



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

## INGENIERÍA AVANZADA PARA LA MIGRACIÓN E INTEGRACIÓN DE REDES DE VOZ SOBRE IP

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
AREA ELECTRICA - ELECTRÓNICA  
P R E S E N T A N:  
MARGARITA VALDÉS MENDOZA  
MARCO ANTONIO VALDÉS MENDOZA

DIRECTOR DE TESIS: ING. JUAN FERNANDO SOLÓRZANO PALOMARES



CIUDAD UNIVERSITARIA

NOVIEMBRE DEL 2004

# CONTENIDO

---

## AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE	I
OBJETIVOS	VII
INTRODUCCIÓN	VIII
<b>CAPÍTULO TELEFONÍA</b>	
1.1- Conocimientos Básicos	1
1.2- Conmutación	2
1.2.1- Conmutación de circuitos	2
1.2.2- Conmutación de Paquetes	3
1.3- Multiplexación	5
1.3.1- Multiplexación por División de Frecuencia	5
1.3.2- Multiplexación por División de Tiempo	6
1.4- Digitalización de Voz	6
1.5- Señalización	7
1.5.1- Señalización de línea	8
1.5.2- Señalización de registro	8
1.5.3- Señales Acústicas	9
1.5.4- Señalización entre Centrales	9
1.5.4.1- Señalización por Canal Asociado (CAS)	10
1.5.4.2- Señalización por Canal Común (CCS)	10
1.5.4.3- Señalización R2	11
1.5.4.4- Señalización SS7	12
1.5.4.5- Señalización E&M	13
1.5.4.6- Señalización Qsig	13
1.6- Análisis de servicios telefónicos	14
1.6.1- Estructura de la Red Telefónica	14
1.6.2 -Central digital	15
1.6.3- Servicios integrales en la central	15
<b>CAPÍTULO II TCP/IP</b>	
2.1- Conocimientos Básicos de TCP/IP	18
2.2- Protocolo TCP/IP	19
2.2.1- Capa del Modelo TCP/IP	20
2.3- Flujo de Datos a través del Stok de Protocolos del Modelo DOD	23
2. 4- Protocolo IP	25
2.4.1- Direccionamiento IP	25
2.4.2- Asignación de Direcciones IP	28

2.4.3- Clasificación de Direcciones IP	29
2.4.4- Direcciones IP Especiales	30
2.5- Subdivisión de Redes	31
2.5.1- Definición de Mapas de Red	31
2.5.2- Máscara de subred	31
2.6- Conexión de Redes LAN's	33
2.6.1- Ruteo de Paquetes IP	33
2.6.2- Administración de Tabla de Ruteo	34
<b>CAPÍTULO III VOZ SOBRE IP</b>	
3.1- Voz sobre IP	38
3.1.1- Estándar VoIP (Voz sobre IP)	38
3.1.2- Elementos de una Red VoIP	40
3.1.3- Gateway de voz sobre IP	42
3.1.4- Funcionamiento de VoIP	43
3.1.5- Requerimientos para una Red VoIP	43
3.1.6- Calidad del servicio QoS	43
3.2- Telefonía IP	45
3.2.1- Componentes de la telefonía IP (ToIP)	45
3.2.2- Protocolos.	47
3.2.2.1- Protocolos de la ITU-T H.32	47
3.2.2.2- Protocolos de la ITU-T IETF	48
3.2.2.3- Protocolos de señalización SS7	49
3.2.2.4- Protocolo de tiempo real RTP/ RTPC	50
3.2.3- Funcionamiento de la telefonía IP (ToIP)	51
3.2.4- Calidad en el servicio	52
3.3- Protocolo H.323	53
3.3.1- Procedimiento de comunicación	54
3.3.2- Señalización y protocolos involucrados en H.323	56
3.3.3- Importancia del protocolo H.323	57
3.4- Ancho de Banda	57
3.5- Aplicación	58
3.6- Telefonía IP vs. Telefonía convencional	59
3.7- Ventajas e Inconvenientes	60
<b>CAPÍTULO IV PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO</b>	
4.1- Estado actual de la red	62
4.2- Necesidad del proyecto	64
4.3- Equipos participantes y sus características	65

4.3.1- PABX MC6550 (MATRA)	65
4.3.2- Definity Prologix (LUCENT)	66
4.3.3- Ruteador 3810 (CISCO)	67
4.3.4- Ruteador IGX 8400 (Cisco)	67
4.4- Justificación cambio a voz sobre IP	69
4.5- Esquema y Función de los equipos PABX MC6550 por Estado	71
4.5.1- Estructura MC6550(Matras)	71
4.5.2- Sitio 1 (Morelos)	74
4.5.3- Sitio 2 (Oaxaca)	76
4.5.4- Sitio 3 (Colima)	78
4.5.5- Sitio 4 (Sinaloa)	80
<b>CAPÍTULO V DISEÑO Y SOLUCIÓN DEL PROYECTO</b>	
5.1-Diseño del Proyecto	82
5.1.1-Evolución de los equipos MATRA a VoIP	82
5.1.2- Requerimiento de equipo para la trasmisión de VoIP y Telefonía IP	84
5.1.3- Solución presentada por el equipo Avaya	87
5.1.4- Interconexión	88
5.2 Solución al proyecto	88
5.2.1- Solución del diseño Morelos Y Colima	88
5.2.2- Solución del diseño Sinaloa	90
5.2.3- Solución del diseño Oaxaca	90
5.3- Análisis costo Beneficio	93
5.4- Ventajas y Desventajas	97
5.4.1- Ventajas	97
5.4.2- Desventajas	97
5.5- Resultados esperados	97
<b>IMÁGENES</b>	
Figura 1.1 Formas de Conmutación	2
Figura 1.2 Conmutación de Circuito	3
Figura 1.3 Conmutación de Paquetes	4
Figura 1.4 Multiplexación por División de Frecuencia	5
Figura 1.5 TDM ( Multiplexión por división de Tiempo)	6
Figura 1.6 Digitalización de la Voz	7
Figura 1.7 Señalización de Línea	8
Figura 1.8 Señalización de Registro	9
Figura 1.9 Señales Acústica	9
Figura 1.10 Señalización por Canal Asociado (CAS)	10
Figura 1.11 Señalización por Canal Común (CCS)	11

<b>Figura 1.12 Señalización R2</b>	<b>11</b>
<b>Figura 1.13 Sistema de Señalización No. 7 (SS7)</b>	<b>12</b>
<b>Figura 1.14 Acceso Básico y Primario</b>	<b>14</b>
<b>Figura 2.1 Demostración de las capas del modelo DOD</b>	<b>19</b>
<b>Figura. 2.2 Arquitectura detallada del modelo DOD</b>	<b>23</b>
<b>Figura 2.3 Flujo de datos</b>	<b>23</b>
<b>Figura 2.4 Nombre de Host</b>	<b>26</b>
<b>Figura 2.5 Dirección IP</b>	<b>28</b>
<b>Fig. 2.6 Formatos de dirección IP</b>	<b>29</b>
<b>Figura 2.7 Máscara de red por de fault</b>	<b>31</b>
<b>Figura 2.8 Posible número de subred para una computadora</b>	<b>32</b>
<b>Figura 2.9 Interconexión entre redes LAN</b>	<b>33</b>
<b>Figura 3.1 Pila de protocolos en VoIP</b>	<b>40</b>
<b>Figura 3.2 Elementos de una Red VoIP</b>	<b>41</b>
<b>Figura 3.3-Tres alternativas para señalización</b>	<b>45</b>
<b>Figura 3.4 Modelo de capas y protocolos utilizados en Telefonía- IP</b>	<b>47</b>
<b>Figura 3.5 Modelo de capas y mensajes en la conexión H.323</b>	<b>56</b>
<b>Figura 4.1 Diagrama de conexión</b>	<b>63</b>
<b>Figura 4.2 PABX MATRA</b>	<b>65</b>
<b>Figura 4.3 PABX LUCENT</b>	<b>66</b>
<b>Figura 4.4 Diagrama de flujo</b>	<b>69</b>
<b>Figura 4.5 Estructura MC65650 (MATRA)</b>	<b>72</b>
<b>Figura 4.6 Bastidor</b>	<b>72</b>
<b>Figura 4.7 Bastidor Morelos</b>	<b>74</b>
<b>Figura 4.8 Conexión Morelos</b>	<b>75</b>
<b>Figura 4.9 Bastidor Oaxaca</b>	<b>76</b>
<b>Figura 4.10 Conexión Oaxaca</b>	<b>77</b>
<b>Figura 4.11 Bastidor Colima</b>	<b>78</b>
<b>Figura 4.12 Conexiones Colima</b>	<b>79</b>
<b>Figura 4.13 Bastidor Sinaloa</b>	<b>80</b>
<b>Figura 4.14 Conexiones Sinaloa</b>	<b>81</b>
<b>Figura 5.1 Equipo M6550 IP</b>	
<b>Figura 5.1 Equipo M6550 IP</b>	<b>83</b>
<b>Figura 5.2 Centro de solución VoIP</b>	<b>85</b>
<b>Figura 5.3 Equipos Coneexity para VoIP y ToIP</b>	<b>86</b>
<b>Figura 5.4. Dibujo de la solución Avaya</b>	<b>87</b>
<b>Figura 5.5 Adaptador Ethernet</b>	<b>89</b>
<b>Figura 5.6 Parte posterior del equipo y sus adaptadores</b>	<b>92</b>
<b>Figura 5.7 PABX M6550 IP Oaxaca</b>	<b>92</b>

**TABLAS**

<b>Tabla 2.1 Descripción de las capas del modelo DOD</b>	<b>19</b>
<b>Tabla 2.2 Función de Protocolos de la Capa de Aplicación</b>	<b>20</b>

Tabla 2.3 Función de Protocolos de la Capa de Transporte	21
Tabla 2.4 Función de Protocolos IP	21
Tabla 2.5 Función de Manejadores de la Capa de acceso de red LAN y WAN	22
Tabla 2.6 Función de Manejadores de la Capa de acceso de red WAN	22
Tabla 2.7 Dominios de Internet	27
Tabla 2.8 Códigos para países	27
Tabla 2.9 Direcciones Especiales	30
Tabla 2.10 Números posibles de una subred	32
Tabla 2.11 Campos de Ruteo IP	34
Tabla 3.1 Componentes de la telefonía IP (ToIP)	46
Tabla 3.2 Modelo de capas y mensajes en la conexión H.323	55
Tabla 3.3 Protocolos H.323	57
Tabla 3.4 Ancho de banda requerido por los VoCodecs actuales	58
Tabla 4.1- Especificación Técnica PABX MC 6550 (MATRA)	66
Tabla 4.2- Especificación Técnica PABX (LUCENT)	66
Tabla 4.3-Especificaciones Técnicas para la serie MC3810 de Cisco	67
Tabla 4.4 Especificaciones Técnicas para el Módulo de Ruteo Universal IGX 8400	68
Tabla 4.5 Número de Extensiones	70
Tabla 4.6 Tabla de llamadas entrantes y salientes	70
Tabla 4.7 Costos por mes	71
Tabla 4.8 Tarjetas del cluster 0	73
Tabla 4.9 Módulo UCG	73
Tabla 4.10 Tarjetas del Estado de Morelos	75
Tabla 4.11 Tarjetas del Estado de Oaxaca	77
Tabla 4.12 Tarjetas del Estado de Colima	79
Tabla 5.1 Nuevas Tarjetas	83
Tabla 5.2 Equipo a cambiar	90
Tabla 5.3 Equipo a cambiar Oaxaca	91
Tabla 5.4 Costos solución Morelos, Colima, Sinaloa	93
Tabla 5.5 Costos solución Oaxaca	95

## GRÁFICAS

Gráfica 5.1 Renta Costo Actual Mensualmente/Renta Costo VoIP Mensualmente	94
Gráfica 5.2 Análisis costo Beneficio	94
Gráfica 5.3 Renta Costo Actual Mensualmente/Renta Costo VoIP Mensualmente Oaxaca	96
Gráfica 5.4 Análisis costo Beneficio Oaxaca	96

<b>COMENTARIOS</b>	<b>99</b>
<b>APÉNDICE</b>	<b>102</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>128</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>133</b>

# OBJETIVOS

---

- Dar a conocer las aplicaciones más relevantes de la tecnología en el área de telecomunicaciones para el planteamiento del diseño y migración de redes de voz sobre IP (VoIP).
- Conocer los principios, características y funcionamiento de la tecnología (VoIP), así mismo las especificaciones que relacionan la misma tecnología con la telefonía
- Especificar el planteamiento de un proyecto real donde se pueda demostrar las aplicaciones más relevantes para su desarrollo, levantamiento de necesidades, análisis, especificaciones, justificación, de la migración e integración de la Voz sobre IP (VoIP).
- Realizar el diseño del proyecto hasta obtener el mejor resultado de solución, analizando los costos contra los beneficios que brindaría a futuro la migración a VoIP, sus ventajas y desventajas que presentaría al realizarse.
- Al final se especificarán los resultados esperados, comentarios y conclusiones de la solución del proyecto.

# INTRODUCCIÓN

---

Las redes telefónicas de nuestros días han cambiado desde los años ochenta. Durante todo este tiempo los avances en redes de datos han sido muy importantes tanto en confiabilidad y capacidad como en costo.

Actualmente nos encontramos en el principio de las comunicaciones de voz sobre redes de datos. Desde hace tiempo los responsables de comunicaciones de las empresas tienen en mente la posibilidad de utilizar su infraestructura de datos para el transporte de tráfico de voz interno de las empresas. La aparición de VoIP (Voz sobre IP), junto con el desarrollo de los DSP'S (Procesador Digital de Señal) los cuales son claves en la compresión y descompresión de la voz (son los elementos que han hecho posible el despegue de estas tecnologías). Como marco para este avance se ha formalizado un estándar (H.323) que nos permite la compatibilidad entre los equipos de diversos fabricantes.

Es una de las principales razones que se aportará en esta tesis, donde se dará a conocer una de las mejores soluciones de migración e integración de una red telefónica convencional a nivel Nacional a Voz sobre IP (VoIP), donde se realizarán los estudio necesarios que conlleva un proyecto, como el análisis de los equipos que actualmente se tienen interconectados, los medios de comunicación, funciones y servicios utilizados. Al mismo tiempo se analizará la nueva tecnología en equipo que nos brindará la migración de la telefonía a IP, sus características, que cumpla con los servicios que actualmente tienen, sus beneficios adicionales, verificar si es necesario conectar equipos o software sobre los que se tienen ya establecidos o realizar un cambio. Tomando en cuenta el costo que se tendría que invertir y el tiempo en que se recuperaría esta inversión por su integración.

La tesis se compone de cinco unidades, tres de ellas hacen referencia a la tecnología, estructura y funcionalidad de las comunicaciones de voz y voz sobre IP, la otras dos unidades son las más importantes ya que en ella se realizarán el desarrollo y solución del proyecto.

En el capítulo uno se dará una breve explicación de la funcionalidad de la telefonía convencional, desde sus inicios hasta llegar a la digitalización, los esquemas que la hacen posible, como la conmutación, multiplexación, señalización y servicios.

En el capítulo dos se hace referencia al protocolo de comunicación TCP/IP que se utiliza para el transporte de datos, el análisis de su arquitectura y principalmente la

funcionalidad del protocolo IP que es el que ayuda a pasar los datos de un punto a otro, su direccionamiento y ruteo.

En la unidad tres se hace una breve introducción a la tecnología que involucra a VoIP (Voz sobre IP) como el protocolo H323, IETF etc. , así como las componentes y funcionalidad para el transporte de la voz como el proxy, gateway, gatekeeper y la calidad en el servicio de importancia como el Jitter y el ECO.

En el capítulo cuatro se realizará el análisis del problema, especificando las necesidades y factores que se presentan actualmente en la red para poder realizar la migración a VoIP, considerando la estructura actual de la red y la justificación que se tiene para realizar el cambio.

En el capítulo cinco se dará la solución al problema tomando los factores de cambio en los equipos participante, la planeación de diseño, las ventajas y desventajas que se presentarían a la solución, el análisis costo beneficio y los resultados esperados.

# CAPÍTULO I

# TELEFONÍA

---

A mediados del siglo XIX los telégrafos conformaban las primeras redes de comunicaciones de la era moderna, la codificación en Morse constituía un método simple y eficaz para la transmisión de información a largas distancias. Tal era la aceptación que gozaba la telegrafía que la invención del teléfono en 1876, fue considerada más una curiosidad tecnológica que un instrumento útil para las comunicaciones. Aunque el telégrafo se siguió utilizando durante más tiempo, el teléfono acabó por imponerse junto con las redes analógicas que fueron mayoritarias durante casi un siglo.

En esta unidad se dará una breve explicación del funcionamiento de la telefonía convencional. Esto nos dará un amplio panorama de su estructura y funcionamiento para poder realizar comparación con la telefonía IP.

## 1.1- Conocimientos Básicos.

Desde que A. Graham Bell inventó el teléfono, las redes analógicas han dominado el panorama de las comunicaciones durante más de un siglo. Han resultado adecuadas para la transmisión de voz a través de las redes telefónicas a pesar de que su uso extensivo presenta dos graves inconvenientes intrínsecos a su misma naturaleza, el ruido que inevitablemente se introduce y que resulta prácticamente imposible de eliminar, por otro lado, las dificultades para el almacenamiento, la reproducción fidedigna y análisis de las señales transmitidas. Otro inconveniente es la multiplexación que resulta excesivamente compleja cuando se han de continuar por separado varios canales.

Desde que se realizaron los primeros ensayos, la tecnología digital demostró ser más sólida que su equivalente (analógica), simplemente porque resultaba más fácil de manipular y almacenar. No obstante, el costo de los primeros equipos limitó su instalación a gran escala, quedando reducido su uso a unos pocos sectores. El concepto de telefonía digital ya fue desarrollado en los años treinta y las primeras implementaciones datan de los años cincuenta. Desde entonces la evolución hacia la digitalización ha utilizado dos fundamentos tecnológicos:

- Conmutación digital
- Transmisión digital

La utilidad de los nodos digitales, que se integran en una sola operación, conmutación y transmisión, dio lugar a las redes denominadas Integrated Digital Network (IDN) o redes totalmente digitales de extremo a extremo.

## 1.2- Conmutación.

La conmutación es una técnica que nos sirve para hacer un uso eficiente de los enlaces, cuando los datos hay que enviarlos a mediana y larga distancia, generalmente deben pasar por varios nodos intermedios. Estos nodos son los encargados de encauzar los datos para que lleguen a su destino. Hay nodos solamente conectados a otros nodos y su única misión es conmutar los datos internamente en la red.

Se utilizan dos técnicas de conmutación diferentes dentro del sistema telefónico, la conmutación de circuitos y conmutación de paquetes, ver figura 1.1 donde se muestran las formas de conmutación.

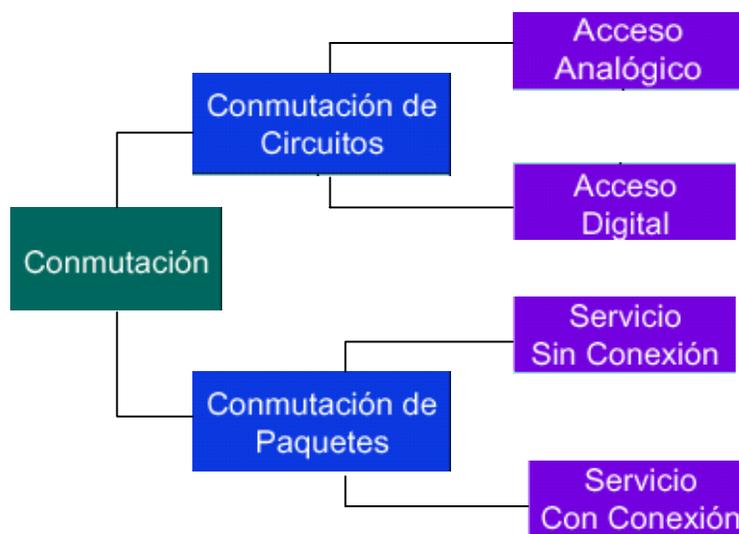


Figura 1.1 Formas de Conmutación

### 1.2.1- Conmutación de circuitos.

Es una conexión donde el equipo de conmutación del sistema telefónico busca una trayectoria física de “cobre” ( incluye la fibra y la radio) que vaya desde su teléfono emisor al del receptor ver figura 1.2.

Para cada conexión entre dos estaciones, los nodos intermedios dedican un canal lógico a dicha conexión, para establecer el contacto y el paso de la información de estación a estación a través de los nodos intermedios, donde se requieren de los tres siguientes pasos.

a) Establecimiento del circuito.

El emisor solicita a un cierto nodo el establecimiento de conexión hacia una estación receptora. Este nodo es el encargado de dedicar uno de sus canales lógicos a la estación emisora (suele existir de antemano). Este nodo es el encargado de encontrar

los nodos intermedios para llegar a la estación receptora, y para ello tiene en cuenta ciertos criterios de encaminamiento.

b) Transferencia de datos.

Una vez establecido el circuito exclusivo para esta transmisión (cada nodo reserva un canal para esta transmisión), la estación se trasmite desde el emisor hasta el receptor conmutando sin demoras de nodo en nodo (ya que estos nodos tienen reservado un canal lógico).

c) Desconexión del circuito.

Una vez terminada la transferencia, el emisor o el receptor indica a su nodo más inmediato que ha finalizado la conexión y este nodo informa al siguiente de este hecho y luego libera el canal dedicado, así de nodo en nodo hasta que todos han liberado este canal dedicado.

Para el tráfico de voz, donde pueden circular datos (voz) continuamente, puede ser un método bastante eficaz ya que el único retardo es el establecimiento de la conexión.

Cada nodo de conmutación de circuitos consta básicamente de un conmutador digital, circuito que tiene una serie de conexiones al exterior (cada uno es un canal) y una lógica de puertas interna que conecta unos canales con otros cuando se requieren estas conexiones. Por lo que dos canales conectados por el conmutador son como si estuvieran unidos sin interrupción. El conmutador posee la lógica de control suficiente para conectar y desconectar canales conforme sea necesario. Estos conmutadores deben permitir conexión full-duplex (típica en telefonía).

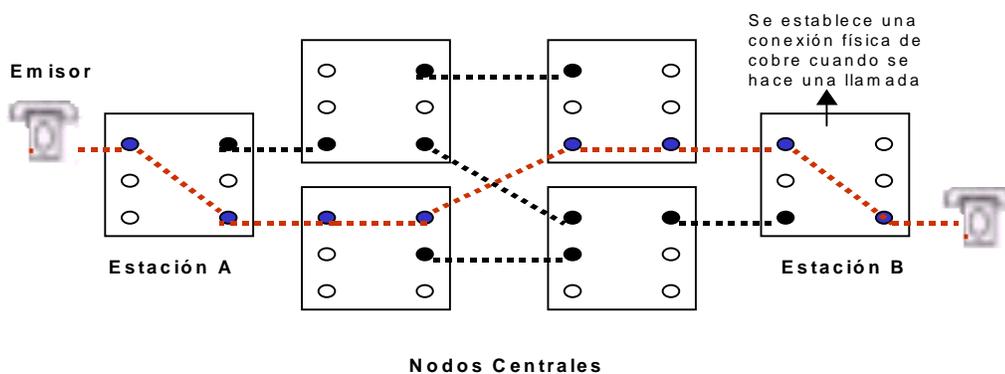
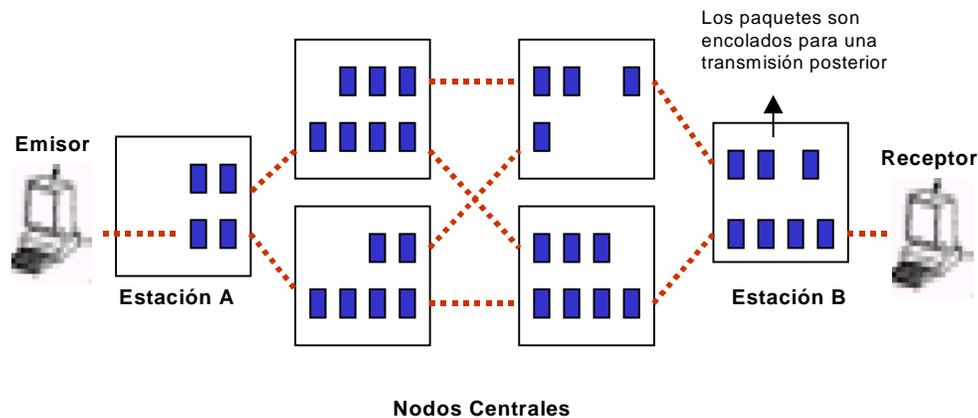


Figura 1.2 Conmutación de Circuitos

### 1.2.2- Conmutación de Paquetes.

En la conmutación de paquetes, los datos se transmiten en paquetes pequeños. Para transmitir grupos de datos mayor que el tamaño fijado para un paquete, el emisor divide estos grupos en paquetes menores y les adiciona una serie de bits de control.

En cada nodo, el paquete se recibe, se almacena durante un cierto tiempo y se trasmite hacia el emisor o hacia un nodo intermedio, ver figura 1.3.



**Figura 1.3 Conmutación de Paquetes**

Existen dos técnicas básicas para el envío de los paquetes, la técnica de datagrama y técnica de circuitos virtuales.

a) Técnica de datagrama.

Cada paquete se trata de forma independiente, es decir, el emisor enumera cada paquete, le añade información de control (por ejemplo número de paquete, nombre, dirección de destino, etc.) y lo envía hacia su destino. Puede ocurrir que por haber tomado caminos diferentes, un paquete con número, por ejemplo 6, llegue a su destino antes que el número 5, también puede ocurrir que se pierda el paquete número 4. Todo esto no lo sabe y no puede controlar el emisor, por lo que tiene que ser el receptor el encargado de ordenar los paquetes y saber cuáles se han perdido (para su posible reclamación al emisor), y para esto debe tener el software necesario.

b) Técnica de circuitos virtuales.

Antes de enviar los paquetes de datos, el emisor envía un paquete de control que es de petición de llamada, este paquete se encarga de establecer un camino lógico de nodo en nodo por donde irán uno a uno todos los paquetes de datos. De esta forma se establece un camino virtual para todo el grupo de paquetes. Este camino virtual será numerado o nombrado inicialmente en el emisor y será el paquete inicial de petición de llamada el encargado de ir informado a cada uno de los nodos por donde pasar y más adelante irán llegando los paquetes de datos con ese nombre o número. De esta forma, el encaminamiento sólo se hace una vez (para la petición de llamada). El sistema es similar a la conmutación de circuito pero se permite a cada nodo mantener multitud de circuitos virtuales a la vez.

Un aumento de tamaño de los paquetes implica que es más probable que lleguen erróneos, Pero una disminución de su tamaño implica que hay que añadir más información de control, por lo que la eficiencia disminuye.

### 1.3- Multiplexación.

Uno de los principales objetivos de todas las compañías telefónicas es agrupar el mayor número posible de conversaciones telefónicas en las líneas troncales; la técnica que permite hacer esto se denomina multiplexación, y puede hacerse básicamente de dos formas: FDM (Multiplexación por división de frecuencia) y TDM (Multiplexación por División de Tiempo)

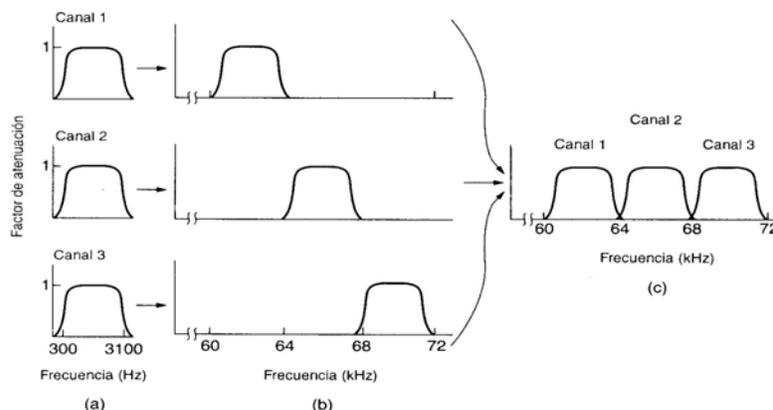
#### 1.3.1- Multiplexación por División de Frecuencia (FDM).

Se aplica normalmente cuando las señales son analógicas. El espectro de frecuencia se divide entre los canales lógicos, con cada usuario en posesión exclusiva de alguna banda de frecuencia.

Se asigna a cada canal telefónico de 3.1 kHz, un ancho de banda de 4 kHz, con lo que dispone de un margen de 450Hz de separación de otros canales, reduciendo así la interferencia con canales contiguos. Primero se eleva la frecuencia de los canales de voz, cada uno en una cantidad diferente, después de lo cual ya se pueden combinar, porque ahora no hay dos canales que ocupen la misma porción del espectro.

Los esquemas de FDM (Multiplexación por División de Frecuencia) que se emplean en el mundo están normalizados hasta cierto punto, un estándar muy difundido es el de 12 canales de voz a 4000Hz, multiplexados dentro de la banda de 60 a 108 kHz. Esta unidad se llama grupo. La banda de 12 a 60 kHz a veces se usa para otro grupo.

En la figura 1.4 se muestra como multiplexar tres canales telefónicos de grado de voz utilizando FDM. En el inciso (a) se muestran los anchos de banda originales, en el (b) los anchos de banda elevados en frecuencia y (c) el canal multiplexado.

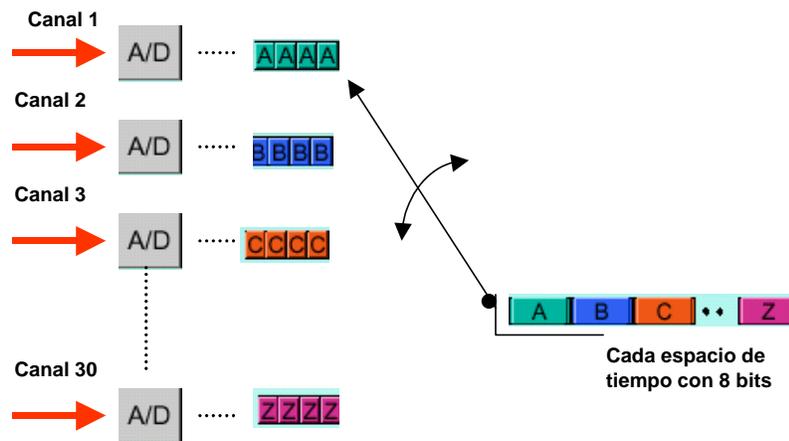


**Figura 1.4 Multiplexación por División de Frecuencia (FDM)**

### 1.3.2- Multiplexación por División de Tiempo (TDM).

El espacio de tiempo entre muestras nos da la oportunidad de hacer un muestreo a otras señales. Quiere decir que a cada señal le estamos asignando un espacio de tiempo de manera periódica. A esta técnica se le denomina TDM (Multiplexación por División de Tiempo).

En la figura 1.5 nos muestra la intercalación en el tiempo de muestras de diferentes fuentes, de tal forma que la información de todas sea transmitida en serie sobre un mismo canal de comunicación, así también como el método de combinar diversas señales de muestras en una secuencia definida.



**Figura 1.5 TDM (Multiplexación por División de Tiempo)**

Los usuarios esperan su espacio (por asignación cíclica), obteniendo cada uno en forma periódica, la banda entera durante un breve lapso de tiempo.

Se puede controlar por completo con electrónica digital, esta técnica sólo se puede aplicar a datos digitales. Puesto que los lazos locales producen señales analógicas, que requieren una conversión de analógico a digital en la oficina final, donde se reúnen todos los lazos locales individuales para combinarse en troncales de salida.

### 1.4- Digitalización de la Voz.

La técnica PCM (Pulse Code Modulation) se emplea para digitalizar la voz representando las muestras instantáneas de la misma, mediante palabras digitales que forman un tren de impulsos en serie. Para la digitalización de la voz en telefonía se hace uso de los siguientes elementos ver figura 1.6.

#### Transmisor:

- Filtrado para limitar en banda la señal a 4 kHz (Teorema de Nyquist)
- Muestreo (señal PAM (Pulse Amplitude Modulation) 8 kHz)

- Cuantificación y codificación (8 bits por muestra)

### Receptor:

- Decodificación y filtrado



**Figura 1.6 Digitalización de la Voz**

Por el teorema de Nyquist sabemos que la información de la señal podrá ser reproducida mediante la toma de muestras periódica en el tiempo. La frecuencia de las muestras deberá ser al menos del doble que el ancho de banda que se desea capturar. En la práctica se utilizan 8kHz, que corresponden a los 4kHz de un canal telefónico (3,1 kHz útiles mas 450Hz de margen a cada lado).

El codec (codificador-decodificador) que convierte la señal analógica en digital produce para cada muestra un número de 7 u 8 bits, tomado 8000 muestras por segundo (125seg/muestra).

El proceso de codificación se realiza en conjunto con la cuantificación y consiste en asignar un grupo de bits para representar la muestra de manera binaria. La longitud de grupo de bits es variable y depende de la aplicación. En la telefonía convencional se define una longitud de palabra de 8 bits con la cual se tiene 256 niveles de cuantificación.

Las principales ventajas de las señales digitales son el tener mayor capacidad de transmisión, incremento en la calidad y la integración de señales de voz, video, imagen de datos.

### 1.5- Señalización.

Es la transferencia de elementos de información (señales) relacionadas a un circuito en particular a una transacción o administración de la red.

Los sistemas de señalización son la base para proporcionar el control en tiempo real, de las operaciones actuales de las Redes de Telecomunicaciones de control distribuido, por medio del intercambio de información entre elementos de las redes como bases de

datos, nodos de conmutación, terminales, entre redes públicas y privadas, desempeñando las siguientes funciones:

- Supervisión del estado de una línea o circuito, para determinar si esta libre, ocupando o solicitando un servicio
- Selección de los medios de transmisión adecuados de acuerdo a las rutas, para lograr la conexión mediante los elementos de conmutación
- Tarifación del servicio prestado

### 1.5.1- Señalización de línea.

Sirve para indicar los distintos estados del circuito o enlace de abonado (libre, ocupado, etc.) es decir, realiza el proceso de establecimiento de un circuito dependiendo del estado del mismo.

En los sistemas PCM esta señalización se realiza mediante cambios de estado sobre bits designados para esta función y los sistemas analógicos utilizan frecuencias fijas en bandas o tonos para realizar las mismas funciones ver figura 1.7.

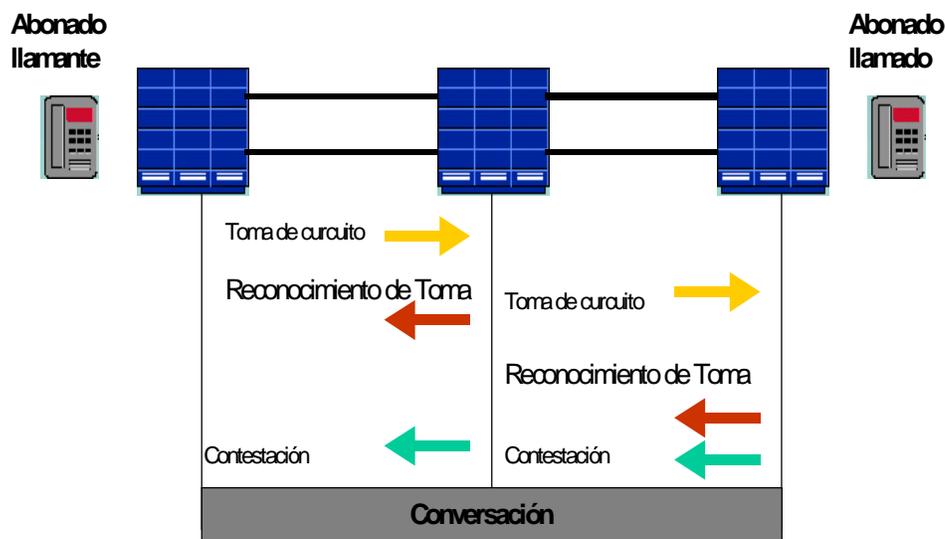


Figura 1.7 Señalización de Línea

### 1.5.2- Señalización de registro.

Sirve para enviar a la central telefónica la información del número de abonado con el que se requiere establecer la comunicación o bien para la activación de servicios especiales en las centrales digitales, maneja la información de los tipos y los distintos estados de los abonados, así como la información del abonado con quien se quiere establecer la comunicación y se realiza entre los elementos de control de las centrales ver figura 1.8.

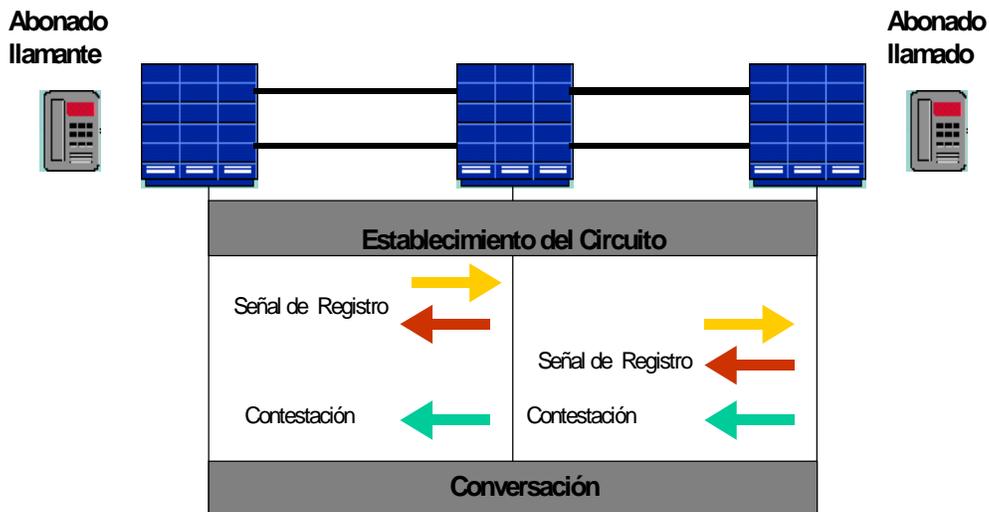


Figura 1.8 Señalización de Registro

### 1.5.3- Señales Acústicas.

La señal de timbrado se genera hacia el abonado llamando y al mismo tiempo se genera el tono de llamada hacia el abonado llamante de tal forma, que éste se entere que su llamada ha sido procesada y que se le esta avisando (timbrado) al abonado con quien desea comunicarse ver figura 1.9.

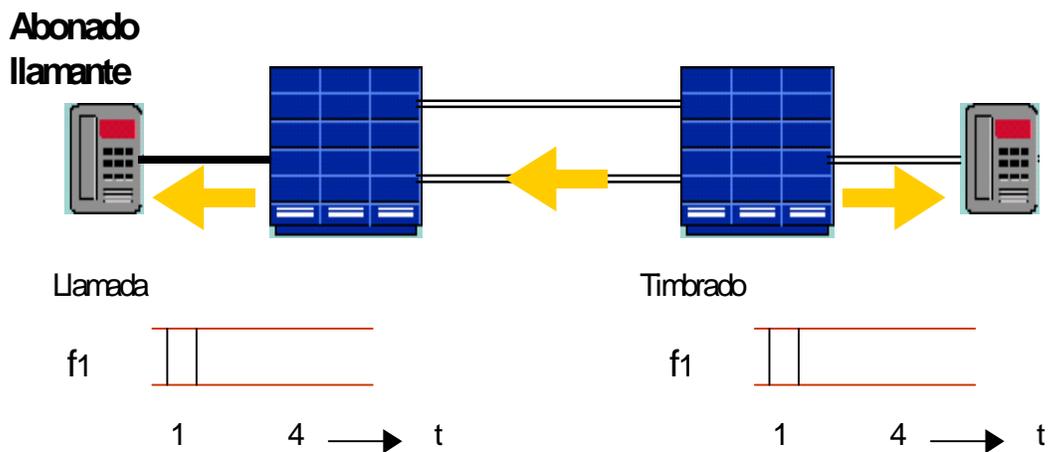


Figura 1.9 Señales Acústicas

### 1.5.4- Señalización entre Centrales.

La comunicación entre Centrales se maneja por dos principales tipos de señalización, la Señalización por canal asociado (CAS) y Señalización por canal común (CCS).

### 1.5.4.1- Señalización por Canal Asociado (CAS).

Es un sistema de señalización donde las señales de supervisión son transportadas por el mismo circuito, ya sea dentro del ancho de banda asociado al canal de voz o transportado por un canal separado, el cual forma una parte integral de la vía.

Por ejemplo en PCM, la información esta contenida en la ranura 16 de una trama E1, es decir, se reserva el TS 16 de las tramas del 1 al 15 para llevar la señalización de línea, llevando información del estado del circuito con 4 bits por canal, tomando dos por trama y así completar los 30 canales de información ver figura 1.10.

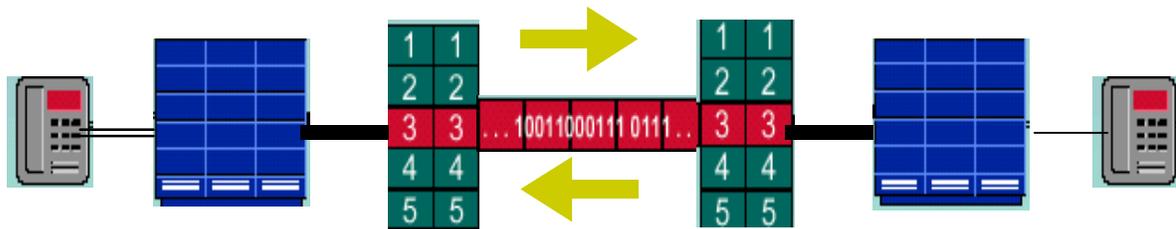


Figura 1.10 Señalización por Canal Asociado (CAS)

### 1.5.4.2- Señalización por Canal Común (CCS).

Es un sistema de señalización de aplicación general y se encuentra normalizado de manera internacional. En este método la señalización de todos los canales se hace por un canal específico, dentro de los disponibles. Varios canales de información se combinan junto con los de señalización dentro de un medio de transmisión común, para lo cual las distintas señales se codifican y mezclan en el extremo emisor, realizándose el proceso contrario en el receptor, para recuperar la señal digital original, ver figura 1.11, sus atributos son:

- Optimizar el funcionamiento de las redes de telecomunicaciones digitales constituidas por centrales con control por programa almacenado en computadoras
- Proporciona la transferencia e intercambio de información entre procesadores dentro de las redes de telecomunicaciones para el control de llamadas a distancia, así como también para la gestión y mantenimiento de la red
- Ofrece el medio más seguro de transferencia de información, conservando la secuencia correcta de datos, sin pérdidas ni duplicaciones de mensajes



**Figura 1.11 Señalización por Canal Común (CCS)**

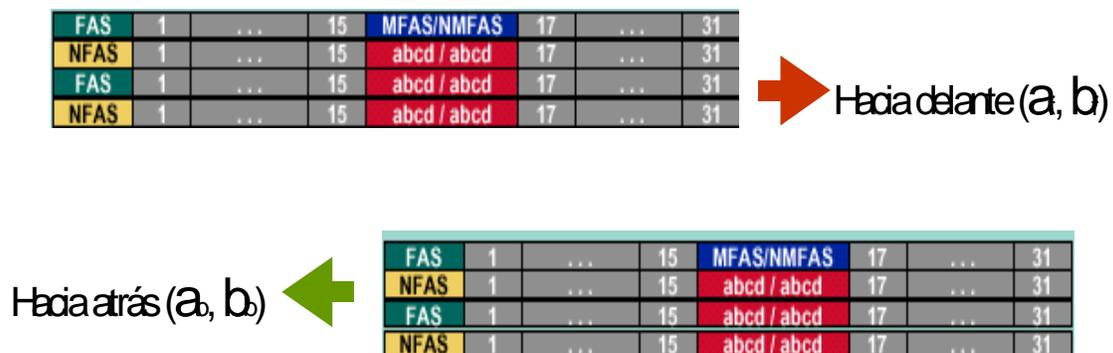
Para el caso de una señal E1, la información de señalización es transportada por un canal común, o bien un TS, en donde la información es un protocolo de datos que en conjunto maneja la señalización en todos los circuitos.

Puede establecer los circuitos y llamadas, es decir, de forma lógica realiza las funciones de señalización de línea y de registro de todos los TS del E1 por un canal común a ellos.

**1.5.4.3- Señalización R2.**

El sistema R2 es un ejemplo de la Señalización por Canal Común (CAS). Opera automática y semi-automáticamente. El sentido para los sistemas de transmisión digitales es bidireccional y para los analógicos es unidireccional. Utiliza la técnica de secuencia obligada usando un tono de 3825Hz y consiste en el envío de una señal (hacia delante) y recepción de una confirmación (hacia atrás), con objeto de tener una seguridad total.

La versión digital utiliza dos canales de señalización en cada dirección de transmisión por cada circuito de voz. Estas señales de línea se transmiten sección-a-sección, en la dirección hacia delante se establece  $bf = 0$  permanentemente y los bits  $c$  y  $d$  en ambas direcciones permanecen en los estados "0" y "1" respectivamente (México) ver figura 1.12.



**Figura 1.12 Señalización R2**

El equipo de señalización utilizado en el Sistema R2 consta de 2 partes:

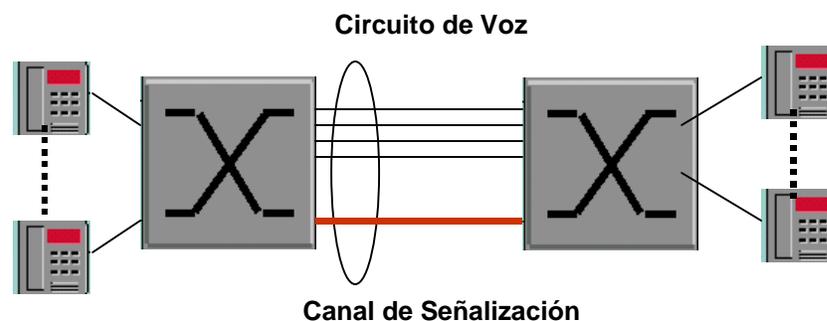
- **Señalización de línea:** para sistemas de portadoras, versión analógica, señales de línea o supervisión, fuera de banda, presencia y ausencia de tono de nivel bajo; señalización de línea para sistema PCM versión digital.
- **Señalización de registro:** para señales de dirección, extremo-a-extremo y grupos de 6 frecuencias en banda.

Como ventaja se caracteriza por tener un enrutamiento mejorado, información detallada en caso de congestión, información acerca de la naturaleza de la llamada, información acerca de la condición de líneas de abonado, llamadas sin cargo, información completa de la dirección.

#### 1.5.4.4- Señalización SS7.

El Sistema de Señalización No.7 (SS7) es un ejemplo de Señalización por Canal Común (CCS). Reside en la amplia gama de servicios que los usuarios pueden recibir y en la arquitectura robusta que lo respalda. Es importante notar que por cuestiones de capacidad y seguridad de la red, puede existir mas de un enlace de señalización entre dos puntos adyacentes de señalización, cada uno de ellos de 56 ó 64 Kbps.

Surge como un modelo que permite la señalización en cualquiera de los nodos de la red y consiste en el uso de un canal diferente al canal de voz, destinado únicamente a la señalización. Esta separación permite que por un lado se tenga un canal que lleve la conversación y por otro un canal de señalización, de manera que ambos se lleven a cabo de manera independiente ver figura 1.13.



**Figura 1.13 Sistema de Señalización No. 7 (SS7)**

Es un sistema de señalización fuera de banda que se caracteriza por la transmisión de paquetes de datos a alta velocidad y por la posibilidad de permitir la señalización entre diferentes elementos de la red, entre los cuales no se tiene una comunicación directa.

Su arquitectura se distingue por tres diferentes puntos de señalización.

- De punto (SP): Son centrales telefónicas y su función es de donde se originan o conmutan las llamadas.
- Transferencia (STP): Su función básica es de conmutar y enrutar las unidades de señalización a los puntos de destino, puede hacerse una analogía a un conmutador de paquetes de datos.
- Control (SCP): Son centrales de control y bases de datos, en donde se concentra la información de los abonados y en donde se hacen consultas especiales para la prestación del servicio.

La arquitectura SS7 consiste en un conjunto interconectado de elementos que intercambian mensajes para llevar a cabo funciones de señalización. Al igual que otros protocolos recientes, SS7 se encuentra dividido en capas y presenta similitudes en el modelo OSI. El nivel 1 es el enlace de datos de señalización, el nivel 2 control de enlaces de señalización, nivel 3 transferencia y conexión, nivel 4 tipo de usuario y partes de aplicación.

#### **1.5.4.5- Señalización E&M.**

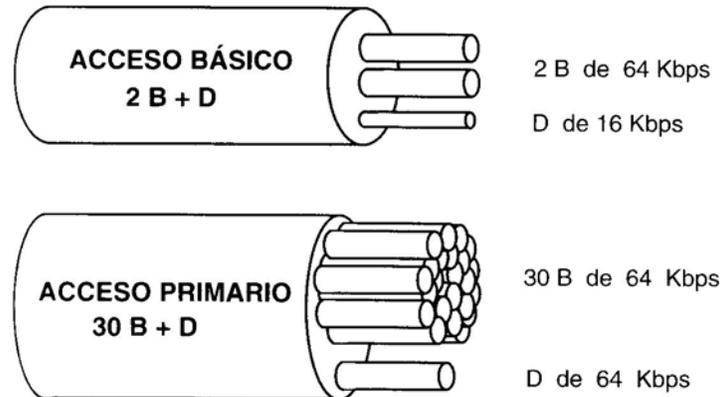
Es una señalización a 6 hilos (4 para comunicación y dos para señalización) entre centrales enlazadas. Los hilos E (Earth) y M (Mouth) son para la señalización entrante y saliente respectivamente, existiendo diversas versiones en la manera de funcionar y comprende la señal de línea orientada al establecimiento de un canal de comunicación entre las centrales con las terminales asociadas para la transferencia entre registros, que tiene como función la transferencia de la dirección del abonado destino.

#### **1.5.4.6- Señalización Qsig.**

Es un protocolo basado en ISDN, habilita la señalización entre nodos y es ampliamente desplegado para la interoperabilidad de diferentes equipos y plataformas de comunicación de voz, es una aplicación del sistema por Canal Común SSNo.7, donde la señalización se transporta por el canal D, que es independiente de los datos que discurren por los canales B. Todos ellos son digitales, full-duplex, el acceso al canal D se resuelve mediante un protocolo de contención, mientras que los canales B son asignados por la red a las terminales que han ganado su acceso al canal D y luego han logrado conectarse con otros usuarios, existen dos tipos de accesos, el Básico y Primario ver figura 1.14.

**Básico:** proporciona dos canales B y un canal D (2B + D). Es una configuración para entornos con bajo volumen de tráfico.

**Primario:** En Europa proporciona 30 canales B y uno D (30B + D). Apropiado para un entorno de alto volumen de tráfico, en EE.UU el acceso puede ser de 23B+ D.



**Figura 1.14 Acceso Básico y Primario**

## 1.6- Análisis de servicios telefónicos.

La comunicación telefónica es el proceso mediante el cual se establece y mantiene un circuito de comunicación capaz de permitir el intercambio de información entre dos usuarios cualesquiera. La imposibilidad de tener permanentemente conectados a todos los usuarios entre sí, con dedicación exclusiva de ciertos medios para su uso, es lo que hace necesario el empleo de un sistema que permita establecer el enlace para la comunicación solamente durante el tiempo que ésta dure.

Las centrales de comunicación son las encargadas de establecer el enlace entre el abonado llamante y el llamado, además, se puede obtener toda una serie de servicios complementarios, algunos de ellos muy útiles para los usuarios, si las centrales que intervienen en el proceso son digitales de la última generación.

### 1.6.1-Estructura de la Red Telefónica.

La estructura de la red telefónica permite adaptarse a las necesidades de los usuarios, optimizando al mismo tiempo su gestión y administración. Atendiendo a la distribución geográfica se tienen tres tipos de redes:

#### **Urbana o de corta distancia:**

Dentro de éstas se engloban los circuitos de abonados y los de enlace entre centrales locales, para transmisión en banda base o baja frecuencia.

**Interurbanas o de largas distancias:**

Esta es la encargada de proporcionar los enlaces entre centrales localizadas en diferentes ciudades; ello hace que las distancias sean mayores.

**Internacionales:**

Para dar curso al tráfico entre diferentes países se necesita de la interconexión entre las centrales internacionales. Esta se realiza mediante enlaces de alta capacidad (varios miles de circuitos full-duplex) y confiabilidad, constituidos funcionalmente por enlaces terrestres, submarinos o vía satélite.

**1.6.2 -Central Telefónica.**

Para cubrir las necesidades de la conmutación telefónica de una empresa mediana o grande se necesita ciertos equipos (PABX) similares a los instalados en las redes públicas.

Una central privada automática de conmutación para aplicaciones telefónicas, denominadas generalmente PABX (Private Automatic Branch Exchange), es un equipo que tiene control por software y hardware (procesadores, selectores, extensiones, etc.), proporciona funciones de comunicación a los usuarios que están conectados y permite conmutar sus llamadas internas sin necesidad de acceder a la red pública de conmutación.

**1.6.3- Servicios integrales en la central.**

Los servicios integrales, son aquellos que pueden ser facilitados por la propia central. Entre ellos los más característicos son los siguientes:

**Distribución Automática de Llamadas (ACD):**

Es un programa de gestión que permite que las llamadas a un mismo número sean atendidas por grupos de agentes, estableciéndose colas de llamadas, atenciones prioritarias, supervisiones de los grupos, etc. proporcionando estadísticas de ocupación y desbordamiento.

**Aplicación de hotel:**

Mediante un programa específico es posible establecer funciones tales como, conocer el estado de la habitación, llamadas realizadas por el huésped y su importe, servicio de despertador, dejar avisos etc.

**Conexión con ordenadores:**

Esta facilidad permite comunicarse mediante un protocolo estándar, denominado CSTA (Computer Supported Telephony Applications), con ordenadores donde corren aplicaciones de uso general. Un ejemplo de este tipo de aplicaciones sería la conexión a un PBAX con una funcionalidad integrada de ACD y un ordenador donde residan bases de datos del cliente.

**Función de Red:**

Establece redes privadas, donde el software integrado en la central permite realizar las funciones de señalización con otras centrales mediante diferentes formas de señalización.

**Medidas de tráfico:** La central realiza medidas del comportamiento de los abonados y enlaces, con el objeto de informar acerca de la situación, tanto puntual como en el tiempo.

**Integración de voz / datos:** Es capaz de integrar en la misma línea de acceso tanto tráfico de voz como de datos, así como de transportar esta información de forma transparente a través de sus elementos de conmutación hacia otros destinos.

**Sistema de mensajería vocal:** El equipo permite la grabación individualizada de mensajes recibidos por el usuario.

**Ayuda a operadora:** Es un directorio integrado que al recibir una llamada presenta automáticamente toda la información referente al usuario que llama.

**Directorio Telefónico:** Mediante una base de datos conectada a la central se puede mantener al día y editar un completo listado de las personas de la organización.

**Gestión de la tarificación:** Un elemento importante para las empresas es conocer cómo se distribuyen los gastos telefónicos. Se pueden conocer el tipo de llamada realizadas, duración, costo, destino y origen, etc.

**Integración busca personas:** Una necesidad cada vez mayor es la de tener localizadas a determinadas personas cuando éstas se mueven por los recintos de oficinas y fabricas.

**Conmutadores de paquetes:** Mediante un enlace digital uno de los conmutadores de paquetes x.25 de la red de datos puede utilizar los enlaces establecidos, conmutación de circuito, como líneas de enlaces entre los propios conmutadores de paquetes, lo que facilita la interconectividad.

**Extensiones Inalámbricas:** Es equipo que permite la movilidad del terminal por el recinto de una empresa, dependiendo lógicamente de la cobertura radio de que disponga el estándar DECT.

**Sistemas de videoconferencias:** Mediante una conexión con mayor ancho de banda, típicamente de 6x64 Kbit/s o 2Mbit/s se pueden realizar videoconferencias a través del PABX, e incluso con otras localizaciones mediante la conexión digital a la RDSI o a través de la estructura de una red privada de comunicaciones.

# CAPÍTULO II

## TCP/IP

---

En 1973, la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada para la Defensa (DARPA), de los Estados Unidos, inició un programa para la investigación de tecnologías que permitieran la transmisión de paquetes de información entre redes de diferentes tipos y características. El proyecto tenía por objetivo la interconexión de redes, por lo que se le denominó "Internetting", y a la familia de redes de computadoras que surgieron de esta investigación se le denominó "Internet". Los protocolos desarrollados se denominaron el Conjunto de Protocolos TCP/IP, que surgieron de dos conjuntos previamente desarrollados. El Protocolo de Control de Transmisión (Transmission Control Protocol (TCP)) e Internet (Internet Protocol (IP)).

### 2.1- Conocimientos Básicos de TCP/IP.

Es un conjunto de protocolos de comunicación, creados para permitir la colaboración y la partición de recursos entre ordenadores conectados entre sí, definida como "red" (network).

El Protocolo de Control de Transmisión (TCP) está orientado a la conexión, asegura que los paquetes que componen un mensaje se entreguen desde un punto "X" hasta un punto "Y" por orden y se transmitan sin errores. En concreto TCP proporciona los siguientes servicios:

#### **Reconocimiento:**

TCP/IP Informa a los emisores de que el receptor propuesto ha recibido el paquete.

**Suma de Comprobación:** Calcula un total del control conocido como suma de comprobación para detectar errores en la transmisión.

**Control de Flujo:** El control de flujo de TCP reduce la frecuencia de los paquetes perdidos.

**Retransmisión:** Retransmite de forma automática los paquetes perdidos o erróneos.

**Secuenciamiento:** Utiliza números de paquete para verificar que se reciban en el orden enviado.

El protocolo Internet (IP) es sin conexión, entrega paquetes de un punto "X" a un punto "Y" sin garantía (el emisor y el receptor son responsables de la secuencia de los paquetes y de la detección de errores).

IP proporciona un servicio de datagramas. Un datagrama es un paquete auto contenido encaminado a uno o varios nodos, sin servicios como reconocimiento, suma de comprobación, control de flujo, retransmisión o secuencia. Como no incluye estos servicios IP es más rápido y eficiente que TCP.

## 2.2- Protocolo TCP/IP.

El Protocolo TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) se desarrolló como arquitectura en niveles. Se diseñó para poder intercambiar las partes de cada nivel según el tipo de conexión que se utiliza.

Se compone de cuatro capas, que colectivamente definen el modelo DOD (Department of Defense). Cada capa es responsable de realizar funciones específicas de interconexión y puede incluir algunos protocolos. La figura 2.1 muestra los modelos de red DOD /OSI y la tabla 2.1 nos describe cada una de las capas del modelo DOD.



**Figura 2.1 Demostración de las capas del modelo DOD y OSI.**

<b>Tabla 2.1 Descripción de las capas del modelo DOD</b>	
<b>Capas DOD</b>	<b>Descripción</b>
Aplicación	Es la Interconexión de usuarios, provee ampliaciones específicas entre dos host y realiza un mapeo de la capa de Aplicación, Presentación y Sesión del modelo OSI.
Host-to-Host	Mantiene la integridad de los datos, la fiabilidad y comunicación de punto a punto entre sistemas; asegura la entrega libre de errores de las unidades de datos, dentro de una secuencia correcta y sin pérdidas o duplicidad, mapea a la capa de transporte del modelo OSI.
Internet	Enruta paquetes entre diferentes host o redes, mapea a la capa de red del modelo OSI.
Acceso de Red	Define la Interconexión física entre hosts, engloba a la capa física y de enlace de datos del modelo OSI.

## 2.2.1- Capas del Modelo TCP / IP.

### Capa de aplicación:

Las aplicaciones de TCP/IP usualmente incluyen un cliente y un programa servidor. Típicamente, un programa servidor no está corriendo continuamente en la máquina servidor, por el contrario es disparado por algunos eventos, como es el requerimiento de un cliente.

A continuación se describe en la tabla 2.2 la función de algunos de los protocolos más comunes de la Capa de Aplicación.

<b>Tabla 2.2 Función de Protocolos de la Capa de Aplicación</b>	
<b>Protocolo</b>	<b>Descripción</b>
Protocolo para la conexión remota de terminales <b>TELNET</b>	Esto permite a un usuario de una máquina registrarse en otra máquina, y actuar como si estuviera directamente frente a la segunda máquina.
Protocolo de transferencia de Archivos <b>FTP</b>	Permite que un archivo de un sistema se copie a otro sistema. No es necesario que el usuario se registre como usuario completo en la máquina a la que desea tener acceso.
Protocolo de transferencia de archivo trivial <b>TFTP</b>	Es un protocolo de transferencia de archivos muy sencillo, sin complicaciones, que carece totalmente de seguridad.
<b>X Windows</b>	Protocolo de software para un sistema de ventanas distribuidas. X utiliza IP como protocolo de transporte
Protocolo simple de transferencia de correo <b>SMTP</b>	Se utiliza para transferir correo electrónico. Transparente para el usuario, conecta distintas máquinas y trasfiere mensajes de correo.
Impresión Remota <b>RPR.</b>	Permite a un usuario de una máquina enviar trabajos de impresión a otras máquinas que tengan impresoras conectadas y se usa normalmente para compartir impresora en un grupo de trabajo.
Protocolo de administración simple de red <b>SNMP</b>	Emplea términos diferentes de TCP/IP, como administradores y agentes en lugar de clientes y servidores. Un agente proporciona información sobre un dispositivo, en tanto que el administrador se comunica a través de la red.

### Capa ó de transporte ( Host-to-Host ):

:

La capa punto a punto consta del protocolo de control de transmisión (TCP), el cual establece un circuito virtual, Provee y asegura la conexión entre host para intercambio de datos. Todos los paquetes son secuenciados y reconocidos. También se utiliza el

protocolo de usuario de datagrama (UDP), que previene la inseguridad, la desconexión de la liberación del servicio, así mismo permite a los protocolos de aplicación el intercambio de datos sin los paquetes de encabezados y mantiene un circuito virtual.

En la tabla 2.3 se presenta la función de los protocolos de comunicación de la Capa de Transporte.

<b>Tabla 2.3 Función de Protocolos de la Capa de Transporte</b>	
<b>Protocolo</b>	<b>Descripción</b>
Protocolo de control de transmisión <b>TCP</b>	Es un protocolo que establece una conexión, transfiere datos y termina una conexión, por lo regular se presenta en diagramas de estado. Establece un circuito virtual entre hosts y todos los paquetes son secuenciados y reconocidos.
Protocolo de Datagrama de Usuario <b>UDP</b>	Es un protocolo que proporciona un servicio sin conexión, previene la inseguridad, la desconexión de la liberación del servicio y permite a los protocolos de aplicación el intercambio de datos sin los paquetes de encabezado, mantiene un circuito virtual.

### Capa Internet:

El propósito principal de los protocolos de la capa Internet es el de enrutar paquetes entre diferentes host, conectando diferentes redes de área local, juntas pueden crear un complicado laberinto. Los host pueden estar localizados en diferentes redes separados por algunos ruteadores.

A continuación se describe en la tabla 2.4 la función de los protocolos de la capa Internet.

<b>Tabla 2.4 Función de Protocolos IP</b>	
<b>Protocolo</b>	<b>Descripción</b>
Protocolo Internet <b>IP</b>	Provee servicio de datagramas entre host, es responsable de enrutar, fragmentar y reensamblar los paquetes.
Protocolo de mensajes de Control Internet <b>ICMP</b>	Es usado para enviar mensajes de error y control a los host y ruteadores.
Protocolo de Resolución de Direcciones <b>ARP</b>	Es usado para trasladar la dirección del Software de un host remoto a una dirección de control de acceso al medio (MAC).
Protocolo de Resolución de Dirección Revertida	Es usado para que una estación de trabajo sin disco, traslade su dirección MAC a una dirección de Software.
Boot P	Es usado en una estación de trabajo sin disco para descubrir su dirección IP, la dirección de un host servidor y el nombre de un archivo para ser cargado en memoria y ejecutarse en Bot time.

## Capa de Acceso de Red

La capa de acceso de red define la conexión física entre el host y la red. Las especificaciones para las tarjetas de Interfaz de red, cableado y topología de la red están definidas en esta capa.

Algunos estándares han sido desarrollados en la Capa de Acceso a la Red para soportar el conjunto de protocolos TCP/IP. En el servidor Netware, TCP/IP puede estar rodeado de los siguientes manejadores de Interfaz abierta de enlace de datos:

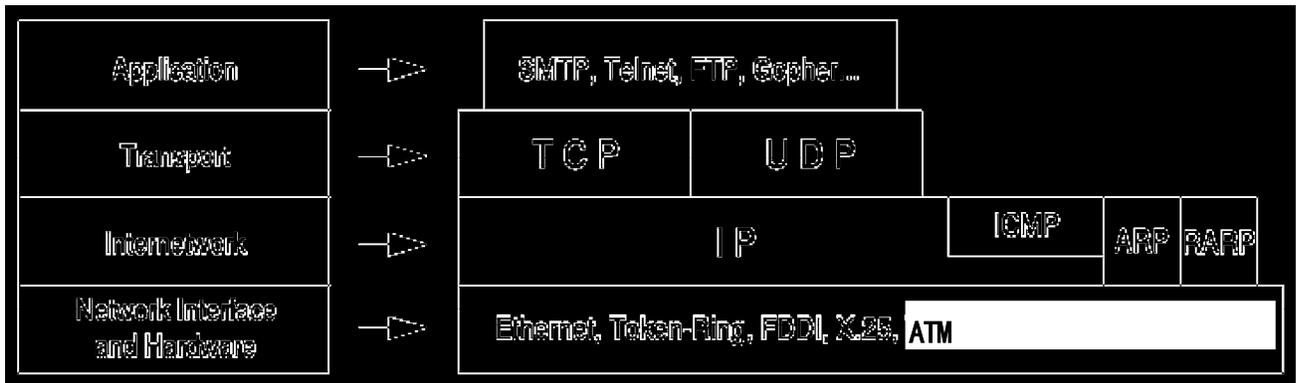
Manejadores de una red LAN (tabla 2.5).

<b>Tabla 2.5 Función de Manejadores de la Capa de acceso de red LAN y WAN</b>	
<b>Manejadores</b>	<b>Descripción</b>
<b>Ethernet</b>	Es un sistema de hardware proporcionado para las capas de vínculo de datos y física del modelo OSI, se establecen los tipos de cable y las velocidades de difusión
<b>Token Ring</b>	Protocolo para red de capa inferior basado en conexión que emplea el método de paso de señales para controlar el tráfico de datos.
<b>ARC net</b>	Es una red de área local, que tiene un RFC(solicitud de comentario) en Internet para emplearlo con IP, donde los mensajes pasados hacia abajo desde IP se encapsulan en datagramas ARCnet.

Manejadores de una red WAN (tabla 2.6).

<b>Tabla 2.6 Función de Manejadores de la Capa de acceso de red WAN</b>	
<b>Manejadores</b>	<b>Descripción</b>
<b>X.25</b>	Modifica la arquitectura de red usando una capa TP4 de OSI encima de IP, y la capa de procedimientos de capa de paquete de X.25 debajo de IP, se emplea como conexión a una red de paquetes conmutados.
<b>ATM</b>	Es una red de alta velocidad, la arquitectura sobre la máquina del usuario es similar a las arquitecturas TCP/IP, aunque se pueden añadir capas adicionales para proporcionar nuevos servicios como capacidades de video y sonido. Ofrece una calidad de servicio.
<b>FDDI</b>	Es una red de alta velocidad que utiliza fibra óptica como medio de transporte, en TCP/IP utiliza una arquitectura en capas, es un esquema de dirección similar al de otras redes Ethernet que requieren un mapeo sencillo.
<b>Frame Relay</b>	Orientada especialmente a la interconexión de redes de área locales Define la interfaz entre el equipo de usuario y la red.

En la figura 2.2 nos muestra la arquitectura detallada de los protocolos de comunicación de las capas del modelo DOD.

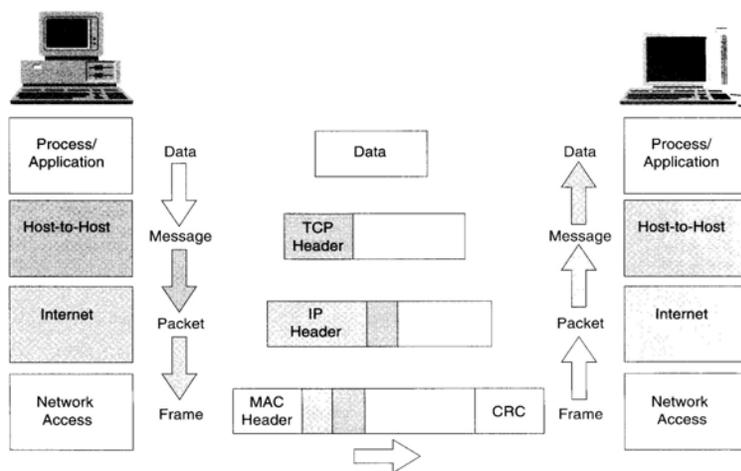


**Figura 2.2 Arquitectura detallada del modelo DOD**

**2.3- Flujo de Datos a través del Stok de Protocolos del Modelo DOD.**

Es importante entender como fluyen los datos a través de las diferentes capas del modelo DOD. Las cuatro capas de protocolos residen en el cliente y en la máquina servidor.

Como los datos son enviados desde una aplicación del cliente, ésta debe descender a través de las cuatro capas de protocolos dentro del sistema local. Los datos entonces son enviados hacia arriba de la pila de protocolos en la terminal remota hasta alcanzar el programa servidor. Cada uno de los protocolos dentro de la pila de protocolos del lado del cliente se comunica directamente con el protocolo que le corresponde del lado del servidor ver figura 2.3.



**Figura 2.3 Flujo de datos**

**Capa de Aplicación:**

La Capa Superior de Aplicación envía sus datos a la capa host-a-host. Los datos pueden consistir de una petición o requerimiento al servidor para abrir o cerrar una sesión, el contenido de un archivo, un mensaje o pulsar una tecla de entrada durante una sesión. Los datos son enviados al protocolo de la capa host-a-host (UDP o TCP).

**Capa Host-a- Host:**

Como los datos son enviados hacia la siguiente capa desde la aplicación de TCP/IP, el protocolo de la capa host-a-host agrega un encabezado para crear un mensaje que es interpretado por el protocolo de la capa host-a-host dentro de la máquina remota. El encabezado de ICMP contiene la siguiente información.

- Puertos de fuente y destino (identificador del protocolo de la capa superior)
- Números de secuencia e identificadores
- Tamaño del encabezado
- Banderas que establecen, controlan o terminan la conexión
- Máxima cantidad de datos que la terminal está dispuesta a aceptar
- Checksum usado para garantizar la integridad de los datos

**Capa de Internet:**

El protocolo Internet acepta un mensaje del protocolo de la capa host-to-host y crea un paquete para adicionar un encabezado IP. El encabezado del paquete contiene información usada para enrutar el paquete a través de la interconexión a la terminal remota. El encabezado IP incluye la siguiente información.

- Direccionamiento del Software de las terminales de la fuente y del destino
- Protocolo de la capa host-to-host que esta recibiendo el mensaje en la terminal remota
- Banderas que controlan la fragmentación y reensamble de los paquetes que están enrutados a través de la interconexión. Los paquetes segmentados también contienen un número de identificación
- Tamaño total de los paquetes
- Encabezado de checksum
- Tiempo de vida (Time-to-live) (TTL) para limitar la vida de los paquetes

### **Capa de Acceso de Red:**

Los protocolos de acceso de red encapsulan los paquetes dentro de una trama que son transmitidas a través de la red. Dentro de las redes Ethernet la trama incluye lo siguiente:

- Encabezado de Control de Acceso al medio (MAC), contiene la dirección del hardware de la fuente y el destino
- Paquete IP
- Secuencia de Verificación de Trama, contiene la verificación del ciclo de redundancia del encabezado MAC

Cuando la trama llega a su destino, los datos son enviados hacia arriba a través de las mismas cuatro capas. Cada capa quita sus encabezados, procesa los datos y envía los datos que quedan a la siguiente capa hasta alcanzar la aplicación.

### **2. 4.- Protocolo IP.**

El protocolo IP es el más utilizado para la interconexión entre redes. Su trabajo es proporcionar un medio para el transporte de datagramas del origen al destino, sin importar si estas máquinas están en la misma red ó si hay otras redes entre ellas. IP está implementado en todos los computadores y dispositivos de encaminamiento. Se preocupa de la retransmisión de los datos de un ordenador a otro ordenador, pasando por uno o varios dispositivos de encaminamiento nodo a nodo. No sabe qué aplicación son los paquetes, únicamente sabe qué máquina es.

Los datos proporcionados por la capa de transporte son divididos en datagramas y transmitidos a través de la capa de red (capa internet). Durante el camino puede ser fragmentado en unidades más pequeñas si deben atravesar una red o subred cuyo tamaño de paquete sea más pequeño. En la máquina destino, estas unidades son reensambladas. Para volver a tener el datagrama original que es entregado a la capa de transporte, hay que tener en cuenta que este protocolo no es orientado a la conexión (modalidad datagrama). Su funcionamiento es similar al protocolo CLNP (Connection Less Network Protocol) que es el protocolo ISO de red sin conexión.

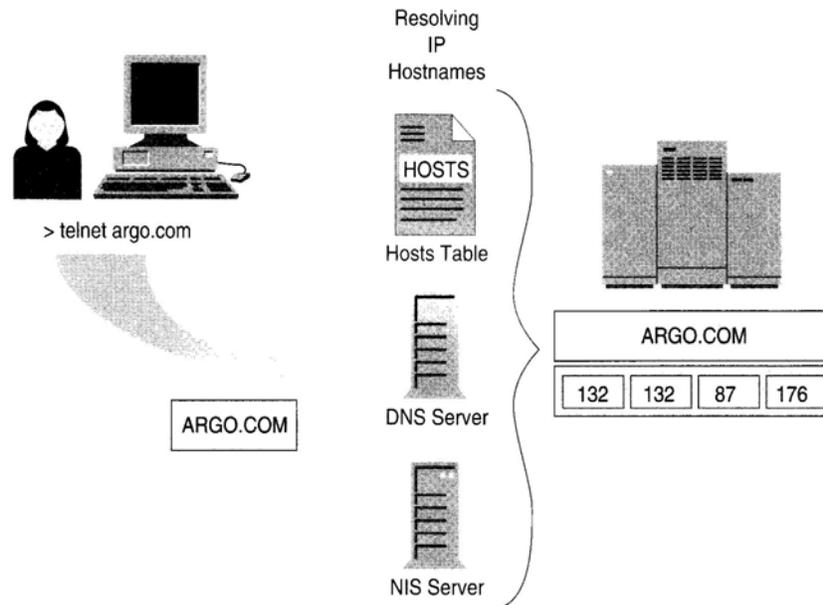
#### **2.4.1- Direccionamiento IP.**

El deber más importante del administrador de una red IP, es la asignación y el mantenimiento de las direcciones IP de los host en la red.

#### **Nombre del Host:**

Todos los hosts en internet son asignados a una dirección de software única llamada dirección IP. Esta dirección identifica exclusivamente a cada host dentro de la red de

trabajo. Por convención, esta dirección usualmente es representada en notación decimal, ver figura 2.4.



**Figura 2.4 Nombre de Host**

Los métodos más comunes para mapear los nombres de los hosts a una dirección IP son:

- Tabla del Host
- Sistema de Nombre de Dominio (Domain Name System, DNS)
- Servicio de Información de red (Network Information Services, NIS)

#### **La Tabla del Host:**

Es un archivo ASCII, el cual contiene el nombre y la dirección del sistema, se compone por:

- Los archivos de hosts que contienen información concerniente a hosts, Por cada uno de los host conocidos se debe desplegar una sola línea con la siguiente información

dirección – IP	nombre oficial del host	alias
----------------	-------------------------	-------

- Archivo de redes que contienen los nombres y direcciones de las redes conocidas

**nombre de la red                      número de red                      alias**

### Sistema de Nombre de Dominio (DNS):

Se usa generalmente en el internet para traducir nombres de host a direcciones IP. Algunos dominios de alto nivel que se han puesto en el Internet son los de la tabla 2.7.

<b>Tabla 2.7 Dominios de Internet</b>	
<b>DOMINIO</b>	<b>FUNCION</b>
MIL	Sitios Militares
EDU	Colegios y Universidades
COM	Negocios
GOV	Organizaciones Gubernamentales
NET	Compuertas o Hosts
ORG	Otras Organizaciones

En adición, a los dominios de alto nivel, se tienen los dominios para cada país, los cuales usan un código de dos caracteres, que como ejemplo se muestra en la tabla 2.8.

<b>Tabla 2.8 Códigos para países</b>	
<b>PAIS</b>	<b>CODIGO</b>
AU	Australia
CA	Canadá
DE	Alemania
UK	Gran Bretaña
MX	México
ORG	Otras Organizaciones

El nombre completo de cualquier dominio es construido por el listado de todos los niveles en la trayectoria del dominio a la raíz, por ejemplo:

**ftp.novell.de**

## Servicio de Información de Red ( NIS ):

Otro tipo de servicio comúnmente usado en Internet es el servicio de información de red. Los servidores de NIS se usan para proveer la traducción del nombre del host a una dirección IP dentro de grupos de computadoras llamados dominios.

Los servidores de NIS contienen bases de datos, llamadas mapas, que son parte de un grupo de computadoras. Estos mapas pueden contener, en adición al nombre y dirección del host, información del usuario y grupo.

### 2.4.2. Asignación de Direcciones IP.

La dirección IP de un host es un número binario de 32 bits, para entenderlo mejor es separado en 4 bytes y se divide en dos partes, una dirección de red y una dirección de nodo, que será utilizada en los campos dirección origen y dirección destino de la cabecera. Esta dirección consta de un identificador de red y de un identificador de computadora. La dirección está codificada para permitir una asignación variable de los bits utilizados al especificar la red y el computador. Este formato de direcciones permite mezclar las tres clases de direcciones en el mismo conjunto de redes. La dirección IP menor es la 0.0.0.0 y la mayor es 255.255.255.255.

Para cada computadora, la parte de la red de su dirección debe coincidir con la de las otras computadoras en la red, sin embargo, la parte del nodo o host debe ser única, por ejemplo en la figura 2.5 se muestra que la parte de la red es “132.132” y la parte del nodo es “87. 176” para la maquina “a” y para la maquina “b” es “0. 0”.

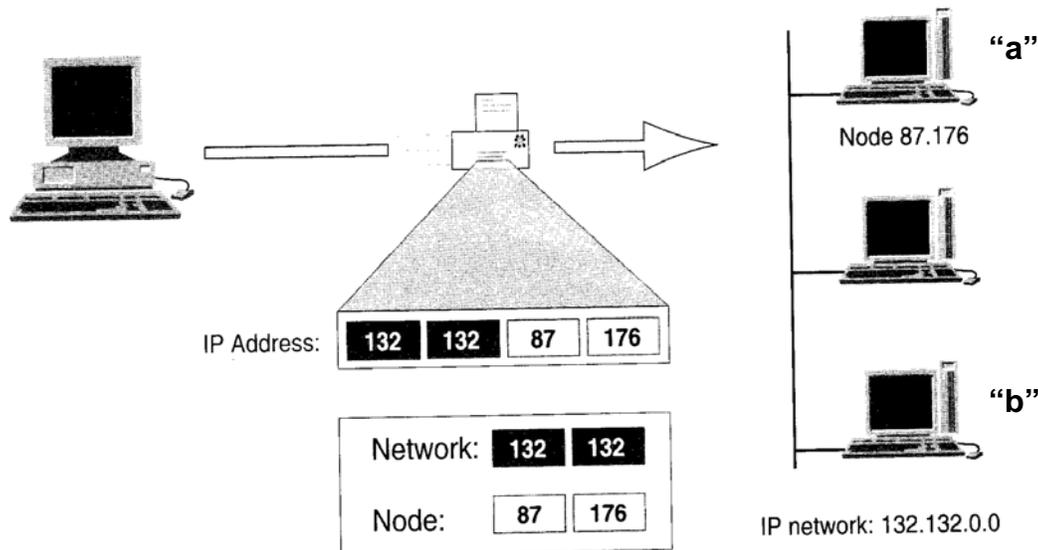


Figura 2.5 Dirección IP

### 2.4.3- Clasificación de Direcciones IP.

Hay cuatro formatos para la dirección IP, cada uno de los cuales se utiliza dependiendo del tamaño de la red. Los cuatro formatos, Clase A hasta la Clase D (aunque últimamente se ha añadido la Clase E para un futuro) aparecen en la figura 2.6.

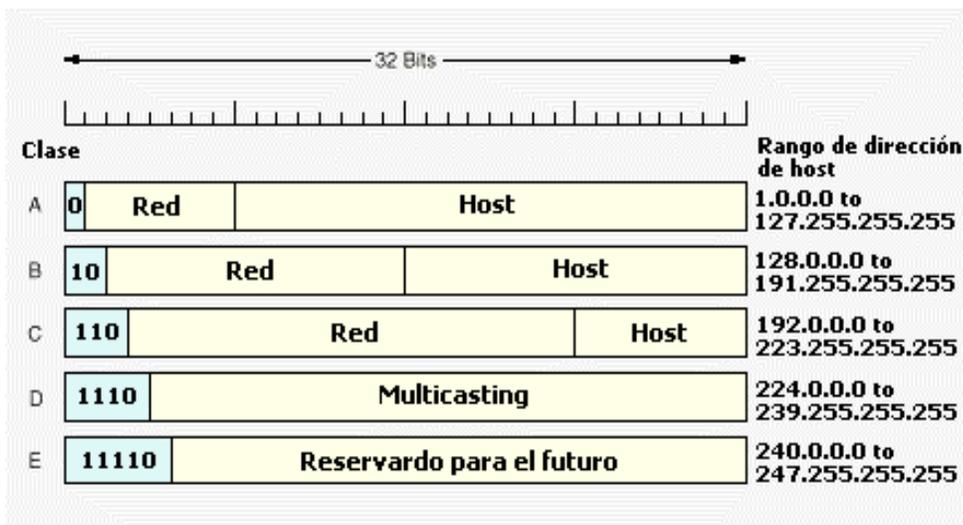


Fig. 2.6 Formatos de dirección IP

#### Clase A:

El primer octeto identifica la red y los últimos tres octetos identifican el nodo. El primer bit debe ser cero. Hay 127 redes clase A, cada una tiene arriba de 16,777,216 hosts.

#### Clase B:

Los dos primeros octetos identifican la red y los dos últimos octetos identifican al nodo, el primer octeto está en el rango de 128 a 191. Hay 16,384 posibles redes clase B, cada red clase B puede tener arriba de 65,534 hosts.

#### Clase C:

Los tres primeros octetos se usan para identificar la red y el último octeto se usa para identificar el nodo. El primer octeto está en el rango de 192 a 223 (los primeros 3 bits son 110), hay 2,097,152 redes clase C posibles, cada red clase C puede tener arriba de 254 hosts.

#### Clase D:

Permite hacer multitransmisión ó multicasting, en la cual el datagrama se dirige a múltiples ordenadores. Podemos enviar un paquete IP a un grupo de máquinas que por

ejemplo pueden estar cooperando de alguna manera mediante la utilización de una dirección de grupo.

### Clase E:

Reservado para el futuro.

Normalmente las direcciones se suelen escribir en notación decimal con puntos. Por ejemplo, la dirección 82CE7C0D (1000 0010 1100 1110 0111 1100 0000 1101 que es de clase B) se escribe como 130.206.124.13.

$$82 = 8 * 16 + 2 = 128 + 2 = 130$$

$$CE = C * 16 + E = 12 * 16 + 14 = 192 + 14 = 206$$

$$7C = 7 * 16 + C = 112 + 12 = 124$$

$$0D = D = 13$$

Se puede ver que no todas las direcciones han sido asignadas a una clase en concreto, algunas de estas direcciones se utilizan como direcciones especiales.

#### 2.4.4- Direcciones IP Especiales.

En la tabla 2.9 se presentan las direcciones que tienen un sentido especial dentro del protocolo internet y no deben usarse cuando se asignen direcciones.

Tabla 2.9 Direcciones Especiales	
Dirección	Función
La red 0.0.0.0	Se refiere a la ruta de default. Esta ruta se ocupa para simplificar las tablas de ruteo usadas en IP.
La Red 127.0.0.0	Reservada para loopback. La dirección 127.0.0.1 comúnmente se usa para denotar o remitirse al host local. Usando esta dirección, las aplicaciones pueden direccionarse a un host como si este fuera un host remoto sin contar con la información de la configuración.
Una dirección con todos los bits de red puestos en cero.	Se refiere a una red
Una dirección con todos los bits de host puestos en cero.	Se refiere a su misma red. Por ejemplo, la red 145.67.0.0 puede usarse para referirse a la red 145.67. Esta notación es usada dentro de las tablas de ruteo.
Una dirección de red o nodo con todos los bits puestos en uno.	Se refiere a todos los hosts.
255.255.255.255	Broadcast

## 2.5- Subdivisión de Redes.

La subdivisión de redes es necesaria bajo las siguientes condiciones:

- Cuando la red está conectada a internet y se ha asignado una sola dirección de red por el NIC
- Cuando el sitio debe ser dividido en pequeñas redes para reducir tráfico, optimizar el desempeño, simplificar la administración o abarcar grandes áreas geográficas

### 2.5.1-Definición de la Máscara de la Red.

Una máscara es un número de 32 bits que se aplica a una dirección IP para identificar la red y el nodo de un host. A cualquier bit que es parte de la dirección de red se le asigna un 1, a cualquier bit que es parte de la dirección del nodo se le asigna un 0. En la figura 2.7 se muestra por default la máscara de red, en la clase A, B, C de la red IP.

		Default Mask				
Class A	11111111 . 00000000 . 00000000 . 00000000	255.0.0.0				
	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 25%;">Network</td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;">Node</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> </table>	Network		Node		
Network		Node				
Class B	11111111 . 11111111 . 00000000 . 00000000	255.255.0.0				
	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 25%;">Network</td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;">Node</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> </table>	Network		Node		
Network		Node				
Class C	11111111 . 11111111 . 11111111 . 00000000	255.255.255.0				
	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;">Network</td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;">Node</td> </tr> </table>		Network		Node	
	Network		Node			

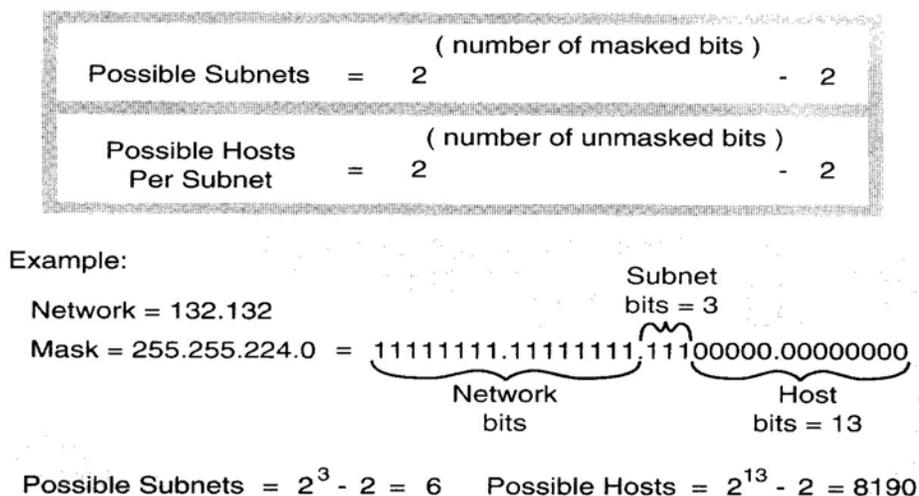
**Figura 2.7 Mascara de red por default.**

### 2.5.2- Máscara de subred.

Cuando elegimos la máscara de la subred para la interconexión, esta no siempre es adecuada para usar un octeto entero en una subred. Si a la red se le ha asignado una dirección clase C o si ninguna subred incluye más de 254 hosts, se debe usar menos bits para definir la subred. La tabla 2.10 muestra el número de posibles subredes en una red cuando una porción del octeto esta enmascarada.

Tabla 2.10 Números posibles de una subred				
No. de Bits Enmascarados	Binario	Decimal	Posibles Subredes	Posibles Hosts
1	10000000	128	0	126
2	11000000	192	2	62
3	11100000	224	6	30
4	11110000	240	14	14
5	11111000	248	30	6
6	11111100	252	62	2
7	11111110	254	126	0
8	11111111	255	254	n/a

Una vez que se ha seleccionado una máscara para la interconexión de la red. Se puede asignar un número de subred a cada segmento de LAN. Para obtener los números de subred para la interconexión, se listan las posibles combinaciones de valores para los bits enmascarados en una subred. La figura 2.8 muestra un ejemplo de cómo la combinación de 6 subredes es derivada de una clase B usando máscara 255.255.224.0.



**Figura 2.8 Posible número de subred para una computadora**

Los valores de la subred han sido asignados. Se deben asignar las direcciones IP a cada uno de los hosts usando las siguientes reglas:

- Cada dirección debe ser única
- Los números de red y de subred deben de ser el mismo

- La parte del nodo en la dirección IP no debe ponerse en 1 o en 0

Por ejemplo, consideraremos la subred 132.132.128.0 usando una máscara 255.255.224.0. Cuando se usa este direccionamiento, se debe considerar lo siguiente:

- Los primeros dos octetos de cada una de las direcciones debe ser 132.132
- Los primeros 3 bits del tercer octeto deben ser 100. Este puede ser cualquier número decimal en el rango de 128 a 159
- Las direcciones 132.132.128.0 y 132.132.159.225 no pueden ser usadas

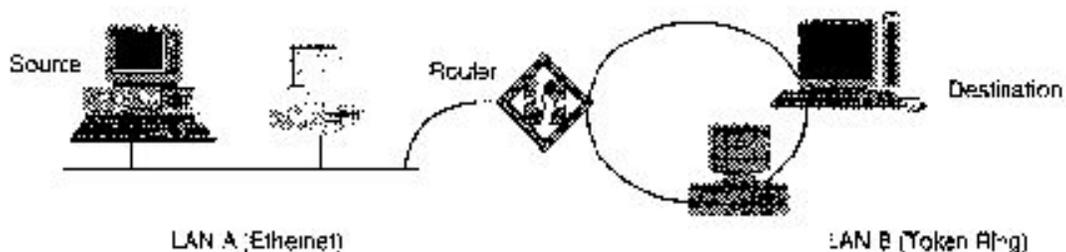
## 2.6- Conexión de Redes LANs.

Una red de área local (LAN) se refiere a una combinación de hardware de computadoras y medios de transmisión que son relativamente pequeños. Las redes LAN normalmente no exceden de los 10 Km. en tamaño y tienden a usar un solo tipo de medio de transmisión. Como las redes crecen y se expanden, se necesitan recursos para acceder a redes remotas y se consigue por medio de los "ruteadores".

Un ruteadores Interconecta redes en la capa de red y encamina los paquetes. Debe comprender la estructura de direccionamiento asociada con los protocolos que soporta y tomar la decisión de enviar y cómo hacerlo. Son capaces de elegir las mejores rutas de transmisión así como tamaños óptimos para los paquetes. La función básica de encaminamiento está implementada en la capa IP. Por lo tanto, cualquier estación de trabajo que ejecute TCP/IP se puede usar como "ruteadores".

### 2.6.1- Ruteadores de paquetes IP.

Los paquetes IP son transportados a través de diferentes redes a su destino final por dispositivos llamados ruteadores, conectando redes de la misma o diferente topología, como son Ethernet a Token Ring o Token Ring a T1 Figura 2.9.



**Figura 2.9 Interconexión entre redes LAN**

Los ruteadores tienen múltiples tablas de red, cada una conectada a una red separada. La interfaz de red del ruteador debe ser configurada con una dirección IP y una máscara de subred. Cuando un ruteador recibe un paquete de una interfase de red que es pretendida por una red remota, ésta reenvía el mensaje al ruteador destino ó a otro ruteador.

### 2.6.2- Administración de Tabla de Ruteo.

Debe mantenerse una tabla de ruteo en cada host y ruteador dentro de la interconexión de red. En la mayoría de las máquinas con IP, la tabla de ruteo se mantiene en la memoria RAM.

La ruta óptima entre hosts puede cambiar frecuentemente debido a la carga de la red, ruteadores fuera de línea o otros cambios en la interconexión de red. El servidor debe ser capaz de ajustar sus tablas de ruteo para reflejar estos cambios. Las rutas pueden ser integradas manualmente en las tablas de ruteo o integradas automáticamente por los protocolos de ruteo IP, los campos de la tabla de ruteo de IP se describen en la siguiente tabla 2.11:

Tabla 2.11 Campos de Ruteo IP	
FIELD	DESCRIPCION
Destino	El host o red destino puede ser desplegado como un nombre o una dirección IP. El destino 0.0.0.0 denota el ruteador de default.
Nex Hop	Es el nombre o la dirección IP del ruteador que será usado para alcanzar la terminal o red destino.
Tipo	Directo : Es el segmento local en el cual el host está enrutado. Remoto: Son los que requieren un reenvío a un ruteador intermedio para lograr la conexión.
Interfaz	Es la tabla de red del host local que debe ser usada para alcanzar el destino.
Costo	Medición definida del costo de enviar un paquete al destino. Normalmente, el costo representa el conteo de saltos o número de veces que un paquete debe ser transmitido para alcanzar su destino final. Algunos ruteadores pueden asignar un costo alto a una interfaz para desviar su uso.

### 2.6.3- Configuración de Tablas de Ruteo

Las rutas de IP pueden ser integradas a las tablas de ruteo de los servidores de dos formas.

#### Ruteo Estático:

Si la red tiene un número limitado de ruteadores, se pueden configurar las tablas de ruteo manualmente. Las rutas estáticas no cambian y deben ser usadas únicamente cuando los destinos remotos pueden ser alcanzados a través de un solo ruteador.

**Ruteo Dinámico:**

Las rutas dinámicas son integradas en una tabla de ruteo automáticamente usando información obtenida de uno o más protocolos de ruteo. Los protocolos de ruteo están designados para ajustar rápidamente los cambios en las condiciones de la red para mantener las rutas cortas a cualquier destino. Se tiene dos tipos de protocolos de ruteo.

- Protocolos Exteriores
- Protocolos Interiores

**Protocolos Exteriores:**

Los protocolos de ruteo exteriores, se usan para la comunicación entre dos sistemas autónomos, dentro de estos protocolos encontramos los siguientes:

- Protocolo de Compuerta Exterior (EGP)
- Protocolo de Compuerta de Frontera ( BGP 4 )

Protocolo de Compuerta Exterior EGP:

Usados por las compuertas para transferir información sobre dispositivos que se pueden acceder desde el interior de sus sistemas autónomos

Protocolo de Compuerta de Frontera BGP:

Proporciona información acerca de los dispositivos que se pueden alcanzar por medio de un ruteador (dentro de una red autónoma).

**Protocolos Interiores:**

Los protocolos de ruteadores interiores, se usan dentro de un solo sistema autónomo, estos protocolos son los siguientes:

- Protocolo de Compuerta de Ruteo Interior (IGRP)
- Protocolo de Información de Ruteo (RIP 2)
- Protocolo de Abrir Primero la Ruta más Corta (OSPF)

Protocolo de Compuerta de Ruteo Interior IGRP:

Es un protocolo de ruteo de vector distancia desarrollado por Cisco, envía actualizaciones de ruteo en intervalos de 90 segundos que anuncia redes, en particular sistemas autónomos. A continuación se listan algunas características claves de IGRP:

- Versatilidad para manejar automáticamente topologías complejas y indefinidas
- Flexibilidad para segmentos que tienen diferente ancho de banda y características de retardo
- Escalabilidad para funcionar en redes muy grandes

IGRP usa una combinación de variables para determinar un conjunto de mediciones, entre las cuáles tenemos:

- Ancho de banda
- Retardo
- Carga
- Rehabilitación
- Unidad de transmisión máxima (MTU)

#### **Protocolo de Información de Ruteo (RIP):**

Es un protocolo de ruteo de vector distancia, el conteo de saltos es usado como medición para determinar la selección del trayecto, RIP puede enrutar un paquete únicamente a través de 15 saltos o ruteadores, Cada 30 segundos el ruteador emite una lista de todos los ruteadores que ellos conocen (actualización de ruteo).

RIP ha sido actualizado a una segunda versión (**RIP II**) la cual provee los siguientes soportes adicionales:

- Un password puede ser usado para autenticación
- Una máscara de subred puede asociarse con cada destino para que permita tener máscaras de subred de longitud variable en una red IP
- Dirección del siguiente salto, la dirección IP del ruteador que debe usarse para alcanzar cada destino, se usa para evitar que los paquetes sean reenviados por ruteadores extras en el sistema
- El lanzamiento múltiple de paquetes se usa para reducir la carga en el host sin atención a los paquetes de RIP II

#### **Protocolo de Abrir Primero la Ruta más Corta (OSPF):**

Es considerado un protocolo de ruteo superior a RIP por las siguientes razones:

- Puede soportar grandes conexiones de red a comparación del protocolo RIP. RIP no puede enrutar un paquete a través de más de 15 ruteadores. Una medida de OSPF puede ser tan grande como 65535
- Subdivisión de redes de longitud variable. El anuncio de estado del enlace (LSA) incluye información de la máscara de la subred sobre la red. Esto permite al administrador de la red usar una máscara de la subred diferente para cada uno de los segmentos de la red. Esto incrementa el número de subredes y hosts que son posibles para una sola dirección de red
- Convergencia Rápida (OSPF). Está habilitado para detectar cambios en la interconexión de la red y calcular las nuevas rutas rápidamente. El período de convergencia es corto e involucra un mínimo del ruteo de tráfico
- Trafico de Interconexión de Red Reducido

# CAPÍTULO III

## VOZ SOBRE IP

---

Teniendo en cuenta que el Internet es la red de redes, el desarrollar la tecnología de ámbito mundial nos dirige claramente al protocolo IP(Internet Protocol). En febrero de 1995 la empresa Vocal Tec muestra a través de sus productos Internet Phone, las posibilidades reales de establecimiento de llamadas telefónicas de una PC a otra PC utilizando un software y medio de transmisión Internet, así nace el término Telefonía IP. En 1996 se da la primera experiencia estableciendo llamadas de teléfono a PC y de teléfono a teléfono. A partir de 1997 empiezan a aparecer nuevos dispositivos y métodos que nos llevan hoy en día a mantener el término VoIP (Voz sobre IP), el concepto original es relativamente simple, se trata de transformar la voz en "paquetes de información" manejables por una red IP, aprovechando los procesos de compresión vocal diseñados para sistemas celulares y en consecuencia para disminuir los precios en el transporte internacional. Este aspecto ha sido abordado tanto por ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones) como por el IETF(Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet).

### **3.1- Voz sobre IP (VoIP).**

Es una tecnología que permite la transmisión de la voz a través de redes IP (con protocolo Internet, materia que también incluye intranet y extranet), Inicialmente se implementó para reducir el ancho de banda mediante compresión de voz. Gracias a otros protocolos de comunicación, como el RSVP, es posible reservar cierto ancho de banda dentro de la red que garantice la calidad de la comunicación.

La voz puede ser obtenida desde un teléfono común, existen gateways (dispositivos de interconexión) que permiten intercomunicar las redes de telefonía tradicional con las redes de datos. De hecho, el sistema telefónico podría desviar sus llamadas a Internet para que una vez alcanzado el servidor más próximo al destino, esa llamada vuelva a ser traducida como información analógica y sea transmitida hacia un teléfono común por la red de telefonía tradicional.

#### **3.1.1- Estándar VoIP (Voz sobre IP).**

La aparición de VoIP junto con el abaratamiento de los DSP's (Procesador Digital de Señal). Son claves en la compresión y descompresión de voz y han hecho posible el despegue de esta tecnología.

Debido a la existencia del estándar H.323 del ITU-T que cubre la mayor parte de las necesidades para la integración de la voz, se decidió que fuera la base de VoIP. De este modo VoIP debe considerarse como una clasificación del H.323, de tal forma que en caso de conflicto y a fin de evitar divergencias entre los estándares, el H.323 tendría prioridad sobre VoIP.

VoIP tiene como principal objetivo asegurar la interoperabilidad entre equipos de diferentes fabricantes, fijando aspectos tales como la supresión de silencios, codificación de la voz, direccionamiento y estableciendo nuevos elementos para permitir la conectividad con la infraestructura telefónica tradicional. Estos elementos se refieren básicamente a los servicios de directorio y la transmisión de señalización por tonos multifrecuencia (DTMF).

VoIP/H.323 comprende a su vez una serie de estándares y se apoya en una serie de protocolos que cubren los distintos aspectos de la comunicación, a continuación se describe estos protocolos y pueden ser observados en la figura 3.1:

**Direccionamiento:**

- RAS ( Registro, Admisión y Estado). Protocolo de comunicaciones que permite a una estación H.323 localizar otra estación H.323 a través del Gatekeeper
- DNS (Sistema de Nombres de Dominio). Servicio de resolución de nombres en direcciones IP con el mismo fin que el protocolo RAS pero a través de un servidor DNS

**Señalización:**

- Q.931 Señalización inicial de llamada.
- H.225 Control de llamada (señalización, registro, administración y paquetización/sincronización del flujo de voz)
- H.245 Protocolo de control para especificar mensajes de apertura y cierre de canales para el flujo de voz

**Compresión de voz:**

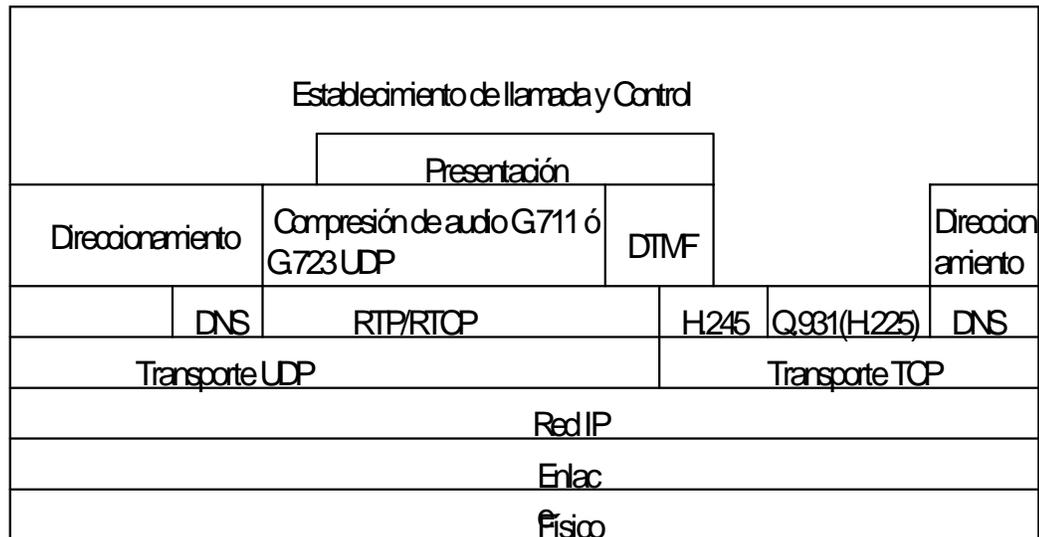
- Requeridos: G.711 y G.723
- Opcionales: G.728, G.729, G.722

**Transmisión de voz:**

- La transmisión se realiza sobre paquetes UDP, aunque UDP no ofrece integridad en los datos, el aprovechamiento del ancho de banda es mayor que con TCP
- RTP (Protocolo de Tiempo Real). Maneja los aspectos relativos a la temporización, marcando los paquetes UDP con la información necesaria para la correcta entrega de los mismos en recepción

**Control de la transmisión:**

- RTCP (Protocolo de Control de Tiempo Real). Se utiliza principalmente para detectar situaciones de congestión de la red y tomar en su caso, acciones correctivas



**Figura 3.1 Pila de protocolos en VoIP**

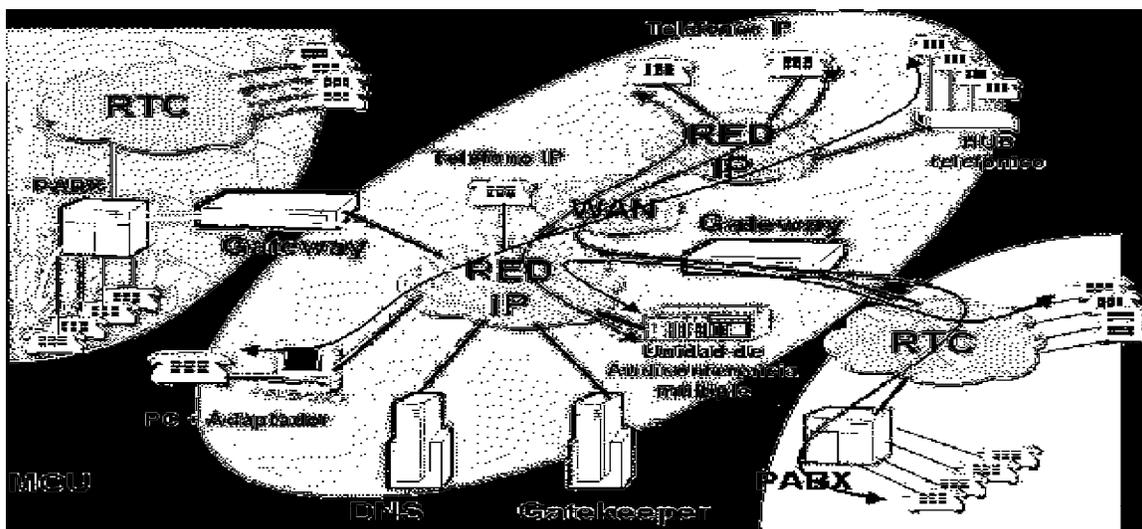
**3.1.2- Elementos de una Red VoIP.**

Actualmente podemos partir de una serie de elementos ya disponibles, diferentes en diseños para construir las aplicaciones VoIP, estos elementos son:

- Teléfonos IP
- Adaptadores para PC
- Hubs Telefónicos
- Gateways (pasarelas RTC / IP)
- Gatekeeper
- Unidades de audioconferencia múltiple. (MCU Voz)
- Servicios de Directorio

Las funciones de los distintos elementos son fácilmente entendibles a la vista en la figura 3.2.

El Gatekeeper es un elemento opcional en la red, cuando están presentes todos los demás elementos que contacten dicha red deben hacer uso del. Su función es la de gestión y control de los recursos de la red, de manera que no se produzcan situaciones de saturación de la misma.



**Figura 3.2 Elementos de una Red VoIP**

El Gateway es un elemento esencial en la mayoría de las redes pues su misión es la de enlazar la red VoIP con la red telefónica analógica o RDSI. Podemos considerar al Gateway como una caja que por un lado tiene una interfaz LAN y por el otro dispone de uno o varios de las siguientes interfaces:

- FXO: Para conexión a extensiones de centrales ó a la red telefónica básica
- FXS: Para conexión a enlaces de centrales o a teléfonos analógicos
- E&M: Para conexión específica a centrales
- BRI: Acceso básico RDSI (2B + D)
- PRI: Acceso primario RDSI ( 30B + D)
- G703/G.704. (E&M digital) Conexión específica a centrales a 2 Mbps

Los distintos elementos pueden residir en plataformas físicas separadas ó pueden encontrarse varios elementos conviviendo en la misma plataforma. De este modo es bastante habitual encontrar juntos Gatekeeper y Gateway.

### **3.1.3 -Gateway de voz sobre IP.**

El término gateway de VoIP en ocasiones se utiliza para hacer referencia a otros elementos funcionales, el gateway de VoIP se posicionan entre redes IP para desarrollar determinadas funciones de mapeo. Los gateways de interconexión son básicamente dispositivos lógicos ó dispositivos físicos, tienen una serie de atributos que caracterizan el volumen y tipo de servicio que pueden proveer, como la cálida que relaciona directamente el número de puertos, el número máximo de llamadas simultáneas, velocidad del enlace de acceso, protocolo de señalización, Algoritmo de encriptado y dirección de rango de números telefónicos.

En general, los gateway de interconexión tienen que proporcionar los siguientes “mecanismos”o funciones:

- Adaptación de señalización: básicamente tiene que ver con las funciones de establecimiento y terminación de las llamadas
- Control de los medios: se relaciona con la identificación, procesamiento e interpretación de eventos relacionados con el servicio generado por usuarios o terminales
- Adaptación de medios (según requerimientos de las redes)

El gateway de interconexión también desarrolla la función de control de los medios que se ocupa de “manejar” toda la información de control generada por la terminal. Para el caso de comunicaciones de voz, la información de control del nivel de usuario más destacada son los tonos multifrecuencia (DTMF) que produce un teclado telefónico convencional (por ejemplo, para interactuar con un servidor de voz). Ahora dadas las características de estas señales, en el sentido que están en el rango audible pero no son señales de voz sino tonos, es necesario prestar particular atención para su traslado por la conexión híbrida que representa la gateway de interconexión.

Hay dos posibles soluciones para el transporte de los tonos DTMF: transporte “dentro de banda” que consiste en transportar estos tonos digitalizados y paquetizados, con los protocolos RTP/UDP mediante un formato de carga útil dedicado, el transporte “fuera de banda” conlleva a utilizar un canal de control (no UDP, sino TCP) para el transporte de las señales TDMF.

El transporte de los tonos DTMF “dentro de banda”, se ve afectado por la falta de garantía en la entrega de paquetes que el protocolo UDP ofrece, con nefastas consecuencias para el funcionamiento del servicio en caso de pérdida de un paquete asociado a un tono TDMF. Tiene la ventaja de que los tonos permanecen sincronizados en el tiempo con respecto a la voz. En cambio, el transporte “fuera de banda” sí bien gana en seguridad respecto a la entrega de los paquetes, pierden las señales su referencia exacta en el tiempo en relación con el flujo de voz. Esta es precisamente la solución adoptada en la Recomendación H.323, mediante el canal H.245.

### **3.1.4- Funcionamiento de VoIP.**

La voz sobre IP convierte las señales de voz estándar en paquetes de datos comprimidos, que son transportados a través de redes de datos en lugar de líneas telefónicas tradicionales. La evolución de la transmisión conmutada por circuitos a la transmisión basada en paquetes, toma el tráfico de la red pública telefónica y lo coloca en redes IP bien aprovisionadas. Las señales de voz se encapsulan en paquetes IP que pueden transportarse como IP nativo o como IP por Ethernet, Frame Relay, ATM o SONET.

Hoy las arquitecturas interoperables de voz sobre IP se basan en la especificación H.323, que define al gateway (interfaces de telefonía con la red), el gatekeeper (componentes de conmutación ínter oficina) y sugiere la manera de establecer, enrutar y terminar llamadas telefónicas a través de Internet. En la actualidad se están proponiendo otras especificaciones en los consorcios industriales tales como SIP, SGCP e IPDC, las cuáles ofrecen aplicaciones en lo que respecta al control de llamadas y señalización dentro de arquitecturas de voz sobre IP.

### **3.1.5- Requerimientos para una red VoIP.**

A continuación se mencionan aspectos importantes que se deben tener en la red IP para implantar este servicio en tiempo real

- Manejo de peticiones RSVP (Protocolo de reservación de ancho de banda)
- El costo de servicio debe estar basado en el enrutamiento para las redes IP
- Debe soportar el protocolo del Sistema de Señalización No. 7 ( SS7 ), el cuál se usa eficazmente para fijar llamadas inalámbricas y con línea en la PSTN y acceder a los servidores de bases de datos. El apoyo de SS7 en interruptores de telefonía IP representa un paso importante en la integración de las PSTN y las redes de datos IP
- Se debe trabajar con un comprensivo grupo compatible de estándares de telefonía ( SS7, Recomendación H.323 ) para que los ambientes de telefonía IP y PBX/PSTN/ATM vídeo y Gateway telefónica puedan operar en conjunto en todas sus características

### **3.1.6- Calidad de servicio QoS.**

Esta función tiene primordial importancia en relación con la calidad del servicio (QoS) experimentada por el usuario final. En esto influye dos factores fundamentales:

- La calidad de la voz extremo a extremo, determinada por los sucesivos procesos de codificación – decodificación y las pérdidas de paquetes de red

- La demora extremo a extremo, debido a los sucesivos procesos de codificación - decodificación, paquetización y “encolados”, afecta la interactividad en la conversación y, por tanto, la calidad del servicio. Las redes IP son redes del tipo best-effort y no ofrecen garantía en la calidad en el servicio, pero las aplicaciones de telefonía IP si necesitan algún tipo de garantía de QoS desde el punto de vista de demora, jitter y pérdida de paquetes

Es necesario buscar QoS no solo en la red, sino también en las terminales y en los procesos desarrollados por los mismos, de ahí que sea necesario también decir que la sensibilidad a la pérdida de paquetes, a las demoras y sus fluctuaciones, que experimentan los servicios de voz sobre IP dependen de los mecanismos implementados en las terminales.

La preparación de los medios en las terminales para ser enviados y transferidos por la red IP involucra varios procesos: digitalización, compresión y empaquetado en el extremo emisor y los procesos inversos en el extremo receptor. Todo esto se lleva a cabo mediante un complejo procesamiento que sigue determinando el algoritmo, lo cual a su vez se desarrolla en cierto intervalo de tiempo, esto implica demora de procesamiento y demora de empaquetado.

Debe señalarse que el resultado de esta codificación – paquetización incide directamente en la QoS y también la forma en que se lleve a cabo. Así cuando se reduce la velocidad de codificación, los requerimientos de ancho de banda también se reducen, lo que posibilita a la red poder manejar más conexiones simultáneas, pero se incrementa la demora y la distorsión de las señales de voz. Lo contrario ocurre al aumentar la velocidad de codificación.

Otro aspecto a tener en cuenta es el compromiso entre la demora de paquetización y la utilización del canal (relación entre bytes de información y bytes de cabecera en cada paquete de voz), es decir, la búsqueda de mayor utilización del canal conduce a mayor demora de paquetización para cierto estándar de codificación, según el estándar de codificación que se utilice será la demora resultante en relación con la utilización del canal, diferencias que se acentúan cuando la utilización del canal está por encima del 50 %, con un crecimiento de la demora en forma exponencial en el caso de los codecs de baja velocidad como el G.723, la demora de paquetización también puede ser reducida mediante multiplexación de varias conexiones de voz en el mismo paquete IP.

A las demoras de procesamiento y empaquetado se suma también la demora que introduce el proceso de buffering en los terminales y la demora de “encolado” en la red. Todo esto da una demora extremo a extremo que percibe el usuario final en mayor o menor medida. Demoras extremo a extremo por debajo de 400 milisegundos no comprometen la interactividad en la conversación, pero ya por encima de 150 milisegundos se requiere control del eco.

Las demoras antes comentadas son resultado lógico de las características y modo de operación de las redes IP, así como también de la naturaleza de las señales de voz.

### 3.2-Telefonía IP (ToIP).

La Telefonía IP es una aplicación inmediata de Voz sobre IP (VoIP), de forma que permita la realización de llamadas telefónicas ordinarias sobre redes IP u otras redes de paquetes utilizando un PC, gateways y teléfonos estándares. En general, servicios de comunicación de voz, fax, aplicaciones de mensajes de voz que son transportadas vía redes IP, Internet normalmente, en lugar de ser transportados vía la red telefónica convencional.

#### 3.2.1- Componentes de la telefonía IP (ToIP).

En el interior de una LAN (como PABX). Los terminales pueden ser las PC's (con el software correspondiente para multimedia) o IP-Phone (teléfonos especialmente diseñados para trabajar sobre la LAN). El que establece las conexiones es el Gatekeeper (se trata del servidor de llamadas que trabaja sobre Windows NT o Unix) y el que realiza las funciones de conectividad hacia el exterior (la red telefónica convencional PSTN) es el Gateway.

Cuando la telefonía IP se aplica en la WAN lo que se establecen son Gateway en ambos extremos de la red para conectar el mundo convencional PSTN. El transporte es IP (mediante canales en la Internet con calidad contratada). En este caso existen gatekeeper en los distintos puntos de presencia **POP** (Point of Presence) del operador ITSP.

Una tercera posibilidad es la formación de un ITSP de telefonía local. En este caso se conectan la LAN y el PABX (con la interfaz de un gateway) a la red IP de transporte. Lo mencionado anteriormente son los diferentes tipos de componente que se utilizan en la interconexión dependiendo el tipo de aplicación.

La interconexión depende del tipo de aplicación a usar en la figura 3.3 se muestran los tres diferentes tipos de interconexión y en tabla 3.1 las componentes del sistema IP.

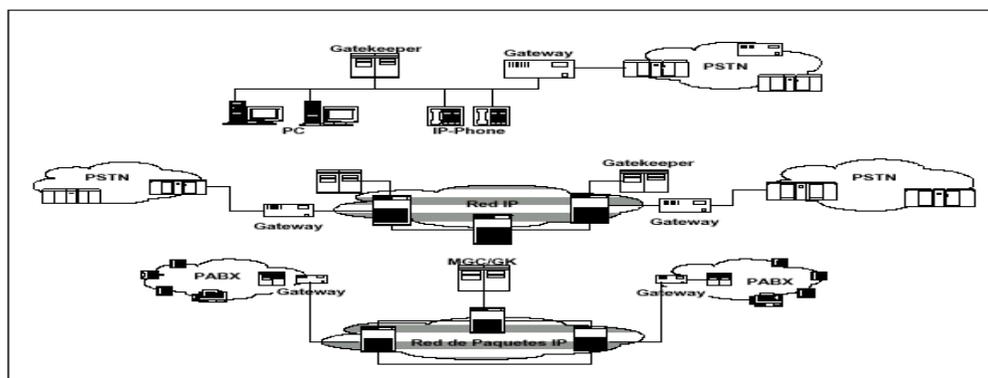


Figura 3.3-Tres alternativas para señalización

Tabla3.1 Componentes de la telefonía IP (ToIP).	
Componente	Funcionamiento
<b>LAN</b>	Es donde se conectan las terminales, los elementos de interconexión al exterior (ruteador, proxy ó gateway) y el gatekeeper con el sistema de gestión. El servicio de la telefonía IP puede ofrecerse sin necesidad de una LAN, pero las ventajas de conectar sobre la misma red los puertos telefónicos por la interfaz RJ-45 resulta interesante
<b>Terminal</b>	Las terminales se comunican en forma bidireccional en tiempo real, se trata de una PC o un equipo terminal (teléfono). Normalmente se encuentran conectados a la LAN mediante conectores RJ45 y en serie con la PC. De esta forma la misma terminal de cableado estructurado se utiliza para ambos componentes del escritorio.
<b>RAS (Remote Access Server)</b>	Es una gateway que se utiliza para acceder desde la PSTN con modem de datos. Se trata del tipo de acceso dial-up a Internet. No confundir con el protocolo RAS
<b>Proxy</b>	Es un tipo especial de gateway que conectado a la LAN por un lado, se comunica con otra red en tiempo-real (RTP). El ruteador también tiene esta característica pero lo hace mediante la Internet sin usar RTP.
<b>Gateway (GW)</b>	El Gateway provee la conectividad entre el mundo IP y telefonía convencional PSTN. Se encuentra como interfaz entre la red LAN operando con H.323 y otra red distinta. Entre las funciones del GW se encuentra, la conversión de codificación voz, supresión de silencios y señalización DTMF, la supresión de eco, generar las conexiones RTP; etc.
<b>Gatekeeper GK (Call Server)</b>	Es el centro de control para el procesamiento de la llamada en H.323. Es un software que funciona sobre Windows-NT, Solaris o Unix. El principal parámetro de GK es la cantidad de llamadas cruzadas en las horas pico, dicho parámetro se conoce como <b>BHCA</b> (Busy Hour Call Attempts). Las funciones del GK son: Traslación de direcciones, Control de la admisión, control de ancho de banda, señalización de control de llamada, servicios de directorio.
<b>MGC (Media Gateway Controller o Softswitch)</b>	Es el control de procesamiento con la red pública PSTN. El MGC es un software que contiene en su interior al gatekeeper y realiza las siguientes funciones: Control de llamada, Identificar el tráfico H.323 y aplicar las políticas apropiadas, Limita el tráfico H.323 sobre la LAN y WAN, Entrega archivos <b>CDR</b> (Call Detail Records), Realiza la interfaz con las redes inteligentes IN, Inserta calidad de servicio e implementa seguridad
<b>ISUP</b>	El protocolo de señalización hacia la PSTN es el SS7. La red PSTN se conecta con la red de Telefonía IP mediante 2 tipos de interfaz: una para las conexiones telefónicas con el GW y otra para el SS7 (ISUP) con el MGC. Los operadores de PSTN prefieren una conexión distinta para ambas señales.
<b>MCU (Multipoint Control Unit)</b>	Esta unidad permite realizar conferencias entre varios usuarios.
<b>Switch/Router</b>	Conforman la "nube" IP. Son los componentes que distribuidos en la red IP permiten el enrutamiento de los paquetes hacia el destino (reemplazan a los centros de conmutación de las PSTN).
<b>PSTN (Public Switched Telephone Network)</b>	Conforma la "nube" de telefonía convencional con conmutación de circuitos. <b>POST</b> (Plain Old Telephone Service) al servicio de telefonía básica a dos hilos brindado por la PSTN. La red de telefonía IP se conecta mediante una Gateway a la PSTN. El gateway funciona de interfaz entre la red de conmutación de circuitos y la de paquetes

### 3.2.2- Protocolos.

La telefonía IP utiliza como soporte cualquier medio basado en ruteadores y los protocolos de transporte UDP/IP.

En la Figura 3.4 se muestra la familia de protocolos estudiados.

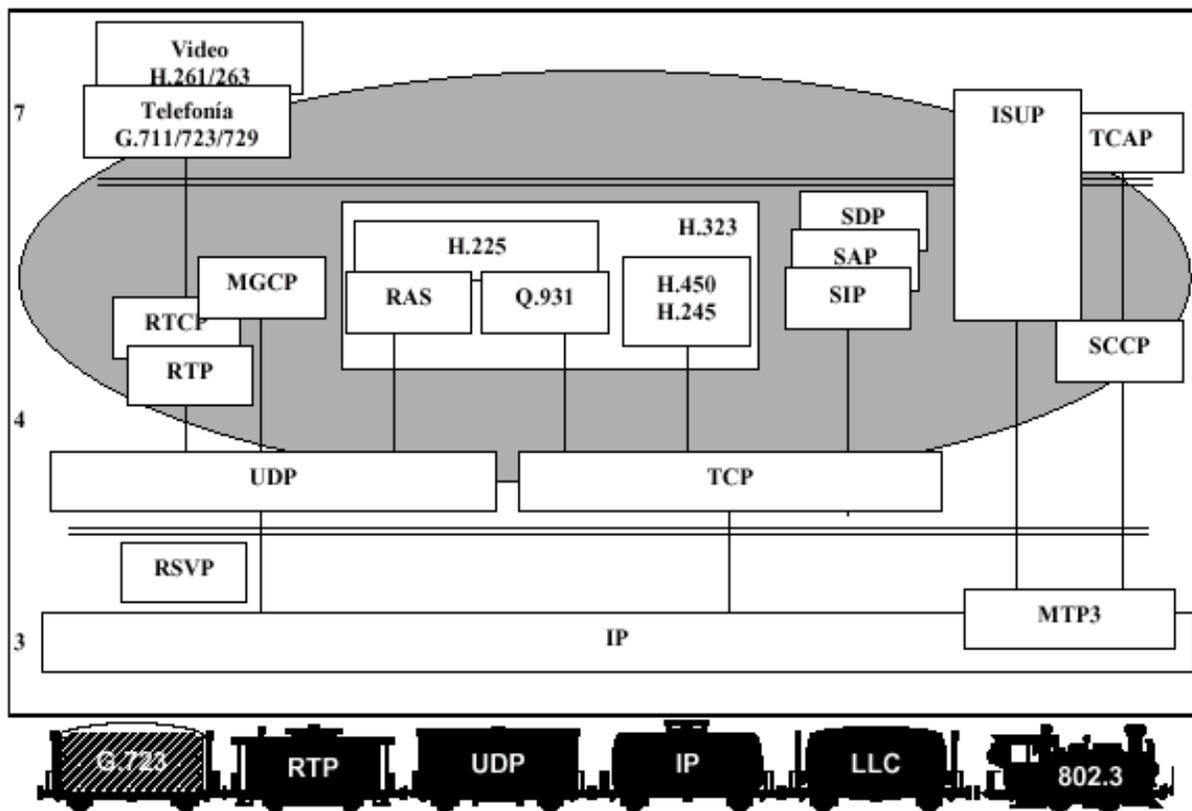


Figura 3.4 Modelo de capas y protocolos utilizados en Telefonía- IP

Existen varios organismos involucrados en los estándares: el **ITU-T** (H.323 por ejemplo); el **ETSI** (con el proyecto Tiphon), el **IMTC** (Consortio Internacional de Teleconferencia Multimedia) y el **IETF** (que administra los protocolos de Internet).

#### 3.2.2.1- Protocolos de la ITU-T H.323.

Los protocolos de señalización utilizados en Telefonía- IP son de diversos tipos. El **ITU-T H.323** es el primero que se utiliza en las aplicaciones para acciones dentro de intranet. Es una cobertura para diversos protocolos como **H.225**, **H.245** y **RAS** que se soportan en **TCP** y **UDP**. A continuación se describen los protocolos.

**H.225:**

Son el mensaje de control de señalización de llamada que permiten establecer la conexión y desconexión. Este protocolo describe como funciona el protocolo RAS, Q.931, H.225 y define como identificar cada tipo de codificador y discute algunos conflictos y redundancias entre RTCP y H.245.

**H.245:**

Este protocolo de señalización transporta la información no-telefónica durante la conexión, es utilizado para comandos generales, indicaciones, control de flujo, gestión de canales lógicos, etc. Se usa en la interfaz terminal-a-terminal y terminal-a-GK. H.245 es una librería de mensajes con sintaxis y es del tipo ASN.1, En particular codifica los dígitos DTMF (Dual-Tone MultiFrequency) en el mensaje de identificación de entrada del usuario.

**RAS ( Registro, Autenticación y Estado):**

Se utiliza en los mensajes H.225, para la comunicación entre terminal y gatekeeper GK. Sirve para registro, control de admisión, control de ancho de banda, estado y desconexión.

**3.2.2.2- Protocolos de la ITU-T IETF.**

Están definidos por otros tipos de protocolos como el **MGCP** para el control de las gateway a la red pública PSTN, los **SIP/SAP/SDP** hacia las redes privadas, el MGCP que trabaja sobre UDP, la señal de voz que se transmite sobre el protocolo de tiempo real **RTP** (con el control **RTCP**) y con transporte sobre UDP, el protocolo de reservación de ancho de banda **RSVP** puede ser de utilidad en conexiones unidireccionales. A continuación se describe cada uno:

**MGCP (Protocolo de Control de compuerta de Medios):**

Es un protocolo que soporta un control de señalización de llamada escalable. El control de QoS se integra en el gateway o en el controlador de llamadas, permite comunicar al controlador de gateway **MGC** (también conocido como Agente de llamada) con las gateway de telefonía **GW** (hacia el PABX o PSTN).

El formato de trabajo genera una inteligencia externa a la red (concentrada en el MGC) y donde la red de conmutación está formada por los router de la red IP. El GW sólo realiza funciones de conversión voz (analógica o de velocidad digital) y genera un camino RTP entre extremos. La sesión de MGCP puede ser punto-a-punto o multipunto; entrega a GW la dirección IP, el puerto de UDP y los perfiles de RTP, siguen los lineamientos del protocolo SDP.

**SIP (Protocolo de Inicialización de Sesión):**

Se aplica para sesiones punto-a-punto unicast; puede usarse para enviar una invitación a participar en una conferencia multicast. Utiliza el modelo cliente-servidor y se adapta a las aplicaciones de Telefonía IP. El servidor puede actuar en modo proxy (se direcciona el requerimiento de llamada a un servidor apropiado).

**SAP (Protocolo de Anuncio de Sesión):**

Es usado para gestionar sesiones del tipo multicast entre un gran grupo de recipientes permite anunciar la sesión de multicast (en forma similar al un e-mail, newsgroup, página web), utiliza mensajes UDP para multicast.

**SDP (Protocolo de Descripción de Sesión) :**

Se utiliza para describir la sesión, trabaja sobre todos los protocolos anteriores, la descripción de la sesión incluye el nombre, período de tiempo, tipo de medio (vídeo, audio, etc), protocolo de transporte y número de puertos, información de ancho de banda, etc.

También es utilizado en aplicaciones de multicast Mbone (Multicast Backbone). Se encarga de las sesiones en conferencia para comunicar direcciones e informaciones específicas en la participación de la misma. El uso de una sala de equipo de tipo Mbone permite simplificar el proceso a conocer la dirección multicast IP y el puerto UDP. Es un protocolo de sesión que puede trabajar con cualquier protocolo de transporte, como es la familia SAP, SIP, RTSP o protocolos como HTTP.

**RSVP (Protocolo de reservación de ancho de banda):**

Es utilizado para reservar un ancho de banda específico dentro de la red IP. Téngase en cuenta que RSVP trabaja sobre PPP (o similar a HDLC) pero no trabaja bien sobre una LAN multiacceso.

**3.2.2.3- Protocolos de señalización SS7.**

La señalización SS7 se utiliza en la red pública PSTN. De forma que se disponen de los protocolos **ISUP/SCCP/TCAP** que se transmiten sobre **MTP** en la PSTN y sobre TCP/IP en la red de paquetes. El protocolo **Q.931** (derivado de ISDN) se utiliza para establecer la llamada en H.323. A continuación se describen.

**ISUP ( Parte de la Unidad ISDN ):**

Es el protocolo del ITU-T usado para mensajes de señalización en la red telefónica PSTN. Una red de telefonía IP, utiliza a ISUP en el borde, dentro de la nube IP y es transportado por TCP/IP; corresponde a funciones de capa 4/7 en la suite de protocolos de señalización por canal común SS7, la suite completa incluye las capas que se mencionan a continuación :

- MTP-1 (Parte de Traslado de Mensaje) tiene las funciones de conexión física (capa 1) entre módulos a interconectar
- MTP-2 Se ocupa de funciones de capa 2. Alineación de paquetes mediante banderas (Flag) al inicio y final. Permite la detección de errores mediante un código CRC-16. Realiza el proceso de numeración secuencial de mensajes e indicación de retransmisión, efectúa la confirmación o rechazo del mensaje para la retransmisión automática de mensajes con errores. Los paquetes son numerados en forma secuencial con módulo-7. Indica la longitud total del mensaje transmitido
- MTP-3 Ocupa la capa 3, posee la dirección de punto de acceso al servicio SAP en el octeto de información de servicio SIO. SAP permite identificar a la capa superior SCCP sobre el protocolo MTP3. En la red PSTN se dispone de las direcciones de procesador CPU de origen y destino (14 bits de dirección). Por otro lado identifica el enlace de señalización utilizado, cuando existe más de uno. Realiza la función de Routing dentro de la red de señalización SS7

#### **TCAP (Parte de Aplicación en la Capacidad de Transición):**

Ocupa la capa 7 por encima de SCCP Facilita la transferencia de mensajes en tiempo real entre componentes de la red, realiza el control de diálogo (servicio de transporte) con la terminal remoto. La información que contiene es la siguiente:

- Tipo de mensaje (unidireccional, inicio, final, intermedio, aborto)
- Longitud del mensaje (número de bytes total)
- identificador de origen y destino de transacción
- Tipo de contenido (retorno de resultado, reporte de error y de reject) y contenido de información (código de operación, de error, de problema, parámetros, etc)

#### **SCCP (Control de Señalización en la Parte de Conexión):**

Ocupa la capa 3 encima de MTP-3. Efectúa funciones de direccionamiento adicionales a MTP3 para protocolos que no son de usuarios. La combinación de SCCP y el MTP3 se denomina parte del servicio de red.

#### **3.2.2.4- Protocolos de tiempo real RTP/RTCP.**

El protocolo RTP tiene como objetivo asegurar una QoS para servicios del tipo tiempo-real, incluye la identificación del encabezado, la numeración secuencial, la medición de tiempo y el informe de la calidad (función del protocolo RTCP), entre sus funciones se encuentran la memorización de datos, la simulación de distribución interactivo, el control y mediciones de aplicaciones.

**Protocolo RTP ( Protocolo de Transporte en Tiempo Real ):**

Este protocolo **RTP** es de transporte (capa 4) y trabaja sobre **UDP** de forma que posee un checksum para detección de errores y la posibilidad de multiplexación de puertos (port UDP). Las sesiones de protocolo RTP pueden ser multiplexadas, para ello se recurre a un doble direccionamiento mediante las direcciones IP y el número de puerto UDP.

En IP se pueden asignar diversas alternativas de prioridad para formar una cola de espera en los routers. Un algoritmo particular de gestión de prioridad de tráfico es el **WFQ** (Weighted Fair Queuing) que utiliza un modelo de multiplexación TDM para distribuir el ancho de banda entre clientes, cada cliente ocupa un intervalo de tiempo en un Round-Robin.

**Protocolo RTCP ( Protocolo de Control en Tiempo Real ):**

Este protocolo permite completar a RTP facilitando la comunicación entre extremos para intercambiar datos y monitorear de esta forma la calidad de servicio, obteniendo información acerca de los participantes en la sesión. RTCP se fundamenta en la transmisión periódica de paquetes de control de todos los participantes en la sesión, usando el mismo mecanismo RTP de distribución de paquetes de datos. El protocolo UDP dispone de distintos puertos (UDP Port) como mecanismo de identificación de protocolos. La función primordial de RTCP es la de proveer una realimentación de la calidad del servicio y se relaciona con el control de congestión y flujo de datos.

**3.2.3 -Funcionamiento de Telefonía IP (ToIP).**

Los pasos básicos que tienen lugar en una llamada a través de Internet son: conversión de la señal de voz analógica a formato digital y compresión de la señal a protocolo de Internet (IP) para su transmisión, en recepción se realiza el proceso inverso para poder recuperar de nuevo la señal de voz analógica.

Cuando hacemos una llamada telefónica por IP, nuestra voz se digitaliza, se comprime y se envía en paquetes de datos IP. Estos paquetes se envían a través de Internet a la persona con la que estamos hablando. Cuando alcanzan su destino son ensamblados de nuevo, descomprimidos y convertidos en la señal de voz original.

Hay tres tipos de llamadas:

- PC a PC
- PC a Teléfono
- Teléfono a Teléfono

### **3.2.4- Calidad en el servicio.**

Son dos los mitos que involucran a la telefonía sobre IP. Uno se refiere a la baja calidad de Internet, se confunde con las prestaciones de los accesos dial-up con el uso de canales de transporte punto-a-punto con calidad contratada.

La otra se refiere al medio de transporte de los paquetes IP, aquí se menciona que solo ATM está en condiciones de garantizar la calidad de servicio. Nuevamente se ignora la serie de herramientas que posee IP y Gigabit-Ethernet para garantizar una calidad de servicio. Los problemas que se tienen en VoIP son la Latencia, el Jitter y el Eco, en Telefonía IP estos problemas son resueltos mediante diversas técnicas.

#### **Latencia :**

Se define como el silencio existente en la conversación debido a los retardos acumulados. El primer retardo está en la matriz de switch, el retardo producido por el proceso store-and-forward y el retardo de procesamiento (cambio de encabezado, etc). A esto se suman los retardos propios del proceso de compresión voz.

Los retardos en la red pueden reducirse mediante el protocolo de reservación RSVP. El retardo debido a la compresión voz se puede eliminar usando la velocidad de 64 kb/s sin compresión. Este último aspecto es muy interesante. Inicialmente VoIP se desarrolló para reducir costos con menor velocidad y usando la infraestructura de Internet, Actualmente con el modelo de una red IP de alta velocidad la compresión voz no es obligatoria.

En este caso la telefonía IP se desarrolla para brindar una red de servicios integrados soportada en protocolo IP.

Por ejemplo, el tamaño de un paquete RTP incluye 66 Bytes de encabezado (26 de MAC, 20 de IP, 8 de UDP y 12 de RTP) y 71 de carga útil. El overhead puede ser comprimido, la información voz puede ser reducida, por ejemplo: para G.723 trabajando a 6,3 kb/s (trama de 30 mseg) sin supresión de silencios se requieren 11 paquetes/seg y 71 Bytes/paquete, si integramos la supresión de silencios esta velocidad se reduce sustancialmente.

#### **Jitter:**

Es el efecto por el cual, el retardo entre paquetes no es constante, se trata de una latencia variable producida por la congestión de tráfico en el backbone de red, por distintos tiempos de trafico de paquetes. Se puede utilizar un buffer para distribuir los paquetes y reducir el jitter, esto introduce un retardo adicional, lo correcto es incrementar el ancho de banda del enlace, solución posible en un backbone pero de menor posibilidad en los enlaces WAN. Otra posibilidad es la formación de colas para prioridad de tráfico.

**ECO:**

Estas características (latencia y jitter) pueden producir eco sobre la señal telefónica, lo cual hace necesario el uso de canceladores de eco (ITU-T G.168). El cancelador de eco permite la transmisión simultánea full dúplex, se tienen 2 tipos de eco: Uno tiene alto nivel y poco retardo y se produce en el circuito híbrido de 2 a 4 hilos local; mientras que otro es de bajo nivel y gran retardo, se produce en el circuito separador híbrido remoto.

El cancelador de eco se construye mediante la técnica de ecualización transversal autoadaptativa. Consiste en usar una parte de la señal de transmisión para cancelar el eco producido por la desadaptación de impedancias en el circuito híbrido que convierte de 4 a 2 hilos. El supresor de eco no puede superar el número de 2 en una conexión telefónica por efecto de "chopping" en la voz (G.131).

El cancelador de eco no tiene restricciones en número, se usa en comunicaciones por satélite, fibra óptica transoceánica y telefonía celular. El satélite introduce un retardo de 260 mseg y la FO un retardo de 5  $\mu$ seg/Km, en la conexión para telefonía celular se puede tener grandes retardos si la BER es elevado (para 10<sup>-1</sup> un retardo de 90 mseg) pero requiere solo un cancelador en el extremo de la central PSTN (red telefónica pública conmutada).

No debe confundirse el supresor de eco con el cancelador de eco. El supresor de eco para señales digitales deriva del usado con señales analógicas cuando existen retardos superiores a 20 mseg en una vía, se coloca luego del híbrido a 4 hilos, el cual produce por desbalance un eco en la señal. Se tienen 2 formas de funcionamiento, cuando se habla en una dirección se atenúa al otro sentido (supresión de silencios) y cuando ambos sentidos tienen señal se atenúan ambas vías, con lo cual al eco se atenúa al doble.

**3.3- Protocolo H.323.**

El H.323 es una familia de estándares definidos por la ITU para las comunicaciones multimedia sobre redes LAN, está definido específicamente para tecnologías LAN que no garantizan una calidad de servicio (QoS), algunos ejemplos son TCP/IP e IPX sobre Ethernet, Fast Ethernet o Token Ring. La tecnología de red más común en la que se están implementando H.323 es en IP (Internet Protocol).

Este estándar define un amplio conjunto de características y funciones, algunas son necesarias y otras opcionales, y se define por las siguientes componente más relevantes:

**Terminal:**

Una terminal H.323 es una entidad de la red que proporciona comunicaciones bidireccionales en tiempo real con otra terminal H.323, gateway o unidad de control multipunto (MCU). Esta comunicación consta de señales de control, indicaciones, audio, imagen en color en movimiento y datos entre las dos terminales. Conforme a la

especificación, una terminal H.323 puede proporcionar sólo voz, voz y datos, voz y vídeo, datos y vídeo.

### **El gatekeeper (GK):**

Es una entidad que proporciona la traducción de direcciones y el control de acceso a la red de los terminales H.323, gateway y MCU. El GK puede también ofrecer otros servicios a las terminales, tales como gestión del ancho de banda y localización de la gateway.

El Gatekeeper realiza dos funciones de control de llamadas que preservan la integridad de la red corporativa de datos. La primera es la traslación de direcciones de las terminales de la LAN a las correspondientes IP o IPX, tal y como se describe en la especificación RAS. La segunda es la gestión del ancho de banda, fijando el número de conferencias que pueden estar dándose simultáneamente en la LAN y rechazando las nuevas peticiones por encima del nivel establecido, de manera que se garantice el ancho de banda suficiente para las aplicaciones de datos sobre la LAN.

### **Gateway (GW):**

Un gateway H.323 es una entidad que proporciona comunicaciones bidireccionales en tiempo real entre terminales H.323 en la red IP y otros terminales o gateways en una red conmutada. En general, el propósito del gateway es reflejar transparentemente las características de un extremo en la red IP a otro en una red conmutada y viceversa.

### **Unidad de Control Multipunto (MCU):**

Está diseñada para soportar la conferencia entre tres o más puntos, bajo el estándar H.323, llevando la negociación entre terminales para determinar las capacidades comunes para el proceso de audio, vídeo y controlar la multidifusión.

La comunicación bajo H.323 contempla las señales de audio y vídeo, la señal de audio se digitaliza y se comprime bajo uno de los algoritmos soportados, tales como el G.711 o G.723, y la señal de vídeo (opcional) se trata con la norma H.261 ó H.263. Los datos (opcional) se manejan bajo el estándar T.120 que permite la comparación de aplicaciones en conferencias punto a punto y multipunto.

### **3.3.1- Procedimiento de comunicación.**

Los distintos mensajes y fases en el proceso de conexión de H.323, se ilustran en la figura 3.5 y se describen a en la tabla 3.2

<b>Tabla 3.2 Modelo de capas y mensajes en la conexión H.323.</b>	
<b>FASES</b>	<b>DESCRIPCION DE MENSAJES</b>
<b>Descubrimiento</b>	Trata el proceso por el cual la terminal H.323 determina cual es el GK que atiende a la red en ese momento. El mensaje desde la terminal es del tipo multicast y se denomina GRQ (Gatekeeper Request), el GK responde con la aceptación GCF (GK Confirmación) o rechazo GRJ (GK Reject). Si no se está en condiciones de procesar el request se puede enviar un mensaje RIP (Request in Progress) para indicar que se está procesando el request, esto restablece la caída de la conexión.
<b>Registro</b>	La terminal que informa de sus direcciones de transporte y alias mediante RRQ (Registration Request) y el GK responde con RCF (Registration Confirmation) o RRJ (Registration Reject). El RRQ se emite en forma periódica, el registro tiene un tiempo de duración (expresado en segundos) para lo cual se utiliza el mensaje timeToLive, la terminal o el GK puede cancelar los registros mediante el mensaje URQ (Unregister Request) al cual le corresponde la confirmación URF (Unregister Confirmation) .
<b>Locación</b>	Una terminal o GK que tiene un alias para un terminal y quiere determinar su información de contacto puede emitir el mensaje de requerimiento de localización LRQ (Location Request), al cual le corresponde la confirmación LCF (Location Confirmation) con la información requerida. La dirección puede ser del tipo E.164 si se trata de un GK fuera de la red.
<b>Admisión</b>	El pedido de admisión de la terminal al GK es ARQ (Admissions Request) y contiene un requerimiento Call Bandwidth (en formato Q.931), el GK puede reducir las características de la solicitud en el mensaje de confirmación ACF (Admissions Confirm). En el mismo mensaje ARQ se dispone de la funcionalidad Transport QOS para habilitar la funcionalidad de reservación de ancho de banda RSVP, para servicios unidireccionales (orientado-al-receptor).
<b>Ancho de Banda</b>	Durante una conexión la terminal o el GK pueden requerir el cambio de ancho de banda del canal mediante el mensaje BCR (Bandwidth Change Request).
<b>Estado</b>	Se trata de un mensaje periódico (mayor a 10 seg) que emite el GK a la terminal para determinar el estado y requerir diagnóstico, se trata de los mensajes IRQ (Information Request) y IRR (Information Response). La habilitación se realiza mediante will Respond ToIRR enviado en el mensaje RCF o ACF.

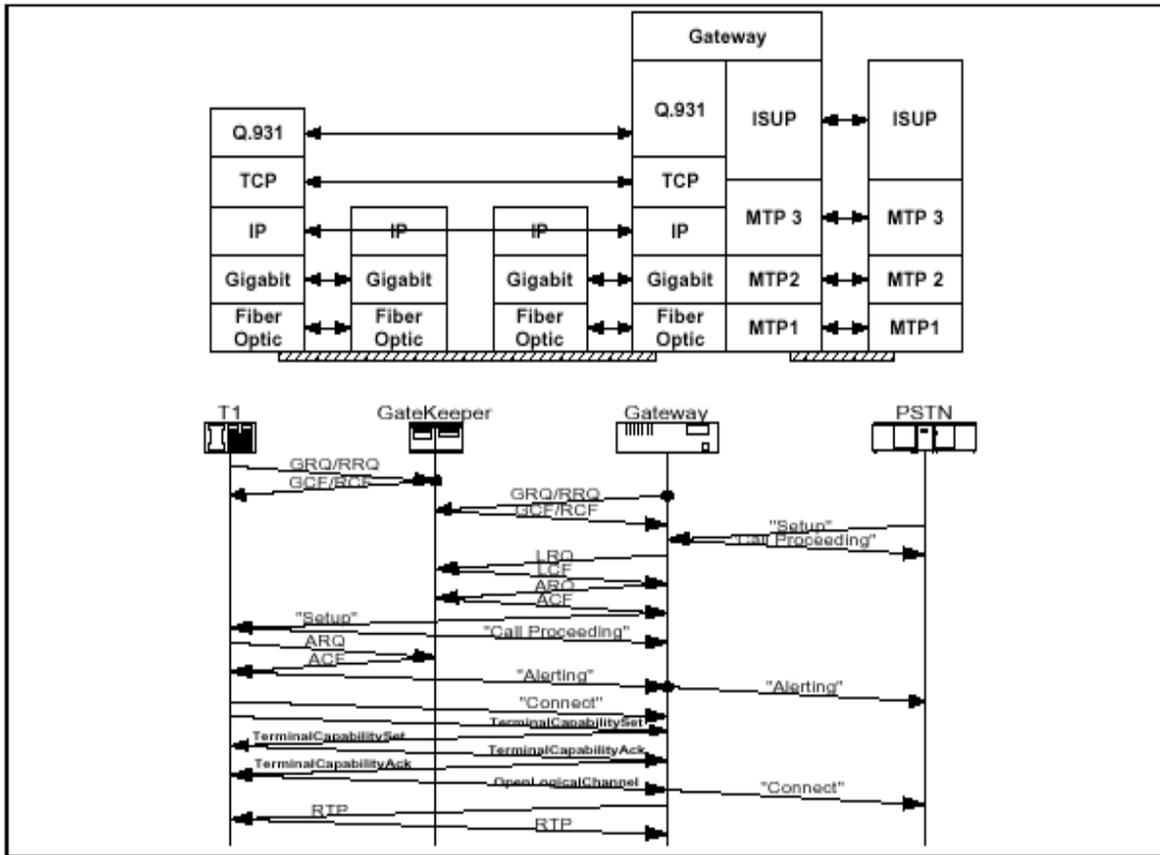


Figura 3.5 Modelo de capas y mensajes en la conexión H.323

### 3.3.2-Señales y protocolos involucrados en H.323.

Se presenta las señales y protocolos involucrados en H.323 en la tabla 3.3 y las direcciones de capas 3/4/7, así como el funcionamiento de algunos protocolos no mencionados.

#### Protocolo PPP:

Se utiliza para enlaces inferiores a 2 Mb/s para fraccionar los paquetes de gran longitud y permitir el alternado con paquetes de servicios en tiempo-real.

Proporciona conexiones de anfitrión a red y de ruteador a ruteador se puede emplear para proporcionar una conexión de línea en serie entre dos máquinas.

#### Dirección TSAP:

Corresponde al puerto TCP/UDP, permite la multiplexación de canales con la misma dirección de red, algunos componentes como el GK y el protocolo RAS tienen una dirección de puertos fijos (*well-known*), en otros como las terminales, se asignan en forma dinámica.

La Dirección de Alias, se trata de alguna identificación como el número telefónico, dirección de e-mail, nombre de usuario, etc. La resolución de direcciones alias se realiza en el gatekeeper.

**H.235:**

Provee una mejora sobre H.323 mediante el agregado de servicios de seguridad como autenticación y privacidad (criptografía), H.235 trabaja soportado en H.245 como capa de transporte, todos los mensajes son con sintaxis ASN.1.

**Q.931:**

Este protocolo, definido originalmente para señalización en accesos ISDN básico **BRI** (Basic Rate Interface), se utiliza para señalización de llamada en la red IP (desde el GW hacia el terminal). Es equivalente al ISUP utilizado desde el GW hacia la red PSTN

<b>Tabla 3.3 Protocolos H.323</b>		
<b>Etapa</b>	<b>Sobre</b>	<b>Protocolos</b>
Tráfico	UDP/IP	G711 ( 64 kb/s), G722( 48, 56, 64 kb/s ) G728(16 kb/s ), G729 (8 kb/s ), G723 (6.3 kb/s)
Señalización	UDP/TCP/IP	H.225, Q931, RAS, H245, H235
Calidad en el servicio	UDP/IP	RTP, RSUP, PPP
Dirección		TSAP, RAS

**3.3.3-Importancia del protocolo H.323 .**

El H.323 es la primera especificación completa bajo la cual, los productos desarrollados se pueden usar con el protocolo de transmisión más ampliamente difundido (IP). Existe tanto interés y expectación entorno al H.323 porque aparece en el momento más adecuado. Los administradores de redes tienen amplias redes ya instaladas y se sienten cómodos con las aplicaciones basadas en IP, tales como el acceso a la web, además, los ordenadores personales son cada vez más potentes y por lo tanto capaces de manejar datos en tiempo real tales como voz y vídeo.

**3.4- Ancho de Banda.**

El ancho de banda necesario para la transmisión de voz y video en tiempo real era considerablemente elevado, actualmente la voz que recibe un gateway es digitalizada y comprimida según distintos algoritmos(GSM, G.723, G.711,G.729 ver tabla 3.4), los cuáles se caracterizan por conseguir mayores relaciones de compresión en disminución del tiempo de latencia (Tiempo necesario para descomprimir la voz para que pueda ser entendida de nuevo). Algunos de estos algoritmos consiguen comprimir los paquetes de voz en 8Kbps aproximadamente, el protocolo IP añade al paquete de voz digitalizado y

comprimido una serie de encabezados para su correcto transporte a través de la red, lo que hace que el ancho de banda necesario se incremente hasta unos 16Kbps.

Hay que considerar así mismo el parámetro denominado “Supresión de Silencios “, con este parámetro activado se consigue que la transmisión de paquetes (Uso de ancho de banda) se reduzca a las situaciones en que los agentes están hablando, el resto del tiempo (cuando no exista voz a transmitir) se libera el ancho de banda.

Considerando este aspecto, se puede afirmar que el tamaño medio de un paquete de voz durante una conversación es de 8Kbps.

Con todo lo anterior se puede afirmar que con un canal B de cualquier línea RDSI( Red Digital de Servicios Integrados: 2 canales B y 1 canal D) cuyo ancho de banda es de 64 Kbps, se puede realizar una comunicación de 8 llamadas simultáneas. Esta situación puede coincidir con las dimensiones de cualquier central de una PYME (Pequeña y mediana Empresa), esto viene a demostrar que las necesidades de ancho de banda para este tipo de aplicaciones están al alcance de cualquier empresa.

<b>Tabla 3.4 Ancho de banda requerido por los VoCodecs actuales</b>	
<b>Vo Codecs</b>	<b>Ancho de Banda (BW)</b>
G.711 PCM	64 Kbps
G.726 ADPCM	16,24,32,40 Kbps
G.727 E-ADPCM	16,24,32,40 Kbps
G729 CS-ACELP	8 Kbps
G.728 LD-CELP	16 Kbps
G.723.1 CELP	6.3 / 5.3 Kbps

### **3.5- Aplicación.**

Empezamos por la propia instalación de la red, hasta el momento, toda instalación requería un cableado para datos y otro independiente para voz. La instalación de una sola red dentro del ámbito de la empresa ya de por sí supone una ventaja importante, si a esto añadimos costos de mantenimiento, gestión etc., la ventaja es clara.

Otra aceptación importante ligada a la instalación de la red es que realmente la red de datos suele estar más ramificada que las redes de voz. Multitud de compañías con sucursales, delegaciones o filiales mantienen conexiones permanentes entre las diversas localizaciones para centralización de información de datos. Con un sistema integrado de Voz IP, toda llamada interna es realmente interna, sin necesidad de contar con soporte externo.

Se puede poner en marcha una serie de aplicaciones que son de gran demanda y producen de forma inmediata un ahorro de costos muy significativo.

Los centros de llamadas pueden utilizar la Telefonía IP, mejorando la calidad de la información intercambiada en cada sesión, por ejemplo un usuario podría navegar por información, antes de realizar la consulta con el operador, una vez en comunicación el operador, podría trabajar con un documento compartido a través de la pantalla, de esta forma se consiguen sistemas de gran calidad en el servicio a ofrecer, además de reducir de forma considerable, el coste de líneas telefónicas y de Distribuidores Automáticos de Llamadas (ACD).

Si una compañía tiene su información disponible en una Web en Internet, los usuarios que visitan este Web podrían no solo visualizar la información que esta compañía les ofrece, sino que podría establecer una comunicación con una persona del departamento de ventas sin necesidad de cortar la conexión. De esta manera el operador de ventas cuando atienda las llamadas tendrá en su pantalla la misma información que está viendo el usuario.

Al igual que se hace con la voz, cabe la posibilidad de realizar transmisiones de fax sobre redes de telefonía IP, consiguiendo de esta manera reducir de forma considerable los costos.

La telefonía IP permite la conexión de tres o más usuarios simultáneamente compartiendo las conversaciones de voz o incluso documentos sobre el que todos los miembros de la multiconferencia pueden participar en la revisión, esto resulta de gran utilidad para empresas que realicen reuniones virtuales, con los consiguientes ahorros de gastos que supone el desplazamiento de personas.

### **3.6. - Telefonía IP vs Telefonía convencional.**

La telefonía IP necesita un elemento que se encargue de transformar las ondas de voz en datos digitales y que, además, los divida en paquetes susceptibles de ser transmitidos haciendo uso del protocolo IP. Este es conocido como procesador de señal digital (DSP), el cual ya está disponible utilizando la Telefonía IP o las propias Gateways encargadas de transmitir los paquetes IP una vez empaquetada la voz. Cuando los paquetes alcanzan el Gateway de destino se produce el mismo proceso a través del DSP pero a la inversa con lo cual el receptor podrá recibir la señal analógica correspondiente a la voz del emisor.

La transformación de paquetes de voz según la forma expuesta, es similar a la transmisión de un correo electrónico desde el origen hasta el destino, el problema es que en las transmisiones IP no están garantizado el éxito, por lo cual si el correo no es legible o se pierde algún paquete, es necesario solicitar la retransmisión del mismo y su recuperación es factible, pero en el caso de la transmisión de voz esto no es así, ya que la necesidad de recibir los paquetes en un determinado orden, la necesidad de asegurar que no haya pérdidas y de conseguir una tasa de transmisión mínima hace prácticamente necesaria la implantación de sistemas de Calidad de Servicio (QoS Quality of Service), estos sistemas suponen hoy en día el gran reto de la industria ya que garantizan la calidad en el Servicio Sobre IP, supondrá la inmediata implantación de los sistemas de transmisión de voz.

El verdadero problema hoy en día es que la telefonía conmutada establece circuitos virtuales dedicados entre el origen y el destino ahí la calidad es Innegable y segura. Por lo contrario de la transmisión de voz sobre IP comparte el circuito y el ancho de banda con los datos y los paquetes pueden atravesar multitud de nodos antes de llegar a su destino lo que supone lógicas deficiencias en la transmisión de paquetes de voz.

### **3.7. - Ventajas e Inconvenientes.**

Los servicios de VoIP presentan una multitud de ventajas en todos los aspectos. Su enumeración y explicación debe de realizarse de forma sencilla y transparente con el objeto de hacer llegar a los posibles usuarios la bondad de su implantación en un futuro no lejano. Hay que evitar la confusión prematura y rechazo ante algo que se plantea como la solución universal y que no se termina de entender, en esta línea destacan tres grandes bloques.

#### **Entorno empresarial:**

Produce una amplia reducción en los costos de la factura telefónica, costos de todo tipo de llamadas que se compare al de una llamada local de forma que la reducción en los costos del tráfico de voz será muy importante.

Nuevas posibilidades de marketing directo y potenciación de servicios de atención al cliente. Podrán implantar la filosofía "Push 2 Talk" que consiste en un icono situado en una página Web a través del cual un navegante podrá dialogar con personal especializado de la compañía mientras continua navegando por la red.

Potenciación de trabajo y de los trabajadores, con una única conexión se podrá acceder a aplicaciones corporativas, al correo de voz, atender llamadas o buscar información sobre nuevos proyectos

#### **Usuarios finales:**

El usuario final que ocupa su línea de teléfono doméstica para transmisión de datos no puede recibir comunicaciones de voz al estar la línea ocupada, los nuevos servicios de VoIP no sólo le permitirán atender llamadas de forma simultánea sino que, además, conocer quien le llama de esa forma admitir y rechazar llamadas e incluso desviarlas.

#### **Proveedores de servicio:**

XoIP será su nuevo argumento comercial. "X" supone poder ofrecer voz, datos, fax o cualquier servicio susceptible de ser transmitido por una red IP.

Dentro de los inconvenientes el verdadero caballo de batalla se resume con tres letras Qos (Quality of Services) que garantiza calidad de servicio con base en los retardos de ancho de bandas disponibles en una red IP. Una vez digitalizada y paquetizada la voz, se envía al canal de transmisión y aquí no existen soluciones que nos garanticen o

permitan establecer anchos de banda, orden de paquetes y retrasos asumibles a su transmisión. Las posibles soluciones pasan por diferenciar los paquetes de voz de los paquetes de datos, anticipa la transmisión de los paquetes de voz y hace que los retrasos añadidos a la transmisión de los paquetes no superen en ningún caso los 150 milisegundos (recomendación de la ITU).

Las líneas de trabajo actuales y las soluciones hasta el momento desarrolladas se basan en el ancho de banda y en la relación existente entre los distintos algoritmos de compresión de voz utilizados y el ancho de banda requerido.

# CAPÍTULO IV

## PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

---

Se darán a conocer las características y pasos que se deben seguir en la planeación de un proyecto, donde se nos presenta la necesidad de migrar una red convencional ya existente por una red VoIP (Voz sobre IP). Desarrollando temas que nos permitan entender la situación en la que se encuentra, conocer sus funciones principales, los servicios que nos brinda y los equipos involucrados, así mismo verificar si es necesario cambiar estos equipos por otros nuevos o bien sólo agregar hardware y software al ya existente, también se presentará un análisis detallado del costo beneficio que nos demande al realizar el cambio a voz sobre IP y poder tomar una buena solución del proyecto.

### **4.1- Estado actual de la red.**

Actualmente se cuenta con una red WAN a nivel Nacional, donde se transporta voz y datos, se compone de 31 sitios situados en los Estados de la República Mexicana incluyendo subcentros por cada sitio, todos los sitios son enlazados entre si por E1's en una nube Frame Relay, su principal función es dar el servicio de Seguridad Pública (Bomberos, Policía, ambulancias etc.) para tener comunicación e información necesaria en todos los sitios.

En la red de datos, se transporta información confidencial, bases de datos, control de equipos remotos, video e Internet, pero el tema principal de interés es el servicio de voz, donde se tiene un Call Center con un grupo de atención de cinco operadoras que dan asistencia pública, recibiendo llamadas del exterior para reportar accidentes, inundaciones, robos, etc., la función de las operadoras es canalizar el problema, tomar los datos, tranquilizar a la persona y enviar la ayuda correspondiente lo más pronto posible.

Para mejorar la seguridad se cuenta con grupo de atención de ayuda adicional para evitar perdidas de llamadas en mayor demanda, otra función importante es el servicio de comunicación de llamadas internas y externas de la propia empresa, es decir, llamadas de salida y entrada, como locales, municipales, nacionales, internacionales y dentro de la propia Red Privada.

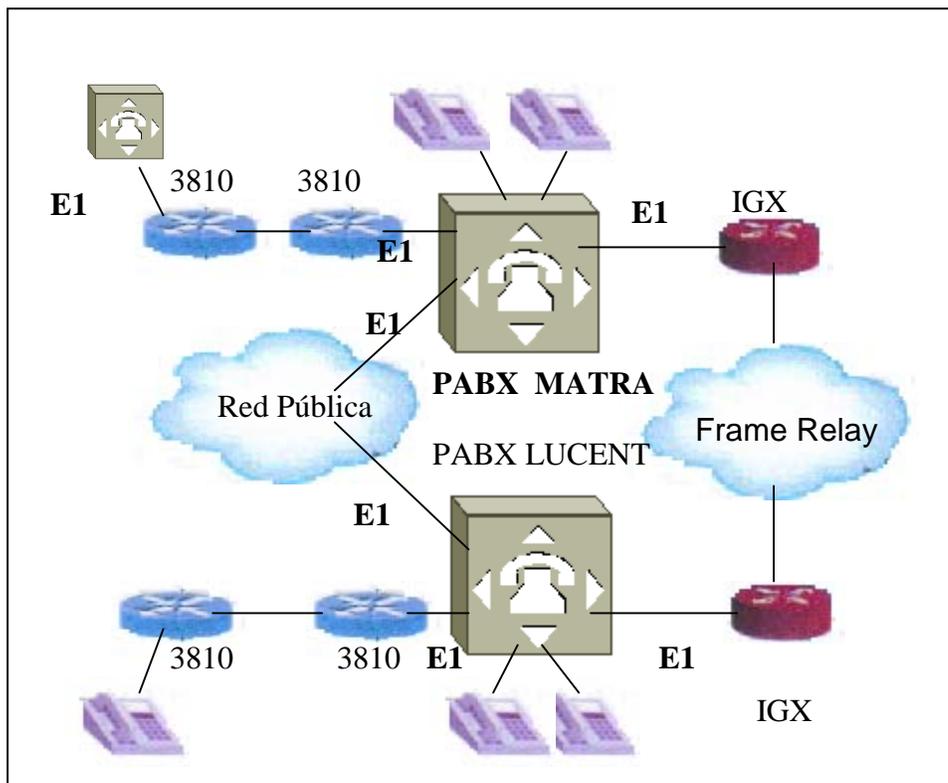
Los equipos participantes en los servicios de voz son conmutadores telefónicos convencionales (PABX Private Automatic Branch Exchange) marca MATRA- NORTEL y LUCENT, que tienen como función los servicios mencionados anteriormente, pero, además, nos sirven para realizar el enlace de comunicación de voz interna entre los dentro de la Red Privada, por medio de una conexión E1 se conecta el equipo PABX

con un ruteador IGX-8400 por medio de señalización ISDN (QSIG PRI), el cual realizará una conversión de señalización para poder conectarse a la nube Frame Relay y poder mandar la información de voz a los demás sitios.

Para realizar la conexión a los subcentros también se necesita de una conexión por el medio de transmisión E1, conectado el PABX con un ruteador 3810 de Cisco por medio de señalización Win Stark, permitiéndonos realizar conexiones con otros equipo PABX de marcas diferentes, tener extensiones analógicas adicionales por si no se tiene un conmutador telefónico en el subcentro y sólo se necesite de una mínima cantidad de extensiones.

También existe el enlace con la Red de Transporte Público donde se utiliza una conexión E1 fraccionado por 10 canales de comunicación por señalización R2 modificado, asignando un máximo de 20 números directos, estos son divididos en dos cabezas de grupo, uno que es utilizado para las llamadas entrantes de las oficinas y el segundo para las llamadas ACD (Distribución de llamadas automáticas) donde se realiza desde la central telefónica (Telmex) una transformación en el número cabeza de grupo, permitiendo al usuario sólo marcar del exterior tres dígitos (066).

A continuación se muestra el diagrama de conexión de la Red Privada, mostrando los equipos que hacen posible esta conexión Figura 4.1.



**Figura 4.1 Diagrama de conexión**

### 4.2- Necesidad del proyecto.

La necesidad que debe cumplir el proyecto es disminuir costos en las comunicaciones. Con los avances de la tecnología podemos comprobar que la voz sobre IP se encuentra actualmente implementada y comprobada, el objetivo del proyecto es cambiar la red de telefonía convencional a telefonía Voz IP (VoIP), permitiéndonos comprimir la voz en un ancho de banda menor al que actualmente se tiene y así poder compartir la red de datos, disminuyendo los costos de las rentas de los E1's dedicados hasta un 50 % de los costos actuales, es decir, se utilizaría el mismo medio de transmisión E1 para el transporte voz y datos.

Se requiere de una solución donde los equipos que se encuentran actualmente operando (MATRA y LUCENT) puedan soportar la conexión de voz sobre IP (VoIP), tratando de que sufran el menor cambio posible, cumpliendo con los protocolos y tipo de señalización para que puedan comunicarse entre si y enviar la información adecuadamente, también es necesario que cumpla con la comunicación de la telefonía IP.

En este proyecto se dará la solución para la migración a voz sobre IP de los equipos MATRA. Nuestra necesidad es comprobar que el conmutador sea compatible con los equipos LUCENT y Cisco, con la aplicación del protocolo H.323 y cumplir con las especificaciones que cubre el proyecto.

Actualmente se tienen cuatro equipos marca MATRA ubicados en diferentes Estados de la República Mexicana, por lo tanto es importante que cada uno de los equipos cumpla con las siguientes especificaciones:

- a) Que su tecnología nos permita aceptar tarjetas y software, para la conexión de Voz sobre IP.
- b) Debe contar con un puerto RJ-45.
- c) Es necesario que cumpla con el protocolo de comunicación H.323 y los protocolos necesarios para la telefonía IP.
- d) Que cumpla con todos los servicios que ofrece actualmente, sin tener complicaciones a futuro, como el ACD, correo de voz, tarificador, grabador de llamada, etc.
- e) En caso de que sea necesario cambiar el equipo por uno nuevo, se debe cumplir con las siguientes especificaciones:

Señalización: VoIP, ISDN, Win Strak, Líneas analógicas.

Servicios: ACD, correo de voz, tarificador, grabador de llamada.

### 4.3- Equipos participantes y sus características.

Se mostrarán las principales características de los equipos que participan en la red de transporte de voz:

- MC6550 Marca Matra- Nortel
- Definity ECS Marca Lucent
- Ruteador 3810 Marca Cisco
- Ruteador IGX 8400

#### 4.3.1- PABX MC6550 (MATRA).

Es una evolución tecnológica importante, incluye la telefonía inalámbrica, 60,000 llamadas por hora, 4,000 Erlangs, una arquitectura de circuitos/paquetes/Celular, Tarjetas modulares, M.O.V.A.C.S, ACD (distribución de llamadas), duplicidad de arquitectura, elegibilidad ente módulos para Voz y Datos como el que se muestra en la figura 4.2 y especificaciones en tabla 4.1.



**Figura 4.2 PABX MATRA**

<b>Tabla 4.1- Especificación Técnica PABX MC 6550 (MATRA)</b>	
Interfaces de Red	CTI: TAPI, CSTA, Hospitales, Aplicaciones de Hotel.
Voz	640 puertos Digital, 128 puerto Analógicos, 5 accesos PRI, 32 interfaz T0, 40 Interfaz S0, 512 terminales Inalámbricas, 24 enlaces Asíncronos.
Velocidad Transmisión	155Mbits/s.
Interfaz Multiprotocolo	R2 modificado, Q-SIG Digital, ISDN.

**4.3.2- Definity Prologix (LUCENT).**

Es un equipo que ofrece accesos y control de una red digital de comunicaciones que cumple con las necesidades críticas, como ACD (Distribución Automática de llamada), sistema inalámbrico, administración del sistema, oficina virtual, servicios de Red. En la figura 4.3 se muestra el equipo PABX de LUCENT y sus especificaciones en la tabla 4.2.



**Figura 4.3 PABX LUCENT**

<b>Tabla 4.2- Especificación Técnica PABX (LUCENT)</b>	
Interfaces de Red	CTI: TAPI, CSTA, Hospitales, Aplicaciones de Hotel.
Voz	640 puertos Digital, 128 puerto Analógicos, 5 accesos PRI, 32 interfaz T0, 512 terminales Inalámbricas, 24 enlaces Asíncronos.
Velocidad Transmisión	
Interfaz Multiprotocolo	R2 modificado, ISDN Q-SIG Digital.

### 4.3.3- Ruteador 3810 (CISCO).

La serie cisco MC3810 está diseñado para escalar líneas arrendadas de baja velocidad a entornos arriba de los 56Kbps a 2.048 Mbps en Frame relay y T1/E1 en redes ATM. Con un simple cambio de software soporta conexiones de voz analógicas y digitales, es flexible ya que puede ser desplegado en redes públicas o privadas, soportando una variedad de servicios y aplicaciones para red. Especificación del equipo en la tabla 4.3.

<b>Tabla 4.3-Especificaciones Técnicas para la serie MC3810 de Cisco</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Especificaciones</b>
Interfaces de Red	Ethernet 1 x 10Base-T, serial sincrónico, channelized T1/E1 con CSU/DSU y respaldo BRI Opcional.nX64 up to T1/E1, Frame Relay, ATM or TDM.
Voz	De 1 a 6 puertos analógicos RJ-45 - FXS, FXO, E&M, tipo I, II, III, IV, V wink start, de 1 a 24 canales digitales con crossconexión, interfaz T1/E1, señalización CAS, Q.SIG, CCS transparente, de 1 a 8 canales digitales BRI (Basic Rate Interfaz).
Velocidades de compresión de Voz	64, 32, 8 kbps.
Algoritmos de compresión de Voz	G.711, G.729, G.729a, G.726.
software	Cisco IOS Release 12.0 IP, IP Plus, Enterprise Plus, ATM, administrador de conferencia multimedia.
Memoria DRAM	32 MB DRAM.
Memoria flash	8 MB expandible a 16 MB.
Tipo de procesador	40 MHz MP860 Motorola PowerPC QUICC.

### 4.3.4- Ruteador IGX 8400 (Cisco).

El módulo de ruteo universal (URM) del IG8400 es un IOS totalmente integrado con 2 interfaz T1/E1 (expandibles a VoIP) y dos puertos ethernet de alta velocidad, y tiene las siguientes funciones:

- Inter.-operabilidad con cualquier plataforma de voz cisco disponible, basado en IOS
- Ruteo IP a través de su set de características IOS IP Plus
- Un set completo de servicios para IP y VoIP/VoATM
- Swicheo de voz a través de su implementación basada en estándares H.323 IOS

En la tabla 4.4, se especifican sus características.

<b>Tabla 4.4 Especificaciones Técnicas para el Módulo de Ruteo Universal IGX 8400</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Especificaciones</b>
Tipo de procesador	225 MHz RISC QED RM5271
Memoria flash	32 MB
Sistema de memoria	128 MB SDRAM
Performance	Switcheo rápido arriba de 85 Kpps y switcheo de procesos arriba de 8.5 Kpps (a un 80% del uso del procesador)
Llamadas simultáneas de voz	60 llamadas por URM
Puertos LAN dentro de la tarjeta	Dos puertos Ethernet autosensing 10/100 Mbps.
Puertos de voz	2 x T1 (with BC-URI-2FE2V-T1 Back Card) ,2 x E1 (with BC-URI-2FE2V-E1 Back Card)
<b>Interfaz E1</b>	
Velocidad de transmisión	2.048 Mbps 100 bps/50 PPM.
Velocidad de recepción	2.048 Mbps 100 bps/50 PPM.
Velocidad de datos	1.984 Mbps (modo de trama) Por E1 Port.
Fuente de reloj	Interna y de Loop (Tomada de la red).
Codificación	HDB3.
Interfaz DTE (para datos)	Servicio fraccionado.
Interfaz DTE (Para voz) y Interfase DCE	G.704/estructurado.
Tipo de interfaz T1/E1	Conector RJ48.
Estándares de interfaz física T1/E1	T1 ANSI, ATT T1.1, ANSI T1.403.
Estándares de calidad IP de servicio(QoS)	IETF: RSVP, WFQ, WRED, CRTP, PQ.
Estándares de señalización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ITU-T: H.323 v1 y v2</li> <li>• T1/E1 CAS T1/E1 CCS:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ AT&amp;T 4ESS</li> <li>○ QSIG (ETSI)—ETS 300 239</li> <li>○ Euro-ISDN (ETSI)—ETS 300 120</li> <li>○ Q.931A, ISDN</li> </ul> </li> </ul>

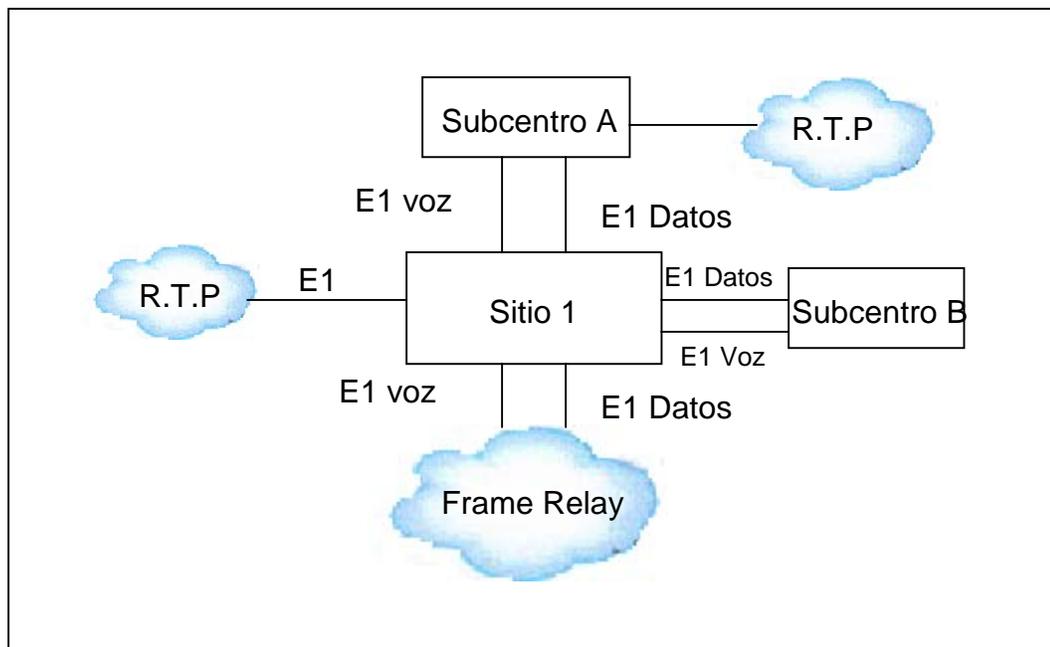
**4.4- Justificación del cambio a voz sobre IP.**

Si se realiza un análisis de los gastos ocasionados por la renta de los E1's que existen por sitio y se realiza una comparación con el alcance ó el uso que día a día se le da, nos daremos cuenta que existen gastos innecesarios y que la nueva tecnología ofrecida nos brindaría hasta un 50% del ahorro de los gastos actuales, así justificando su cambio.

Tomando en cuenta que un Estado se compone de 8 enlaces E1's para el transporte de la voz y los datos.

El proyecto sólo se basará en realizar la migración ó cambio de los equipos MATRA, de cuatro Estados de la República Mexicana como Morelos, Colima, Oaxaca y Sinaloa, se dará a conocer un estudio de los enlaces existentes, el costo por enlace, llamadas realizadas por minuto, horas pico por minuto y poder justificar el cambio.

Como se muestra en la figura 4.4 los sitios a analizar cuentan con tres enlaces E1's para datos, tres E1's para Voz y dos enlaces E1's con señalización R2 modificado para la Red de Transporte Público, incluyendo los subcentros.



**Figura 4.4 Diagrama de flujo**

Se tomará en cuenta el número de extensiones que se tienen por cada sitio, incluyendo los subcentros ya que éste es el punto central para comunicarse con los demás centros remotos y, además, analizar los canales a utilizar, es decir, que por cada tres extensiones se considera un canal de comunicación, tomando en cuenta que las llamadas no se realizan simultáneamente.

Lo que nos muestra la tabla 4.5 son las extensiones que se tienen por Estado, considerando la suma de extensiones por centro y subcentro, obtenemos un rango entre veinticinco canales máximos y 17 canales mínimos a utilizar de un E1 dependiendo del Estado, por que el centro concentra las llamadas también de los subcentros.

<b>Tabla 4.5 Número de Extensiones</b>	
<b>Sitio</b>	<b>No. Extensiones</b>
<b>Sitio 1 (Morelos)</b>	<b>42</b>
Subcentro A (Morelos)	25
Subcentro B (Morelos)	4
<b>Sitio 2 (Oaxaca)</b>	<b>29</b>
Subcentro A (Oaxaca)	20
Subcentro B (Oaxaca)	2
<b>Sitio 3 (Colima)</b>	<b>46</b>
Subcentro A (Colima)	25
Subcentro B (Colima)	4
<b>Sitio 4 (Sinaloa)</b>	<b>45</b>
Subcentro A (Sinaloa)	20
Subcentro B (Sinaloa)	4

Analizando el tráfico de llamadas que existen en los Estado, nos damos cuenta que la red privada está sobre utilizada, considerando que por cada enlace tenemos 30 canales libres de 64 Kbps y por cada llamada utilizamos un canal, podemos observando la tabla 4.6 los canales máximo ocupados por cada cinco minutos son de tres a cuatro y en horas pico de tres a cinco, considerando que no existe una variación entre ambas, tenemos aproximadamente el 10% de la utilización de red (E1), desperdiciando hasta un 90%.

<b>Tabla 4.6 Tabla de llamadas entrantes y salientes</b>				
<b>Llamadas entrantes y de salida</b>	<b>Morelos</b>	<b>Colima</b>	<b>Oaxaca</b>	<b>Sinaloa</b>
<b>Sitio - Sitio</b>				
<b>Cada 5 Minuto</b>	3	4	3	4
<b>Horas Pico X Minuto</b>	4	3	3	5
<b>Sitio - subcentro A</b>				
<b>Cada 5 Minuto</b>	1	2	2	3
<b>Horas Pico X Minuto</b>	1	1	1	2
<b>Sitio - subcentro B</b>				
<b>Cada 5 Minuto</b>	1	1	1	2
<b>Horas Pico X Minuto</b>	1	1	1	2

El costo de la renta de un E1 aproximadamente es de \$10,600 pesos en moneda nacional mensualmente tomando que en cuenta un enlace local a una distancia menor. El costo de los E1 privados se maneja por el ancho de banda y la distancia de punto a punto, en este caso se tiene una conexión a nivel Nacional pasando por una nube Frame relay donde todos los Estados de la República Mexicana se pueden comunicar entre si, sin pasar por un punto específico y llegar al punto destino, el costo aproximado de esta conexión es de \$24,000.00 pesos, por lo tanto la tabla 4.7 nos muestra el gasto total que se genera mensualmente por Estado, incluyendo el costo de la renta hacia la Red Pública más la suma de llamadas de larga distancia y celulares.

<b>Tabla 4.7 Costos por mes</b>					
<b>Estado</b>	<b>3E1's Datos</b>	<b>3E1's Voz</b>	<b>Renta R2</b>	<b>Llamadas adicionales</b>	<b>Costo total</b>
Morelos	72,000.00	72,000.00	2400.00	9,000.00	<b>155,400.00</b>
Colima	72,000.00	72,000.00	2400.00	10,000.00	<b>156,400.00</b>
Oaxaca	72,000.00	72,000.00	2400.00	14,000.00	<b>160,400.00</b>
Sinaloa	72,000.00	72,000.00	2400.00	8,000.00	<b>154,400.00</b>

Considerando el costo por mes y las llamadas realizadas, podemos justificar el cambio de la voz a IP, al comprimir la voz se puede solicitar un ancho de banda menor al que actualmente se tiene, generando costos menores en la renta de los E1's.

#### **4.5- Esquema y Función de los equipos PABX MC6550 por Estado.**

La configuración de los PABX por Estados es parecida, porque se tiene una normatividad para la red, donde se deben cumplir con determinadas especificaciones, sólo varían un poco en los servicios.

A continuación se especifica la estructura del equipo, sus tarjetas y funcionalidad, el release (Software) y configuración por Estado.

##### **4.5.1- Estructura MC6550 (Matra).**

Como podemos ver en la figura 4.5 el equipo es implementado con unidades de control, unidas por un enlace en anillo (token ring) con duplicidad en caso de incidencias de transmisión.

La información es transmitida sobre el anillo utilizando una técnica de multiplexación por división de tiempo a 155 Mbs/s y se compone de tres unidades, cada una de ellas tiene una función que permite realizar el paso de datos y voz sobre un mismo medio, una de ellas administra y gestiona al sistema (UCB), la otra provee la señal de reloj para la sincronía de las tramas (USB) y la tercera contiene la interfaz para datos y telefonía (UCG).

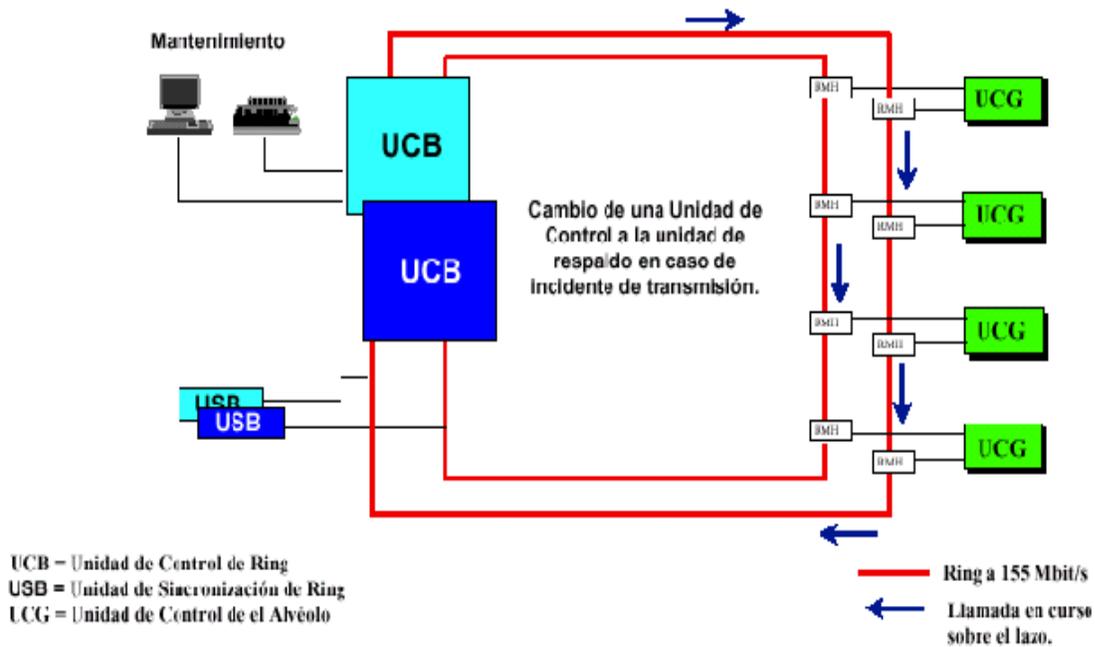


Figura 4.5 Estructura MC65650 (MATRA)

El bastidor se compone por clósters (ver figura 4.6), cada clóster se compone de las unidades de control dependiendo del Back Panel

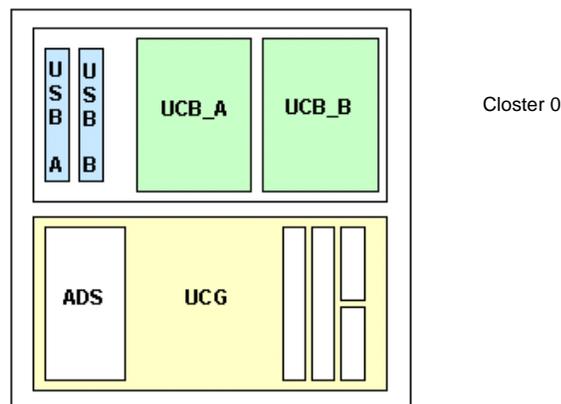


Figura 4.6 Bastidor

Los elementos del clóster 0 se componen de las siguientes unidades de control conectadas por el Back Panel **FPH2BI** y se compone de las siguientes tarjetas (tabla 4.8.).

UCB: Unidad de Control del Anillo  
 USB: Unidad de Sincronización del Anillo

<b>Tabla 4.8 Tarjetas del cluster 0</b>	
<b>TARJETA</b>	<b>FUNCIONALIDAD (Módulo SUB.)</b>
SAH	Tarjeta que se encarga de la base del reloj y loo de sincronía
<b>TARJETA</b>	<b>FUNCIONALIDAD (Módulo UCB)</b>
AUT	Tarjeta Automata
TAD	Tarjeta de enlaces periféricos
UTJ	Tarjeta con microprocesador
MVD	Tarjeta que contiene el disco duro(Bases de Datos
ALC	Tarjeta de alimenta al Loop

Los elementos del cluster 1 se compone de la siguiente unidad de control conectada un Back Panel **FPD 30** (6 slots para tarjetas de telefonía, 7 tarjetas para datos) y se especifican en la tabla 4.9.

UCG: Unidad de Control del Panel.

<b>Tabla 4.9 Módulo UCG</b>	
<b>TARJETA</b>	<b>FUNCIONALIDAD</b>
RMH	Tarjeta de difusión del Ring
USH	Tarjeta con microprocesador para conmutación de paquetes.
AMH	Tarjeta de matriz de conmutación de gestión de código DTMF
ADS	Fuente de Alimentación a 127 V de entrada y 48 de salida
<b>TARJETAS DE DATOS</b>	
CLF	Tarjeta con 4 canales X-25
CCP	Tarjeta con 4 interfaz acopladora de circuito/paquete
LDS	Tarjeta de 8 canales S0/T0
ADQ	Tarjeta con un puerto (QSIG PRI)
CRI	1 puerto conexión IP
CLM	16 interfaces Asíncronas V24 V10/V28
<b>TARJETAS DE TELEFONÍA</b>	
CCS	Tarjeta mensajes de voz, música en espera, guía de voz.
CCB	Tarjeta de conferencia hasta 60 participantes
LRN	Tarjeta con 2 accesos MIC
LAF	16 Interfaz Analógicas
LAJ	32 Interfaz Digitales
CCS	Tarjeta de mensajes Sincronizados
LRF	8 Troncales Analógicas

\* Ver apéndice

4.5.2- Sitio 1 (Morelos).

En el Estado de Morelos nos encontramos con un bastidor que contiene tres cluster dos de ellos se utilizan para las tarjetas de voz y datos que ofrecen los servicios necesarios, también incluye otro para las unidades de control (CPU), las conexiones en el cluster 1 tenemos tarjetas que se utilizan para el servicio de radio y en el cluster 2 tarjetas para el uso del servicio telefónico. En la figura 4.7 se muestra el conmutador telefónico con sus respectivas tarjetas y en la tabla 4.10 las tarjetas correspondientes por cluster y en la figura 4.8 sus conexiones.

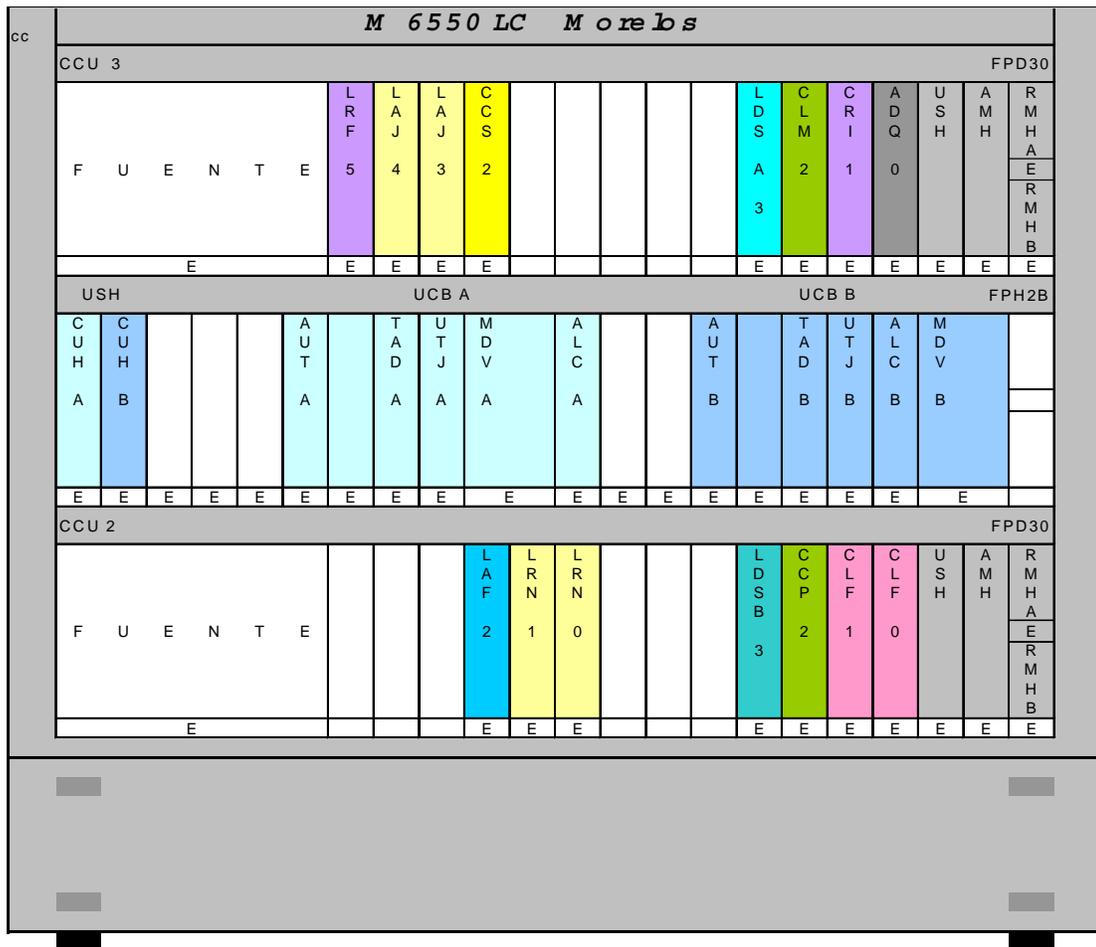


Figura 4.7 Bastidor Morelos

Tabla 4.10 Tarjetas del Estado de Morelos	
<b>Cluster 0</b>	
2 CUH, 2 AUT, 2ALC, 2 TAD, 2 UTJ, 2 MDV, 2 ALC	
<b>Cluster 1</b>	
1 ADS, 1 LAF, 2 LRN, 1LDS, 1CCP, 2CLF, , 1 USH, 1AMH, 2 RMH	
<b>Cluster 2</b>	
1 ADS, 1 LRF, 2 LAJ, 1CCS, 1LDS,1CLM 1CRI, 1ADQ, 1 USH, 1AMH, 2RMH	

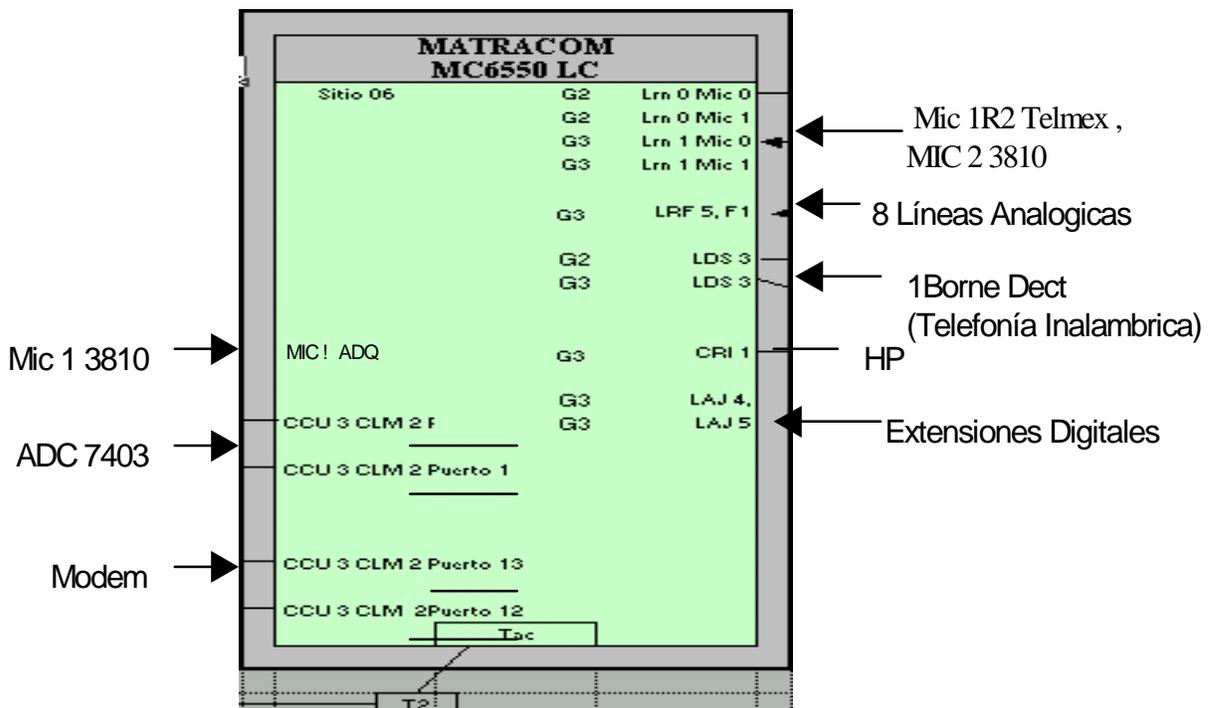


Figura 4.8 Conexión Morelos

4.5.3- Sitio 2 (Oaxaca).

En el Estado de Oaxaca se cuenta con un bastidor que contiene dos cluster una que incluye el CPU y la otra las tarjetas de voz-datos, donde se incluye el sistema de radio y telefonía (ver figura 4.9 el bastidor con las tarjetas correspondientes, tabla 4.11 tarjetas que componen cada cluster y en la figura 4.10 las conexiones).

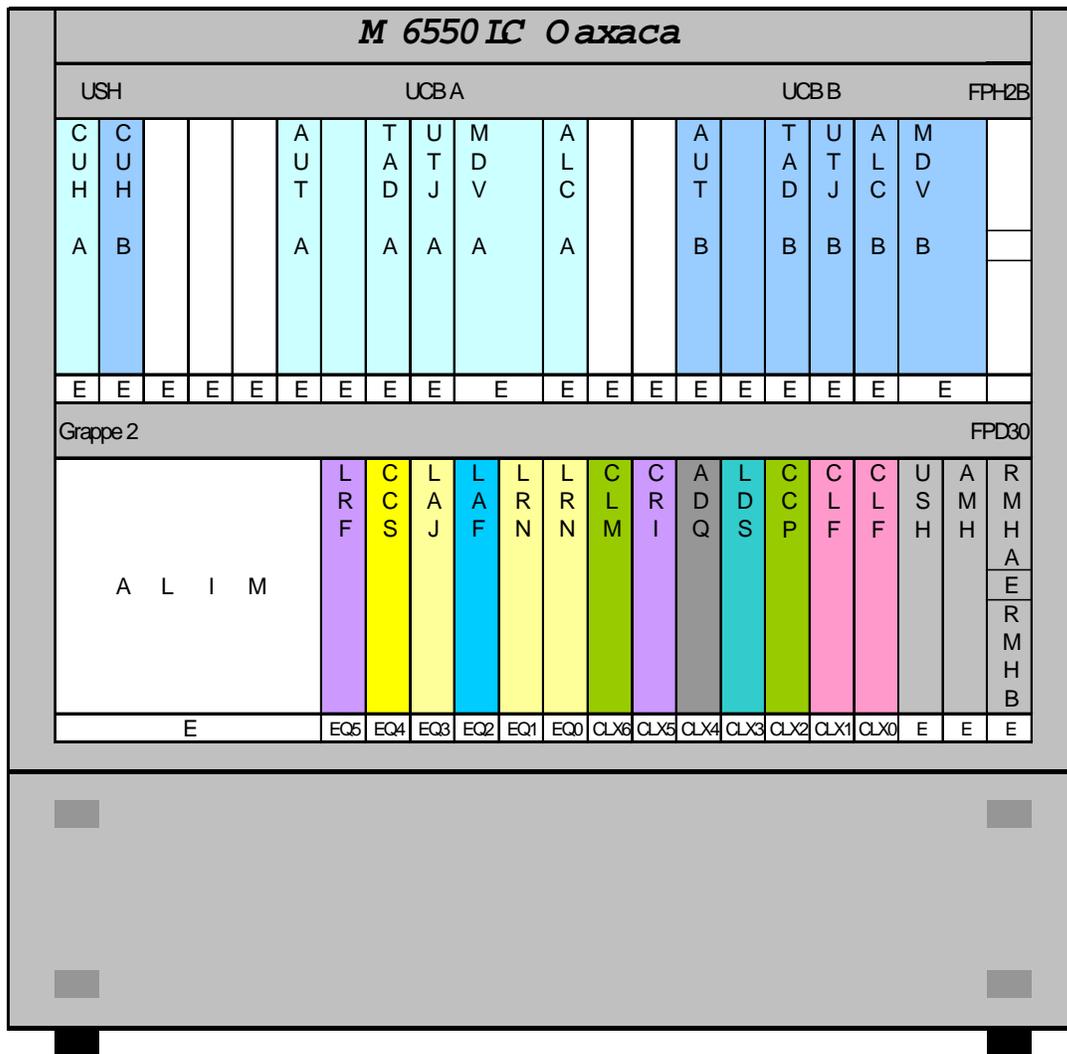


Figura 4.9 Bastidor Oaxaca

Tabla 4.11 Tarjetas del Estado de Oaxaca	
<b>Cluster 0,</b>	
2 CUH, 2 AUT, 2ALC, 2 TAD, 2 UTJ, 2 MDV, 2 ALC	
<b>Cluster 1</b>	
1 ADS, 1 LRF, 1 CCS, 1 LAJ, 1 LAF, 2 LRN, 1 ADQ, 1CRI 1LDS, 1CCP, 2CLF, , 2 USH, 2AMH, 2RMH	

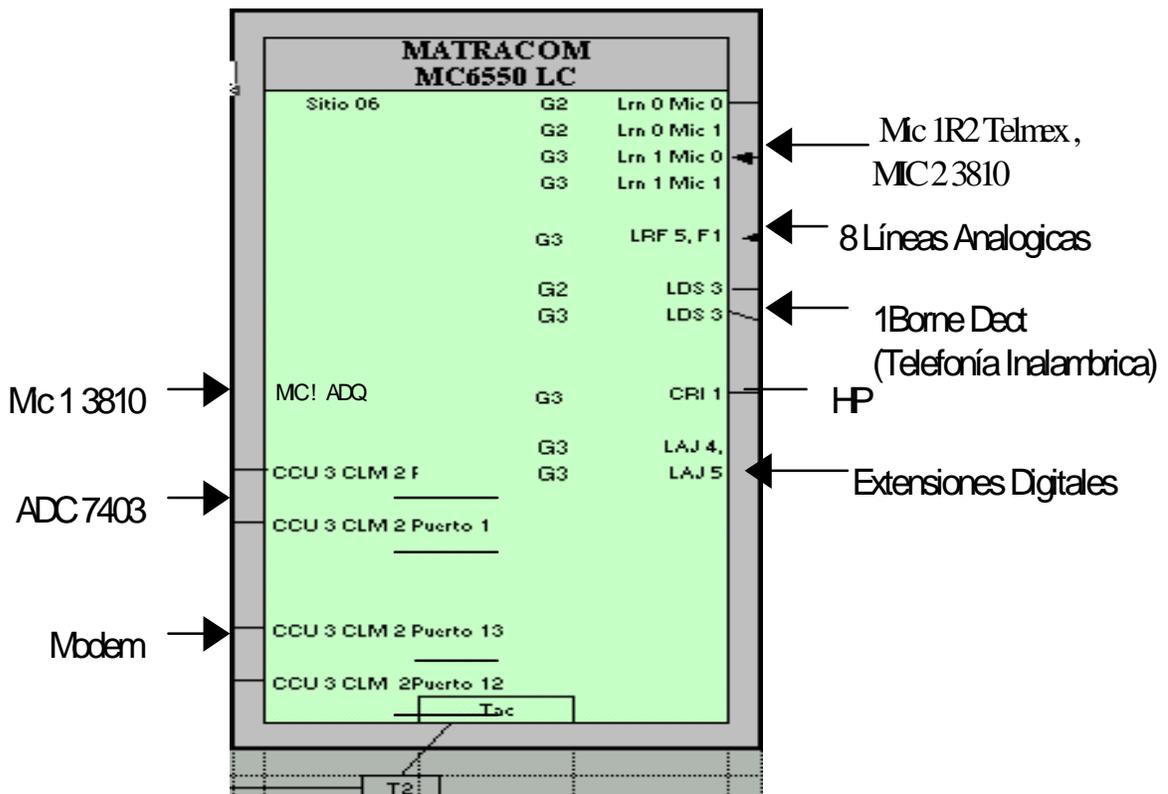


Figura 4.10 Conexión Oaxaca

4.5.4- Sitio 3 (Colima).

En el Estado de Colima al igual que Morelos cuenta con un bastidor que contiene tres cluster con las mismas especificaciones (figura 4.12), tarjetas ( tabla 4.12).Conexiones (figura 4.12).

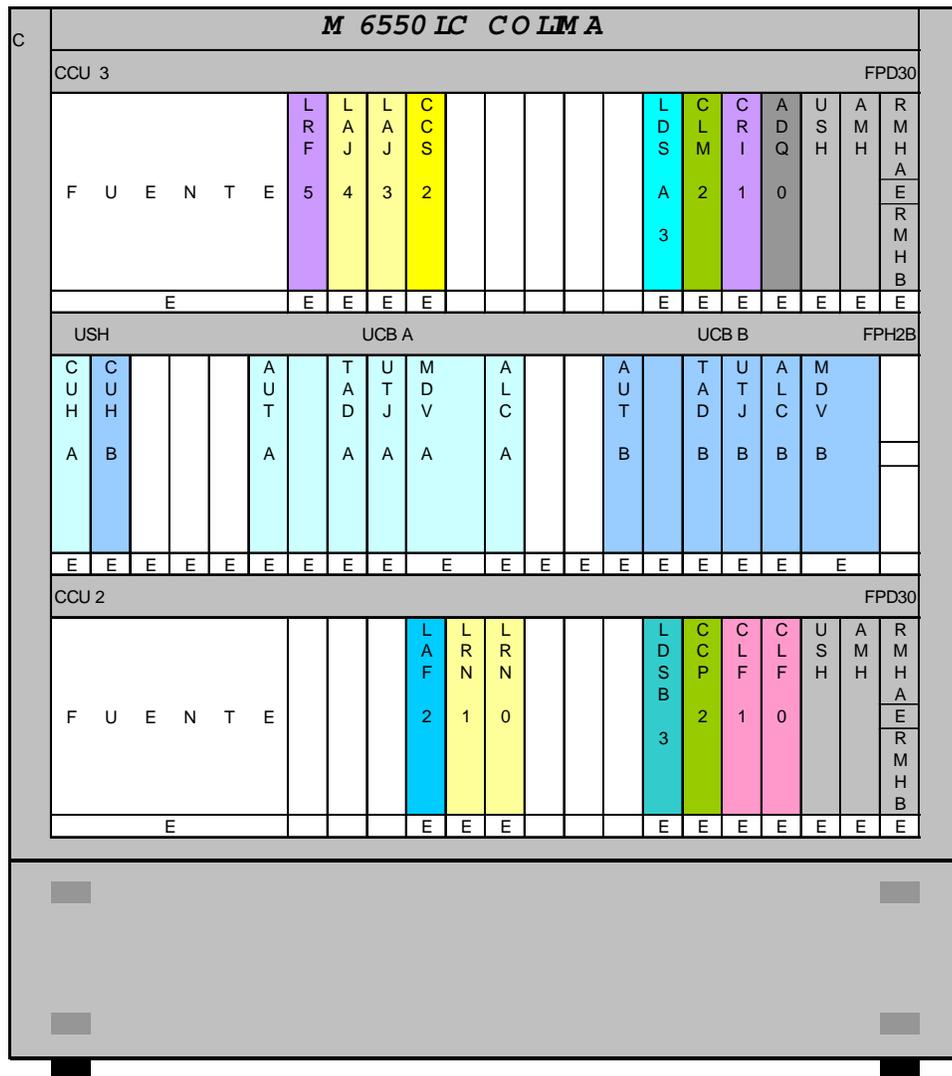


Figura 4.11 Bastidor Colima

Tabla 4.12 Tarjetas del Estado de Colima	
<b>Cluster 0,</b>	
2 CUH, 2 AUT, 2ALC, 2 TAD, 2 UTJ, 2 MDV, 2 ALC	
<b>Cluster 1</b>	
1 ADS, 1 LAF, 2 LRN, 1LDS, 1CCP, 2CLF, , 1 USH, 1AMH, 2 RMH	
<b>Cluster 2</b>	
1 ADS, 1 LRF, 2 LAJ, 1CCS, 1LDS,1CLM 1CRI, 1ADQ, 1 USH, 1AMH, 2RMH	

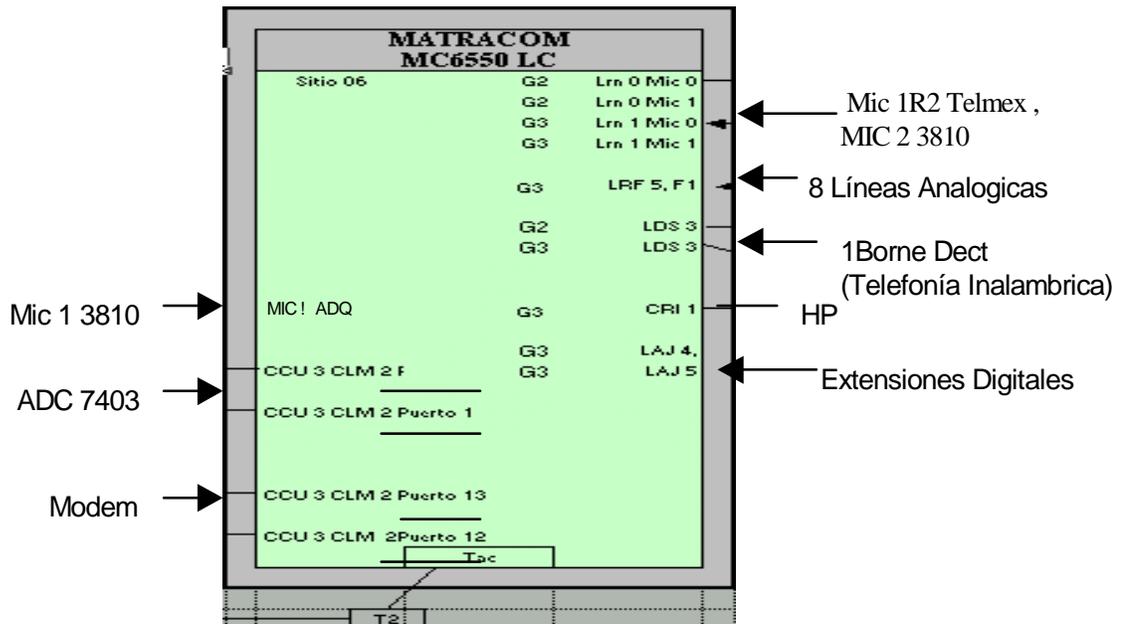


Figura 4.12 Conexiones Colima

4.5.5- Sitio 4 (Sinaloa).

En el Estado de Sinaloa, al igual que Oaxaca sólo se cuenta con un bastidor que contiene dos closter una que incluye el CPU y la otra las tarjetas de voz-datos en donde sólo se incluye el servicio de telefonía, ver el conmutador telefónico en la figura 4.13, en la tabla 4.13 las tarjetas y las conexiones en la figura 4.14.

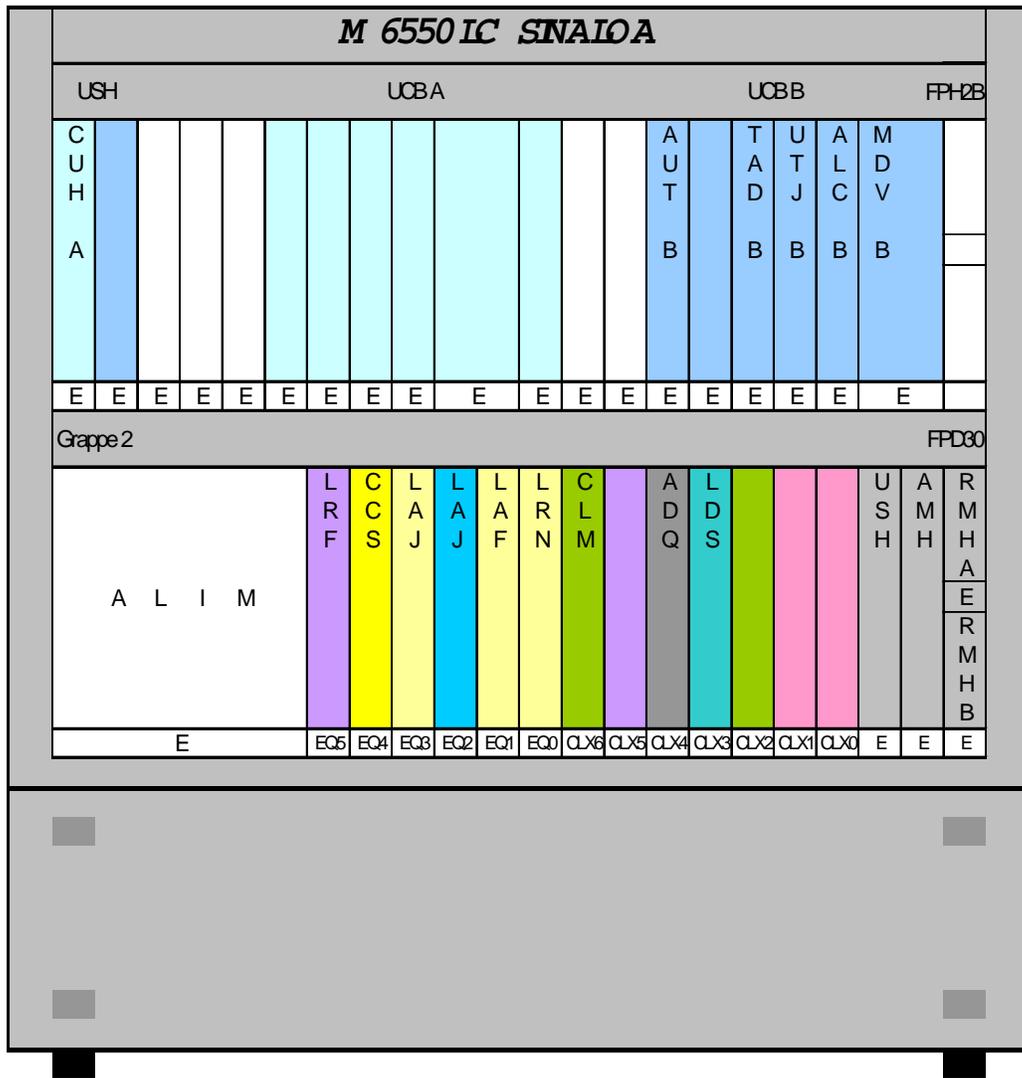


Figura 4.13 Bastidor Sinaloa

Tabla 4.13 Tarjetas del Estado de Sinaloa	
<b>Cluster 0,</b>	
2 CUH, 2 AUT, 2ALC, 2 TAD, 2 UTJ, 2 MDV, 2 ALC	
<b>Cluster 1</b>	
1 ADS, 1 LRF, 1 CCS, 2 LAJ, 1 LAF, 1LRN, 1 ADQ, 1LDS, 2 USH, 2AMH, 2RMH	

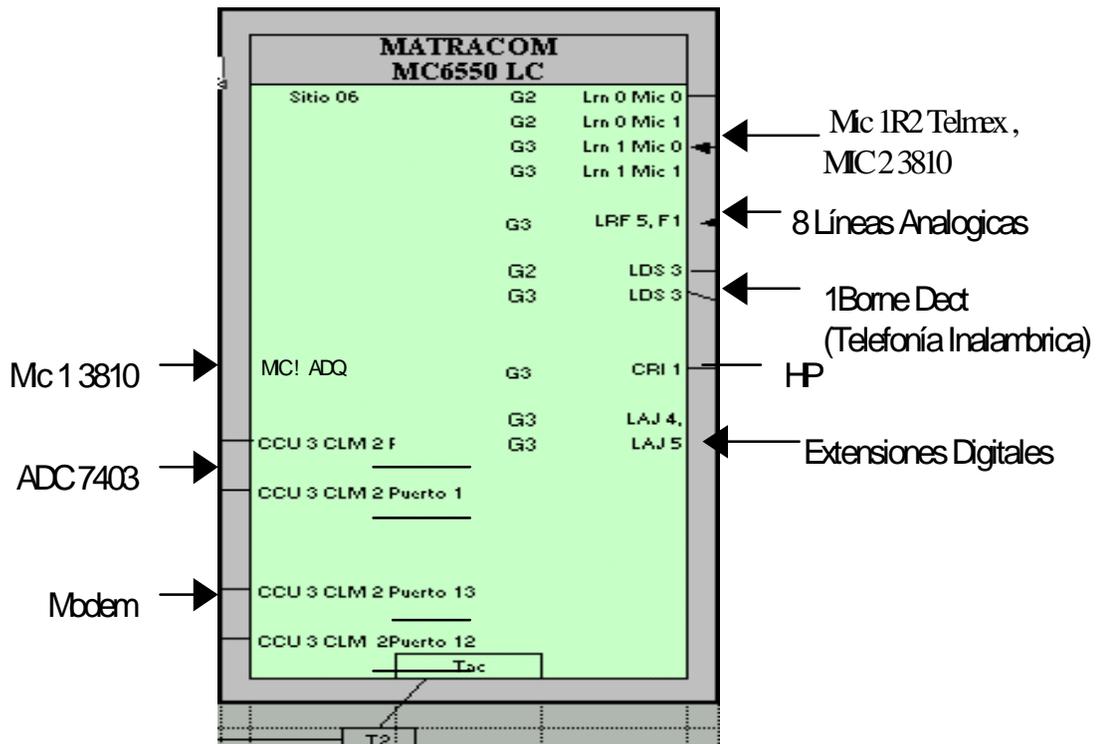


Figura 4.14 Conexiones Sinaloa

# CAPÍTULO V

## DISEÑO Y SOLUCIÓN DEL PROYECTO

---

Esté capítulo daremos a conocer una de las mejores soluciones que puede dar el equipo MATRA-NORTEL, en la participación de la migración a VoIP, especificando los elementos que se necesitan (Hardware y Software) para su buen funcionamiento y poder cumplir con todas las especificaciones mencionadas en el capítulo 4.

Para poder dar el resultado del proyecto, intervienen los costos que implicaría el cambio y los beneficios que esto a futuro reditúa, conocer las ventajas y desventajas que se ocasionarían y dar el resultado esperado.

### 5.1-Diseño del Proyecto.

En la actualidad los equipos que se encuentran funcionando no soportan la tecnología VoIP, simplemente pueden empaquetar los datos por el protocolo de comunicación TCP/IP. Conforme avanza la tecnología en los equipos han surgido ciertos cambios que nos permiten trabajar con VoIP y a su vez con la telefonía IP, estos generados fundamentalmente por el software y Hardware.

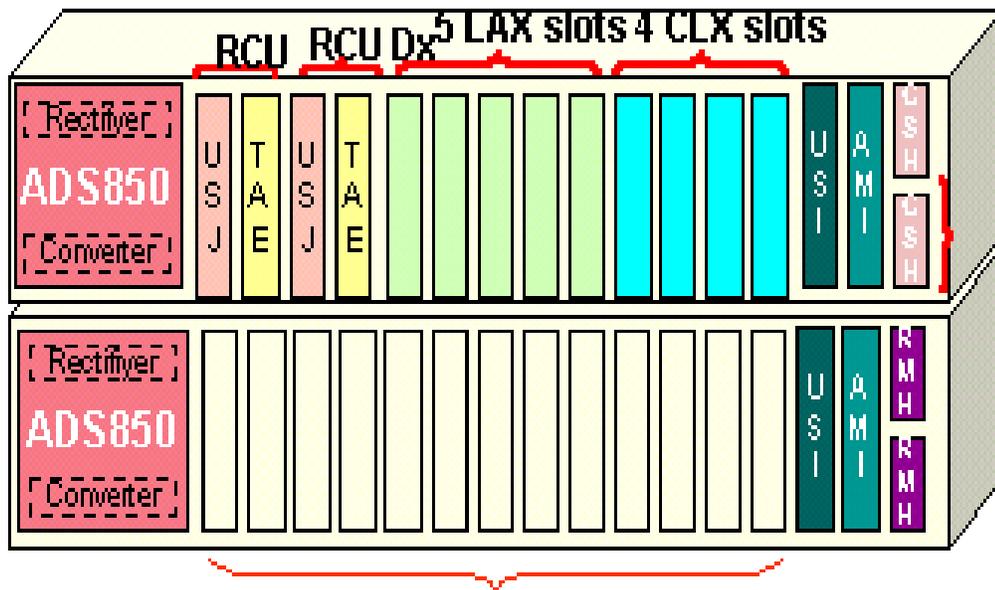
#### 5.1.1-Evolución de los equipos MATRA a VoIP.

Se consideran dos tipos de cambios en los equipos MATRA en la evolución a VoIP, la principal es el cambio físico del CPU incluyendo el cambio de versión al reléase 1.3, la ventaja que se tiene con el cambio físico, es soportar a futuro los cambios solamente de reléase, sin la necesidad de realizar cambios en el hardware. La segunda opción es solamente el cambio de software(reléase), teniendo como desventaja, que el equipo no pueda soportar una versión más actualizada.

Al cargar el Software reléase 1.3 permite al equipo aceptar una tarjeta llamada PVI que tiene una entrada Ethernet, los protocolos de comunicación VoIP y H.323, incluyendo una tarjeta hija VoIP para los accesos a IP.

El Principal cambio en el equipo se realiza con la optimización del CPU. En el cluster 0 se tiene un nuevo Back Panel modelo FPH2BJ, que soporta nuevas unidades de control, La UCB (Unidad de control del Ring (CPU)) que era conformada por cinco tarjetas, ahora se conforma solamente de dos, la **USJ** y **TAE**.

También existe una nueva USB (Unidad de control de Sincronía) Incluyendo una nueva tarjeta llamada CSH con la funcionalidad actualmente de la tarjeta CUH y RMH en una misma, su presentación es menor de lo que anteriormente se tenía, también se incluye en el mismo cluster una UCG(unidad de control del cluster)con capacidad para cinco tarjetas de telefonía y cuatro para datos, con la posibilidad de trabajar con un sólo cluster, a partir del cluster 1 sólo se presentan dos modificaciones, en las tarjetas del procesador del cluster (UCG) se cambia, la tarjeta USH por la USI y la AMH por la AMI ver figura 5.1 sin cambiar el Back Panel. En la tabla 5.1 se describe el funcionamiento de las tarjetas a cambiar.



**Figura 5.1 Equipo M6550 IP**

Tabla 5.1 Nuevas Tarjetas	
TARJETA	FUNCIONALIDAD
USJ	Tiene la función de la tarjeta automática, el CPU, el disco Flash y el microprocesador
TAE	Detecta las alarmas, acceso para entrar al RMH, Unidad de línea del ring, y la alimentación
USI	Es la tarjeta procesadora de la UCG con el release1.3 a 32Mbits de memoria
AMI	Es la tarjeta automática de la UCB, cuenta con la matriz de conmutación, el procesador y el circuito de conferencias
CSH	El reloj de sincronía y difusión del ring

La tarjeta **USJ** contiene un nuevo procesador con un disco ID flash permanente, con presentación de tarjeta PCMCIA de 192 Mb. y uno removible de 64Mb, su ventaja es el tener mayor facilidad de carga en el software, también incluye un nuevo procesador AMD ASPEN, al igual que la tarjeta **USI** se tiene un nuevo procesador de 32Mb DRAM y 256Kb en SRAM integrado por un Co-procesador y un nuevo directorio, los beneficios son:

- El trabajar con un sólo cluster, con capacidad para 160 terminales telefónicas
- Duplicidad en el CPU y loop entre clusters
- Capacidad de dos cluster adicionales hasta 37 con la misma configuración
- Hasta 500 servicios para las terminales telefónicas
- Teléfonos analógicos, digitales, IP, inalámbricos, y teléfono IP en la PC
- Solución de sistemas virtuales como VPN, MOVACS (Multiswitch Original Virtual Addressing Communication System), Qos (automatic rerouting to the alternative Networks).

La evolución al nuevo software reléase 1.3 en la plataforma MC6550L/LC, se puede realizar también con el cambio del software, sin la necesidad de cambiar su arquitectura sólo se tiene que realizar algunos cambios, en la tarjeta UTJ se adiciona una memoria de expansión de 32 Mb Rf. (HJ2841A), lo mismo pasa con la tarjeta USH que es la parte procesadora de la UCG se cambia la memoria existente por una de 32Mb.

### 5.1.2- Requerimiento de equipo para la transmisión de VoIP y Telefonía IP.

La solución que brindan los equipos Matra- Nortel actualmente Connexity, están basadas en la norma ITU (International Telecommunication Union) en la especificaciones de estándar H.323 para telefonía IP incluyendo H.225 y H.245 que proporciona el arreglo de llamada y señalización en la especificación H.323, además, los códigos de compresión en el flujo de las llamadas como:

- G.711          64Kbps
- G.723          6.3Kbps
- G.729          8Kbps

Las componentes principales de un centro de solución IP se conforma de un Gateway, Gatekeeper y de una terminal Proxy. El Gateway es totalmente integrado en el DMS (Super Nodo), que es soportado por la arquitectura del equipo y proporciona la conversión protocolar del tráfico IP, al tráfico tradicional TDM (Time Division multiplexed) para el acceso a la Red Pública. El gatekeeper es un servidor de aplicaciones, que convierte el número telefónico a direcciones IP y viceversa,

autenticando al usuario y la seguridad de funcionamiento, también coordina la señalización de llamadas en la red. La terminal proxy (TPS) nos permite comunicar el DSM y el Gatekeeper (ver figura 5.2).

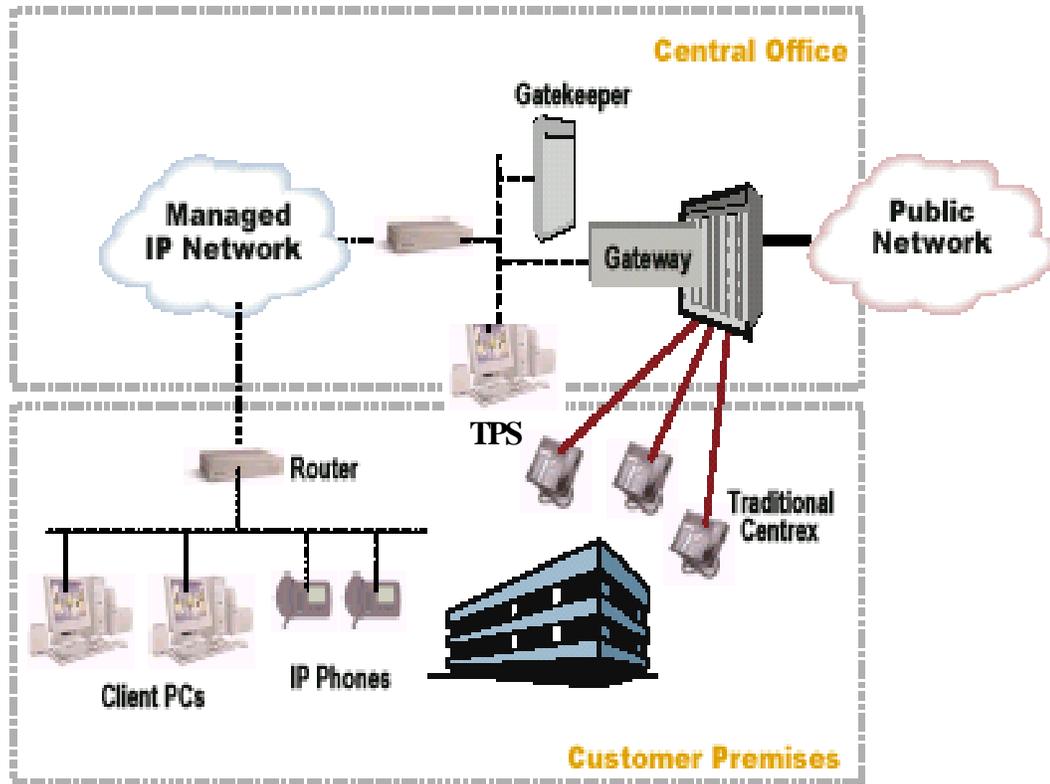


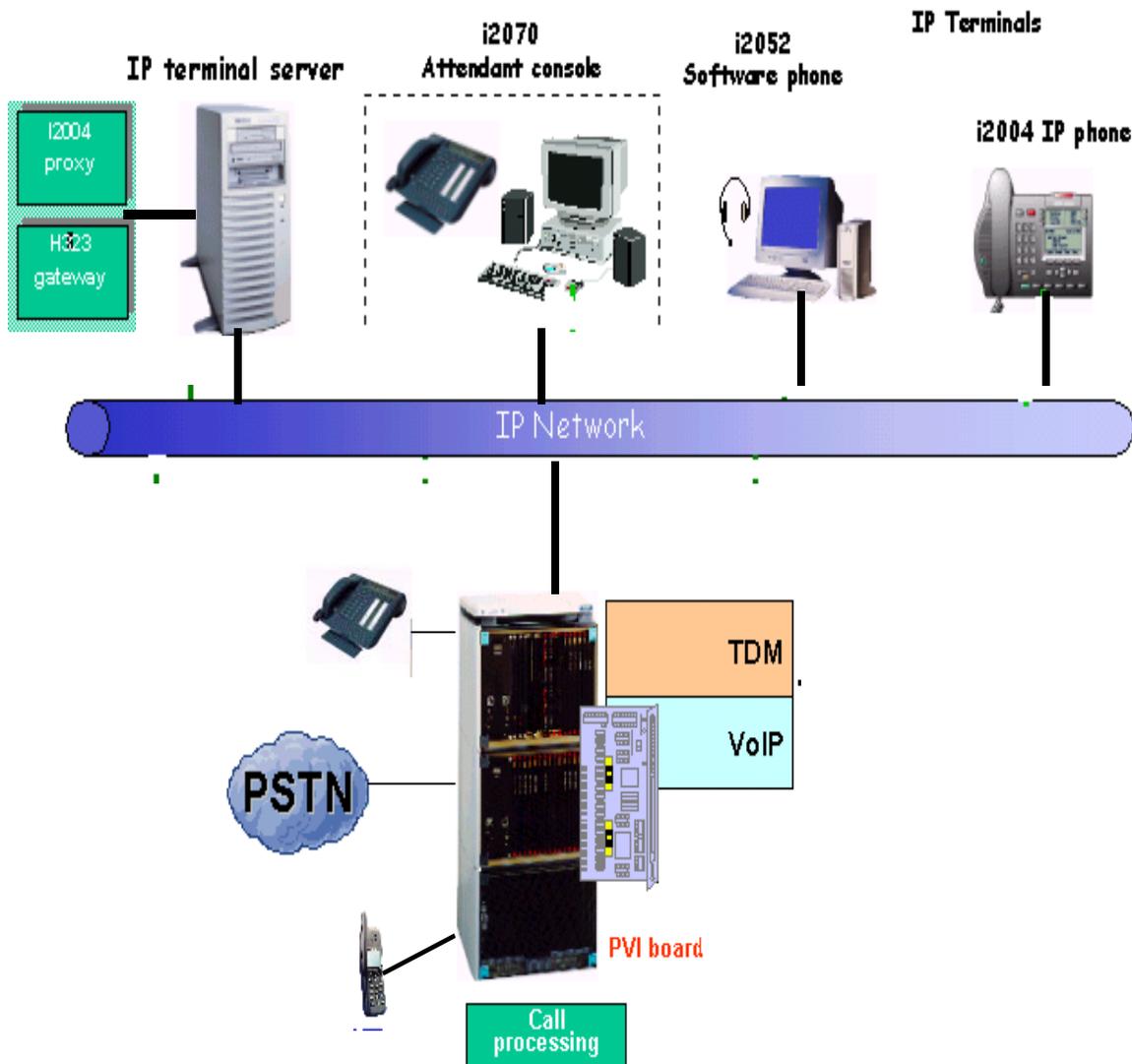
Figura 5.2 Centro de solución VoIP

Aparte del cambio de hardware y software se requiere de un servidor que se conecta a la red IP, software de aplicación que nos permite realizar las comunicaciones de teléfonos convencionales de los mismos equipos, así como el funcionamiento de todas las terminales IP.

El servidor IP comprende dos aplicaciones el **Gateway** H.323 que permite a la voz sobre IP (VoIP) la comunicación y el Gatekeeper que resuelve la asociación entre la dirección IP y el número de directorio Netmeeting, la **terminal proxy** provee la interfaz entre el teléfono IP (i2004) y el software telefónico i2050 en la red, permitiendo realizar la comunicación de VoIP con terminales telefónicas analógicas, digitales, Netmeeting, software i2070 para la recepción

Las terminales telefónicas IP que son compatibles con el equipo como i2050, i2052, i2070, NetMiting, i2004 son aplicaciones de software sin incluir la i2004 con función de una terminal telefónica, aplicadas en una PC donde se pueden trabajar los datos sin ningún problema y adquieren los mismos servicios que un teléfono digital, la terminal i2070 es un software y su función es la de una consola de atención proporcionando

todas las funciones de una operadora normal, puede trabajar en conjunto con la terminal telefónica M520, proporciona la aplicación dinámica en pantalla como información de llamadas entrantes, líneas ocupadas etc., el NetMiting se instala en Windows 95/98 o puestos de trabajo en NT y permite a las llamadas poder transmitir por Internet y intranet, la terminal i2004 que es un teléfono fijo IP, proporciona funciones al igual que los teléfonos digitales, sólo oprimiendo un botón ver figura 5.3.

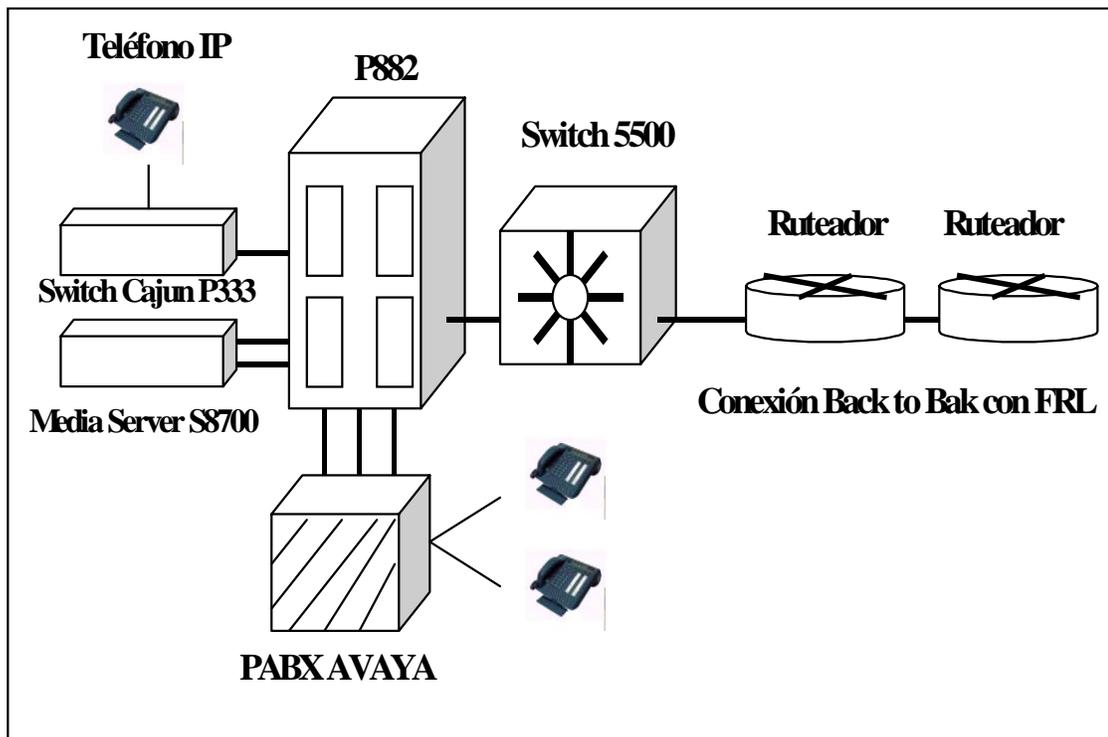


**Figura 5.3 Equipos Conexivity para VoIP y ToIP**

El Hardware de configuración del servidor IP se compone de una PC Pentium III, operando con el sistema operativo Windows NT 4.0, un disco duro de 10 Gb. Y 250 Mb en memoria RAM, capacidad para una tarjeta de red Ethernet / fast Ethernet de 10base T a 100 base Tx. y el software de aplicación.

### 5.1.3- Solución presentada por el equipo Avaya.

Para poder realizar las comunicaciones VoIP y trabajar paralelamente con la telefonía tradicional en los equipos “Avaya”(Anteriormente LUCENT), se necesita actualizar el equipo, adicionando tres tarjetas, la CLAN que es la interfaz de acceso entre la Red y el equipo, la MedPro que proporciona el procesador del control de llamadas y la tarjeta IPSI, además, se requiere de tres equipos adicionales como el switch Cajun P330, Switch P882 y el Media Server S8700 (ver figura 5.4).



**Figura 5.4. Dibujo de la solución Avaya**

El P882 es un equipo modular de 17 ranuras cuya capacidad permite a los usuarios implementar aplicaciones de datos, voz y video, sin la necesidad de realizar cambios en hardware su capacidad de comunicación es de 56 Gb hasta 139 Gb y respalda hasta 768 puertos Ethernet de 10 /100 Mbps, 384 puertos fast Ethernet de fibra óptica y hasta 128 puertos Gigbits Ethernet.

El Media Server S8700 es un servidor de llamadas telefónicas con duplicidad, se compone de un procesador Pentium III Intel a 850MHz y un sistema operativo Linux dentro de un chasis característico de la marca, fue diseñado para apoyar a los equipos Definity en el incremento de las llamadas y en la integración de VoIP.

El Switch Cajun P333T es un switch de la familia P330 que ofrece de 24 a 48 puertos Ethernet de 10/100Mbps puede administrarse con una sola aplicación IP y proporciona el respaldo de normas de calidad de servicios requeridos por aplicaciones de VoIP, y respalda al equipo Definity para la colocación de las terminales telefónicas IP.

### **5.1.4- Interconexión.**

Para que los conmutadores telefónicos “Coneexity y Avaya” puedan comunicarse entre si por Voip se necesita que los dos equipos sean compatibles con el protocolo H.323 como se requiere en la licitación, tomando en cuenta las características de los equipos, efectivamente ambos cumplen con está especificación además de incluir un puerto Ethernet para su conexión.

El equipo “Coneexity” tiene que ser compatible con los equipos que habitualmente se trabaja para conectarse por un puerto ethernet al switch catalyst 2990 ( conexión a la red LAN) del switch catalyst se conecta a la red WAN por el rutedor 3810 de “Cisco”, punto a punto pasando por la red Frame Relay, llegando al otro extremo a un ruteador central 7200 y de ahí a un Switch de “Cisco” 5500 hasta llegar a la solución “Avaya”.

### **5.2 Solución al proyecto.**

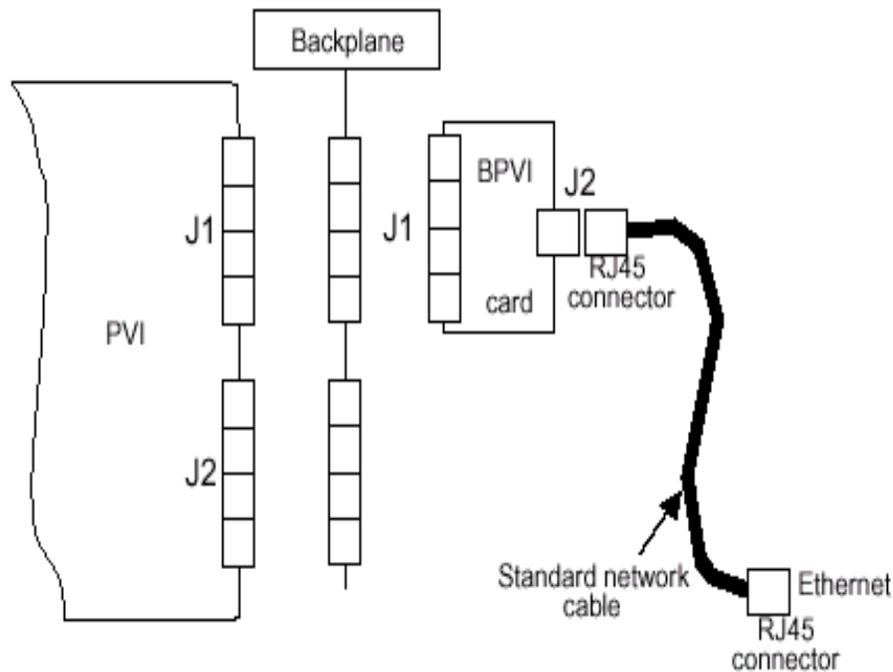
Se consideraran las soluciones correspondientes a cada uno de los equipos pertenecientes al estado de Morelos, Oaxaca, Colima y Sinaloa, considerando todos los elementos necesarios para su migración y el costo del hardware y software de integración.

#### **5.2.1- Solución del diseño Morelos Y Colima.**

Como se puede observar en el capítulo cuatro, los equipos de Morelos y Colima tienen características parecidas en sus servicios y en su arquitectura, por lo tanto se puede considerar una solución para ambos equipos, tomando en cuenta que el equipo tiene la capacidad necesaria para insertar tarjetas adicionales, no es necesario remplazar su arquitectura ya que puede soportar el cambio al release 1.3 agregando solamente capacidad de memoria en sus tarjetas procesadoras, esto justificaría un gasto innecesario, sí se realizara el cambio del UCB (Unidad de Control del Ring) se tendría que cambiar todo un closter completo y tarjetas adicionales por cada UCG (Unidad de Control del closter) obteniendo la misma capacidad del software, sin ningún cambio adicional, la única desventaja que se presenta, es el no poder soportar la versión de release 2.1, que viene con cambios adicionales como, mayor capacidad de terminales IP, el Proxy viene integrado ya en el equipo y mejoramiento en el retardo de voz en la establecer la llamada, esto no es una justificación para realizar los cambios de arquitectura ya que no se necesitan más de 12 terminales IP, el proxy sigue trabajando en conjunto con el equipo en forma externa y el retardo que se tiene es del 1% que no es notorio cuando se está en la llamada.

Para realizar el cambio del software es necesario realizar un Backup de la configuración del equipo actual, además, se debe confirmar que la tarjeta USH tenga la memoria PROM HX3902A de 16MB (Generalmente las tarjetas USH vienen con está memoria y no es necesario cambiarla), posteriormente se debe realizar el cambio de la memoria EPROM HX2819AJ01 por la HJ2820A y agregar la memoria de expansión HJ2841A, antes de cargar el software es necesario quitar la configuración de la tarjeta CRI (tarjeta TCP/IP) y desequiparla.

Al terminar la carga del nuevo reléase 1.3, la tarjeta PVI es insertada en la posición donde anteriormente se tenía la tarjeta CRI (CLX1 en la Unidad de Control del Cluster 3), antes de esté paso la tarjeta hija VOI4-16 debe colocarse en la tarjeta PVI, posteriormente se instala el adaptador Ethernet (figura 5.5) , que es la interfaz entre el PABX M6550 IP y el Switch Catalyst 2900 marca Cisco, en la parte posterior del Back Panel donde se encuentra colocada la tarjeta, por medio de un cable de datos (RJ45).



**Figura 5.5 Adaptador Ethernet**

El hardware y software que se necesitan para el cambio de tecnología en los equipos MC6550 a M6550IP(Equipo para telefonía IP) se presentan en la tabla 5.2 con su número de identificación correspondientes.

<b>Tabla 5.2 Equipo a cambiar</b>	
<b>HARDWARE</b>	
Memoria EPROM para tarjeta UTJ	HX2820A
Memoria de Extensión UTJ	HJ2841A
Tarjeta PVI	HJ4198A
Tarjeta hija VOI4-16	HJ4256E
Adaptador Ethernet	HJ4198A
Adaptador de sincronía	HR5124B
PC Pentium III	CompaQ
<b>SOFTWARE</b>	
Kit de software 1.3	MNHT7113AGMX
Kit IP terminal Server	HT7493xAA01
Key Code para 20 terminales IP	HW0871B

Se requiere también configurar el equipo PABX y el servidor, asignándoles una dirección IP compatibles con la red de datos LAN y WAN, así como los segmentos de la direcciones IP de Gateway referidos a los ruteadores, de tal forma quedaría la solución establecida de los equipos “Connexity” en funcionamiento y compatibilidad con los equipos “Avaya” dentro de la Red Nacional.

### **5.2.2- Solución del diseño Sinaloa.**

La solución en Sinaloa es la misma que se presenta en los equipos de Morelos y Colima tomando en cuenta que sólo se cuenta con una unidad de control del cluster, está unidad sólo se utiliza para la telefonía y no cuenta con la parte de radio, por lo tanto tiene la capacidad suficiente para un crecimiento a futuro en terminales y servicios sin necesidad de adicionar otro cluster, así el hardware que se necesita cambiar en el equipo MC6550 se presenta en la tabla 5.2 con sus número de identificación correspondientes.

### **5.2.3- Solución del diseño Oaxaca.**

En el Estado de Oaxaca se tiene una solución diferente, el equipo sólo cuenta con una unidad de control del cluster, está unidad aparte del servicio de la telefonía también cuenta con el servicio de radio, no quedando suficiente espacio para su crecimiento a futuro y actual, tomando en cuenta que aparte del servicio de telefonía interna se le da servicio a tres dependencias de gobierno y no se cuenta con todos los servicios solicitados por el “Sistema Nacional de Comunicaciones”, es necesario ingresar un cluster adicional, sin descartar la solución del cambio del software únicamente como los demás Estados, pero no sería la mejor solución ya que además de la necesidad de realizar la migración a VoIP, se necesita de capacidad para ingresar tarjetas y cubrir los servicios faltantes.

Al realizar la migración se tiene que cambiar la unidad de control (UCB) que además de tener la capacidad para realizar migraciones después del release 1.3, cuenta con una unidad de control del cluster la cual cubriría la necesidades faltantes en el Estado. Se necesita del Back Panel FPH2BG y nuevas tarjetas como la USJ, TAE, USH, AMI ver a detalle en la tabla 5.3. el hardware y software que se necesita, y el nuevo release 2.1.

<b>TABLA 5.3 EQUIPO A CAMBIAR OAXACA</b>	
<b>HARDWARE</b>	
Back Panel	FPH2BG
Tarjeta USJ	HJ4353A
Tarjeta TAE	HJ3928C
Tarjeta AMI	HJ3745C
Tarjeta CSH	HJ4358A
Tarjeta USI	HJ4352A
Tarjeta PCMCIA(64Mo)	HR6537A
Fuente de alimentación	HJ3745C
Tarjeta PVI	HJ4198A
Tarjeta hija VOI4-16	HJ4256E
Adaptador Ethernet	HJ4198A
Adaptador de sincronía PVI	HR5124B
Adaptador de sincronía Bus	HJ3859A
MUX / DEMUX	HR3757B
Adaptador de sincronía+Dongol	HJ4075B+ HR5999E
PC Pentium III	CompaQ
<b>SOFTWARE</b>	
Kit de software 2.1	MNHTXXXXX
Kit IP terminal Server	HT7493xAA01
Key Code para 20 terminales IP	HW0871B

También es importante realizar un Backup con la configuración que tiene actualmente el equipo, enviarlo a fábrica para que envíen las tarjetas con la configuración que actualmente se tiene, el segundo paso es desmontar las tarjetas y el backpanel, al estar preparado, se instala el bakpanel FPH2BG con los adaptadores correspondientes ver figura 5.6 y se inserta las nuevas tarjetas, quedando el cambio del MC6550 a M6550 IP ver figura 5.7.



Antes de enviar el Backup a fábrica es necesario retirar la tarjeta CRI (CLX1 en la Unidad de Control del Cluster 3), par poder configurar la tarjeta PVI sin ningún problema a la modificación( PABX M6550 IP).

Al realizar la conexión del adaptador Ethernet (ver figura 5.5), se debe configurar el equipo PABX y el servidor, asignándoles una dirección IP compatibles a la red datos LAN y WAN, así como los segmentos de la direcciones IP de Gateway referidos a los ruteadores. De tal forma quedaría la solución establecida de los equipos “Connexity” en funcionamiento y compatibilidad con los equipos “Avaya” dentro de la Red Nacional.

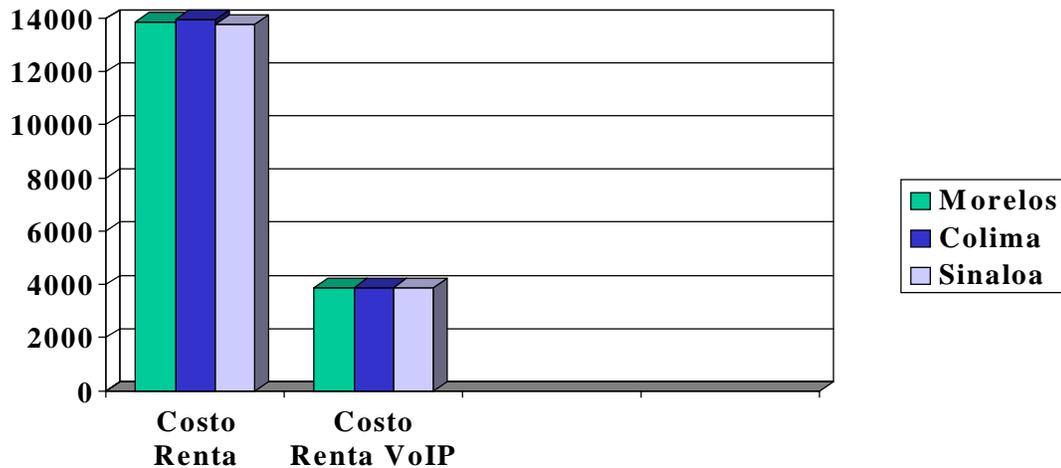
**5.3.- Análisis costo Beneficio.**

En el desarrollo del proyecto es indispensable obtener un análisis del costo que implicaría el realizar la migración de la telefonía convencional a la tecnología VoIP, y considerar si son redituables los beneficios a futuro al reducir los costos y mejorar los servicios.

Se tienen dos soluciones, de las cuales podemos verificar la primera en la tabla 5.4 el costo total para la migración a VoIP que invertirían los Estados de Morelos, Colima y Sinaloa es aproximadamente de **\$21,346.40 USD**

<b>Tabla 5.4 Costos solución Morelos, Colima, Sinaloa</b>				
<b>Equipo</b>	<b>No. de parte</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo Total</b>
Memoria EPROM - UTJ	HX2820A	1	500.00	500.00
Memoria de Extensión UTJ	HJ2841A	1	850.00	850.00
Tarjeta PVI	HJ4179B	1	5258.95	5258.95
Tarjeta hija VOI4-16	HJ4256E	1	1322.50	1322.50
Adaptador Ethernet	HJ4198A	1	5258.95	5258.95
Adaptador de sincronía	HR5124B	1	39.10	39.10
PC Pentium III	CompaQ	1	892.85	892.85
Kit de software 1.3	MNHT7113AGM X	1	3331.55	3331.55
Kit IP terminal Server	MNHT6962BGA A	1	1322.50	1322.50
Key Cod -20 terminales IP	HW0871B	1	2070.00	2070.00
Instalación		1	500	500
			<b>Total USD</b>	<b>\$21346.40</b>

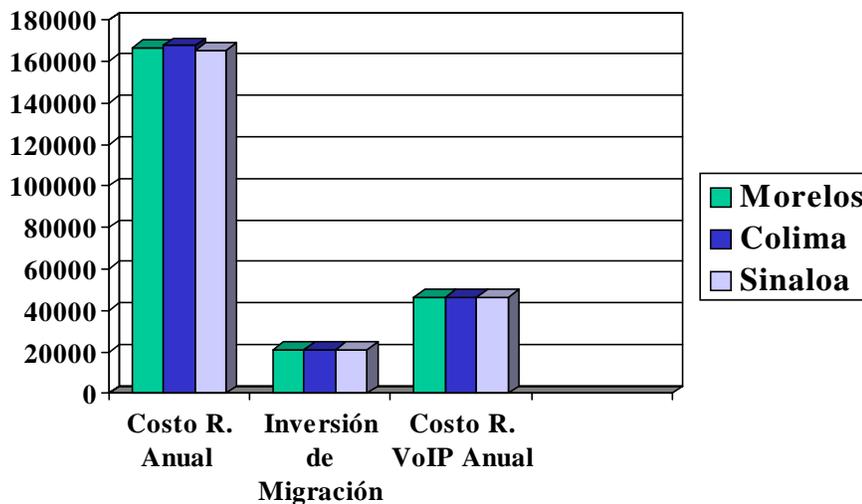
Considerando que mensualmente se realiza una inversión en la renta de los E1´s de **\$13,875.00 USD** y los costos que mensualmente se pagarían al tener una red de comunicación VoIP, seria de **\$3875 USD** aproximadamente, observamos que el costo disminuiría hasta un 29%, menor que la mitad del pago que se tenia planeado, ahorrando un 71% del costo actual ver gráfica 5.1.



**Gráfica 5.1 Renta Costo Actual Mensualmente/ Renta Costo VoIP Mensualmente**

Podemos observar en la gráfica 5.2 claramente el análisis costo beneficio, considerando la cantidad de dinero a pagar anualmente, entre la telefonía convencional y telefonía VoIP, el resultado de la inversión que se necesita pagar por la migración es de alrededor de un 50% del costo anual teniendo la integración VoIP .

El costo de migración y el renta de los E1's de VoIP al año seria de un total de **\$6784.60 USD** aproximadamente un 45% del costo total a pagar en un año al tener la telefonía convencional, por lo tanto se puede considerar que es una buena inversión al cubrir el pago de la migración y la renta E1's obteniendo un ahorro de hasta un 65%.

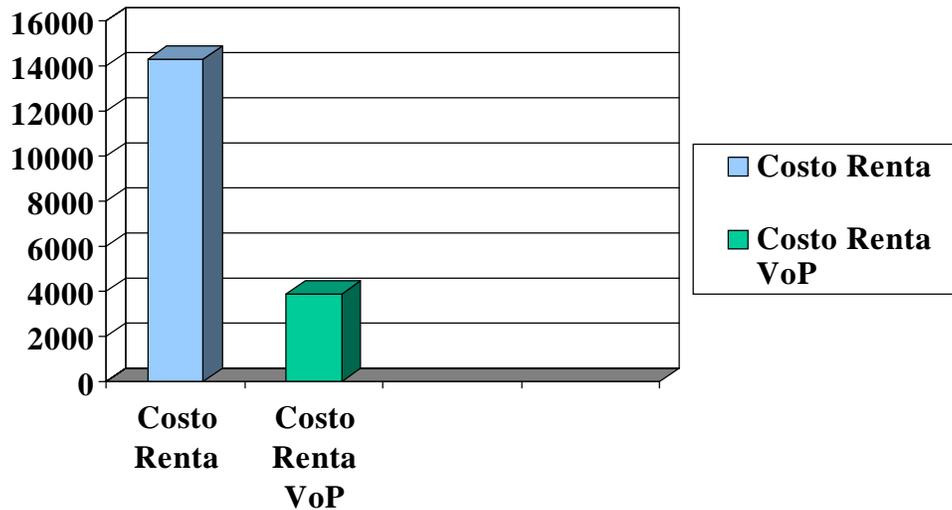


**Gráfica 5.2 Análisis costo Beneficio**

La segunda solución es la del Estado de Oaxaca, la cual podemos verificar en la tabla 5.5 el costo total para la migración a VoIP sería de **\$84484.20 USD**

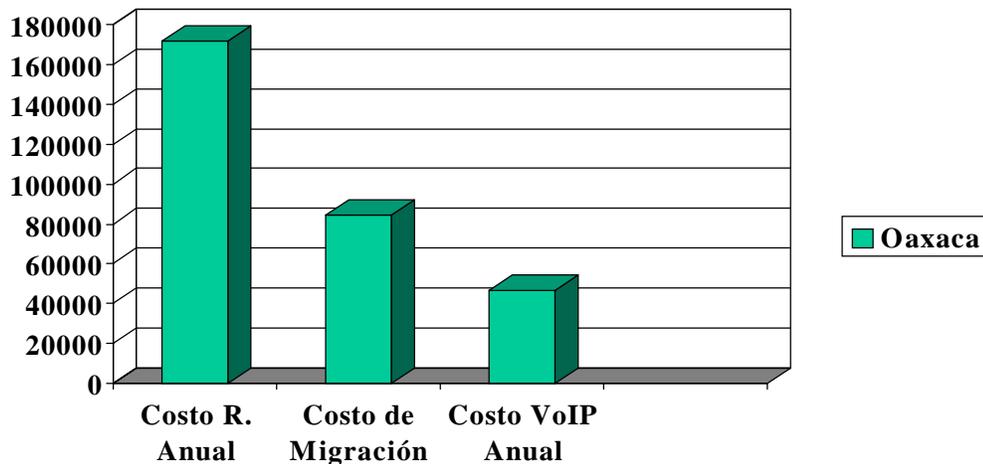
<b>Tabla 5.5 Costos solución Oaxaca</b>				
<b>Equipo</b>	<b>No. de parte</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo Total</b>
Back Panel	FPH2BG	1	2805.05	2805.05
Tarjeta USJ	HJ4353A	2	6900.00	13800.00
Tarjeta TAE	HJ3928C	2	2714.00	5428.00
Tarjeta AMI	HJ3745C	2	5574.05	11148.10
Tarjeta CSH	HJ4358A	2	3818.00	7636.00
Tarjeta USI	HJ4352A	2	5692.50	11385.00
Tarjeta PCMCIA(64Mo)	HR6537A	2	954.50	1909.00
Fuente de alimentación	HR5556A	2	4909.35	9818.70
Tarjeta PVI	HJ4179B	1	5258.95	5258.95
Tarjeta hija VOI4-16	HJ4256E	1	1322.50	1322.50
Adaptador Ethernet	HJ4198A	1	5258.97	5258.97
Adaptador de sincronía PVI	HR5124B	1	39.10	39.10
Adaptador de sincronía Bus	HJ3859A	1	149.50	149.50
MUX / DEMUX	HR3757B	1	227.90	227.90
Adaptador sincronía+Dongol	HJ4075B+ HR5999E	1	180.55	180.55
PC Pentium III	CompaQ	1	892.85	892.85
Kit de software 2.1	MNHTXXX XX	1	3331.55	3331.55
Kit IP terminal Server	MNHT6962 BGAA	1	1322.50	1322.50
Key Code 20 terminales IP	HW0871B	1	2070.00	2070.00
Instalación		1	500	500.00
			<b>Total USD</b>	<b>\$84484.20</b>

Considerando que mensualmente se realiza una inversión en la renta de los E1's de **\$14,321.42 USD** y los costos que mensualmente se pagarían al tener la red de comunicación VoIP. sería de **\$3875 USD** aproximadamente, observamos que el costo disminuiría hasta un 29%, ahorrando un 71% del costo actual ver gráfica 5.3.



**Gráfica 5.3 Renta Costo Actual Mensualmente/ Renta Costo VoIP Mensualmente Oaxaca**

En la gráfica 5.4 se puede observar el análisis costo beneficio, comparando los costos entre la telefonía convencional, telefonía VoIP y el costo de la migración, teniendo como resultado un 45% más del costo que se pagaría en la renta de los E1's con la integración VoIP, si realizamos la suma de costo de la migración y la renta por año (Integración VoIP) nos da un total **\$130,484.20 USD** deduciendo que el proyecto se puede pagar también en un año, quedándonos aproximadamente un 22% de ganancia del gasto que actualmente se realiza anualmente con la telefonía convencional.



**Gráfica 5.4 Análisis costo Beneficio Oaxaca**

#### **5.4.- Ventajas y Desventajas.**

Como en todo proyecto siempre es necesario resumir cuales serian las ventajas que se generan al dar el resultado, pero también es importante conocer las desventajas y estar prevenidos, para realizar correcciones antes de que se presente las fallas, encontrar una segunda solución sin tener que cambiar todo el proyecto o bien aclarar al cliente cuales serian las consecuencias.

##### **5.4.1- Ventajas.**

- Integración de la tecnología VoIP en los equipos que se tienen actualmente sin tener que comprar equipo nuevo
- Convivencia entre la telefonía convencional y Telefonía sobre IP (ToIP)
- Compatibilidad entre los equipos “Connexity y Avaya” por el protocolo H323
- Transmisión de la voz compactándola y transmitiendo por la red de datos
- Ahorro en la implementación del equipo al realizar su migración
- Ahorros del 45% y 22% del costo de las rentas de los E1’s en los Estados, incluyendo el del R2 modificado ya que las llamadas a nivel nacional se pueden realizar por la Red WAN de Datos

##### **5.4.2- Desventajas.**

- Retardo de 3 mili segundos en el transporte de la voz para los Estados de Morelos, Colima, Oaxaca y Sinaloa
- Una inversión mayor en el cambio del equipo para su migración VoIP, en el Estado de Oaxaca
- Posibles problemas en la nitidez de la voz al tener una saturación en el transporte de voz y datos entre el equipo “Connexity y Avaya”.
- Transporte de la voz y los datos por separándolos en el mismo medio de transmisión (E1) con un multiplexor en ambos puntos

#### **5.5. - Resultados esperados.**

Al realizar el análisis del proyecto podemos deducir que el resultado esperado es satisfactorio ya que los equipo “Connexity” cubre con todas las expectativas planteadas por el cliente, en la utilización del equipo MC6550 que se tienen actualmente, sólo invirtiendo una mínima cantidad de dinero en la integración de Software y Hardware, para convertir el equipo a Telefonía IP y Voz sobre IP (ToIP/VoIP), sin desacatar el

funcionamiento de la telefonía convencional y la aplicación de todos los servicios con los que se cuenta.

La compatibilidad entre los equipos “Connexity,”Avaya” y “Cisco” en la red WAN por el protocolo de comunicación H.323, tres tipos de compresión en el transporte de voz, llamadas entre terminales telefónicas convencionales y teléfonos IP.

En la realización de la migración, el mejor resultado es el ahorro que se generaría al tener la comunicación de los datos y la voz por un mismo medio de transmisión (E1) teniendo ganancias del 50% ó 60% y cubrir la inversión en un año obteniendo hasta 20% ó 40 % de ganancia.

# CONCLUSIONES

---

La telefonía es parte importante en la comunicación del ser humano, conforme el tiempo transcurre son más las personas que utilizan este medio para comunicarse, al igual que el Internet que nos permite tener una comunicación de larga distancia ó Internacional a un menor costo, lo que no sucede con la telefonía convencional.

Se debe entender que primero surgieron las comunicaciones analógicas con algunos problemas de recepción ya que eran más sensibles al ruido aunque actualmente se siguen utilizando, la necesidad de mejorar este problema ocasiono el surgimiento de la telefonía digital, mejorando la comunicación por la técnica PCM donde se toma la señal de voz, se pasa a través de un filtro para limitar el ancho de banda de la voz dejando un margen, del resultado se toman muestras se codifican y decodifican para obtener la voz digitalizada en forma binaria.

Al transcurrir el tiempo, los avances que se han tenido en la tecnología nos permite hablar actualmente de la telefonía voz sobre IP, que surgió para disminuir el costo de la comunicación de voz a través de las redes, guiados por el protocolo IP que se utiliza para entregar paquetes de un punto a otro y es más rápido al entregar la información que el protocolo TCP, también se considera por tener una sola dirección por cada equipo que se tenga conectado en la red.

La voz sobre IP se basa fundamentalmente en el protocolo H.323 tecnología más común en la que se implementa el protocolo IP, se define por un amplio conjunto de características y funciones que permiten la transmisión en tiempo real de video y audio por la red de paquetes, y su principal objetivo es asegurar la interoperabilidad entre equipos de diferentes fabricantes, se define por el Gateway dispositivo que permite intercomunicar las redes de telefonía tradicional (analógicas y digitales) con las redes de datos logrando enviarlas por internet, el Gatekeeper que permite la comunicación entre oficina, especificando el establecimiento, la ruta y la terminación de las llamadas.

La tecnología voz sobre IP, convierte las señales de voz estándar en paquetes de datos comprimidos, transportándolos a través de redes de datos, las señales de voz se encapsulan en paquetes IP y se transportan.

Como se menciona la preparación, el envío y la transferencia por la red IP, involucra el proceso de digitalización, compresión y empaquetamiento en el extremo del emisor y el proceso inverso para el receptor, el cual desarrolla un intervalo de tiempo implicando demoras en el procesamiento, resultados lógicos de las características y modos de operación de las redes IP, así como la naturaleza de las señales de voz.

La telefonía IP es una aplicación inmediata de voz sobre IP, que permite realizar llamadas telefónicas ordinarias sobre redes IP, servicios de comunicación de voz, fax, aplicaciones de mensajes etc.

A diferencia de la Voz sobre IP, la telefonía IP se compone por una red LAN donde se conectan las terminales IP por interfaces RJ-45, de un RAS tipo Gateway que se utiliza para acceder desde la PSTN, el proxy, gateway, router nos permiten interconectarnos al exterior, el GK (Gatekeeper) es el centro de control para el procesamiento de las llamadas en H.323, así también intervienen software como MGCP y el protocolo SIP.

Anteriormente se consideraba el ancho de banda para transportar la voz y video en tiempo real considerablemente elevado, pero en la actualidad gracias a la digitalización y compresión al crear determinados algoritmos como (G.723, G.711, G.729) que consiguen mayor relación de compresión disminuyendo el ancho de banda. En la actualidad es más barato tener una red telefónica IP que la telefonía convencional ya que al tener una red WAN la información de la voz puede pasar por la red de datos.

El proyecto que se planteó en la tesis es precisamente para realizar una migración de una red telefónica convencional a una red de voz sobre IP, de una red WAN a nivel Nacional, donde se cuentan con redes de datos y de voz, la información es transportada por separado y la necesidad que tiene el cliente es poder transportar la voz a través de su red de datos, considerando que se tiene un sitio central y subcentros por cada estado donde se tienen diferentes equipos de conmutadores telefónicos (PABX) de la marca LUCENT Y MATRA que actualmente cambiaron el nombre de las marcas por Avaya y Connexity pero los equipos siguen siendo los mismos, es por ello que ambos equipos sean compatibles, por lo tanto cada uno de los equipos tienen que trabajar o bien aceptar el protocolo H.323.

En este caso, la solución al problema fue comprobar que el equipo Connexity cumple con los requerimientos específicos por el cliente, demostrando que solo al cambiar software y hardware, se puede tener un equipo funcionando con VoIP y ToIP, para llegar a esta solución fue necesario realizar estudios de compatibilidad con el equipo Avaya, el tráfico en la red telefónica y los servicios con los que se contaban.

Se demostró que el equipo Connexity es compatible con el equipo Avaya solamente agregando la actualización del software, la integración de una nueva tarjeta (PVI) con una tarjeta hija, un servidor y licencias para la integración, se tomó esta decisión para tres estados Colima, Sinaloa, Morelos que tienen la suficiente capacidad de crecimiento en sus equipos, sin afectar ningún servicio, el tráfico no es demasiado ya que solo se cuenta aproximadamente con cuarenta y cinco personas por Estado, y se comprobó que la red de transporte de voz está sobreutilizada, no es la misma solución para el Estado de Oaxaca ya que este equipo no cuenta con la suficiente capacidad de crecimiento actualmente y tampoco a futuro, es por ello que se tomó la decisión de cambiar el CPU del equipo totalmente a IP, no difiere mucho de los equipos anteriores en funcionamiento, simplemente al tener cinco tarjetas en el CPU al realizar la migración estas cinco tarjetas se reducen a dos más un costo adicional para tarjetas de datos y de voz, dejando la suficiente capacidad necesaria para cubrir las necesidades actuales y a futuro.

El costo no es demasiado comparándolo al comprar un equipo nuevo, esto es funcional para los equipos que se tienen, economizando al realizar su migración de un 22% a 45% del pago de la renta del medio de transporte (E1's) considerándolo por un año, también se considera que al realizar la migración las modificaciones del equipo se pagaría solo en el transcurso de un año, quedando, además, ganancias adicionales.

No sucede lo mismo con el equipo Avaya ya que su equipo tiene que implementar un equipo adicional externo, además de incluir swich de su misma marca.

Al realizar las pruebas de comunicación entre equipos fueron satisfactorias, la comunicación entre extensiones funciona pero se presento un inconveniente, retardo en la voz al realizar la llamada, aunque está es mínima y no se percibe.

Se puede concluir que el resultado de la tesis es satisfactorio, donde el capítulo uno y capítulo dos son el complemento del capítulo tres, para permitarnos entender bien la tecnología de VoIP (Voz sobre IP) y como interviene la telefonía IP, el capítulo cuatro y cinco en la realización y solución de una necesidad presentada por un cliente, donde se realizo un buen planteamiento, investigación y resultado en a solución, al no tener que realizar una gran inversión utilizando el mismo equipo con una funcionalidad hasta de cinco años o más.

TARJETA CUH

La tarjeta CUH provee al sistema el reloj base, sincroniza cada CCU por el Ring. Es decir, sincroniza cada CCU.

Especificación de los LED's.



- AHS** ALARMA DEL SUBMINISTRO DEL RELOJ
- SH0** SELECCIÓN MIC0
- AHT** ALARMA DEL RELOJ DE FRAME
- SH1** SELECCIÓN MIC1
- AP8** ALARMA DE FASE 8M
- SHL** SELECCIÓN DE LA OSILA LOCAL
- APT** ALARMA DE FASE DEL FRAME.
- HL** SALIDA DE RELOJ DE OSILACIÓN
- ALR** ALARMA DE RESEPCIÓN DEL Loop
- GDH** TIERRA
- ABP** ALARMA DE TRANSMISIÓN
- +5V** PRESENCIA DE VOLTAJE
- INH** REPRESIÓN DEL SOFTWARE
- HSM** FUENTE DEL RELOJ MAESTRO
- RBM** RÉCEPCIÓN DEL LOOP MAESTRO
- HTM** RELOJ DEL RELOJ FRAME MAESTRO
- HE0** RELOJ EXTERNO MIC0
- CDP** PRESENCIA DE LA TARJETA
- HEC1** RELOJ EXTERNO MIC1
- BDP** BOTON DE LA TARJETA
- OSC** OSILA LOCAL
- RFO** ACCESO AL POTENCIOMETRO PARA
- MPR** JUMPER PCM REINICIALIZAR LA FRECUENCIA OSCILACION

### Tarjeta RMH

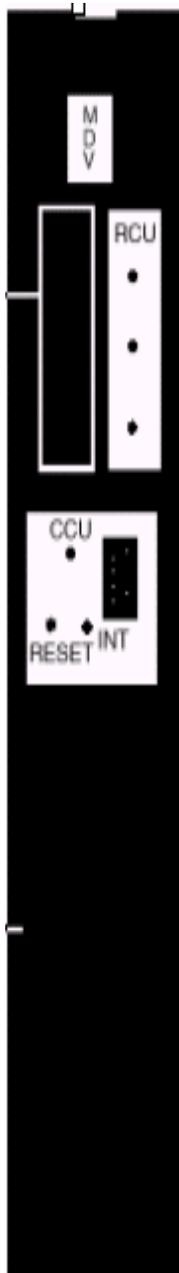


La RMH se encarga de conectar la RCU con la CCU's formando un Ring por un cable coaxial. Especificación de los LED's:

- ALD** ALARMA DE DATOS
- ALF** ALARMA VENTANA
- ALS** ALARMA DE SINCRONÍA
- ACG** ALARMA PERRO VIGÍA
- INH** DESABILITACIÓN POR COMANDOABP  
ALARMA DE TRANSMISIÓN
- 5 V** ALIMENTACIÓN 5 V
- CM** TARJETA MAESTRA



TARJETA MDV



La tarjeta MDV incluye un disco duro SCSI de 1.2 Gb y es aquí donde reside el sistema operativo IRMX, también cuenta con un Floppy. Se divide en el control de la CCU (no aplica) y de RCU que nos sirve para ponerla en mantenimiento.

Especificación de los LED's

- HORS** EN SERVICIO
- MAINT** MANTENIMIENTO
- EN** FUERA DE SERVICIO
- RAZ** PARA REINICIALIZAR

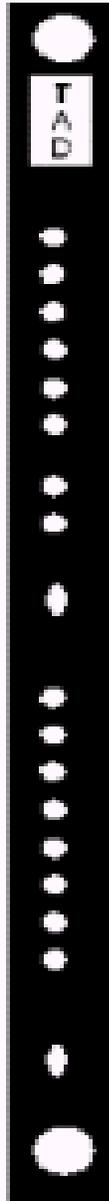
## TARJETA AUT



La Tarjeta AUT representa el adaptador de acoplamiento de paquetes para una red con protocolo de comunicación token ring, esta tarjeta es usada para el envío y recepción de paquetes, así como para el envío y recepción de mensajes de una CCU supervisado por la tarjeta procesadora (UTJ).

Especificación de los LED's

<b>LED COLOR AMARILLO</b>	EN ESPERA
<b>LED COLOR ROJO</b>	EN FALLO
<b>LED COLOR VERDE</b>	OPERACIÓN

**TARJETA TAD**

La Tarjeta TAD proporciona la fecha y la hora por medio de un reloj interno con una batería de respaldo, se encarga del manejo de alarmas locales y externas en el sistema, conexión a la consola de administración, impresora y conexión remota.

Especificación de los LED's

**AL6** ALARMA NO URGENTE K6

**VNMI** VALIDACIÓN NMI

**AL3** ALARMA NO URGENTE K3

**REA5** TEST DEL SOFTWARE

**AL2** ALARMA NO URGENTE K2

**REA6** REGISTRO DEL PROCESADOR

**INT** INSTALACIÓN ACTIVA

**PM** MODO DE PROTECCIÓN

**CDG** CANDADO DE GUARDIA

**+5V** ALIMENTACIÓN PRESENTE

**TES** TAD ACTIVA

**AES** AUTÓMATA EN SERVICIO

TARJETA ALC



La Tarjeta ALC se encarga de proveer un voltaje secundario a la RCU, la cual necesita una alimentación de 48 volts que es suministrada por la fuente ADS.

Especificación de los LED's

**1/0** SWITCH ENCENDIDO / APAGADO

**PRT** VOLTAJE SECUNDARIO PRESENTE

**-48V** ALIMENTACIÓN

TARJETA AMH



La Tarjeta AMH tiene diferentes funciones:

- Comunicación automática para manejo de paquetes sobre el Anillo
- Matriz de conmutación sincrónica usada cuando el CCU conmuta circuitos sincrónicos.
- Recepción y generación de tonos
- Especificación de los LED's

**REA5** INTERRUPCIÓN DE SOFTWARE, TEST DE BASE DE DATOS O DE OTRAS TARJETAS

**REA6**

**VM** PROCESO VIRTUAL(PARPADEO) / PROCESO REAL(NO PARPADEO)

**MSAU** FUNCIÓN AUTÓMATA HABILITADA

**MSPA** PMAB HABILITADA

**ALFE** ALARMA DEL RELOJ

**MSML** MATRIX LOCAL HABILITADA

**MSMB** MATRIX DEL LOOP HABILITADA

TARJETA USH



La Tarjeta USH tiene un procesador, memoria, sistema de interrupción, reloj, sistema de supervisión e interfaz V24 con una terminal de mantenimiento de acceso directo al procesador.

Hospeda el sistema operativo IRMX 286, el software de mantenimiento, transmisión de datos y telefonía. que es usado en las CCU's, esta siempre equipado con 8Mbs en RAM.

Especificación de los LED's

**ABS** DIRECCIÓN NO IDENTIFICADA POR EL BUS DEL SISTEMA.

**DINC** TRANSMISIÓN DE DATOS POR EL BUS DEL SISTEMA NO CORRECTO

**ANR** DIRECCIÓN NO IDENTIFICADA REA4, REA5, REA6, INTERRUPTIÓN DEL TESS BASICO DE LA CCU

**RUN** FUNCIONALIDAD DEL PROCESADOR

**VNMI** VALIDACIÓN DE LA INTERRUPTIÓN

**VM** PROCESADOR EN MODO VIRTUAL Y REAL

## TARJETA CLF



La Tarjeta CLF cubre aplicaciones de datos, esta lleva a cabo una transmisión en modo sincrónico, tiene cuatro puertos X25, los cuales se numeran del 0 al 3 .

Cuenta con dos LEDs color ámbar.

Especificación de los LEDs

REA6

REA5 ESTADO DE FUNCIONAMIENTO

**Nota :** El led REA6 siempre se encuentra el color ámbar y el REA5 cuando esta en funcionamiento esta intermitente a una frecuencia constante.

## TARJETA CCP



La Tarjeta CCP tiene un procesador el cual puede manejar cuatro puertos de conversión circuito/paquetes, estos se numeran del 0 al 3.

Cuenta con dos Leds color ámbar.  
Especificación de los LED's

### REA6

### REA5 ESTADO DE FUNCIONAMIENTO

**Nota:** El led RA6 siempre se encuentra de color ámbar y el REA5 cuando esta en funcionamiento esta intermitente a una frecuencia constante.

## TARJETA LDS



Tarjeta que provee accesos **ISDN** 8 A  
16 PUERTOS BRI 2B+D.  
T0 conexión Troncal (ISDN).  
S0 conexión a Canal (Puerto).

**S0...S16** VISUALIZACIÓN DE LOS  
CANALES EN SERVICIO.

**ANR** DIRECCIÓN NO RECONOCIDA.

**REA5** TARJETA EN OPERACIÓN  
**REA6**

**PM** SI EL LED ESTA FIJO TARJETA  
EN OPERACIÓN, SI ESTA APAGADO  
TARJETA FUERA DE SERVICIO.

**+5V** PRESENCIA DE ALIMENTACIÓN.

TARJETA ADQ



Tarjeta que provee accesos de **ISDN** PRI 30B+D para enlaces privados.

ANR  
RA5  
RA6  
VM

**5V** PRESENCIA DE ALIMENTACIÓN.

**COM 0** SI EL LED SE ENCUENTRA ENCENDIDO (VERDE)ENLACE EN COMUNICACIÓN.

**MVH** SEÑALIZACIÓN DEL RELOJ

**PVT** PROBLEMA EN LOOP DE CONECCIÓN.

**SIA** ALARMA DE SEÑALIZACIÓN

**ATD** ALARMA DEL FRAME DE COMUNICACIÓN LOCAL O REMOTO  
**PVM** ALARMA DE COMUNICACIÓN EN AMBOS SITIOS.

**MSE** ERROR EN LA SEÑALIZACIÓN DE ENTRADA

**SIAM** ERROR DE DETENCIÓN CRC4

**ADM** ERROR DE CCRC4 EN EL OTRO SITIO.

## TARJETA LRN



Tarjeta digital con dos puertos MIC 30TS+ 1 TS de señalizaciones (canal16).

Especificación de los LED's

**MH** RELOJ REMOTO

**PVT** PERDIDA DE FRAME

**TE** ERROR DE VELOCIDAD

**SIA** ALARMA DE SEÑALIZACIÓN

**ATD** ALARMA DEL FARME REMOTO

**PVM** PERDIDA DEL MUTIFRAME

**MSE** PERDIDA DE SEÑALIZACIÓN DE ENTRADA

**SIA** ALRAMA EN LA PERDIDA DE SEÑALIZACIÓN

**AMD** ALARMA DEL MULTIFRAME REMOTO.

TARJETA LAF



Tarjeta con 16 puertos de extensiones analógicos.

TARJETA LAJ



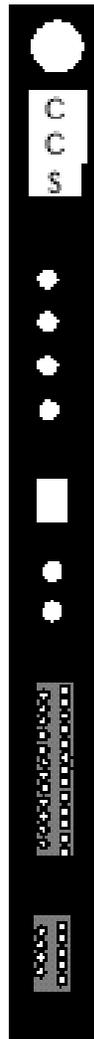
Tarjeta con 32 puertos de extensiones digitales.

TARJETA LRF



Tarjeta para ocho líneas troncales analógicas

## TARJETA CCS



Tarjeta de puertos síncronos para anuncios y manejo de 128 mensajes

**INS** EN SERVICIO

**FCT** TARJETA EN OPERACIÓN

**TLG** TRANSFERENCIA

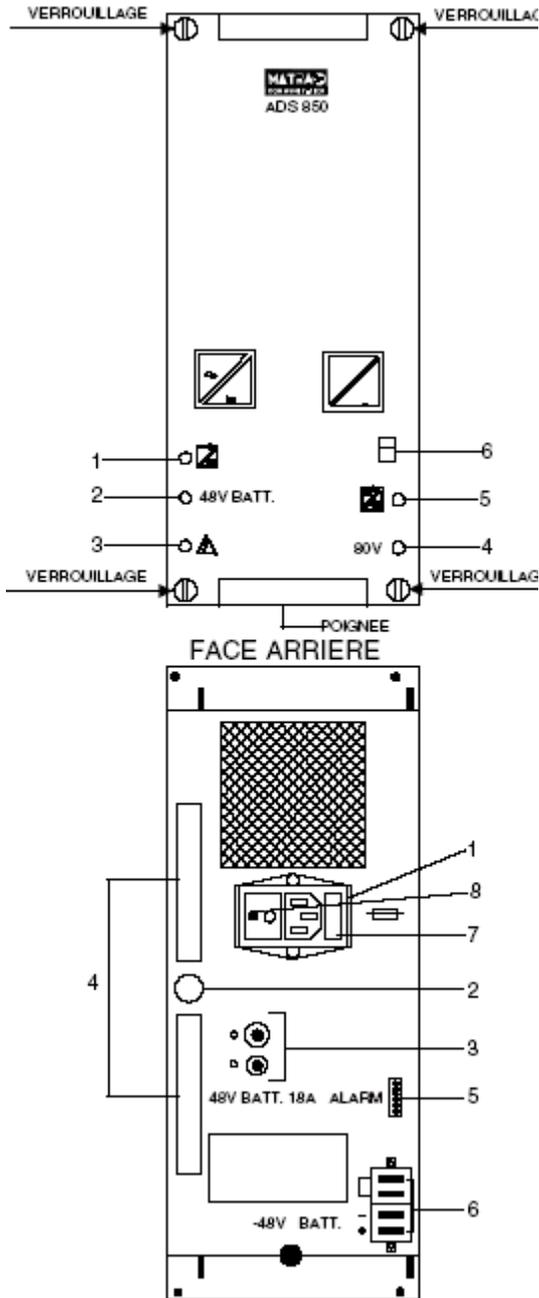
**ENR** GRABACIÓN DE TELÉFONOS INALÁMBRICOS.

TARJETA CRI



TARJETA PARA COMUNICACIÓN DE  
DATOS TCP/IP

FUENTE ADS



Existen dos tipos de Fuentes ADS 850 y 550, la 850 es una fuente de alimentación con una entrada de 230 Volts/60 Hz 1400 VA. Y la 550 de una alimentación 120 volts.

TARJETA PVI



Tarjeta para conexión a IP

**LÍNEA ETHERNET**

**TX**  
**LINK**  
**COL**  
**RX**

**NMI** PARO DE PROCESO

**ANR** DIRECCIÓN DESCONOCIDA

**+5V** ALIMENTACIÓN

**TARJETA USI**



La tarjeta USI incluye un procesador, 32Mb en memoria para el reléase 3.1, sistema de interrupción, reloj y supervisión del sistema, utiliza el sistema operativo IRMX286.

Especificación de los LED's

- HORS** EN SERVICIO
- MAINT** MANTENIMIENTO
- EN** FUERA DE SERVICIO
- RST** RESET PARA LA TARJETA.
- NMI** PARO DE PROCESO
- ANR** DIRECCION DESCONOCIDA
- VNMI** VALIDACION DEL NMI
- REA5** TEST DE SOFTWARE
- VM** MODO VIRTUAL
- +5V** ALIMENTACIÓN

### TARJETA CSH



La tarjeta CUH provee al sistema el reloj base, sincroniza cada CCU por el Ring. Es decir, sincroniza cada CCU.

**BDP** BOTÓN DE LA TARJETA

**CDP** PRESENCIA DE LA TARJETA

**REFE** REFERENCIA DE DIC

**+3V** PRESENCIA DE VOLTAJE

**AHS** ALARMA DEL SUMINISTRO DEL RELOJ

**ALR** ALARMA DE RECEPCIÓN DEL LOOP

**ABP** ALARMA DE TRANSMISIÓN

**ACG** CAMBIO DE ALARMA DE GRAPAS INTERNAS

**NH** DEPRESIÓN DEL SOFTWARE

**NH** REPRESIÓN DEL SOFTWARE

- HE0** RELOJ EXTERNO MIC0
- HE1** RELOJ EXTERNO MIC1
- SHM** SELECCIÓN DE LA MATRIZ (USH)

### **TARJETA TAE**

La tarjeta TAE es una evolución de la tarjeta TAD, realiza una conversión de 48V/5V para alimentar a la UCB y tiene las siguientes funciones:

Supervisión de sistema.  
Gestión de alarmas  
Gestión de la consola

**AL6** ALARMA NO URGENTE K6

**AL3** ALARMA NO URGENTE K3

**AL2** ALARMA NO URGENTE K2

**INI** INSTALACIÓN ACTIVA

**CDG** CANDADO DE GUARDIA

**TAE** ACTIVO

**UCB** ON /OFF

**ANR** DIRECCIÓN DESCONOCIDA

**VNMI** VALIDACIÓN MNI

**REA5** TEST DEL SOFTWARE

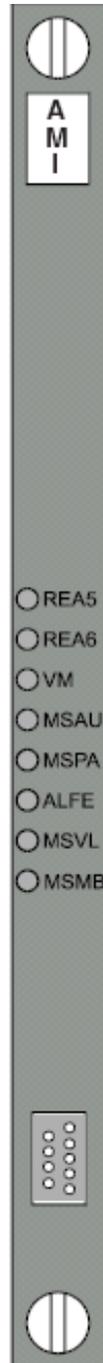


**REA6** REGISTRO DEL PROCESADOR

**PM** MODO DE PROTECCIÓN

**+5V** ALIMENTACIÓN PRESENTE

**TARJETA AMI**



La Tarjeta AMI tiene diferentes funciones:

- Comunicación automática para manejo de paquetes sobre el Anillo
- Matriz de conmutación sincrona usada cuando el CCU conmuta circuitos sincronos.
- Recepción y generación de tonos
- Especificación de los LED's

**REA5** INTERRUPCIÓN DE SOFTWARE, TEST DE BASE DE DATOS O DE OTRAS TARJETAS

**REA6**

**VM** PROCESO VIRTUAL(PARPADEO) / PROCESO REAL(NO PARPADEO)

**MSAU** FUNCIÓN AUTÓMATA HABILITADA

**MSPA** PMAB HABILITADA

**ALFE** ALARMA DEL RELOJ

**MSML**MATRIX LOCAL HABILITADA

**MSMB** MATRIX DEL LOOP HABILITADA

**TARJETA USJ**



Tarjeta con procesador, memoria de 16 Mb

**RST** RESET PARA LA TARJETA.

**NMI** PARO DE PROCESO

**CGH** SWICH PARA PONER EL SOFTWARE

**1/0** SWITCH ENCENDIDO / APAGADO

**AES** AUTÓMATA EN SERVICIO

**ANR** DIRECCIÓN DESCONOCIDA

**VNMI** VALIDACIÓN DEL NMI

**REA5** TEST DE SOFTWARE

**REA6**

**PM** MODO DE PROTECCIÓN

**+5V** ALIMENTACIÓN PRESENTE

# BIBLIOGRAFÍA

---

## **Redes de Computadoras**

Andrew S. Tanenbaum  
Editorial Camille Trentacoste  
Tercera Edición 1997

## **Redes de Banda Ancha**

José M. Caballero  
Editorial Alfaomega Grupo Editorial  
Edición Original en 1998

## **Aprendiendo TCP / IP en 14 días**

Timothy Parqker  
Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana  
Edición en Español en 1995

## **IP Telephony The Integration of Robust VoIP Services**

Bill Douskalis  
Editorial Hewlett- Packard Company  
Edición Original en 2000

## **Comunicación de Datos**

Archivo PDF  
Cybercursos.net

## **Capas I y II Modelo OSI y TCP/IP**

Archivo PDF  
Información Adquirida en Internet

## **VoIP: una puerta hacia la convergencia**

Marcos Valiño García  
Versión 2.1: Junio 1999  
Información de Internet

# BIBLIOGRAFÍA

---

## **IP-TELEPHONY (protocolos)**

Archivo PDF

Información Adquirida en Internet

## **Connexity Succession 6500/M6500 IP**

C.D Product Description R1.3

Compañía EADS – DSN 2002 Francia

## **Documentación Técnica M6550 IP**

Marca Connexity

Relese 1.3 Francia 2003

## **Software eQuation V6**

Costo de los equipos Connexity

Edición Francia 2003