual se buscó una nueva opción.

#### 41.2.- ANALISIS DEL ENLACE DE RADIO

Requieren una comunicación directa y en tiempo real con la nueva oficina que será abierta en el Centro Comercial Mall del Sol, requieren acceso a los recursos locales y rapidez en la información de clientes y usuarios del Banco, además el tener dos canales de Voz. Las aplicaciones que tiene funcionando en la oficina local es una Red Ethernet, cuyo protocolo de trabajo es TCP/IP, y un cajero automático que trabaja en X.25. Por lo cual desean tener un enlace punto a punto 100% seguro.

## SOLUCIÓN:

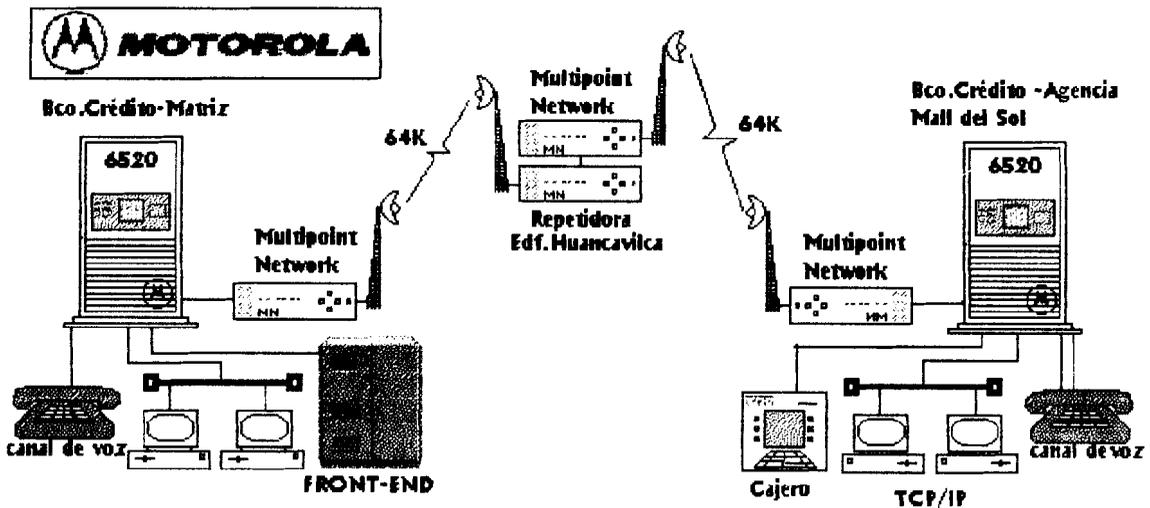


FIGURA 4.2

El enlace será de 64 Kbps, en el rango de frecuencias de los 900MHz con un ancho de banda de 25Khz, en el cual se multiplexarán datos y voz.

Los equipos a utilizar son:

- Router 6520 cuyo fabricante es Motorola
- Un Radiomodem RAN 64/25 cuyo fabricante es Multipoint Network.
- Antenas yaggi

Realizando un Ping entre estos puntos se obtiene 30mseg como promedio.

Analizemos la Tasa de transmisión real, para lo cual se toma el formato de una trama en Frame Relay que es la siguiente:

FLAG	ADDRESS	CONTROL	INFORMACIÓN	FCS	FLAG
1	2	2	56	4	1

$L_t = 80$  bytes (aproximadamente)

Tasa =  $L_t * T_{mseg}$

Tasa =  $(80 * 8) / 30mseg$

Tasa = 21333.33 bps

Esto nos indica que la tasa de transmisión aumentó 6 veces más que si usaríamos modems, obteniendo tiempos de respuesta mas pequeños y por consiguiente usuarios mas contentos. Razón por la cual se eligió implementar este tipo comunicación.

#### 4.2.- ESTUDIO DE PROPAGACION

Como en todo trabajo de ingenieria se debe de considerar el trazado de los perfiles topograficos, para luego valorar la cantidad de senal que puede ser recibida en uno y otro extremo; asi como tambien si se requiere la utilizacion de repetidoras en el trayecto.

Como podemos apreciar en el mapa anterior, en el trazado de los trayectos respectivos se observa que el cerro del Carmen presenta un posible obstaculo para nuestro enlace directo sin repetidora. Para lo cual haremos el siguiente analisis:

#### 4.2.1.- ANALISIS DEL ENLACE PUNTO A PUNTO SIN REPETIDORA

CALCULO PARA CONSIDERAR LA CURVATURA DE LA TIERRA:

Para que en el análisis no se considere la curvatura de la tierra se debe cumplir la siguiente condición:

$$R < 0.2R_o$$

$$R_o = 3.57[(h_1)^{1/2} + (h_2)^{1/2}]$$

$$R_o = 3.57[(30)^{1/2} + (33)^{1/2}]$$

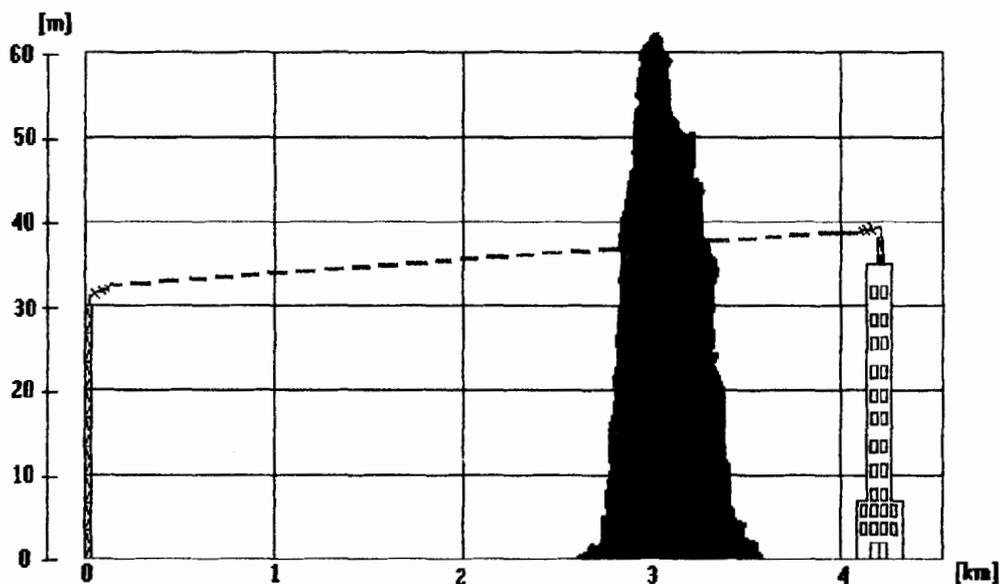
$$R_o = 40.1\text{Km} \quad \text{---->} \quad 0.2R_o = 8.01\text{Km}$$

Y como la longitud entre Mall del Sol y el Bco. Crédito es  $R = 4.2\text{Km}$ , se cumple la condición por lo cual no se considera la curvatura de la tierra.

*Esta condicion de no considerar la curvatura de la tierra es aplicable para los otros enlaces utilizados en este capitulo*

Ademas es importante indicar que de acuerdo al gráfico mostrado, existe una obstrucción total de la 1ra. zona de Fresnel, para lo cual se debe hacer el siguiente análisis:

Las perdidas por difraccion se sumaran a las perdidas en el espacio libre, a las perdidas por el cable utilizado, etc; para luego compararla con el nivel de senal que se obtendra y concluir si es factible o no el enlace microonda directo.



**FIG 4.3 ENLACE PUNTO A PUNTO SIN REPETIDORA**

Para lo cual se debe considerar el siguiente grafico:

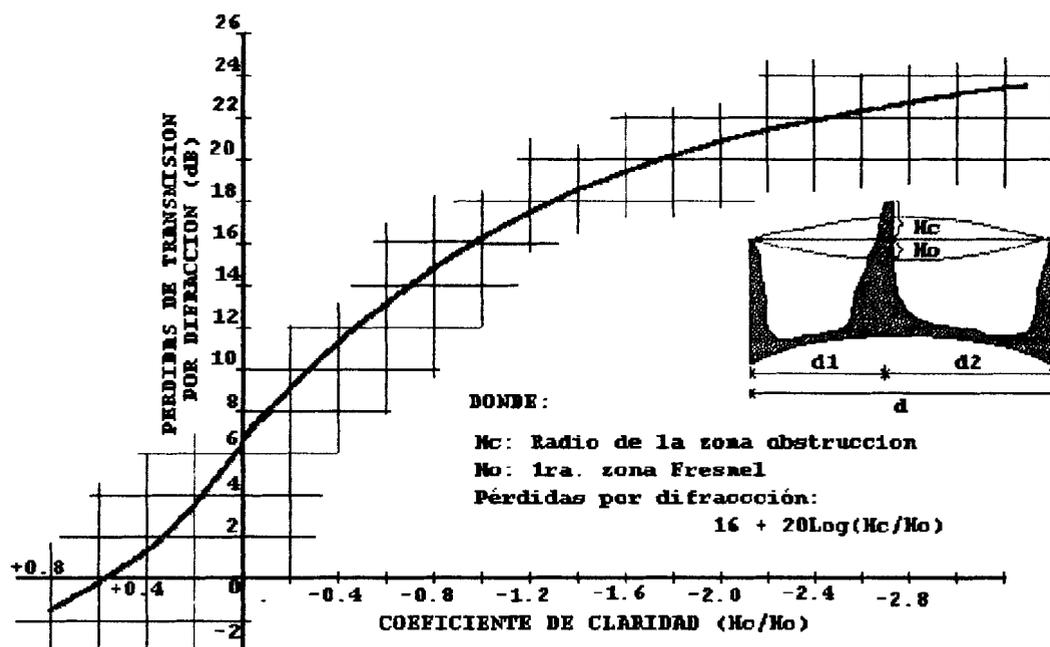


FIG. 4.4 PERDIDAS POR DIFRACCION

Distancia (Km)	Altura (mt)	Altura haz Directo (mt)	Radio de Fresnel (mt)	Claridad del Haz (mt)	Claridad Z. Fresnel (mt)	Despeje Z. Fresnel (%)
0	15	33	0	18	0	0
3	60	3.707	1.643	-2.293	-3.936	-13.952
42	36	39	0	3	0	0

LAS PERDIDAS POR DIFRACCION SON: 18.9 [dB]

Bco.CREDITO [ Matriz ] <===== Mall del Sol

FRECUENCIA DE Tx	950.000.000 Hz
DISTANCIA	4,2 Km
ALTURA DE ANTENA Tx	30m
ALTURA DE ANTENA Rx	39m
GANANCIA DE ANTENA Tx	11 dB
GANANCIA DE ANTENA Rx	11 dB
PERDIDAS EN LINEAS DE TRANSMISION Se consideran 1.5dB por cada 10 mts cable	Tx=9dB Rx=4.5dB
POTENCIA DEL Tx (modo bajo)	0.125W [21dB]
NIVEL DE RECEPCION (minimo)	-98dBm

#### ATENUACION DE ESPACIO LIBRE

$$A_t = 32,45 + 20 \log [D_{\text{km}}] + 20 \log [F_{\text{Mhz}}]$$

$$A_t = 32,45 + 20 \log [4.2] + 20 \log [950]$$

$$A_t = 104,47 \text{ dB}$$

#### POTENCIA DE ENTRADA DEL RECEPTOR

$$P_{R_x} = P_{T_x} - P_{L_T} + G_{T_x} - A_t + G_{R_x} - P_{L_R} - \text{Perd. Difraccion} - \text{Perd. Generales}$$

$$P_{R_x} = 21\text{dB} - 9\text{dB} + 11\text{dB} - 104.47\text{dB} + 11\text{dB} - 4.5\text{dB} - 20\text{dB} - 5\text{dB}$$

$$P_{R_x} = -100\text{dbm}$$

Al realizar un análisis de los resultados anteriores, se puede apreciar que el nivel de señal que llega al receptor esta por debajo del margen mínimo requerido por el fabricante; esto nos sugiere que se debe buscar un punto de repetición para eliminar las pérdidas adicionales ocasionadas por la presencia del Cerro del Carmen.

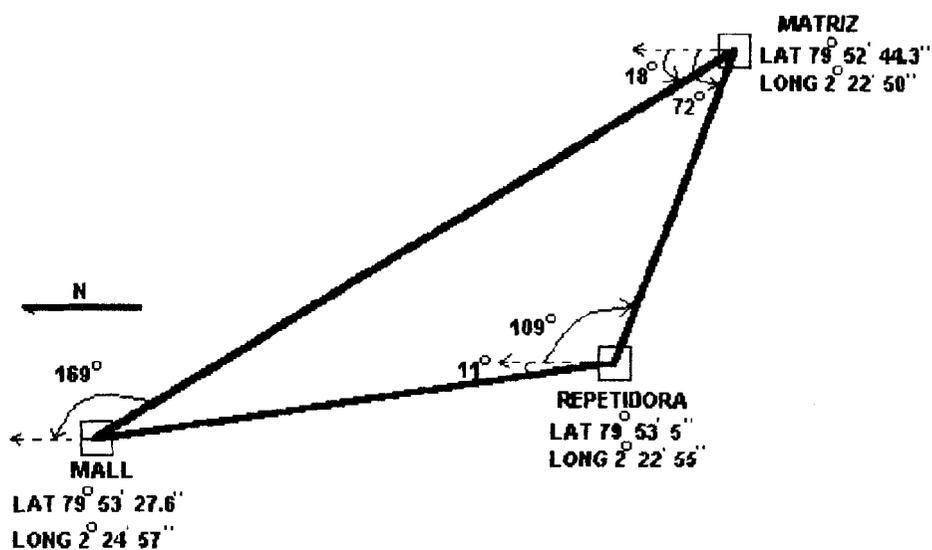


FIG 4.6 UBICACION GEOGRAFICA DE LOS PUNTOS DE ENLACE

El trazado topografico que nos muestra el Mapa No.1 con relacion al punto de repetición nos permite realizar las consideraciones que a continuación se detallan.

MAPA No.1 .- Esta en el Anexo 2

#### 4.2.2.-ENLACE TRAMO 1 :

##### MATRIZ BCO. DE CREDITO - REPETIDORA (Edif. HUANCABILCA )

Para asegurarse de que en nuestro enlace no existirá problemas en la recepción debemos elegir los elementos o dispositivos adecuados que garanticen un buen acoplamiento en conjunto obteniendo una alta funcionalidad del sistema, aminorando las pérdidas en el cable, los conectores y elegir correctamente las antenas a utilizarse, para que de esta forma nuestro nivel de recepción sea el adecuado para el receptor. Además como la empresa TRANSMIDATOS que es la que provee del medio de transmisión tiene sus propias instalaciones de repetidoras en el edificio Huancavilca, se prefirió usarlas para reducir costos en la instalación de repetidoras adicionales, y porque existía línea de vista entre los puntos seleccionados.

#### CALCULO DEL NIVEL DE RECEPCION

Bco.CREDITO [ Matriz ] =====> Edf . Huancavilca

FRECUENCIA DE Tx	926,837,500 Hz
DISTANCIA	0,7 Km
ALTURA DE ANTENA Tx	33m
ALTURA DE ANTENA Rx	100m
GANANCIA DE ANTENA Tx	11 dB
GANANCIA DE ANTENA Rx	11 dB
PERDIDAS EN LINEAS DE TRANSMISION Se consideran 1.5dB por cada 10 mts cable	Tx=4.5dB Rx=9dB
POTENCIA DEL Tx (modo bajo)	0.125W [21dB]
NIVEL DE RECEPCION (minimo)	-98dBm

## ATENUACION DE ESPACIO LIBRE

Uno de los parámetros de mayor importancia que se consideran en los radioenlaces es la atenuación que sufre la señal en el espacio libre, lo que depende principalmente de la frecuencia de transmisión y de la distancia que existe entre los puntos remotos.

$$At = 32,45 + 20 \log [D\text{km}] + 20 \log [F \text{ mhz}]$$

$$At = 32,45 + 20 \log [0,7] + 20 \log [926,837]$$

$$At = 88,7 \text{ db}$$

## NIVEL DE RECEPCION EN LA REPETIDORA

Ya con todos los parámetros conocidos, es decir pérdidas en el cable, conectores, en el espacio libre; así como también la potencia del transmisor y las ganancias de las antenas; el nivel de recepción de mi señal es la resultante de las sumas y restas de dichos parámetros.

$$\text{Recep} = P_{tx} - P_{lt} + G_{tx} - At + G_{rx} - P_{lt} - \text{Margen de Error (dB)}$$

$$\text{Recep} = 21\text{db} - 9\text{db} + 11\text{db} - 88,7\text{db} + 11\text{db} - 4,5\text{db} - 5\text{dB}$$

$$\text{Recep} = -64,2\text{dBm}$$

### CALCULO DE LA 1era ZONA DE FRESNEL

Una medida que me indica la zona de mayor concentración de energía de mi señal, es calcular el Radio ( $R_m$ ) de la 1ra. zona de Fresnel, que contiene el 50% de la potencia de la señal que fue emitida del transmisor.

El ingeniero a cargo del diseño debe garantizar que no existe ninguna clase de obstáculo en dicha zona de Fresnel para asegurarse que exista un buen nivel de recepción.

$$^{1/2}$$

$$R_m = 17,3 [(d_1 * d_2) / (F * D)]$$

$$D = 0.7 \text{ Km}$$

$$d_1 = 0.35 \text{ Km}$$

$$d_2 = 0.35 \text{ Km}$$

$$F = 0.9268 \text{ Ghz}$$

$$R_m = 7.52 \text{ m}$$

Donde  $R_m$  representa el radio de la primera zona de Fresnel

$$R_m = 17,3 [(d_1 * d_2) / (F * D)]^{1/2}$$

$$D = 0.7 \text{ Km}$$

$$d_1 = 0.1 \text{ Km}$$

$$d_2 = 0.6 \text{ Km}$$

$$F = 0.9268 \text{ Ghz}$$

$$R_m = 5.3 \text{ m}$$

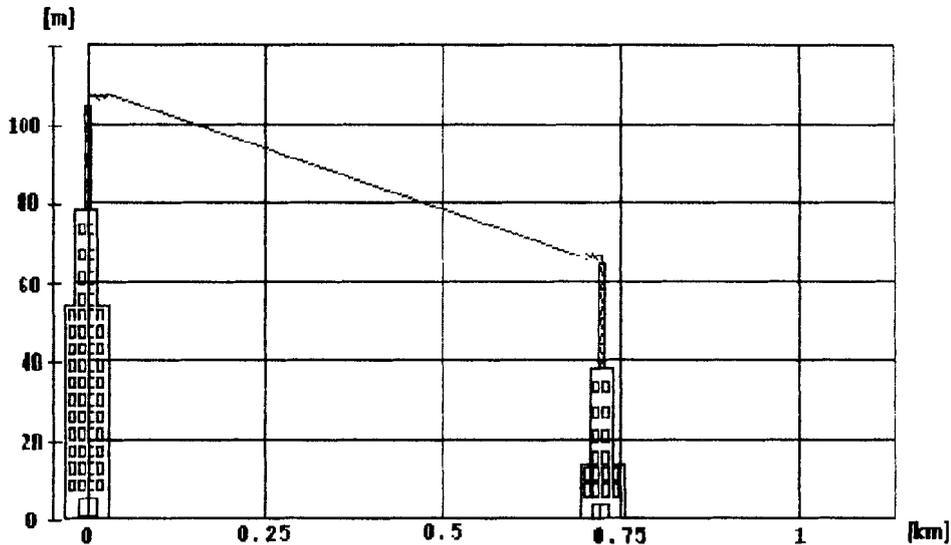


FIGURA 4.7.- ENLACE REPETIDORA - MATRIZ

Edf. Huancavilca      =====>      B. de Credito[ MATRIZ]

FRECUENCIA DE Tx	954,837,500 Hz
DISTANCIA	0,7 Km
ALTURA DE ANTENA Tx	100m
ALTURA DE ANTENA Rx	33m
GANANCIA DE ANTENA Tx	11 dB
GANANCIA DE ANTENA Rx	11 dB
PERDIDAS EN LINEAS DE TRANSMISION	Tx=9dB Rx=4,5dB
Se consideran 1.5dB por cada 10 mts cable	
POTENCIA DEL Tx (modo bajo)	0.125W [21dB]
NIVEL DE RECEPCION (minimo)	-98dBm

#### ATENUACION DE ESPACIO LIBRE

$$A_t = 32,45 + 20 \log [D \text{ km}] + 20 \log [F_{\text{MHz}}]$$

$$A_t = 32,45 + 20 \log [0.7] + 20 \log [954,837]$$

$$A_t = 88,9 \text{ db}$$

#### POTENCIA DE ENTRADA DEL RECEPTOR

$$P_{Rx} = P_{Tx} - P_{LT} + G_{Tx} - A_t + G_{Rx} - P_{LT} - \text{Margen Error (dB)}$$

$$P_{Rx} = 21\text{dB} - 4,5\text{dB} + 11\text{dB} - 103,44\text{dB} + 11\text{dB} - 4,5\text{dB} - 5\text{dB}$$

$$P_{Rx} = -74,44\text{dB}$$

#### CALCULO DE LA 1era. ZONA DE FRESNEL

$$R_m = 17.3(d_1 d_2 / F \times D)^{1/2}$$

$$D = 3.82 \text{ Km}$$

$$F = 0.927287$$

$$d_1 = 2 \text{ Km}$$

$$d_2 = 1.82 \text{ Km}$$

$$R_m = 17.3[(2)(1.82)/(0.927287)(3.82)]^{1/2}$$

$$R_m = 17.53 \text{ mts}$$

$$D = 3.82 \text{ Km}$$

$$F = 0.927287$$

$$d_1 = 0.82 \text{ Km}$$

$$d_2 = 3 \text{ Km}$$

$$R_m = 17.3[(3)(0.82)/(0.927287)(3.82)]^{1/2}$$

$$R_m = 14,2 \text{ mts}$$

## 4.2.3.- ENLACE TRAMO 2 : REPETIDORA -AGENCIA MALL DEL SOL.

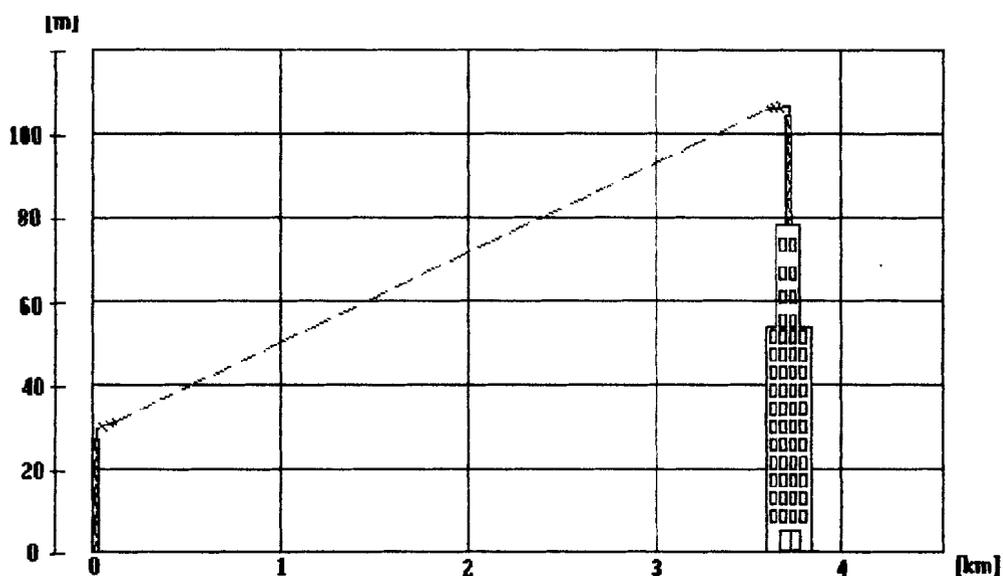


FIG 4.4 ENLACE AGENCIA - REPETIDORA

MALL del SOL =====&gt; Edif. HUANCAVILCA

FRECUENCIA DE Tx	955,287,500 Hz
DISTANCIA	3,82 Km
ALTURA DE ANTENA Tx	30m
ALTURA DE ANTENA Rx	100m
GANANCIA DE ANTENA Tx	11 dB
GANANCIA DE ANTENA Rx	11 dB
PERDIDAS EN LINEAS DE TRANSMISION Se consideran 1.5dB por cada 10 mts cable	Tx=4.5dB Rx=9dB
POTENCIA DEL Tx (modo bajo)	0.125W [21dB]
NIVEL DE RECEPCION (minimo)	-98dBm

## ATENUACION DE ESPACIO LIBRE

$$A_t = 32,45 + 20 \log [D \text{ km}] + 20 \log [F \text{ Mhz}]$$

$$A_t = 32,45 + 20 \log [3.82] + 20 \log [955,287]$$

$$A_t = 103.7 \text{ dB}$$

#### POTENCIA DE ENTRADA DEL RECEPTOR

$$P_{Rx} = P_{Tx} - P_{LT} + G_{Tx} - A_t + G_{Rx} - P_{LT} - \text{Margen Error (dB)}$$

$$P_{Rx} = 21 \text{ dB} - 9 \text{ dB} + 11 \text{ dB} - 103.7 \text{ dB} + 11 \text{ dB} - 4.5 \text{ dB} - 5 \text{ dB}$$

$$P_{Rx} = -79,2 \text{ dB}$$

#### CALCULO DE LA 1era. ZONA DE FRESNEL

$$R_m = 17.3(d_1 \times d_2 / F \times D)^{1/2}$$

$$D = 3.82 \text{ Km}$$

$$F = 0.955287$$

$$d_1 = 2 \text{ Km}$$

$$d_2 = 1.82 \text{ Km}$$

$$R_m = 17.3[(2)(1.82)/(0.955287)(3.82)]^{1/2}$$

$$R_m = 17.27 \text{ mts}$$

$$D = 3.82 \text{ Km}$$

$$F = 0.955287$$

$$d_1 = 0.82 \text{ Km}$$

$$d_2 = 3 \text{ Km}$$

$$R_m = 17.3[(3)(0.82)/(0.955287)(3.82)]^{1/2}$$

$$R_m = 14,2 \text{ mts}$$

Edif. HUANCAVILCA =====> MALL DEL SOL.

FRECUENCIA DE Tx	927,287, 500 Hz
DISTANCIA	3,82 Km
ALTURA DE ANTENA Tx	100m
ALTURA DE ANTENA Rx	30m
GANANCIA DE ANTENA Tx	11 dB
GANANCIA DE ANTENA Rx	11 dB
PERDIDAS EN LINEAS DE TRANSMISION Se consideran 1.5dB por cada 10 mts cable	Tx=9dB Rx=4,5 dB
POTENCIA DEL Tx (modo bajo)	0.125W [21dB]
NIVEL DE RECEPCION (minimo)	-98dBm

#### ATENUACION DE ESPACIO LIBRE

$$A_t = 32,45 + 20 \log [D \text{ km}] + 20 \log [F_{\text{MHz}}]$$

$$A_t = 32,45 + 20 \log [3.82] + 20 \log [927,287]$$

$$A_t = 103.44 \text{ dB}$$

#### POTENCIA DE ENTRADA DEL RECEPTOR

$$P_{Rx} = P_{Tx} - P_{LT} + G_{Tx} - A_t + G_{Rx} - P_{LT} - \text{Margen Error (dB)}$$

$$P_{Rx} = 21\text{dB} - 9\text{dB} + 11\text{dB} - 103,44\text{dB} + 11\text{dB} - 4,5\text{dB} - 5\text{dB}$$

$$P_{Rx} = -78,94\text{dB}$$

#### CALCULO DE LA 1era. ZONA DE FRESNEL

$$R_m = 17.3(d_1 \times d_2 / F \times D)^{1/2}$$

$$D = 3.82 \text{ Km}$$

$$F = 0.927287$$

$$d_1 = 2 \text{ Km}$$

$$d_2 = 1.82 \text{ Km}$$

$$R_m = 17.3[(2)(1.82)/(0.927287)(3.82)]^{1/2}$$

$$R_m = 17.53 \text{ mts}$$

$$D = 3.82 \text{ Km}$$

$$F = 0.927287$$

$$d_1 = 0.82 \text{ Km}$$

$$d_2 = 3 \text{ Km}$$

$$R_m = 17.3[(3)(0.82)/(0.927287)(3.82)]^{1/2}$$

$$R_m = 14,2 \text{ mts}$$

Una vez realizados los cálculos técnicos con las especificaciones de los equipos utilizados podemos proceder a la implementación del sistema de radio enlace, si es que dichos resultados garantizaran un buen nivel de señal en la recepción. Luego de la implementación se procede con la medición de los niveles de recepción, para así constatar si estos niveles se ajustan a los calculados; esto se lo realiza con un analizador de espectros, que me provee a más de los niveles de recepción, visualizar la señal portadora para que de esta forma aseguramos de que no exista otra portadora afectando la calidad de la señal.

#### RESULTADOS TEORICOS:

Bco. CREDITO	Edif. HUANCAYILCA		Mall del Sol
Ptx (dBm) 21	Rx(dBm) -64,2	Tx(dBm) 21	Rx(dB) -78,94
Rx(dBm) -74,44	Tx(dBm) 21	Rx(dBm) -79,2	Tx(dBm) 21

**RESULTADOS MEDIDOS:**

Bco. CREDITO	Edif. HUANCAVILCA		Mall del Sol
Ptx (dBm) 21	Rx(dBm) -61	Tx(dBm) 21	Rx(dBm) -76
Rx (dBm) -68	Tx(dBm) 21	Rx(dBm) -77	Tx(dBm) 21

## CAPITULO V

### EQUIPAMIENTO

#### 5.1- CARACTERISTICAS DEL EQUIPO DE RADIO MULTIPOINT

##### NETWORK

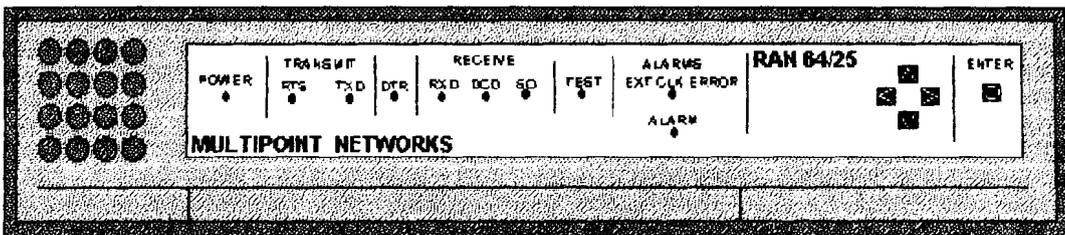


FIG.5.1 RAN 64/25 PANEL FRONTAL

El RAN 64 provee las siguientes opciones

- Control al usuario, líneas dedicadas
- Sistema de configuración mediante selección de switch
- Más conexiones remotas por puertos al HOST
- Un sistema opcional de monitoreo, control y diagnóstico
- Altas velocidades de datos de hasta 128Kbps
- Bajas tasas de error ( $1 \cdot 10^{-8}$  o mejor)
  - No permite errores debido a ruido impulsivo
- Seguridad en los datos

- Disponibles a frecuencias de RT que virtualmente no les afecta por las condiciones atmosféricas
- Elimina a recurrir a cargas dedicadas
- Múltiples circuitos de voz y datos con un multiplexor externos
- Bajo costo en la instalación y mantenimiento

Todas estas características hacen que este radiomodem tenga un alto funcionamiento y costo efectivo en comparación a las líneas dedicadas y modems alámbricos

### 5.1.1 LA FAMILIA RAN

La familia de modems RAN consiste de los RAN9, RAN19, RAN64 y RAN128. Una familia de modems inalámbrico y de alta velocidad para servicios de redes de área via radio.

Las redes de área radio usando modems RAN son de alta velocidad, muy versátiles, para sistemas de comunicaciones de datos en áreas metropolitanas y en otras áreas de servicio.

La familia de modems RAN transmiten y reciben datos a velocidades de 1.2 a 128 Kbps. Los datos son transmitidos de un modem RAN a otro en cualquier frecuencia que este comprendida entre los rangos de 400 a 512 o de 820 a 960 Mhz sobre distancias de 30 millas o más.

Este tipo de modem puede ser configurado como un sistema punto a punto o punto-multipunto y tambien como un sistema de repetidoras si se requiere. Los modems RAN son transparentes esto quiere decir que no tiene restricciones en la longitud de la palabra protocolo o paridad .La interconeción de los RAN con el date terminal equipment (DTE) es hecha mediante el standar RS-232-C o la interfases DCE-V35 .

Los RAN poseen técnicas de modulación y codificación con una única señal digital que abilita al procesador del modem RAN para transmitir datos a altas velocidades sobre 12.5, 100 o 200 Khz en canales de RF .

Los modem RAN estan completamente contenidos en una unidad de 3.5" \* 17" \* 15" . Ningun otro modem externo es requerido para transmisión de datos,el único equipo auxiliar que se requiere es una simple antena.

Los modems RAN proveen servicios a áreas metropolitanas para una gran variedad de usuarios .Cualquier requerimiento para transferir datos hasta velocidades de 128Kbps ya sea punto a punto o punto a multipunto pueden ser provistos por los modems RAN..

1  
Típicamente los usuarios de estos equipos son los bancos o empresas financieras, ciudades gubernamentales, firmas de verificación de crédito, sistemas de reservación de aerolíneas, etc.

La opción de administrar una RAN provee un monitoreo remoto de la red y la capacidad de diagnóstico para los sistemas punto a multipunto.

UN IBM PC /XT/ AT es usado para emitir los comandos y recibir un registro del estado de cada módem remoto, además el administrador RAN puede enviar hasta cuatro comandos y recibir cuatro alarmas del estado de las entradas de un equipo externo en cada módem remoto. Todas estas características son proveídas en la línea manual o automáticamente sin interferir con el flujo normal de datos.

El administrador RAN también desarrolla un test extensivo en la línea manual o automáticamente, así también como test en la tasa de error, elección de datos, retroalimentación de datos, un test del equipo, etc.

### **5.1.2 SISTEMA PUNTO -PUNTO FULL DUPLEX CON REPETIDORA**

En un sistema de repetidora un par de radios RAN 64/ 25 repite la señal broadcast desde un sitio remoto a otro sitio remoto, cada uno lleva una señal a un punto en el cual un sistema punto a punto permita saltar un obstáculo.

Dos modems son requeridos en el sitio de la repetidora en un sistema full duplex punto a punto con repetidora, y cada modem usa una antena direccional. La transferencia de datos ocurre en ambas direcciones de la transmisión simultaneamente.

En la figura un cable "cross-over data" se refiere a un cable especial para intercalar los datos transmitidos y recibidos por una apropiada interfase cada uno G. 703, RS-232-C o V.35 /V.36 /V.11 .En el mismo gráfico un cable de administración de intercalado se refiere a un RS-232-E modem DB-9 a cable DB.9

### **5.1.3 COMO ESTABLECE EL ENLACE EL RAN 64/25**

El RAN 64/25 esta diseñado como un sistema de comunicación full duplex punto a punto. Debido al tipo de modulación usada (16 QAM) y las funciones del canal del canal administrador, el ran 64/25 requiere una continua comunicación bilateral entre los dos terminales del enlace.

Cuando el sistema RAN 64/ 25 establece un enlace,un continuo flujo de información es pasado entre los dos radios como una operación de fondo.Esta información es usada para permitir al RAN 64/25 recobrar automaticamente las perdidas de la señal recibida. De la información del administrador,se obtiene la estadistica del enlace y el comportamiento general del enlace cuando es monitoreado.

Si alguna vez la información de fondo es perdida ,el sistema RAN 64/25 cambia al modo de Retraining .En este modo el enlace puede caer y luego reestablecerse. Si el enlace no se reestablecio dentro de cuatro segundos se deberia repetir el proceso hasta que la comunicación se establezca en ambas direcciones.

El proceso de Retraining resetea el receptor del radio modem , apaga su transmisor brevemente y luego vuelve a encender el transmisor . Una secuencia especifica de modulación es usado en el transmisor trayendo un equalizador adaptado en el receptor ,cuando retraining ambos receptores son receteados y ambos transmisores son reiniciados.

El RAN 64/ 25 usa la señal de interfase RTS (requerimiento para enviar) como una condición para establecer un enlace. Siempre que la entrada RTS este en alto el RAN 64/25 podra establecer un enlace usando la secuencia de retraining antes mencionada.

TABLA 5.1 ESPECIFICACIONES MECANICAS, AMBIENTALES Y PODER

PARAMETROS	VALOR
Dimensiones del Modem	3.5" H, 16.5" W, 14.4" D
Peso	18 Lbs (8.2 Kg)
Temperatura de operacion	0 - 50 C ( 32 - 122 F)
Humedad Relativa	20 - 90 %
Altitud de operacion	0 - 3000 m
Requerimiento de poder AC	AC rango de entrada 90 a 264 VAC, 50/60 Hz
Consumo de fuente de poder	75 W tipico, 85 W maximo
Display LDC	2 lineas por 16 caracteres

TABLA 5.2 ESPACIFICACIONES DE RADIO

PARAMETROS	VALORES
Frecuencia en RF	400 - 512 MHz o 820 - 960 Mhz
Frecuencia de separacion Tx/Rx	3.6 MHz min, 76 MHz max
Ancho de banda del canal RF	25 Khz
Incrementos de canal	25 Khz
Estabilidad de frecuencia	1.5 ppm
Poder del transmisor	1.25 W en la salida +/- 0.15W(+ 31 dbm rango +/- 0.5db) en modo de alto poder. Aproximadamente + 21 dbm en modo de bajo poder
Nivel de recepcion	(< $1 \times 10^{-6}$ BER): -98dbm
Rendimiento nominal	(< $1 \times 10^{-8}$ BER): -96dbm
Emision de espurias	perdida -40 dbm (puerto de antena)
Conector de antena	N hembra
Impedancia de puerto de antena	50 ohmios nominal
Perdida de retorno en el puerto de antena	mayor o igual a 14 db

#### 5.1.4.- CONFIGURACION DEL RAN 64/25

El RAN esta equipado con comandos de usuario que pueden ser manipulados desde un terminal tonto, con el puerto configurado a 9600 bps, un bit de stop y 0 bit de paridad; o desde el display que tiene en la parte frontal tal como lo muestra la Fig.5.1.

Los comandos básicos a utilizar son los siguientes:

en le menu principal se escoge radio, luego avanzando con las flechas hacia la derecha se pasa cada una de las opciones a configurar.

## MAIN MENU

Radio:

0. CurrntRf

/txPwr s1

0: low

1: high

rxChnl s1

0: Chnl 0 -

n: Chnl 256

txChnl s1

0: Chnl 0 -

n: Chnl 256

*MAIN > Radio > RfOpVars > CurrntRf > txPwr 1 <enter>*

Esta opción permite configurar al RAN 64/25 para que trabaje en el modo de alta potencia. La potencia transmitida podría leerse: 1.26W +/- 0.15W. La potencia reflejada podría ser menos que 50mW asumiendo una antena VSWR 1:1.5.

*MAIN > Radio > RfOpVars > CurrntRf > txPwr 0 <enter>*

En este caso, se esta seleccionando el modo de baja potencia. La potencia transmitida podría leerse 125mW +/- 25mW. La potencia reflejada podría ser menos que 5 mW asumiendo una antena VSWR 1:1.5

*MAIN > Radio > RfOpVars > CurrntRf > rxChnl 1 <enter>*

Con este parámetro se define la frecuencia de recepción, en el rango establecido de los 900Mghz.

```
MAIN > Radio > RfOpVars > CurrntRf > txChnl 1 <enter>
```

Aquí se define el comando que permite establecer la frecuencia de transmisión en el rango de los 900Mghz.

```
MAIN > ConfStat > Status > clk 0 <enter>
```

Esto nos permite establecer que el reloj de sincronización será provisto por el RAN 64/25, en los dos puntos remotos.

Además hay que recalcar que el software interno de estos equipos provee la suficiente inteligencia para entender los procesos de señalización utilizados en las interfaces, la interface utilizada es la conocida como V.35 de alta velocidad. Norma que en la sección 5.4 se analizará con más detalle.

Estos son los únicos parámetros a modificar en el equipo para su normal operación, las demás opciones se quedarán con los valores por default o de fábrica.

## **5.2.- CARACTERISTICAS DE LAS ANTENAS YAGI**

### **5.2.1.- PARAMETROS**

La antena físicamente está constituida por un conductor de dimensiones y formas diversas en la cual se deben de tomar en cuenta una serie de parámetros inherentes a dichas dimensiones .

Estos parametros son :

- La impedancia caracteristica
- Factor de Atenuacion
- Resistencia de Radiacion
- Reactancia
- Inductancia
- Area Efectiva
- Directividad

#### 5.2.1.1.- LA IMPEDANCIA CARACTERISTICAS.

Es un parametro que dependen de la relacion que existe entre la longitud y el diametro del conductor y de la frecuencia de trabajo .

Este factor tambien es la funcion de la distancia que existe entre el punto de alimentacion y la antena por lo que varia a lo largo del conductor .

#### 5.2.1.2.- FACTOR DE ATENUACION .

Este factor es de mucha importancia cuando se procede a elegir una antena porque determina la perdida de energía que se produce en cada punto de la antena . El valor de este factor es función de la longitud , la resistencia de radiación y de la impedancia características de la antena.

#### 5.2.1.3.- RESISTENCIA DE RADIACION .

Este parametro viene determinado por la capacidad que tiene la antena en disipar la energía que recibe .

Normalmente este valor es referido al punto en que existe el máximo valor de corriente y es en funcion directa de la potencia radial . Ademas este valor es función de la longitud del conductor así como tambien de la frecuencia de trabajo .

#### 5.2.1.4.- REACTANCIA

La Reactancia es el resultado de la suma vectorial de la inductancia y la capacitancia de la antena . El valor de la Reactancia es una funcion de la longitud de onda de la frecuencia de trabajo , la longitud del conductor y tambien del radio del conductor .

#### 5.2.1.5.- LA INDUCTANCIA .

En la antena existe varios valores intrincicos uno de estos valores es la Inductancia que depende principalmente de la impedancia característica y de la frecuencia en que se esta trabajando.

#### 5.2.1.6.- AREA EFECTIVA .

Al referirnos al Area Efectiva es cuando tratamos con una antena resectora . Esta se define como la razón de la potencia por unidad de area de una onda polarizada adecuadamente.

### 5.2.1.7.- DIRECTIVIDAD.

El concepto de Directividad es relativo con respecto a las necesidades que uno requiere cuando se realizan estudios de radiación de una antena .

La directividad de una antena depende de su ganancia directiva en la dirección de máxima radiación ; este valor es función de la potencia media radiada , por eso es obvio que si toda la potencia de entrada es radiada, la ganancia directiva es igual a la ganancia en potencia y el rendimiento de la antena será de 100% .

La ganancia directiva es función de la longitud o altura efectiva y la resistencia de la radiación .

### 5.2.2 .- ANTENAS YAGI

Las antenas Yagis se caracterizan por su directividad , por lo que son utilizadas generalmente para enlace punto a punto .

Las Antenas Yagis poseen una ganancia directiva que es inmensamente proporcional a la relación frente , espalda y directamente proporcional al número de elementos .

El ancho de banda para estas antenas dependen principalmente de dos factores de la ganancia directiva y de la separación de los elementos : Además la anchura del lóbulo

principal del patron de radiacion es inmensamente proporcional al numero de elementos que tiene la antena .

La relacion frente , espalda es directamente proporcional a la separacion del reflector e inversamente proporcional a la separacion de los directores .

Debido a las interacciones mutuas entre los elementos , los calculos para el diseño de una antena Yagi son demasiados complicados , por lo que datos obtenidos han sido siempre experimentalmente .

Es importante tambien saber la forma que adquiere el lóbulo principal y los secundarios del diagrama de radiación que son funcion de la longitud de los directores .

### 5.2.3 .- PARAMETROS DE LA ANTENA YAGI .

Para el desarrollo de nuestra aplicación , la cual consistía en transmitir datos a una velocidad de 64 kbps , en un rango de frecuencias de 940 a 970 MHz seleccionamos una antena Yagi direccional de la serie B/SYA-9000 ( 896 - 970 MHz ) la cual tiene las siguientes características .

## 5.2.3.1. - ESPECIFICACIONES ELECTRICAS .

Máxima Potencia	150 WATTS
Rango de Frecuencias	896 - 970 MHz B/SYA -93012
Ganancia / Retorno a Radio	11 dB/20dB para 12 elementos
Impedancia Nominal	50 Ohms

## 5.2.3.2.- ESPECIFICACIONES MECANICAS .

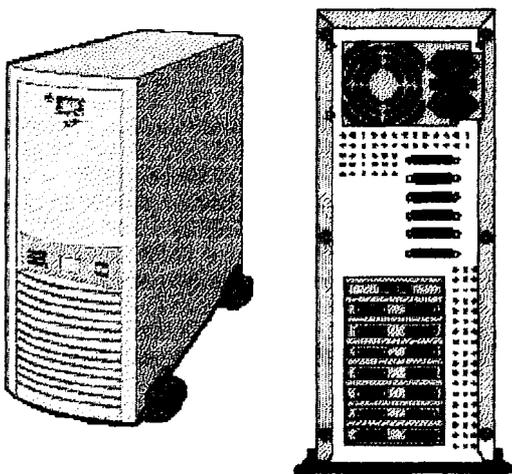
Elementos del Material	Diámetro 3/8"bario y aluminio
Hardware	Acero Inoxidable
Terminal	Tipo " N " hembra
Montaje	Sobre un mastol de 2"

## 5.2.3.3 .- ESPECIFICACIONES DE ELEMENTOS

Número de elementos	12
Ancho de banda	64MHz
Ancho de banda horizontal	40 <sup>0</sup>
Ancho de banda vertical	42 <sup>0</sup>
Peso	2 lb
Resistencia al viento	125 mph
Superficie al Viento	0.50 sq.ft
Longitud del Boom	48"

### 5.3 CARACTERISTICAS DEL MPROUTER 6520

El Motorola 6520 Multimedia Periphery Router (MPRouter) es un producto de acceso a red de área amplia optimizado para las sucursales que dependen de la consolidación eficaz de Protocolos Legados (SNA/SDLC, BSC, etc) con el tráfico LAN sobre circuitos dedicados ó de X.25 conmutado, Frame Relay, punto a punto, multipunto e



ISDN. El fax y la voz analógico-digital se pueden combinar con el tráfico de datos sobre las conexiones de Frame Relay públicas ó privadas y aún mantener un nivel excelente de calidad de Voz, además de que ahora es posible integrar Video Conferencia y video para monitoreo remoto en la red Frame Relay.

FIGURA 5.2.- MPROUTER 6520

La arquitectura del software del MPRouting utiliza un esquema de ruteo dual. Esta arquitectura proporciona una respuesta veloz y demora reducida para las aplicaciones de Protocolos Seriales mientras que proporciona simultáneamente una conexión WAN superior.

Con el soporte de protocolos múltiples más fuerte, las capacidades SNA más avanzadas y probadas por los clientes y la amplia gama de las funciones de optimización

del ancho de banda de area ampliaa, el MPR6520 minimiza el costo para los ambientes de datos solamente y fax/voz/datos y fax/voz/datos/video mezclados. La gama completa de software Motorola esta soportada por el MPRouter y con la memoria FLASH incorporada, la actualización a nuevas ediciones de software se hacen fácilmente por medio de la red del cliente o un nodo de administración PC.

El MPR6520 ofrece soporte de Token Ring y Ethernet LAN e incluye el soporte para 5 puertos seriales, con 2 de ellos manejando hasta 1.544 Mbps en velocidades síncronas. El MPRouter se puede expandir para soportar hasta 19 puertos seriales. Es uno de los pocos productos que tiene la capacidad de soportar interfaces ISDN, Frame Data Compresor integral, Tarjetas HUB 10BaseT Ethernet, opciones DSU 56Kbps integral, T1/E1, FXS, E&M, tarjetas servidoras de voz digital, tarjetas de video conector BNC e interfaces LAN dobles. La arquitectura abierta del MPR6520 permite instalar tarjetas adicionales opcionales y permite tambien una actualización fácil para las aplicaciones futuras.

El 6520 con voz integrada, fax, ruteo LAN, video y soporte de datos seriales es el de mayor valor en la industria para reducir costos de red de sucursales para las aplicaciones mezcaldas de voz, datos y video.

## **CARACTERISTICAS Y VENTAJAS:**

### Alto rendimiento en Routing & Bridging

- Tiempo bajo de respuesta
- Eficiencia del ancho de banda
- Transmisión de calidad en voz
- Capacidad de transporte de multimedia

### Soporte de Voz

- Integración de voz con tráfico de datos
- Compresión de 8/16 Kbps minimiza el requerimiento de ancho de banda de red.
- Soporte de conexiones de puerto de voz analógico y digital

### Gama mas amplia de soporte de Protocolos

- Consolida las redes WAN
- Minimiza los costos de equipo de comunicación de datos
- Capitaliza en las tarifas WAN mas bajas disponibles }

### Características de Optimización WAN

- Minimiza el ancho de banda requerido
- Rendimiento mejorado de la aplicación
- Compresión de datos integral

### Conexión Ethernet doble

- Soporta los ambientes de redes de area local múltiples
- Configuraciones Ethernet dobles proporcionan flexibilidad a la red

### Administración de la Red

- Administración SNMP
- Fácil de Usar
- Tiempo de configuración reducido
- Alta visibilidad en el rendimiento y la utilización WAN
- Información sobre el estado y funcionamiento con amplias estadísticas sobre el equipo

## **ESPECIFICACIONES**

### SOFTWARE:

### PROTOCOLOS DE AREA AMPLIA:

- Frame Relay
- X.25
- LMI
- RFC 877
- XDLC
- Novel IPX wan

- Voice Relay
- Video Relay

#### PROTOCOLOS LAN:

- Ruteo AppelTalk
- OSPF
- TOP/Telnet
- UDP/PPP
- Ruteo IPX y Ruteo IP
- RIP (Routing Information Protocol)
- Soporte SLIP

#### ADMINISTRACION y SERVICIOS:

- Administración SNMP
- Soporte de Facturación
- Configuración Kermit para carga y descarga

#### ADMINISTRACION DE ANCHO DE BANDA:

- Compresión de datos
- Ancho de banda en demanda (BoD)
- Discado en demanda (DoD)
- Backup de conexión (V.25bis e ISDN)

- Prioridad de tráfico
- Frame Relay DLCI

#### PROTOCOLOS LEGACY ó SERIALES:

- Async
- Transparent Polled Async (TPA)
- NCR BYSINC
- IBM DSC 3270/2780/3780
- Burroughs Poll Select
- Soporte SNA/SDLC

#### HARDWARE:

- Chasis de PC en Torre, ranuras de expansión compatibles 7 ISA
- 1 Puerto terminal de control EIA-232D con sistema de menus fácil de usar
- 3 puertos RS232 (300bps - 80Kbps)
- Fuente de Alimentación con un MTBF alto
- Ventilador auxiliar para refrigeración
- Tarjeta principal con procesador Motorola 68030
- 2 Puertos seriales de lata velocidad (50bps - 1.544 Mbps)
- Cables de interface V:35, V.36, V.24 y V.11 DB25
- 4 Mbytes de FLASH no volátil

- 4 Mbytes de DRAM Local expandible a 8MB
- 4 Mbytes de DRAM global expandible a 8 MB

#### OPCIONES DE PLATAFORMA:

- Tarjetas de interface Ethernet 10Base T y AUI
- Tarjeta de HUB Ethernet con 6 puertos 10BaseT
- Tarjeta Serial con 2 puertos (DIM) DB26
- Tarjetas de Voz FXS, FXO y E&M
- Tarjeta de interfaz T1/E1 con dos puertos RJ-45

### **5.3.1.- CONFIGURACION EN FRAME RELAY**

#### **PROCESO INTERNO EN FRAME RELAY.**

Todas las llamadas entre los MPRouter6520 entre los puntos remotos son creadas usando SVCs ó PVCs en X.25 .

Las conexiones SVC X.25 son generadas por los equipos, existiendo dos razones por las cuales un equipo realiza una llamada:

1. Un operador ha iniciado la llamada desde un terminal asíncrono atachado a un puerto PAD, ya sea directamente o a travez de una conexión dial-up.
2. La llamada es generada automáticamente por el Equipo usualmente sin la

manipulación de un operador.

Una llamada en X.25 puede ser generada de tres maneras:

1. **Manualmente:** usando comandos X.28 o derivados de los comandos.
2. **Manualmente usando un Mnemónico** en lugar de direcciones llamadas.
3. **Automática generada por el equipo mismo.**

**LLAMADA MANUAL:** Hace uso de comandos X.28 con las direcciones a las cuales se desea conectar. Además se requiere especificar toda la dirección remota, el puerto ó la aplicación a conectar, etc. El uso de estas opciones permite tener un fácil acceso a los nodos de la red, Ejemplo: *C 20105 ó 20105*

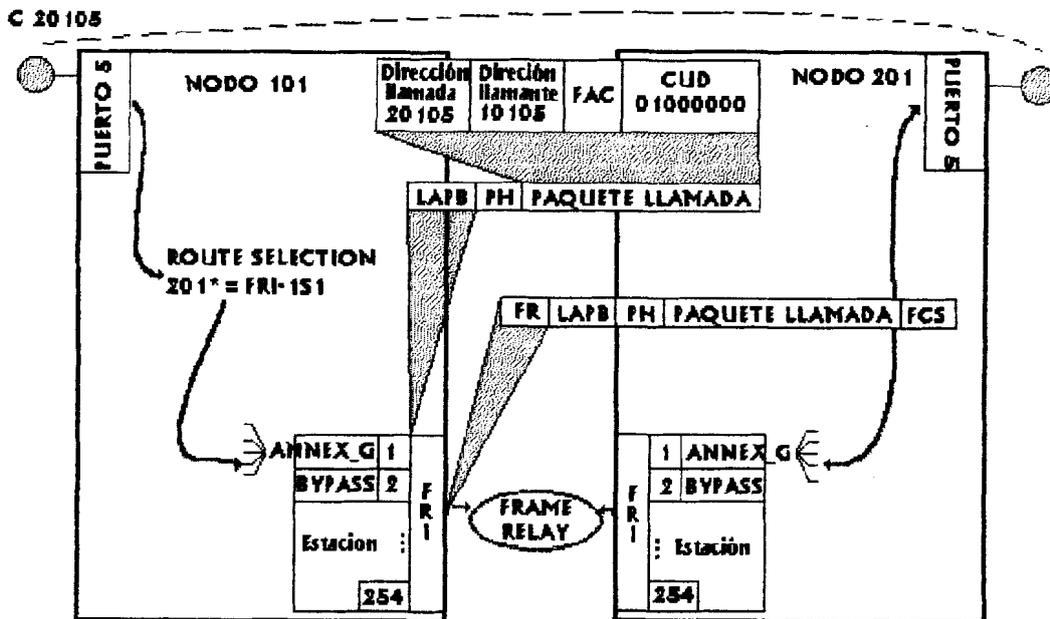


FIGURA 5.3.- PROCESO INTERNO DE LLAMADA EN FRAME RELAY

LLAMADA CON MNEMONICO: Sustituye la forma de llamada anterior con una palabra el cual el VG/65xx interpretará y convertirá a una dirección llamada. El operador ingresará el nemónico precedido por un punto "." lo que le indicará al VG/65xx que se trata de un nemónico de un punto de destino.

AUTOMATICA : Son las tareas por las cuales el VG/65xx realiza una completa generación de llamadas, incluyendo el desarrollo de las llamadas, a travez de la preconfiguración. Las llamadas Automáticas pueden ser iniciadas por los equipos cuando

estos son reseteados, cuando se recibe una trama de conexión o cuando el operador ingresa <cr>.

Call User Data (CUD): En este escenario, la dirección de el Nodo se une a la dirección llamada. El punto remoto no es un recurso del nodo, además la llamada puede no puede ser definida usando el procedimiento standar. El campo CUD me indica que la llamada es enrutada de acuerdo a la información contenida en este campo y a la conexión remota ID, el contenido es el siguiente:

01 = TIPO DE ENCAPSULACIÓN (RFC1490)

00 = PROTOCOLO A USARSE (FRI)

00 = # DE ESTACION (1)

00 = N/A

Para nuestro caso vamos a considerar que nuestro equipos va a trabajar bajo el concepto de FRI, lo que me indica es que este equipo va a interactuar directamente con las aplicaciones del cliente.

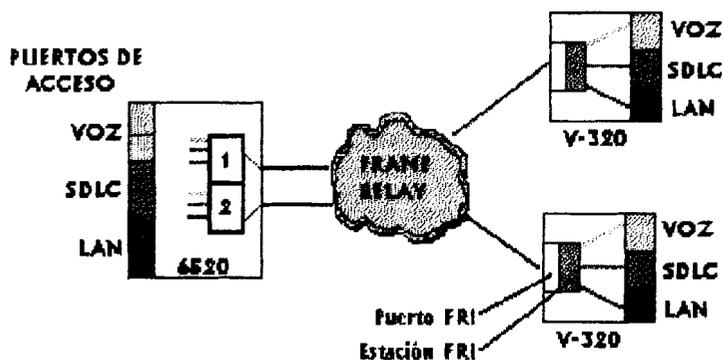
Un puerto FRI provee las siguientes características:

- FRAME DELIMITING, TRANSPARENCY: FRI provee las la delimitación del Frame en la forma de banderas de inserción al comienzo y final del Frame, en la

forma que HDLC lo realiza. Lo que permite una vía transparente para datos, pasando las llamadas y respuestas a través de la red.

- **FRAME ADDRESSING AND MULTIPLEXING:** Cuando usamos Annex\_G, los datos pueden ser transmitidos por múltiples enlaces lógicos X.25 sobre un solo enlace físico por empaquetamiento en frames LAPB por cada enlace lógico X.25 con un header de dirección Frame Relay identificando el DLCI asignado.
- **RECOGNITION OF INVALID FRAME:** El software FRI detecta que la longitud del frame excede el límite establecido y genera reportes de que ha recibido frames inválidos.
- **RETRANSMISION DE FRAMES:** Cuando recibe frames fuera de secuencia, se retransmitirán de acuerdo al protocolo LAPB.
- **DETECTION OF TRANSMISSION ERRORS:** La integridad de los datos recibidos es chequeada por el método de Chequeo de Redundancia Cíclica (CRC), que identifica posibles errores a nivel del enlace.
- **CONGESTION CONTROL:** Si el FRI recibe una notificación de congestión explícita desde la red para una particular estación, este reduce la velocidad de la

FIGURA 5.4.- CONEXIÓN ENTRE PUERTOS



estación de acuerdo a un procedimiento de notificación de congestión especificado en el estandar ANSI de Frame Relay. Con una congestión implícita, los frames son desechados, esto

es detectado por en una estación Annex\_G, y la velocidad tambien se reduce hasta que desaparezca la acción de congestión.

- **SUPPORT ANNEX\_G/BYPASS:** Con annex\_G se pueden tener SVC y PVC, pero con Bypass solo se pueden crear PVC por lo cual no añade overhead a los datos, obteniendose una mayor tasa de transmisión pero con una limitada seguridad, y en cada interface solo se puede definir un puerto con una estación.

Un puerto FRI, conecta el 65XX a la red Frame Relay, es la interface fisica del enlace.

Como es una comunicación sincrónica, puede configurar su velocidad dependiendo del reloj de sincronización que puede ser:

- Interno hasta 384 Kbps
- Externo hasta 1.5 Mbps

Una estación termina cada circuito virtual. En cada estación configurada será asignada un DLCI, por lo tanto un puerto FRI puede tener hasta 254 estaciones. Que pueden ser Annex\_G o Bypass.

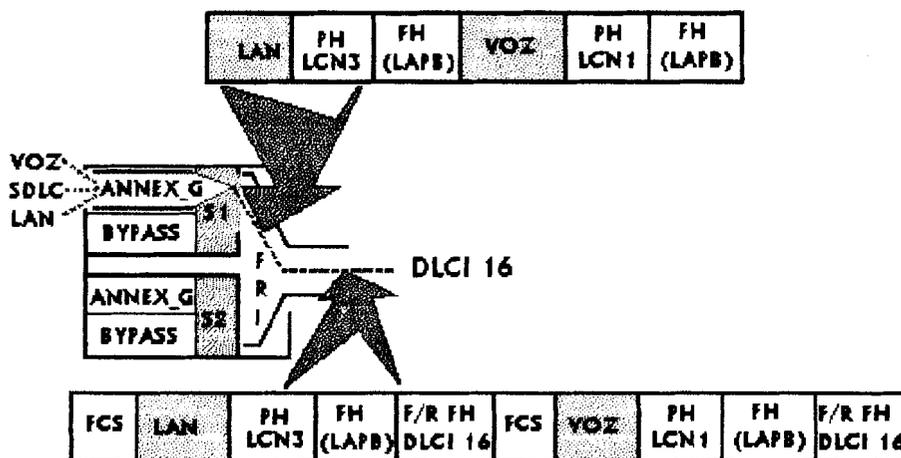


FIGURA 5.5.- TRAMAS A NIVEL DE ESTACION Y PUERTO

#### ESTACION ANNEX G:

En el gráfico mostrado estamos multiplexando tres aplicaciones por medio de una estación Annex\_G, donde se pueden tener las siguientes opciones:

La estación Annex\_G puede interactuar con múltiples puertos, ej: LAN, VOZ, SDLC.

- Cada conexión es asignada a un Puerto FRI y a una estación FRI.
- Las estaciones añaden al paquete un header X.25 y un LAPB header a los datos.
- Annex\_G es más seguro y eficiente, pero tiene mas retardo y menor tasa de transmisión.
- El puerto FRI encapsula tramas Annex\_G en Frame Relay (header y FCS)
- Las interfaces pueden ser SVC o PVC dependiendo del tipo de puerto.
- Hasta 128 PVC y 512 SVC conexiones pueden ser realizadas por estación Annex\_G.
- Una estación Annex\_G debe enlazarse con otra estación Annex\_G.

#### ESTACION BYPASS:

Este tipo de estación provee una conexión PVC entre dos dispositivos solamente, es una emulación de una conexión punto a punto. Las características mas sobresalientes son:

- La estación Bypass no añade un overhead a los datos.
- Ofrece un substancial incremento de la tasa de transmisión, pero no mucha seguridad copmparada con Annex\_G.
- Una conexión PVC por estación Bypass puede ser realizada.
- La estación Bypass puede conectarse a otra estación FRI bypass, FRA estación, WAN adpator, Puerto Async PAD solamente.
- Bypass ----> Bypass

- Bypass ----> RFC1490, IP, IPX, SNA

Por lo general se utiliza este tipo de estación en la conexión de equipos que no son Motorola.

#### CONTROL DE CONGESTION:

El control de congestión para redes Frame Relay consiste de mecanismos de tiempo real, usados para prevenir y recuperarse del excesivo tráfico que congestiona la red Frame Relay. Congestión puede ocurrir cuando la red esta sujeta momentáneamente a picos en el tráfico ofrecido o cuando el nodo o la falla de la línea causan cargas no planificadas en alguna parte de la red. Para controlar la cantidad de tráfico, la red usa una forma explícita de notificación :

#### Congestion Control Mode:

- Normal: Inicialmente esta en estado no controlado

Al recibir el primer BECN, los datos se reducen al CIR.

El CIR aumenta o disminuye de acuerdo a la congestión.

- Disable: El control de congestión esta desabilitado.
- Congested: Estación nunca excederá el CIR

El CIR aumenta o disminuye de acuerdo a la congestión

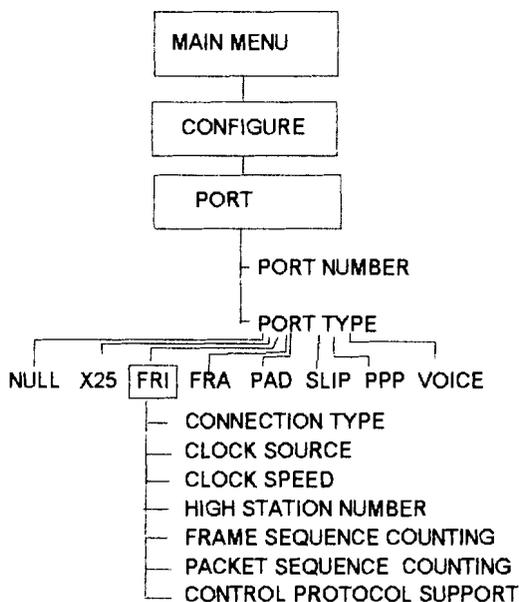
- Limit: Inicialmente esta en estado no controlado

Cuando recibe el primer BECN, reduce su tasa al CIR pero no mas bajo.

La estación FRI no tiene control del FECN ó DE que son los bits que indican congestión. Cuando una puerto FRI recibe un FECN, no realiza ninguna acción sobre ellos y sobre la red, los pasa transparentemente.

### 5.3.1.- Configuración en FRAME RELAY

Esta sección explicará como configurar los dispositivos para que trabajen utilizando Frame Relay. Analizaremos los parámetros tomando en cuenta que nuestros equipos son FRI. FIGURA 5.6.- CONFIGURACIÓN DE UN PUERTO FRI



Para definir el puerto FRI:

- 1) Seleccione Configure desde el menú principal.
- 2) Seleccione Port desde el menú de Configurar
- 3) Cuando aparezca el Prompt, entre el número de puerto que Ud. quiere configurar.

Luego llene los campos de acuerdo a las opciones que se desea habilitar.

### 5.3.1.2.- CONFIGURACION DEL PUERTO FRI

#### PORT NUMBER

*Range* : 1 - 54

*Default* : 1

*Descripcion* : Especifica el numero de puerto para la interface Frame Relay que se ha seleccionado.

#### \* PORT TYPE

*Range* : NULL, PAD, X25, FRI, FRA, VOICE, PPP, SLIP, BPS

*Default* : X25

*Descripcion* : Determina el tipo de puerto que Ud. esta configurando.

NULL: Reserva el puerto para uso futuro.

PAD : Permite al puerto ser conectado a un dispositivo tal como un terminal, PC o impresora.

X25 : Permite al puerto ser conectado a otro dispositivo usualmente a alta velocidad, tal como otro Vanguard/65XX o a una red.

FRI : Define al Puerto como una interface Frame Relay

FRA : Define al puerto como un acceso a una red Frame Relay

VOICE: Define al puerto como una interface telefonica

PPP : Define al puerto usando el protocolo Point-to-Point para aplicaciones remotas

SLIP : Define al puerto para aplicaciones seriales remotas usando TCP/IP

BPS : Define al puerto usando el protocolo Burrougs Poll Select

## CONNECTION TYPE

*Range* : SIMP

*Default* : SIMP

*Descripcion* : Especifica el procedimiento del control de las senales electricas y de reloj requeridas para una coneccion que se realice en este puerto. Esta opcion, indica que senales de entrada no son requeridas.

## CLOCK SOURCE

*Range* : INT EXT

*Default* : EXT

*Descripcion* : Especifica la fuente del reloj.

INT = El puerto provee la senal de reloj

EXT= El equipo externo (DCE) provee la senal de reloj.

**CLOCK SPEED**

*Range* : 1200 - 384000 bps

*Default* : 64000

*Descripcion* : Define la velocidad del puerto en bps, cuando el reloj es interno.

**\* HIGHEST STATION NUMBER**

*Range* : 1 - 254

*Default* : 1

*Descripcion* : Se refiere al mas alto numero de estaciones permitida sobre el puerto FRI

**FRAME SEQUENCE COUNTING**

*Range* : NORM, EXT

*Default* : NORM

*Descripcion* : Especifica el esquema de numeracion usado para numerar los frames.

NORM= Secuenciamiento normal (modulo 8)

EXT = Secuenciamiento extendido (modulo 128)

### 5.3.1.2.- CONFIGURACION DE LA ESTACION FRI:

#### PORT NUMBER

*Range* : 1 - 54

*Default* : 1

*Descripcion* : El numero de puerto fisico correspondiente al hardware seleccionado. El puerto seleccionado debe ser un puerto FRI.

#### STATION NUMBER

*Range* : 1 - 254

*Default* : 1

*Descripcion* : Identifica cual estacion esta siendo configurada

#### \* STATION TYPE

*Range* : Annex\_G, Bypass

*Default* : Annex\_G

*Descripcion* : Annex\_G le anade a los paquetes un Header, y un LAPB Header a los frame para darle mayor seguridad al enlace entre estaciones, soporta SVC y PVC. Bypass no anade header

adicionales. No es tan seguro pero ofrece mayor tasa de transmision, soporta PVC solamente.

#### **DATA LINK CONNECTION IDENTIFIER (DLCI)**

*Range* : 16 to 1007

*Default* : 0

*Descripcion* : Es el unico identificador para la estacion sobre el puerto FRI, este numero determina la conexion logica dentro de la red Frame Relay.

#### **COMMITTED INFORMATION RATE (CIR)**

*Range* : 0 - 2048000 bps

*Default* : 16000

*Descripcion* : Usado para controlar la congestion en puertos FRI. Cuando exista congestion este parametro determinara hasta donde se reducira el ancho de banda disponible en la red

#### **COMMITTED BURST SIZE (Bc)**

*Range* : 0 - 768000

*Default* : 16000

*Descripcion* : Especifica la maxima cantidad de datos (en bits) que la red

Frame Relay transmitira sobre un intervalo de tiempo T, donde

T es  $Bc/CIR$ , donde Bc debe ser mas grande que  $1/20$  del CIR.

### END-TO-END TRANSIT DELAY (ETE)

*Range* : 1 - 65535

*Default* : 50

*Descripcion* : El retardo ETE es el retardo estimado desde un extremo de la red al otro. El retardo ETE es usado cuando se esta intentando determinar cuan rapido una estacion FRI saldra del estado de congestion.

### CONGESTION CONTROL MODE

*Range* : Normal, Disable, Cong, Limit

*Default* : Normal

*Descripcion* : Especifica el metodo del control de congestion

NORMAL: El control de congestion es normal, cuando recibe un bit BECN, el equipo va al CIR.

DISABLE: Nunca entra a un estado controlado.

CONG: Siempre esta en estado controlado. Solamente llega al CIR o mas bajo

LIMIT: El control de congestion es normal, pero se reduce hasta el CIR

## LINK ADDRES

*Range* : DTE, DCE

*Default* : DTE

*Descripcion* : Especifica el tipo direccion del enlace, debe ser opuesto entre los extremos

DTE: La direccion de enlace logico DTE (A)

DCE: La direccion de enlace logico DCE (B)

## \*NUMBER OF PVC CHANNELS

*Range* : 0 - 128

*Default* : 0

*Descripcion* : Especifica el numero de canales logicos usados por circuitos virtuales permanentes. El numero total de canales PVC y SVC sobre un enlace podria ser el mas pequeno posible. Las conexiones PVC debe ser configurado en la tabla PVC.

**\*STARTING PVC CHANNEL NUMBER**

*Range* : 1 - 4095

*Default* : 1

*Descripcion* : El numero de inicio del canal logico para los PVC sobre este enlace. Si el número de canales de PVC es igual a "0", este parametro es ignorado.

**\*NUMBER OF SVC CHANNEL**

*Range* : 0 - 512

*Default* : 16

*Descripcion* : Especifica el numero de canales logicos usados por circuitos virtuales permanentes. El numero total de canales PVC y SVC sobre un enlace podria ser el mas pequeno posible.

**\*STARTING SVC CHANNEL NUMBER**

*Range* : 0 - 4095

*Default* : 1

*Descripcion* : Especifica el numero de inicio del canal logico para los SVC sobre este enlace.

Si el numero de canales SVC es igual a "0", este parametro es ignorado.

## INITIAL FRAME

*Range* : SABM, DISC, NONE

*Default* : SABM

*Descripcion* : Especifica el primer frame que es transmitido durante el inicio del enlace

SABM: Envia un paquete SABM

DISC: Envia un DISC y despues un SABM

NONE: No hace nada (el otro extremo empieza el enlace)

## T1 TRANSMISION RETRY TIMER

*Range* : 1 - 254

*Default* : 30

*Descripcion* : Define al timer de retransmision T1 el cual es seteado despues que un frame es transmitido. If el timer T1 expira y no es recibido un ACK por el frame, ese frame es retransmitido. El valor esta en decimas de un segundo (30 = 3.0seg). Se debe definir a un valor menor que el parametro T4 poll timer.

**T4 POLL TIMER**

*Range* : 10 - 255, 0

*Default* : 40

*Descripcion* : Define el T4 Poll Timer y especifica el tiempo que un enlace sin uso es probado para asegurar la conexion a el dispositivo remoto. El valor esta en decimas de un segundo (40 = 4.0 seg). Para desabilitar este parametro, configure "0". Este debe estar definido a un valor mas grande que el parametro T1 Transmission Retry Timer.

**N2 TRANSMISSION TRIES**

*Range* : 1 - 20

*Default* : 10

*Descripcion* : Especifica el maximo numero de veces que los 65xx intentara completar una transmision antes de declara la conexion perdida o abajo.

**K FRAME WINDOW**

*Range* : 1 - 15

*Default* : 7

*Descripcion* : Especifica el número de frames que pueden ser enviados antes de recibir una confirmación del receptor. El valor mas largo posible de K permite una tasa de transmisión mucho mayor. Al definir este parámetro debe ser el mismo en ambos extremos del enlace.

### W PACKET WINDOW

*Range* : 1 - 15

*Default* : 2

*Descripcion* : Especifica el número de paquetes que pueden ser enviados entre un DTE y un DCE antes de recibir una confirmación del receptor. El valor mas largo posible de K permite una tasa de transmisión mucho mayor. Al definir este parámetro debe ser el mismo en ambos extremos del enlace.

### P PACKET SIZE

*Range* : 128, 256, 512, 1024

*Default* : 128

*Descripcion* : Especifica el máximo tamaño de paquete para llamadas entrantes y/o salientes sobre una estación FRI cuando el tamaño del paquete no es negociado. Este valor debe ser el mismo en ambos extremos del enlace.

#### **DATA QUEUE UPPER THRESHOLD**

*Range* : 5 - 15

*Default* : 5

*Descripcion* : Especifica el máximo número de paquetes de datos en un canal sobre este puerto encolados para transmisión antes de invocar el control de flujo al canal seleccionado.

#### **DATA QUEUE LOWER THRESHOLD**

*Range* : 0 - 4

*Default* : 0

*Descripcion* : Especifica el mínimo número de paquetes de datos en un canal sobre este puerto encolados cuando este libera el control de flujo en el canal seleccionado.

**RESTART TIMER**

*Range* : 5 - 255 (segundos)

*Default* : 180

*Descripcion* : Especifica la longitud del tiempo, en segundos que el 65xx espera antes de enviar otra vez un requerimiento de restablecer el enlace.

**RESET TIMER**

*Range* : 5 - 255

*Default* : 180

*Descripcion* : Especifica la longitud del tiempo, en segundos que el 65xx espera antes de enviar otra vez un requerimiento de Reseteo del enlace.

**CALL TIMER**

*Range* : 5 - 255

*Default* : 200

*Descripcion* : Especifica la longitud del tiempo en segundos que el 65xx espera para responder a un CALL REQUEST. Cuando el timer expira la llamada es limpiada.

## **CLEAR TIMER**

*Range* : 5 - 255

*Default* : 180

*Descripcion* : Especifica la longitud del tiempo en segundos ue el 65xx espera antes de un CLEAR REQUEST sea enviado otra vez.

## **X.25 OPTIONS**

*Range* : NONE, CUG, CAUSE, HOLD, INL, DELAY

*Default* : NONE

*Descripcion* : Define las características de operación de un puerto X.25.

Pueden ser seleccionados mas de una opción. (CUG+HOLD+...)

NONE: Ninguna opción es seleccionada

CUG: Cerrado a usuarios de grupo

CAUSE: Pasa en paquetes de salida códigos de causa

HOLD: Mantiene el circuito virtual mientras se restablece el enlace

INL : Intercambio hecho exclusivamente entre 65xx

DELAY: Habilita un parámetro para medir retardos sobre este enlace.

## RESTRICTED CONNECTION DESTINATION

*Range* : 0 - 32

*Default* : (BLANK)

*Descripcion* : Especifica el puerto destino de las llamadas entrantes desde el puerto. Este parámetro sobre escribe las entradas en las tablas de selección de rutas.

Para desabilitar este parámetro configurar en (BLANK)

## CUG MEMBERSHIP

*Range* : 0 - 8 números de dos dígitos

*Default* : --,--,--,--,--,--,--,--

*Descripcion* : Especifica membresia en un club de usuarios de grupo. Un puerto puede ser un miembro de hasta 8 CUGs. Cada miembro CUG debe ser número de dos dígitos (00 - 99), separados desde los otros grupos por una coma. Para indicar que el canal no pertenece a CUG, tipee dos menos. (--).

## BILLING RECORDS

*Range* : ON, OFF

*Default* : OFF

*Descripcion* : Registros de facturación son creados cuando se define ON.

## **FRAME SEGMENTER**

*Range* : ENABLE, DISABLE

*Default* : DISABLE

*Descripcion* : Este parámetro permite habilitar la característica de segmentación de los paquetes de datos en presencia de los paquetes de voz.

### **5.3.1.3.- CONFIGURACIÓN DE LAS TABLAS DE RUTAS**

Para que los routers realicen las correspondientes establecimientos de llamada, deben existir las rutas creadas entre los dispositivos de interconexión de redes. Las direcciones, destino y parámetros de prioridad son definidos en esta sección. A continuación describimos los parámetros:

-----  
Node: Agencia    Address: 100                    Date: 27-JUL-1995    Time: 22:03:12

Menu: Configure Network Services Path: (Main.6)

1. Route Selection Table

Entry Number: 1

[1] Address: 200

[1] #1 Destination: FRI-3S1

[1] #1 Priority: 1

[1] #2 Destination: (blank)

[1] #2 Priority: 2

-----

## ENTRY NUMBER

*Range* : 1 - 128

*Default* : 1

*Descripcion* : Identifica el número del registro que esta siendo configurado.

## ADDRESS

*Range* : 0 - 15 dígitos

*Default* : (blank); usando este default causa que este parámetro sea ignorado.

*Descripcion* : Especifica la dirección de la red para enrutar las llamadas mas alla del nodo.

## DESTINATION

*Range* : 0 - 32 caracteres alfanuméricos

*Default* : (blank); usando este default causa que este parámetro sea ignorado.

*Descripcion* : Especifica la dirección de la red a la cual la llamada será enrutada.

Ejemplo: X25-3 Puerto No.3 enrutará las llamada X25

FRI-3S1 Puerto No.3 Estación 1 enrutará las llamadas del FRI

## PRIORITY

*Range* : 0 - 15

*Default* : 1

*Descripcion* : Especifica la prioridad que tendrá esa ruta para enrutar las llamadas.

Una vez establecidas las rutas, se procede a resetear el equipo, para que empiece a funcionar con las nuevas configuraciones, en ambos extremos. Luego cuando los equipos se enlazan a nivel de Frame Relay, se procede a montar todas las aplicaciones a utilizar.

### 5.3.2.- CONFIGURACION EN TCP/IP

Cuando vamos a conectar las dos redes remotas, que tienen direcciones IP diferentes se procede a configurar lo siguiente:

1. Configurar el puerto físico LAN
2. Habilitar las interfaces LAN y WAN del router
3. Configurar las direcciones IP y sus máscaras.
4. Configurar los parámetros del RIP
5. Configurar los parámetros del ARP
6. Configurar las conexiones de LAN (LCON)
7. Configurar las tablas de rutas y de mnemónicos
8. Resetear el equipo

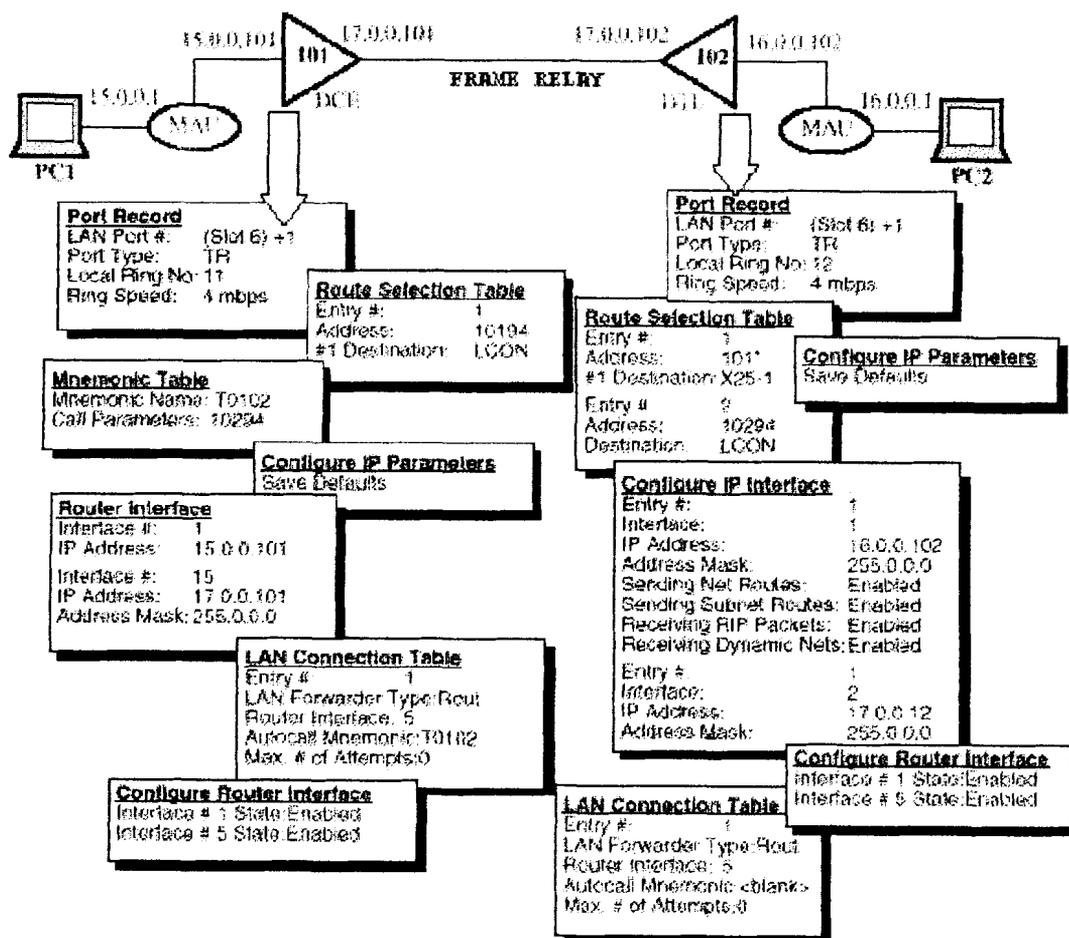


FIGURA 5.7.- CONFIGURACION EN TCP/IP

### 5.3.2.1.- CONFIGURACION DEL PUERTO DE RED ETHERNET:

#### PORT NUMBER

Range : 1 - 6, 7, 13, 14, 19, 20, 25, 26, 31, 32, 37,, 43, 44, 49

Default : 1

*Descripcion* : Representa la ubicación del puerto físico en la unidad de hardware.

#### \* PORT TYPE

*Range* : NULL, ETH

*Default* : ETH

*Descripcion* : Determina el tipo de puerto que será usado.

NULL: Reserva el puerto para uso futuro, ningún otro parametro existe.

ETH: Especifica que es un puerto de red ethernet de un LAN.

#### LAN CABLE TYPE

*Range* : AUI, UTP

*Default* : AUI

*Descripcion* : Especifica el tipo de cable y cual conector usa para la interface LAN.

Existen dos conectores, pero solo uno puede ser usado.

**TRANSMIT QUEUE LIMIT**

*Range* : 20 - 500

*Default* : 106

*Descripcion* : Especifica el número de frames que pueden ser encolados en el transmisor antes de que algún frame sea descartado.

**CARRIER SENSE FILTER**

*Range* : 0 - 7

*Default* : 0

*Descripcion* : Especifica el ancho requerido para la sensibilidad de la señal portadora, en veces de bits, antes que sea reconocida como activa.

**COLLISION DETECT FILTER**

*Range* : 0 - 7

*Default* : 0

*Descripcion* : Especifica el ancho requerido de la señal de detección de colisión, en veces de bits, antes que la red reconozca que una colisión ha ocurrido.

### 5.3.2.2.- CONFIGURACION DE LAS INTERFACES

PARAMETROS DE CONFIGURACIÓN DE IP ROUTER:

#### CONFIGURE INTERFACES STATES

##### \* INTERFACE #1 STATE

*Range* : Unconfigured, Enable, Disable

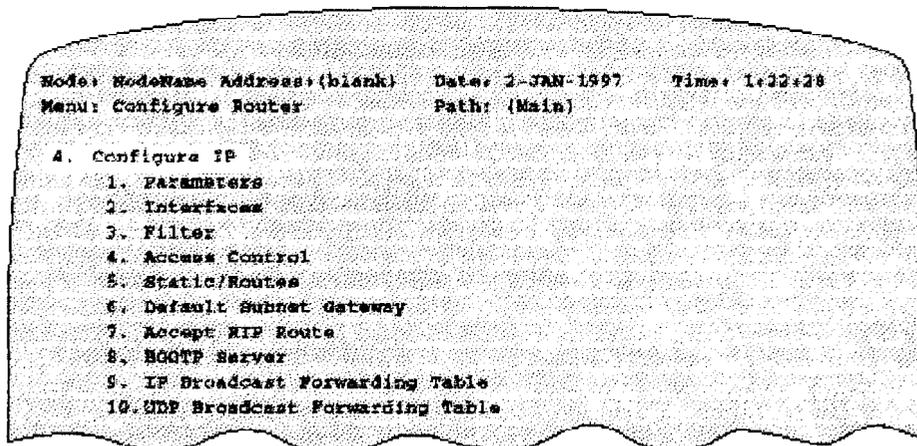
*Default* : Unconfigured

*Descripcion* : Es un parámetro de control que habilita o deshabilita la interface del router. Para realizar cualquier conexión a nivel de LAN ó WAN deben habilitarse estas interfaces, teniendo la siguiente consideración:

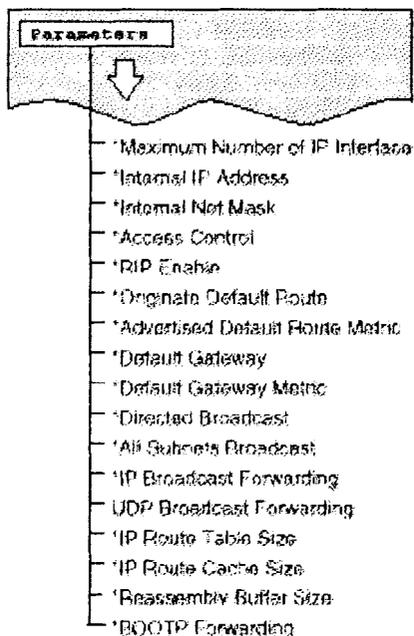
Interface #1 - #4 = Son para las LAN local

Interface #5 - #4096 = Son para definir las conexiones de Wan

La importancia de estas interfaces se debe a que son las que nos permiten realizar el circuito virtual desde el ambiente de LAN local al medio de transmisión, quien empaqueta toda esta transmisión de datos de TCP/IP, en el protocolo Frame Relay. Transformandose todo este nuevo ambiente en una WAN.



Hay algunos parámetros asociados con la



habilitación de las interfaces, que deben ser configurados de acuerdo a los requerimientos del cliente. Una vez escogido dentro del menú principal de configuración, la opción de Configure IP nos aparecerá lo siguiente:

Por consiguiente la primera opción de configuración es Parameters cuyos parámetros son:

**FIGURA 5.8.- PANTALLA DE CONFIGURACION DE IP**

**\*MAXIMUN NUMBER OF IP INTERFACES**

*Range* : 36 - 254

*Default* : 36

*Descripcion* : Máximo número de interfaces  
configurables para IP

## INTERNAL IP ADDRESS

*Range* : Una dirección IP válida

*Default* : 0.0.0.0

*Descripcion* : Representa la dirección IP que identifica al Router, que viene a ser la dirección IP por default para el Router. Este dirección es usada como la dirección fuente de un PING y de frames ICMP originados desde el router.

Esto es reportado en frames SNMP con direcciones IP.

Si ambas cosas el Router ID y la dirección interna IP de el menor interface operacional de el router.

## \*INTERNAL NET MASK

*Range* : Una dirección IP válida en notación decimal.

*Default* : 255.255.255.0

*Descripcion* : Configurar los 32 bit de la máscara de direcciones de la subred asociada con la interface interna creada cuando la dirección

interna es añadida a los parámetros de configuración del router.

La dirección de red interna es derivada desde la dirección interna configurada y los parámetros de la máscara de la red.

#### **\*ACCESS CONTROL**

*Range* : Enable, Disable

*Default* : Disable

*Descripcion* : Habilita o deshabilita el uso del control de accesos IP para este router. La tabla de control de accesos están configuradas en cualquier lugar dentro del puerto de control de la sección del router.

#### **\*RIP ENABLE**

*Range* : Enable, Disable

*Default* : Enable

*Descripcion* : Habilita las funciones de control del RIP para este router. El RIP (Routing Information Protocol) fue originalmente el protocolo de enrutamiento usado para redes IP con la finalidad de que permita administrar más eficientemente los recursos, así como de proveer a los routers de toda la información necesaria para establecer la

mejores rutas entre ellos.

#### **\*ORIGINATE DEFAULT ROUTE**

*Range* : Enable, Disable

*Default* : Disable

*Descripcion* : Habilita El anuncio del RIP de la default ruta IP 0.0.0.0. El anuncio de la default ruta debe tambien se explícitamente habilitado por cada interface.

#### **\*ADVERTISED DEFAULT ROUTE METRIC**

*Range* : 1 to 16

*Default* : 10

*Descripcion* : Define el el número de saltos que el RIP anunciara para la ruta por default de 0.0.0.0. Un anuncio de 16 saltos hace que la ruta por default es inalcanzable.

#### **\*DEFAULT GATEWAY**

*Range* : Una dirección IP válida en notación decimal.

*Default* : 0.0.0.0

*Descripcion* : La dirección IP del próximo salto hacia el default gateway a el cual este router enviará los paquetes cuando una ruta destino es desconocida. El siguiente alto debe ser a un router atachado directamente sobre la red.

#### **\*DEFAULT GATEWAY METRIC**

*Range* : 1 to 255

*Default* : 1

*Descripcion* : Define el número de saltos en la red, para alcanzar el router escogido como default gateway.

#### **\*IP ROUTE TABLE SIZE**

*Range* : 64 to 2048

*Default* : 768

*Descripcion* : El máximo número de rutas que son almacenadas en la table de rutas IP

**NOTA:** Los parámetros restantes son mantenidos con sus valores por default.

## CONFIGURACION DE LA TABLA DE INTERFACES IP.

Las direcciones IP y los parámetros de las máscaras definen la red IP que esta conectada a la particular interface y a un específico host de direcciones usados por la interface.

### ENTRY NUMBER

*Range* : 1 to 255

*Default* : 1

*Descripcion* : Identifica el número correspondiente en la tabla de registro, de la interface configurada.

### \*INTERFACE NUMBER

*Range* : 1 to 254

*Default* : 1

*Descripcion* : El número de interface del Router que esta siendo configurado.

Cada interface debe ser asignada a un número de interface.

- #1 Reservada para el puerto LAN

- #2,3,4 Reservado para uso futuro

- #5 y + Reservado para las LCON que son circuitos virtuales

sobre red WAN, para X.25 o Frame Relay o para otros routers.

**\*IP ADDRESS**

*Range* : Una dirección IP válida en notación decimal

*Default* : 0.0.0.0

*Descripcion* : Este parámetro define los 32 bits de la dirección IP del router asociado con esta interface. Las direcciones IP estan conformadas de una porción de red, una porción de subred, y un número de host. Un ejemplo de dirección IP 128.185.123.10 puede ser considerada de la siguiente manera:

128.185 es la dirección de la red; 123 es de la subred, 10 corresponde al host. Todas las LAN deben ser asignadas a un número de red IP , y son usualmente asignados a un número de subred. La interface de conexión al enlace serial debe ser identificada con una dirección IP de WAN. La dirección IP asignada en ambas interfaces local y remota que son conectadas sobre la WAN, deben tener la misma porción de red y subred.

**\*IP ADDRESS MASK**

*Range* : Una dirección válida IP en notación decimal.

*Default* : 255.255.255.0

*Descripcion* : Este parámetro configura los 32 bits de la máscara de direcciones de la subred asociada con la red a la cual la interface esta conectada.

Por ejemplo: Si la interface es de clase B como la red 128.185.0.0, y el tercer byte es usado para seleccionar la subred (128.185.100.0), la máscara podría ser 255.255.255.0. Todos los dispositivos IP sobre una específica subred debe ser configurados con la misma máscara.

#### **\*ACCEPT RIP**

*Range* : Enable, Disable

*Default* : Enable

*Descripcion* : Este parámetro habilita la opción del uso del RIP sobre esta interface. Para informarse entre los router sobre las rutas entre ellos.

#### **\*LEARN NETWORK ROUTES**

*Range* : Enable, Disable

*Default* : Enable

*Descripcion* : Controla el aprendizaje de nuevas niveles de rutas de red recibidas desde los routers vecinos sobre la interface de red.

**\*LEARN SUBNET ROUTES**

*Range* : Enable, Disable

*Default* : Enable

*Descripcion* : Controla el aprendizaje de nuevas niveles de rutas de subred recibidas desde los routers vecinos sobre la interface de red.

**\*OVERRIDE DEFAULT ROUTE**

*Range* : Enable, Disable

*Default* : Enable

*Descripcion* : Controla si el router sustituiria la ruta configurada como default gateway. Esta situación ocurre cuando el router recibe un RIP actualizado desde otro router advirtiendole la default route de 0.0.0.0 con un número de saltos menor al que ha sido configurado como default gateway.

**\*MTU SIZE**

*Range* : 576 to 4590

*Default* : 1500

*Descripcion* : Especifica al router el tamaño del MTU (Maximun Transmission

Unit)

excluyendo header y trailers. Este parámetro regula y administra los paquetes viniendo desde un PC a través de la LAN al router. Frames más largos que el máximo tamaño de paquete configurado en el nodo record podrían ser descartados. El máximo tamaño MTU configurable es de 4590.

### **5.3.2.3.- CONFIGURACION DE LAS LAN CONNECTIONS**

El concepto que Motorola a nivel de WAN está basado en la conexión de circuitos virtuales, PVC ó SVC, o un DLCI en Frame Relay. El circuito virtual usado para llevar tráfico entre LANs es llamado LAN CONNECTIONS ó LCON. En el ambiente de Motorola se tiene dos pasos:

1. Unir la interface del router a una LCON
2. Unir la LCON a un particular circuito virtual.

#### **PARAMETROS DE LA LAN CONNECTION**

##### **ENTRY NUMBER**

*Range* : 1 to n, donde  $n=32 - 254$

*Default* : 1

*Descripcion* : Especifica el número de la entrada correspondiente en la tabla de registro de los parámetros de la LCON a configurar.

**\*LAN FORWARDER TYPE**

*Range* : ROUT, BRID, BROUT

*Default* : ROUT

*Descripcion* : Especifica si la LCON es configurada como router, bridge o  
brouter.

**\*BRIDGE LINK NUMBER**

*Range* : 5 to n, donde 36 - 250

*Default* : 5

*Descripcion* : Especifica el número del enlace Bridge a utilizar en la LCON.

Esta conexión hace posible pasar datos LAN a través de una red WAN a un dispositivo remoto, sin realizar ningún proceso de direccionamiento.

**LAN CONNECTION TYPE**

*Range* : PT\_to\_PT, GROUP

*Default* : PT\_to\_PT

*Descripcion* : Especifica si esta LCON define una conexión punto a punto a través de esta WAN, o es parte de grupo de LCON. Si es configurada como grupo, múltiples LCON pueden usar el mismo

número de interfaces. Si es configurada como PT\_to\_PT, la interface configurada debe ser única para esta LCON. (Esta opción aparece solamente si la LAN es configurada como ROUT, BROUT)

### **\*ROUTER INTERFACE NUMBER**

*Range* : 5 to n, donde n=36 a 254

*Default* : 5

*Descripcion* : Especifica si la interface de un Router, usando este registro de LCON. Esta conexión hace posible pasar tráfico de LAN a través de la red WAN a un 65xx remoto. El máximo número permisible de interfaces IP ó IPX, debe ser configurado en el menu de parámetros de IP ó IPX.

### **ENCAPSULATION TYPE**

*Range* : CODEX, RFC1294, RFC877

*Default* : CODEX

*Descripcion* : Especifica el tipo de encapsulación usado sobre esta LCON. El tipo de encapsulación soportado incluye:  
CODEX: Propietario de Motorola (para el caso de BRID,

BROUT)

RFC877/1356: RFC877/1356 Encapsulación de IP en X.25

RFC1294/1490 Encapsulación multiprotocolo en Frame Relay.

### **NEXT HOP IP ADDRESS**

*Range* : Una dirección IP válida en notación decimal

*Default* : 0.0.0.0

*Descripcion* : Especifica la dirección IP de la interface del Router sobre el otro extremo de esta LCON, el cual es el próximo salto sobre el camino hacia el destino final. Esta LCON es usada si esta es la ruta óptima para alcanzar la dirección IP destino. Note que la porción de la red y el host es necesitada. Ingresando 0.0.0.0 causa que este parámetro sea ignorado.

### **AUTOCALL MNEMONIC**

*Range* : 0 A 8 caracteres alfanuméricos

*Default* : Si es (BLANK), esto significa que la llamada no será iniciada por esta LCON, el dispositivo remoto deberá iniciar la llamada.

*Descripcion* : Usado cuando esta LCON inicia la llamada.

### **AUTOCALL TIMEOUT**

*Range* : 5 to 255

*Default* : 5

*Descripcion* : Intervalo en segundos entre un intento de llamada y otro.

#### **\*MAXIMUM NUMBER OF AUTOCALL ATTEMPTS**

*Range* : 0 to 255

*Default* : 10

*Descripcion* : Especifica el número de veces que la LCON intentará conectarse al equipo remoto. Un valor de 0 permite infinito número de veces.

#### **REMOTE CONNECTION ID**

*Range* : 1

*Default* : 1

*Descripcion* : Cuando la LCON envía un call request, este parámetro especifica el número de la LCON a la cual debe conectarse dentro de la tabla de LCONs. El remote connection ID es llevada en el campo Call User Data (CUD) de el paquete call request cuando el tipo de encapsulación es CODEX.

**\*PARALLEL SVCs**

*Range* : 0 to 3

*Default* : 0

*Descripcion* : Especifica el máximo número de conexiones paralelas que pueden ser establecida con el destino remoto. Estos SVCs paralelos son establecidos cuando la congestión dispara un nuevo SVC en base a demanda.

**PARALLEL SVC THRESHOLD**

*Range* : 0 to 65534

*Default* : 8000

*Descripcion* : Este parámetro especifica el número de bytes encolados que dispararan el uso de un SVC paralelo.

**PARALLEL SVC PORT**

*Range* : 0 a 32 caracteres alfanuméricos.

*Default* : blank

*Descripcion* : Especifica el puerto sobre el cual el SVC paralelo es establecido.

Ejemplo: X25-8

**ON DEMAND**

*Range* : ENABLE, DISABLED

*Default* : DISABLED

*Descripcion* : Permite habilitar la opción de utilizar ancho de banda adicional, estableciendo SVCs paralelos sobre enlaces X25m para IP ó IPX.

**TRAFFIC PRIORITY**

*Range* : LOW, MED, HIGH, EXP

*Default* : HIGH

*Descripcion* : Especifica el nivel de prioridad en el tráfico esta LCON

**LCON QUEUE LIMIT**

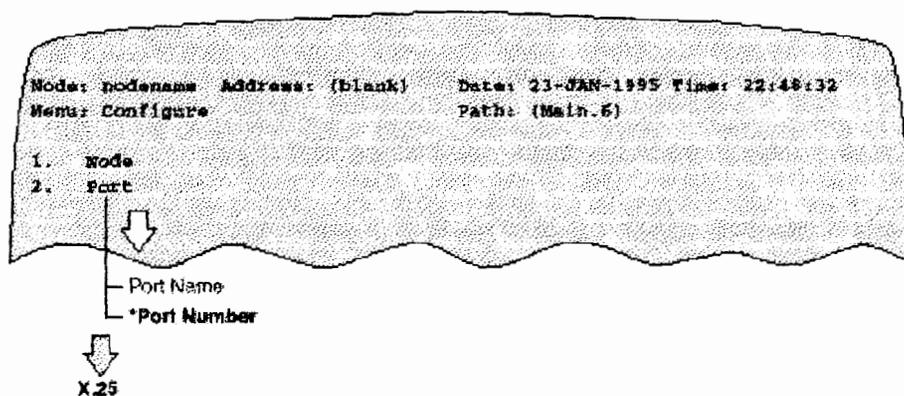
*Range* : 0 to 65536

*Default* : 16000

*Descripcion* : Especifica el máximo número de bytes que son encolados para esta LAN antes de la transmisión sobre el enlace de WAN.  
Defina este parámetro para 2 segundos de datos sobre el enlace.

### 5.3.3.- CONFIGURACION EN X.25

Para nuestra aplicación de cajeros automáticos, el protocolo a utilizar es X.25 que establece sesiones temporales entre el Host y el cajero cada vez que se realiza alguna transacción. Generalmente estas aplicaciones corren en SDLC, pero en algunos casos se realiza esta operación en X.25 para permitir mayor confiabilidad y velocidad del servicio.



Seleccionando un tipo de puerto X.25, ocurre que los parámetros a seleccionar corresponderán solamente a los necesarios para configurar X.25. Los valores por default de algunos parámetros son generalmente correctos para algunas aplicaciones.

Esta sección describe los parámetros de el puerto X.25:

**CONNECTION TYPE**

*Range* : SIMP, DTR, DIMO

*Default* : SIMP

*Descripcion* : Especifica el tipo de control de señales de handshaking que son requeridas antes de que la conexión lógica pueda ser hecha con este puerto.

SIMP : Un cable proveyendo solamente tierra, transmisión y recepción de datos, y transmisión y recepción de reloj. Las señales de control desde el puerto son mantenidas en alto.

DTR : El dispositivo conectado al puerto provee la señal DTR para mantener la conexión EIA.

DIMO: Un cable cruzado conecta un modem al puerto, quien establece el procedimiento de control de las señales de acuerdo a como las llamadas son hechas.

Tipos de operación de la DIMO son:

Dial In: Llamadas son recibidas desde la red telefónica.

Dial Out: Las llamadas son recibidas desde el puerto.

Dial In/Out Collisión: Las llamadas son recibidas simultáneamente

desde la red telefónica y el puerto

**PORT CONTROL**

*Range* : MB, NONE

*Default* : NONE

*Descripcion* : MB habilita la característica de Make-Busy para el especificado puerto.

Desabilitando el puerto levanta el pin 22 solamente cuando el tipo de conexión es DIMO, DTR.

**CLOCK SOURCE**

*Range* : EXT, INT

*Default* : EXT

*Descripcion* : INT: El puerto provee la señal de reloj.

EXT: El dispositivo DCE externo provee la señal de reloj.

**CLOCK SPEED**

*Range* : 1200 to 384000

*Default* : 9600

*Descripcion* : Define la velocidad en bits por segundo cuando se configura

Clock interno

**LINK ADDRESS**

*Range* : DTE, DCE

*Default* : DTE

*Descripcion* : Define la direccion logica del puerto para operar con el protocolo X.25, esto significa que si el puerto local se define como un DTE logico, el puerto remoto debe ser un DCE logico, o viceversa.

**\*NUMBER OF PVC CHANNELS**

*Range* : 0 to 128

*Default* : 0

*Descripcion* : Especifica el maximo numero de canales logicos usados por los circuitos virtuales.

**\*STARTING PVC CHANNEL NUMBER**

*Range* : 1 to 4095

*Default* : 1

*Descripcion* : Desde donde comienza a enumerar los canales logicos para los PVC sobre este enlace.

**\*NUMBER OF SVC CHANNELS**

*Range* : 0 to 512

*Default* : 16

*Descripcion* : Especifica el numero de los canales logicos SVC sobre este puerto. Se debe definir el numero total de PVC y SVC sobre este enlace como el mas pequeño posible.

**\*STARTING SVC CHANNEL NUMBER**

*Range* : 0 to 4095

*Default* : 1

*Descripcion* : Especifica el numero donde se inicia el numero de canales logicos para los SVC sobre este enlace.

**INITIAL FRAME**

*Range* : NONE, SABM, DISC

*Default* : SABM

*Descripcion* : Especifica el primer frame que el otro extremo requiere para iniciar el enlace.

NONE: No hace nada

SABM: Envia una trama SABM

**DISC** : Envía primero un DISC y después una SABM

#### **T1 TRANSMISSION RETRY TIMER**

*Range* : 1 to 254

*Default* : 30 (Valor estan en decenas de un segundo: 30=3.0 seg)

*Descripcion* : Define el T1 Retry Timer

#### **T4 POLL TIMER**

*Range* : 0, 10 to 255

*Default* : 40 (El valor esta en decimas de segundo: 40=4.0 seg )

*Descripcion* : Definen el valor T4 Poll Timer

Especifica cuan frecuentemente un enlace vacio es probado para asegurarse de una conexion del dispositivo remoto.

#### **N2 TRANSMISSION TRIES**

*Range* : 1 to 20

*Default* : 10

*Descripcion* : Especifica el maximo numero de veces que el 65xx intentara completar la transmision.

## FRAME SEQUENCE COUNTING

*Range* : NORM, EXT

*Default* : NORM

*Descripcion* : Especifica el tipo de numeracion en los frames que utilizara para este puerto. NORM: Secuenciamiento normal (Modulo 8)  
EXT : Secuenciamiento extendido (modulo 128)

## K FRAME WINDOW

*Range* : 1 to 15

*Default* : 2

*Descripcion* : Especifica el tamaño de la ventana a nivel de trama cuando no es negociado para una llamada individual.

## PACKET SEQUENCE COUNTING

*Range* : NORM, EXT

*Default* : NORM

*Descripcion* : Especifica el tipo de secuenciamiento a utilizar a nivel de paquete que el puerto usa.  
NORM: Secuenciamiento normal (modulo 8)  
EXT : Secuenciamiento extendido (modulo 128)

**W PACKET WINDOW**

*Range* : 1 to 15

*Default* : 2

*Descripcion* : Especifica el valor del tamaño de ventana a usar cuando no se negocia para llamadas individuales.

**P PACKET SIZE**

*Range* : 128, 256, 512, 1024

*Default* : 128

*Descripcion* : Especifica el máximo tamaño de paquete en bytes para llamadas entrantes y salientes sobre este enlace X.25 cuando el tamaño del paquete no es negociado.

**MAXIMUM NEGOCIATED PACKET SIZE**

*Range* : 128, 256, 512, 1024

*Default* : 1024

*Descripcion* : Especifica el máximo tamaño de paquete a negociar en bytes para llamadas entrantes y salientes sobre este enlace X.25

**DATA QUEUE UPPER THRESHOLD**

*Range* : 5 to 15

*Default* : 5

*Descripcion* : Especifica el maximo numero de paquetes de datos en un canal sobre el puerto para transmision antes de invocar el control de flujo al canal conectado.

**DATA QUEUE LOWER THRESHOLD**

*Range* : 0 to 4

*Default* : 0

*Descripcion* : Especifica el minimo numero de paquetes de datos en un canal sobre el puerto para transmision antes de invocar el control de flujo al canal conectado.

**RESTART TIMER**

*Range* : 5 to 255

*Default* : 180

*Descripcion* : Especifica la longitud del tiempo, en segundos que el 65xx espera antes de que un UNACKNOWLEDGED es enviada otra vez.

**RESET TIMER**

*Range* : 5 to 255 (Segundos)

*Default* : 180

*Descripcion* : Especifica la longitud del tiempo, en segundos que el 65xx espera antes de que se envíe un reset request otra vez.

**CALL TIMER**

*Range* : 5 to 255 (Segundos)

*Default* : 200

*Descripcion* : Especifica la longitud del tiempo, en segundos que el 65xx espera para responder a un call request.

**RESET TIMER**

*Range* : 5 to 255 (Segundos)

*Default* : 180

*Descripcion* : Especifica la longitud del tiempo, en segundos que el 65xx espera antes de que se envíe un clear request otra vez.

## **FACILITIES TO DELETE FROM OUTBOUND CALLS**

*Range* : NONE, THRU, NUI, CUG

*Default* : NONE

*Descripcion* : Especifica las facilidades que son borradas desde las llamadas salientes.

NONE: Ninguna facilidad es borrada

THRU: Borra las facilidades de negociacion

NUI : Borra la facilidad NUI

CUG : Borra la opcion CUG

## **X.25 OPTIONS**

*Range* : NONE, CUD, BKUP, HOLD, DELAY

*Default* : NONE

*Descripcion* : Define las características de operación del puerto.

NONE: Ninguna característica adicional es definida

CUD : Especifica que las subdirecciones de la llamada es llevada dentro del paquete Call Request.

BKUP: Define el puerto como un puerto de backup que se activa cuando el puerto principal cae. Se habilita la

operacion del control de senales cuando el enlace esta down.

**HOLD:** Hace que se mantenga el circuito virtual mientras se reestablece el enlace. Mientras los canales logicos individuales son reseteados, pero las llamadas estan en espera. Esta opcion debe estar en ambos extremos del enlace.

**DELAY:** Permite activar la opcion para medir los retardos a nivel de Frame Relay

#### **NUMBER OF ROUTING DIGITS IN CALL USER DATA**

*Range* : 0 to 12

*Default* : 5

*Descripcion* : Especifica el numero de digitos de enrutamiento en el campo CUD

#### **PORT ADDRESS**

*Range* : 0 to 15 digitos decimales

*Default* : N/A

*Descripcion* : Especifica las direcciones a ser insertadas dentro de la direccion paquete llamante cuando el parametro X.25 Options = REGO or REGI

### **CUG MEMBERSHIP**

*Range* : 0 to 8 (numeros de dos digitos)

*Default* : --,--,--,--,--,--,--,--

*Descripcion* : Especifica un puerto que es miembro de hasta 8 usuarios grupos cerrados.

### **ALARM PRIORITY**

*Range* : NETWORK, ACCESS

*Default* : NETWORK

*Descripcion* : Especifica los niveles de severidad de las alarmas Link Up y Link Down

NETWORK: Severidad de alarmas en HIGH son generadas

ACCESS : Severidad de alarmas en LOW son generadas

### 5.3.4.- CONFIGURACION DE VOZ SOBRE FRAME RELAY

Existen varias aplicaciones diferentes que se pueden implementar, pero para nuestro caso solamente haremos referencia a la configuración llamadas OPX (Off Premises Extension)

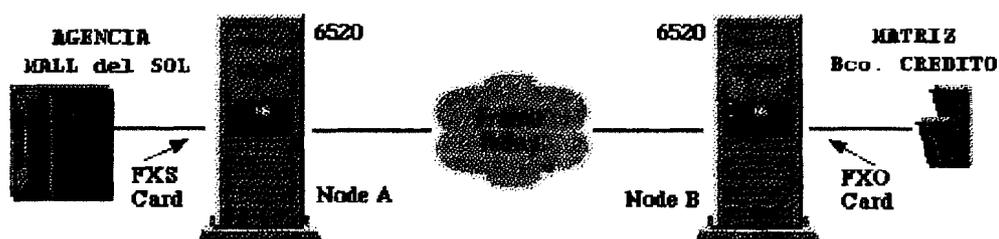


FIGURA 5.9.- APLICACION OPX

En esta aplicación el teléfono está localizado en un punto remoto en relación con el PBX; esto es conocido como una extensión de la central telefónica, o más comúnmente como Off Premises Extension o OPX. El teléfono actúa como si estuviera conectado directamente al PBX via Local Loop. Sin embargo cuando la conexión es hecha a través de Frame Relay, el equipo MPR6520 tiene que emular la función del PBX hacia el teléfono, y la función del teléfono hacia el PBX.

Una típica aplicación podría ser que una compañía el cual tiene una oficina central donde tiene un PBX localizado, y un número de agencias dentro del perímetro urbano y

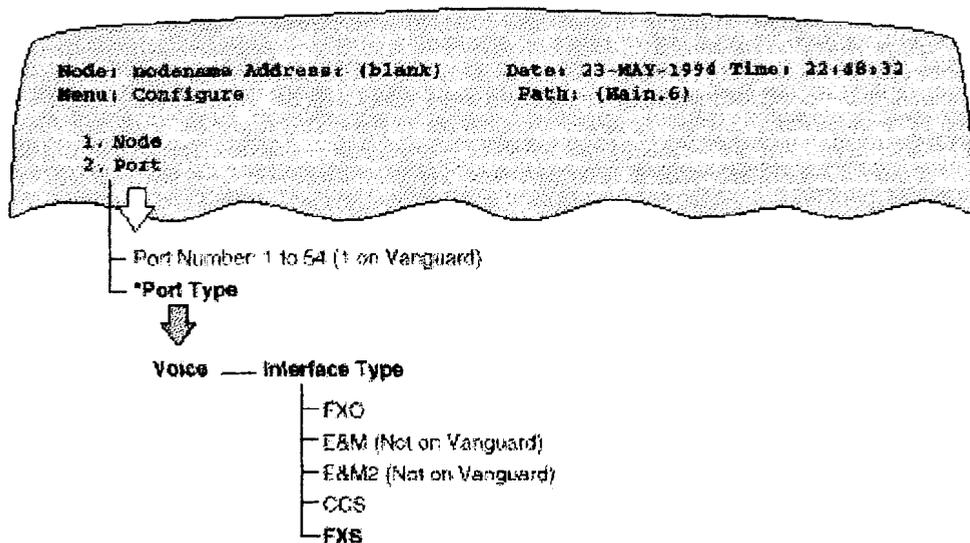
fuera de este con pocos teléfonos, donde los costos de un PBX o una central telefónica no son justificados; como es el caso de la agencia Mall del Sol, que va tener asignada una extensión del PBX de la matriz, así se ahorra los costos por el uso del sistema telefónico local.

En el diagrama anterior el Nodo A emula un PBX y provee los -48Vdc utilizados como fuente de timbrado. Esto se logra usando una tarjeta FXS (Foreign eXchange Subscriber) instalada en el MPR6520. El Nodo B emula el teléfono y provee la detección del timbrado y funciones de marcación, para lograr esto se usa una tarjeta FXO (Foreign eXchange Office) instalada en el MPR6520.

Cuando el teléfono se levanta la tarjeta FXS automáticamente realiza una llamada a la tarjeta FXO y establece un SVC a través de la red Frame Relay. La tarjeta FXO provee la función de proveer el tono directamente desde el PBX; el usuario puede entonces marcar algún número de extensión remota, lo cual hace que se envíe un señal de voltaje hacia la tarjeta FXS estableciéndose un SVC en la red Frame Relay, y luego la tarjeta FXS hace timbrar el teléfono, terminando con el proceso de realización de una llamada.

## ARAMETROS PARA EL PUERTO DE VOZ FXS y FXO.

Estos parámetros son los mismos para ambas interfaces.



**FIGURA 5.10.- PARAMETROS DE VOZ**

## HYBRID

*Range* : 600 Ohm interface para USA, Japon e Irlanda

300 Ohm en series, UK (1 Kohm en paralelo con un 220 nF)

220 Ohm en serie, Germany (820Ohm en paralelo con 115uF)

600 Ohm con 2.16uF para Canada

*Default* : 600 Ohm

*Descripcion* : Especifica el balance de los filtros hibridos y tipo de terminacion basados en el pais.

## SIGNALING MODE

*Range* : NORMAL, NONE

*Default* : NORMAL

*Descripcion* : Selecciona el modo de senalizacion de voz

NORMAL: Permite la senalizacion para

- Pasar extremo a extremo
- Control del estado del circuito
- Control de flujo de paquete

NONE : Establece un camino permanente para la voz. El flujo de paquetes esta siempre habilitado, pero no pasa ninguna señalización.

## PCM MODE

*Range* : A-law, mulaw

*Default* : mulaw

*Descripcion* : Selecciona el modo de encoder/decoder usado por el Chip.

A-law : es usado para E1

mulaw: es usado para T1

Este parametro solamente aparece para puertos virtuales

**COMPRESSION RATE**

*Range* : 8K, 16K, B8K, B16K

*Default* : 8K

*Descripcion* : Especifica la velocidad de compresion de la voz que usa el DSP

Algoritmo de Compresion	Velocidad Paquete	Tamano Paquete	Ancho de Banda
8K CVSELP	50	27	10,8
B8K CVSELP	25	49	9,8
16K CVSELP	50	47	18,8
B16K CVSELP	25	89	17,8

**DSI CONTROL**

*Range* : ENABLED, DISABLED

*Default* : ENABLED

*Descripcion* : Selecciona si el detector de silencio (Digital Speech Interpolation) sera usado con este puerto.

**SMOOTHING DELAY**

*Range* : 5 to 150

*Default* : 40

*Descripcion* : Controla el retardo variable para eliminar espacios entre muestreos de silencios. Este valor determina cuan largo (en

miliseg) un paquete de voz es mantenido en el dispositivo destino antes de que este sea enviado a la interface, permitiendo subsiguientes paquetes de voz llegar desde el extremo transmisor.

### ECHO CANCELLER

*Range* : ENABLE, DISABLE

*Default* : ENABLE

*Descripcion* : Especifica el estado de control del Eco

ENABLE: Habilita el control logico de eco

DISABLE: Desabilita esta opcion

### ECHO RETURN LOSS

*Range* : -3, -6, -9, -12

*Default* : -6

*Descripcion* : Especifica las perdidas por retorno del eco en dBm

### INPUT SIGNAL LEVEL

*Range* : +7 to -16

*Default* : 0

*Descripcion* : Define el esperado nivel de senal de entrada (en unidades de 0.5

dBm). Si se ingresa un número negativo, la tarjeta DSPM amplifica la señal por algunos dB. Si se ingresa un número positivo, la tarjeta DSPM atenúa la señal por algunos dB.

Filtros híbridos, especificados por los parámetros soportan como siguen:

600 Ohm : +6.0 a -6.0

Canada : +6.0 a -5.5

UK : +6.0 a -7.5

## OUTPUT SIGNAL LEVEL

*Range* : +7 to -16

*Default* : 0

*Descripción* : Define el esperado nivel de señal de salida (en unidades de 0.5

dBm). Si se ingresa un número negativo, la tarjeta DSPM amplifica la señal por algunos dB. Si se ingresa un número positivo, la tarjeta DSPM atenúa la señal por algunos dB.

Filtros híbridos, especificados por los parámetros soportan como siguen:

600 Ohm : 0 a -9.0

Canada : 0 a -9.0

UK : -1.5 a -9.0

Germany : -2.0 a -9.0

## **FAX SUPPORT**

*Range* : ENABLE, DISABLE

*Default* : ENABLE

*Descripcion* : Selecciona si la característica de Fax es soportada y decodificada

ENABLE: Detecta la presencia de datos de fax

DISABLE: No detecta la presencia de fax

## **FAX RATE**

*Range* : 4.8, 9.6

*Default* : 9.6

*Descripcion* : Especifica la máxima velocidad de transmisión (en Kbps)

cuando los datos de fax es detectada. Esto es ignorado si el parámetro anterior es deshabilitado.

## **CALL CONTROL**

*Range* : SWITCHED, OFFHOOK, AUTO

*Default* : SWITCHED

*Descripcion* : Especifica el método de la llamada

**SWITCHED:** La llamada se hace solamente cuando la interface va a offhook, y se desconecta cuando se va a onhook. El destino es determinado por los digitos DMTF recibidos.

**OFFHOOK :** La llamada se realiza cuando va a offhook, se desconecta cuando va a onhook.

**AUTO :** Los SVC no dependen de la condicion de offhook. Esto mantiene el circuito establecido permanentemente.

### **GROUP SUBADDRESS (Hunt Group)**

*Range* : 0 a 3 digitos

*Default* : Blank

*Descripcion* : Especifica una subdireccion del puerto compartido por un grupo de puertos de voz. Las llamadas entrantes con esta subdireccion son enrutadas a uno de los puertos compartidos por esta subdireccion.

### **ALTERNATE DESTINATION (Seg)**

*Range* : 0 a 59

*Default* : 0

*Descripcion* : Cuando los parametros de la tabla de switch de destinos alternos esta configurada, este parametro especifica el tiempo en segundos que la llamada espera para que el dispositivo remoto responda antes de que esta sea re-enrutada. Para deshabilitar este parametro se ingresa "0".

## **BILLING**

*Range* : ON, OFF

*Default* : OFF

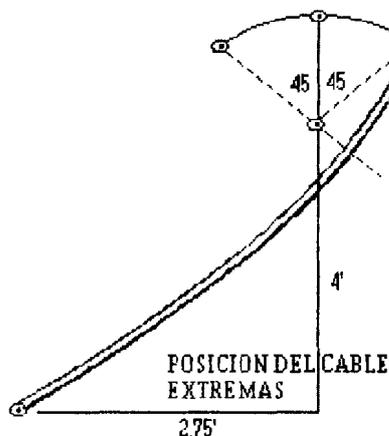
*Descripcion* : Permite habilitar de crear registros por las llamadas realizadas en el puerto.

Hay otros parámetros adicionales que no son tomados en cuenta por cuanto sus valores por default son suficientes para esta aplicación.

### 5.4.1.- CABLEADO PARA EL RADIOENLACE

Para realizar la selección del cable a utilizar para la conexión del equipo de radio y la antena se deben considerar parámetros como:

1. Clima
2. Vibración
3. Efectos del viento



Los cuales pueden degradar el funcionamiento del sistema sobre un prolongado periodo de tiempo.

Para examinar la flexibilidad del cable en un ambiente de laboratorio, el test se lo realiza tal como se presenta en el diagrama. El cable es montado y flexionado entre los extremos en las posiciones presentadas.

Los resultados de este test son que altos valores de transferencia de impedancia ocurren a altas frecuencias del test. Cuando cualquier cable es suspendido a la interperie entre dos puntos, por lo cual se tiene como resultado una curvatura.

La cantidad de curvatura es una función de muchos factores incluido la longitud de los puntos, el peso del cable, la cantidad de carga debido al viento o al hielo y otras propiedades físicas del cable.

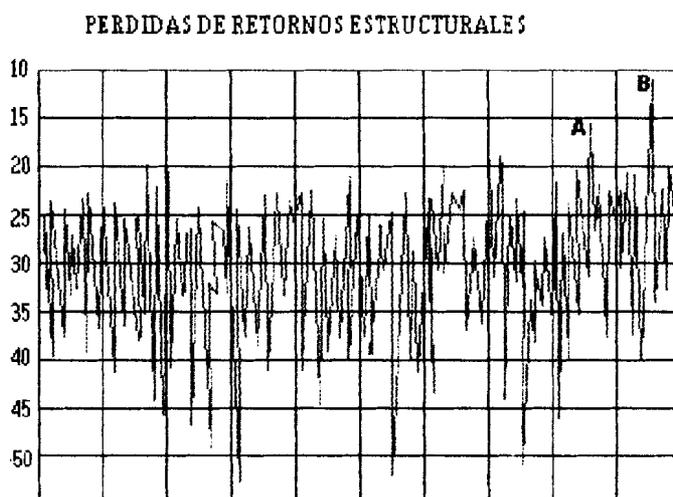
A medida que estos factores se incrementan, el punto de rotura del cable debera ser escogido de tal forma que soporte dichas tensiones. Para el tendido del cable en nuestra ciudad, considerando que no existen vientos demasiados fuertes y tampoco acumulacion de hielo, se puede disponer de cables que presenten un minimo de esfuerzo de rotura de 200 a 400 lbs.

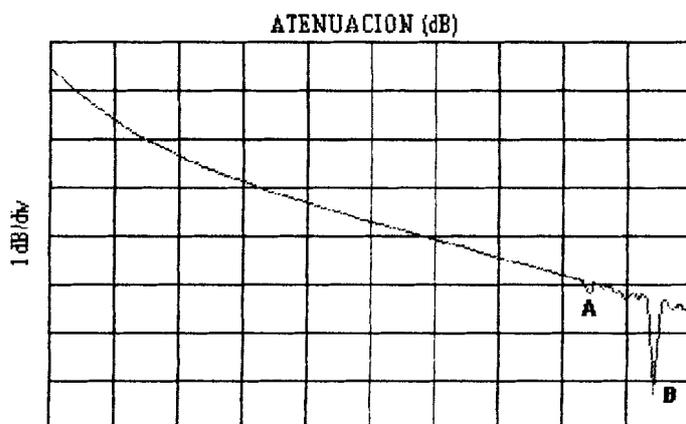
### ATENUACION DE ALTAS FRECUENCIAS

Las perdidas por retorno en la estructura SRL (Structural Return Loss) expresan la cantidad de senal perdida en terminos negativos, y ocurre cuando las senales son reflejadas al punto de transmision por lo que se incrementa la atenuacion. Si los problemas de SRL existen y se atenua la senal puede ocurrir una completa perdida de la senal en el canal. En los graficos siguientes , se ilustran los efectos de los picos SRL en la atenuacion del cable sobre la frecuencia.

FIGURA 4.11

La periodicidad se refiere a la variacion uniforme de los espacios en el conductor o diametro dielectrico de un cable de transmision. La reflexion de la senal debe





ocurrir cuando la longitud de onda es igual a la distancia entre dos variaciones de diámetro.

**FIGURA 5.12.- ATENUACION DE ALTAS FRECUENCIAS**

A continuación tenemos una tabla la cual presenta la Atenuación vs Frecuencia para cable coaxial Belden del cual escogimos el cable a utilizar en el proyecto, para la parte del radio enlace.

**SERIES 7**

**SERIES 11**

FRECUENCIA A (Mhz)	Atenuacion Nom dB/100m	Atenuacion Max dB/100m	Atenuacion Nom dB/100m	Atenuacion Max dB/100m
800	14,01	15,33	11,51	12,69
862	14,55	15,93	11,95	13,2
870	14,62	16,04	12,01	13,26
900	14,89	16,34	11,25	13,5
950	15,33	16,81	12,59	13,87
1.000	15,75	17,27	12,94	14,26

De acuerdo a estas características se utilizó el cable Belden de la Serie 7, un total de 190mts para 950 Mhz donde se tendrá una atenuación de 1.533 dB/10m.

Los conectores a utilizar son Conectores N macho, en un total de 8.

#### **5.4.2.- CABLEADO PARA LOS PUERTOS DEL MPROUTER 6520**

Los puertos del 1 al 6 del MPR6520 son conectores DB25 Hembra, es decir que para conectarlos a un equipo DCE como es el caso del Multipoint Network que usa un conector Winchester Hembra, con interface de alta velocidad V.35; se requiere un cable DB25 Macho a Winchester Macho. Los puertos 1 y 2 del MPR6520 son puertos V.35 DTE, por lo cual se puede escoger cual de ellos vamos a utilizar. La distribucion del pineado esta impresa al final de este capitulo.

Para conectar el puerto de red Ethernet se usa un conector llamado UTP, tambien conocido como RJ-45 que tiene 8 pines, de los cuales solo se usan 4 , 2 para transmision y 2 para recepcion.

Para conectar los puertos de voz, se usa un conector llamado RJ-11, que tiene 4 hilos cuya distribucion del pineado es la mas sencilla de todas.

EIA 232-D Signals (Motherboard and SDB)

Pin	DCE Position	Function/Signal Name	Pin	DTE Position	Function/Signal Name
1		Shield/Frame Ground	1		Shield/Frame Ground
2		TXD	2		TXD
3		RXD	3		RXD
4		RTN	4		RTN
5		CTS	5		CTS
6		DSR	6		DSR
7		Signal Ground	7		Signal Ground
8		DCD	8		DCD
14		DATA RECEIVED	14		DATA RECEIVED
15		TRANSMIT CLOCK (or V.34 Loop 3*)	15		TRANSMIT CLOCK
16		STANDBY INDICATOR	16		STANDBY INDICATOR
17		RECEIVE CLOCK	17		RECEIVE CLOCK
18		INTERNAL RECEIVE CLOCK	18		EXTERNAL RECEIVE CLOCK (or V.34 Loop 3*)
20		DBR	20		DBR

\* Pin assigned. Double function as follows:  
 Pin 15: Output TRANSMIT CLOCK if the port is configured for internal clocks.  
 Otherwise, it acts as a V.34 loop 3 signal when connected to a modem.

### 5.4.3.- CARACTERISTICAS ELECTRICAS Y AMBIENTALES

#### ESPECIFICACIONES FISICAS:

Altura : 45.3 cm

Ancho : 25.5 cm

Profundidad : 42.8 cm

Peso (completamente configurado): 12.5 Kg

### REQUERIMIENTOS DE POTENCIA

#### Linea de Entrada:

90 VAC a 132 VAC, 6 Amps RMS max, 50 - 60 Hz

180 VAC a 264 VAC, 3 Amps RMS max, 50 - 60 Hz

#### Potencia de Salida:

135 W max.

### REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

Sistema 6520 : 0° a 50° C

Temperatura de funcionamiento: -40° C a 70° C

Humedad Relativa : 5% al 90% (no condensada)

## **CAPITULO No.6**

### **CONFIABILIDAD DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES**

Uno de los conceptos mas importantes en Telecomunicaciones y al mismo tiempo el mas dificil de satisfacer es la confiabilidad; concepto que involucra eficiencia en la administracion del ancho de banda utilizado, seguridad en que si existe una falla todas las aplicaciones continuaran trabajando aunque talvez no con la misma eficiencia, pero permitira el funcionamiento normal de las aplicaciones mas prioritarias entre los dos extremos.

#### **6.1.- MEDICIONES DE EFICIENCIA**

##### **6.1.1.- PRUEBAS DE RETARDO A NIVEL DE FRAME RELAY**

Este una medida muy util para determinar el congestionamiento producido por el excesivo trafico de datos. Esta prueba nos permite realizar un diagnostico usado para obtener retardos en el circuito de transito para un especifico SVC seleccionado dentro de las diferentes conexiones virtuales de la red. La opcion que utilizaremos se conoce como DELAY PATH TRACING, que opera con la caracteristica de la prioridad del trafico.

El paquete de retardo es inyectado en una conexion especifica a la cola de los datos. La priorizacion trata al paquete de retardo de la misma manera como cualquier paquete de datos asignandole la prioridad correspondiente a la conexion virtual establecida.

Se puede utilizar los resultados del medidor de retardos para:

- Aislar la fuente de retardo para un particular nodo y combinacion de un enlace.
- Determinar si el circuito de transito es el que provoca la congestion en la red o son las latencias en el Computador central (Host) o equipos terminales.
- Determinar el camino exacto que realiza una llamada a lo largo de la red.
- Dar la medida de los retardos de salto en salto, en adiccion al retardo total de extremo a extremo.

Solamente el retardo que ocurre en todos los nodos intermedios y en el nivel de red del nodo fuente y destino es medido. Ademas solo se puede realizar esta pruebas en enlaces X.25 y Frame Relay en puertos FRI.

La prueba de retardo involucra los siguientes procesos:

- Call Setup
- Delay Data Transfer

En la fase de Call Setup, el nodo origen envia un paquete Call Request, informando a todos los nodos por donde la conexion pase, que el proceso de medicion de retardos puede ocurrir sobre esta conexion.

En la fase de Delay Data Transfer establece el camino y la información del enlace; además realiza chequeos periódicos del retardo, enviando la correspondiente información a cada nodo de la conexión.

Para activar esta opción, se configura de la siguiente manera:

- Si es un puerto X.25, en el parámetro X.25 Options se configura DELAY entre ambos puntos remotos donde se quiere realizar la medida del retardo.
- Si es un puerto FRI, el lugar donde se escoge esta opción es en la FRI Station en el parámetro X.25 Options se configura DELAY entre ambos extremos.

Una vez activado esta opción para poder realizar estadísticas, se ingresa al Menú de Diagnosticos donde hay tres opciones que son:

- 1.- Start Delay Measurement
- 2.- Stop Delay Measurement
- 3.- Display Delay Summary

El primer paso para iniciar este proceso es seleccionar :

**Start Delay Measurement**

donde se requieren ingresar tres parámetros que son:

## CHANNEL TO TRACE

Rango	5 a 16 caracteres alfanumericos
Default	(blank)
Descripcion	Especifica el nombre de la conexion a ser medida

## TIME BETWEEN TEST PACKETS

Rango	2 a 60
Default	5
Descripcion	Especifica el numero de segundos entre paquetes probados

## DURATION IN MINUTES

Rango	1 a 9999
Default	10
Descripcion	Especifica la duracion del test en minutos

A continuacion se muestra un ejemplo de una pantalla de diagnosticos en la opcion de medir retardos.

Se puede notar un detalle en el grafico siguiente, al presionar [ESC] me pregunta si se desea continuar con la medicion en Background, mientras se realizan otras actividades. Si se desea hacer un resumen de las mediciones se ingresa a la opcion de :

```

Channel to Trace: (blank) /RX25-284(15)
Time between test packets (sec.): 5/30
Duration in minutes: 10/
-----
Node: nodename Address: (blank)          Date: 23-JAN-95   Time 10:30:12
Menu: Start Delay Measurement           Path: (Main.12.6) Page 1 of 1

START TIME: 23-JAN-1995 @ 10:23:43      STATUS: RUNNING
STOP TIME:                               PACKETS SENT: 1
CURRENT PATH: END-TO-END

PATH TRACE
RX25-284(15) [TORONTO]  X25-1 (12)    @ 80000
X25-2 (23)   [BOSTON]   X25-3 (12)    @ 80000
X25-2 (23)   [CHICAGO]  X25-3 (12)    @ 80000
X25-2 (23)   [NEWYORK]  X25-3 (12)    @ 80000

Last Measured Round Trip Delay: 143 ms @ 6:23:32   PACKETS SENT: 7
Continue to run test in background after exit (Y/M)?__
Press any key to continue (ESC to exit)...

```

**FIGURA 6.1.- PANTALLA DE INICIO DEL TEST DE RETARDO**

Display Delay Summary.

Esta opcion permite ver un reporte sobre toda la red de los retardos de nodo a nodo sobre el enlace escogido de extremo a extremo. A continuacion se muestra una pantalla de ejemplo con informacion tipica.

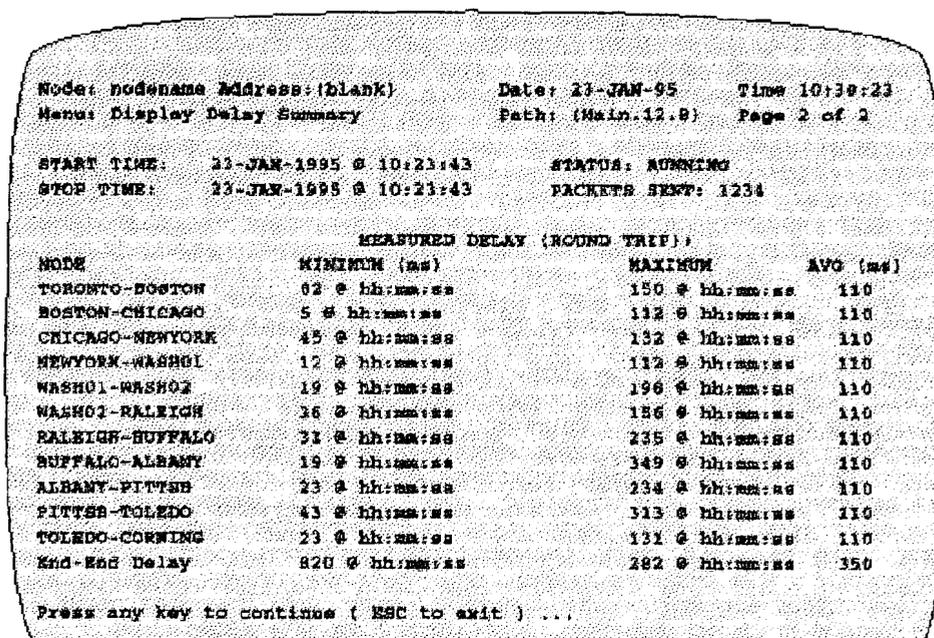


FIGURA 6.2. - ESTADISTICA DE RETARDOS A NIVEL F. RELAY

Para nuestro proyecto, se realizo una medida del retardo de nodo a nodo entre la agencia Mall del Sol y la matriz del Bco. Credito obteniendose el siguiente resultado:

(Estas pantallas fueron capturadas del software del MPR6520 de la Matriz)

Node: MATRIZ Address: 100 Date: 14-APR-1998 Time: 11:54:00  
Start Delay Measurement Page: 1 of 1

START TIME: 14-APR-1998 @ 11:51:14 STATUS: RUNNING  
STOP TIME: PACKETS SENT: 34  
CURRENT PATH: END-TO-END

PATH TRACE:

lcon-6 [MATRIZ ] FRI-31S1(1) @ 63920  
FRI-2S1(1) [MALL ] LCON-1

Last Measured Round Trip Delay: 34 ms @ 11:54:00      PACKETS SENT: 34

Continue to run test in background after exit ? (y/n): y

Press any key to continue ( ESC to exit ) ...

Node: MATRIZ    Address: 100  
Delay Summary Report

Date: 14-APR-1998    Time: 11:54:09  
Page: 1 of 1

START TIME: 14-APR-1998 @ 11:51:14

STATUS: RUNNING

STOP TIME:

PACKETS SENT: 36

CURRENT PATH: END-TO-END

PATH TRACE:

lcon-6            [MATRIZ ] FRI-31S1(1)            @ 63919  
FRI-2S1(1)        [MALL    ] LCON-1

MEASURED DELAY (ROUND TRIP):

NODE	MINIMUM(ms)	MAXIMUM(ms)	AVG.(ms)
MATRIZ - MALL	31 @ 11:52:14	42 @ 11:52:39	36.5
End-End Delay	31 @ 11:52:14	42 @ 11:52:39	36.5

Press any key to continue ( ESC to exit ) ...

(3) MATRIZ 14-APR-1998 11:54 X25-43(2) CONNECTED TO X25-38(1)

(3) MATRIZ 14-APR-1998 11:54 X25-38(1) DISCONNECTED FROM X25-43(2)

### 6.1.2.- PRUEBA DE RETARDOS A NIVEL DE IP

El Internet Control Message Protocol (ICMP) permite a un nodo internet probar la conectividad con otro nodo unido a la internet. El comando utilizado se conoce como PING (Packet InterNet Grouper) que es utilizado para enviar paquetes de requerimiento a un destino dado y chequear por la respuesta a este requerimiento. Este proceso puede ser realizado continuamente, incrementando la secuencia de numeros ICMP con cada paquete adicional.

Una vez recibido el paquete de respuesta, este es reportado con su numero de secuencia y el periodo de tiempo usado para llegar, asi como si hubo paquetes perdidos y el tiempo que tomo entre paquetes enviados.

Esta opcion tambien se selecciona en el Menú de Diagnosticos, ingresando los siguientes parametros:

#### TARGET IP ADDRESS

Rango	una direccion IP de32 bit en notacion decimal
Default	0
Descripcion	Define la direccion IP del dispositivo destino al cual se desea chequear.

## NUMBER OF PACKETS

Rango	1 - 65535
Default	1
Descripcion	Especifica el numero de paquetes que seran enviados.

## PACKET SIZE

Rango	56 a 1704
Default	56
Descripcion	Especifica el tamaño del paquete del PING

## RESPONSE WINDOW

Rango	1 a 60
Default	1
Descripcion	Especifica el numero de segundos que ICMP esperara por una respuesta a un PING antes de decidir que el PING fallo.

```

PING 128.185.123.10          56 data bytes
64 bytes from 128.185.123.10: icmp_seq=0. time = 1 ms

- - - - 128.185.123.10 PING Statistics - - - -
1 packets transmitted, 1 packets received
0% packet loss
round-trip (ms)                min/avg/max = 1/1/1

```

FIGURA 6.3 - EJEMPLO DE RESPUESTA A UN PING

Una vez seleccionadas las opciones , se tendra las siguientes estadísticas:

Para nuestro proyecto se realizo esta prueba de conectividad dandonos los siguientes resultados:

(Estos valores fueron capturados del software del MPR6520 de la Matriz)

---

Target IP Address: 128.120.0.1/  
Number of Packets: 20/  
Packet Size: 56/  
Response Window: 1/

PING 128.120.0.1: 56 data bytes

64 bytes from 128.120.0.1: icmp\_seq=0. time=50. ms

64 bytes from 128.120.0.1: icmp\_seq=1. time=100. ms

64 bytes from 128.120.0.1: icmp\_seq=2. time=50. ms

64 bytes from 128.120.0.1: icmp\_seq=3. time=50. ms

64 bytes from 128.120.0.1: icmp\_seq=4. time=50. ms

64 bytes from 128.120.0.1: icmp\_seq=5. time=50. ms

64 bytes from 128.120.0.1: icmp\_seq=6. time=50. ms

64 bytes from 128.120.0.1: icmp\_seq=7. time=50. ms

64 bytes from 128.120.0.1: icmp\_seq=8. time=50. ms

64 bytes from 128.120.0.1: icmp\_seq=9. time=50. ms

64 bytes from 128.120.0.1: icmp\_seq=10. time=50. ms

64 bytes from 128.120.0.1: icmp\_seq=11. time=50. ms

64 bytes from 128.120.0.1: icmp\_seq=12. time=50. ms

64 bytes from 128.120.0.1: icmp\_seq=13. time=50. ms

64 bytes from 128.120.0.1: icmp\_seq=14. time=50. ms

64 bytes from 128.120.0.1: icmp\_seq=15. time=50. ms

64 bytes from 128.120.0.1: icmp\_seq=16. time=50. ms

64 bytes from 128.120.0.1: icmp\_seq=17. time=50. ms

64 bytes from 128.120.0.1: icmp\_seq=18. time=50. ms

64 bytes from 128.120.0.1: icmp\_seq=19. time=50. ms

----128.120.0.1 PING Statistics----

20 packets transmitted, 20 packets received,

0% packet loss

round-trip (ms) min/avg/max = 50/52/100

Esto nos indica cual es el retardo a nivel de TCP/IP de extremo a extremo. Este es un excelente tiempo de respuesta para aplicaciones de esta clase.

### 6.1.3.- PRUEBA DE LA TASA DE TRANSMISION REAL

De la misma manera como en el Capitulo 4.1.2. donde se realizó el análisis del enlace de Radio, se procederá a calcular los siguientes datos:

$L_t$  (Longitud trama) = 256 bytes

$T_{mseg}$  ( Retardo a nivel Frame Relay) = 36.5 mseg

Tasa =  $L_t/T_{mseg}$

Tasa =  $(256*8)/36.5mseg$

Tasa = 56109,56 bps

Valor que nos indica la Tasa Real de transmisión de nuestro enlace.

## **6.2.- CONFIGURACION DE UN ENLACE DE BACKUP**

Considerando que puede existir en algun momento un problema con el enlace de microonda, interrumpiendo la comunicacion entre la Agencia Mall del Sol y la Matriz del Bco. de Credito; es necesario tener una opcion adicional que impida la perdida de conexion total entre los dos puntos anteriormente mencionados; por lo cual se ha planificado tener un enlace de Backup por medio de la linea telefonica usando los dos modems Motorola 3266 SDC que se utilizaron al inicio como solucion temporal. Es decir que se configuraran los equipos MPR6520 para que en el momento de que exista algun problema con el enlace microonda, se conmute a la linea dial usando los modems en X.25 para que las aplicaciones de TCP/IP y de Cajeros automaticos continuen laborando, aunque la aplicacion de voz no puede funcionar bajo este mecanismo; sin embargo, la prioridad son los datos entre los dos puntos de comunicacion.

Para la implementacion del enlace de Backup se debe configurar los siguiente:

- 1.- Configurar en la tabla de rutas cual es el puerto de backup.
- 2.- Configurar el puerto de backup en X.25
- 3.- Conectar el puerto a los modems

Para configurar en la tabla de rutas el puerto de backup se hace lo siguiente:

#### Route Selection Table Configuration

```
Entry Number: 1/
[1] Address: 100/
[1] #1 Destination: FRI-1S1/
[1] #1 Priority: 1/
[1] #2 Destination: (blank)/X25-3      <----- Puerto de Backup
[1] #2 Priority: 1/2
[1] #3 Destination: (blank)/
```

Al ingresar este valor en la tabla de rutas, se indica que si no se pueden establecer las llamadas a través del puerto FRI-1S1; entonces se lo intentara por el puerto X25-3 que tiene prioridad "2" para ser usado como puerto de backup.

Cuando se configura el puerto X.25 de backup, se utilizan los mismos parametros que ya se revisaron en el Capitulo No.5.3.3, con la diferencia de que en las opciones X.25 OPTIONS y CONNECTION TYPE se deben ingresar los siguientes parametros:

```
X25 OPTIONS      ---->  BACKUP
```

Esto le indica al MPR6520 que este puerto es un puerto de respaldo en X.25 en el caso de que el enlace principal falle.

```
CONNECTION TYPE  ---->  DIMOV
```

Esta opcion le indica al equipo que se esta conectando a un modem V.25 bis usando la opcion de enlace de backup, es decir que solo se activa cuando las senales del puerto principal se han desactivado por falla del mismo.

La conexión hacia los modems se la hace utilizando el cable DB25M-DB25M, punto a punto en el caso de que la interface eléctrica del puerto utilizado como backup sea DTE; si el puerto eléctricamente es un DCE se debe utilizar un cable DB25M-DB25M cruzado por cuanto la interface eléctrica del modem por norma es DCE.

Una vez realizado estos cambios se procede a realizar un reset al equipo para que este asuma los cambios realizados; y una vez que el equipo reestablece su funcionamiento queda habilitado para proveer un enlace backup en el momento que así se necesite.

### **6.3.- MANTEMIENTO DEL ENLACE DE COMUNICACIONES.**

Una vez que todo el sistema ha sido implementado, se establece en comun acuerdo entre todas las empresas involucradas en un procedimiento de mantenimiento para la parte de radioenlace y para los dispositivos MPR6520.

La empresa TRANSMIDATOS estableció realizar un mantenimiento preventivo cada 3 meses de todos los equipos instalados por ella, así como del cableado y conectores durante el año que dure la garantía. Si se presenta alguna falla del equipo se lo reemplaza por otro nuevo sin ningún costo adicional para el Banco, hasta que se halla arreglado el daño que se presentó. Si por causa externas y no por las equipos ocurriese un daño de los mismos, todos los gastos de reparación corren por cuenta del Banco. Además la empresa tiene personal disponible las 24 horas para atender cualquier requerimiento de los clientes de transmidatos.

La empresa UNIPLEX S.A. acordó con el Banco de Crédito darle una garantía de un año por los equipos Motorola. Cada 2 meses personal de Soporte Técnico realizará chequeos preventivos dándoles las sugerencias oportunas para evitar cualquier contratiempo futuro; si el Banco no atendiese estas sugerencias y el equipo presente fallas ocasionadas por la omisión de esta sugerencia, toda la responsabilidad la tiene el Banco. Si ocurriese un desperfecto por falla de los equipos se lo reemplazaría por uno nuevo sin ningún costo para el Banco. Si por causa externas ocurriese algún desperfecto o deterioro

de los equipos todos los gastos de reparación serán cubiertos por el Banco. Las horas de soporte serán provistas sin costo alguno durante las horas normales laborables, si existiese un requerimiento fuera de las horas laborales el Banco se compromete a cancelar el valor correspondiente a las horas de soporte conforme esta suscrito en el contrato de venta.

Las empresas TRANSMIDATOS y UNIPLEX se comprometen a trabajar en conjunto cuando la situación lo requiera para solucionar cualquier requerimiento del cliente.

## CAPITULO No. 7

### ANALISIS DE COSTOS

La implementacion del diseno del sistema de comunicaciones se la ha realizado en conjunto con las empresas UNIPLEX S.A. y TRANSMIDATOS, esta ultima es la que ha provisto los equipos Multipoint Network y las antenas Yagi, ademas de instalarlos y proveer todas los implementos necesarios para estos funcionen. Tambien se encargan del mantenimiento preventivo y correctivo que se necesite.

#### 7.1.- COSTO DEL ENLACE DE MICROONDA DIGITAL

Estos precios son provistos por la empresa Transmitados, de acuerdo a la oferta que se realizo al Banco de Credito.

EQUIPOS	PRECIO UNIT. US\$	CANTIDAD	TOTAL
RAN 64/25	6.050	2	12.100
Estacion Repetidora	12.100	1	12.100
Lineas Transmision	495	4	1.980
Antenas Yagui	407	4	1.628
Instalacion Tx y Rx	330	2	660
Instalacion Repetidora	660	1	660
TOTAL ENLACE MICROONDA		US\$	33.268

## 7.2.- COSTO DEL EQUIPO DE ROUTERS

La empresa UNIPLEX se encargo de proveerle al banco de los dispositivos de interconexion de redes necesarios para solucionar su requerimiento, asi como de instalarlos, configurarlos y darles mantenimiento. A continuacion se describe los costos correspondientes a esta empresa:

Equipos	Descripcion	Costo	Unid	Costo Total
Modem 3266	V.24, SDC dial/leas	1.275	2	2.550
MPR6520	6 pto.seriales 4MB flash, 8MB Dram, Ethernet	3.895	2	7.790
Tarjeta Ethernet	10Mbps	550	2	1.100
Tarjeta FXO	2 pto. de voz	1.500	1	1.500
Tarjeta FXS	2 pto. de voz	1.500	1	1.500
Cable	DB25M a M34M	60	1	60
Cable	DB25M a DB25M	10	1	10
TOTAL				14.510
§				

TABLA 7.1

## 7.3.- ANALISIS DE COSTOS DE LA APLICACION

### DATOS & VOZ y DATOS

Vamos a realizar un analisis de los costos de la opcion de Voz sobre Frame Relay vs Los costos de llamadas regulares usando la compania Pacifictel, lo que nos permitira ver que la inversion en el hardware adicional en los equipos para la parte de voz, nos dara como resultado un ahorro en los costos operativos del uso del sistema de telefonia local.

EMPRESA CON 2 OFICINAS EN QUITO Y GUAYAQUIL

## Costo de llamadas UIO - GYE

Promedio de llamadas UIO - GYE	12
Promedio de llamadas GYE - UIO	12
Total de llamadas	24
Duracion por llamada	5 minutos
Costo de la llamada	1000 sucres
Costo de llamada por dia (sucres)	120.000
Costo de llamadas por mes (sucres)	2.400.000
Costo de llamadas por ano (sucres)	28.800.000

TABLA 7.2

## COSTO SOLUCION DE DATOS

Equipo Vanguard 320 - UIO US\$	1.357
Equipo Vanguard 320 - GYE US\$	1.357
TOTAL en equipos US\$	2.714

TABLA 7.3

## COSTO SOLUCION DE VOZ y DATOS

Equipo Vanguard 320 - UIO 2 Pto voz US\$	2.700
Equipo Vanguard 320 - GYE 2 Pto voz US\$	2.700
TOTAL en equipos US\$	5.400

TABLA 7.4

## COSTO DEL ENLACE

Costo del enlace 64Kbps UIO-GYE por mes	US\$	2.000
Costo del enlace 64Kbps UIO-GYE anual	US\$	24.000

TABLA 7.5

Total Equipos sin voz + servicio anual	US\$	26.714
Total Equipos con voz + servicio anual	US\$	29.400

COSTO DE LA OPCION DE VOZ: US\$ 2686

COSTO DEL DOLAR : S/. 5000,00

COSTO DE LA OPCION DE VOZ: S/.13'430.000,00

Esto representa un ahorro anual de S/. 15'370.000,00; ademas de que el costo del Hardware adicional solo se paga una vez, y siempre se puede acceder al servicio de voz, junto con las aplicaciones de datos existentes. La recuperacion de la inversion realizada se somete a los procedimientos normales de economia, dandonos margenes de rentabilidad mucho mas rapidamente que en casos donde solo se tienen aplicaciones de datos.

Analicemos ahora el caso en que se tiene varias agencias con una sola oficina central, donde se tendra solo un canal de voz con cada agencia remota. Como hemos visto en el caso aqui desarrollado, que utilizando la misma infraestructura de comunicaciones de datos, se puede realizar una actualizacion de hardware y obtener los resultados esperados.

EMPRESA CON 1 OFICINA CENTRAL Y 4 OFICINAS REMOTAS

## Costo de llamadas

Promedio de llamadas Oficina Central	50
Promedio de llamadas de 4 Oficinas remotas	48
Total de llamadas	98
Duracion por llamada	5 minutos
Costo de la llamada	1000 sucres
Costo de llamada por dia (sucres)	490.000
Costo de llamadas por mes (sucres)	9.800.000
Costo de llamadas por ano (sucres)	117.600.000

TABLA 7.6

## COSTO SOLUCION DE DATOS

Equipo Central MPR6520 US\$		4.200
Equipo Vanguard 320 - 4 agencias US\$	US\$	5.428
TOTAL en equipos US\$		9.628

TABLA 7.7

## COSTO SOLUCION DE VOZ y DATOS

Equipo Central MPR6520 4 Pto voz US\$	US\$	7.800
Equipo Vanguard 320 - GYE 2 Pto voz US\$	US\$	8.280
TOTAL en equipos US\$		16.080

TABLA 7.8

## COSTO DEL ENLACE

Costo 5 enlaces 64Kbps por mes US\$	US\$	10.000
Costo 5 enlaces 64Kbps anual US\$	US\$	120.000

TABLA 7.9

Total Equipos sin voz + servicio anual US\$	US\$	129.628
Total Equipos con voz + servicio anual US\$	US\$	136.080

COSTO DE LA OPCION DE VOZ: US\$ 6452

COSTO DEL DOLAR : S/. 5000,00

COSTO DE LA OPCION DE VOZ: S/.32'260.000,00

Esto representa un ahorro anual de S/. 85'340.000,00; ademas de que el costo del Hardware adicional solo se paga una vez, y siempre se puede acceder al servicio de voz, junto con las aplicaciones de datos existentes. Esto representa un ahorro substancial y reduce los costos globales operativos operativos, justificando la inversion en el hardware adicional, ahora debe considerarse que solo existe un canal de voz entre las agencias y la oficina central, con una inversión muy pequeña se puede ampliar la capacidad de las aplicaciones de voz utilizadas.

## CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

La explosión tecnológica que se originó en el momento de empezar a utilizar la Red de Conmutación de Paquetes (PSDN - Packet Switching Data Network ), abrió un sin número de oportunidades y posibilidades para aprovechar esta tecnología en la transmisión de voz, datos y video.

Es por esta razón que el diseño e implementación del proyecto anteriormente expuesto, si bien es cierto no tiene una gran dimensión, permite apreciar y analizar los aspectos Técnicos junto con el análisis de la relación costo-beneficio.

La implementación de la tecnología de voz, sobre enlaces destinados a la comunicación de datos involucra una serie de conceptos y principios que en algunos aspectos son totalmente opuestos uno de otro, pero que sin embargo han sido tratados de tal forma que los resultados sean una excelente calidad en la voz y un retardo a nivel de datos el menor que sea posible. Además, otra posibilidad que nos brindan estos equipos es la oportunidad de transmitir Video para monitoreo ocupando anchos de banda desde 2400 bps, e incluso video conferencia a través de enlaces Frame Relay; la integración de todas estas aplicaciones multimedia traerá consigo las mejoras en los servicios que pueden ofrecer las instituciones financieras, así como mayor rentabilidad, confiabilidad y una información en tiempo real, algo que el Banco de Crédito quiere lograr al implementar esta tecnología en sus enlaces.

## **ANEXO No. 1**

**PARAMETROS CONFIGURADOS EN LOS MPR6520, EN LA AGENCIA  
MALL DEL SOL Y LA MATRIZ DEL Bco. CREDITO**

La informacion que se encuentra a continuacion fue capturada desde el software de configuracion de los dispositivos Motorola.

\*.CTP

COM

(3) gye 24-MAR-1998 11:36 PAD-6 CONNECTED TO ControlPort

Connected to the Control Port on Node "gye", at 24-MAR-1998 11:36:49  
Motorola 6520 Router Node, Version V5.0\_Opt01\_6520  
Copyright (C) 1989-1995 Motorola, Inc.  
Information Systems Group  
Copyright (c) 1995 by AGE Logic Inc., San Diego, CA  
All rights reserved

Enter Password: (Si existe se lo ingresa, de lo contrario solo se pulsa <ENTER> )

Node: gye      Address: 200  
Menu: Main

Date: 24-MAR-1998 Time: 11:36:53  
Path: (Main)

1. Logout
2. Examine
3. List
4. Monitor
5. Status/statistics
6. Configure
7. Boot
8. Update System Parameters
9. Copy/Insert Record
10. Delete Record
11. Port/Station/Channel Control
12. Diagnostics
13. Default Node
14. Print Configuration
15. Configuration Save/Restore
16. Flash Memory
17. LAN Control Menu

#Enter Selection: 6

Node: gye      Address: 200  
Menu: Configure

Date: 24-MAR-1998 Time: 11:37:08  
Path: (Main.6)

- |                                    |                                     |
|------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Node                            | 19. BSTD Station Table              |
| 2. Port                            | 20. XDLC Port Stations              |
| 3. Configure Network Services      | 21. Configure Bridge                |
| 4. Inbound Call Translation Table  | 22. Configure LAN Connections       |
| 5. Outbound Call Translation Table | 23. Software Key Table              |
| 6. PAD Prompt Table                | 24. Configure Router                |
| 7. Calling Addr Translation Table  | 25. FRA Stations                    |
| 8. BSC/DSP3270 Device Table        | 26. LLC to SDLC Tables              |
| 9. NUI/Password Table              | 27. DORA Record                     |
| 10. PAD Profile Table              | 28. Network NUIC Record             |
| 11. Remote PAD Parameter Table     | 29. TCP                             |
| 12. Master MX25 Stations           | 30. Configure SNMP                  |
| 13. Node to node download          | 31. PPP Parameters                  |
| 14. SVC Broadcast Output Table     | 32. PPP Profiles                    |
| 15. PVC Broadcast Output Table     | 33. Virtual Port Mapping Table      |
| 16. SDLC Port Stations             | 34. Configure SPFM Connection Table |
| 17. FRI Stations                   | 35. SMDS Stations                   |
| 18. Internal DSD Table             | 36. ToW Table                       |

#Enter Selection: 1

### Node Record Configuration

Node Name: gye/  
Node Address: 200/  
Node Number: 200/  
Chassis Type: 6520/  
Maximum Routing Hops: 15/  
Maximum Routing Hops For Voice: 2/  
Hop Count Facility Code: 200/  
Control Port Subaddress: 98/  
Control Port Idle Disconnect Time (minutes): 10/  
Alarm Distribution: CTP/  
Alarm Printer Mnemonic: (blank)/  
Alarm Selection: HIGH+MED+CONN+LOW/  
Threshold Alarm Timer (minutes): 15/  
Broadcast Port Subaddress: 95/

\*Number of Broadcast Nets: 0/  
\*Number of Broadcast Input Channels: 1/  
\*Billing Printer Mnemonic: (blank)/  
\*Billing Record Call Threshold: 10/  
Maximum Billing Records: 100/  
\*Billing Record Timer (minutes): 0/  
PVC Billing Record Timer (minutes): 0/  
Maximum Simultaneous Calls: 100/  
Port Utilization Threshold (%): 75/  
Buffer Utilization Threshold (%): 75/  
CPU Utilization Threshold (%): 75/  
Port Error Threshold: 10/  
PAD Bulletin Message: (blank)/  
PAD Banner Message: ^M^JMotorola 6520 (node %N) port %P(%C)^M^J/  
DCP Facility: 201/  
\*Codex Proprietary Protocol ID: 192/  
\*LAN Connection Subaddress: 94/  
Contact: (blank)/  
Domain Name: (blank)/  
Node Location: (blank)/  
\*Traffic Priority: MED/  
\*Traffic Priority Step: 8/  
\*Max Frame Size: 2200/  
Motorola Facility: 202/  
\*Route Selection Table Size: 16/  
\*Mnemonic Table Size: 16/  
\*PVC Setup Table Size: 16/  
\*Inbound Call Translation Table Size: 64/  
\*Number of Network Services Channels: 1024/  
Node switched services security password: (blank)/  
\*Quantity of DSP Devices: 256/  
\*Quantity of SES Devices: 256/  
Primary NUIC Data Network Address: (blank)/  
Secondary NUIC Data Network Address: (blank)/  
Billing Printer2 Mnemonic: (blank)/  
E.164 format identifier: 09/  
DORM Subaddress: 91/  
Other DORM Address: (blank)/  
\*Number of X32 Ports: 50/  
\*DC enable facility: 61/  
\*DC negotiate facility: 62/

**\*Ring Frequency: 25Hz/**  
**\*Voice Switching Table Size: 16/**  
**Node Name: gyc/**  
**Node Address: 200/**  
**Node Number: 200/**  
**Chassis Type: 6520/;**

**Storing updated record in configuration memory**

Node: gye      Address: 200  
Menu: Configure

Date: 24-MAR-1998 Time: 11:37:31  
Path: (Main.6)

- |                                    |                                     |
|------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Node                            | 19. BSTD Station Table              |
| 2. Port                            | 20. XDLC Port Stations              |
| 3. Configure Network Services      | 21. Configure Bridge                |
| 4. Inbound Call Translation Table  | 22. Configure LAN Connections       |
| 5. Outbound Call Translation Table | 23. Software Key Table              |
| 6. PAD Prompt Table                | 24. Configure Router                |
| 7. Calling Addr Translation Table  | 25. FRA Stations                    |
| 8. BSC/DSP3270 Device Table        | 26. LLC to SDLC Tables              |
| 9. NUI/Password Table              | 27. DORA Record                     |
| 10. PAD Profile Table              | 28. Network NUIC Record             |
| 11. Remote PAD Parameter Table     | 29. TCP                             |
| 12. Master MX25 Stations           | 30. Configure SNMP                  |
| 13. Node to node download          | 31. PPP Parameters                  |
| 14. SVC Broadcast Output Table     | 32. PPP Profiles                    |
| 15. PVC Broadcast Output Table     | 33. Virtual Port Mapping Table      |
| 16. SDLC Port Stations             | 34. Configure SPFM Connection Table |
| 17. FRI Stations                   | 35. SMDS Stations                   |
| 18. Internal DSD Table             | 36. ToW Table                       |

#Enter Selection: 2

### Port Configuration

Port Number: 1/

- [1] \*Port Type: FRA/fr FRI
- [1] Connection Type: SIMP/
- [1] Clock Source: EXT/
- [1] Clock Speed: 64000/
- [1] \*Highest Station Number: 1/
- [1] Frame Sequence Counting: NORM/
- [1] Packet Sequence Counting: NORM/
- [1] Control Protocol Support: AUTO/
- [1] High Priority Station: 0/
- [1] Maximum Voice Bandwidth bits per sec: 2048000/
- [1] Segment Size When Voice Is Present: 64/
- [1] Segment Size When Voice Is Not Present: Disable/

[1] *Connection Type: SIMP/;*

Storing updated record in configuration memory

Node: gye      Address: 200  
Menu: Configure

Date: 24-MAR-1998 Time: 11:37:55  
Path: (Main.6)

- |                                    |                                     |
|------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Node                            | 19. BSTD Station Table              |
| 2. Port                            | 20. XDLC Port Stations              |
| 3. Configure Network Services      | 21. Configure Bridge                |
| 4. Inbound Call Translation Table  | 22. Configure LAN Connections       |
| 5. Outbound Call Translation Table | 23. Software Key Table              |
| 6. PAD Prompt Table                | 24. Configure Router                |
| 7. Calling Addr Translation Table  | 25. FRA Stations                    |
| 8. BSC/DSP3270 Device Table        | 26. LLC to SDLC Tables              |
| 9. NUI/Password Table              | 27. DORA Record                     |
| 10. PAD Profile Table              | 28. Network NUIC Record             |
| 11. Remote PAD Parameter Table     | 29. TCP                             |
| 12. Master MX25 Stations           | 30. Configure SNMP                  |
| 13. Node to node download          | 31. PPP Parameters                  |
| 14. SVC Broadcast Output Table     | 32. PPP Profiles                    |
| 15. PVC Broadcast Output Table     | 33. Virtual Port Mapping Table      |
| 16. SDLC Port Stations             | 34. Configure SPFM Connection Table |
| 17. FRI Stations                   | 35. SMDS Stations                   |
| 18. Internal DSD Table             | 36. ToW Table                       |

#Enter Selection: 17

Port Number: 1/

Station Number: 1/

[1] \*Station Type: ANNEX\_G/

[1] DLCI: 0/

[1] Committed Information Rate (CIR): 16000/

[1] Committed Burst Size (BC): 16000/

[1] End-to-End Transit Delay: 50/

[1] Congestion Control Mode: NORMAL/

[1] Voice Congestion Control Mode: Disabled/

[1] Link Address: DTE/

[1] \*Number of PVC Channels: 0/

[1] \*Starting PVC Channel Number: 1/

[1] \*Number of SVC Channels: 16/

[1] \*Starting SVC Channel Number: 1/

[1] \*Number of Voice SVC Channels: 0/

[1] Initial Frame: SABM/

[1] T1 Transmission Retry Timer (1/10 sec): 30/

[1] T4 Poll Timer: 40/  
[1] N2 Transmission Tries: 10/  
[1] K Frame Window: 7/  
[1] W Packet Window: 2/  
[1] P Packet Size: 128/  
[1] Data Queue Upper Threshold: 5/  
[1] Data Queue Lower Threshold: 0/  
[1] Restart Timer: 180/  
[1] Reset Timer: 180/  
[1] Call Timer: 200/  
[1] Clear Timer: 180/  
[1] X.25 Options: NONE/  
[1] Restricted Connection Destination: (blank)/  
[1] CUG Membership: --,--,--,--,--,--,--,--/  
[1] Billing Records: OFF/  
[1] Frame Segmenter: Disabled/  
[1] \*Station Type: ANNEX\_G/;

Storing updated record in configuration memory

Node: gye      Address: 200  
Menu: Configure

Date: 24-MAR-1998 Time: 11:38:14  
Path: (Main.6)

- |                                    |                                     |
|------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Node                            | 19. BSTD Station Table              |
| 2. Port                            | 20. XDLC Port Stations              |
| 3. Configure Network Services      | 21. Configure Bridge                |
| 4. Inbound Call Translation Table  | 22. Configure LAN Connections       |
| 5. Outbound Call Translation Table | 23. Software Key Table              |
| 6. PAD Prompt Table                | 24. Configure Router                |
| 7. Calling Addr Translation Table  | 25. FRA Stations                    |
| 8. BSC/DSP3270 Device Table        | 26. LLC to SDLC Tables              |
| 9. NUI/Password Table              | 27. DORA Record                     |
| 10. PAD Profile Table              | 28. Network NUIC Record             |
| 11. Remote PAD Parameter Table     | 29. TCP                             |
| 12. Master MX25 Stations           | 30. Configure SNMP                  |
| 13. Node to node download          | 31. PPP Parameters                  |
| 14. SVC Broadcast Output Table     | 32. PPP Profiles                    |
| 15. PVC Broadcast Output Table     | 33. Virtual Port Mapping Table      |
| 16. SDLC Port Stations             | 34. Configure SPFM Connection Table |
| 17. FRI Stations                   | 35. SMDS Stations                   |
| 18. Internal DSD Table             | 36. ToW Table                       |

#Enter Selection: 3

Node: gye      Address: 200  
Menu: Configure Network Services

Date: 24-MAR-1998    Time: 11:38:17  
Path: (Main.6.3)

1. Route Selection Table
2. PVC Setup Table
3. Mnemonic Table
4. Network Services Features Table
5. BoD Table
6. Switched Service Table
7. Calling Party ID Table
8. Voice Switch Table

#Enter Selection: 1

## Route Selection Table Configuration

Entry Number: 1/

[1] Address: 100/

[1] #1 Destination: FRA-3S1/

[1] #1 Priority: 1/

[1] #2 Destination: (blank)/

[1] #2 Priority: 1/

[1] #3 Destination: (blank)/

Entry Number: 2/

[2] Address: 300/

[2] #1 Destination: FRA-4S1/

[2] #1 Priority: 1/

[2] #2 Destination: (blank)/

[2] #2 Priority: 1/

Entry Number: 3/

[3] Address: (blank)/1000

[3] #1 Destination: (blank)/FRI-1S1

[3] #1 Priority: 1/;

**Warning: The following Destination(s) have a SYNTAX ERROR or they do not match a known PORT TYPE or NODE RESOURCE.**

**A valid LBU Destination will fail if the LBU table is misconfigured.**

**#1 Destination: FRI-1S1**

**Storing updated record in configuration memory**

Port Number: 2/

Node: LAB01 Address: 100  
Port Record Examination: Port 2

Date: 27-JUL-1995 Time: 22:02:43

Page: 1 of 2

[2] \*Port Type: VOICE  
[2] Interface Type: FXS  
[2] Signaling Mode: Normal  
[2] Compression Rate (KHz): 8k  
[2] DSI Control: Enabled  
[2] Smoothing Delay (msec): 20  
[2] Echo Canceller: Enabled  
[2] Echo Return Loss (dB): -12  
[2] Input Signal Level (dB): 0  
[2] Output Signal Level (dB): 0  
[2] FAX Support: Enabled  
[2] FAX Rate (KHz): 9.6k  
[2] Call Control: Offhook  
[2] Call Mnemonic: VOZ  
[2] Group Subaddress (Hunt Group): (blank)  
[2] Billing: OFF  
[2] Local Subscriber Address: (blank)  
[2] Enhance Debugging: NONE  
[2] Rx Signaling State Change Filter (msec): 10  
[2] Rx Disconnect Timer (msec): 1500  
[2] Rx Called End Disconnect Delay Timer (sec): 10  
[2] Rx Offhook Filter (msec): 100  
[2] Rx Minimum Flash Hook Time (msec): 300  
[2] Rx Maximum Flash Hook Time (msec): 1000  
[2] Re-configure DTMF/Pulse Digits and Wink/Delay Timer Parameters?: No  
[2] Re-configure Call Progress Tone Parameters?: No  
[2] FXS Loop Supervision Voltage: 24V

Node: gye Address: 200

Date: 24-MAR-1998 Time: 11:38:48

Menu: Main

Path: (Main)

1. Logout
2. Examine
3. List
4. Monitor
5. Status/statistics
6. Configure
7. Boot
8. Update System Parameters
9. Copy/Insert Record
10. Delete Record
11. Port/Station/Channel Control
12. Diagnostics
13. Default Node
14. Print Configuration
15. Configuration Save/Restore
16. Flash Memory
17. LAN Control Menu

#Enter Selection: 7

Node: gye      Address: 200  
Menu: Boot

Date: 24-MAR-1998 Time: 11:38:49  
Path: (Main.7)

- |                                    |                                 |
|------------------------------------|---------------------------------|
| 1. Port                            | 19. TCP boot                    |
| 2. Master MX25 Station             | 20. PPP Parameters and Profiles |
| 3. Table and Node Record           | 21. SPFM Connection Table Entry |
| 4. Node (warm)                     | 22. SMDS Stations               |
| 5. Node (cold)                     | 23. ToW Table                   |
| 6. Node (cold from alternate bank) | 24. VX Station                  |
| 7. SDLC Station                    | 25. (reserved)                  |
| 8. FRI Station                     | 26. (reserved)                  |
| 9. Internal DSD                    | 27. (reserved)                  |
| 10. XDLC Station                   | 28. (reserved)                  |
| 11. Bridge                         | 29. (reserved)                  |
| 12. Bridge Link                    | 30. SNMP Agent boot             |
| 13. LAN Connection                 |                                 |
| 14. Router Events                  |                                 |
| 15. Protocol Priority              |                                 |
| 16. FRA Station                    |                                 |
| 17. LLC to SDLC Stations           |                                 |
| 18. Network NUIC Record            |                                 |

#Enter Selection: 4

Boot the Node

**WARNING: Booting the node will cause all current calls to be abnormally disconnected. This operation may result in lost data and disruption of network user sessions.**

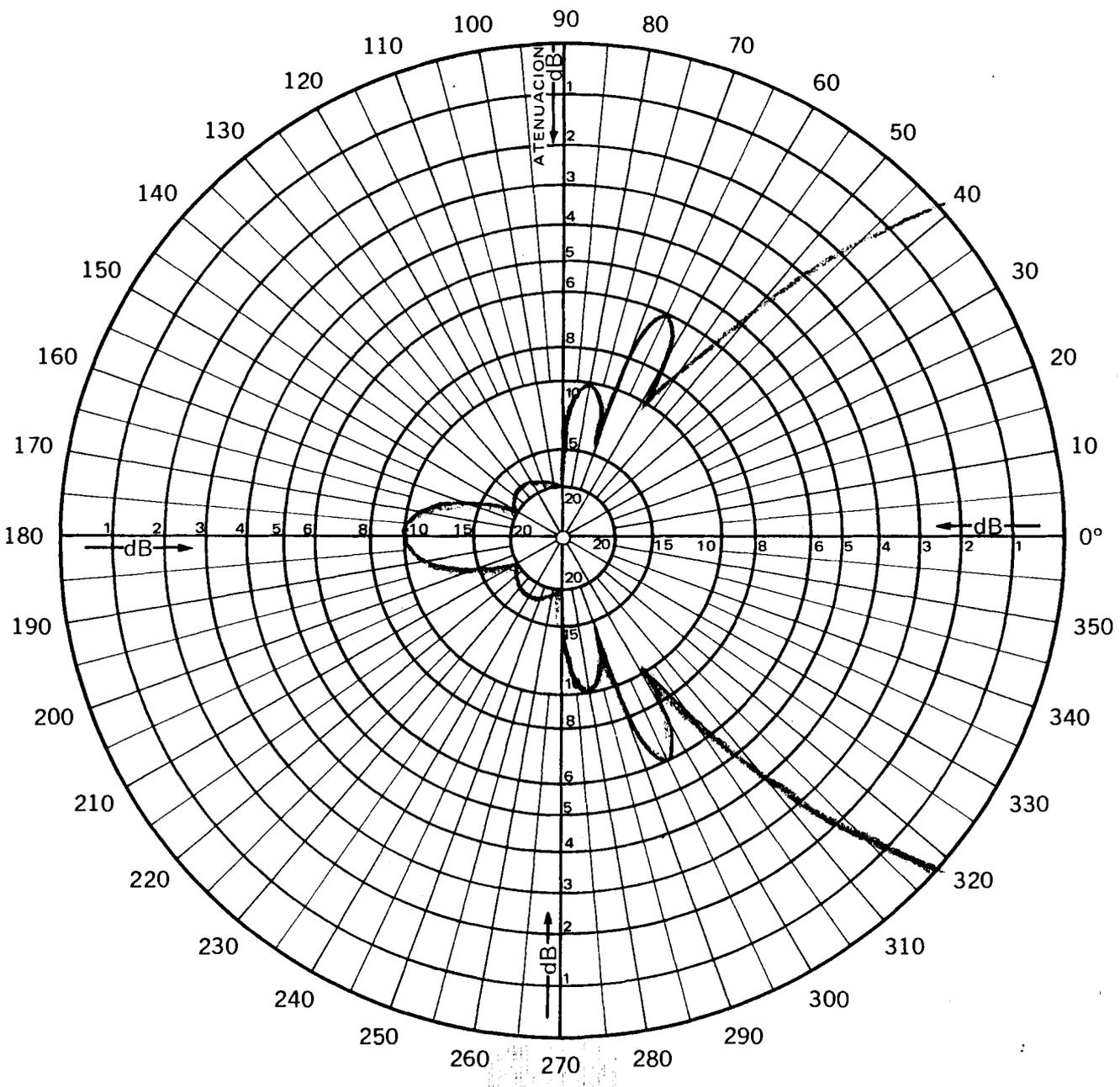
Proceed (y/n): Y

Al presionar "Y" se realiza un reset completo al equipo, para que todas las configuraciones sean actualizadas con los nuevos parametros.

## **ANEXO No. 2**

**PATRÓN DE IRRADIACIÓN DE LA ANTENA YAGI**

12.2 DIAGRAMA DE RADIACION VERTICAL PARA LAS ANTENAS DE LAS ESTACIONES \_\_\_\_\_



0 dB = EQUIVALENTE MAXIMO DE IRRADIACION

ANTENA TIPO: YAGUI

## **BIBLIOGRAFIA**

- **HERRERA PEREZ ENRIQUE, fundamentos de Ingenieria Telefónica**  
Editorial Limusa S.A, 1983
- **STALLIN WILLIAM, Data and Computer Communications**  
Prentice - Hall, Inc 1997 Quinta Edición
- **HAYT Jr. H. WILLIAN, Teoría Electromagnética**  
Mc Graw Hill, 1991 Quinta Edición
- **MOTOROLA CODEX, The Basic Book of X.25 Packet Switching**  
Motorola University Press 1992 Second Edition
- **MOTOROLA CODEX, The Basic Book of Frame Relay**  
Motorola University Press 1992 Second Edition
- **MOTOROLA CODEX, The Basic Book of Internetworking**  
Motorola University Press 1992 Second Edition
- **Centro de Capacitación - Uniplex S.A., Protocolo de Comunicaciones TCP/IP**  
Uniplex 1996
- **MOTOROLA ISG, Series Modem 326X V.34, V.34 SDC and V.32 Bis**  
Motorola 1996

- **MOTOROLA, Operation Manual 6500 Series Introduction and Installation**  
Motorola 1995
- **MOTOROLA, Operation Manual 6500 Series Configuration and Administratio**  
Motorola 1995
- **MOTOROLA, Operation Manual 6500 Series Option / Protocols Vol.1 , Vol 2**  
Motorola 1995
- **Ottati Roberto Aldo,**  
**TESIS “Red de Comunicación por Microonda Digital Guayaquil - Quito “**  
ESPOL, Guayaquil 1987
- **GARCIA DOMINGUEZ A., Cálculo de Antenas**  
Editorial Alfaomega Segunda Edición 1991