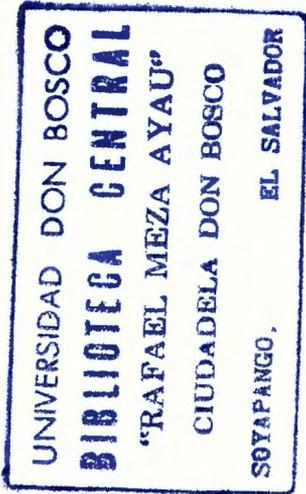


# UNIVERSIDAD DON BOSCO

FACULTAD DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRONICA



TRABAJO DE GRADUACION

“Transición de la Red Telefónica de  
El Salvador en su modernización  
tecnológica”

PRESENTADO POR

Gerardo Antonio Guardado Alvarenga  
Néstor Román Lozano Leiva  
Luis Hernán Sandoval Lemus

PREVIA OPCION AL TITULO DE:

Ingeniero en Electrónica

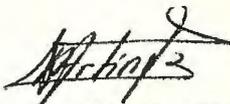
DICIEMBRE 1994

SAN SALVADOR, EL SALVADOR. CENTRO AMERICA

UNIVERSIDAD DON BOSCO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRONICA

JURADO EVALUADOR DEL TRABAJO DE GRADUACION

"TRANSICION DE LA RED TELEFONICA DE  
EL SALVADOR EN SU MODERNIZACION  
TECNOLOGICA"



ING. MARIO ANTONIO MARTINEZ ULLOA  
JURADO



ING. RIGOBERTO GODOY LUNA  
JURADO



ING. JULIO CESAR CABRERA CAMPOS  
ASESOR

## AGRADECIMIENTOS

Damos gracias a Dios por permitirnos llegar a concluir nuestro Trabajo de Graduación.

Agradecemos a nuestros Maestros por habernos brindado sus conocimientos, y a nuestros compañeros por haber compartido con nosotros tantos momentos de estudio y diversión.

También aprovechamos la ocasión para expresar nuestros agradecimientos a las personas que de una u otra forma colaboraron desinteresadamente para que el presente Trabajo de Graduación pudiera ser realizado de forma satisfactoria:

-Ing. Julio César Cabrera Campos.

-Ing. Mario Antonio Martínez Ulloa.

-Ing. Rigoberto Godoy Luna.

-Sra. Darline de Calderón.

Sinceramente,

Gerardo, Néstor y Luis.

## DEDICATORIA

Este Trabajo de Graduación se lo dedico y le agradezco de todo corazón a **Dios Todopoderoso**, por permitirme terminar a satisfacción mis estudios superiores en esta Universidad; a nuestra **Santísima Madre "María Auxiliadora de los Cristianos"**, por iluminarme el camino; a **San Juan Bosco (Don Bosco)**, ya que, de no haber sido por su ayuda, difícilmente hubiera llegado hasta este grato momento.

Además deseo dedicárselo con el cariño que se merecen, a todos los miembros de mi familia, quienes siempre me han brindado su amor y apoyo moral, espiritual y económico para verme un día formado como profesional:

- A mis **Padres:** José Gerardo Guardado Guardado.  
Lidia Aracely Alvarenga de Guardado.
  
- A mis **Hermanos:** Héctor Alfredo Guardado Alvarenga.  
Yolanda Beatriz Guardado Alvarenga.
  
- A mis **Abuelos:** Rubén Antonio Guardado (Q.D.D.G.)  
María Dolores de Guardado (Q.D.D.G.)  
José Alfonso Alvarenga.  
María Laura de Alvarenga.
  
- A mis **Tíos**  
y **Primos:** Por darme su apoyo y buenos consejos.
  
- A mis **Amigos:** Por tantos momentos compartidos.
  
- A mis **Maestros** y a todas aquellas personas que de una u otra forma han colaborado conmigo a lo largo de mis estudios y con las cuales estoy eternamente agradecido.



Gerardo A. Guardado A.  
San Salvador, 19 de enero de 1995.

## DEDICATORIA

Al concluir esta investigación y por tanto coronar una carrera, es el momento de reflexionar en quienes han participado en estos años de estudio y a los que dedico nuestro trabajo.

Al "Hacedor de todas las cosas y a su profundo corazón", en este año se ha demostrado más que un concepto de libro.

A su y nuestra Madre, sin su luz y protección no estaría escribiendo estas líneas.

A mi familia:

Mis Padres Adela Isabel Leiva de Lozano y Néstor Román Lozano, mis hermanas Ana Jantzen (Jean) y Ana María sin olvidar a mi niña Tania Vanesa "Semiramis".

A mis abuelos Rosa, Juan, Miguel y Antonio, que en algún lugar y tiempo nos encontremos para gozar de este momento.

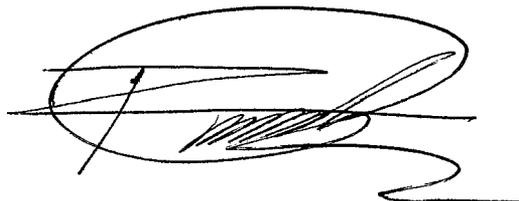
A mi hermano, 9 meses estuvimos juntos y no puedo recordar tu rostro, tal vez nos veamos con los ojos del alma.

Mis tíos María Elena, Raúl y Orlando por apoyarme tanto en este tiempo.

Mis Maestros P. Giuseppe Coró, Baltazar Molina y Julio Cárcamo, su contribución en mi haber personal me permitieron llegar hasta aquí.

Mis amigos: Víctor Callejas (Meme), Xochil Calderón, Francisco Melara (Paco), Reynaldo Chacón (Rey). Si soy un mejor ser humano se lo debo a ustedes.

Para ellos y todos los que no he podido mencionar mi cariño y agradecimiento por siempre.

A handwritten signature in black ink, enclosed within a large, hand-drawn oval. The signature is stylized and appears to read 'Néstor R. Lozano Leiva'.

Néstor R. Lozano Leiva.  
San Salvador, 19 de Enero de 1995.

## DEDICATORIA

### A DIOS TODOPODEROSO

Por escucharme e iluminarme a cada momento.

### A LA VIRGEN MARIA

Por todos sus cuidados y beneficios recibidos.

### A MIS PADRES

Ruth y Arnulfo

Con todo mi amor, por todos sus sacrificios y en quienes siempre he podido encontrar disposición, apoyo y orientación.

### A MIS HERMANOS

Carlos, Fito y Ana Ruth

Porque con su confianza me han impulsado siempre a seguir adelante.

### A MI ESPOSA

Marilena

Por todo su amor y comprensión.

### A MI HIJO

Luis Hernán

Por ser el mayor tesoro de mi vida.

### A MIS PADRINOS

Ana y Mario Rivera

Con quienes siempre he podido contar.

### A MI DEMAS FAMILIA

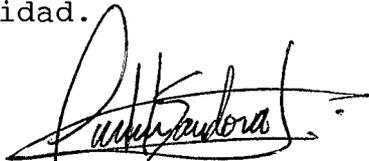
Por todo el afecto demostrado.

### A MIS MAESTROS

Con especial agradecimiento.

### A TODOS MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

Por su amistad, cariño y solidaridad.



Luis Hernán Sandoval L.  
San Salvador, 19 de enero de 1995.

## INTRODUCCION

Cada vez hay más personas que empiezan a creer que la prosperidad futura dependerá, en gran manera de la medida en que se haga un uso eficaz, a gran escala, de las telecomunicaciones. Este campo está haciéndose ahora tan importante para todos, que resulta esencial un conocimiento básico de la informática y de las telecomunicaciones para cualquier persona que desee ser un alto ejecutivo eficaz, en cualquier disciplina.

Tomando en cuenta la realidad anteriormente planteada, el presente Trabajo de Graduación denominado **"TRANSICION DE LA RED TELEFONICA DE EL SALVADOR EN SU MODERNIZACION TECNOLOGICA"**, en su Capítulo I **"MARCO DE REFERENCIA"** trata de dar un enfoque de cómo ha ido evolucionando la situación de nuestro país, desde antes de la guerra hasta la actualidad.

En el Capítulo II **"RED TELEFONICA EXISTENTE"** se da una descripción del sistema telefónico nacional actual, además se mencionan los proyectos a desarrollarse en los próximos años.

El Capítulo III **"REDES INTELIGENTES"** trata lo relacionado a la interconexión de sistemas informáticos destinados a ofrecer servicios aislados los cuales son la base para la edificación de una Red Digital de Servicios Integrados.

En el Capítulo IV **"TRANSICION DE LA RED TELEFONICA"** se plantea la situación de la existencia de una red de tipo mixta la cual se encuentra en un proceso de transición a una red de carácter completamente digital, la cual por su tecnología es capaz de soportar una infinidad de servicios, además del de telefonía. Se describen los aspectos a tomar en cuenta y los planes de desarrollo adecuados para tal fin. La consecución de esta red completamente digital junto con la filosofía de las Redes Inteligentes es el fundamento de la **RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS**.

El Capítulo V **"RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS"** comienza dando un enfoque conceptual de la RDSI para luego mostrar una estructura a bloques del sistema real, tomando en cuenta funciones, necesidades de interconexión, etc. y concluyendo con la enumeración de puntos relevantes a considerar dentro de la labor de planificación.

En el Capítulo VI **"TENDENCIAS TECNOLOGICAS"** se brinda información acerca de las nuevas filosofías de comunicación utilizadas, además de los modernos elementos utilizados para la interconexión de los sistemas dentro de una red telefónica. Todo esto motivado por la necesidad de nuevos servicios y requerimientos de formas de comunicación novedosas, generadas a partir de la modernización de las telecomunicaciones.

## INDICE

INTRODUCCION.....	i
<b>CAPITULO I: MARCO DE REFERENCIA.....</b>	<b>1</b>
1. UN MUNDO EN TRANSICION.....	1
2. LA INFORMATICA Y SUS APORTES AL MUNDO ACTUAL...	3
3. EL SALVADOR Y SU DESARROLLO ECONOMICO.....	5
3.1 LA ECONOMIA EN TIEMPO DEL MERCOMUN.....	6
4. LA DEMANDA DE NUEVOS SERVICIOS.....	17
5. LA PRIVATIZACION Y LA INDUSTRIA DE LAS TELECOMUNICACIONES.....	28
5.1 LA PRIVATIZACION: UN NUEVO TERMINO.....	28
5.2 SISTEMAS PARA SUMINISTRAR LOS SERVICIOS...	32
5.2.1 SERVICIOS GUBERNAMENTALES.....	33
5.2.2 VENTAS GUBERNAMENTALES.....	34
5.2.3 ACUERDOS GUBERNAMENTALES.....	35
5.2.4 CONTRATOS.....	36
5.2.5 FRANQUICIAS.....	37
5.2.6 SUBSIDIOS (SUBVENCIONES).....	40
5.2.7 MERCADO.....	42
5.2.8 SERVICIOS VOLUNTARIOS.....	43
5.2.9 AUTOSERVICIO.....	45

5.3	¿POR QUE ES NECESARIO PRIVATIZAR?.....	46
5.4	PRIVATIZACION DE LAS TELECOMUNICACIONES...	49
5.4.1	LA PRIVATIZACION DE ENTEL EN LA ARGENTINA.....	51
5.4.2	LA PRIVATIZACION DE CANTV EN VENEZUELA.....	55
5.4.3	COMPARACION ENTRE ARGENTINA Y VENEZUELA.....	59
5.5	LA PRIVATIZACION DE LOS SERVICIOS TELEFONICOS EN EL PAIS.....	63
<b>CAPITULO II: RED TELEFONICA DE EL SALVADOR.....</b>		<b>67</b>
1.	RED EXISTENTE.....	67
1.1	CIRCUITOS DE ENLACE.....	73
1.2	RED ANALOGICA DE MICROONDAS.....	76
1.3	RED REGIONAL DIGITAL DE MICROONDAS.....	78
1.4	TRANSMISION VIA SATELITE.....	80
1.5	DATOS ESTADISTICOS DE TRAFICO NACIONAL E INTERNACIONAL.....	82
1.6	RED DE TELEGRAFIA Y TELEX.....	84
1.7	RUTA REGIONAL DEL SUR Y ALTERNA REGIONAL..	88
1.8	ANTELPAC (RED PUBLICA DE DATOS POR CONMUTACION DE PAQUETES).....	90
1.9	PLANES DE INVERSION.....	92
1.10	SERVICIOS TELEFONICOS.....	95
1.11	SERVICIOS OFERTADOS.....	107
1.12	SERVICIOS PREVISTOS.....	110

<b>CAPITULO III: REDES INTELIGENTES.....</b>	<b>112</b>
1. PRINCIPIOS BASICOS DE COMUNICACION DE DATOS....	112
1.1 MODEMS.....	115
1.2 FUNCION BASICA DEL MODEM.....	115
1.2.1 BITS, BYTES, PALABRAS Y BAUDIOS.....	119
2. DISTRIBUCION DE LA INTELIGENCIA.....	122
3. CONCEPTOS SOBRE REDES DE DATOS.....	130
3.1 NECESIDAD DE UNA ARQUITECTURA.....	130
3.2 MODELOS DE REFERENCIA.....	134
3.3 ESTRATOS FUNDAMENTALES DE LAS ARQUITECTURAS.....	139
3.4 NIVELES DE INTERCONEXION.....	143
4. REDES DE AREA LOCAL (LOCAL AREA NETWORK-LAN)...	146
4.1 GENERALIDADES.....	146
4.2 REDES LAN.....	155
4.2.1 CLASES DE LAN'S.....	155
4.2.2 VENTAJAS DE UTILIZACION DE LAN'S....	157
4.2.3 TOPOLOGIAS DE LAS REDES DE AREA LOCAL.....	158
5. PROTOCOLOS DE COMUNICACION.....	163
5.1 DEFINICION.....	164
5.1.1 CODIGOS DEL LENGUAJE.....	165
5.1.2 CARACTERISTICAS DE PROTOCOLOS.....	167

5.1.3 MODALIDAD DE TRANSMISION.....	169
5.1.3.1 TRANSMISION ASINCRONA.....	169
5.1.3.2 TRANSMISION SINCRONA.....	172
5.1.3.3 OTRAS CONSIDERACIONES.....	173
5.2 TIPOS DE PROTOCOLOS.....	175
5.2.1 TTY.....	175
5.2.2 ISO ASINCRONICO.....	176
5.2.3 DISCIPLINAS DE COMUNICACIONES BINARIO-SINCRONICAS (BSC).....	178
5.3 INTERFASES.....	180
5.3.1 INTERFASE RS-232C (CCITT V.24).....	181
5.3.2 INTERFASE RS-449 (CCITT V.24).....	184
5.3.3 INTERFASE CCITT V.35.....	186
5.3.4 INTERFASE IEEE 488.....	187
5.3.5 INTERFASE PARALELA CENTRONICS.....	188
<b>CAPITULO IV: TRANSICION DE LA RED TELEFONICA.....</b>	<b>190</b>
1.INTRODUCCION.....	190
2. CARACTERISTICAS DE LA RED ACTUAL.....	193
3. EVOLUCION LOGICA DE LA RED NACIONAL.....	196
4. CARACTERISTICAS DE LA RED OBJETIVO.....	200
4.1 DEFINICION DE POLITICAS.....	200
4.2 FACTORES DE IMPORTANCIA EN LA CONFIGURACION DE LA RED.....	202

5.1.3	MODALIDAD DE TRANSMISION.....	169
5.1.3.1	TRANSMISION ASINCRONA.....	169
5.1.3.2	TRANSMISION SINCRONA.....	172
5.1.3.3	OTRAS CONSIDERACIONES.....	173
5.2	TIPOS DE PROTOCOLOS.....	175
5.2.1	TTY.....	175
5.2.2	ISO ASINCRONICO.....	176
5.2.3	DISCIPLINAS DE COMUNICACIONES BINARIO-SINCRONICAS (BSC).....	178
5.3	INTERFASES.....	180
5.3.1	INTERFASE RS-232C (CCITT V.24).....	181
5.3.2	INTERFASE RS-449 (CCITT V.24).....	184
5.3.3	INTERFASE CCITT V.35.....	186
5.3.4	INTERFASE IEEE 488.....	187
5.3.5	INTERFASE PARALELA CENTRONICS.....	188
<b>CAPITULO IV: TRANSICION DE LA RED TELEFONICA.....</b>		<b>190</b>
1.	INTRODUCCION.....	190
2.	CARACTERISTICAS DE LA RED ACTUAL.....	193
3.	EVOLUCION LOGICA DE LA RED NACIONAL.....	196
4.	CARACTERISTICAS DE LA RED OBJETIVO.....	200
4.1	DEFINICION DE POLITICAS.....	200
4.2	FACTORES DE IMPORTANCIA EN LA CONFIGURACION DE LA RED.....	202

4.3 CONFIGURACION DE REFERENCIA.....	242
4.4 ACCESO BASICO.....	245
4.5 FUNCIONES DEL INTERFAZ.....	246
4.6 CODIGO DE LINEA.....	248
5. PROTOCOLO DEL CANAL D.....	250
5.1 CAPA 1 (NIVEL FISICO).....	251
5.2 CAPA 2 (ENLACE DE DATOS).....	255
5.3 CAPA 3 (NIVEL DE CONTROL DE RED).....	258
6. PLANIFICACION DE UNA RDSI.....	262
6.1 PLANES TECNICOS FUNDAMENTALES.....	263
6.1.1 PLAN DE NUMERACION.....	263
6.1.1.1 PLAN DE NUMERACION PARA EL SERVICIO TELEFONICO EN EL AÑO OBJETIVO.....	263
6.1.1.2 PLAN DE NUMERACION PARA LA RDSI.....	264
6.1.2 PLAN DE SEÑALIZACION.....	264
6.1.2.1 SEÑALIZACION ENTRE CENTRALES EN EL AÑO OBJETIVO.....	264
6.1.2.2 SEÑALIZACION PARA LAS LINEAS DE ABONADO DIGITAL DE RDSI...	265
6.1.2.3 SEÑALIZACION PARA LA RDI.....	265
6.1.2.4 SEÑALIZACION ENTRE LA RDSI Y LA RDI.....	265

6.1.3	PLAN DE TRANSMISION.....	266
6.1.3.1	OBJETIVO DEL PLAN DE TRANSMISION.....	266
6.1.3.2	CONVERSION DEL PLAN DE PERDIDAS CORRESPONDIENTE AL EQUIVALENTE DE REFERENCIA PARA SONORIDAD.....	266
6.1.3.3	VALOR MEDIO PONDERADO POR TRAFICO.....	267
6.1.3.4	PLAN DE TRANSMISION PARA EL AÑO OBJETIVO.....	268
6.1.4	PLAN DE ENCAMINAMIENTO.....	268
6.1.4.1	INTERFUNCIONAMIENTO ENTRE LA RDI Y LA RDSI.....	269
6.1.4.2	INTERFUNCIONAMIENTO ENTRE LA RDI Y LA RED PUBLICA DE DATOS POR CONMUTACION DE PAQUETES (RPDCP).....	270
6.1.4.3	INTERFUNCIONAMIENTO ENTRE LA RDSI Y LA RPDCP.....	271
6.1.5	PLAN DE TARIFICACION.....	271
6.1.5.1	POSIBILIDADES DE REGISTRO Y TASACION DE LAS LLAMADAS...	271
6.1.5.2	PLAN DE TARIFICACION EN EL AÑO OBJETIVO.....	273

6.1.5.3	METODO DE TARIFICACION PARA LA RPDCP.....	274
6.1.6	PLAN DE SINCRONIZACION.....	275
6.1.7	PLANES DE DISPONIBILIDAD, GRADO DE SERVICIO Y SEGURIDAD.....	276
6.1.7.1	OBJETIVO DE DISPONIBILIDAD...	276
6.1.7.2	OBJETIVO DE GRADO DE SERVICIO.....	277
6.1.7.3	OBJETIVOS DE SEGURIDAD.....	277
7.	ESTRATEGIAS PARA UNA INTRODUCCION ACERTADA DE LA RDSI.....	278
7.1	VENTAJAS DE LA RDSI.....	281
7.2	CONCEPTO DUAL DE LA RDSI.....	282
7.3	CRITERIOS DE DECISION: SOLUCION A LOS PROBLEMAS.....	283
7.3.1	OTROS CRITERIOS.....	286
<b>CAPITULO VI: TENDENCIAS TECNOLOGICAS.....</b>		<b>291</b>
1.	INTRODUCCION.....	291
2.	JERARQUIA DIGITAL SINCRONA (SDH).....	292
2.1	COMPARACION ENTRE REDES SINCRONAS Y PLESIOCRONAS.....	293
2.1.1	JERARQUIA INTERNACIONAL DE PARTICIPACION MUNDIAL.....	294

2.1.2	REDUCCION EN LA CANTIDAD DE EQUIPO.....	295
2.1.3	COMPATIBILIDAD ENTRE FABRICANTES....	298
2.1.4	FACILIDADES DE ADMINISTRACION DE RED.....	298
2.2	ESTRUCTURA DE LA TRAMA SINCRONA.....	300
2.2.1	ESTRUCTURA DE MULTIPLEXACION.....	300
2.2.2	ESTRUCTURA DEL MODULO STM-N.....	301
2.2.3	ENCABEZADO DE LA VIA.....	304
2.2.4	ENCABEZADO DE SECCION DE REGENERACION.....	304
2.2.5	ENCABEZADO DE LA SECCION DE MULTIPLEXACION.....	306
2.2.6	PUNTERO DE UNIDAD ADMINISTRATIVA....	308
2.2.7	COMPARACION ENTRE SONET Y SDH.....	308
2.3	SDH Y ATM.....	310
3.	COMUNICACIONES OPTICAS.....	311
3.1	LA HISTORIA HASTA HOY.....	312
3.2	OPTICA DE LAS FIBRAS.....	314
3.2.1	ANCHO DE BANDA Y VELOCIDAD DE TRANSMISION.....	314
3.2.2	COEFICIENTE DE ABSORCION Y DISTANCIA DE TRANSMISION.....	315
3.3	COMPONENTES OPTOELECTRONICOS.....	316
3.4	SISTEMAS.....	317

3.5	SISTEMAS DE TRANSMISION OPTICA.....	318
3.5.1	SISTEMAS DE TRANSMISION OPTICA SUBMARINA.....	319
3.5.2	SISTEMAS DE TRANSMISION OPTICA TERRESTRE.....	319
3.5.3	REDES DE ABONADO DE FIBRA OPTICA....	320
4.	LA RDSI EN EL MUNDO.....	322
4.1	NUMERIS: LA RDSI EN FRANCIA.....	322
4.1.1	EVOLUCION DE LA RED HACIA RDSI.....	324
4.1.2	ESTRATEGIAS DE MERCADO PARA LA RDSI EN FRANCIA.....	327
4.2	INTRODUCCION DE LA RDSI EN ALEMANIA.....	331
4.2.1	RED EXISTENTE.....	331
4.2.2	ENFOQUE DE DBP TELEKOM RESPECTO A LA RDSI.....	332
4.2.3	EXPERIENCIA DE CAMPO EN ALEMANIA....	333
4.2.4	EXPERIENCIA DE MERCADO.....	335
4.2.4.1	IMPORTANCIA DE LOS SERVICIOS PILOTO.....	335
4.2.4.2	ESTUDIOS DE MERCADO.....	336
4.2.5	INTRODUCCION COMERCIAL DE LA RDSI...336	
4.2.6	EJEMPLOS DE APLICACIONES RDSI EN ALEMANIA.....	338
4.3	INTRODUCCION DE LA RDSI EN ESPAÑA.....	342
4.3.1	PRODUCTO PRECOMERCIAL RDSI.....	343
4.3.2	PRODUCTO COMERCIAL RDSI.....	346

4.3.3 RDSI PANEUROPEA.....	347
4.3.4 LA RDSI EN EL SISTEMA 12.....	348
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>352</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>356</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>360</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>363</b>

## **CAPITULO I**

### **MARCO DE REFERENCIA.**

La mayoría de personas actualmente no tienen conciencia de los cambios trascendentales en los cuales está viviendo, debido fundamentalmente a el materialismo que los ubica como sociedad de consumo a través de los medios de publicidad, sin percatarse que toda acción provoca una reacción y que los cambios se tornan de ésta manera continuos.

#### **1. UN MUNDO EN TRANSICION.**

Este siglo podría ser llamado de formas distintas; cada quien puede ser capaz de referirse con opinión propia a los hechos más relevantes que se han dado desde finales del siglo pasado hasta la actualidad. Unos dirán que es el siglo de la salud, otros de la guerra, de la revolución verde, de la "x" revolución industrial, de los medios de comunicación, etc; debido a las transformaciones tan grandes que ha tenido y está teniendo el mundo, como consecuencia del desarrollo que en materia teórica se ha logrado a partir del siglo XIX. Si los cambios a principios del siglo eran veloces, se puede afirmar que en los últimos tiempos son vertiginosos, lo que vendría a ser una explicación de por qué a veces son hasta desordenados.

En ninguna otra época como ahora, es más cierta la afirmación sobre el continuo devenir del mundo. Todo este movimiento hace que la misma sociedad tienda a evolucionar en nuevas estructuras, como lo explicó Teilhard de Chardin en su obra "The Future of Man" (El Futuro del Hombre): "La investigación, que ayer era una actividad de lujo, está en proceso de convertirse en una importante, de hecho en la principal, función de la humanidad. Como en el caso de todos los organismos que la precedieron, pero a una escala inmensa, la humanidad está en proceso de 'cerebralizarse'".

Las nuevas situaciones que surgen como consecuencia, demandan a su vez nuevas soluciones que sean actualizadas y que vayan de acuerdo a las necesidades que el hombre desea satisfacer de manera eficaz, aunque muchas veces se vienen a dar en terreno que no ha sido explorado y hacen transformar principios y concepciones que hasta hace poco parecían inmutables.

Estos cambios se dan en todas las esferas del quehacer humano: en la sociedad, en la política, en la economía, etc. Se van produciendo cambios en el pensamiento, de lo ideológico a lo pragmático, que hacen ver con facilidad el cambio brusco que existe en la humanidad; así por ejemplo la evolución del centralismo hacia la libre empresa.

En lo que respecta al mundo de las comunicaciones y para ser más específico de las telecomunicaciones, no puede ser dejado al

margen de este movimiento el desarrollo constante de nuevas técnicas y materiales (como los semiconductores) que hacen posible que conceptos revolucionarios como la transmisión digital de información fueran posibles de ser llevados a la práctica dentro de lo que es la ciencia de los sistemas de comunicación.

Todo esto viene a ser como una conclusión de lo que se ha mencionado anteriormente, y es que el mundo está en una constante transición, tratando siempre de buscar las herramientas necesarias para facilitar el desarrollo de la sociedad.

## 2. LA INFORMATICA Y SUS APORTES AL MUNDO ACTUAL.

Un tema que requiere un análisis particular es el crecimiento exagerado que está teniendo el campo de la informática, y el aporte que ésta brinda a dicho desarrollo. Prácticamente todos los diferentes sectores involucrados en ese desarrollo hacen uso de las facilidades y ventajas que a diario están siendo actualizadas en este campo de la informática. Todos desean hacer uso de este aporte de la ciencia, desde aquel que sólo requiere de una máquina personal, hasta los que necesitan de sistemas más complejos de redes para desarrollar sus labores. Si a mediados del siglo XX las computadoras surgieron como una respuesta tecnológica para el manejo de pequeños y grandes volúmenes de datos, la computadora es actualmente una valiosísima herramienta en campos como la administración, las finanzas, así como en otros tan disímiles como

la medicina, la química y la ingeniería. Este desarrollo acelerado de la informática y sus componentes le demanda a los sistemas de comunicación formas novedosas para aumentar la capacidad y flexibilidad de sus servicios.

En la búsqueda de soluciones para satisfacer la creciente demanda de medios adecuados para realizar el enlace se llegó a determinar que la solución más viable al problema era la red telefónica. ¿Por qué la red telefónica? Porque ésta posee un alcance más completo y general de servicios y ofrece la oportunidad para que la mayoría de personas puedan tener acceso a ella. Además dentro de la red telefónica, el desarrollo de la tecnología digital, tanto en la conmutación como en la transmisión, se puede alcanzar un alto grado de compatibilidad de datos con respecto a los datos que se manejan en los sistemas computacionales.

El único inconveniente de esta alternativa era las características físicas que poseían los pares de cobre utilizados en la interconexión de los abonados con las centrales. Esta situación finalmente fue resuelta con la invención de los MODEM (modulador-demodulador) que permiten hacer la conversión de señales digitales a analógicas para poder entrar al medio de transmisión, y viceversa, para volver al medio original en que fueron generadas.

De lo explicado anteriormente, es importante señalar que se enfoca hacia el plano general de los países desarrollados que

siempre van a la vanguardia de la tecnología. Al analizar la realidad de los países en proceso de desarrollo, como El Salvador, surgen diferentes interrogantes:

-¿Qué tan involucrados están dentro de esta revolución tecnológica?

-¿Cuál es el alcance que posee el país en relación a estos cambios tecnológicos?

-¿Existen en la actualidad los medios económicos necesarios para explorar las nuevas alternativas tecnológicas para satisfacer esta demanda de nuevos servicios?

El resto de este capítulo tratará de ampliar más el tema económico y la demanda de servicios, para que en el segundo capítulo se revise la infraestructura que deberá soportarlos.

### 3. EL SALVADOR Y SU DESARROLLO ECONOMICO.

"Sólo con tasas de crecimiento como las que plantea el sector privado, podrían recuperarse los niveles de ingreso per-cápita que se perdieron como consecuencia del conflicto y la

crisis internacional de finales de los años 70 y principios de los 80".(1)

Según estas palabras, para mantener un crecimiento sostenido en los años venideros es necesario recuperar la dinámica que se perdió durante el conflicto.

Para comprender en qué consistía esa dinámica es necesario hacer una revisión de las condiciones que reinaban en esa época y las cuales se pretende ahora recuperar.

### 3.1. LA ECONOMIA EN TIEMPO DEL MERCOMUN.

Para poder revisar la situación actual de la economía de El Salvador, es relevante hacer una retrospección, para establecer el contexto en que se desenvuelve ahora.

El crecimiento económico de El Salvador ha estado supeditado al fomento de la agricultura de exportación (AEX), siendo esto el resultado de la "división internacional del trabajo" entre los países desarrollados y subdesarrollados. Durante la década de 1920-29 los países centroamericanos comenzaron a incursionar en el mercado internacional con sus productos café y banano, quedando así definida esta política en el área.

---

(1). Tomado de "Evolución de la Economía en 1993 y perspectivas para 1994", Unidad Empresarial (ANEP), Nov-Dic. 1993

Los riesgos a que estaban expuestos los países con tantas restricciones los motivaron a iniciar consultas para lograr la integración del área entre los años de 1950-59, siendo orientados por la Comisión Económica para América Latina (CEPAL), entidad que pertenece a las Naciones Unidas.

Básicamente la solución del problema era la industrialización por sustitución de importaciones.

"La llave para el desarrollo era industrialización por sustitución de importaciones; en otras palabras: para producir en América Latina los bienes manufacturados que antes eran importados de los países capitalistas adelantados".(2)

Un punto fuerte para apoyar esta tesis se basaba en el hecho que la industria de la manufactura, por ejemplo, contribuiría únicamente con el 10.7% del valor agregado en el Producto Interno Bruto (PIB) en 1950.

"El énfasis en la 'industrialización recíproca' constituía un esfuerzo para evitar que se estimulara a unas naciones (principalmente Guatemala y El Salvador) a especializarse en

---

(2). Susanne Jonas Bodenheimer, "El MERCOSUR y la Ayuda Norteamericana".

la industria, en tanto que otros (Honduras y Nicaragua) continuaban siendo agroexportadores".(3)

Esta advertencia fue ignorada al ser elaborados los convenios que se firmaron posteriormente. Posiblemente haya sido una de las tantas causas que influyeron en la crisis del Mercado Común Centroamericano (MCCA).

Era lógico pensar que iniciar la industrialización requeriría de una abundante inversión del exterior, que prácticamente no existía, pues los pocos fondos que llegaban se destinaban a las compañías que explotan el banano en la Costa Atlántica y para mejorar las vías de comunicación como el ferrocarril o las carreteras que eran necesarias para la explotación.

Una vez iniciado el proceso, la Inversión Extranjera Directa (IED) aumentó de forma desmesurada y las empresas multinacionales (EMN) que se establecieron en el área adquirieron un papel dominante en el ramo de la industria.

---

(3). *Ibídem* (2).

Una mejor percepción se adquiere al analizar los siguientes cuadros.(4)

**CUADRO 1**

**Centroamérica: Valor en libros de la Inversión Extranjera Directa (en Millones de Dólares)**

	1959		1969	
	Valor	%	Valor	%
Costa Rica	73.2	18.9	173.3	22.9
El Salvador	43.0	11.1	114.6	15.2
Guatemala	137.6	35.4	207.0	27.4
Honduras	115.5	29.3	189.1	24.4
Nicaragua	18.9	5.9	76.3	10.1
Centroamérica	388.2	100.0	755.3	100.0

El Cuadro 1 muestra que en Centro América el valor en libros de la inversión extranjera directa pasó de 388.2 millones de dólares en 1959 a 755.3 millones en 1969, lo que significa un aumento de el 94.6%. Es importante hacer notar que más del 80% de el volumen total provenía de los Estados Unidos.

---

(4). Tomados del libro "Algunos apuntes sobre el grado de participación de la Inversión Extranjera Directa en el proceso de Integración Económica Centroamericana", Rosenthal, G.

**CUADRO 2**

**CENTROAMERICA: INVERSION DIRECTA EN EL SECTOR MANUFACTURERO  
(En Millones de Dólares)**

	1959			1969		
	Inversión total	Inversión en el sector manufacturero	%	Inversión total	Inversión en el sector manufacturero	%
Costa Rica	73.2	0.6	0.8	173.3	36.7	21.1
El Salvador	43.0	0.7	1.6	114.6	43.7	38.1
Guatemala	137.6	1.1	0.8	207.0	90.3	43.6
Honduras	115.5	6.9	6.0	184.1	20.6	11.2
Nicaragua	18.9	5.3	27.8	76.3	41.5	54.4
Centroamérica	388.2	14.6	3.8	755.3	232.8	30.8

Al ver el caso específico de la industria de la manufactura en el Cuadro 2, la inversión ascendía a 14.6 millones de dólares, lo que significaba sólo un 3.8% en 1959. En cambio en 1969 tenía un valor de 232.8 millones de dólares que equivalía al 30.8%. Comparando las dos cifras se tiene un aumento de 1590% aproximadamente.

Pero el crecimiento que reflejaban las variables macroeconómicas y que era atribuido al MCCA, era ilusorio; aunque, es completamente cierto que aumentó el comercio interregional, el PIB y el ingreso per-cápita, el MCCA contribuyó poco: El principal motor del crecimiento continuaba siendo la AEX.

Sin embargo, el rápido crecimiento de la industria se reflejó en una creciente participación industrial en el PIB y una elevada tasa de urbanización que contribuyó a aumentar la importancia de la clase urbana, media y obrera y de las zonas rurales que causó una gran inmigración, en su mayoría de salvadoreños, hacia Honduras (durante el período de deportación se habla de cerca de 300,000 inmigrantes salvadoreños).

Como se mencionó anteriormente, los tratados de integración no garantizaban un marco para que los beneficios netos se distribuyeran de forma equitativa entre los socios, lo que se refleja en el intercambio regional:

"Para la misma fecha (1968) las exportaciones salvadoreñas de bienes manufacturados a la región sumaban 77.3 millones de dólares y la de Guatemala 70.4 millones en comparación de 17.8 millones para Honduras".(5)

Con estas cifras el Sub-secretario del Ministerio de Hacienda Pravdes Martínez afirmaba que:

"Honduras estaba financiando de hecho el desarrollo industrial de los otros estados centroamericanos".(6)

---

(5). *Ibídem* (2).

(6). *Ibídem* (2).

Las desalentadoras cifras, el problema de la inmigración y de las tentativas de una posible reforma agraria detonaron la guerra entre El Salvador y Honduras poniendo en jaque al MCCA.

Al comenzar la década de 1970-79 el MCCA se encontró con un nuevo escenario mundial, el alza de los precios de los productos básicos y las mejoras en la tecnología agrícola (revolución verde) que impulsaron el uso intensivo de la AEX como forma de paliar los problemas del alto costo de los insumos, necesarios para la manufactura y el alza de los precios del petróleo de 1973.

Se trató de solucionar el problema iniciando consultas para redefinir el MCCA hacia un mercado común semejante al que existe en Europa (CEE); pero el borrador presentado en 1976 encontró gran oposición entre los poderosos grupos empresariales de cada país, así que los subsiguientes tratados como el "Acuerdo de San José" y el "Modus Operandis" fueron solo cosméticos que no alteraron sustancialmente la situación.

Sin embargo el colapso total del MCCA fue mas acelerado por los hechos políticos del derrocamiento de la familia Somoza en Nicaragua y de el Gral. Romero en el país. Estos hechos lanzaron a toda la región a un nivel de crisis política sólo comparable a las del siglo pasado. El por qué de que esta crisis llegó a tener tintes de "Confrontación Este-Oeste" es terreno para muchas especulaciones que no corresponden hacerlas aquí.

El efecto concreto de la inestabilidad política sobre la región puede notarse analizando la balanza de pago de los países.

**CUADRO 3**

**Contribuciones de la Balanza de Pagos a las pérdidas acumuladas de reservas, 1978-82**

	Período (Fin de Año)	1 %	2 %
Costa Rica	1978-81	+72.7	+27.3
El Salvador	1978-81	-8.5	+108.5
Guatemala	1978-81	+21.2	+78.8
Honduras	1979-80	+113.6	-13.6
Nicaragua	1977-80	-67.9	+167.9

La señal externa más visible de las crisis en la balanza de pagos fue la pérdida masiva de reservas internacionales brutas posteriores a 1978. El deterioro en el déficit de cuenta corriente en la balanza de pagos se suele tomar como indicador de pérdida de reservas; pero este parámetro no es apropiado cuando la cuenta corriente está tradicionalmente en déficit y se financia "automáticamente" con flujos de capital a largo plazo. Es más práctico ver los cambios que proporcionan los flujos de capital a corto plazo que se verifican al analizar el cuadro 3 en el que se demuestra la gran contribución de estos flujos a la pérdida en El Salvador, Guatemala y Nicaragua, mientras que en Costa Rica es mínimo.

Con el fin del conflicto, el país ha entrado en una etapa de reconstrucción en todos los aspectos: económicos, políticos y sociales. Fuerzas que estuvieron estáticas tratan de recuperar el tiempo perdido: en el campo tecnológico, de recursos humanos e infraestructura, involucrado todo esto en el concepto de "Reconversión Industrial".

La Asociación Salvadoreña de Industriales (ASI) es una de las grandes impulsoras de este esfuerzo y en palabras de su Gerente General Lic. Raúl Huevo dice:

"La Reconversión Industrial es un proceso que requiere un cambio de mentalidad de los dirigentes empresariales, y la adaptación de las empresas a un ambiente económico más abierto y dinámico... ¿Por qué es tan urgente la Reconversión Industrial? Es algo que no podemos eludir y hay que hacerle frente a las nuevas situaciones que plantean las relaciones económicas internacionales, que cada día se están materializando en esquemas de libre comercio, como el TLC (o NAFTA), convenios con México, Colombia, Venezuela, etc." (7)

En este contexto, los adelantadores datos obtenidos para el año 1993 por la Asociación Nacional de la Empresa Privada (ANEP) dan una idea:

---

(7). Tomado de la revista "Innovación Industrial", No. 4, Año 4 (Página 6).

"La actividad económica de el país siguió mostrando signos de recuperación durante 1993, a pesar de la persistencia de algunos desequilibrios que no han podido solventarse aún con el proceso de ajuste a que se ha sometido la economía desde mediados de 1989. A precios constantes de 1962, el Producto Interno Bruto (PIB) creció en 5%, tasa similar a la de 1992 que fue de 5.1%, de acuerdo a la última revisión de los datos de producción. El PIB per-cápita creció así por cuarto año consecutivo, en ésta oportunidad a una tasa de 2.5%, considerando un aumento anual promedio de la población en 2.5% ...

Sectorialmente, fue de nuevo la industria de la construcción la de mayor dinamismo, con un crecimiento real de 9.7%, también similar al alcanzado en 1992... Por su dinamismo, destaca en segundo término la industria manufacturera que registró un crecimiento de 7.6%, superior al alcanzado en 1992 (6.0%) ... Mención aparte merece el comportamiento que ha estado mostrando la industria de la transformación (maquila) que se perfila cada vez más como una fuente importante de divisas y empleo, bajo los estímulos que se han creado con la red de zonas francas".(8)

---

(8). *Ibidem* (7).

Además, de las proyecciones que para el año 1994 se toman de los datos del Banco Central de Reserva (BCR) y se muestran en el Cuadro 4, se retoma lo siguiente:

"En las previsiones oficiales, la meta del crecimiento global estarían sustentados especialmente por el crecimiento de la industria manufacturera y la construcción (6.4% y 7.2% respectivamente), con el sector agropecuario creciendo a una tasa de 2.8% y el comercio a una de 6.2%".(9)

En síntesis, el desempeño de la economía puede definirse como positivo, y que seguramente puede superarse si se "consolida el proceso de pacificación, se persiste en un estilo de gestión macroeconómica que privilegie el mercado y que el país pueda aprovechar las oportunidades que ofrece la apertura que actualmente se vuelve más promisoría con la Ronda de Uruguay".(10)

---

(9). *Ibídem* (7).

(10). *Ibídem* (7).

**CUADRO 4**

**Producción  
Tasas de Crecimiento**

	<b>1992 (%)</b>	<b>1993 (%) (1)</b>	<b>1994 (%) (2)</b>
<b>Producto Interno Bruto</b>			
(PIB)	5.1	5.0	5.5
<b>Sectores Productivos</b>			
1) Agropecuarios	9.0	2.8	2.3
Café	12.9	1.8	5.6
Algodón	4.9	10.5	12.0
Caña de azúcar	19.7	7.4	6.5
Granos básicos	27.6	1.7	3.7
2) Industria manufacturera	6.0	7.6	7.1
3) Construcción	9.6	9.7	8.8
4) Comercio	4.2	6.2	6.6
5) Otros	2.5	4.1	5.8

(1) Cifras preliminares

(2) Proyecciones

Fuente: Banco Central de Reserva. (11)

**4. LA DEMANDA DE NUEVOS SERVICIOS.**

Uno de los efectos que ha tenido el crecimiento económico de los últimos años, es el gran interés de las empresas por aprovechar las nuevas facilidades que la tecnología les ofrece en muchas de sus actividades.

---

(11). Ibídem (7).

Dos de las actividades relevantes para este estudio son la aplicación de la informática y el empleo de modernos sistemas de comunicación con los que están íntimamente relacionados.

Esta tendencia no es tan nueva como podría pensarse, pues ya era visible desde hace algún tiempo en las burocracias gubernamentales y las grandes instituciones financieras por ejemplo; esto era así porque sólo ellas estaban en la capacidad económica para costearse una inversión semejante.

Pero los adelantos tecnológicos, junto con el énfasis que en el extranjero se hace a la informática, obligó a que otras empresas entraran también al "boom de la computación", y esto ha llegado a un nivel que actualmente no extraña a nadie encontrar un parpadeante monitor en cualquier oficina que se dé brillo de modernidad.

Al tratar de sacar el máximo provecho de sus recursos de información y comunicación, las empresas empezaron a demandar algunas facilidades básicas tanto a nivel de interconexión de sus sistemas como de los miembros de sus organizaciones.

Una respuesta a esta demanda la ha tratado de llenar, por ejemplo, el sistema de Transmisión de Datos por Conmutación de Paquetes "ANTELPAC".

¿Qué es ANTELPAC?

ANTELPAC es una red de Transmisión de Datos que basa su funcionamiento en las recomendaciones que respecto a este tema ha emitido el Comité Consultivo Internacional para la Telegrafía y la Telefonía (CCITT), el cual permite a sus usuarios disponer de una variedad de servicios, entre ellos:

- Acceso a bases de datos a nivel mundial.
- Almacenamiento y envío de mensajes.
- Grupo cerrado de usuarios.
- Transferencia electrónica de fondos.
- Etc.

Algunas de las metas que ANTELPAC se ha establecido son:

a) Ser un medio de alta calidad para el transporte de datos y mensajes, seguro y económico, desde cualquier punto del país.

b) Ofrecer un servicio a nivel nacional e internacional durante las 24 horas del día.

c) Facilitar el diálogo entre computadoras y terminales de diferentes tipos, posibilitando la compatibilidad entre sistemas informáticos tradicionalmente incompatibles,

logrando así la interconexión entre computadoras independientemente de las marcas y modelos.

d) Ser el soporte de nuevos servicios públicos (telemáticos).

El desarrollo de las necesidades de información y comunicación, en ocasiones puede tornarse un poco complejo. Para tratar de visualizarlo mejor es importante analizar el modelo que sobre este tema hace Wilson P. Dizard:

"A groso modo puede considerarse como una progresión en tres etapas, que empieza con cambios en la producción de información básica y las industrias de distribución, conduce a un mayor rango de servicios disponibles para otras industrias y para el gobierno, y resulta en una gama mayor de servicios de información a nivel del consumidor".(12)

La primera etapa es la de mayor importancia para el análisis, porque en ella se visualizan las primeras condiciones, necesidades y adelantos que permiten el desarrollo de los nuevos servicios telefónicos en una sociedad. Esta etapa se inauguró cuando un estudio realizado por el economista Princeton Fritz Machlup titulado "The production and distribution of knowledge in the United States", publicado en 1962 detectó la existencia de un

---

(12). Tomado del libro "La era de la Información" de Wilson P. Dizard.

sector de la economía denominado "Las industrias del conocimiento", que abarcaba el sistema educacional, los medios informáticos, las bibliotecas, los institutos de investigación, etc. El autor sugería que esas industrias o servicios estaban convirtiéndose en una fuerza importante en la economía de los Estados Unidos y que se expandía a una tasa de crecimiento mucho mayor que la de los sectores industrial y agrícola.

El estudio revelaba que en 1958, su año base, el 29% de el Producto Nacional Bruto (PNB) y el 31% de la fuerza de trabajo no agrícola, estaba dedicada a tales actividades y que en la primera parte de la década de 1960 representaba más del 40% de la fuerza de trabajo.

El estudio de la primera etapa es de enorme importancia porque en ella aparecen las condiciones necesarias para impulsar la demanda.

Machlup concluyó que las actividades relacionadas con la información llegarían a ser, con el tiempo, el principal elemento motor de la economía desplazando así a la producción industrial.

El aporte del trabajo de Machlup consistió en definir un nuevo entorno. Antes de la investigación, cuando se hacía un análisis económico, las actividades de comunicaciones e información se

clasificaban bajo el rubro del "Sector Servicios". Su enfoque no era más que un boceto amplio y no trataba de analizar las características comunes de los muchos sectores de la industria del conocimiento. En palabras de el mismo Machlup "como la mayoría de la investigaciones iniciales, plantea más interrogantes que respuestas".

Pasaron otros 15 años antes que se realizara un análisis preciso del sector de la información y las comunicaciones que estableciera con claridad todo el impacto en la economía Norteamericana. Este análisis se hizo en un proyecto de investigación realizado por el Departamento de Comercio de Estados Unidos, cuyos resultados fueron mostrados en "The Information Economy", sacado a la luz en 1977, escrito en su mayor parte por el economista y sociólogo educado en Stanford, Marc Uri Porat.

Aunque el análisis de Porat usaba criterios diferentes, sus 9 volúmenes confirmaban y ampliaban la tesis de Machlup al concluir que las actividades de información general representaban el 46% de el PNB de 1967, año tomado como base para el estudio. Ese mismo año, la mitad de la fuerza laboral que percibía el 52% del ingreso total, tenía un empleo relacionado de alguna forma con la información.

Este estudio fue más profundo al tratar de definir operacionalmente qué era información y qué son las actividades de información.

"La información son datos que han sido organizados y comunicados... la actividad de la información incluye todos los recursos consumidos en la producción, procesamiento y distribución de bienes y servicios de información".(13)

El estudio afina el análisis de Machlup al dividir la industria de el conocimiento en dos partes: un sector primario integrado por productores y distribuidores directos de información en el mercado, y un sector secundario formado por la burocracia privada y pública que administra o regula la economía. La distinción tiene mucha relevancia, en especial porque identifica el pesado impacto de las actividades burocráticas, separadas de los factores del mercado. La distinción entre ambos sectores puede ser determinada al preguntarse si los bienes y servicios de información son intercambiados en el mercado. Las organizaciones e individuos que participan en tales intercambios se encuentran en el sector de información primaria. El sector secundario incluye todos los servicios de información producidos por organizaciones públicas y privadas para su propio consumo interno.

---

(13). Marc Uri Porat, "The Information Economy", citado por Wilson P. Disar, "La era de la Información".

Estas burocracias son las responsables del aparato de planeación, toma de decisiones y control de la economía. Según cifras de Porat, las actividades del sector secundario representaban el 21% del total de la producción nacional bruta en 1967, casi tanto como el 25% representado por el sector primario.

La evolución a largo plazo de la nueva economía de la información, aparece en las gráficas presentadas, que relacionan las economías: agrícola, industrial e informativa con sus respectivas fuerzas laborales, las cuales señalan el cambio hacia la primacía de las actividades relacionadas con la información. Un detalle interesante es notar que para el inicio de la década de los 80 estaban más o menos equilibrados.

En esta etapa el sector se ve dominado por un grupo relativamente pequeño de grandes empresas, las cuales construyen y operan la infraestructura básica y además se nutren de sus beneficios. IBM, GE, CBS, etc., son ejemplo de la magnitud de la que se habla.

La segunda etapa la viene a constituir el apareamiento de nuevos servicios, ya no sólo enfocado a los "peces grandes" sino también a industrias y organizaciones públicas o privadas que son los principales usuarios de la red de alta tecnología que se formó en el nivel anterior. Las aplicaciones crecen sobre todo en la industria de la banca, la industria de la educación y las oficinas

de negocios. El nivel de penetración de estos servicios es expansivo, tomando en cuenta que en 10 años han logrado un alcance que al teléfono le tomó 75 años.

La última etapa consistiría en llevar este mundo de información a las pequeñas organizaciones y al hogar, proporcionando una vasta gama de recursos que van mucho más allá de los que ahora se disponen. Lo mejor de esta estructura será que la mayor parte de servicios será proporcionado por dos aparatos ya presentes en la mayoría de los hogares: el teléfono y el televisor. Estos dos instrumentos tan familiares pueden ser, con el tiempo, el enlace con un nuevo tipo de riqueza informativa.

Aunque el modelo de Dizard fue desarrollado para la complicada estructura de información y comunicaciones que existe en los Estados Unidos, se podría hacer una extrapolación para la situación del país tomando en cuenta las limitaciones del caso.

Actualmente existen empresas (grandes por cierto) que por sus conexiones internacionales o por manejar grandes volúmenes de información, aplican algunas de las facilidades actuales.

Ejemplo de esta situación lo tenemos en la empresa AVX (Audio and Video Xmitters), la cual se dedica a la fabricación de capacitores para exportación. Por tener sus casas matrices en Europa y en los Estados Unidos, esta empresa hace uso extensivo de

transmisión de datos usando el sistema satelital accesado a través de Telepuerto de El Salvador, que le permite realizar comunicaciones a Estados Unidos, Inglaterra, Holanda e Irlanda, tanto de datos (comunicación entre computadoras) como canal de voz (sin pasar por la red telefónica nacional), así como también hacer uso de el servicio de Correo Electrónico.

Nuevas tecnologías como la Telefonía Celular y el Sistema Trunking son otros ejemplos que hacen pensar que en el país el rubro de las telecomunicaciones, y en especial de los nuevos servicios, tiene una demanda real en las empresas que manejan un gran volumen de información y las que tienen un contacto estrecho con el exterior.

Otro ejemplo es la Bolsa de Valores, la cual es una empresa que a pesar de su mocedad realiza un gran número de transacciones. Actualmente, con la creación de la "Bolsa de Valores del Triángulo del Norte" se le hace necesario aumentar su eficiencia automatizando sus funciones, por lo cual están en proceso de adquirir la tecnología que les facilite en corto tiempo una eficiente comunicación y la constante actualización de sus bases de datos. Todo esto gracias a las facilidades que ofrece el correo electrónico.

Un rubro en que los servicios de comunicación tienen un excelente alcance potencial es el turismo, sobre todo para el Turismo de Convenciones.

"De acuerdo con Leret (Vicepresidente de la Cámara Salvadoreña de Turismo), El Salvador ha estado por muchos años en 'Lista de Espera' para ser sede de lo que se conoce como Turismo de Convenciones".(14)

La base de estos servicios podrían ser los conceptos como "El Club de Ejecutivos" de el Hotel Camino Real el cual incluye servicios secretariales, transmisión y recepción de fax, etc.

En síntesis, la aplicación de los modernos sistemas de comunicación en el país es un hecho consumado, basado en los significativos ejemplos anteriores y de otras empresas que explotan posibilidades de aplicación no tan obvia como la telefonía celular o el Canal Uno que definen una situación similar a la descrita por la primera etapa de el Modelo de Dizard, aunque en menor escala, y hace vislumbrar un promisorio futuro para este campo de inversión.

---

(14). Tomado del artículo "El boom del Turismo en El Salvador", publicado en "La Prensa Gráfica" el 25 de marzo de 1994.

## 5. LA PRIVATIZACION Y LA INDUSTRIA DE LAS TELECOMUNICACIONES.

Desde mediados de los ochenta, las tendencias políticas y las fuerzas económicas se han visto modeladas por un nuevo término: La Privatización.

La industria de las telecomunicaciones, que es una de las más grandes independientemente del país que se hable, no podría quedar aislada de esta nueva idea que es alabada por sus impulsores y temida como la "Octava plaga de Egipto" por sus detractores. Pero realmente ¿Qué implicaciones tiene el concepto de privatización?, ¿Sería conveniente privatizar la industria de las telecomunicaciones? y ¿Cómo se podría llevar a cabo un proceso así en El Salvador?(15)

### 5.1 LA PRIVATIZACION: UN NUEVO TERMINO.

La palabra "Privatize", privatizar, apareció por primera vez en un diccionario inglés en 1983 y se la definía estrechamente como "convertir en privado, especialmente traspasar (una empresa o industria) del control de la propiedad pública a la privada. Mas ahora se ha pasado de un concepto a toda una visión de cómo se deben satisfacer las necesidades de la sociedad al replantear el papel que debe jugar el Estado (gobierno) en esta situación. Esto

---

(15). Al contestar esta pregunta no se persigue describir detalladamente un posible plan de privatización de ANTEL, más bien se desea analizar las características particulares de la situación del país bajo la luz de los diferentes métodos o sistemas para proporcionar los bienes y servicios.

implica confiar más en las instituciones privadas de la sociedad y menos en el gobierno para satisfacer las necesidades de la gente.

En este contexto se puede decir que:

"La privatización es el acto de reducir el papel del gobierno, o aumentar la función del sector privado, en una actividad o en la propiedad de los bienes".(16)

La privatización como fenómeno fue identificado en los Estados Unidos en la década de 1970, cuando la revista Reason (Razón) analizó las tendencias de los gobiernos municipales al adquirir servicios de firmas privadas, bajo contrato.

Esto condujo a que en 1976 Mark Frazier y Robert Pool fundaran el Centro del Gobierno Local (CGL), la primera oficina destinada a la investigación de las privatizaciones. A final de la década, todo el material que se había recopilado interesó a algunos de los asesores de, en aquel entonces nuevo Presidente, Ronald Reagan, motivando su política por este rumbo.

---

(16). A. S. Savas, "La privatización, clave para un mejor gobierno".

"Algunos de ellos decidieron así, dentro de su Administración, la posición política doméstica de la Casa Blanca a favor de las privatizaciones".(17)

Entre 1977-79 los informes de el CGL cruzaron el Atlántico Norte y llegaron a la Gran Bretaña donde empezaron a ser usados por John Blundell y Michael Forsythe, miembros de gobiernos locales británicos. Las conclusiones obtenidas sirvieron como base para una avalancha de contrataciones de firmas privadas en el condado de Wandsworth.

Las experiencias caseras obtenidas al respecto motivaron a la fundación Eamonn Butler y Madsen Pirie de el Instituto Adam Smith en Londres por el año 1979. Así las ideas sobre privatización se difundieron rápidamente por todo el país influyendo poderosamente en la recién electa Margaret Thatcher.

De este modo en menos de dos años, dos de los países más industrializados de el mundo tenían como parte de su agenda interna impulsar las privatizaciones.

Es importante puntualizar que la privatización no es un concepto rígido, más bien tiene muchas caras y matices que se

---

(17). Robert W. Pooler Jr., "Privatización: mejores servicios con menores impuestos", Unidad Empresarial, Ene-Feb 1994 (ANEP).

observarán al analizar los diversos sistemas que se emplean para producir o suministrar los bienes o servicios que el consumidor demanda; por el momento será conveniente pensar en las diferentes funciones que el gobierno toma en este campo.

Por ejemplo, si un servicio antes financiado por impuestos, es cambiado por un sistema de pagos de una contraprestación (que la paga quien usa dicho servicio y en la proporción en que la usa), se puede decir que el FINANCIAMIENTO del servicio se ha privatizado. Por otra parte, si algún servicio era realizado directamente por el gobierno (y pagado a través de impuestos), pero ahora es prestado por una firma privada, elegida por una licitación, se puede decir que la PRESTACION del servicio ha sido privatizada. La privatización COMPLETA se dará cuando el financiamiento y la prestación pasen al sector privado.

Cuando un gobierno opta por la privatización no implica que renuncia de forma obligada a la función de establecer las reglas del juego como niveles de calidad, impuestos, controles estatales, etc. resumidos en el término ORDENAR que le permiten liberarse de muchas actividades sin perder la función de generador de bien social, una de las primordiales funciones del Estado.

La principal causa de el desmesurado crecimiento de el aparato gubernamental es la decisión social de que algunos bienes como la alimentación, la educación, etc. eran tan importantes que había que

fomentar su consumo al margen de las posibilidades de paga de los beneficiarios (como el caso de la política de el nuevo trato de F. D.). Como resultado, estos valiosos bienes son subsidiados o producidos directamente por el gobierno y se les suministra a quienes se juzga que requieren consumirlos (por la fuerza si es necesario, en el caso de la educación). Esta posición evidentemente está muy bien, pero en la práctica es difícil decidir qué bienes tienen ese alto valor y cuáles no para lograr un balance adecuado.

## 5.2 SISTEMAS PARA SUMINISTRAR LOS SERVICIOS. (18)

Los sistemas que se presentan a continuación se basan en los diferentes papeles que pueden tomar los consumidores, la empresa privada y el gobierno al procurar satisfacer las necesidades de la sociedad.

La mejor forma de visualizar las diferencias de cada sistema será preguntarse ¿Cuál de estos personajes produce, ordena y paga el bien o servicio en cuestión?

---

(18). Los conceptos en que se basa la exposición siguiente son tomados de "La privatización, clave para un mejor gobierno", el mismo que se menciona en (16).

### 5.2.1 SERVICIOS GUBERNAMENTALES.

Denota la implementación de un servicio por una dependencia gubernamental que utiliza a sus propios empleados; el gobierno actúa como ordenador y productor del servicio. El esquema de esta relación puede verse en la figura 1-A. Cuando se grava al usuario por el servicio prestado, la situación se modifica como en la figura 1-B. Ejemplos de estos sistemas son las empresas propiedad del estado o nacionalizadas.

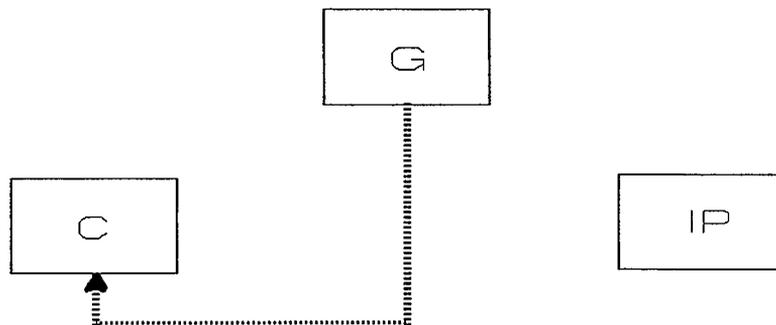


FIGURA 1-A.  
Servicios Gubernamentales, pagados por los impuestos, en los cuales el Gobierno (G) produce y provee el servicio (línea discontinua) al consumidor (C). IP=Iniciativa privada.

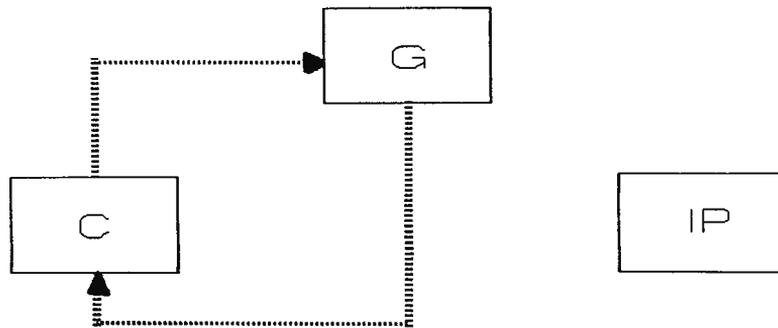


FIGURA 1-B.  
 Servicios Gubernamentales con  
 gravamen al usuario, en los cuales  
 la línea punteada muestra el pago  
 directo; la iniciativa privada (IP) no  
 interviene.

### 5.2.2 VENTAS GUBERNAMENTALES.

La esencia de este sistema está en que el gobierno entra en competencia con las firmas privadas para llevar a cabo este trabajo. (Fig. 2) (Servicio Postal Internacional)

La gran diferencia que existe entre los servicios gubernamentales y las ventas gubernamentales radica en que para la primera, el gobierno como ordenador y productor, grava directamente al consumidor por los servicios prestados, en cambio para las

ventas el gobierno produce el bien o servicio, pero es el consumidor quien funge como ordenador.

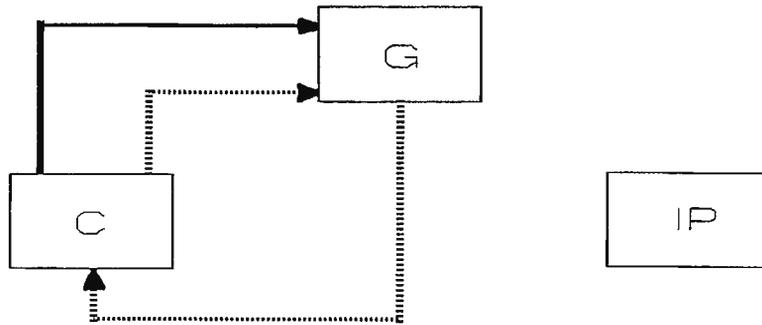


FIGURA 2.  
Ventas Gubernamentales, en las que el consumidor, como ordenador, autoriza al Gobierno para que suministre el servicio.

### 5.2.3 ACUERDOS GUBERNAMENTALES.

Se da cuando un gobierno municipal, federal, etc. contrata y paga a otro gobierno para que suministre un servicio (como en el caso de la Gran Bretaña), con la característica de que el gobierno contratante es el ordenador y el contratado el productor. Esta situación se esquematiza en la figura 3.

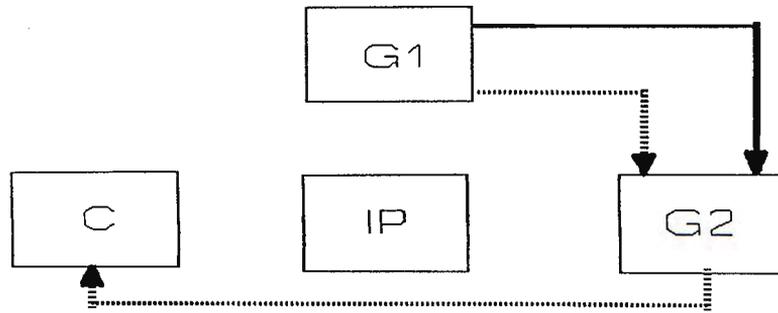


FIGURA 3  
 Acuerdos Intergubernamentales, en los que un gobierno autoriza y paga a otro gobierno para suministrar el servicio.

#### 5.2.4 CONTRATOS.

Los gobiernos no sólo contratan a otros gobiernos sino también a firmas privadas u organizaciones no lucrativas para proveer los bienes y servicios necesarios. En este sistema, la organización privada toma el rol de productor, mientras el gobierno se mantiene como ordenador, que paga al primero. (Figura 4).

Para que este sistema rinda toda la eficiencia que podría tener, se necesita que el gobierno, como gran ordenador sea:

- Un eficiente recaudador de impuestos.
- Un parsimonioso pagador, que abona apropiadamente y de forma oportuna al contratista.

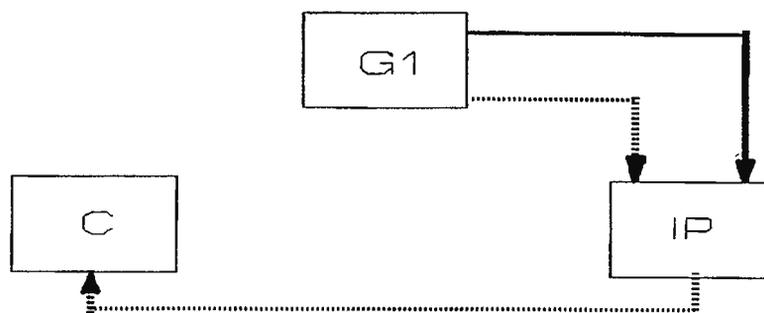


FIGURA 4.  
Contratos. El gobierno se mantiene como ordenador el cual paga a la organización privada por sus servicios.

#### 5.2.5 FRANQUICIAS.

Esta es otra estructura institucional utilizada para brindar servicios y puede tomar dos modalidades: la franquicia de exclusividad o la franquicia múltiple.

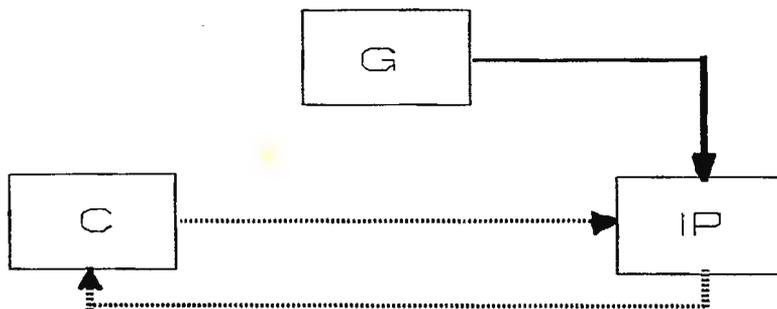


FIGURA 5-A.  
Franquicia Exclusiva.

La franquicia de exclusividad es una adjudicación de privilegios monopólicos a una firma privada para que suministre un servicio o produzca un bien, generalmente con precios regulados por una dependencia del gobierno.

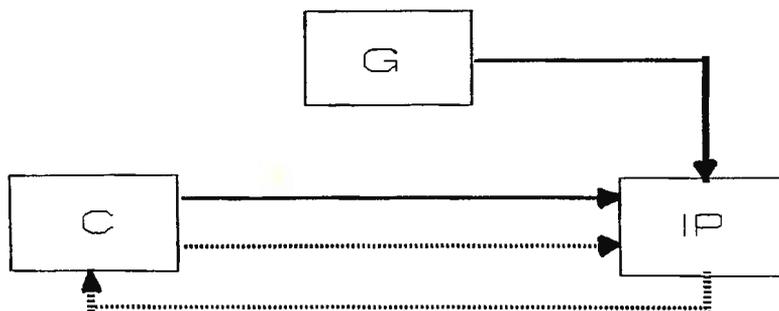


FIGURA 5-B.  
Franquicia Múltiple.

En la franquicia múltiple la adjudicación ya no es monopólica, lo que implica la existencia de una competencia entre diferentes empresas privadas.

Tanto en el sistema por franquicias como en el contractual el gobierno mantiene la posición de ordenador y el ente privado la de productor, sin embargo ambos sistemas se distinguen en la forma de pago al productor. El gobierno paga en el servicio contractual, pero el consumidor paga al productor (Figuras 5-A y 5-B).

### 5.2.6 SUBSIDIOS (SUBVENCIONES).

Los bienes para los que es necesario fomentar el consumo pueden ser subsidiados. Este puede ser denominado Subvención o Bonos dependiendo de quién es el destinatario de el subsidio.

En la Subvención el gobierno da un subsidio al productor; ésta puede otorgarse de muchas formas: dinero, extensión de impuestos u otros beneficios impositivos, préstamos a bajo interés o garantía para el crédito.

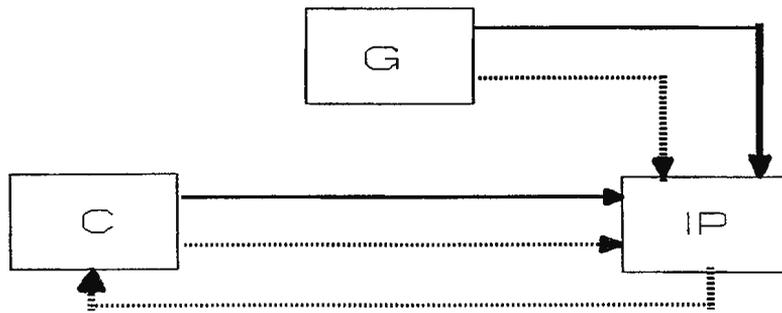


FIGURA 6-A.  
Sistema de Subvenciones, en el cual el gobierno subsidia al productor.

El efecto de esta ayuda es reducir el precio de el bien o servicio determinado para los consumidores potenciales, quienes entonces pueden ir al mercado y adquirir el producto en mayor cantidad de la que compraría bajo otro arreglo. En el sistema de subvenciones el productor es la empresa privada y el gobierno junto con el consumidor ordenan y pagan al productor (ejemplo el transporte colectivo).

El sistema por Bonos también está dirigido a favorecer el consumo de determinados bienes entre una clase o grupo particular de consumidores.

Al contrario del sistema de subvención, en el cual se subsidia al productor restringiéndose la opción de el consumidor únicamente a los productores subvencionados, el sistema de bonos subsidia al consumidor y le permite hacer una elección relativamente libre en el mercado.

Tanto en el sistema de bonos como en el de subvenciones, el productor es una firma privada; pero mientras que en el anterior (subvención) el gobierno y el consumidor seleccionan al productor (co-ordenadores), en el caso de los bonos la elección recae exclusivamente en el consumidor.

El sistema de los bonos tiene la ventaja de motivar un uso racional de los recursos por parte del consumidor al obligarle a

comprar con cuidado y buscando las mejores ofertas posibles porque su dinero va a rendir más y podrá adquirir más cosas.

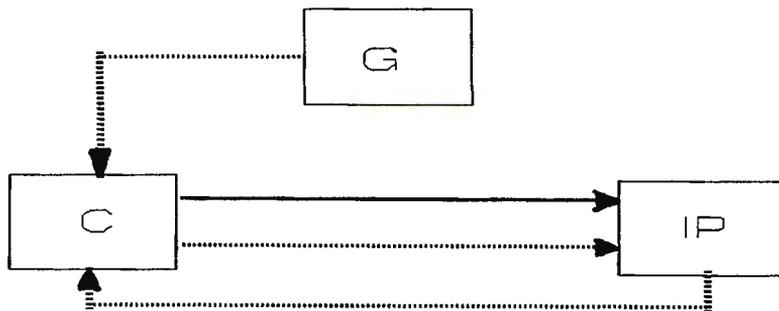


FIGURA 6-B.  
Sistema de Bonos, en el cual  
el gobierno subsidia al  
consumidor.

#### 5.2.7 MERCADO.

El sistema de mercado es el más común de todas las implementaciones de servicios. Se le emplea para brindar la mayoría de los bienes privados. El consumidor planifica el servicio y selecciona al productor, que es una firma privada. El gobierno no interviene en la transacción de manera importante, aunque puede establecer los criterios para el servicio (Figura 7).

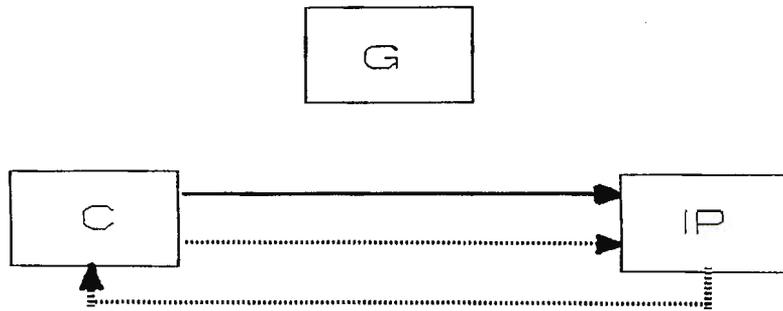


FIGURA 7.  
Sistema de Mercado.

#### 5.2.8 SERVICIOS VOLUNTARIOS.

En este sistema, la asociación voluntaria de ayuda mutua (AV) actúa como ordenador del servicio y puede producirlo directamente, usando propios elementos o contratar y pagar a una firma privada para que realice la obra (Figuras 8-A y 8-B).

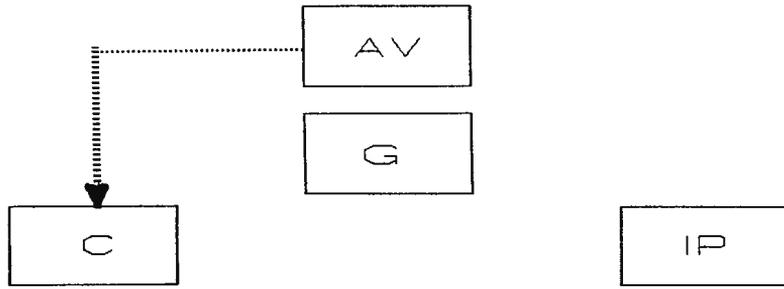


FIGURA 8-A.  
Sistema de Voluntarios.

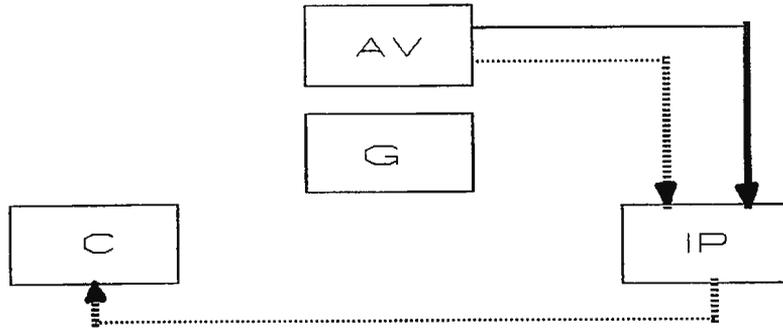


FIGURA 8-B.  
Sistema de Voluntarios  
con Contratación.

### 5.2.8 AUTOSERVICIO.

Cuando el mismo consumidor de forma individual o colectiva realiza las tareas que necesita, se está auto-satisfaciendo. Un ejemplo muy ilustrativo de esta situación se da en Japón donde el 70% de la población mayor de 60 años viven con parientes más jóvenes; en contraposición, sólo el 6.3% de Norteamérica de más de 60 años viven así. Es evidente que los japoneses no tienen mucha necesidad de asilos o alojamientos de ancianos (Figura 9).

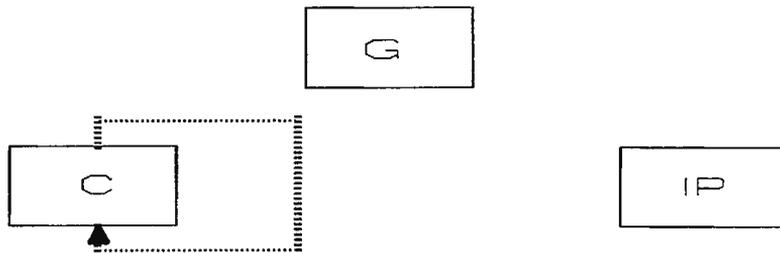


FIGURA 9.  
Autoservicio.

### 5.3 ¿POR QUE ES NECESARIO PRIVATIZAR?

En los años ochenta la privatización se esparció en los países desarrollados motivada por la creciente idea que el gobierno se estaba convirtiendo en una estructura demasiado grande, burocrática e ineficiente que era difícil de sostener.

"La ola de privatizaciones municipales en Estados Unidos estalló por la revuelta contra un posible incremento a los impuestos a nivel nacional".(19)

En el caso de Inglaterra, fue el éxito en la reducción de los costos de los servicios en Wandsworth lo que motivó a muchos condados a imitarlos.

Los analistas económicos explicaban que estos logros se debían fundamentalmente a la diferencia que existe entre los incentivos entre el sector público y el privado. La primera tiene una garantía legal de monopolio en su servicio; tiene garantizados sus ingresos sin tomar en cuenta su actuación. Una firma privada, por el contrario, debe entrar en competencia en el mercado, debe ganar sus clientes ofreciéndoles una superior combinación de precios y atención.

---

(19). *Ibíd*em (17).

Esto es muy alagador, en teoría, pero hay que pensar que en los países menos desarrollados podrían suscitarse incrementos en el precio de los servicios dado el vacío legal o la premura con que se realizan las negociaciones (como el caso argentino).

Pero también tiene su lado favorable, dado que las privatizaciones reducen los gastos de el gobierno (para cubrir pérdidas) y traen dinero en efectivo a las arcas. La Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, el Banco Mundial y otros numerosos bancos de desarrollo, todos han garantizado que las privatizaciones serían un punto importante en las estrategias de reducción de la deuda externa.

En general las motivaciones que impulsan la privatización en los gobiernos se pueden clasificar en:

a) Motivación Pragmática:

Su objetivo es tener un mejor gobierno basado en el punto que los servicios (ya privatizados serán más eficientes proporcionando un mejor nivel de vida para los ciudadanos.

b) Motivación Ideológica:

Persigue un gobierno limitado, porque uno demasiado grande e

invasivo constituye un peligro para la estabilidad democrática, dado que sus decisiones son tomadas más con criterio político que en las propias demandas de el consumidor.

c) Motivación Económica:

Persigue aumentar las transacciones. El gasto gubernamental forma parte de la economía; una mayor cantidad de el mismo puede y debe dirigirse a firmas privadas, dado que la competencia les obligará a hacer uso extensivo de sus recursos.

d) Motivación Populista:

Persigue una mejor sociedad, en la que el pueblo tenga una gran variedad de opciones para elegir quién prestará el servicio, respondiendo a las necesidades comunes y no a estructuras burocráticas.

#### 5.4 LA PRIVATIZACION DE LAS TELECOMUNICACIONES.

Como se mencionó antes, es interesante que el gran impulso que se le dio a la privatización en la década de los ochenta se iniciara con el retorno al poder de gobiernos con una marcada línea conservadora. Si se quisiera ubicar un hecho que marque el inicio del movimiento internacional de privatización este es el de la British Telcom realizado por "La dama de hierro" Margaret Thatcher en 1984 mediante la emisión de acciones que inmediatamente comenzaron a subir y han dado desde entonces excelentes dividendos. En la medida que la empresa privatizada fue reorganizada y reducida se hizo más eficiente y se le permitió competir en un mercado más abierto.

Desde entonces se han completado ocho procesos de privatización, entre ellas las realizadas en Argentina, Venezuela, Hong Kong, México y Nueva Zelanda y se hallan en proceso algunas más que incluyen empresas en Singapur y Eslovaquia. En el cuadro 5 se muestran los países que se espera habrán de privatizar sus empresas de telecomunicaciones.

CUADRO 5.

Privatización de Empresas de Telecomunicaciones en el Mundo en desarrollo, y proyecciones para el futuro.(20)

AÑO	PAISES
1990	Malasia, Argentina, México, Perú
1991	Venezuela, Estonia
1992	Puerto Rico, Lituania, Ucrania
1993	Letonia, Corea, Israel, Singapur
1994	Kuwait, Pakistán, Hungría, Turquía, República Checa
1995	Indonesia, Tailandia, Colombia, Costa de Marfil, Taiwan, Panamá
1996	Brasil, Nigeria, Paraguay, Polonia
1997	Ecuador, Madagascar, Guinea, Rusia
Largo Plazo	Marruecos, Bangladesh, Nicaragua, Uruguay, Bulgaria, Rumania, India

Sin embargo es preciso superar poderosos obstáculos antes de poder iniciar un sistema de telecomunicaciones bajo el control privado. Para empezar, el compromiso político contraído por los gobiernos y las instituciones financieras mundiales como el Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional que han sido grandes promotores de este cambio. Otro asunto es la modificación y modernización tanto de la legislación primaria como de los códigos aplicables en aspectos como inversión extranjera, política básica de telecomunicaciones, asignación de frecuencias, compatibilidad técnica, estructura de tarifas, etc. que permitan los cambios de

(20). Tomado del artículo "La Privatización en la industria de las telecomunicaciones", Peter S. Adams, Unidad Empresarial (ANEP), Nov-Dic. 1993.

personal, cambios administrativos, fijación de precios y sistemas de incentivos con el objetivo de transformar la burocracia gubernamental en una empresa eficiente.

Esta situaciones se pueden hacer notar mejor al describir dos casos de privatizaciones en el campo de la telecomunicación y que demuestra que el concepto es lo suficientemente flexible para adaptarse a circunstancias diversas.

#### 5.4.1 LA PRIVATIZACION DE ENTEL EN LA ARGENTINA.(21)

La privatización de la empresa estatal de telecomunicaciones de la Argentina, la Empresa Nacional de Teléfonos SA (ENTEL) constituye un ejemplo de la forma en que el debate político puede demorar la privatización de las telecomunicaciones y de la forma en que una negociación puede comenzar a dificultarse cuando los arreglos financieros se tornan particularmente complejos.

El programa para la privatización de ENTEL comenzó en marzo de 1988, cuando la empresa Telefónica Internacional de España celebró un acuerdo destinado a adquirir un interés del 40 por ciento en ENTEL. De acuerdo con los términos de la carta de intención original, Telefónica habria de invertir alrededor de 750 millones de dólares a cambio de un interés del 40 por ciento y el

---

(21). Ibídem (20).

control administrativo. Las negociaciones se prolongaron durante meses, y se vieron demoradas por la oposición parlamentaria del nacionalista partido peronista. La victoria peronista en las elecciones presidenciales de 1989 complicó aún más las cosas, produciendo demoras adicionales. La oferta inicial de Telefónica fue oficialmente desechada poco después de las elecciones.

El gobierno de Menem asumió el poder en Buenos Aires, y las conversaciones sobre la privatización se reiniciaron poco después, en septiembre de 1989. De acuerdo con el plan que finalmente se formuló, ENTEL habría de dividirse en dos empresas: una de ellas atendería la parte norte del país y la otra la región sur. Cada empresa tendría un monopolio durante los primeros 10 años, después de los cuales se introduciría la competencia. Finalmente la venta se completó de acuerdo con una variación de este plan.

Un 60 por ciento de ENTEL se licitaría a dos consorcios por un total de 214 millones de dólares en efectivo, y 380 millones pagaderos en tres años en deuda externa argentina con un valor nominal de 2,000 a 3,000 millones de dólares. Como la empresa se dividiría en dos, el 60 por ciento de cada unidad habría de venderse a un consorcio separado. Las restantes acciones se reservarían para los empleados (10 por ciento), las cooperativas telefónicas locales (5 por ciento), y para ventas locales (25 por ciento). Además, el gobierno argentino garantizaría una rentabilidad anual del 16 por ciento durante los primeros dos años,

que se estimaba representaría un valor de más de 500 millones de dólares. Si bien el plan resultaba atractivo para los inversionistas extranjeros, asignaba un bajo valor a ENTEL, y contemplaba pocas disposiciones que garantizaban la actualización de la red argentina, y en consecuencia contó con una considerable oposición en el país.

En marzo de 1990, los opositores al plan lograron introducir dos importantes cambios en la venta proyectada. En primer lugar, la rentabilidad garantizada por el Estado a ambas compañías se redujo en alrededor de 200 millones de dólares. La utilidad neta anual garantizada se redujo del 16 por ciento del valor de los activos fijos de ENTEL (de 3,500 millones de dólares) al 16 por ciento de precio de compra de ENTEL, de 1,900 millones de dólares. En segundo lugar, el valor de los canjes de deuda por capital para los posibles inversionistas extranjeros se redujo a un cambio de deuda mínimo fijo por un valor de 3,500 millones de dólares. Después de estos cambios, algunas empresas se retiraron de la licitación, incluso los consorcios encabezados por Bell South, Nynex, Cable and wireless y France Cables er Radio. Se invitó a otros cuatro licitantes interesados a presentar nuevamente ofertas para el 10. de junio de 1990. Debido al componente de canje, se requirió que cada consorcio incluyera un banco o una institución financiera.

El 25 de junio de 1990 se abrieron las ofertas de los consorcios encabezados por Citicorp con Telefónica de España, Manufacturers Hanover con Bell Atlantic y J.P. Morgan con STET de Italia. El grupo Citicorp-Telefónica ganó la licitación inicial para ambas regiones. Sin embargo, como no se permitía que ningún consorcio ganara la totalidad del territorio, Manufacturers Hanover/ Bell Atlantic ganaron la licitación correspondiente a la región del Norte.

Las ofertas para la adquisición de ENTEL excedieron el mínimo establecido por el gobierno argentino, contradiciendo las críticas de quienes sostenían que el establecimiento de un mínimo para las ofertas ahuyentaría a los licitantes y las de quienes consideraban que ENTEL había sido subvaluada. El mínimo establecido para la totalidad de la empresa eran 214 millones de dólares en efectivo y 3,500 millones de dólares en deuda política e intereses devengados. La cifra en efectivo fue acordada y la licitación giró enteramente en torno a la parte de canje de deuda por capital. La oferta del grupo Citicorp-Telefónica para el territorio del sur del país fue de 2,180 millones en deuda pública y la asunción de 540 millones en intereses devengados. Manufacturers Hanover y Bell Atlantic ofertaron 1,860 millones en deuda pública y 372 millones en intereses devengados. Entre ambos consorcios pagaron más de 5,000 millones de dólares en deuda externa argentina.

Telefónica y Bell Atlantic serían responsables de todos los servicios locales en sus respectivas regiones. Cada concesión

incluía también el servicio local de una mitad de la ciudad de Buenos Aires, en la que se hallan instaladas casi las dos terceras partes de las líneas telefónicas del país. Cada consorcio debía constituir dos empresas conjuntas separadas, una para la provisión del servicio internacional y otra para la provisión en todo el país de servicios avanzados y de valor agregado.

De acuerdo con los planes preliminares de desarrollo, Telefónica ampliará las actuales 1,7 millones de líneas a 2,32 millones para fines de 1995. Bell Atlantic, sin embargo, se vio obligada a retirarse cuando Manufacturers Hanover no pudo proporcionar a último momento el financiamiento prometido, debido a la complejidad de la parte de la negociación relacionada con el canje de deuda por capital. La concesión para la parte norte del país fue adjudicada entonces a STET de Italia y J.P. Morgan and Co.

#### 5.4.2 PRIVATIZACION DE CANTV EN VENEZUELA.(22)

La privatización de la empresa de telecomunicaciones de Venezuela, CANTV, ha avanzado satisfactoriamente para todos los grupos involucrados, a pesar de la inestabilidad política del país, que se reflejó en los dos intentos de golpe militar ocurridos en 1992 contra el gobierno de Carlos Andrés Pérez. Según Andrew T.

---

(22). *Ibíd*em (20).

Jones, vicepresidente de operaciones telefónicas internacionales de GTE, que encabezó el consorcio ganador, "conociendo lo que ahora conocemos, nuestro consorcio aún hubiera presentado una oferta para CANTV. No percibimos cambio alguno en las condiciones fundamentales a largo plazo para Venezuela, y de hecho, vemos que están sentadas las bases para un cambio social muy positivo en el país. Creemos que los acontecimientos tienden hacia un cambio democrático positivo. Las condiciones económicas fundamentales que hicieron que presentáramos una oferta para CANTV aún subsisten. Venezuela tiene un extraordinario futuro, y nos complace participar en él".

Antes de la privatización, los resultados de CANTV señalaban claramente la necesidad de una importante reforma. A pesar de los grandes incrementos de costos, las tarifas permanecieron virtualmente sin cambio durante los años ochenta, lo que originó un constante deterioro de las utilidades. Además, no podían satisfacerse el 46 por ciento de las demandas de servicio, y existía un período promedio de espera de ocho años para obtener una nueva línea. Más de la mitad de los teléfonos públicos se hallaba fuera de servicio, y sólo podía completarse el 19 por ciento de las llamadas internacionales.

El consorcio GTE ganó la licitación internacional con una oferta de 1,885 millones de dólares, o sea alrededor de más de 1,000 millones por encima del precio mínimo fijado por el gobierno, por el 40 por ciento de las acciones de la empresa estatal, lo que

le confiere el derecho de elegir a cinco de los nueve directores. El control local no era un requisito en Venezuela, pero GTE formó un consorcio internacional con una sustancial participación local, porque la administración del consorcio reconoció acertadamente que era muy deseable la participación de los inversionistas locales. Dos empresas locales, Electricidad de Caracas y Grupo Mercantil, tienen un interés combinado del 28 por ciento en el consorcio.

Los empleado de CANTV también tendrán un significativo interés en la empresa: el 11 por ciento de las acciones se ha reservado para su venta a los empleados con un favorable esquema de pago diferido. El gobierno mantiene el 49 por ciento de las acciones, y anticipa que en determinado momento venderá algunas o todas las acciones en una oferta pública inicial que se realizará en Venezuela y en el exterior. CANTV es la segunda empresa de Venezuela, de manera que ello agregará una importante empresa a la bolsa de valores de Caracas. Muchos observadores consideran que la amplia base de propiedad local de CANTV constituye una fuerza estabilizadora y que la propiedad de acciones por parte de los empleados es un incentivo que continuará ayudando a transformar a la compañía en una empresa privada eficiente y sensible.

GTE basó su tasación del valor de CANTV en un conjunto de normas muy razonables que permitirán a la entidad convertirse en un negocio financieramente viable que pueda satisfacer las metas de expansión y calidad. En primer lugar, los servicios básicos de

CANTV se han visto protegidos de la competencia por espacio de nueve años, de manera que puede continuar expandiendo la infraestructura de telecomunicaciones de Venezuela en beneficio de la totalidad del país y no solamente de los grandes usuarios. En segundo lugar, un esquema de regulación de precios basado en una metodología de precios máximos combinada con un reequilibramiento de tarifas dará a CANTV el incentivo necesario para cumplir los objetivos nacionales de telecomunicaciones de Venezuela y al mismo tiempo proporcionar una justa compensación a los accionistas.

El esquema reglamentario es satisfactorio, en el sentido de que establece que la entidad reglamentaria vigila y examina el adelanto de CANTV en el cumplimiento de sus objetivos, pero no aprueba o controla las acciones de la administración, que tiene la responsabilidad de cumplir dichos objetivos. Hasta ahora, GTE se ha mostrado complacida con la forma en que las autoridades venezolanas han tratado a la nueva empresa privatizada. No se ha impuesto a la compañía pesados esquemas reglamentarios; por su parte, la metodología para la determinación de tarifas y las áreas y condiciones en las cuales se ha permitido la competencia han sido congruentes con los términos del acuerdo original. El gobierno probablemente no hará que el Ministerio de comunicaciones "cambie las reglas del juego".

Hasta ahora CANTV ha mostrado extraordinarios resultados y mantiene sus agresivos objetivos de calidad y expansión de la red.

Si bien originalmente se requería que la empresa pasara de 1,6 millones líneas en 1991 a más de 4,4 millones para el año 2,000, hasta ahora CANTV ha sobrepasado ampliamente las metas intermedias. Durante el período 1992-1993, la empresa se propone realizar inversiones de más de 1,000 millones de dólares, instalando durante 1992 413,000 líneas digitales. El año pasado se agregaron a la red 210,000 nuevos clientes y 18,400 teléfonos públicos, dotados de las tecnologías más avanzadas. El número de líneas telefónicas fuera de servicio se redujo en un 70 por ciento. GTE ha expresado su confianza de que CANTV continuará satisfaciendo y quizá aún sobrepasando sus espectaculares metas de crecimiento y modernización, y se convertirá en una exitosa empresa.

#### 5.4.3 COMPARACION ENTRE ARGENTINA Y VENEZUELA.

Al analizar estos dos casos prácticos de privatización, se revelan aspectos similares y tópicos diferentes.

Primero, tanto en el caso de ENTEL como CANTV la transacción se estructura de forma que atrajera inversionistas extranjeros, que se consideraban como fuentes esenciales tanto de capital como de tecnología y conocimientos gerenciales. En la Argentina existía un convenio especial de cambio de deuda externa por capital, garantizada por la Tesorería de los Estados Unidos.

Ambos países establecieron, para hacer más atractiva la compra, protecciones monopólicas para evitar la posible competencia durante varios años, aunque Argentina también garantizó niveles mínimos de utilidades.

También cada gobierno definió para las nuevas empresas metas de calidad y resultados, como el incremento de la instalación de líneas y la reducción del período de espera para la instalación.

Tal vez la diferencia más grande radica en la forma en que las nuevas empresas fueron estructuradas. Si el gobierno Argentino le otorgó a la firma extranjera la mayoría (60%) de las acciones de ENTEL, en el caso venezolano solo se recibió un 40% de CANTV, lo que hace pensar qué tan grande será la flexibilidad de la nueva empresa, especialmente si se toma en cuenta que el gobierno retendrá a 4 de los nueve directores y la utilización de controles de precios que existen la percepción popular de manipulación de precios (como ha ocurrido en Argentina).

Las situaciones que se mezclan al realizar un proceso de privatización son muy diferentes si se trata de un país desarrollado o no.

En los países desarrollados el mercado de las telecomunicaciones se caracteriza por una elevada penetración de las líneas telefónicas entre la población:

"[En este caso] la privatización significa prácticamente la subasta de una licencia o de un derecho exclusivo a mercados protegidos por un determinado período hasta que la inversión pueda recuperarse y generarse una tasa de rentabilidad aceptable".(23)

En los países en desarrollo, el financiamiento para la privatización se vuelve muy complejo, además de empantanarse en estériles discusiones políticas combinadas con infraestructura pasada de moda:

"En los países en vías de desarrollo y en Europa Oriental, los activos que será preciso reemplazar pueden no tener valor alguno".(24)

Talvez la mayor crítica que se le puede hacer a los procesos ya realizados es que se han preocupado más por hacer atractivas las ofertas para los inversionistas extranjeros maximizando así las ganancias que por crear una legislación adecuada que garantice un mercado de telecomunicaciones más competitivo y abierto.

Pero en general, no importando si la privatización se ha realizado en países desarrollados o no, ha traído grandes mejoras

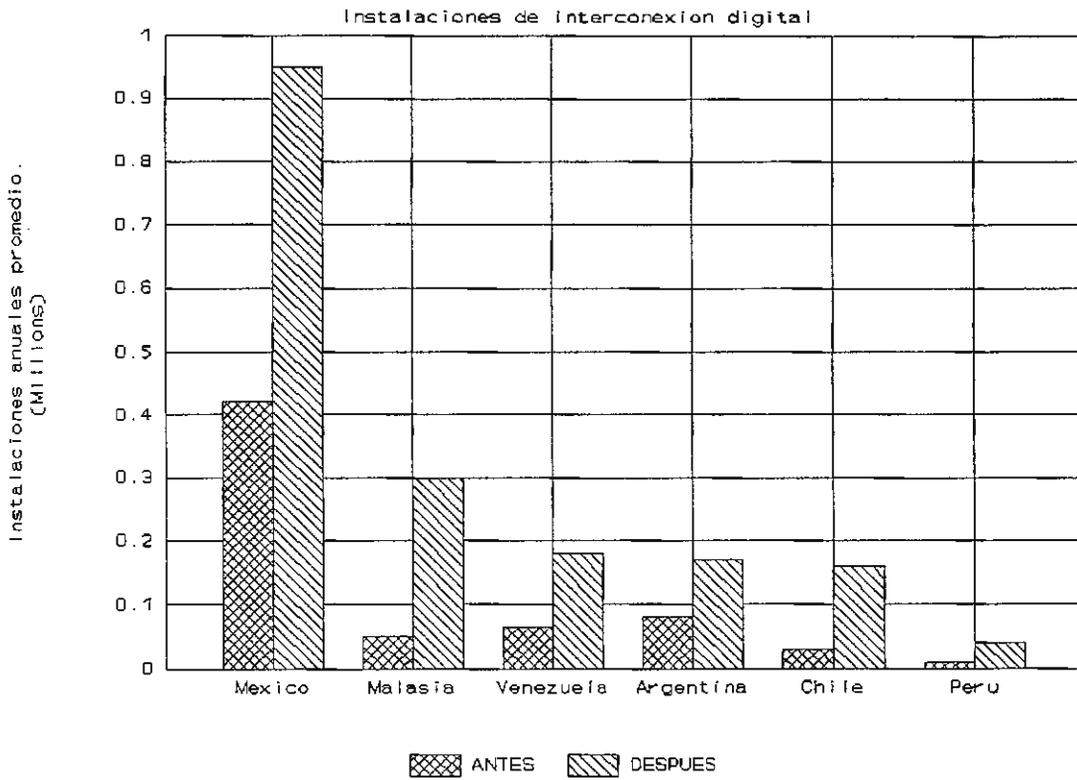
---

(23). Ibidem (20).

(24). Ibidem (20).

sobre todo al incrementar el número de interconexiones digitales que permitirán crear la base necesaria para introducir servicios de telecomunicaciones más avanzados y aumentar los índices de eficiencia en su funcionamiento interno como se ve en la Gráfica 1.

### Privatizaciones de empresas de Telecom.



Gráfica 1.

## 5.5 LA PRIVATIZACION DE LOS SERVICIOS TELEFONICOS EN EL PAIS.

En El Salvador, desde la instauración del gobierno de el Lic. Alfredo Cristiani, la privatización ha sido uno de los puntos más fuertes en el programa económico. La banca, la Zona Franca de San Bartolo, el FIS, etc. son buenos ejemplos de esta política. La razón de este fuerte impulso lo ha expresado Roberto Orellana Milla, Presidente del Banco Central de Reserva "con los recursos de la privatización se podría solventar la mitad del déficit fiscal, y se tendrían recursos para hacer inversiones de magnitudes importantes en los campos sociales".

En el campo de las telecomunicaciones mucho se ha especulado, pero poco o nada se sabe de la posición oficial al respecto de una posible privatización, sobre todo no olvidando que la Constitución define un marco jurídico que obliga al Estado a proporcionar los servicios, tanto básicos como estratégicos para la sociedad.

¿Por qué es tan importante que el Estado defina en forma clara los lineamientos generales al realizar un proceso de privatización?

Porque como lo dice Steve H. Hanke "la privatización es más que un fenómeno técnico, económico, social o político, es fundamentalmente jurídico".

Cualquier legislación que se enuncie con el objeto de realizar un proceso de privatización debe ser revisada cuidadosamente para que contemple los aspectos prácticos que la hagan operativa. Algunos de los más importantes son:

a) El derecho básico a privatizar: Al serle otorgado un mandato constitucional a un Gobierno, éste se encuentra obligado a respetar el espíritu de las leyes de la Nación y por ésto no es de extrañarse que un proceso de privatización contradiga algunas leyes secundarias que será necesario modificar para obtener los frutos requeridos. Ejemplos de esta situación los encontramos en las discusiones que sobre el tema de la privatización de las telecomunicaciones se dieron en las últimas sesiones del Congreso anterior al debatir la ley que garantiza el monopolio exclusivo de esta actividad para el Estado. En esta disputa todos parecían concientes de que el servicio prestado por el sector privado es funcionalmente mucho mejor que el que presta el Gobierno, pero, es difícil definir disposiciones prácticas que impidan la evolución de un monopolio privado que corte todas las ventajas del proceso de privatización. Será necesario por cuanto redefinir las regulaciones existentes y si es necesario crear mecanismos para fomentar un ambiente de libre competencia, sin perder de vista que el Estado como generador y promotor de el bien común para con los ciudadanos es el

primer llamado a proteger a todas las partes que estén en juego.

b) Las ventajas y complicaciones de la soberanía: Es importante no olvidar que traspasar empresas o actividades del sector público al privado conlleva una transacción entre personas naturales o corporativas y un Estado soberano. Esto es importante a la hora de resolver disputas en las que este último siempre está protegido por factores como el requisito de posición de las partes, la jurisdicción (del Tribunal) y un lugar conveniente para determinar la acción.

c) Los intereses laborales y de trabajo: El efecto nocivo de los empleados descontentos puede tirar al traste con los mejores proyectos que se hallan concebido. La salida a esta situación podía ser la creación de planes de emplados como dueños de acciones, evitándose así choques directos, como el caso de las fuertes protestas que ha generado en Nicaragua el anuncio del Gobierno de privatizar muchos de los servicios públicos, entre ellos, la empresa de telecomunicaciones TELCOR.

d) Restricciones contractuales con prestamistas internacionales: El financiamiento de cualquier proyecto de privatización es determinante si se desea tener éxito, y en general para los países en desarrollo implica la

participación de una institución financiera internacional o una entidad multilateral de desarrollo que condicionen su ayuda al cumplimiento de demandas como la reducción del déficit fiscal o la contratación de asesoría independiente para el proceso.

Si se quiere especular un poco al respecto se podría pensar en dos bloques:

-La telefonía básica controlada por una empresa autónoma (como lo es actualmente) remosada con las más modernas técnicas en el campo administrativo y de eficiencia. También si se considera conveniente se podría incluir a los empleados en forma de accionistas para darles mayor participación en la toma de decisiones.

-Los nuevos servicios explotados por empresas privadas a través de concesiones que se apoyarían en la infraestructura ya existente para su desarrollo y en las que el Estado deberá crear un sistema que promueva la libre competencia para evitar el paso de un monopolio estatal a un monopolio privado y fijando límites a los precios de los servicios, tomando en cuenta criterios realistas que permitan obtener ganancias a las empresas suministrantes sin que este rubro se convierta en un cerrado círculo elitista.

## CAPITULO II

### RED TELEFONICA DE EL SALVADOR.

Al hacer un análisis de el proceso de transición de la Red Telefónica, no es posible descuidar su estado actual. ¿Por qué es necesaria esta consideración? Porque cualquier proyecto que se encamine a la modernización no debe ser un paso independiente a lo que ya existe, más bien se presupone un proceso que se inicia en los estratos más altos de la estructura el cual se expandirá lentamente hasta llegar a los usuarios.

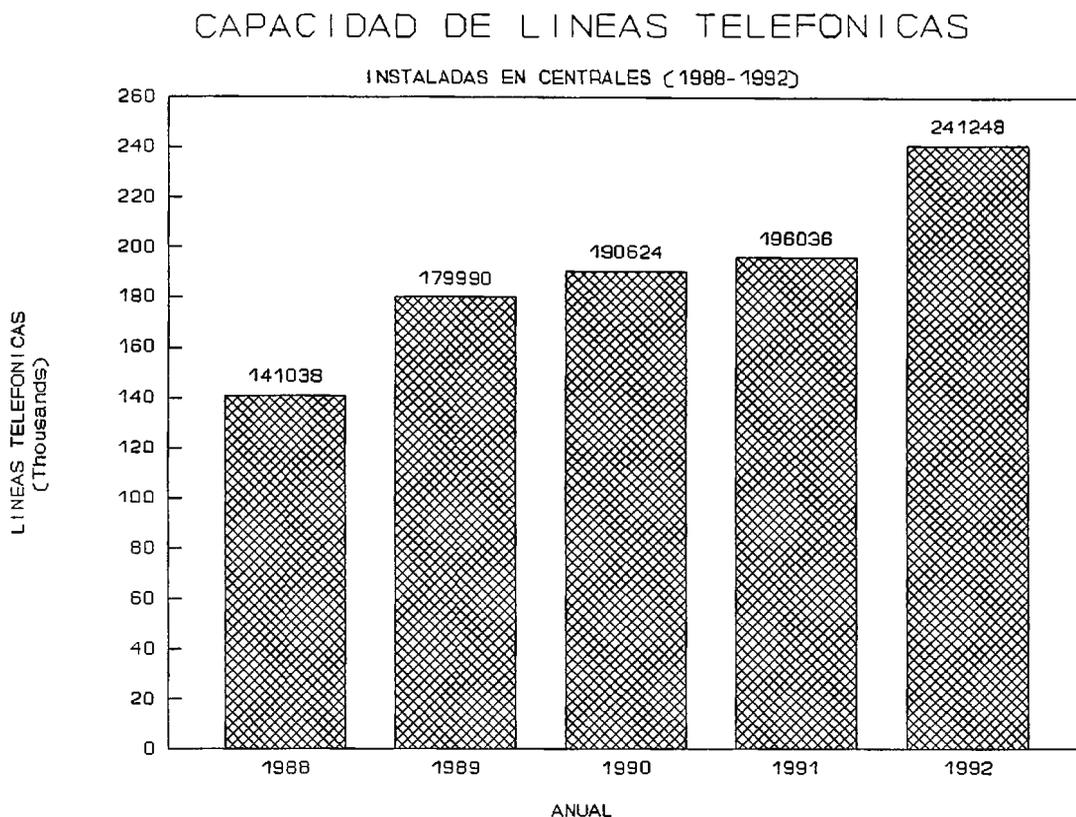
Así, esta sección versará sobre lo que hasta hoy existe en las telecomunicaciones de El Salvador, tomando en cuenta los proyectos que están por concluirse (proyectos 94,95,96).

Luego se dará una breve revisión del extenso tema de los servicios telefónicos, planteando lo que hasta hoy está a la mano, lo que se espera poseer en un futuro cercano y al final otros servicios que por su novedad y sofisticada tecnología, no será posible tener hasta pasado un buen tiempo.

#### 1. RED EXISTENTE.

Dentro de las políticas de expansión de ANTEL, uno de los principales objetivos es la total digitalización de la red

telefónica. Con este pensamiento se iniciaron una serie de proyectos de expansión y modernización de la misma (gráfica 1).

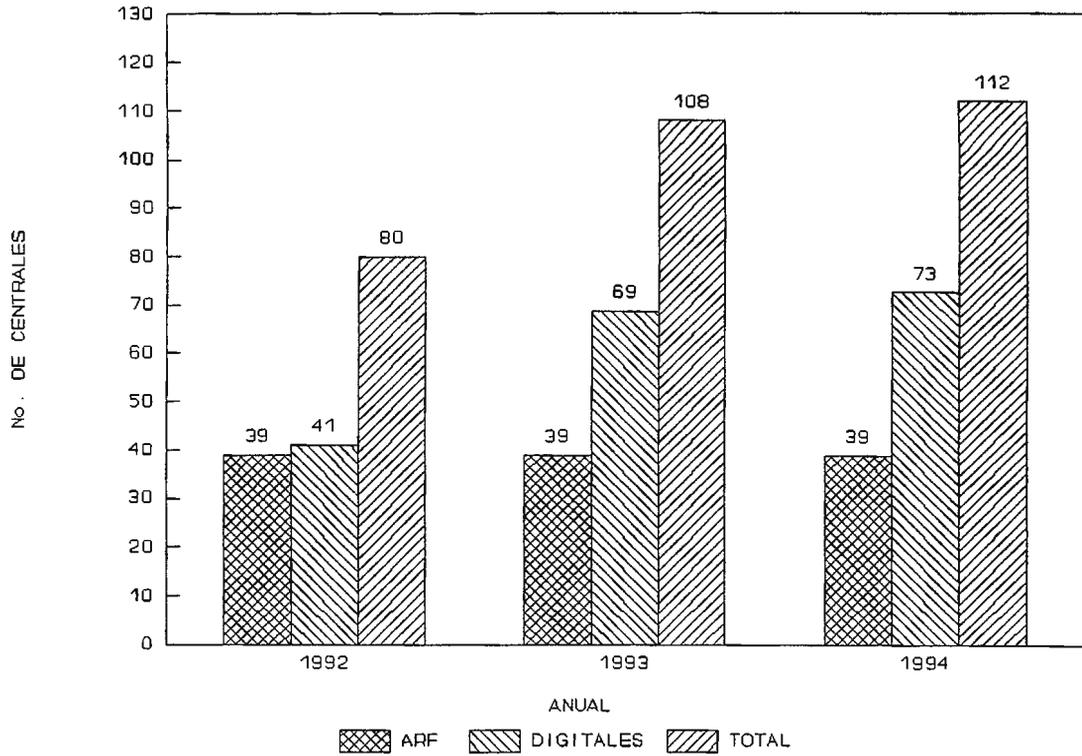


Gráfica 1.

Al 31 de diciembre de 1992, la Red Telefónica Nacional tenía una capacidad instalada de 84 centrales telefónicas automáticas. Este crecimiento continuo en el número de centrales en los últimos años se puede ver en la gráfica 2.

La distribución geográfica de estas centrales y su capacidad se detallan en el cuadro 1.

CANTIDAD DE CENTRALES (1992-1994)



Gráfica 2.

CUADRO 1

Distribución Geográfica de las líneas telefónicas existentes en El Salvador

Zona de Servicio	Número de Centrales Automáticas	Capacidad	Porcentaje (%)
Sonsonate	8	7,832	3.2
Santa Ana	8	16,704	6.8
Metropolitana	33	185,158	75.8
Central	14	20,030	8.2
San Miguel	21	14,496	6.0
TOTAL	84	244,220	100.0

Respecto al número de líneas se registró para esa fecha una ocupación de 149,026 abonados automáticos, que comparados con las líneas existentes (244,220) dan un porcentaje de ocupación de el 61.0% detallado por zonas en el cuadro 2, con un 39.0% por comercializarse debido a los retrasos en los trabajos de la planta externa en algunas de las principales centrales ubicadas en el Area Metropolitana.

CUADRO 2

Ocupación de las Centrales Telefónicas distribuidas en el País

Zona de Servicio	Número de Centrales Automáticas	Capacidad numérica	Ocupadas	Libres
Sonsonate	8	7,832	6,903	929
Santa Ana	8	16,704	14,201	2,503
Metropol.	21	180,432	102,760	77,672
Central	<b>23</b>	24,756	15,549	9,207
San Miguel	14	14,496	9,613	4,883
TOTAL	84	244,220	149,026	95,194

Al preguntarse qué tan avanzado está el proceso de digitalización, se tiene que a la fecha (diciembre de 1992) de 244,220 líneas el 67% de ellas son digitales<sup>(25)</sup> y el 33% son analógicas y su distribución geográfica es la mostrada en el Cuadro 3.

(25). La diferencia entre línea digital y línea analógica es únicamente de tecnología utilizada en sus respectivas centrales telefónicas.

Para una explicación más detallada sobre el empleo y características de las 84 centrales ver anexo 1 titulado "Capacidad actual de las Centrales Telefónicas en El Salvador hasta junio de 1993".

**CUADRO 3**

**Distribución de Centrales Analógicas y Digitales en el País**

Zona de Servicio	Líneas Analógicas	%	Líneas Digitales	%	Subtotal
Metropol.	57,000	23.4	128,158	52.4	185,158
Central	6,100	2.5	13,930	5.7	20,030
Santa Ana	8,000	3.3	8,704	3.5	16,704
Sonsonate	2,200	0.9	5,632	2.3	7,832
S. Miguel	7,200	2.9	7,296	3.1	14,496
<b>TOTAL</b>	<b>80,500</b>	<b>33.0</b>	<b>163,720</b>	<b>67.0</b>	<b>244,220</b>

Los proyectos que fueron concluidos para el 31 de diciembre de 1992 son los siguientes:

- Finalización de el Tercer Proyecto de Telecomunicaciones.
- Ampliación de Centrales Digitales. 32,256 líneas (Altamira, Atlacatl, Merliot, Montebello y Soyapango).
- Proyecto ANTEL-Kfw. 8,312 líneas (San Marcos, Santiago Texacuangos, Olocuilta, Cuyultitlán, San Luis Talpa, San

Pedro Masahuat, Rosario de la Paz, San Rafael Obrajuelo, Santiago Nonualco, San Juan Nonualco y Santo Tomás).(26)

Los proyectos que se tiene propuesto concluir para finales de 1993 son los siguientes:

I- Plan de Emergencia:

América.....	14,750
Santa Tecla.....	15,750
	-----
Subtotal.....	30,500

II- Centrales Móviles:

Lourdes.....	2,500
Zácamil.....	5,000
San Bartolo.....	5,000
	-----
Subtotal.....	12,500

III- Telefonía Rural:

Núcleo Conchagua.....	1,088
Núcleo Jayaque.....	1,394
	-----
Subtotal.....	2,482

---

(26). El detalle de este importante proyecto de telefonía aparece en el ANEXO 2 titulado "PROYECTO TELECOMUNICACIONES RURALES SAN SALVADOR-ZACATECOLUCA (ANTEL-Kfw)".

IV- Proyecto Ampliación:

Central Usulután.....	1,536
Central San Miguel 2.....	8,192
Central El Palmar.....	6,144
Central Santa Ana 2.....	4,096
Subtotal.....	<u>26,112</u>

V- Otros:

Central Planes de Renderos..	1,000
Central El pedregal.....	500
San José La Majada.....	112
Cara Sucia.....	160
Subtotal.....	<u>1,772</u>

TOTAL DE LINEAS..... 73,366

1.1 CIRCUITOS INTERNACIONALES DE ENLACE.

Para poder realizar comunicaciones hacia el exterior del país, la Red Telefónica cuenta con diferentes enlaces internacionales:

-Enlaces internacionales directos: vía E.U.A. y España.

-Enlaces internacionales indirectos: hacia Venezuela vía Honduras y hacia Colombia vía Costa Rica.

Todo este tránsito internacional es controlado a través de dos centrales: una del tipo ARM 202/2 "Central Internacional" (INT-1), ubicada en la Central Roma y otra de el tipo AXE-10, ubicada en la Central Centro y conocida como "Larga Distancia-2" (LD-2).

Los circuitos que cada una de estas centrales posee se detallan a continuación (cuadros 4-A y 4-B).(27)

**CUADRO 4-A**

**Central "Internacional" (INT-1)**

<b>Rutas Directas</b>	<b>Número de Circuitos</b>	<b>Tipo de Señalización</b>
Atlanta	42	C5
Pittsburg	24	C5
Suiza	13	C5
Italia	5	C5
España	12	C5
Alemania	8	C5
México	13	C5
Guatemala	36	R2 Internac.
Honduras	24	R2 Internac.
Nicaragua	17	R2 Internac.
Costa Rica	29	R2 Internac.
Panamá	9	R2 Internac.

---

(27). Fuente: Departamento de Conmutación Internacional de ANTEL.

CUADRO 4-B

Central "Larga Distancia" (LD-2)

Rutas Directas	Número de Circuitos	Tipo de Señalización
Atlanta (ATT)	150	C5
Pittsburg (ATT)	120	C5
MCI	144	C5
Toronto (TELEGLOBE)	20	C5
Montreal (TELEGLOBE)	28	C5
Sprint	90	C5
Suiza	3	C5
México	18	C5
Guatemala	33	R2 Internac.
Honduras	14	R2 Internac.
Nicaragua	6	R2 Internac.
Costa Rica	18	R2 Internac.
Panamá	3	R2 Internac.

Para fines de 1993 se tuvo en operación una nueva central internacional digital, especializada para el tráfico semiautomático para 52 posiciones de operadora, y para finales de 1994 se proyecta nueva central internacional digital pura con 3,840 terminales y una nueva Estación Terrena Standar A.

## 1.2 RED REGIONAL ANALOGICA DE MICROONDAS.

La Red Centroamericana (o Regional) es un sistema que permite unir a todos los países del Istmo a través de radio, cubriendo una longitud de aproximadamente 1,450 Kilómetros, iniciando en la Estación Terrena El Paraíso en Guatemala, hasta la Estación de el Cerro Adams en Costa Rica, empleando 53 estaciones.

El segmento de la red que le corresponde a El Salvador cubre una longitud de 248 Km y está compuesto por una Estación Terminal ubicada en la Central Roma y cinco estaciones repetidoras ubicadas en: El Faro, Torrecillas, Los Naranjos, Las Pavas y el Pacayal; siendo la primera el punto de enlace con Guatemala y la segunda con Honduras.

Los radios de esta red son equipos de tecnología analógica de estado sólido y que operan en la banda de 4 GHz con una capacidad de 960 canales telefónicos empleando la configuración 1+1 ampliable hasta un sistema 3+1. (28)

El multiplexado de los canales usa la técnica FDM (Multiplex por División de Frecuencia) con una capacidad para 960 canales, con una banda base formada por 16 supergrupos empleando las normalizaciones establecidas por el CCITT.

---

(28). Se tienen tres canales más uno de reserva.

Las estaciones repetidoras, son del tipo de repetición en frecuencia intermedia, con una separación promedio entre estaciones de 41 Km.

Para el suministro de energía, se usa la distribución comercial y además un soporte de dos motogeneradores accionados por diesel y un banco de baterías de 600 Amp-hr.

Para realizar un constante monitoreo de la operación de las centrales se cuenta con un sistema telemétrico de información.

La Red Regional fue inaugurada en 1971 y permite la comunicación con toda Centroamérica, México y Panamá con la siguiente distribución de circuitos: (cuadro 5)

#### CUADRO 5

##### Red Regional Centroamericana Analógica y su distribución Múltiplex en la Estación Terminal Central Roma

Destino	Canales instalados	Canales ocupados
Estados Unidos	114	54
México	25	19
Guatemala	174	78
Honduras	108	41
Nicaragua	59	19
Costa Rica	60	24
Panamá	24	10
TOTAL	564	245

### 1.3 RED REGIONAL DIGITAL DE MICROONDAS.

Como se mencionó anteriormente, la Red Regional fue puesta en marcha en 1971, lo que implica más de 20 años de operación y, por tanto, su vida útil está a punto de expirar. Por este motivo, la Comisión Técnica Regional de Telecomunicaciones (COMTELCA) ha promovido su modernización a través de el empleo de una nueva red con tecnología digital, que empezará a funcionar en octubre de 1994 sobre las rutas que ya manejaba su predecesora.

La parte que pertenecerá al país será implementada a base de radios digitales a 140 MBps usando 64 QAM (Modulación por Amplitud en Cuadratura) que operen en la banda de 4 GHz con una configuración inicial de 2+1, expandible a un sistema 5+1.

La Estación Terminal estará ubicada en Central Centro y la distribución geográfica de sus repetidoras será la siguiente:

1-San José Acatempa (Guatemala)-El Faro: Capacidad inicial de 3,840 circuitos en configuración 2+1.

2-El Faro-Los Naranjos: Capacidad inicial de 3,840 circuitos en configuración 2+1.

3-Los Naranjos-Central Centro: Capacidad inicial de 3,840 circuitos en configuración 2+1.

4-Central Centro-Las Pavas: Capacidad inicial de 3,840 circuitos en configuración 2+1.

5-Las Pavas-El Pacayal: Capacidad inicial de 3,840 circuitos en configuración 2+1.

6-El Pacayal-Torrecillas: Capacidad inicial de 3,840 circuitos en configuración 2+1.

7- Torrecillas-Bañaderos (Honduras): Capacidad inicial de 1,920 circuitos en configuración 1+1.

Se contará además con rutas alternas que trabajarán a 140 MBps en la banda de 6 GHz y con 64 QAM en:

a) El Faro-El Palmar: Capacidad de 1,920 circuitos en configuración 1+1.

b) Los Naranjos-Central Roma: Capacidad de 1,920 circuitos en configuración 1+1.

c) Central Roma-Las Pavas: Capacidad de 1,920 circuitos en configuración 1+1.

d) El Pacayal-San Miguel: Capacidad de 3,840 circuitos en configuración 2+1.

#### 1.4 TRANSMISION VIA SATELITE.

En el municipio de San Julián, Departamento de Sonsonate, funciona desde junio de 1977 la "Estación Terrena Izalco" que tiene una capacidad potencial de 1,800 canales telefónicos.

Las frecuencias de trabajo están localizadas en las bandas S1 y X1 empleando 6 GHz para la transmisión y 4 GHz para la recepción.

La antena se encuentra a 600 Mts. sobre el nivel del mar y cuenta con un radio de 35 Mts. Sus márgenes de giro son +/- 170° en acimut y +/- 90° en elevación, y es orientada por un servomecanismo de forma automática.

Para realizar el enlace con la Estación Terrena Izalco se usan tres vías:

- Radio analógico a través de El Picacho.
- Cable coaxial (próximo a sustituirse).
- Radio digital a través de Cumbres de Jayaque.

A partir de 1992 la Estación Terrena fue digitalizada, permitiendo así contar con 8 portadoras más una de reserva. Cada portadora cuenta con una multiplicación de 4:1 teniendo una

capacidad total de circuitos de 960. La distribución de estos circuitos según la compañía que los administra se muestra en el cuadro 6, y según el país de destino en el cuadro 7.

**CUADRO 6**

**Distribución de Circuitos según la Compañía que los administra.**

Número de Portadoras	Compañía	Nº Circuitos en Servicio	Disponibles p/ Portadora
4	AT&T	480	
1	asignada AT&T	120	
1	MCI	120	
1	SPRINT	90	30
1	TELEGLOBE	72	48
TOTAL EN SERVICIO		882	78
Capacidad Total.....			960
Canales en Servicio.....			882
Canales Disponibles.....			78

**CUADRO 7**

**Circuitos hacia Europa**

País de Destino	Número de Circuitos
España	12
Alemania	8
Suiza	16+1 Telegráfico
Italia	5
Total de circuitos	42
Capacidad total.....	96 circuitos
Circuitos operando.....	42 circuitos
Circuitos disponibles.....	48 circuitos

## 1.5 DATOS ESTADISTICOS DE TRAFICO TELEFONICO NACIONAL E INTERNACIONAL.

Según datos estadísticos, el tráfico nacional para el año de 1991 fue de un total de 1,617,250,834 impulsos a través de las centrales automáticas.

Respecto a la demanda de servicio, la que más predominó fue la categoría residencial, seguida de la categoría comercial.

Para el año 1992 el tráfico telefónico nacional se resume en el cuadro 8.

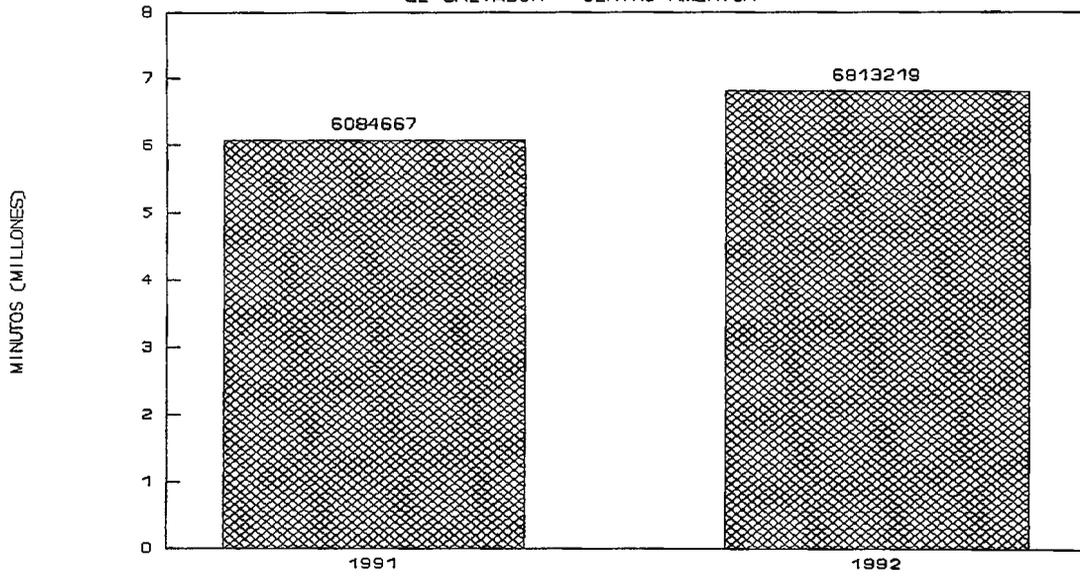
**CUADRO 8**  
**Distribución Tráfico Telefónico 1992**

Tipo de servicio	San Salvador	Interior del País	Total de minutos
Automático (impulsos)	939,949,435	420,951,214	1,360,445,649 (impulsos)
Semiautomático (minutos)	1,065,993	11,925,196	12,991,189 (minutos)
Usuario	4,227,885	16,138,213	20,366,098 (minutos)

Al hablar del tráfico internacional para 1992, se tiene que hubo aumento hacia todos los países (Centroamérica, E.U.A. y Resto del Mundo) respecto al año 1991, como lo reflejan las gráficas 3, 4 y 5.

# TRAFICO TELEFONICO SALIENTE

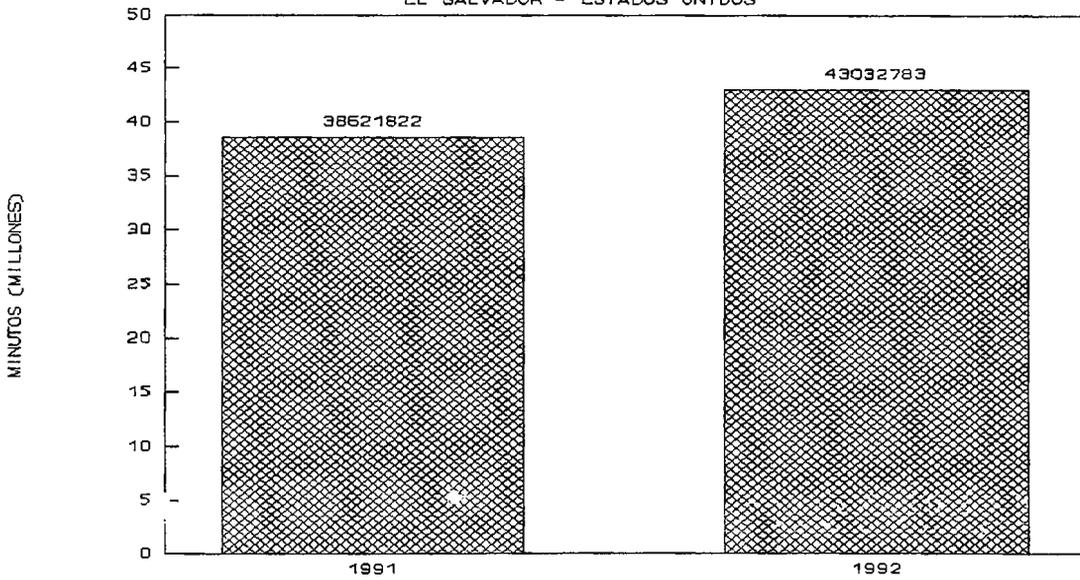
EL SALVADOR - CENTRO AMERICA



Gráfica 3.

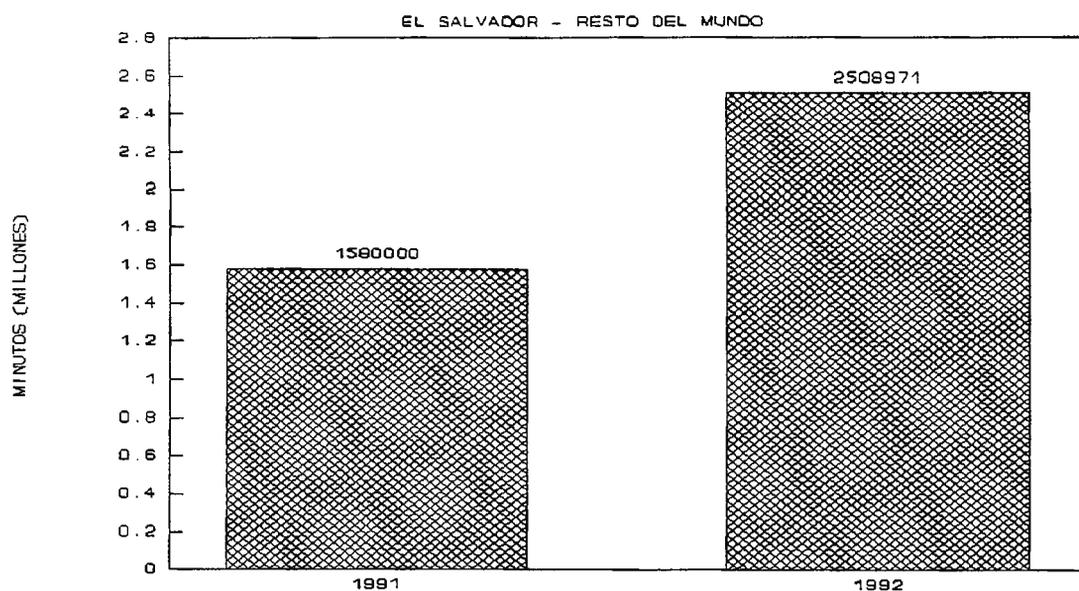
# TRAFICO TELEFONICO SALIENTE

EL SALVADOR - ESTADOS UNIDOS



Gráfica 4.

## TRAFICO TELEFONICO SALIENTE



Gráfica 5.

### 1.6 RED DE TELEGRAFIA Y TELEX.

El telégrafo es el sistema de comunicación más antiguo en El Salvador y en un principio el más importante. Las redes de telégrafos predominaron hasta el decenio de 1960 y cubrían más de 200 localidades alrededor del país.

Básicamente el sistema consistía en líneas desnudas y equipos para código Morse, además de teleimpresoras punto a punto.

El tráfico telegráfico nacional reportó un crecimiento sostenido durante los años 1985-90, y disminuyó en el año 1991 en 5% respecto a 1990.

El tráfico internacional ha tendido a disminuir a medida que otras formas más modernas de comunicación aparecen en el mercado, reportando las siguientes estadísticas:

-El tráfico internacional en el período 1990-91 ha disminuido en 31,819 palabras, equivalente al 134%

-Los países que generaron mayor número de mensajes en ese mismo período fueron en su orden: E.U.A., Resto del Mundo, Nicaragua y Costa Rica.

-E.U.A. y el Resto del Mundo fueron receptores del mayor número de mensajes.

Para el año 1992 el tráfico nacional e internacional tuvo las siguientes cifras: (cuadros 9-A y 9-B)

**CUADRO 9-A**

**Telegramas Nacionales Transmitidos 1992**

Lugar	Cantidad de mensajes
San Salvador	121,468
Interior del País	622,794
TOTAL	744,262

CUADRO 9-B

Telegramas Internacionales Salientes 1992

Región	Cantidad de mensajes
Estados Unidos	3,506
Centro América	1,993
Resto del Mundo	991
TOTAL	6,490

La Red Télex fue configurada a fines de 1968. Actualmente este servicio se presta a través de una Central Electrónica controlada por computadora marca SIEMENS modelo EDX-C.

Este sistema puede emplearse en redes Télex, Gentex y Conmutación de servicio de datos, hasta una velocidad de 300 Baudios, con una capacidad total de 4,092 abonados (29). Al 31 de diciembre de 1989 se tenían 905 abonados, de los cuales 590 eran particulares, 110 del Gobierno Central y 205 de ANTEL.

Las líneas Télex instaladas han disminuido a comparación de años anteriores a consecuencia de la fuerte competencia que le ejercen el facsímil, el correo electrónico y otros.

Durante el año de 1991 el tráfico de télex nacional tuvo estas proporciones: (cuadro 10)

---

(29). Aunque la capacidad instalada sea de 1,810 abonados.

CUADRO 10

Tráfico Télex Nacional por Departamentos en mensajes y minutos para 1991<sup>(30)</sup>

Departamento	Mensajes	Minutos
San Salvador	650,759	2,981,490
La Libertad	9,396	41,321
Sonsonate	7,176	75,134
Santa Ana	45,518	192,742
Ahuachapán	23,138	82,076
San Miguel	4,152	25,137
Usulután	139,116	629,310
Cuscatlán	13,581	51,858
San Vicente	5,259	23,337
Chalatenango	1,393	9,875
La Paz	1,108	5,014

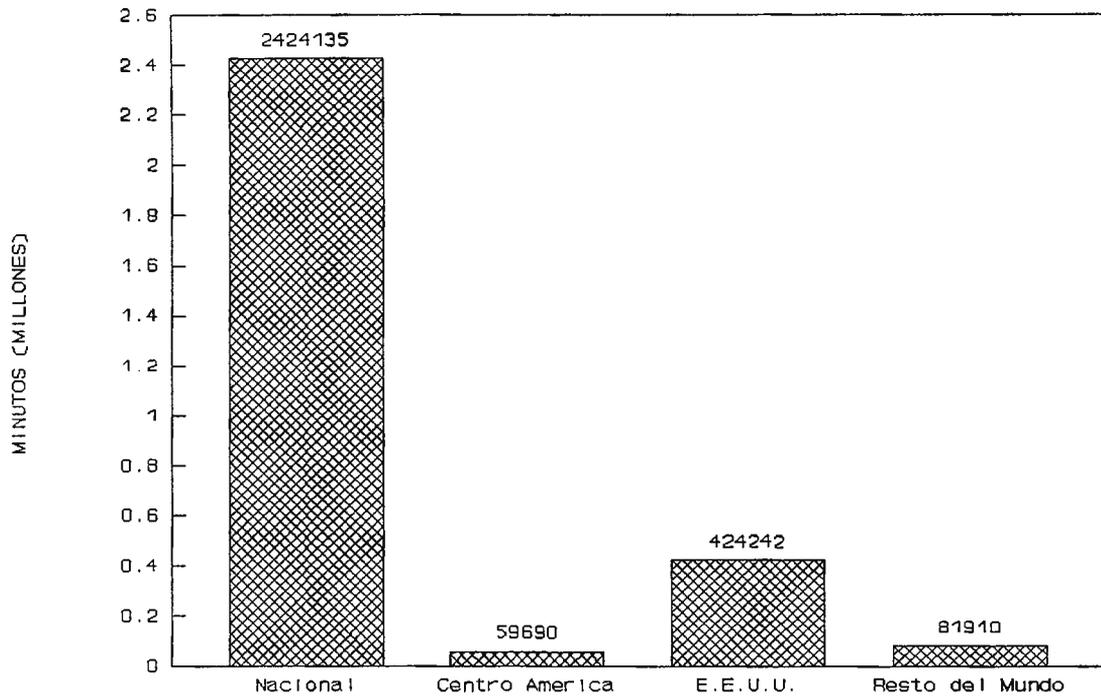
Para el año 1992 el tráfico total de télex se detalla en la gráfica 6.

Debido al constante descenso de clientes que ha tenido durante los últimos años (26 durante 1991 y 47 durante 1992) se espera que el servicio desaparezca a mediano plazo.

---

(30). No se encontraron datos disponibles para los departamentos de Cabañas, Morazán y La Unión.

## TRAFICO TELEX 1992



Gráfica 6.

### 1.7 RUTA REGIONAL DEL SUR Y ALTERNA REGIONAL.

El recorrido principal de la Ruta está formado por tres tramos de fibra óptica y tres tramos de radioenlace, así:

- a) Central Centro-Central América, sistemas por fibra óptica de 3840 circuitos, 140 Mb/s en configuración 2+1.

b) Central América-Central Roma, sistemas por fibra óptica de 1920 circuitos, 140 Mb/s en configuración 1+1.

c) Central América-Rosario-Zacatecoluca, sistemas por fibra óptica de 3840 circuitos, 140 Mb/s en configuración 2+1.

d) Zacatecoluca-Santa Cecilia, sistemas de radioenlace digital de 140 Mb/s, 64 QAM, 4 GHz de 3840 circuitos, en configuración 2+1.

e) Santa Cecilia-Volcán Conchagua, sistemas de radioenlace digital de 140 Mb/s, 64 QAM, 4 GHz de 3840 circuitos en configuración 2+1.

f) Volcán Conchagua-San Miguel, sistema de radioenlace digital de 140 Mb/s, 64 QAM, 4 GHz de 3840 circuitos en configuración 2+1.

Para la Ruta Alternativa se establecerá un enlace entre el Volcán Conchagua y el Cerro Palacios (Nicaragua) en un sistema de 140 Mb/s, 64 QAM, de 1920 circuitos en configuración 1+1.

La Ruta Alternativa cuenta además con dos rutas secundarias que se enlazan con las repetidoras de Santa Cecilia y Volcán Conchagua, siendo estas:

a) Santa Cecilia-Usulután, sistema de radioenlace de 140 MBps, 64 QAM, 8 GHz, configuración 1+1 y capacidad de 1920 circuitos.

b) Volcán Conchagua-La Unión, sistema de radioenlace de 140 MBps, 64 QAM, 8 GHz, configuración 1+1 y capacidad de 1920 circuitos.

#### 1.8 ANTELPAC (RED PUBLICA DE DATOS POR CONMUTACION DE PAQUETES).

Las necesidades derivadas de la informática distribuida han llevado a la aparición de redes locales de procesamiento para las empresas, en muchas ocasiones conectadas con otras redes en el extranjero.

El centro de conmutación de ANTELPAC está situado en San Salvador, específicamente en la Central Roma, y está conectado con un centro-puente internacional en San José Costa Rica que le permite entrar en contacto con redes de datos a través de todo el mundo, disponiendo además de una alta capacidad para realizar conmutación a nivel local.

En la conmutación de paquetes se pueden tener dos tipos de usuarios:

-El usuario conectado a una línea dedicada, en la cual la comunicación es constante y voluminosa, además se brinda mayor confiabilidad.

-El usuario conectado a una línea conmutada, que está orientado a satisfacer a muchos usuarios que generan poco tráfico.

Estas formas de comunicación están regidas por un juego de reglas y procedimientos llamados protocolos.

Generalmente los sistemas de transmisión de datos por conmutación de paquetes están regulados por los siguientes protocolos del CCITT:

X.1: Clases de servicio en PDN (Public Data Network-Red Pública de Datos) a usuarios internacionales.

X.2: Facilidades en PDN de uso internacional.

X.3: Facultad de ensamblado/desensamblado de paquetes PAD<sup>(31)</sup>

---

(31). Módulo de software que convierte una secuencia de datos de su forma nativa, en paquetes. Típicamente reside en un nodo de la red.

X.25: Interconexión entre DTE (Equipo terminal de datos) y DCE (Equipo de comunicación de datos) para terminales operando en el modo de paquetes PDN.

X.28: Interconexión DTE/DCE para una DTE en el modo St/Sp accediendo a un PAD en una PDN situada en el mismo país.

Este servicio, que empezó a funcionar en julio de 1988 con 60 abonados, ha ido ganando terreno llegando a tener actualmente cerca de 500, lo que le augura un crecimiento sostenido, previéndose una futura topología de la red que se muestra en el anexo 3.

#### 1.9 PLANES DE INVERSION.

Para los siguientes años (1994, 1995) se tienen varios proyectos que ampliarán la red telefónica hasta lograr un total de 400,734 líneas con un porcentaje de digitalización de:

Líneas analógicas para 1995.....	18.3 %
Líneas digitales para 1995.....	81.7 %

Esta cantidad residual de líneas analógicas será reemplazada en base a las disposiciones del "Plan de sustitución" que en este momento está siendo elaborado por el Departamento de Planes Técnicos Fundamentales y será aplicado en el período de 1995-99,

con el objetivo de obtener una red netamente digital para el año 2000.

Los proyectos que concretizarán estas metas de digitalización se muestran en los cuadros 11-A, 11-B y 11-C.

**CUADRO 11-A**

**Plan de Inversiones para 1994**

Proyecto	Nº de Líneas
Ahuachapán	3,100
Cojutepeque	3,600
San Vicente	2,500
La Unión	2,500
Sensuntepeque	1,300
Chalatenango	500
Metapán	1,000
Ilobasco	700
Jucuapa	700
Zacatecoluca	1,100
Izalco	800
Armenia	800
El Congo	500
Ataco	800
Central Centro	10,000
Núcleos	5,000
<b>TOTAL DE LINEAS</b>	<b>34,900</b>

**CUADRO 11-B**  
**Plan de Inversiones para 1995**

Proyecto	Nº de Líneas
San Bartolo	7,000
Aguilares	800
Quezaltepeque	700
San Juan Opico	900
San Pedro Nonualco	400
Chalchuapa	1,000
San Julián	600
Núcleos	10,000
Suchitoto	400
Apopa	10,000
<b>TOTAL DE LINEAS</b>	<b>31,800</b>

**CUADRO 11-C**  
**Plan de Inversiones para 1996**

Proyecto	Nº de Líneas
Atlacatl	5,000
Montebello	5,000
Chirilagua	500
El Tránsito	500
Chinameca	400
Cara Sucia	700
Coatepeque	500
El Dorado	700
Cantones	2,000
Núcleos	10,000
Jocoro	600
Las Margaritas	10,000
<b>TOTAL DE LINEAS</b>	<b>35,900</b>

También existen propuestas de financiamiento, por parte de compañías internacionales y entidades bancarias para el período 1993-96, de proyectos nacionales distribuidos de la siguiente forma: (cuadro 12)

**CUADRO 12**

**Financiamiento de Proyectos para el período 1993-96**

<b>Compañía</b>	<b>Proyecto</b>
AT&T	10,000 Líneas
Ericsson/Siemens/Citybank	27,000 Líneas
Alcatel	Red de Transporte
X/93 (Marubeni)	19,900 Líneas
NEC	Red Regional Digital

Para todo el período 1992-96 se estima que la inversión ascenderá a unos 500 millones de dólares, es decir unos 4,350 millones de colones, tomando un valor de cambio de 8.70 colones por dólar.

**1.10 SERVICIOS TELEFONICOS.**

Comparando el estado actual de las telecomunicaciones con los "trucos de magia" de Morse, Bell o Edison, fácilmente podrían confirmar la "Parábola de la Mostaza".

Los dos manipuladores electromagnéticos y la línea conductora que unieron Baltimore y Washington D.C. en 1844 solamente fueron el comienzo de una cadena de sucesos que han transformado al ancho y ajeno mundo en un pueblo de provincia, donde es fácil conocer los hechos ocurridos en recónditos lugares con diferencia de horas.

El teléfono que todas las personas conocen es solamente la punta del iceberg, donde el facsímil, las redes de datos internacionales y los satélites brindan facilidades para una sociedad que ve en los avances tecnológicos herramientas poderosas para enfrentar los problemas, y al mismo tiempo es un medio para distribuir cultura y entretenimiento, como lo hacen las redes de teletexto y la televisión por cable.

Para satisfacer la gran variedad de formas de comunicación que demanda la sociedad se define una amplia gama de servicios de telecomunicación. Para la prestación de estos servicios es necesario definir una red para una aplicación u aplicaciones masivas con el objeto de interconectar un gran número de terminales dispersas.

Entre la terminología para definir esta red se tiene:

-Terminales: Son aquellas que se adaptan, por una parte al tipo de información que deben recoger o entregar y por otra,

al canal de comunicación que va a transmitir la señal portadora de información.

-Mallas de Red: Están constituidas por los sistemas de transmisión de las redes de telecomunicación, originando que un gran número de canales sean transportados ya sea por ondas electromagnéticas o por un medio tangible de transmisión.

-Nodos de Red: Los sistemas de conmutación, recolección o distribución conformarán los nodos de la red y condicionarán la prestación de los diferentes servicios, dependiendo de la estructura y tecnología de sus elementos de conexión y control.

En la actualidad el servicio de telecomunicaciones más extendido es el SERVICIO TELEFONICO, dentro de este servicio se incluyen el SERVICIO TELEFONICO BASICO y los SERVICIOS o FACILIDADES SUPLEMENTARIAS.

Entre los servicios de telecomunicaciones se tiene:

Telefónicos:

Básico: Suplementarios por terminales.

Suplementarios por Central de Conmutación:

-Peritelefónicos.

-Tarificación y Facturación.

-Especiales Telefónicos.

-Grupo de Empresa.

Conmutación de Datos:

Transportes Permanentes:

Circuitos de Impulsos.

Circuitos Telefónicos Dedicados.

Circuitos Especiales de Banda Ancha.

Circuitos Digitales Dedicados.

Transportes Conmutados:

Data Télex-DTX.

Datel.

Datex-P.

Telemáticos:

Abonado-Abonado:

Teletex.

Facsimil.

Teleescritura.

Video lento.

Abonado-Centro de Servicio:

Videotex.

Datafono.

Valor añadido:

Conmutación de Mensajes.

Vozgrama.

Correo electrónico de textos.

Interfuncionamiento entre servicios telemáticos.

Telereunión:

Audioconferencia.

Multiconferencia.

Videoconferencia.

Multivideoconferencia.

Teleacción:

Telealarmas.

Telecontrol.

Telemedida.

Filodifusión:

Hilo musical.

Videodifusión de textos.

Móviles:

Terrestres:

Unidireccionales.

Bidireccionales.

Marítimos:

Radiotelefónicos.

Radiotelegráficos.

Banda Ancha:

Videotelefonía.

Videograma.

#### SERVICIO TELEFONICO BASICO.

El servicio Telefónico Básico permite al abonado, utilizando el aparato telefónico, efectuar y recibir todo tipo de llamadas a otros abonados conectados a la red telefónica, de forma automática o bien manual a través de operadoras.

#### SERVICIO SUPLEMENTARIO.

El servicio Suplementario es el conjunto de prestaciones obtenidas de las terminales telefónicas sofisticadas, sin o con una mínima intervención de la central de conmutación telefónica, que complementan al servicio básico de telefonía.

Entre estos últimos tenemos la siguiente clasificación:

-Teléfono inteligente.

-Teléfono público.

-Terminales multilínea con intercomunicación.

-Pequeñas centrales.

-Sistemas de Audioconferencia.

Entre los servicios Suplementarios proporcionados por la central de conmutación se tiene:

-Peritelefónicos.

-Tarificación y facturación.

-Especiales telefónicos.

-Grupo de empresa.

#### SERVICIOS DE CONMUTACION DE DATOS:

En la red telefónica no es posible asegurar una total conectabilidad digital, por lo que se necesita complementar los terminales de datos con equipos de terminación de circuitos de datos (ETDC) y de esta forma transmitirlos adecuadamente a través de la red telefónica conmutada (RTC).

Es necesario destacar que en la transmisión de datos existen servicios de carácter público y de carácter privado. Mientras el servicio privado satisface sus necesidades particulares utilizando terminales, protocolos, etc., el servicio público implica una total normalización de todos los elementos que participan en la comunicación, orientándose a las aplicaciones más comunes para la generalidad de los usuarios, imponiéndoles compatibilidad entre terminales, protocolos y procedimientos.

Los servicios públicos de transporte se pueden dividir en dos grandes grupos:

- Servicios de Transporte Permanentes.
- Servicios de Transporte Conmutados.

Los servicios de Transporte Permanentes permiten el mantenimiento de conexiones entre dos o más instalaciones de abonado y en diversas configuraciones (punto a punto, multipunto), pudiendo clasificarse como sigue:

- Transmisión de datos por circuitos de impulsos.
- Transmisión de datos por circuitos telefónicos dedicados.
- Transmisión de datos por circuitos especiales de Banda Ancha.
- Transmisión de datos por circuitos digitales dedicados.

Los servicios de Transporte Conmutados permiten el establecimiento de circuitos extremo-extremo (fijos o virtuales) para aplicaciones concretas durante el tiempo que duran las citadas aplicaciones, pudiendo clasificarse de la forma siguiente:

- Transmisión de datos por la red Télex.
- Transmisión de datos por la red Telefónica.
- Transmisión de datos en redes de conmutación de paquetes.

## SERVICIOS TELEMATICOS:

La telemática nace de la asociación entre la informática y la telecomunicación, como consecuencia de la aplicación de las nuevas tecnologías en ambos campos.

Su acepción más conocida es la de ofrecer servicios telemáticos distintos de los de telefonía y telegrafía, que pueden otorgarse a los usuarios a través de las redes de telecomunicación existentes.

Los servicios telemáticos pueden clasificarse en dos grandes grupos:

- Servicios telemáticos entre abonados.
- Servicios telemáticos entre abonados y centros de servicio.

Los servicios entre abonado-abonado, facilitan el intercambio de textos y/o imágenes entre terminales de abonado y se incluyen en esta clase los siguientes servicios:

- Servicio Télex.
- Servicio Facsímil.
- Servicios de Teleescritura.
- Servicios de Videolento.

Los servicios entre abonados y centros de servicios son orientados al diálogo hombre-máquina que permitirá al usuario incorporar una base de datos, manipular un controlador, etc. Entre estos servicios se tienen:

-Servicios Videotex.

-Aplicaciones Teleinformáticas Normalizadas (Datafono).

El campo de aplicación de este servicio es el de las operaciones en puntos de venta y oficinas bancarias, accedendo a través de la Red Telefónica a la Red de Conmutación de Paquetes.

#### SERVICIOS DE VALOR AÑADIDO:

Estos servicios complementan los servicios básicos de telecomunicaciones soportados por las redes públicas, especializándose en prestaciones adicionales a la informática, tales como: capacidad de almacenamiento, procesamiento de la información, etc.

Como servicios de valor añadido se tienen los siguientes:

-Conmutación de mensajes.

-Vozgrama o Correo de Voz.

-Correo electrónico.

-Interfuncionamiento entre Servicios Telemáticos.

#### SERVICIO DE TELEREUNION:

Estos servicios permitirán la comunicación entre sí de grupos de personas geográficamente dispersos, teniéndose entre éstos los siguientes:

- Audioconferencia.
- Multiconferencia.
- Videoconferencia.
- Multivideoconferencia.

#### SERVICIOS DE TELEACCION:

Estos servicios permitirán la actuación o supervisión en tiempo real sobre un determinado conjunto de elementos susceptibles de ser controlados a distancia y dispuestos en un entorno geográfico específico. Entre estos se pueden mencionar:

- Servicio de Telealarmas.
- Servicio de Telecontrol.
- Servicio de Telemedida.

#### SERVICIOS DE FILODIFUSION:

Este servicio tiene un campo de acción en la transmisión de audio y video por cable, permitiendo la incorporación de múltiples estaciones y múltiples servicios; no obstante se prevé que la posterior aparición de la RDSI de banda ancha permitirá la integración de los servicios en un único acceso de abonado.

#### SERVICIOS MOVILES:

Independientemente de la ubicación física del usuario y mediante un terminal móvil se pueden acceder los servicios fijos o móviles.

Dependiendo del acceso tenemos la siguiente clasificación:

-Móvil-Fijo.

-Móvil-Móvil.

-Fijo-Móvil.

Genéricamente los servicios móviles se pueden clasificar en:

-Terrestres.

-Marítimos.

-Aeronáuticos.

#### SERVICIOS DE BANDA ANCHA:

Se consideran servicios de Banda Ancha aquellos que precisan de una velocidad de transmisión digital superior a 2 MBps. Su campo de aplicación se encuentra en el transporte y distribución de señales de televisión y de música de alta fidelidad, videotelefonía, transmisión masiva de datos, textos y gráficas.

## 1.11 SERVICIOS OFERTADOS.

En las condiciones actuales, la Red Telefónica de El Salvador ofrece a los usuarios diferentes servicios, como son:

-Telefonía básica, que le permite comunicación a nivel nacional, llamadas internacionales automáticas y a través del 190, 191 y 195.

-Servicio telegráfico y télex.

-Facsimil.

-Transmisión de datos.

-Conmutación de paquetes por medio de la Red Pública de Datos ANTELPAC, y mediante ello es posible tener los siguientes servicios:

-Acceso a Bases de Datos: Servicio que permite, por el momento, el fácil acceso a bases de datos internacionales (unas 20,000 en el mundo) y la obtención de una amplia gama de información: bursátil, agropecuaria, técnica, médica, legal, bibliográfica y otras.

-Transferencia Electrónica de Fondos: Servicio que con la utilización de un lector de bandas magnéticas de tarjetas de crédito, incorporado a un teléfono posibilita la transmisión y recepción de datos de transacciones comerciales y bancarias de puntos de venta a un computador central, el cual valida y actualiza la transacción del cliente. Además permite la interconexión de los llamados "Cajeros Electrónicos".

-Almacenamiento y Envío: Permite la transmisión de los mensajes directamente a un computador de ANTELPAC, que minutos después los mandará al destinatario en momentos de menor tráfico.

-Correo Electrónico: Servicio mediante el cual sus usuarios pueden enviar y recibir mensajes como cartas, boletines, anuncios, etc. utilizando un "casillero electrónico" localizado en la memoria del computador del sistema ANTELPAC.

-Grupo Cerrado de Usuarios: Factibilidad que impide que usuarios ajenos puedan tener acceso a un número de conexiones definidas como Grupo Cerrado.

Por mandato legal, la Administración Nacional de Telecomunicaciones (ANTEL) tiene el control exclusivo del Espectro Electromagnético mediante su Departamento Radioeléctrico, el cual es responsable de planificar y desarrollar las gestiones administrativas que requiera la explotación de dicho elemento natural.

También está facultado para autorizar la explotación de diferentes servicios, tales como:

- Licencia para Radio Aficionados.
- Estaciones de Radiodifusión sonora en AM y FM.
- Sistemas de Televisión en VHF y UHF.
- Telefonía Celular.
- I.B.S. (Servicios Internacionales Empresariales vía Satélite).
- Radiobúsquedas.
- Sistemas de Repetidora Comunitaria (Trunking).

A partir de 1992, la sociedad dispuso de más opciones de información, entretenimiento, orientación y opinión, ya que la reestructuración del espectro electromagnético permitió que se autorizaran frecuencias para nuevos medios de comunicación masiva. Lo anterior se muestra en el cuadro 13.

**CUADRO 13**

**Utilización del Espectro Electromagnético en El Salvador.**

<b>Servicios</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>Incremento</b>
Radiodifusoras AM	54	54	
Radiodifusoras FM	56	70	14
Canales de TV UHF	3	6	3
Canales de TV VHF	5	5	
Sistema de TV por suscripción Vía Micro-ondas	1	2	1
Sistema de TV por suscripción Vía Cable	3	6	3
Sistema de Radiobúsqueda	1	1	
Telefonía Celular	1	1	
Licencias de Banda Ciudadana	10,800	11,238	438
Contratos de Servicio Privado	872	907	35
Licencias de Radioaficionado	2,850	3,207	357
Sistema Trunking	2	5	3
Sistema Repetidora Comunitaria	5	7	2
Telepuertos	1	2	1
Transmisión de Datos	2		

**1.12 SERVICIOS PREVISTOS.**

Gracias al desarrollo de la Red Pública de Datos, en un futuro cercano será posible contar con nuevos servicios como:

-Videotexto: Servicio muy versátil que permitirá que con un receptor de televisión convenientemente provisto de

dispositivos complementarios, se interroga y recibe información de bases de datos con composiciones gráficas y geométricas a color, relativas a productos y servicios que puedan estar disponibles en un almacén, fábrica o distribuidor a nivel local o internacional.

-Teletexto: Servicio de transmisión de textos a alta velocidad, codificados, que permitirá a sus futuros usuarios intercambiar correspondencia de memoria a memoria sin que se detengan los procesos locales de la terminal.

-Facsimil: Servicio que, a través de la Red ANTELPAC y por medio del FAX-EXCHANGE, le permitirá a sus posibles usuarios, la reproducción a distancia de toda forma de grafía manuscrita o impresa, con un proceso de marcación telefónica a nivel local, siendo el FAX-EXCHANGE quien se encargará de direccionar electrónicamente el Facsimil al destino deseado, Nacional e Internacional, ya no por medios telefónicos normales, sino usando las redes de datos. Este proceso también será aplicable al tráfico de Facsimil entrante.

## CAPITULO III

### REDES INTELIGENTES.

#### 1. PRINCIPIOS BASICOS DE COMUNICACION DE DATOS.

Comunicación de datos es la transmisión de estos de una computadora a otra; se puede efectuar una comunicación de un mainframe(1) a otro, o de mainframe a PC (Computadora personal). El término Telecomunicación es usado para describir la comunicación de datos a distancia y Teleproceso describe una combinación de comunicación a larga distancia y procesamiento de datos.

En una comunicación siempre se encuentran 4 elementos: emisor, mensaje, medio de transmisión sobre la cual se envía el mensaje y el receptor.

Con el fin de comunicarse con otra computadora distante, la PC emisora debe conectarse físicamente a una línea telefónica. Esto requiere una interfase hardware llamada Modem(2). Posteriormente se debe marcar el número telefónico al cual está conectada la computadora receptora para establecer un canal de comunicación sobre el cual serán transmitidos los datos. Finalmente

---

(1). Mainframe es el término con que se nombran a los sistemas de computadoras por lo general muy grandes y con capacidad de procesamiento bastante considerado.

(2). Modem: Contracción de Modulador-Demodulador.

se necesita un software de comunicaciones para coordinar la transferencia de datos entre las dos computadoras.

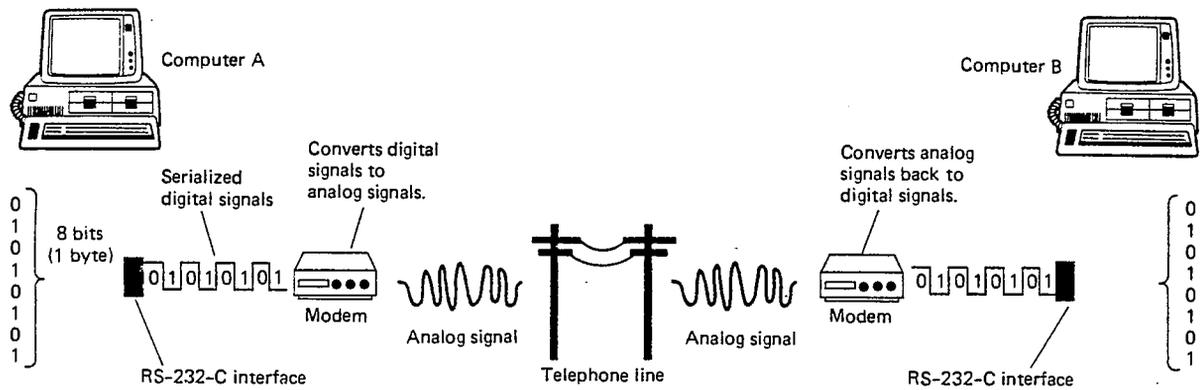


FIGURA 1.

En la figura 1 se muestra el proceso de comunicación de estas computadoras. Deben considerarse los datos en su forma más básica: una serie de pulsos electrónicos de dos valores. Estos valores son representados numéricamente como Bits (Binary digits-dígitos binarios). Cada caracter (por ejemplo, una letra o un número) consiste de ocho bits (el conjunto de ocho bits constituyen lo que se conoce como un Byte), de acuerdo al código comúnmente usado, el cual se denomina Código ASCII (American Standar Code for Information Interchange).

Cada mensaje transmitido por una computadora, ya sean estos números, palabras o incluso dibujos, es separado o dividido en bytes, y estos en bits. Una computadora procesa un byte a la vez, y así el mensaje es transmitido por la línea telefónica bit por bit. Al mismo tiempo, un dispositivo llamado "Interfase RS-232" es usado para convertir el conjunto de 8 bits de forma paralela a forma serie para su transmisión, y luego convertido de nuevo a forma paralela en el lado receptor. El proceso no termina aquí. El teléfono fue creado para la transmisión de voz y usa señales analógicas, las cuales representan información en forma continua y con señales de suave variación. Una computadora, por otro lado, es un dispositivo digital con señales discretas y representa los datos como la ausencia o presencia de un voltaje. Modulación es el proceso de convertir una señal digital a otra de forma analógica. La demodulación es el proceso inverso. Un modem es un dispositivo que realiza ambas funciones. Los modems son usados para conectar las computadoras personales al sistema telefónico y son necesarios debido a la necesidad de convertir señales digitales a analógicas y viceversa.

En el lado transmisor, el modem convierte señales binarias (unos y ceros) producidos por una computadora o dispositivo periférico a señales analógicas, las cuales pueden ser transmitidas por el sistema telefónico público. En el lado receptor, el modem convierte la señal analógica de nuevo a digital, la cual es llevada a la computadora o dispositivo asociado.

## 1.1 MODEMS.

Los sistemas de transmisión de datos necesitan conectarse a sistemas de telecomunicaciones que provean canales capaces de vincular los distintos componentes remotos con el sistema de procesamiento central.

Es razonable pensar que la unión entre dos sistemas requiere equipos o dispositivos de adaptación y coordinación para asegurar una operación armónica.

En nuestro caso, los equipos correspondientes se denominan Modems.

### 1.1.1 FUNCION BASICA DEL MODEM.

Este sirve para modular y demodular la señal digital de un equipo terminal de datos (ETD) y poder así obtener una señal analógica aceptable para facilitar su transmisión a distancias considerables.

Para que esta señal pueda llevar la información requerida es necesario modularla. Dentro de los tipos de modulación digital más usados se tienen:

-Modulación por Amplitud (ASK)

-Modulación por Frecuencia (FSK)

-Modulación por Fase (PSK)

Los modems pueden ser clasificados según diferentes parámetros. Uno de los más importantes es la modalidad de transmisión: Síncronos y Asíncronos.

-Modems Asíncronos: Operan en bajas velocidades, la razón de transmisión de datos es variable, y no necesita ser periódica, es generalmente función de la velocidad con que el operador introduce los datos. La transmisión y recepción es realizada sin necesidad de acompañamiento de un reloj.

-Modems Síncronos: Estos trabajan con un reloj para los datos, y el terminal, los datos se transmiten a una razón periódica fija. En la recepción hay otro reloj sincronizado para generar la recepción de datos en el terminal receptor.

Los modems síncronos generalmente operan a altas razones de datos (9600 Baudios) sobre líneas telefónicas.

Según su modo de operación, los modems se clasifican en Half Duplex y Full Duplex.

En operación Half Duplex, los modems pueden recibir y transmitir; pero no en forma simultánea.

En Full Duplex, los modems pueden recibir y transmitir simultáneamente, esto puede ser utilizando cualquier sistema de multiplexación sobre una línea o usando dos líneas de transmisión distintas.

Los modems desarrollan dos funciones principales:

-Adaptar la señalización de computadoras y terminales de datos a la señalización más conveniente para la transmisión en el canal de telecomunicaciones.

-Controlar y supervisar la comunicación en el canal.

La selección de un modem es el primer paso para realizar una comunicación a distancia de computadoras. Como con cualquier otro periférico de computadora, existen muchos modems disponibles en el mercado, los cuales difieren en precio y capacidad. La velocidad de un modem (la máxima cantidad de bits que puede transmitir o recibir por segundo), es una de las más importantes características. La velocidad es medida en Bits por segundo (Bps) o Baudios; estos dos términos son a veces confundidos y usados con el mismo fin (técnicamente, sin embargo, los Bps y los Baudios no son lo mismo). Una razón de transferencia de datos de 600 Bps o

menor es considerada como una baja velocidad; de 1200 a 9600 una velocidad media; y más de 9600 una alta velocidad (los modems de alta velocidad requieren líneas de comunicación instaladas especialmente para ello). A medida que la razón de transferencia de un modem incrementa, lo hace también su precio, (aunque el costo de todos los modems ha caído significativamente).

Por muchos años la velocidad de 300 Bps fue la opción para la mayoría de propietarios de PC. En la actualidad, sin embargo, se han hecho populares los modems con 1200 Bps e incluso los de 2400 Bps.

Aunque los modems de alta velocidad son los mas costosos, ellos retornan algunos ahorros en la forma en que reducen los costos de comunicación. La mayoría de servicios de información cobran según la cantidad de "tiempo de conexión", por lo tanto entre más rápido sea un modem, menor será el tiempo de transmisión, y menor el costo de la comunicación. Toma aproximadamente 1 minuto llenar una pantalla de 24x80 caracteres a 300 Baudios, 16 segundos a 1200 Baudios y 8 segundos a 2400 Baudios. Los modems también se diferencian de acuerdo a su diseño físico. Existen los internos y externos. Los primeros se conectan a la tarjeta de la PC y funcionan con la alimentación de ella. Los segundos requieren su propia alimentación. Un modem interno es generalmente más barato que uno externo, y no requiere cable para conectar a la PC. Los externos trabajan con una variedad de computadoras personales. Esto

es importante si se espera cambiar computadora, por ejemplo de una Apple a una IBM, se hace fácil la tarea moviendo interruptores y niveles de volumen, además poseen luces para monitorear el progreso de la llamada. Los modems externos ocupan espacio adicional en el escritorio y como se dijo requieren su propia conexión a la electricidad(3).

### 1.1.2 BITS, BYTES, PALABRAS Y BAUDIOS.

Entre las personas relacionadas con la transmisión de datos, muchas veces existe confusión en el manejo de la semántica y aritmética simples que se usan en la transmisión de datos y telegrafía, especialmente, con los términos "Baudio" y "Bit". El bit es la unidad de información más pequeña en el sistema binario, el cual puede asumir uno de dos estados. A un estado se le conoce como Marca y al otro como Espacio. Eléctricamente, estos estados se indican por la presencia o ausencia de flujo de corriente. A menos que se establezcan ciertas reglas, puede haber ambigüedad. ¿La condición "1" es una marca o espacio? ¿La condición de "no corriente" es "0" ó "1"? Para evitar confusión y establecer identidad única en las condiciones binarias el CCITT (Comité Consultivo Internacional para las Telecomunicaciones y la Telegrafía), en su Recomendación V.1, da las designaciones binarias equivalentes, las cuales se muestran en la siguiente tabla. Si la

---

(3). Ver anexos para mayor información respecto a modems.

tabla se aplica de manera universal no existirá confusión entre lo que es una marca y lo que es un espacio, cuál es la condición activa y cuál es la pasiva, qué es el "1" y qué es el "0". También se muestra el sentido de la transmisión de manera que la marca y el espacio, el "1" y el "0" respectivamente, no se invierten. Esta tabla es conocida como "Tabla de convención marca-espacio".

CONDICION ACTIVA	CONDICION PASIVA
Marca o Marcaje	Espacio o Espaciamiento
Circula Corriente	No circula Corriente
Voltaje Positivo	Voltaje Negativo
Perforación (cinta de papel)	No perforación
"1" Binario	"0" Binario
Condición Z	Condición A
Con tono (modulación en amplitud)	Sin tono
Baja frecuencia (llaveo por desviación de frecuencia)	Frecuencia alta
No hay inversión de fase (llaveo diferencial por desviación de fase)	Hay inversión de fase
Fase de referencia	Opuesta a la fase de referencia

\*Fuente: Recomendación V.1 del CCITT

El conjunto de 8 bits forma lo que se conoce como 1 Byte, y a partir de éste se obtienen los múltiplos Kilobytes, Megabytes y Gigabytes ( $2^{10}$ ,  $2^{20}$  y  $2^{30}$  bytes, respectivamente).

Las "palabras" en el lenguaje de telegrafía y datos constan de seis caracteres que son generalmente cinco letras, números o

símbolos y un espacio. Todos los elementos que se transmiten se deben contabilizar, por ejemplo, el "retorno del carro" y la alimentación de línea.

El Baudio es la unidad para la velocidad de modulación. En los sistemas de transmisión binaria la cantidad de Baudios es igual al número de bits por segundo. Por consiguiente, el modem de un sistema de transmisión binaria que transmite a 110 Bps a la línea tiene la rapidez de modulación de 110 Baudios. En los sistemas multiniveles (sistemas M-arios), la cantidad de Baudios indica la cantidad de transiciones por segundo, lo cual es sinónimo de velocidad de símbolos. El Baudio es más significativo para el personal de transmisión a quienes les interesa el lado de la línea de un modem. Otro parámetro de interés es el periodo o tiempo de duración de 1 bit, que es el inverso de la velocidad de datos en bits por segundo. El periodo del bit para un sistema a 75 Bps es de  $1/75$  ó 0.01333 seg.; para un sistema a 45.45 Bps, de  $1/45.45$  ó 0.0220022 seg. y para uno a 2400 Bps, de  $1/2400$  ó 416.7  $\mu$ seg.

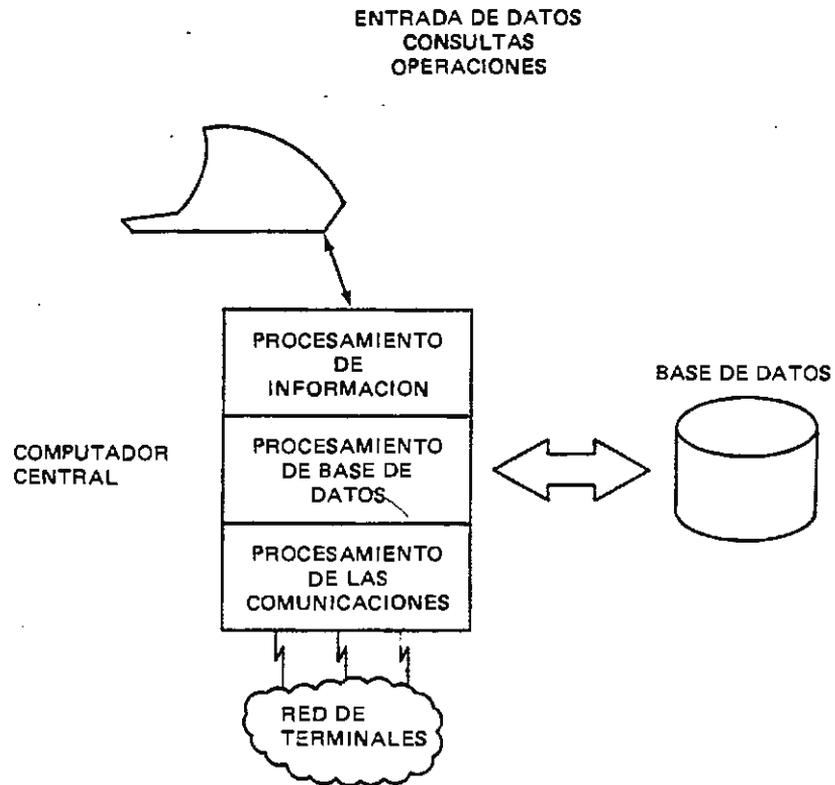
Para concluir esta sección, es conveniente hacer notar que el modem no es solución única para el problema de la transmisión de datos. Dado que la dificultad en la transmisión de datos radica en el limitado ancho de banda de los pares telefónicos (aproximadamente 3 Khz), si este es incrementado sustituyendo los pares telefónicos comunes por otros medios de transmisión como el cable coaxial, es posible transmitir las señales en su forma

digital usando las unidades de comunicación de datos (Data Communication Unit -DCU-) erróneamente llamados "modem digitales" por el hecho de que estos no modulan la señal de información, sino que le aplican alguno de los métodos de codificación establecidos y conocidos como Códigos de Línea, entre los que destacan el Retorno a Cero, Manchester y el HDB3.

## 2. DISTRIBUCION DE LA INTELIGENCIA.

Gracias a la invención de los Modem y al desarrollo de controles más sofisticados para la transmisión de datos, se logró establecer una red de comunicación entre lugares muy distantes.

Esta red tenía una estructura de caracter centralizado donde toda la capacidad de procesamiento estaba confinada en una gran computadora central y conectada a esta un gran número de terminales que dependían totalmente de la unidad central para todas sus operaciones (Figura 2).



Procesamiento centralizado; una sola entidad inteligente.

**FIGURA 2.**

Esta configuración tiene la gran desventaja que si desaparece el nexo entre las terminales y la unidad central no hay nada que tome el control y por ende el sistema se vuelve inoperante.

La obvia solución a este inconveniente consistiría en repartir algunas de las funciones de la unidad central en las estaciones periféricas o estaciones terminales, pero dado el incipiente desarrollo de la tecnología electrónica en la década de los años 60 esta era la única estructura que permitía una rentabilidad económica aceptable.

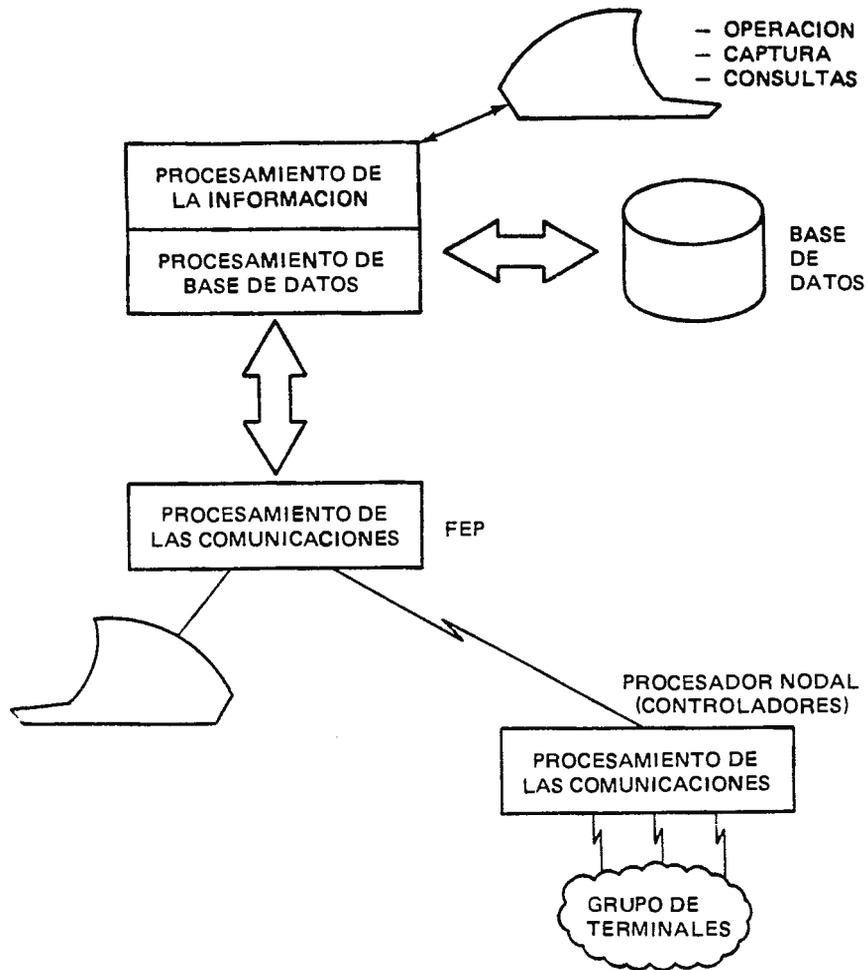
Habría que esperar el advenimiento de los circuitos LSI (Low Scale Integration) y VLSI (Very Low Scales Integration) para que disminuyera el costo de la memoria principal y la creación de los primeros microprocesadores para lograr esta facilidad de procesamiento.

Para observar la progresiva descentralización de actividades en una red de procesamiento es necesario clasificar las funciones en tres grupos:

a) Funciones de procesamiento de información: Se puede definir como la manipulación de datos por medio de la aplicación para producir los resultados deseados.

b) Funciones de procesamiento de red o procesamiento de las comunicaciones: Es el control del movimiento de los datos entre varios puntos de la red.

c) Funciones de procesamiento de bases de datos: Es el almacenamiento y manipulación de cantidades de información en una o más formas, disponible para la red y sus usuarios.



Distribución de la función de comunicaciones.

FIGURA 3.

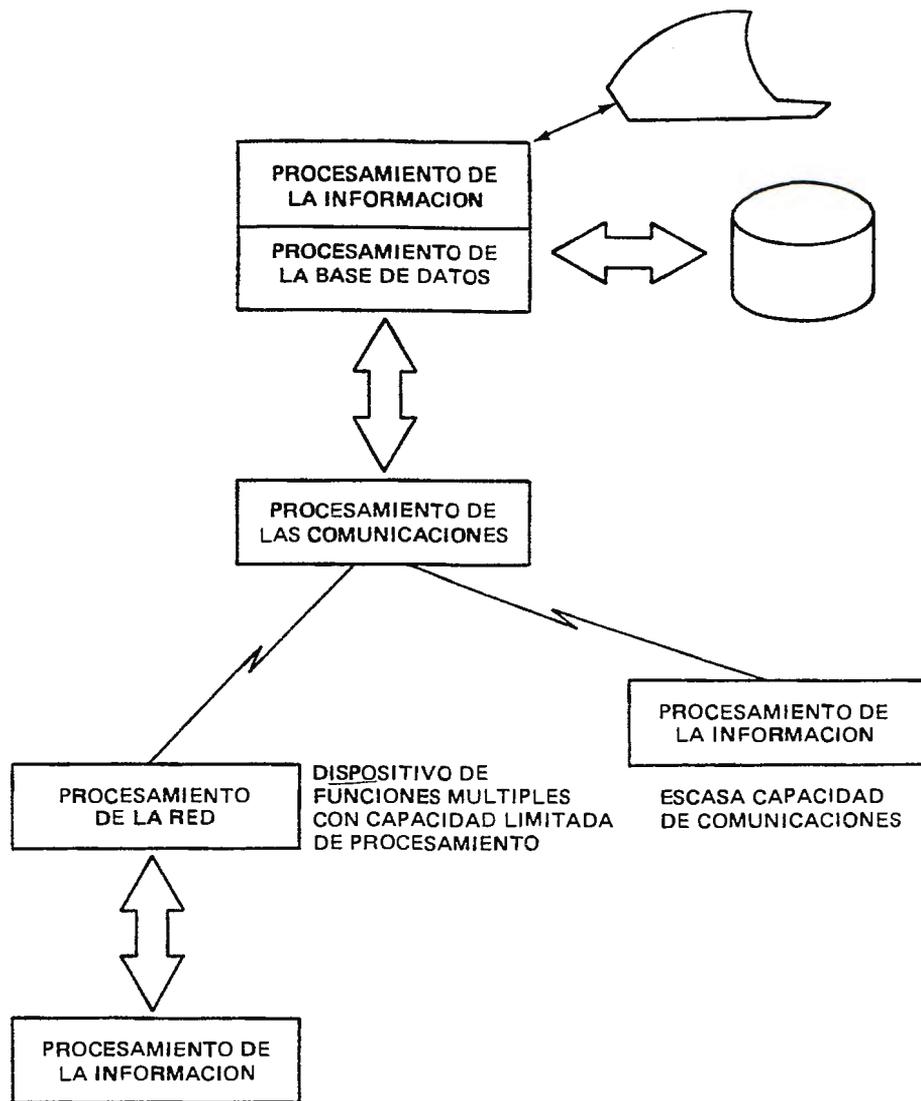
La primera de las tres funciones en ser descentralizada fue la de procesamiento de red y es por esta razón que ha alcanzado un mayor nivel de desarrollo (figura 3). Se inició con una separación de la función en un procesador especializado llamado "Procesador de comunicación FEP (Front-End Processors)" dedicado a la comunicación de datos, liberando de esta tarea al procesador

central. Pero en esta configuración la red aún era centralizada porque todas las funciones se realizaban en el mismo lugar. La extensión de este concepto a las unidades remotas permitió una configuración parcialmente distribuida donde las funciones de bases de datos y procesamiento se mantuvo centralizada y la de procesamiento de red se manejó entre las unidades remotas y el procesador de comunicaciones en la unidad central.

La siguiente función en descentralizarse fue la de procesamiento de información, esta modalidad condujo a los procesadores remotos a operar en forma de procesamiento en lotes.

La característica de esta configuración es que las unidades remotas ejecutaban programas enfocados a tareas particulares de la estación de trabajo y almacenando sus resultados. Esta disposición permitía mantener un registro de las actividades realizadas o para captar transacciones durante la operación para luego ser transmitidas a la unidad central (Figura 4).

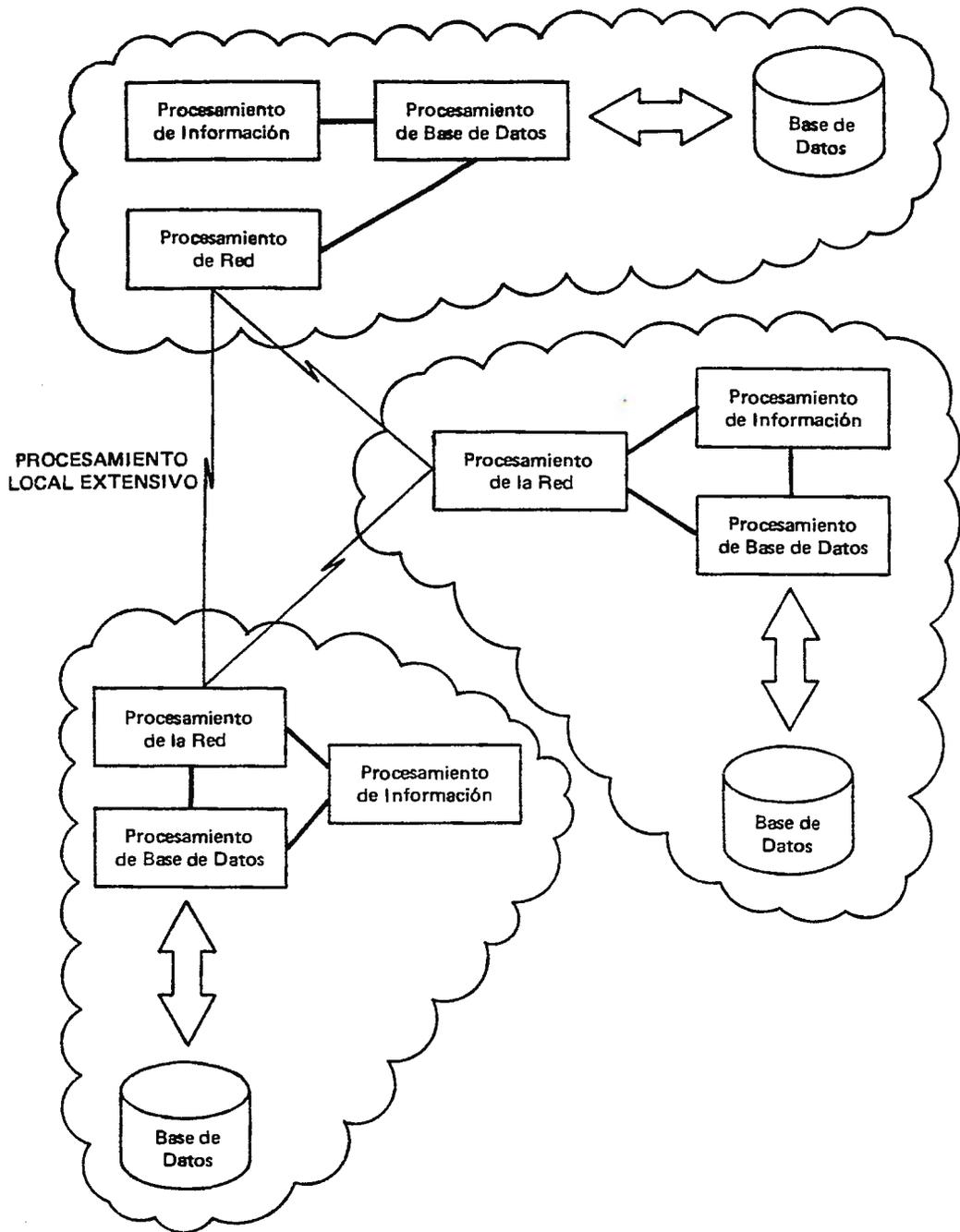
Según esto, las unidades remotas funcionaban como procesadores preliminares dentro de su estación pero dependían totalmente de la unidad central a la que debían consultar cada vez que necesitaran información.



Distribución de la función de procesamiento de la información.

**FIGURA 4.**

El hecho de estar subordinado al procesador central generaba un grave problema de intercomunicación si la red estaba compuesta por componentes y software de diferentes fabricantes.



Distribución de la función de base de datos,

FIGURA 5.

La función que llevó a la total distribución fue la de bases de datos (figura 5); esta descentralización puede tener dos modalidades:

-Si la información mantenida en cada local es diferente, existe una base de datos distribuida.

-Si la información es la misma, se tiene una base de datos redundante.

Cuando una estación remota ya tiene su propia base de datos se tiene una configuración completamente distribuida.

Ahora los locales remotos existen como procesadores semiautónomos capaces de manejar consultas y procesamiento de datos que residan dentro de su área de responsabilidad.

Al final de esta evolución el procesador central se reduce al manejo de datos sumarios, históricos o datos que por su naturaleza deben estar localizados centralmente. En algunos casos la unidad central puede ya no existir, porque un elemento de enlace (satélite) es considerado igual a todos en la red, desempeñando cualquier función o logrando que un compañero apropiado la realice.

### 3. CONCEPTOS SOBRE REDES DE DATOS.

#### 3.1. NECESIDAD DE UNA ARQUITECTURA.

Los avances en la microelectrónica en los últimos años han posibilitado el desarrollo de muy variados dispositivos, pero éstos tienen como denominador común la necesidad paralela de desarrollar componentes y software exclusivo para comunicarse con ellos.

Mientras tanto el desarrollo de nuevos conceptos de comunicación y procesamiento de datos impulsan a la consecución de las siguientes metas:

- La creación de protocolos de comunicación de datos que trasciendan los límites de los anteriores protocolos.

- Aumentar la capacidad de trasladar inteligencia a dispositivos cada vez más pequeños.

- Conseguir el desarrollo de las comunicaciones entre clases más nuevas de dispositivos.

- Cubrir la necesidad de interconectarse con medios más nuevos de transportadoras comunes.

Para lograr estas metas es necesario que todos los productos de comunicación relacionados trabajen juntos de forma compatible para aprovechar las nuevas tecnologías y servicios con un mínimo impacto sobre el medio en que operan.

Esto se conseguiría solo con la creación de un Plan Maestro o Arquitectura que defina las recomendaciones necesarias para la interconexión de componentes de diversos fabricantes en áreas como:

- Los conceptos o estructuras lógicas involucradas.
- Las reglas y pautas referentes a la interconexión.
- Una serie de posibles configuraciones para la red.

En este contexto el Plan Maestro debe cumplir con algunos objetivos claves, estos son:

- a)Hacer la red transparente tanto para el usuario final como para el programador de aplicaciones.
- b)Mejorar la manipulación de los cambios en cualquiera de los elementos de la red.
- c)Permitir que sistemas centrales múltiples u otros dispositivos inteligentes sean conectados a la misma red.

d)Habilitar terminales funcionalmente diferentes (por ejemplo: finanzas, manufactura, etc).

En una red de procesamiento de datos se conectarán muchos usuarios ubicados en muchos lugares y con dispositivos de características múltiples. Para trabajar en forma conjunta es necesario ocultar a los usuarios funciones complejas como el control de dispositivos, formato de códigos y restricciones en el almacenamiento.

También el sistema debe ser capaz de realizar las funciones de control de red, como la determinación de rutas de enlace sin importar la ubicación física de los usuarios.

Se espera que la arquitectura responda de forma eficiente a diversos requerimientos de complejidad, desde las redes con terminales no programables, las grandes redes de aplicación y terminales de distinto tipo mezcladas, hasta redes que contienen múltiples computadoras centrales.

El Plan Maestro debe poder absorber los productos de comunicación que ya existen, y enfrentar a los futuros para lograr una omisión o reemplazo de funciones de acuerdo con la configuración elegida.

También debe facilitar la distribución de la inteligencia logrando:

- Descargar las funciones de red liberando recursos para el procesamiento.

- Disminuir el número de accesos de las unidades remotas a la unidad central.

- Que las terminales puedan diseñarse según la función que van a realizar.

En base a los conceptos expuestos, se concluye que una arquitectura es:

- Una estrategia comercial para solucionar problemas de compatibilidad en una línea de productos, mediante un conjunto de especificaciones técnicas que definen las interrelaciones entre las partes de un sistema y la distribución de funciones entre las componentes de la red.

### 3.2. MODELOS DE REFERENCIA.

Un Modelo es una simplificación, la cual hace a un concepto más comprensible. Para comprender modelos de sistemas complejos, es importante dividir las estructuras en partes fácilmente comprensibles. Los sistemas de comunicación se consideran a menudo estratificados en Capas de Funciones.

El sistema se estructura en capas, las cuales sirven para proporcionar una ejecución apropiada de las funciones que permitirán:

- Independencia de actividades entre capas (un cambio en una capa solamente afectará a esa capa).
- Ocultamiento de una implementación específica de cada capa, según lo ven los usuarios de esa capa.
- La utilización de servicios comunes compartidos por diferentes aplicaciones.
- El secuenciamiento de los sucesos en el tiempo, de capa a capa.

La técnica estructural básica para construir la arquitectura del modelo de referencia, consiste en un conjunto jerárquico de capas, según lo muestra la figura 6. De manera formal se puede definir como sigue:

1. La capa intermedia (n) de la estructura hace uso de los servicios de la capa inferior (n-1), a través del acceso de tipo (n-1).

2. La capa intermedia (n) se compone de entidades de tipo (n) que cooperan de acuerdo a un protocolo de tipo (n).

3. Las entidades de tipo (n) realizan funciones de tipo (n) que utilizan los servicios de tipo (n-1) para proporcionar servicios de tipo (n) a la capa superior (n+1).

La especificación de una capa de la arquitectura debe referirse en cierto modo a la serie de servicios proporcionados por las capas más bajas. Esto se hace mediante funciones de acceso.

El propósito de este modelo es proporcionar una estructura de referencia completa para el total de estándares necesarios para la interconexión y permitirá:

-Ubicar los estándares existentes en perspectiva.

- Identificar las áreas que requieren desarrollo adicional.
- Aumentar, sin interrumpir previamente los protocolos definidos y las interconexiones.
- Permitir un fácil delineado para lograr implementaciones prácticas.
- Estar sujeto a formalización y estructuración, para determinar que la funcionalidad sea correcta y completa.

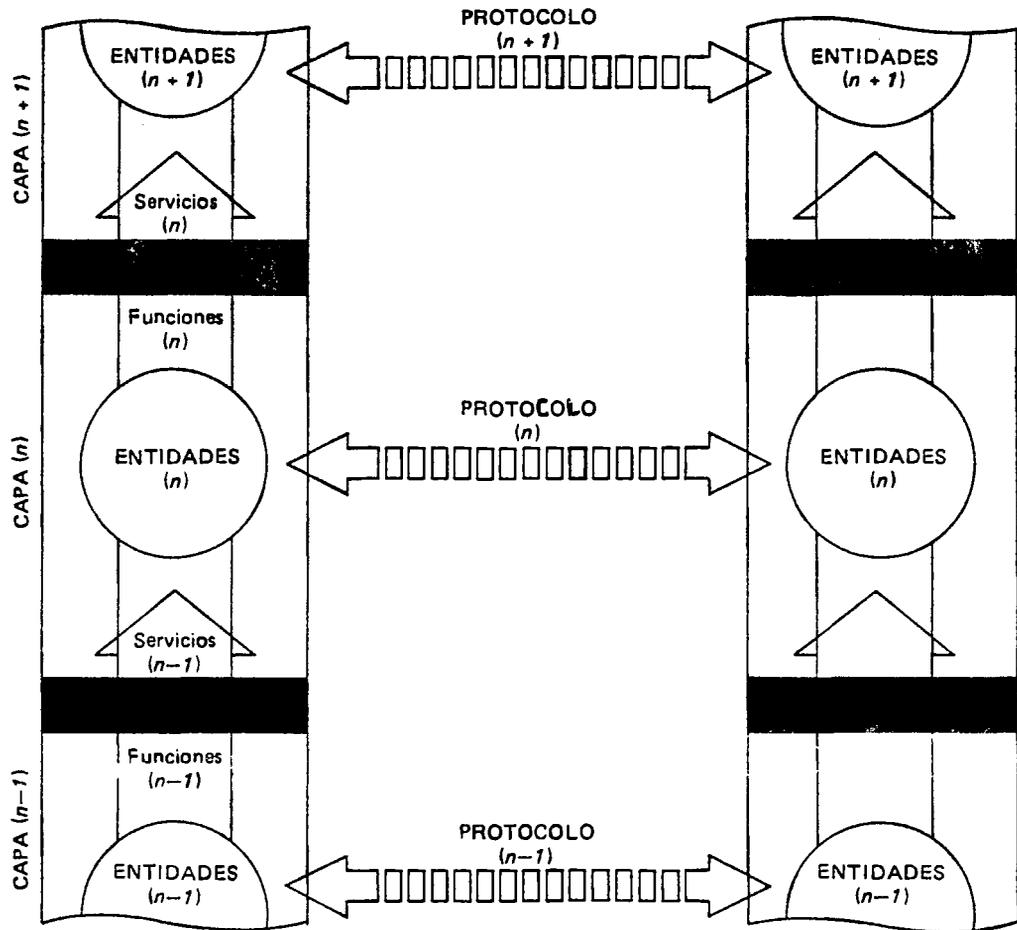


FIGURA 6.

Para comprender mejor el modelo de referencia anterior, se supondrá que se deben conectar un grabador de diskettes y un microcomputador. Una forma de hacer esto es estudiar los diagramas eléctricos de ambos aparatos y tratar de determinar los puntos apropiados donde los aparatos pueden ser acoplados eléctricamente para que las señales emitidas por el microcomputador sean grabadas en el diskette. Podría ser difícil ubicar éstos puntos de acoplamiento adecuados si los diagramas no están bien documentados. Las señales eléctricas podrían también requerir algún ajuste.

Resultaría mucho más fácil interconectar un grabador de diskettes y un microcomputador, si ambos fabricantes hubieran previsto la necesidad y se hubiera instalado algún enchufe que tuviera señales eléctricas bien definidas. En este caso, el funcionamiento interno de ambos aparatos no tendría que haberse estudiado, solamente los pines del enchufe, que son lo único que debe estar visible en el aparato. Estos pines podrían llamarse Puntos de Visibilidad.

Los sistemas de computadoras son más complejos que los grabadores de diskettes, por lo que su interconexión requiere de algo más que definir un simple enchufe. Los computadores contienen una jerarquía de funciones (aplicaciones, sistema operativo, método de acceso, etc). A esta jerarquía de funciones se le llama Capa. La interconexión de capas requiere la definición de protocolos, los

cuales son la serie de reglas que se siguen dentro de cada capa para las interacciones entre sistemas interconectados. Además, las definiciones de protocolo suponen algunas interacciones entre capas dentro de cada sistema de computador. Por ejemplo, un programa de aplicación pasa ciertos parámetros al sistema operativo en funcionamiento. La serie de reglas seguidas por las dos capas, cuando se encuentran ocupadas en interacciones mutuas se conoce como interconexión (Interfase).

Una vez que las interconexiones y protocolos se encuentran definidos entre sistemas interconectados, pueden trabajar en cooperación para alcanzar un propósito común. Se convierte en un sistema distribuido. Si existe una serie común de definiciones de todas las interconexiones y protocolos usados en sistemas distribuidos, ya no es necesario estudiar el funcionamiento interno de cada sistema. Las interconexiones y los protocolos son iguales a los enchufes en la conexión del grabador de diskettes y el microcomputador; por lo tanto hacen mucho más fácil la interacción.

Si el proceso de desarrollo requiriera que todos los sistemas interconectados siguieran rígidamente un modelo que defina con precisión los sistemas en su conjunto, entonces los productos desarrollados sólo podrían abarcar sistemas de computadoras de la misma familia. Aún más, no muchos vendedores aceptarían estar restringidos, hasta tal punto, en el diseño de sus propios productos. Pero si las restricciones se limitan sólo a

interconexiones y protocolos necesarios para construir un modelo se vuelve comercialmente atractivo para muchos vendedores el aceptar estas limitaciones como la contraparte de un mercado más amplio. Para tener una referencia fácil sobre la serie de interconexiones y protocolos de un modelo, se utiliza el término Arquitectura de Comunicaciones. Entonces, se puede decir que un sistema corresponde a un Modelo de Referencia cuando contiene los Puntos de Visibilidad especificados por la Arquitectura del Sistema, por ejemplo: las interconexiones y protocolos necesarios para la interacción.

### 3.3. ESTRATOS FUNDAMENTALES DE LAS ARQUITECTURAS.

Una característica común a las arquitecturas, es la de una estructura en capas en cada nodo de la red. Aunque el número exacto de capas de funciones apropiadas todavía no está respaldado por la demostración rigurosa, ha surgido de la experiencia un cierto consenso. Las capas básicas de protocolo consisten de transmisión, administración de servicios y funciones de aplicación (figura 7).

a) Funciones de transmisión.

La capa de transmisión se ocupa del ruteo y movimiento de datos entre el origen y el destino. Esta capa maneja el camino y las conexiones a nivel de enlace. El que los datos sean transportados a través de cables, microondas o satélites es intrascendente, mientras sean entregados sin alteración en el destino apropiado. Nuevas técnicas de transmisión tales como conmutación de paquetes, requieren algún formato específico de datos. El protocolo de transmisión es responsable de esta función. Esta capa debe incluir también control de error para asegurar que los datos se entreguen correctamente, y si no es así, para corregirlos o retransmitirlos.

b) Administración de servicios.

Esta capa proporciona transformaciones específicas según el dispositivo: de las características del emisor a las necesidades del receptor. Esta capa es clave para la confección de redes, ya que proporciona las funciones de traducción entre las características de terminales físicas y los programas de aplicación. Las terminales disponibles en el mercado pueden utilizar diferentes códigos, teclados, formatos, etc. y continuamente aparecen nuevas variedades de terminales en el mercado. Así, sería prácticamente imposible que cada programa de aplicación trabajara apropiadamente con cada terminal. Por ejemplo,

se considera un programa de aplicación que emite una serie de líneas con una longitud de 132 caracteres, cada caracter codificado binariamente en EBCDIC (Extended Binary Coded Decimal Information Code -Código ampliado para intercambio, en el cual los decimales se dan en codificación binaria-) ¿Cómo puede una terminal de despliegue que trabaja con caracteres código ASCII y una amplitud de 80 caracteres ubicar la línea transmitida? Deben definirse algunas reglas de adaptación:

- Traducción de caracteres EBCDIC en caracteres ASCII.

- Reformateo de líneas de 132 caracteres en líneas de 80 caracteres.

La capa de administración de servicios tiene también otros dos papeles fundamentales: control de la red y control de sesión. El control de sesión vigila el estado de la sesión, coordinando la activación/desactivación de una sección y brindando apoyo para comenzar, borrar y resincronizar los flujos de datos relacionados con la sesión.

c) Funciones de aplicación.

La capa de aplicación se ocupa de las funciones del usuario final y puede ser un programa de aplicación o un dispositivo de entrada/salida, tal como una terminal. En el computador, la capa de aplicación consiste de programas de aplicación, de los cuales el usuario de la terminal solicita información a través del

procesamiento de los datos. En la terminal, la capa de aplicación está representada por el operador de la terminal o un programa de aplicación en una unidad de control programable. A estos orígenes y destinos de información se les llama "Usuarios Finales" y también se incluyen en este grupo diversos medios físicos de almacenamiento, tales como cintas y discos magnéticos.

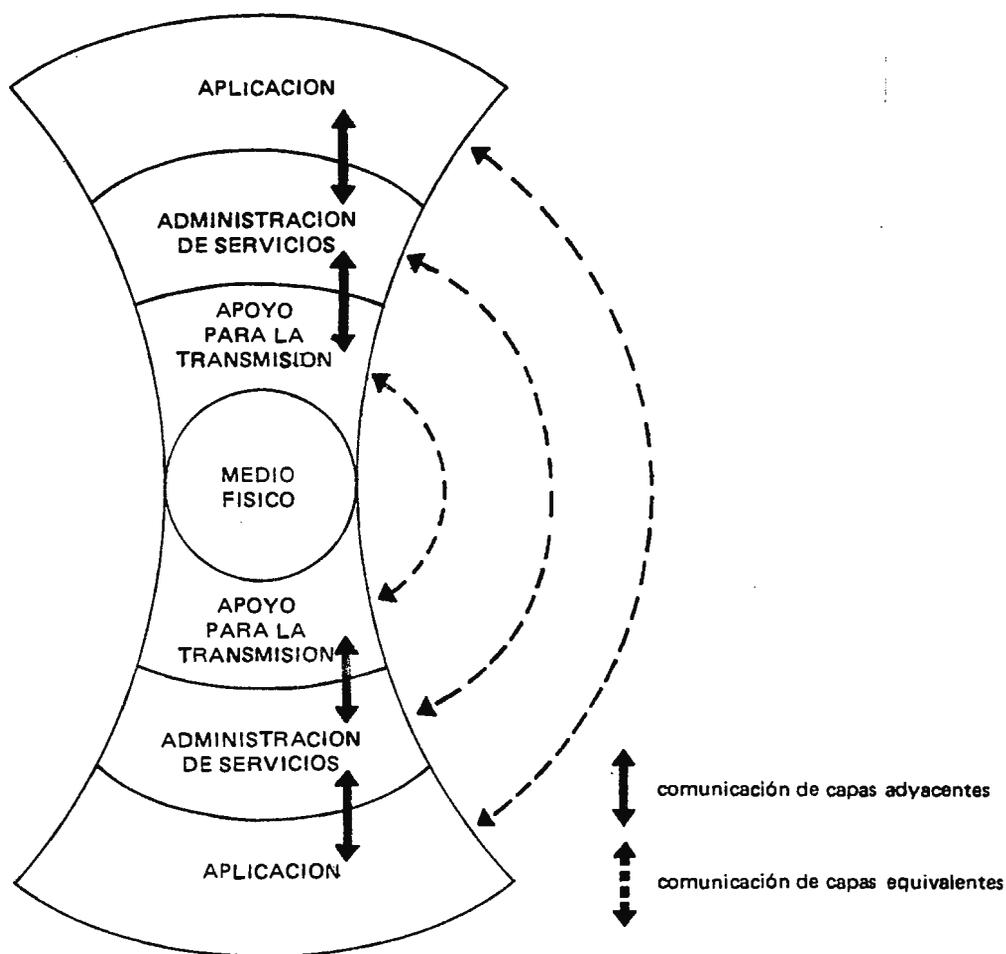


FIGURA 7.

### 3.4. NIVELES DE INTERCONEXION.

Otra característica común a las arquitecturas de redes de computadoras es la de tener tres niveles de conexión dentro de la red. La siguiente figura ilustra estos niveles:

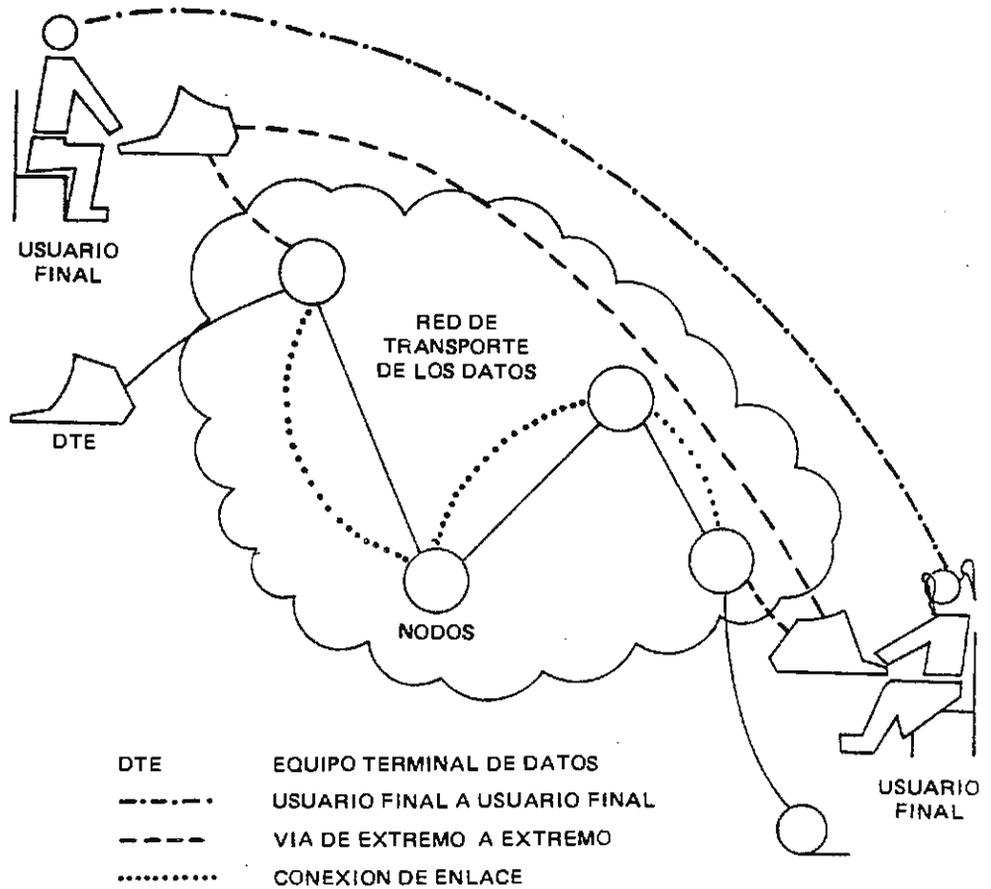


FIGURA 8.

El primero o nivel más básico, es el del enlace entre nodos.

Este enlace podría ser una única línea de comunicación que interconecta dos equipos, o una línea que une un dispositivo con varios, administrada por un procesador de comunicaciones, un concentrador remoto o aún un controlador inteligente. En cualquier caso, es la instalación de comunicación en especial la que interconecta eléctricamente dos o más entidades físicas de la red. La conexión en este nivel de enlace se implementa usualmente por medio de uno de los controles de enlaces de datos de alto nivel. Esta función se encuentra en la capa de transmisión.

El segundo nivel de conexión dentro de la red es el que se encuentra entre el nodo de origen y el nodo de destino, y se le llama vía extremo a extremo. Esta es una conexión lógica o grupo de reglas de ruteo para trasladar datos desde el nodo de entrada hasta el nodo de destino. La vía física puede ser constante durante la comunicación o puede variar dinámicamente, dependiendo de la arquitectura. Como punto de referencia, en el estándar de comunicaciones X.25, el procedimiento para interconectar redes públicas de paquetes, se aplica al nivel de caminos de conexión de la red. Emplea un modo de identificar lógicamente un destino en la red, que alguna inteligencia dentro de la misma traduce en una dirección física. Uno se comunica con un nodo de entrada a la red pública de paquetes en el nivel de enlace e incluye instrucciones

para que la red pueda actuar en el nivel de vía de extremo a extremo.

El tercer nivel de conexión es el que existe entre usuarios finales apareados. Estos no siempre son personas. Por otro lado, son siempre origen o destino de datos. Uno de los usuarios finales apareados será generalmente una persona en un teclado, pero puede ser una impresora o una pantalla de tubo de rayos catódicos (TRC). El otro miembro del par será a menudo un programa que recibe la entrada y/o envía la salida al primero. Sin embargo, ambos podrían ser programas de aplicación. Una aplicación que se esté ajustando en un controlador inteligente puede comunicarse con un programa de aplicación en un computador central para recuperar datos excepcionales que no se encuentren en su propio almacenamiento, por ejemplo. En tal caso, ambos usuarios finales son programas. Ambos usuarios finales pueden también interconectarse con dispositivos de entrada/salida o programas que no son visibles para la red.

Generalmente se considera que el usuario final está fuera de la arquitectura de la red. Así la red no pone restricciones a las funciones dentro del usuario ni al formato de la interconexión con el usuario final. Por lo tanto, el concepto clave debe ser una definición estructurada sólo de los protocolos y formatos para flujos de mensajes en conexiones lógicas. El usuario final y su interconexión no están estructuradas y son dependientes del producto.

#### 4. REDES DE AREA LOCAL (LOCAL AREA NETWORK -LAN'S-).

##### 4.1. GENERALIDADES.

Los cambios dentro del ámbito de los productos de procesamiento de datos, terminales, impresoras y procesadores permitirán que estos elementos permanezcan en la esfera activa de procesamiento de datos durante los años venideros. Sin embargo, hay cierta expectativa ante el hecho de que nuevas clases de aplicaciones implicarán tipos (fundamentalmente diferentes) de mecanismos de entrada/salida y transferencia de información. Estas aplicaciones y sus procesos de entrada/salida podrían ser los siguientes:

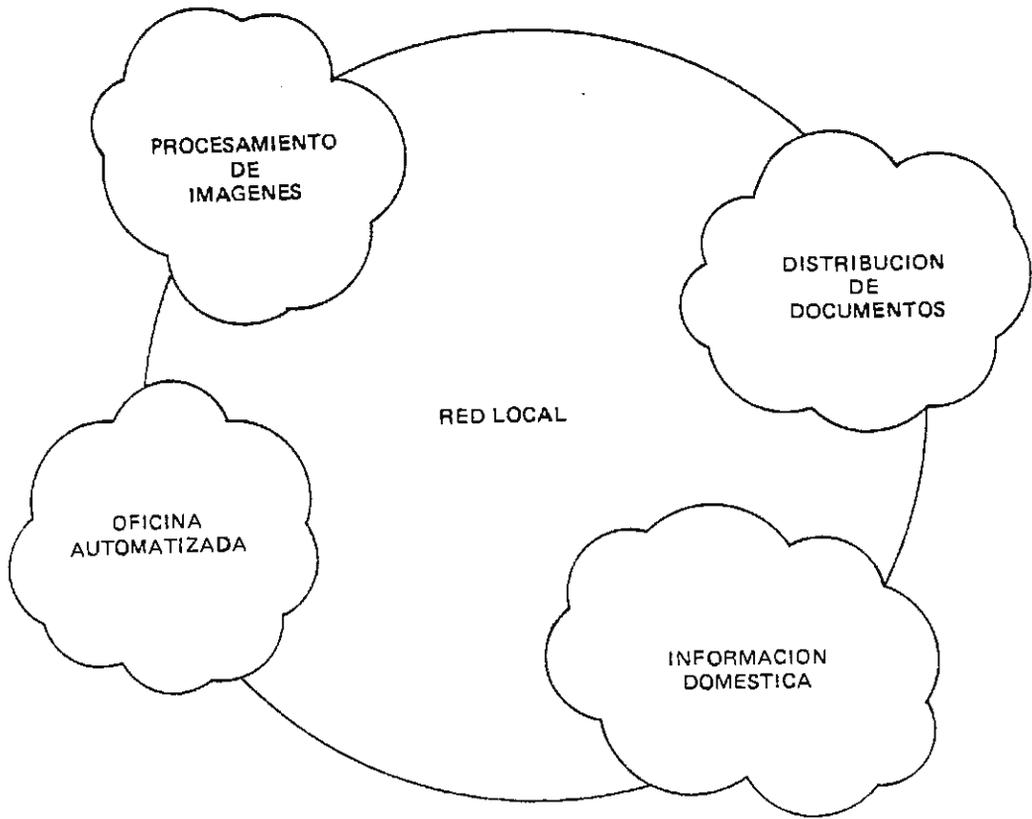
-Procesamiento de imágenes: La entrada en forma discretizada del resultado del examen electrónico de documentos; el archivo de documentos en imágenes en una base de datos y el procesamiento de estos documentos con intervención del hombre, a través de la red, de emisiones intensificadas en imágenes.

-Distribución de documentos: La transferencia de alto volumen de facsímiles y/o imágenes discretizadas entre centros de distribución de documentos y la subsiguiente distribución parcialmente electrónica y parcialmente manual, desde estos centros de distribución a sus receptores. Un subgrupo de esta clase de

aplicación es el Correo Electrónico, que trata de usar técnicas similares a los sistemas de correo actuales.

-La oficina automatizada: La captación electrónica de golpes a teclas de máquinas de escribir electrónicas (u otros medios de entrada) y el uso de comunicaciones y procesamiento de datos para apoyar las funciones de registro, archivo, recuperación, copia y distribución del complejo de la oficina. Muchas de estas funciones han sido ubicadas en dispositivos especiales disponibles actualmente.

-Información doméstica: La fusión de pequeños procesadores, máquina de escribir y televisores permitirá a las personas acceder a servicios antes no disponibles en el hogar. Los datos disponibles serán tanto personales como comerciales. Los datos personales consistirán en hechos entrados por el usuario y almacenados localmente, tales como recibo, datos sobre impuestos, información financiera y proyectos personales. La información corriente estará caracterizada por servicios como pedidos por catálogo, estudios de mercadeo en masa y educación interactiva. Estas funciones pueden visualizarse de forma gráfica en la figura 9.



Combinación de funciones en redes locales.

**FIGURA 9.**

Estos nuevos dispositivos serán parte de un sistema que combinará la función de transmisión de datos, la función de transmisión de video y la función de comunicación común conocido como la Red Local (figura 10).

## CANAL DE COMUNICACIONES

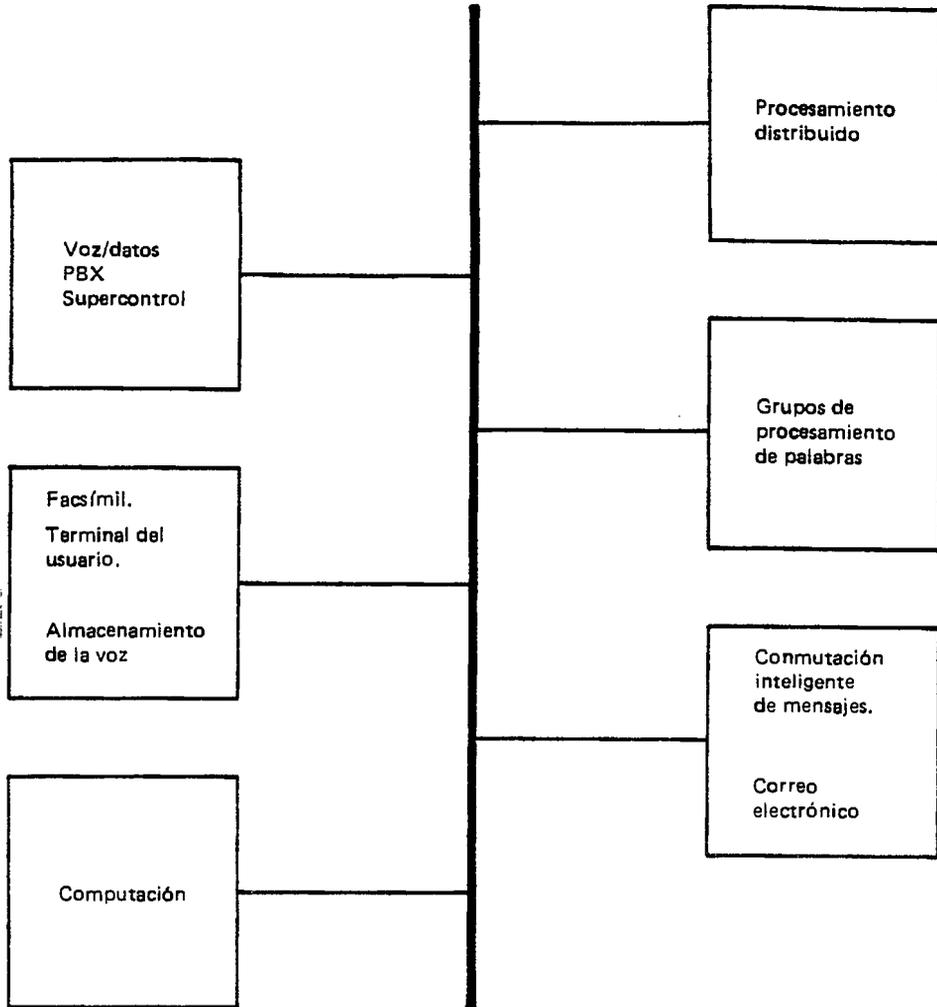
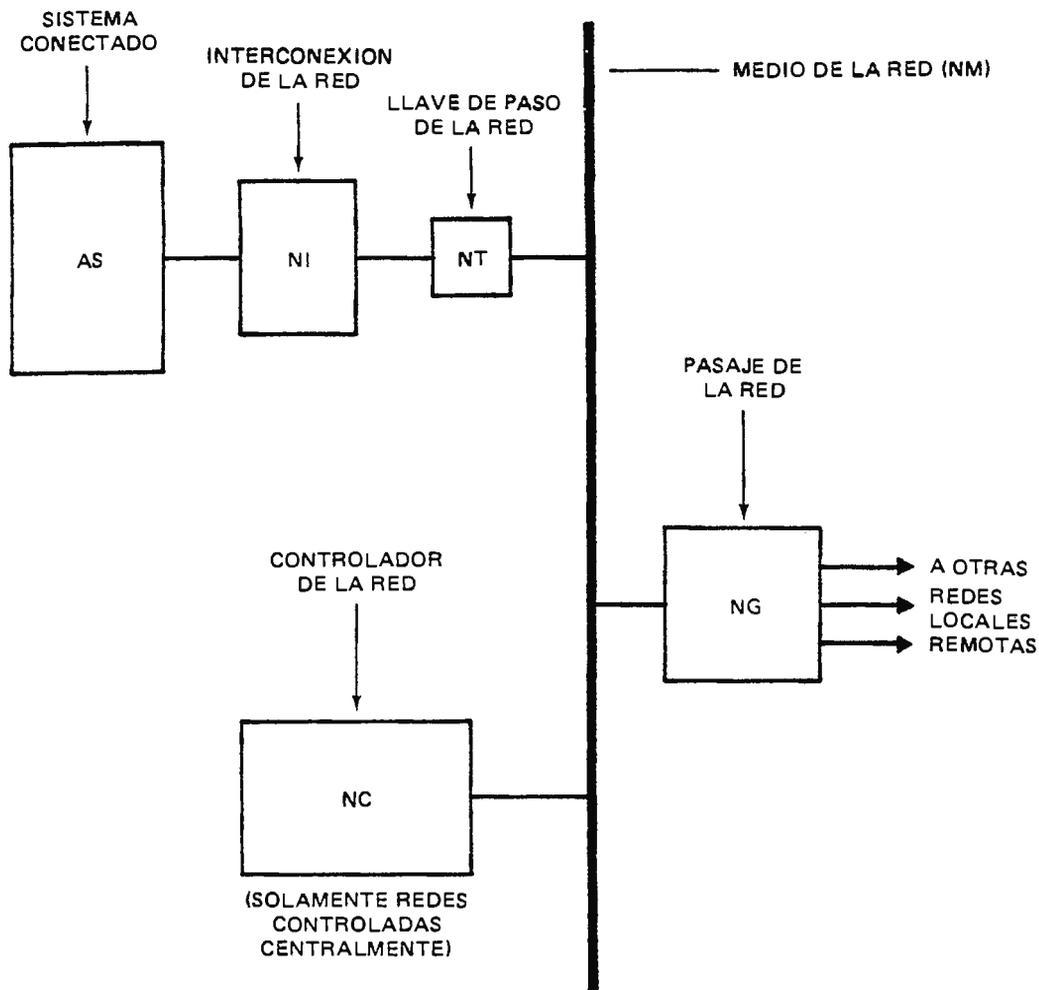


FIGURA 10.

Estas redes locales proporcionarán los enlaces de transmisión dentro de un edificio grande o un grupo de edificios cercanos y manejarán aproximadamente dos tercios del volumen total de las necesidades de comunicación de grandes organizaciones. El otro tercio requerirá el uso de servicios de transmisión de transportadoras comunes tradicionales.

Estas redes locales habitualmente usan una arquitectura basada en cable seriales para unir computadores, periféricos, terminales de datos y equipos de oficina. Ofrecen una red de componentes barata, capaz de operar a velocidades entre 100 Kbps y 500 Mbps, con márgenes de error muy pequeños. Por estas razones ciertas organizaciones (vendedores, organismos de estandarización), están destinando considerable tiempo y dinero al desarrollo de redes locales comerciales. Por eso, que al diseñar una arquitectura de comunicaciones deben tenerse en cuenta las redes locales.

Una red local se define como un sistema de comunicación intra-oficina, intra-edificio, intra-servicio, que apoya algún tipo de procesamiento de comunicaciones y transferencia de información transparente entre usuarios y/o dispositivos electrónicos. Hay dos cosas que una red local no es: no es una red geográficamente dispersa (esta es la red de largo alcance); tampoco es un computador multiprocesador. La figura 11 es la representación gráfica de una red genérica de computadores locales.



Elementos de una red local genérica.

FIGURA 11.

Este diagrama contiene la mayoría de los componentes importantes de una red local. Estos incluyen:

-Medio de la Red (Network Medium -NM). La vía para mensajes.

-Sistema Conectado (Attached System -AS). Los dispositivos que se comunican utilizando la Red Local.

-Interconexión de la Red (Network Interface -NI). El enlace lógico entre el sistema conectado y el medio de la red. En muchos casos, la interconexión de la red tiene un papel importante en la administración de la red.

-Llave de paso de la Red (Network Tap -NT). EL enlace físico entre la interconexión de la red y el medio de la red.

-Pasaje de la Red (Network Gateway -NG). Proporciona la capacidad de conmutación y conversión para comunicaciones fuera de la red.

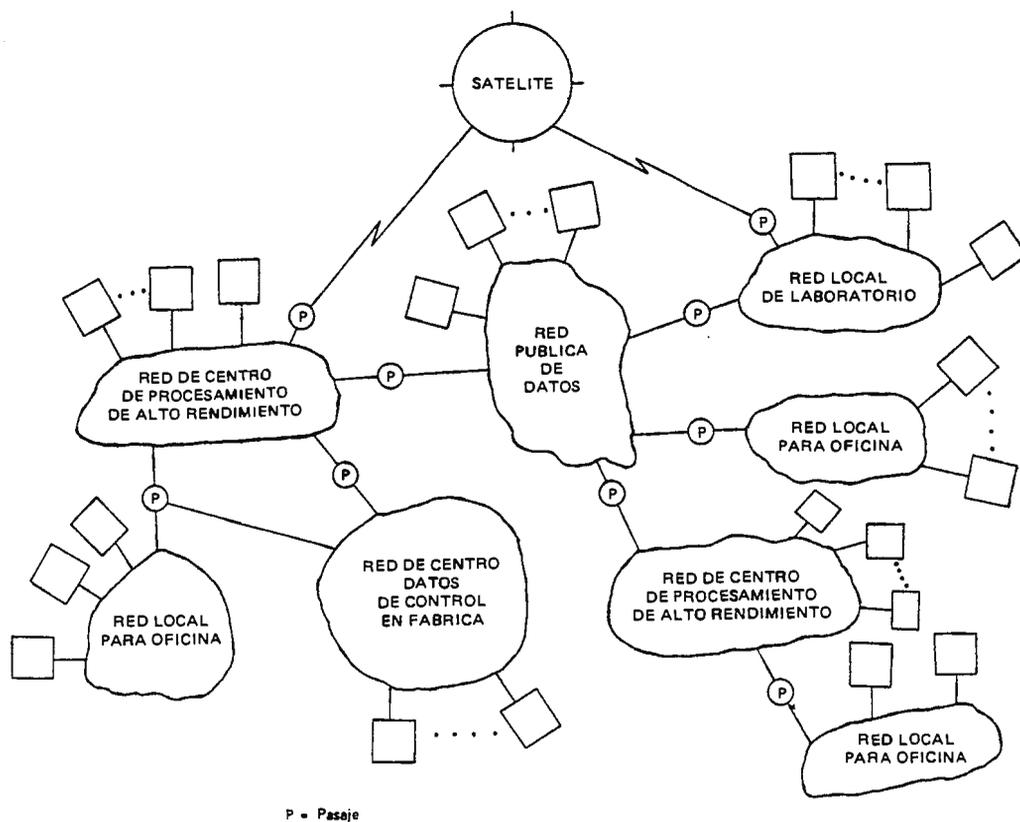
-Controlador de la Red (Network Controller -NC). El elemento de conmutación central o conversión necesario en algunas topologías.

En lo que se refiere a este modelo, el medio de la red es el "conducto" por el cual pasa la información. La mayoría de las redes locales emplean un medio coherente para las comunicaciones. Los medios incluían pares de cables trenzados, cable coaxial y fibra óptica. Sin embargo, varios usan técnicas de transmisión inalámbrica tales como subcanales de frecuencia de radio e infrarrojos.

La mayoría de las redes locales requieren algún tipo de interconexión lógica entre los sistemas conectados y la red. Esta unidad de interconexión puede utilizarse para ensamblar paquetes, para detectar interferencias en la transmisión, para traducir mensajes, o en general, para ordenar los mensajes recibidos del sistema conectado en el protocolo de red adecuado. La interconexión de red podría integrarse al sistema conectado o permanecer como un componente físico separado. En algunas arquitecturas de red no se requiere el NI.

Además de la interconexión lógica, todas las redes locales requieren una conexión física específica con el medio de la red. Esta NT podría ser una simple llave de paso en un cable de televisión (CATV) que forma simplemente conexión positiva con el medio. La llave de paso de la red podría ser un componente eléctrico.

Por definición, la red local avanzada debe incluir alguna clase de salida al exterior a otra red local, a una red intra-oficinas, a un computador principal o a una red transportadora común de largo alcance (figura 12).



Redes combinadas.

**FIGURA 12.**

Dependiendo de la arquitectura de la red local, se puede requerir un controlador central de comunicaciones. Este componente se usa en las redes de tipo estrella y anillo, para funciones de red integrales.

## 4.2 REDES LAN.

Anteriormente se han tratado aspectos generales sobre las Redes Locales. En esta sección se entrará en detalle de los elementos involucrados.

Una Red de Area Local (LAN) es un sistema formado por dispositivos de procesamiento de información interconectados por un medio común de comunicaciones. El control de los mismos puede estar centralizado, distribuido o ser una combinación de ambos. Una LAN, por definición, tiene impuesta una restricción de alcance, limitando el área de cobertura al entorno definido por un usuario o tipo de usuario.

Una de las formas de distinguir distintas clases de LAN's es la de tener en cuenta quién desarrolló el modelo y cómo se utiliza. Usando este criterio se distinguen tres clases de LAN's.

### 4.2.1 CLASES DE LAN'S.

Básicamente, existen tres tipos de soluciones en redes locales:

-Redes de propiedad de un proveedor: Son aquellas desarrolladas por un proveedor de equipos de computación, para soportar la distribución geográfica u organizacional de sus Equipos Terminales de Datos (ETD). Surgen como complemento del concepto de descentralización administrativa del procesamiento de datos.

-Redes Estándares: En estos casos, la red no es diseñada para interconectar los equipos existentes sino que son estos los que se diseñan de modo que conformen los estándares especificados por el productor de la red.

-Redes de Aplicación Universal: Esta clase de redes son un compromiso entre las dos primeras; tratan de proveer un medio (lógico y físico) de comunicación entre componentes de distintos proveedores (este es su aspecto "estándar"). Pero a diferencia de la segunda clase, el uso de estas redes no implica el pago de una licencia a su inventor. Este construye interconexiones para una gran diversidad de equipos, para que "cualquier" usuario tenga la posibilidad de integrarse a la red. Estas piezas de interconexión suelen ser programables para adaptarse a situaciones diversas, realizando las conversiones de códigos y protocolos necesarios.

#### 4.2.2 VENTAJAS DE LA UTILIZACION DE LAN'S.

El uso de Redes de Area Local (LAN's) conlleva a obtener algunas ventajas, entre las cuales se pueden mencionar las siguientes:

-Es indudable que el poder compartir recursos trae mayores posibilidades desde el punto de vista de las aplicaciones, así como también, disminuye los costos por usuario conectado.

-Compatibilidad de Equipos. En una LAN que tenga cierta flexibilidad a nivel de las interconexiones, es posible juntar equipo de diferente tecnología, proveedor, aplicación, etc.

-Procesamiento Distribuido. La posibilidad de tener unidades redundantes, no depender de un único elemento central, disponer de cierto grado de independencia a nivel de usuario, poder procesar en el lugar donde se originan los datos y se toman las decisiones finales, etc. son beneficios que trae consigo el uso de LAN's.

-Aplicaciones complementarias o de Valor Añadido. Las comunicaciones entre terminales, el acceso a bases de datos y documentación útil, el soporte de correo electrónico, etc. son otros beneficios relacionados al uso de LAN's.

-Ventajas comparativas con otros tipos de conexión. Velocidades mayores, menor tasa de error, distancias mayores, transmisión simultánea de información de distinta naturaleza.

-Distribución Física del Hardware. Las LAN's permiten optimizar la disposición de los equipos, mejorando la interrelación entre el hombre y la máquina, los requerimientos ambientales, reduciendo costos de instalación, volviendo estéticamente mejores los lugares de trabajo.

-Simplicidad y flexibilidad de modificaciones de configuración. En muchas LAN's, las "altas" y "bajas" de elementos de la red no afectan al resto de los usuarios, ni implican cambios en el software de control.

#### 4.2.3 TOPOLOGIAS DE LAS REDES DE AREA LOCAL.

Topología se refiere al completo arreglo geométrico de el medio de transmisión y los dispositivos que componen a una LAN. La topología de una LAN ejerce influencia en su funcionamiento, confiabilidad, y su estrategia de control.

Normalmente, las redes locales se basan en cuatro topologías principales: Estrella, Bus y Anillo (figuras 13 a,b y c respectivamente).

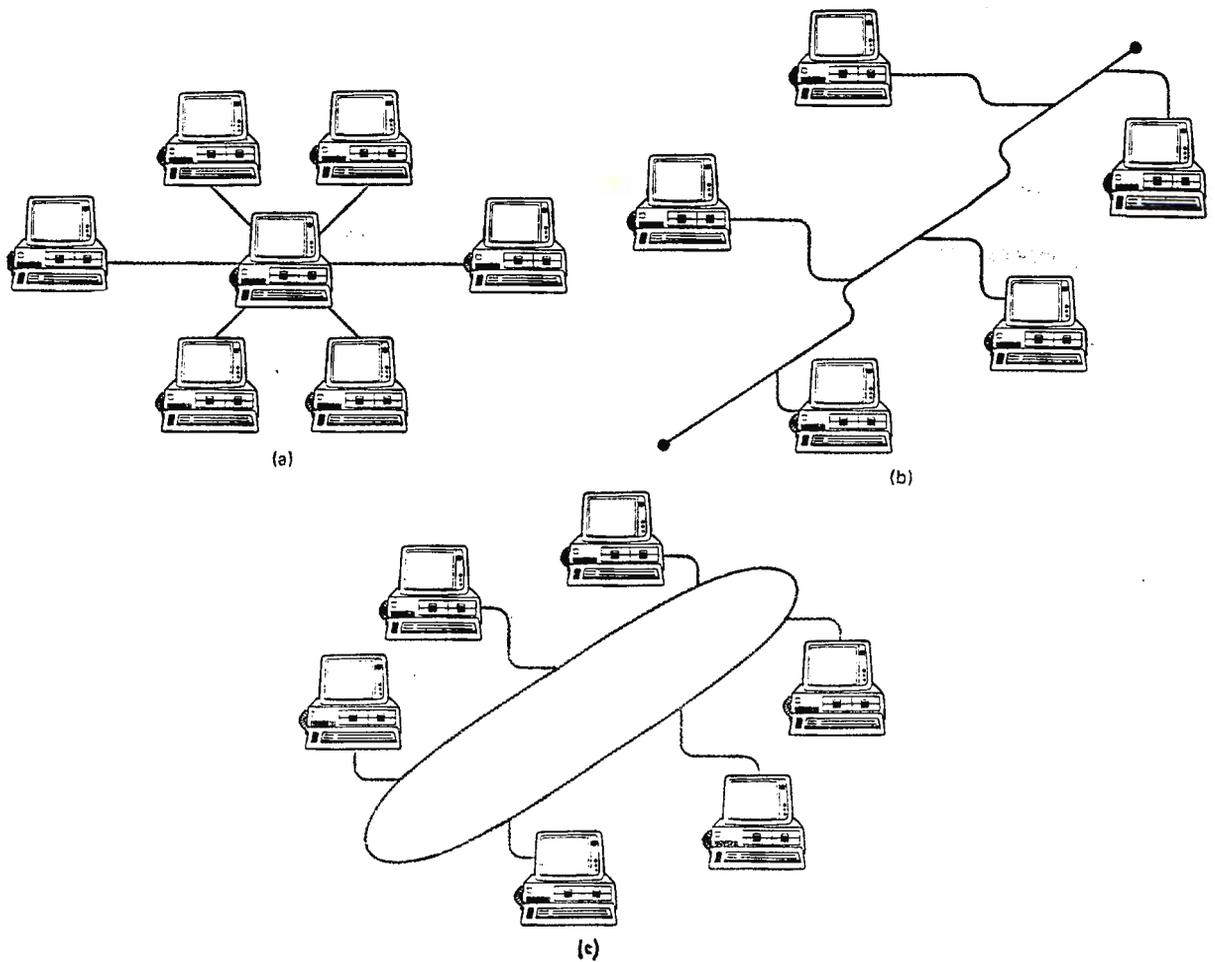


FIGURA 13.

-Estrella (figura 13a): El diseño estrella es relativamente simple para una red de computador. Consta de una Unidad Central de Procesamiento (CPU) que controla el flujo de información a través de la red hasta todos los nodos. El tamaño de la red se controla por intermedio del poder de la CPU central. Igualmente, si el controlador se detiene, la

red deja de funcionar. Esta es la estructura más simple de diseño de una red, se usa comúnmente en redes privadas. Una forma de red estrella la constituye el Intercambio Privado entre Dependencias (Private Branch Exchange-PBX), sistema de comunicación telefónico, el cual puede manejar datos, si es de tipo digital. Los sistemas de procesamiento de palabras también pueden configurarse como redes estrella.

La mayoría de sistemas de computadores tradicionales están diseñados como redes estrella. Estas redes tienen un computador central que actúa como controlador del flujo de información hacia y desde cada dispositivo del sistema.

Las redes estrella fueron las primeras redes en desarrollarse debido a su estructura relativamente simple. La desventaja principal radica en las limitaciones en cuanto a rendimiento y confiabilidad generales. En caso de fallar el controlador central, todo el sistema deja de funcionar. Asimismo, la red puede crecer sólo hasta alcanzar la capacidad del controlador central. Sin embargo, estas redes tienen cabida en aquellos casos en que las aplicaciones principales están ligadas a gran capacidad de procesamiento, adecuada para computadores centrales. Además, las redes estrella pueden representar una importante topología para las comunicaciones vía satélite.

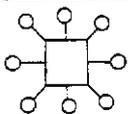
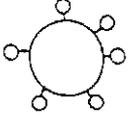
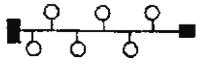
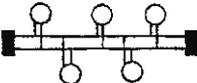
-Bus (figura 13b): El principio de la red Bus, es la ausencia de un computador central. Cada nodo o enlace en la red está conectado a un medio único y pasivo de comunicaciones, como por ejemplo, un cable coaxial. Un nodo no depende del siguiente para que el flujo de información continúe. Esta red permite que los mensajes sean transmitidos a todos los nodos simultáneamente a través del "Bus". Cuando un nodo reconoce que un mensaje va dirigido a él, lo saca del canal. Como consecuencia de esta independencia, aumenta notablemente la confiabilidad propia de la red.

-Anillo (13c): Esta topología se organiza con base en los datos que pasan de un elemento de la red al siguiente, por medio de repetidores conectados entre sí secuencialmente por medio de pares de cables trenzados u otro medio físico de transmisión. Las señales pueden ir en una sola dirección. Este tipo de red, relativamente simple, tiene una desventaja fundamental. Si un nodo o elemento de la red se detiene, toda la red podría dejar de funcionar.

Otro problema propio de esta configuración radica en que a medida que se pasan los mensajes, se puede disminuir notablemente la velocidad de la red. Así, por ejemplo, si los datos van a la derecha y la terminal receptora se encuentra a la izquierda de la terminal emisora, el mensaje debe pasar por toda la red antes de llegar al receptor.

El mensaje que entra en una red anillo debe contener un grupo de "bits" indicando la dirección donde se debe entregar el mensaje en el anillo. La ventaja de la red anillo es que se requiere un mínimo de inteligencia, siendo el costo menor. Aún con sus desventajas, algunos vendedores utilizan con éxito redes anillo para redes propias. Una característica interesante de esta topología es el tener el control distribuido. En el anillo, a excepción de algunas funciones en algunos casos, cada elemento es de igual jerarquía que los demás, en lo que respecta a sus facultades de comunicaciones. Eso proporciona más flexibilidad y confiabilidad. Puede decirse que control distribuido es la tendencia actual entre las formas de control de redes.

En la figura 14 se muestra un cuadro comparativo entre las tres topologías tratadas anteriormente.

TOPOLOGIA	MODO DE TRANSMISION	PROTOCOLO TIPICO	TIPICOS DE NODOS	VENTAJAS	ESQUEMA
ESTRELLA	PUNTO A PUNTO CON ELEMENTO CENTRAL	(RS232C)TTY O ESPECIFICO DEL PROVEEDOR	DECENAS A MILES	MUY CONOCIDA. GRAN BASE DE USUARIOS EN MAQUINAS GRANDES	
ANILLO	PAQUETES QUE GIRAN ALREDEDOR DEL ANILLO	HDLC (CSMA o TOKEN - PASSING)	DECENAS A UN CENTENAR	CONTROL DISTRIBUIDO SIN CON-TENCION	
LAZO	RUTEO DE MENSAJES VIA CONTROLADOR DEL LAZO	SDLC-LOOP (BULKY FRAMES)	DECENAS	MUY CONOCIDA. GRAN BASE DE USUARIO, PROMO-CIONADA POR UN PROVEEDOR	
CANAL DE BANDA ANGOSTA	INTERCOMUNICACION A TRAVES DEL CANAL SERIAL DIGITAL	CSMA/CD o CA	DECENAS A CENTENAS POR SEG-MENTO	CONTROL DISTRIBUIDO. APLICABLE A LA MAYORIA DE LAS OFICINAS	
CANAL DE BANDA ANCHA	FDM CON CANALES DEDICADOS O CON PRIORIDAD	CSMA/CD o CA	POCOS A CENTENAS POR CANAL	CONTROL DISTRIBUIDO GRAN VARIEDAD DE SER-VICIOS INTEGRA-DOS	

Cuadro comparativo de topologías de LANS.

FIGURA 14.

## 5. PROTOCOLOS DE COMUNICACION.

Para lograr una adecuada comunicación entre terminales de una Red de Area Local es necesario que existan ciertas normas y procedimientos establecidos de común acuerdo con las entidades involucradas. Es así que surge lo que se conoce como Protocolo de Comunicación.

## 5.1. DEFINICION.

Un Protocolo de Comunicación es un juego de reglas y procedimientos que proporcionan una técnica uniforme para gobernar una línea de comunicaciones. Estas reglas y procedimientos proveen la administración, asignación y control de los recursos involucrados, así como establecen métodos para evitar y/o solucionar problemas acontecidos por situaciones de excepción, ocurridas en cualquiera de los elementos que intervienen.

Entre los Protocolos de Comunicación existentes actualmente se puede dar la siguiente división:

-Isocrónico: El sincronismo es provisto por la red (este es muy raro de encontrar).

-Asincrónico: El sincronismo es provisto por bits de Start/Stop. Ejemplo de estos son: Isoasincrónico, TWX, TTY.

-Sincrónico Binario: El sincronismo es provisto por un Modem.

Para lograr completar esta definición es necesario mencionar los principales elementos característicos de un Protocolo.

### 5.1.1. CODIGOS DEL LENGUAJE.

Las convenciones de codificación de datos más comúnmente usadas son: EBCDIC y ASCII.

La EBCDIC (Extended Binary Coded Decimal Information Code) es un código desarrollado por la compañía IBM, que utiliza 8 bits para representar la información. Esto proporciona 256 posibilidades de codificar símbolos diferentes, aunque un buen número de ellas no son utilizadas (figura 15).

El ASCII (American Standard Code for Information Interchange) es la norma adoptada por ANSI para representar los datos mediante dígitos binarios. Utiliza 7 bits, por los que tiene 128 posibilidades de representación. Un octavo bit se destina al control de paridad. Todas sus posibilidades son utilizadas, dividiéndose en: caracteres de control, caracteres especiales, letras mayúsculas, letras minúsculas y números (figura 16).

CODIGO EBCDIC

B <sub>8</sub> -B <sub>5</sub> \ B <sub>4</sub> -B <sub>1</sub>	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	
0000	0	NUL	SOH	STX	ETX	PF	HT	LC	DEL			SMM	VT	FF	CR	SO	SI
0001	1	DLE	DC1	DC2	TM	RES	NL	BS	IL	CAN	EM	CC	CU1	IFS	IGS	IRS	IUS
0010	2	DS	SOS	FS		BYP	LF	ETB	ESC			SM	CU2		ENQ	ACK	BEL
0011	3			SYN		PN	RS	UC	EOT				CU3	DC4	NAK		SUB
0100	4	SP										ç	·	<	(	+	
0101	5	&										!	\$	*	)	;	-
0110	6	-	/										'	%	-	>	?
0111	7												#	@		=	"
1000	8		a	b	c	d	e	f	g	h	i						
1001	9		l	k	l	m	n	o	p	q	r						
1010	A		~	s	t	u	v	w	x	y	z						
1011	B																
1100	C		A	B	C	D	E	F	G	H	I						
1101	D		J	K	L	M	N	O	P	Q	R						
1110	E			S	T	U	V	W	X	Y	Z						
1111	F	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9						

FIGURA 15.

CODIGO ASCII

B <sub>8</sub> -B <sub>5</sub> \ B <sub>4</sub> -B <sub>1</sub>	Digital Bits																
	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	
0000	0	NUL	SC	STX	ETX	EOT	ENQ	ACK	BEL	BS	HT	LF	VT	FF	CR	SO	SI
0001	1	DLE	DC1	DC2	DC3	DC4	NAK	SYN	ETB	CAN	EM	SUB	ESC	FS	GS	RS	US
0010	2	SP		"	#	\$	%	&	·	(	)	*	+	'	-	·	/
0011	3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	:	;	<	=	>	?
0100	4	@	A	B	C	D	:	F	G	H	i	J	K	L	M	N	O
0101	5	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	[	\	]	^	-
0110	6		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
0111	7	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z				~	DEL

FIGURA 16.

### 5.1.2. CARACTERISTICAS DE LOS PROTOCOLOS.

-Formatos del mensaje: Dependiendo del protocolo de que se trate, y del tipo de información que se desea transmitir, la disposición de los caracteres de control y datos se encuadra en secuencias de distinto aspecto. Este formato será analizado por cada disciplina en particular.

-Procedimiento de detección y corrección de errores: Existen distintas formas de detectar y corregir errores en la transmisión. La utilización de una u otra forma depende del código del lenguaje, de la disciplina y del nivel de seguridad buscado con relación a la aplicación.

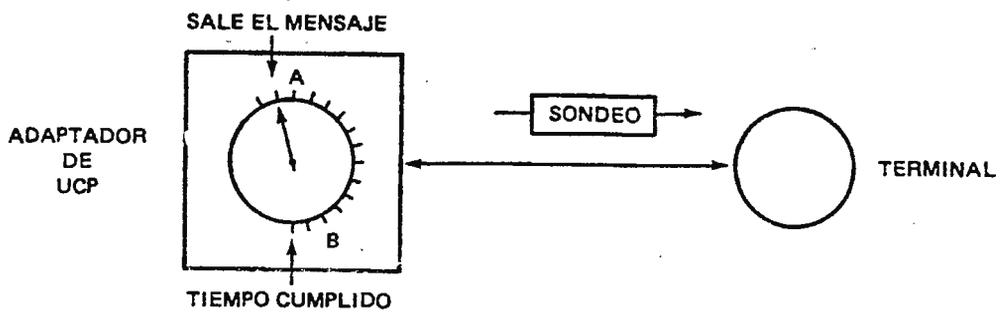
-Procedimiento de establecimiento de llamada: Este es otro aspecto que varía para cada disciplina. En general, hace referencia al procedimiento específico para lograr el "contacto" con el interlocutor deseado.

-Procedimientos de terminación y desconexión de enlace: Especifica las reglas que deben utilizarse para lograr la finalización ordenada y controlada de una sesión de transmisión.

-Procedimiento a seguir para la transferencia de los datos: Anteriormente se trataron los distintos modos de operación en

un canal de comunicaciones. Se puede operar en Simplex, Half Duplex o Full Duplex, según el protocolo, aunque muchas veces una misma disciplina puede trabajar en más de un modo de operación.

-Períodos de tiempo cumplido (Time-out): Luego que el adaptador de comunicaciones realiza un "sondeo" de la línea y envía un mensaje de invitación a transmitir (modalidad de salida), el adaptador cambia a modalidad de entrada para aceptar la respuesta desde el dispositivo emisor. Si este último, por algún motivo no contesta, el adaptador podría quedar "esperando" para siempre. Para evitar esta situación, en el momento de enviar el mensaje de invitación se activa un reloj que cuenta un intervalo de tiempo predeterminado. De esta manera, el adaptador retoma el control de dos formas: porque llega una respuesta que lo activa o porque lo activa el reloj cuando vence el tiempo estipulado (figura 17).



TIEMPO CUMPLIDO. La respuesta debe llegar antes que la aguja llegue a B.

FIGURA 17.

### 5.1.3. MODALIDAD DE TRANSMISION.

La modalidad de transmisión denota la existencia o no de una irregularidad o intervalo no constante entre dos eventos consecutivos que ocurren en una línea.

Se distinguen dos modalidades de transmisión: la Asíncrona y la Síncrona.

#### 5.1.3.1. TRANSMISION ASINCRONA.

En esta modalidad de transmisión no existe sincronismo a nivel de mensaje, pero si existe sincronismo a nivel de caracter.

El tiempo transcurrido entre dos caracteres consecutivos no es constante ni determinable. Depende de sucesos incontrolables tales como el de lograr la digitación consecutiva de dos teclas por un operador.

Sin embargo, el tiempo asignado a un bit es siempre el mismo y por lo tanto, también son iguales los intervalos  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  (figura 18).

Para sincronizar el byte, se utilizan dos bits de control. Estos bits se conocen como de Start y de Stop y por ese motivo a esta forma de transmisión se le llama modalidad Start/Stop (St/Sp).

Es utilizada por muchas disciplinas, entre ellas el TTY y el ISO ASYNCHRONOUS.

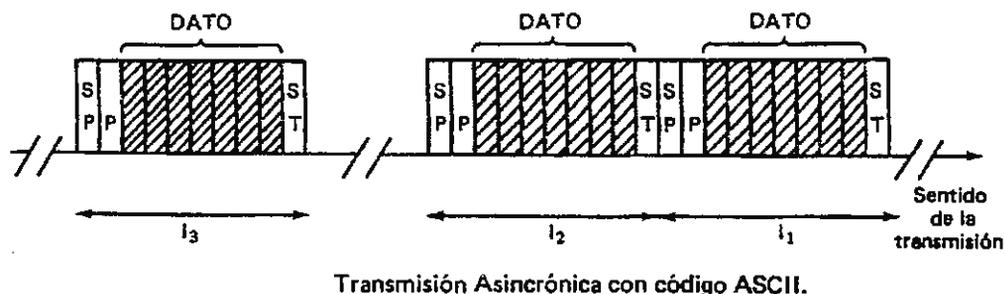


FIGURA 18.

La necesidad del St/Sp se visualiza mediante las siguientes figuras (figuras 19 y 20).

Se supone que se da la situación de transmisión digital representada en la figura 19.

Dos son los elementos que intervienen para el reconocimiento de una Marca (o Espacio):

1. Que el voltaje varíe un valor "v" (de -x a +x).
2. Que el valor alcanzado luego de la variación se mantenga estable por un período "t".

En la figura 20 se observan dos ejemplos de casos fallidos en la transmisión.

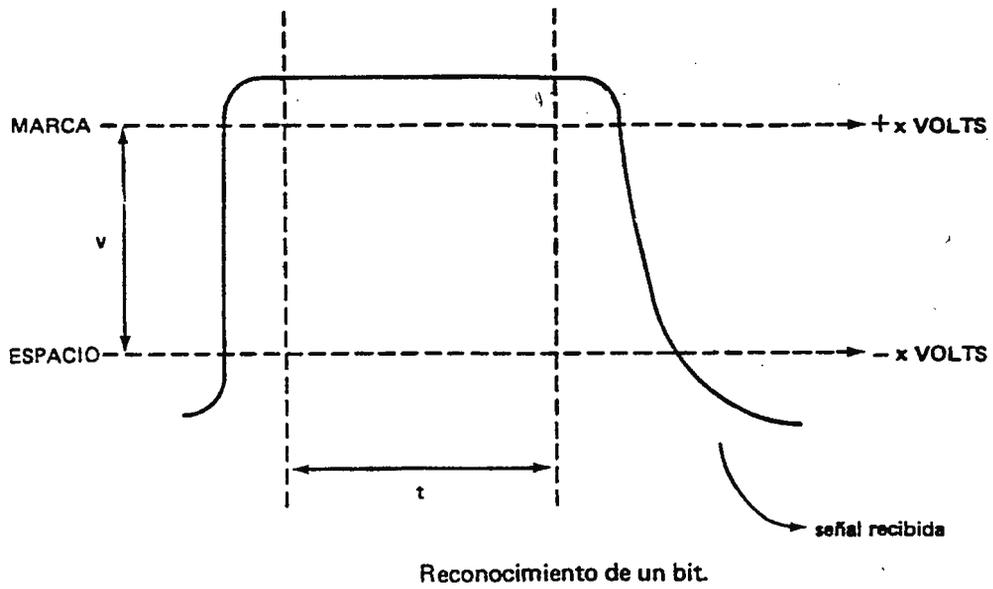
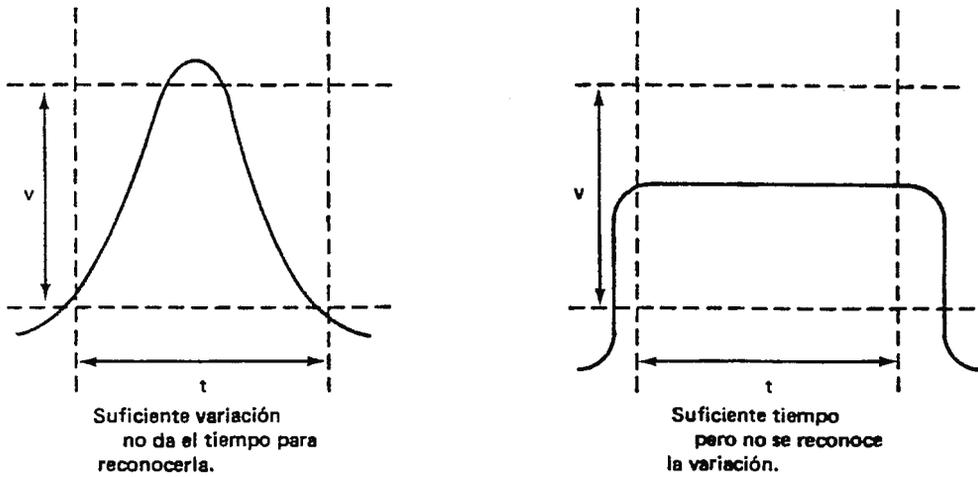


FIGURA 19.



Dos casos fallidos.

FIGURA 20.

El bit de Start indica al circuito receptor que a continuación vienen datos y que por lo tanto comience a medir los períodos "t".

El bit de Stop informa la finalización de los datos.

Ambos bit son insertados y eliminados por los adaptadores de comunicaciones.

#### 5.1.3.2. TRANSMISION SINCRONA.

Esta modalidad se da cuando existe sincronismo a nivel de mensaje, esto es, cuando existe regularidad entre los caracteres de un bloque.

Las principales características de la transmisión sincrónica son:

-Los datos se almacenan temporalmente en un registro (buffer) antes de su transmisión. Cuando todo el bloque (mensaje) está listo, se intenta su envío.

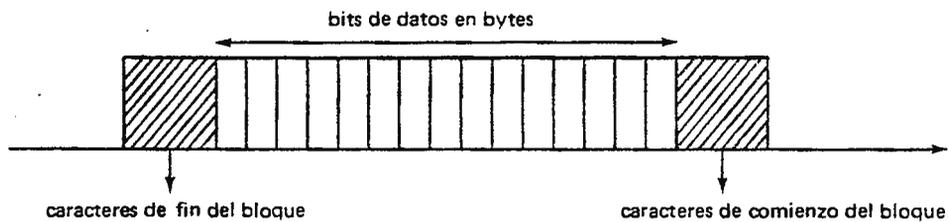
-Por lo anterior, los datos se transfieren en bloques y no caracter a caracter.

-Los pulsos de sincronización del modem regulan el espacio de los bits y no el adaptador de comunicaciones.

-Existe un esquema definido y uniforme para la transmisión de los bits del mensaje.

-No se usan bits "St/Sp", por lo que el largo total es generalmente menor.

-Usualmente la transmisión de datos sincrónica permite mayores velocidades que la asincrónica.



Transmisión sincrónica.

FIGURA 21.

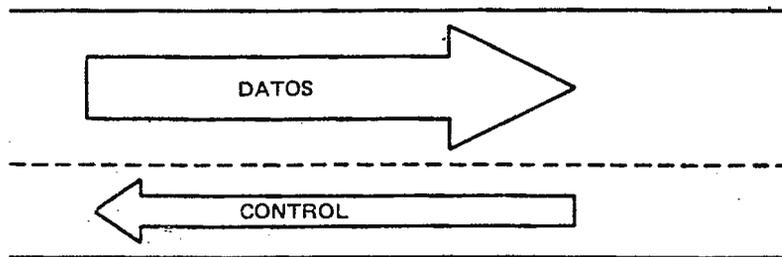
#### 5.1.3.3. OTRAS CONSIDERACIONES.

Es algunos casos es posible establecer un "canal de retorno" (reverse channel) en un enlace, el cual introduce una característica nueva en el protocolo usado.

Se divide el ancho de banda dejando una vía para enviar en sentido inverso una señal de control.

Tal es el caso, por ejemplo, cuando se desea informar que una impresora remota se ha quedado sin papel y tiene su buffer semi-lleno (75% normalmente) o que está inoperante.

Cuando se transmite a velocidades muy lentas (menos de 300 Bps), es posible acomodar la transmisión bidireccional en una línea de dos hilos, pública conmutada o privada, usando la banda de nivel de voz. El modem asigna dos rangos de frecuencias en cada sentido.



Canal de retorno.

FIGURA 22.

## 5.2. TIPOS DE PROTOCOLO.

Los protocolos pueden dividirse en dos clases: orientados al caracter y orientados al bit. Esta calificación hace referencia a cuál es la mínima unidad con valor semántico propio en cada uno de los casos.

### 5.2.1. TTY.

El protocolo TTY fue y sigue siendo una disciplina de muy amplia difusión, a pesar de que puede considerarse que carece de las ventajas de otras mas evolucionadas.

Sus elementos característicos son:

-Orientado al caracter.

-Asincronismo a nivel de mensaje y sincronismo a nivel de caracter mediante el uso de bits de St/Sp.

-Transmisión caracter a caracter.

-Código ASCII.

-Control de paridad por caracter, como método de detección de errores.

-Velocidad hasta de 19,200 Bps.

-Transmisión bidimensional alternada o simultánea.

-2 ó 4 hilos.

-Solo conexión punto a punto.

-La comunicación es en modo conversacional. Puede trabajarse en transmisiones en lotes.

-Carece de mecanismos de corrección de errores ocurridos en una transmisión.

#### 5.2.2. ISO ASINCRONICO.

Es una especie de extensión del TTY a la conexión multipunto, ya que se apoya en algunos elementos comunes. Sus características principales son:

-Orientadas al carácter.

-Emplea código ASCII.

-Utilización de líneas de 4 hilos.

- Velocidad hasta 9600 Bps.
  
- Asincrónica a nivel de mensaje, sincrónica a nivel de byte con bits de St/Sp.
  
- Admite la conexión multipunto con y sin elementos intermediarios.
  
- Filosofía de comunicación basada en sondeo.
  
- Detección de errores mediante control de paridad vertical y longitudinal.
  
- Transmisión bidireccional alternada y simultánea.
  
- Corrección mediante retransmisión, transparente al usuario final.
  
- Utilización de caracteres de control de dos tipos: de control de la comunicación y de formato del mensaje (constructores de formato) y de separación de campos.
  
- Operación en un ambiente manual o discado.
  
- Uno o dos bits de stop.

La tabla de la figura 23 muestra el significado de los caracteres de control que figuran en el código ASCII.

CARACTER	NOMBRE	PROPOSITO
ACK	Reconocimiento positivo	1) Paridad correcta 2) Listo para recibir mensaje
NAK	Reconocimiento negativo	1) Paridad incorrecta 2) No listo para recibir
EOT	Fin de la transmisión	1) Fin de la secuencia de transmisión; desconexión 2) No hay mensaje listo para envío
ENQ	Inquiere	1) Usado luego de la expiración de un período de tiempo (tiempo cumplido), para efectos de requerir la respuesta adecuada.

Caracteres más usados en el control de las comunicaciones.

FIGURA 23.

### 5.2.3. DISCIPLINAS DE COMUNICACIONES BINARIO-SINCRONICAS (BSC).

El protocolo de comunicaciones sincrónicas más usado hasta hace poco tiempo, se conoce como BSC (Binary Synchronous). Aunque este protocolo fue desarrollado por la IBM para la comunicación entre procesadores y entrada remota de lotes, muchos proveedores lo han adoptado.

En un principio fue diseñado para usar código EBCDIC, pero luego se adaptó para código ASCII. La opción de transparencia permite la independencia del código. Es una modalidad de

transmisión orientada al carácter, en donde cada bloque enviado debe comenzar con dos bytes de sincronización (algunas veces se utilizan más de dos).

Por lo general, los mensajes van encerrados entre uno o más caracteres de relleno (PAD), para efectos de proveer a los adaptadores en los extremos de la línea del tiempo necesario para reaccionar a los caracteres de sincronización y estabilizar la línea.

Cuando se desean enviar datos que no respetan uno de los códigos admitidos, debe usarse la opción de transparencia de código, la cual implica el uso de un carácter de control adicional.

En BSC, el encabezamiento contiene información provista por el usuario y no es solamente un campo de control del enlace de datos. Se incluyen comandos de control de línea para direccionamiento en un mensaje de control separados, en lugar de estar contenidos en el encabezamiento. El control de la línea está mezclado con el control del dispositivo y con los comandos de control de extremo a extremo.

En BSC, cada mensaje debe ser reconocido individualmente, ya sea positiva o negativamente. Esta forma de control de seguridad (que existe también en el ISO ASINCRONICO), tiene el grave

inconveniente de introducir grandes demoras debidas a la propagación, cuando se usan satélites.

En la figura 24 se muestra el formato de un mensaje utilizando el protocolo BSC.

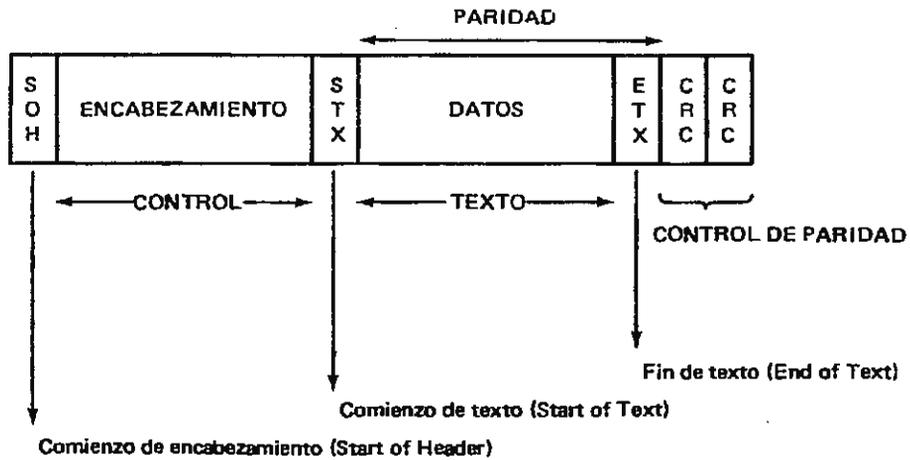


FIGURA 24.

### 5.3. INTERFASES.

Con el objeto de establecer elementos de conexión estándares entre equipo terminal de datos (ETD) y equipo de comunicación de datos (ECD) se han establecido diferentes conectores, adaptadores o interfases. Estas interfases toman en cuenta a su vez las recomendaciones proporcionadas por el Comité Consultivo

Internacional para las Telecomunicaciones y la Telefonía (CCITT). Dentro de las principales interfases se tienen las siguientes.

#### 5.3.1. INTERFASE RS-232C (CCITT V.24)

Esta es una de las interfases más difundidas para enlazar equipos en transmisión de datos. Su nombre es RS-232C (nomenclatura norteamericana) o CCITT V.24 (nomenclatura internacional).

Consiste en la disposición de 25 circuitos de intercambio con una función en cada uno.

Utiliza señales desbalanceadas, en otras palabras, no posee un pin de retorno para cada función, sino un retorno general.

Se implementa en un enchufe de 25 pines, de corte trapezoidal, para evitar un acoplamiento erróneo, el cual se asegura mediante dos tornillos, uno a cada lado.

Esta recomendación V.24 es una norma en sí misma completa, la cual especifica las características mecánicas, funcionales y eléctricas.

Permite una velocidad máxima de 20 Kbps a una distancia máxima de 15 metros.

Los datos en forma serie salen a través de el terminal Transmit Data (TD, pin 2) y al llegar al dispositivo de destino entran a éste mediante el terminal Receive Data (RD, pin 3).

Como ejemplo, y para ilustrar la manera en que se establece la transmisión de datos usando esta interfase, se muestran los siguientes pasos (ver figura 25):

1. La Terminal Emisora (Te) envía señal de RTS (Request to Send - Solicitud de Envío).
2. El Modem Emisor (Me), luego de recibir la señal RTS envía la portadora a través de la línea telefónica.
3. El Modem Receptor (Mr), luego de recibir la portadora, envía la señal de DCD (Data Carrier Detect - Detección de Portadora de Datos) a su terminal.
4. El Modem Emisor retorna CTS (Clear to Send - Libre para enviar), con lo que indica al Terminal Emisor que ya puede colocar los datos sobre la línea de transmisión (TD).
5. La Terminal Emisora transmite los datos. Estos son modulados en la línea y recibidos en el otro extremo.
6. La Terminal Emisora retira la señal de RTS.

7. El Modem Emisor retira la señal CTS.

8. El Modem Receptor espera a recibir los últimos datos y luego retira la señal DCD.

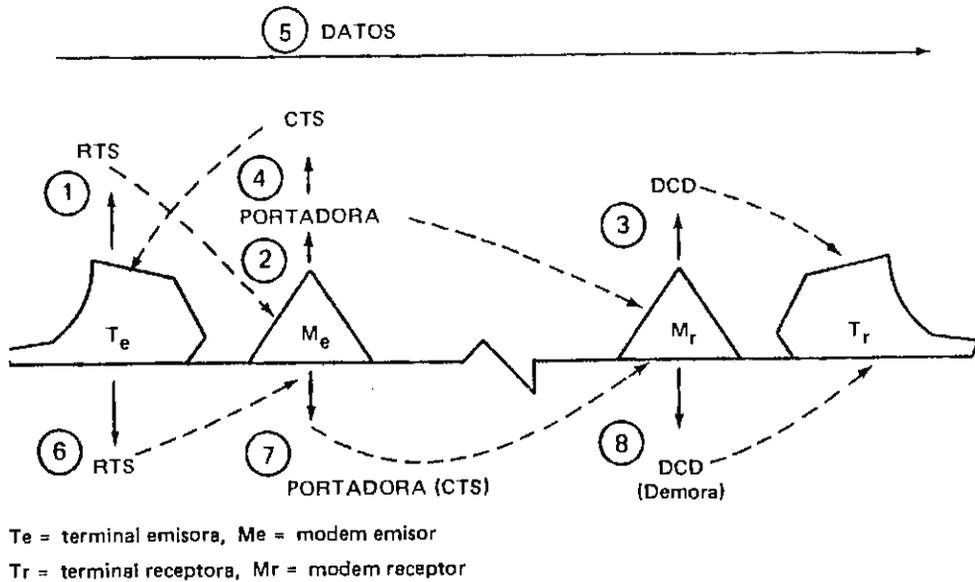
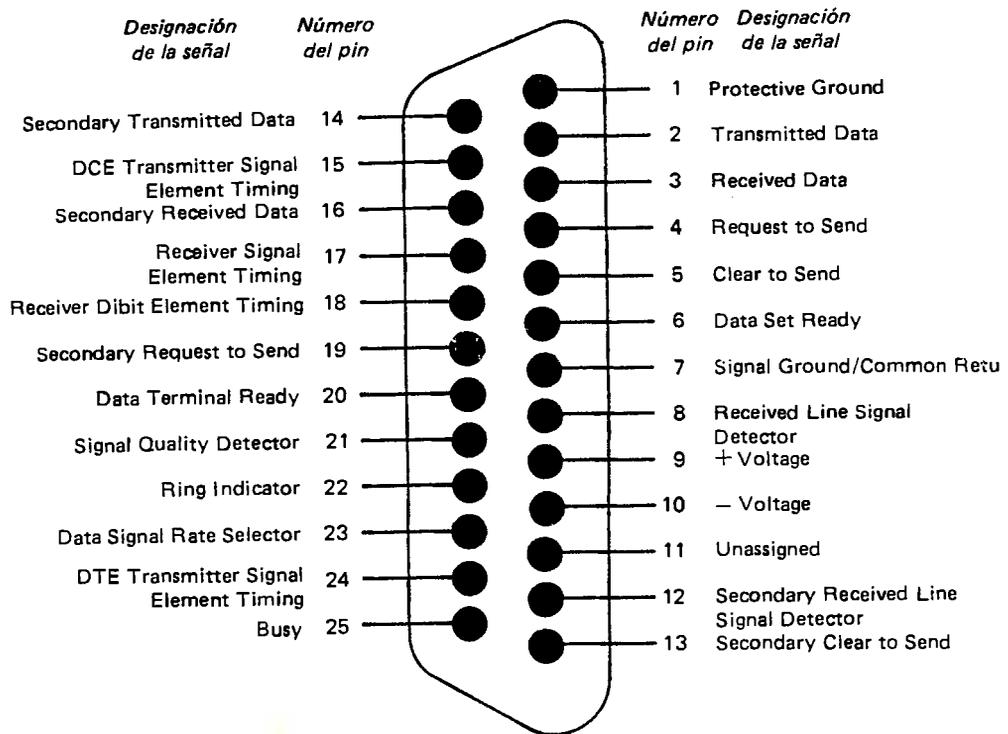


FIGURA 25.

Con el ejemplo anterior es posible comprender de mejor manera como trabaja una interfase y la manera en que se intercambian las señales con el fin de lograr establecer la transmisión de datos en forma eficaz (para mayor información referirse a los anexos).

La figura 26 muestra la interfase RS-232C y su distribución de pines.



Descripción de las funciones de cada clavija en la interconexión CCITT V.24 o RS-232C.

**FIGURA 26.**

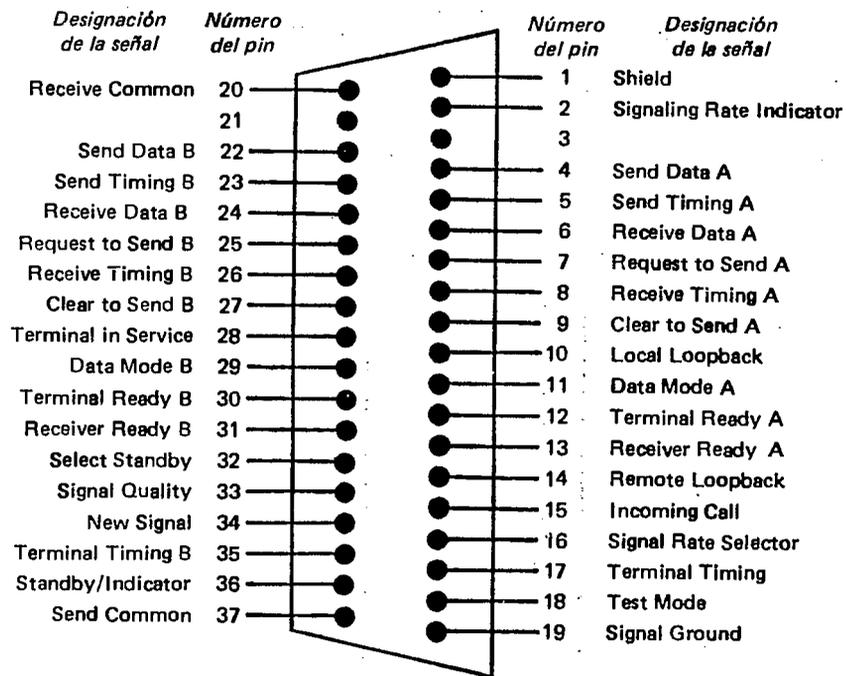
### 5.3.2. INTERFASE RS-449 (CCITT V.24).

Esta interfase es la reemplazante de la RS-232C para redes analógicas con aplicaciones a largas distancias y altas velocidades. Se caracteriza por tener una función por circuito de intercambio, una velocidad máxima de 2 Mbps, con una distancia máxima de 1200 mts.

No es una norma completa en sí misma. Se complementa con la RS-422 y la RS-423A.

La RS-422 especifica las características eléctricas para circuitos balanceados, la RS-423A para circuitos desbalanceados.

Dispone de un conector de 37 pines para dar cabida a más circuitos individuales que la RS-232C. Esta condición, que puede ser vista como una ventaja importante, es una de las mayores críticas que se le hacen, pues la vuelve más compleja, costosa, etc.(figura 27).



Descripción de la interconexión RS-449.

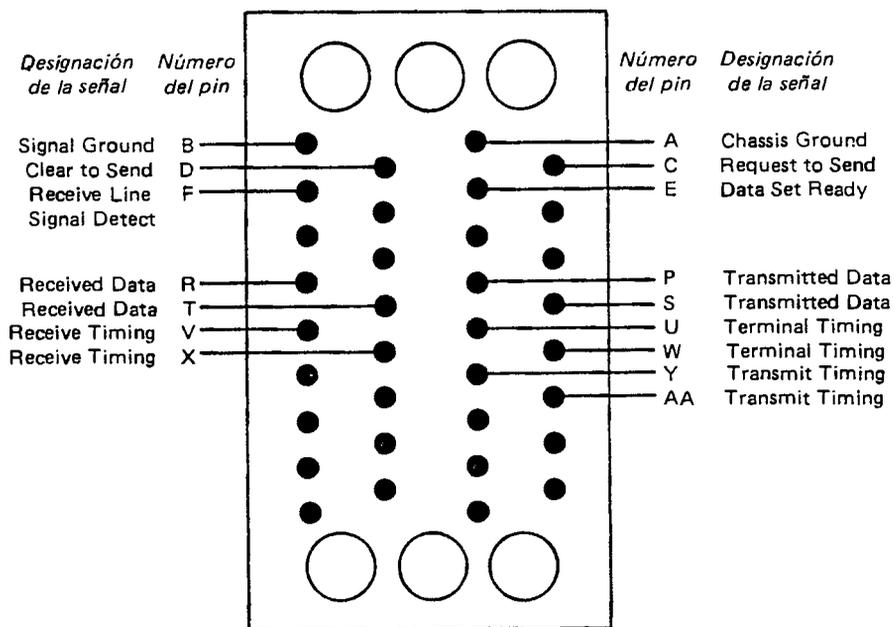
FIGURA 27.

En términos de especificaciones mecánicas y funcionales la RS-449 es completamente incompatible con la RS-232C.

### 5.3.3. INTERFASE CCITT V.35.

Esta es la interfase estándar del CCITT para la transmisión de datos a 48 Kbps usando circuitos en la banda de 60 a 108 KHz. Esta interfase es típicamente usada para equipos terminales de datos y equipos de comunicación de datos que interconectan señales con una portadora digital de alta velocidad, tal como el Servicio Digital de Datafono de la AT&T (DDS).

En la figura 28 se muestra la forma de esta interfase y la distribución de sus pines.



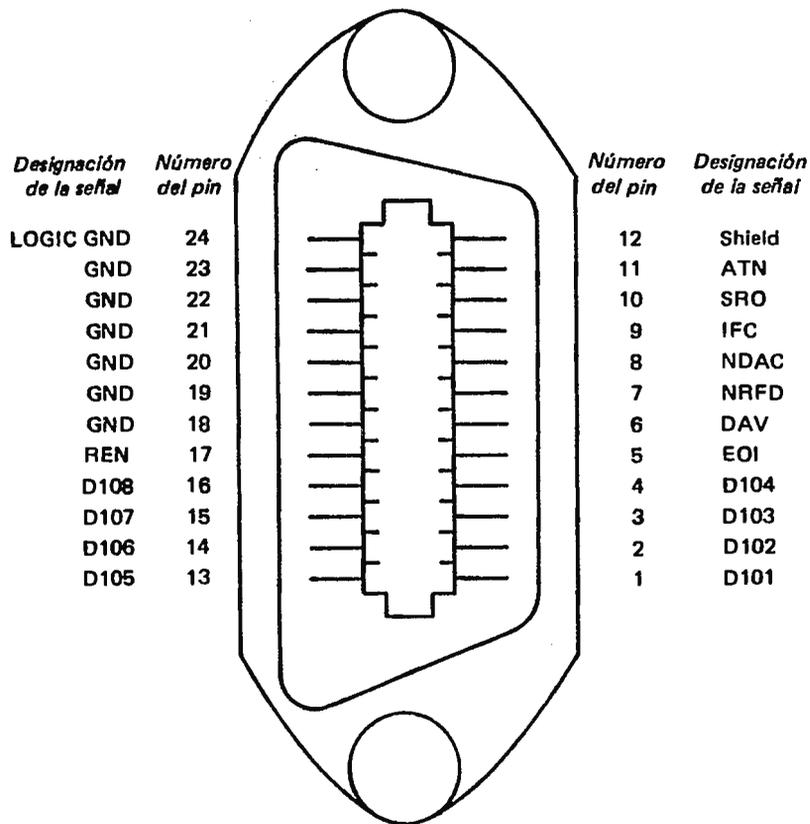
Descripción de la interconexión V. 35.

FIGURA 28.

### 5.3.4. INTERFASE IEEE 488.

Esta es una interfase ampliamente usada en aplicaciones especialmente de equipos de medición y laboratorio que involucran múltiples dispositivos analógicos o digitales.

En la figura 29 se observa la forma de esta interfase y el nombre de sus pines.



IEEE-488.

FIGURA 29.

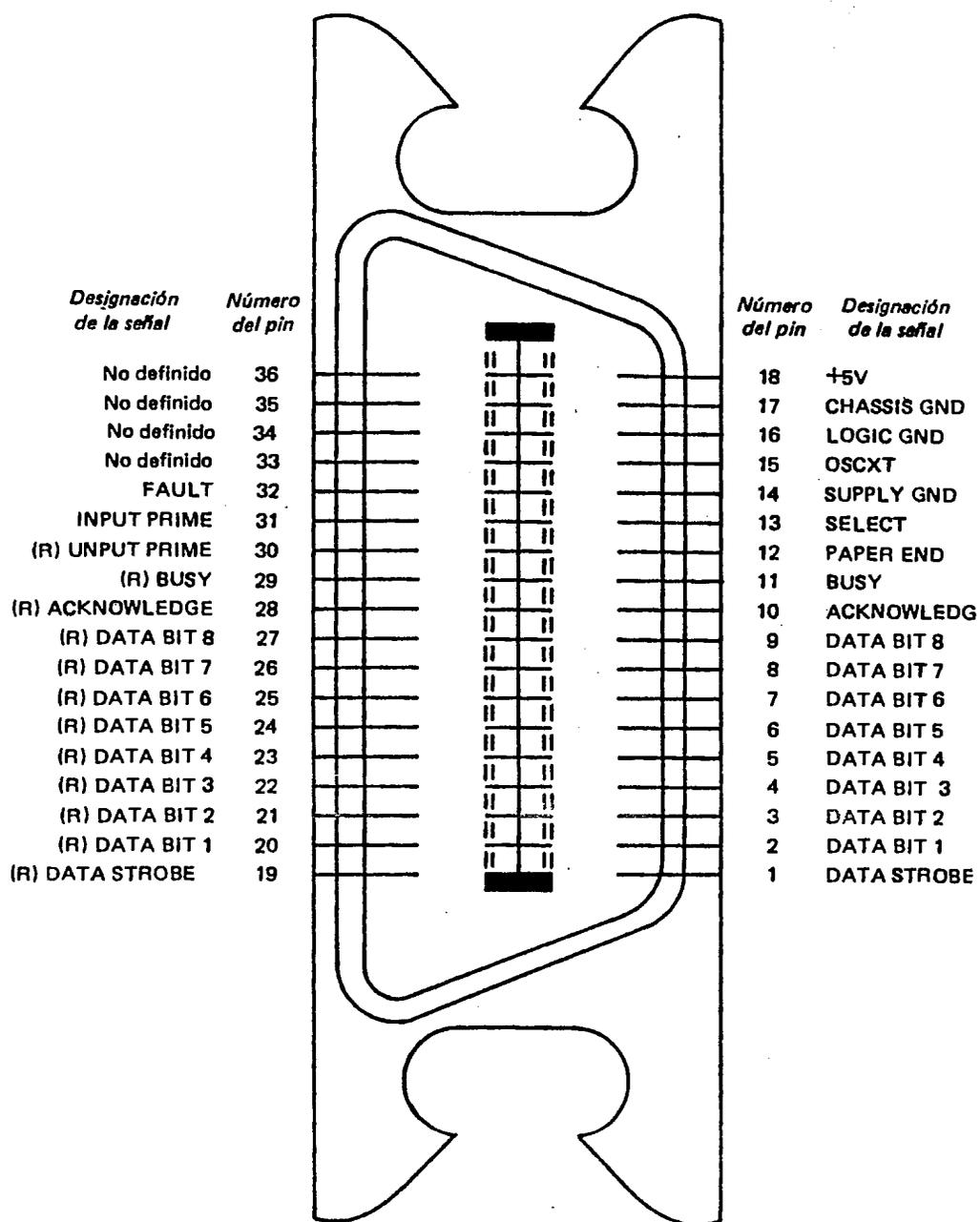
### 5.3.5. INTERFASE PARALELA CENTRONICS.

Esta interfase ha ganado mucha popularidad y ha sido aceptada como estándar para realizar la transmisión de datos entre las computadoras y los impresores de éstas en distancias cortas. Posee un conector de 36 pines, cuenta con 8 líneas las cuales portan sus respectivos bits binarios en paralelo. La transmisión de estos bits de datos es controlada por un pulso que envía la computadora llamado STROBE. El flujo de la comunicación es controlado por las señales de ACKNLG o BUSY.

Todos los niveles lógicos utilizados por esta interfase corresponden a los de TTL (0= 0 V, 1= 5 V).

La figura 30 presenta esta interfase y su distribución de pines.

Las interfases descritas anteriormente son de las más utilizadas comúnmente en el campo de la transmisión de datos.



Descripción de la interconexión "tipo Centronics".

FIGURA 30.

## CAPITULO IV

### TRANSICION DE LA RED TELEFONICA

#### 1. INTRODUCCION.

Establecer un programa de trabajo que permita completar el proceso de digitalización de la red telefónica nacional de El Salvador no puede generar una solución sencilla, debido a que es muy complicado decidir los pasos específicos que se deben materializar lo plasmado en la definición de objetivos generales y además a la gran interdependencia que existe entre los puntos claves en la planificación del proceso:

-Las características de la red existente.

-Los objetivos futuros que persigue la Administración Nacional de Telecomunicaciones ANTEL.

-Los recursos disponibles para llevar a cabo el programa de digitalización.

Pero independientemente de el plan que se elija al final,deberá cumplir con algunas condiciones.

1- La solución deberá obtener el máximo beneficio de los recursos de que dispone la administración.

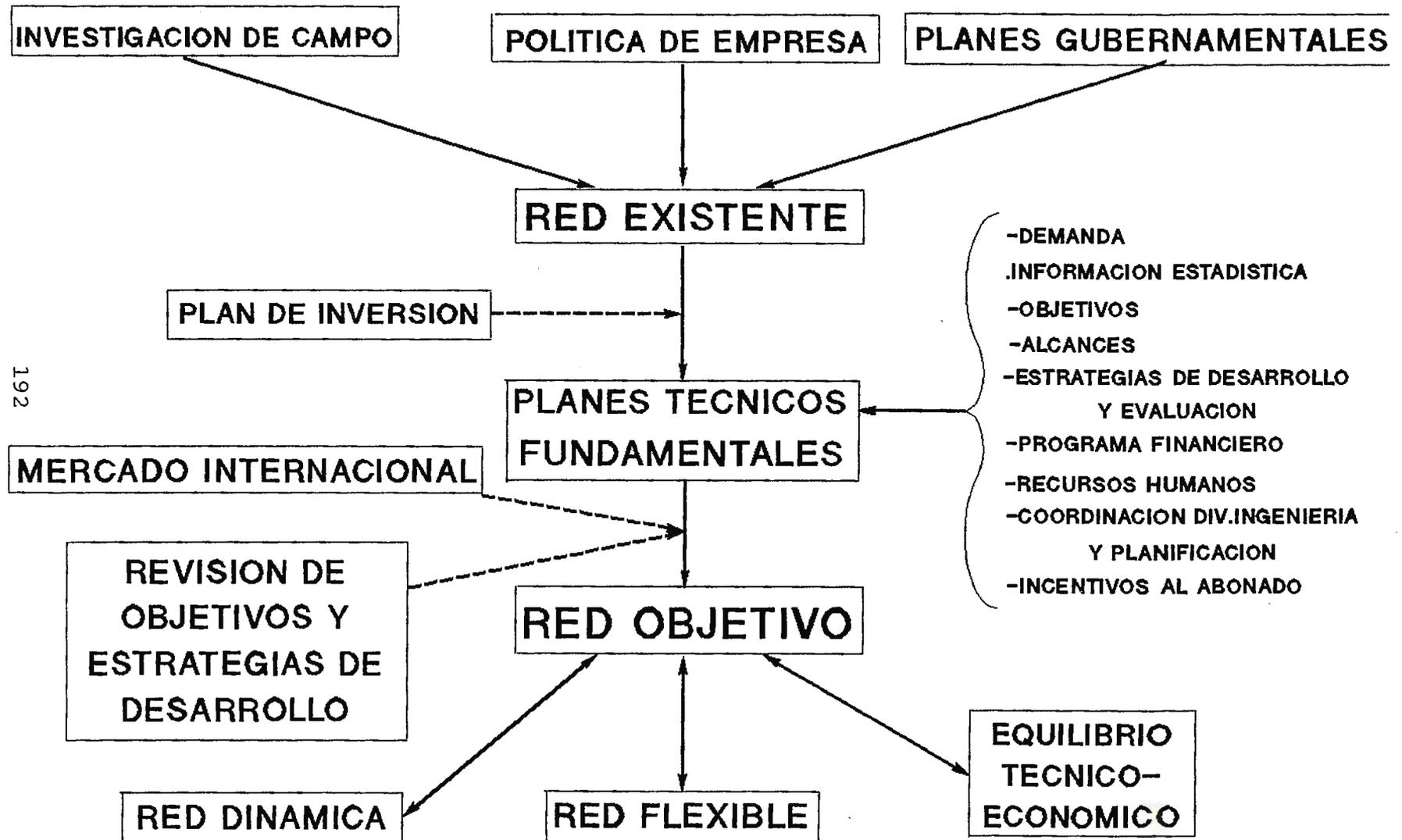
2- Deberá ser lo suficientemente flexible como para adaptarse a las diferentes contingencias que inevitablemente se presentarán al desarrollar el programa.

Para desarrollar eficientemente esta actividad, es necesaria la planificación formal y coherente que permita la formulación y actualización de los planes técnicos fundamentales en todas las acciones que se decidan emprender.

El siguiente diagrama refleja el lineamiento en que se basa la elaboración de los planes fundamentales.

A medida que el plan de digitalización vaya avanzando y el porcentaje de la operación digital de la red se incremente, el usuario comenzará a percibir los beneficios a mediano y largo plazo con el logro de la Red Digital Integrada (IDN) que ofrecerá una mayor consistencia entre diferentes servicios de comunicación.

# FLUJOGRAMA DEL ANALISIS Y PROCEDIMIENTO



La total digitalización de la red concluirá con la instalación de vías digitales en la planta externa de los abonados y la consiguiente introducción de nuevos servicios digitales, que con el tiempo evolucionarán en un solo formato único de transmisión dentro de la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI).

## 2. CARACTERISTICAS DE LA RED ACTUAL.

A finales de la pasada década la red telefónica de El Salvador inició un acelerado proceso de cambios con el objetivo de modernizar los antiguos sistemas analógicos con nuevos sistemas digitales. Estos cambios han definido actualmente una red de tecnología mixta con características muy propias que no pueden ser ignoradas al planificar con miras a la digitalización total. Sobre todo considerando que los equipos de transmisión poseen una considerable vida útil y por eso las decisiones que se tomen hoy tendrán una gran repercusión mucho tiempo después de tomarse.

Aunque ya se describió en un capítulo anterior la red actual, es conveniente recordar que considerando los proyectos concluidos y los a punto de concluirse para el período 1993-1995 se contará en ese momento con 440,734 líneas instaladas, de las cuales la mayoría serán de tecnología digital:

- LINEAS ANALOGICAS (1995): 80,500 líneas.
- LINEAS DIGITALES (1995): 360,234 líneas.
- 
- TOTAL DE LINEAS (1995): 440,734 líneas.

Analizando el estado de el plan de digitalización se define una situación particular que tiene las siguientes características:

- a) Elevada demanda del servicio que sobrepasa en mucho a la capacidad actual de la Administración Nacional de Telecomunicaciones, en cuanto a recursos técnicos y financieros así como de mano de obra calificada.
- b) Equipos de conmutación sobrecargados, debido a un nivel de tráfico que se incrementa y que conlleva un servicio de baja calidad.
- c) Elevada dependencia externa para el suministro de equipo, apoyo técnico y especialistas (consultores) en particular cuando se trata de equipos digitales.
- d) Limitada cantidad de información sobre la cual basar los programas específicos de modernización y desarrollo.
- e) Insuficiencia de personal calificado y experimentado que conozca la situación de la red y sus problemas.

Otro punto de vital importancia es definir qué es lo que se persigue con el proceso.

1- Maximizar la rentabilidad interna, considerando únicamente a la empresa de telecomunicaciones en términos de la inversión necesaria.

2- Visualizar a las telecomunicaciones como promotores del desarrollo económico y social, dando mayor prioridad a la función de servicio social de la comunicación.

Al tomar la primera alternativa, la red futura se organizará en términos del ingreso esperado evaluando cuidadosamente las inversiones necesarias para los abonados esperados tomando en cuenta su rentabilidad.

Es de destacarse que en este caso, la calidad del servicio prestado por la red será muy bueno, siempre y cuando la tasa de crecimiento en la demanda sea relativamente baja, no siendo éste el caso particular del país.

Eligiendo la segunda posición la red formará parte de toda una política que no solo persigue el crecimiento económico, sino también el desarrollo integral del individuo y por consiguiente de toda la nación.

También es necesario estratificar a los abonados en categorías para establecer prioridades en los programas de desarrollo, así:

- Sector comercial e industrial.
  
- Sector público.
  
- Abonados privados.

El colocar a la cabeza a los sectores industria y comercio no se debe a un malsano sentido discriminatorio, sino a la aceptación realista del hecho que para promover el desarrollo de un pueblo es necesario crear una base mínima de riqueza que lo fundamente.

### 3. EVOLUCION LOGICA DE LA RED NACIONAL.

Los programas que actualmente se están realizando persiguen la digitalización progresiva de la red siguiendo estos lineamientos:

- 1- Digitalizar primero la red de larga distancia.
  
- 2- Posteriormente digitalizar las redes locales.

3- Concluir con la digitalización de el resto de la red en áreas más pequeñas y rurales.

El siguiente paso deberá ser enfocado hacia el logro de la Red Digital Integrada (RDI), la cual corresponde al momento en el cual existen una gran cantidad de redes particulares a las que el abonado puede afiliarse, pudiendo tener acceso a determinada familia de servicios a través de un gran número de interfases, que en muchos casos no están estandarizadas por algún organismo internacional.

La transición hacia esta red RDI se puede dividir en tres etapas, cuya duración se espera concluya en 12 años (4 años para cada una).

- a) Etapa inicial.
- b) Etapa de crecimiento.
- c) Etapa de integración.

El objetivo final de este proceso será la instalación de la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) evolucionando a partir de su predecesora la red RDI que proporcionará una conectividad de extremo a extremo de la red, permitiendo una amplia gama de servicios vocales y no vocales, a los cuales los usuarios tendrán

acceso mediante un conjunto limitado de interfases normalizadas.

La RDSI requiere algunas condiciones previas, como son:

- 1- Conmutación y transmisión digitales.
- 2- Sistema de señalización CCITT #7.
- 3- Sincronización de la red.
- 4- Planta externa en buen estado.

Al haber logrado los anteriores prerrequisitos, la red iniciará su desarrollo final, realizándolos en tres etapas necesarias para que la transición sea consistente:

- Etapa pre-RDSI.
- Etapa de introducción de la RDSI.
- Etapa intermedia de la RDSI.

La etapa pre-RDSI es la misma etapa de la red RDI en la que imperan las redes destinadas a servicios especializados.

La etapa de introducción de la RDSI, corresponde al momento en el cual el abonado cuenta con una sola línea digital y un solo puerto que le permite acceso a diferentes servicios de comunicación, dependiendo de la necesidad particular de los usuarios. De esta situación se deduce la importancia que tiene el evaluar cuáles de los servicios serán prioritarios en esta fase, logrando así la aceptación por parte de los usuarios de las posibilidades de la nueva red.

La etapa intermedia corresponde al momento en el cual se incorporan a la red todas sus capacidades y funciones para actuar como una red RDSI de banda angosta o estrecha. Con esta red se brinda la posibilidad de lograr una mejor calidad en la transmisión de voz, texto, datos e imágenes fijas con una velocidad máxima de 144 kbps.

El último movimiento será hacia el logro de la RDSI de banda ancha en la que se podrán incluir toda la gama de servicios posibles sin importar su velocidad, pues se contará con velocidades de transmisión de por lo menos 140 Mbps en la línea de abonado, así como la incorporación de conductores de fibra óptica a la red.

#### 4. CARACTERISTICAS DE LA RED OBJETIVO.

Ahora que se ha dado un vistazo a la red telefónica y su situación actual, es posible bosquejar las características generales que debe cumplir la red del mañana para suplir las deficiencias que sufre la red actual y se enfrente a los retos futuros.

##### 4.1. DEFINICION DE POLITICAS.

Al analizar las características de la red objetivo, el primer paso consiste en identificar las metas que persigue la Administración Nacional de Telecomunicaciones ÁNTEL con respecto a la red, sobre todo teniendo en cuenta que se está diseñando para permitir la introducción progresiva de una gran variedad de servicios de comunicación, casi todos de naturaleza digital.

En este contexto se deben hacer las siguientes interrogantes:

- ¿Cuáles serán los servicios que se ofrecerán?
- ¿En qué momento deberán ser ofrecidos?
- ¿En qué lugares se implementarán primero?

- ¿Cuál será la demanda inicial a satisfacer?

Además se deben de tomar en cuenta otros factores como:

- Los recursos financieros disponibles.

- Los recursos técnicos y humanos.

- Aspectos económicos.

- Aspectos legales y sociales.

El segundo paso consiste en formular las directrices del proceso de digitalización tomando en consideración que:

- El plan debe causar un mínimo de perturbación a lo que ya existe.

- La red que se obtenga al final deberá ser técnicamente factible y económicamente rentable.

El tercer paso será comparar la estrategia ya definida (haciendo énfasis en lo que respecta a los planes de encaminamiento y señalización) con las últimas recomendaciones de el CCITT y el CCIR para asegurar que en el ambiente tan dinámico de la nueva tecnología se puedan verificar revisiones y actualizaciones

- ¿Cuál será la demanda inicial a satisfacer?

Además se deben de tomar en cuenta otros factores como:

- Los recursos financieros disponibles.
- Los recursos técnicos y humanos.
- Aspectos económicos.
- Aspectos legales y sociales.

El segundo paso consiste en formular las directrices del proceso de digitalización tomando en consideración que:

- El plan debe causar un mínimo de perturbación a lo que ya existe.
- La red que se obtenga al final deberá ser técnicamente factible y económicamente rentable.

El tercer paso será comparar la estrategia ya definida (haciendo énfasis en lo que respecta a los planes de encaminamiento y señalización) con las últimas recomendaciones de el CCITT y el CCIR para asegurar que en el ambiente tan dinámico de la nueva tecnología se puedan verificar revisiones y actualizaciones

- Tipo y número de circuitos entre centros primarios
- Tipo de equipo de transmisión y número de sistemas instalados en cada enlace de transmisión.
- Tiempo de servicio del equipo de conmutación en cada centro primario además del equipo de transmisión en cada enlace.

Las consideraciones técnicas que se deben tomar en cuenta para lograr resultados óptimos al determinar la configuración de la red son los siguientes:

- La demanda de tráfico que generan los abonados.
- Los costos de el equipo que se instalará.
- Los niveles que se pretenden cubrir en aspectos como satisfacción de la demanda, grado de servicio y plan de transmisión.
- Limitaciones en el establecimiento de rutas de enlace por obstáculos naturales o artificiales.
- La planta ya existente, que consiste de circuitos de enlace, líneas de abonado y centrales de conmutación.

Para concluir este literal es importante hacer notar que para conseguir la meta de optimizar los recursos de la red objetivo se debe mantener una revisión periódica de los planes específicos, a la luz de los nuevos avances tecnológicos.

Por esta razón es de vital importancia que los planes fundamentales gocen de un alto grado de flexibilidad que permitan amoldarse al entorno del país, teniendo en cuenta que los períodos de ejecución de tales proyectos no son cortos.

Esta posición podría generar objeciones en el sentido que puede llevar a un resultado inferior al óptimo en un momento dado, pero tiene la ventaja que si la situación futura es diferente a la predicha inicialmente solo serán necesarios ajustes menores para obtener resultados satisfactorios.

##### 5. CALCULO DE LA DEMANDA TELEFONICA FUTURA.

Hacer predicciones sobre algún tema nunca ha sido fácil y al referirse a la demanda telefónica en particular el asunto se complica aún mas, dado que en la actualidad el teléfono ya no es un lujo de unos pocos sino un poderoso medio por el cual personas y empresas se ponen en contacto, contribuyendo de forma indirecta al desarrollo de los pueblos.

Al hacer una predicción sobre la demanda, ésta puede fundamentarse en diferentes postulados:

a) La demanda telefónica futura es previsible en función del comportamiento que haya tenido en el pasado. Graficando este comportamiento pueden obtenerse diferentes tendencias que son el resultado de muchos factores económicos, sociales, políticos, etc.

- Crecimiento lineal.
- Crecimiento exponencial (de tipo interés compuesto).
- Decrecimiento.
- Combinaciones de los casos anteriores.

Para el caso de los países en vías de desarrollo, como El Salvador se experimenta una tendencia de tipo exponencial, con una pendiente en la curva casi vertical.

Este comportamiento se ha puesto de manifiesto en estos últimos meses en el país, al instalar la administración nuevas centrales para cubrir las expectativas, la demanda del servicio se incrementó de forma explosiva.

Extrapolar tendencias futuras cuando el comportamiento de el fenómeno es exponencial se torna muy difícil y es en este momento cuando se aprecia la utilidad del papel gráfico semilogarítmico, dado que en éste las tendencias de tipo interés compuesto se transforman en líneas rectas.

b) La demanda telefónica se desarrolla siguiendo el comportamiento de alguna variable matemática.

En este caso se deben aplicar métodos numéricos para determinar una función que represente (aunque de forma aproximada) el comportamiento de la demanda.

Cuando se emplea este método es necesario incluir un valor de saturación.

c) La demanda telefónica de un país se desarrolla en forma paralela a otras naciones que han alcanzado niveles de desarrollo elevado.

El tomar como modelo el desarrollo de otra nación no es malo, pero no hay que perder de vista que las circunstancias que generan el desarrollo son muy particulares en cada país y no se pueden tomar como principios axiomáticos

d) La demanda telefónica se crece según se lo permite el desarrollo económico de el país. Esta razón determina la necesidad de considerar algunos parámetros de referencia como:

- La densidad telefónica en relación al Ingreso Nacional per-Cápita.
  
- La densidad telefónica en relación a la población dedicada a la industria o el comercio.
  
- La densidad telefónica en relación a la distribución del ingreso.

La aplicación de los primeros tres métodos esta restringida a la aplicación en períodos cortos dado que no toman en consideración los factores de índole económico que en resumidas cuentas son los que mas pesan a la hora de impulsar el desarrollo (sin restarle importancia al factor educación).

Hablando en el nivel técnico la previsión de la demanda conlleva a la resolución de algunos problemas como son:

- 1- Obtener datos socio-económicos fiables a un nivel geográfico detallado y con una definición de los porcentajes atribuibles a la categoría de los usuarios (residencial, industrial y comercial).

2- Lograr una coherencia entre la metodología empleada para levantar censos y estadísticas poblacionales particulares con las previsiones de carácter nacional.

3- Procesar los datos de previsiones establecidas para áreas administrativas, tales como los estudios socio-económicos de la población económicamente activa y potencial, aplicándolos después a las predicciones.

La predicción de la demanda futura permitirá facilitar los cálculos en la fase de planificación de:

-La especificaciones de la demanda distribuida en niveles geográficos, destacando la posible evolución de la zona de servicio de las centrales y su capacidad.

- Poder establecer la matriz de tráfico entre las centrales teniendo en cuenta su optimización de la red y de los medios de transmisión.

#### 5.1. ESTRATEGIAS PARA LA INTRODUCCION DE SISTEMAS DIGITALES.

Predecir cuál es el camino correcto para la implementación de una nueva tecnología no es nada fácil, tomando en cuenta que la opción ha elegir deberá maximizar los resultados que persiguen

tanto la administración como los usuarios, así como poseer la suficiente flexibilidad para proporcionar una variedad de opciones en los programas específicos.

En este aspecto, existen cuatro estrategias básicas que pueden aplicarse para la introducción de los nuevos sistemas:

1- AMPLIACION: En la cual se extiende un nodo de red existente o se añade uno nuevo, con una alteración mínima de la topología de la red.

2- REEMPLAZO: Cuando los equipos han llegado al final de su vida de servicio económico.

3- ISLOTE DIGITAL: Crecimiento de una célula aislada, donde puede considerarse un grupo de centrales de manera grupal con miras a su modernización.

4- SUPERPOSICION: Donde se suministra una cobertura de red completa, con equipos nuevos.

El método de ampliación presenta limitaciones, en términos de la magnitud de los requerimientos de interconexión, llevando posiblemente a penalizaciones económicas, mientras que ofrece pequeñas mejoras de servicio o prestaciones a causa de las restricciones de interconexión.

Los métodos de reemplazo e islote pueden ofrecer mas beneficios inmediatos al usuario, por lo menos en áreas limitadas, mientras que el de superposición ofrece beneficios mas rápidos y generalizados al usuario y a la administración.

Los criterios de planificación utilizados en muchos países se resumen así: cuando varias centrales urbanas de una zona tienen que ampliarse o reemplazarse, se suministra una superposición interurbana o instalación en tándem. Cualquier posterior crecimiento debería asumirse con equipo nuevo, para minimizar las exigencias de interconexión. El tráfico que tenga origen en la nueva red debería permanecer en la misma tanto como fuese posible, con el objeto de minimizar el número de transiciones digital/análogo o análogo/digital que experimente la comunicación.

La evolución progresiva de una nueva red de superposición puede ofrecer una buena oportunidad para racionalizar los planes de transmisión. Las redes existentes tienden a crecer con una variedad de tipos de equipos y señalizaciones, dando problemas de mantenimiento, capacidad de personal y piezas de repuesto.

La planificación de un sistema telefónico nuevo comienza, normalmente, con la preparación de una serie de mapas, a gran escala, de la zona en cuestión, mostrando cada parcela de terreno y cada edificación. Sobre estos mapas, la superficie se divide en bloques de unos 100 metros de lado. Se recoge la información

disponible de los proyectos sobre la posible construcción de nuevas carreteras, edificios de vivienda, planes de desarrollo municipal a largo plazo, etc. Cada bloque se hace visitar por personal entrenado para obtener información sobre las líneas existentes que se complementará con información actualizada de la lista de espera para el servicio.

En base a esto se realiza una estimación para un período de 5, 10, 15 y 20 años. Las cifras deberán anexarse a los mapas.

El estudio de todas las cifras antes mencionadas indicará la localización mas idónea de la central, buscando la manera de servir todas las líneas previstas con un coste mínimo de cable.

Es de esperar que con el paso del tiempo y el desarrollo de la zona este enlace óptimo se desplace de el lugar inicial, pero, gracias a la aplicación de sistemas digitales para servir como concentradores ubicados en zonas periféricas hacen en la actualidad que "los centros de cobre" teóricos sean menos susceptibles al paso del tiempo.

También hay que tomar en cuenta los costos totales necesarios para el proyecto, considerando entre éstos a las centrales, los circuitos de enlace y la red de líneas de abonado:

- Los costos asociados a una central son el terreno, la edificación, los equipos de conmutación y suministros de energía. El costo de los equipos de conmutación es función de el número de líneas, circuitos de enlace y del tráfico esperado.

- El costo de la red de circuitos de enlace de una configuración se relaciona con la ubicación de la central, del número de enlaces previsto entre cada par de centrales y el costo de los medios de transmisión.

- El costo de las líneas de abonado, depende de la ubicación física de los abonados, los requisitos de transmisión y señalización así como de los elementos de la red que se utilicen.

Normalmente, las obras civiles con inclusión del tendido de las vías de canalizadores, la construcción de los túneles subterráneos, etc., se planifican sobre la base de 20 años; resulta extraordinariamente caro realizar excavaciones en las vías públicas, reparando seguidamente sus superficies cada pocos años. Los cables primarios de distribución se introducen por el interior de éstas. Frecuentemente se abastece de pares como para cubrir la demanda de la zona a 5 años. Los cables secundarios de distribución, se preveen para al menos 15 años.

Si la información al alcance de los planificadores iniciales fue incorrecta, o se acordó e implantó localmente algún cambio importante en cuanto a la utilización del terreno, sin previo aviso, no es de extrañarse que se carezca de suficientes pares como para responder a la petición de servicio.

Respecto a la puesta en servicio de una nueva central, supone un proceso de entre cinco a seis años, comenzando por la elección y adquisición de los terrenos designados (esto implica a veces la necesidad de una larga investigación pública) para el proyecto así como la construcción de las edificaciones.

El siguiente paso será la adquisición de los equipos de conmutación propiamente dichos así como la elección y entrenamiento de todo el personal necesario.

A continuación se inicia la construcción de los túneles subterráneos y vías de canalización para la conexión de cables a la nueva central y el tendido de todos los nuevos cables.

Sin olvidar que las centrales ya existentes se verán afectadas por el proyecto necesitando posiblemente de nuevos equipos, instalación y prueba.

## 5.2. DEFINICION DE LOS PLANES.

### 5.2.1. ESTABLECIMIENTO DE ESTRATEGIAS.

El objetivo de establecer una estrategia es proporcionar el equipo conveniente en el lugar adecuado, en el momento oportuno y a un costo razonable para satisfacer la demanda prevista con un grado de servicio aceptable.

Esta definición debe incluir provisiones sobre:

- Los recursos financieros necesarios.
- El equipo necesario.
- La mano de obra.

En esta área se distinguen dos clases de planificación:

1- Planificación estratégica, que define las directrices generales de la estructura básica que se tomarán.

2- Planificación de realización, define las acciones específicas que permitirán llevar a cabo las obras.

Cada uno de estos tipos se divide en:

a) Planes de desarrollo.

b) Planes técnicos.

El siguiente esquema pretende aclarar estas ideas:

#### PLANIFICACION ESTRATEGICA.

1- Planes de desarrollo.

- Planes de desarrollo fundamentales.

- Planes a largo, mediano y corto plazo.

2- Planes técnicos.

- Planes técnicos fundamentales.

#### PLANIFICACION DE REALIZACION.

1- Planes de desarrollo.

- Planes de desarrollo particulares.

## 2- Planes técnicos.

- Planes técnicos particulares.

### 5.2.2. CONSIDERACIONES TECNICAS APLICABLES A LA DEFINICION DE ESTRATEGIAS.

Dentro de las principales consideraciones técnicas que deben tomarse en cuenta al momento de definir estrategias se tienen las siguientes:

- a) Minimizar las interconexiones entre redes analógicas y digitales, para reducir la cantidad de equipos adaptadores necesarios.
- b) Emplear los sistemas analógicos existentes hasta el fin de su vida útil o bien a través de el Plan de Sustitución evaluar su reubicación en otras poblaciones.
- c) Todas las centrales digitales deberán contar con la capacidad de empleo de todos los sistemas existentes de señalización de las centrales analógicas con las que interactúan.

d) Para facilitar la operación, integración, mantenimiento y entrenamiento, se sugiere tener en lo posible un máximo de 2 o 3 tipos de centrales de diferentes fabricantes en la red nacional.

e) Se debe garantizar que el equipo adquirido cumpla con las recomendaciones y normas internacionales, además que el suministrante compruebe que los equipos ofertados están en servicio satisfactorio en alguna administración reconocida por lo menos durante un año.

f) Aprovechar la infraestructura y facilidades que ya existen.

g) Los equipos digitales que se van a adquirir deben contar con un software y hardware completamente dinámico, es decir, que se adapten fácilmente a las necesidades de ampliación de la capacidad, incorporación de nueva tecnología y flexibilidad en el servicio.

h) Digitalización desde los estratos más altos con la rápida conversión de las redes de conmutación y transmisión de larga distancia.

i) Integración de conmutación y transmisión digital a velocidades de 2 Mbps, 8 Mbps o mayores.

j) Redes de tránsito de larga distancia y de tándem con las capacidades más altas debido a la economía lograda en la conmutación digital y a la transmisión por fibra óptica.

Todas estas consideraciones pueden ser muy útiles a la hora de definir los procedimientos y estrategias a aplicar, con el objeto de tener un proceso de transición ordenado y de acuerdo a las posibilidades y requerimientos de cada país.

**CAPITULO V**  
**RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (RDSI)**

1. INTRODUCCION.

¿Qué pueden esperar en el futuro los usuarios de la red telefónica? La total digitalización de el mundo de las telecomunicaciones en el concepto de la Red Digital de Servicios Integrados RDSI (Integrated Services Digital Network ISDN).

Esta idea no es nueva, pues fue creada en 1973 por el Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT); pero no fue completamente definida sino hasta 1986, de la siguiente manera:

"Es una red desarrollada a partir de la Red Digital Integrada Telefónica, que provee conexión digital extremo a extremo para soportar un amplio rango de servicios. Incluyendo servicios de voz y otros que no lo son, a los cuales los usuarios tienen acceso mediante un interfaz usuario-red multipropósito".

En esta definición hay dos términos que requieren ser observados con más detalle:

-Servicio: Hace referencia a las facilidades que provee la red de cara al usuario.

-Integración: Se refiere a dos situaciones; la primera es que al ser la RDSI el resultado de la evolución de varias redes, una de sus misiones será el que tras su implantación exista una sola red que absorba sus predecesoras; la segunda alude a la capacidad de manejar servicios de distinto índole, tanto los actuales como los que en el futuro aparezcan.

En la actualidad existen muchos tipos de redes especializadas en un área particular (aunque muchas se apoyan en la red telefónica), una proporcionan servicio de télex, datos, etc. utilizando formas de intercomunicación diversas que conllevan generalmente a la incompatibilidad de las mismas, restando así muchas posibilidades a los usuarios. De ahí la importancia de la Integración.

Otro punto importante es el hecho de establecer conexiones digitales de extremo a extremo.

Desde su construcción la red telefónica se diseñó con un ancho de banda muy limitado, que contrasta con los requerimientos de transmisión de señales digitales. Aunque el empleo del modem permitió la transmisión de datos, esta se realizaba tan lentamente

(9600 baudios máximo) que se desperdiciaba la gran capacidad de los computadores.

Al desarrollarse la microelectrónica, las aplicaciones de programas complejos (por ejemplo de gráficos de alta resolución) demandaron la transmisión de grandes volúmenes de información a gran velocidad y con pocos errores que por supuesto no puede realizar la red actual, debido a la limitación en el ancho de banda de los pares trenzados.

Para lograr esta línea digital no será necesario sustituir los pares por conductores de fibra óptica que implicaría una inversión de dimensiones gigantescas, más bien pueden colocarse conductores para alta velocidad, similares a los que se emplean para transmitir la televisión por cable.

De lo expuesto anteriormente, se observa que la implantación de la RDSI cambiará todo el entorno actual de las telecomunicaciones, al proporcionar tanto comunicación de voz, conmutación de paquetes y otras facilidades que emplean los primeros tres estratos de el modelo OSI, formando lo que se podría considerar una Red de Area Local (LAN) de cobertura ilimitada.

## 1.1. MODELO DE REFERENCIA OSI (OPEN SYSTEM INTERCONNECTION).

En el año 1977 la Organización Internacional de Estándares (ISO: International Standard Organization) formó un comité para estudiar la compatibilidad de equipo para redes, trabajo que condujo eventualmente a la publicación del modelo de Interconexión de Sistema Abierto (Open System Interconnection). En este contexto, sistema abierto se refiere a un modelo de red accesible a equipo de fabricantes en competencia. Como ha señalado Frank Derfler y William Stallings,

"El modelo de referencia OSI es útil para cualquier persona involucrada en la compra o manejo de una red local, porque ofrece un marco teórico mediante el cual se pueden entender problemas y oportunidades de la conexión en redes"<sup>(1)</sup>.

El modelo OSI divide los aspectos de la conexión en redes en funciones o estratos. Estos estratos se representan en la tabla de la figura 1:

---

(1). Frank Derfler h. y William Stallings, "A manager's Guide of Local Netware", 1983.

## MODELO DE REFERENCIA OSI/ISO

### Open System Interconnection

Estrato	Función
Estrato 7 Aplicación	Funciones de usuario final, como transferencia de archivos (FTAM), servicio a terminales virtuales (VTP) y correo electrónico (X.400)
Estrato 6 Presentación	Traducción de datos para ser usados por el estrato 7, como conversión de protocolo, descompresión de datos, codificación y expansión de comandos gráficos.
Estrato 5 Sesión	Ofrece el establecimiento de una conexión de sesión entre dos entidades de presentación para soportar el intercambio ordenado de datos.
Estrato 4 Transporte	Transferencia transparente de datos entre entidades de sesiones que liberan al estrato de sesión de la necesidad de preocuparse por la confiabilidad y la integridad de los datos.
Estrato 3 Red	Ofrece el medio para establecer, mantener y poner fin a conexiones de redes entre sistemas abiertos, en particular enviando funciones a través de múltiples redes.
Estrato 2 Enlace de datos	Define la estrategia de acceso para compartir el medio físico, incluyendo los aspectos del enlace de datos y acceso a los medios.
Estrato 1 Físico	Definición de las características eléctricas y mecánicas de la red.

Figura 1.

#### 1.2. DESCRIPCION GENERAL DEL MODELO OSI.

El modelo de referencia fue creado para hacer posible la definición de procedimientos estandarizados que permitan la interconexión y el subsiguiente intercambio efectivo de información entre usuarios. Usuario, en este sentido, se refiere a sistemas que constan de una o mas computadoras, software asociado, periféricos,

terminales, operadores humanos, procesos físicos, mecanismos de transferencia de información y elementos relacionados. Estos elementos, juntos, deben poder realizar procesamiento y/o transferencia de información. Los productos desarrollados a partir del modelo de referencia permitirán a diversas redes del mismo o diferente tipo comunicarse entre si como si constituyeran una misma red.

Es importante tener presente que el apego al modelo de referencia no implica la implantación de una tecnología en particular. Dicho sea de otra manera, no especifica un medio (como cable trenzado, fibra óptica, etc.) o un conjunto de recomendaciones.

Por lo tanto el modelo de referencia es un marco para sistemas abiertos, y los detalles de la implementación se dejan a otros estándares.

### 1.3. ALCANCES DEL MODELO.

El desarrollo del modelo OSI ha sido dirigido por el CCITT y sus recomendaciones han sido adoptadas por ISO. El alcance o campo de acción del modelo de referencia es relativamente amplio y puede resumirse en los siguientes puntos:

1- Especificar una estructura única de aplicación universal que armonice vastas aplicaciones de comunicación, en especial las del CCITT.

2- Actuar como referencia durante el desarrollo de nuevos servicios de comunicaciones.

3- Permitir a diversos usuarios establecer comunicación entre sí, alentando la implantación compatible de características de comunicación.

4- Hacer posible la evolución sostenida de aplicaciones de comunicación, en particular las del CCITT, otorgando la flexibilidad suficiente para que puedan tener cabida los adelantos técnicos y las necesidades en la evolución de los usuarios.

5- Hacer posible la satisfacción de nuevos requerimientos de los usuarios en forma compatible con servicios consistentes con el modelo OSI.

#### 1.4. ARQUITECTURA ESTRATIFICADA.

Las estructuras estratificadas son de indiscutible importancia al tratar de ordenar funciones dentro de una organización.

En un capítulo anterior se mencionó este hecho, al hablar de la arquitectura de una red formada por tres capas funcionales:

- Funciones de aplicación.
- Administración de servicios.
- Funciones de transmisión.

Si bien esta clasificación es válida en un análisis macro, sugiere que sería posible un desglose más profundo.

Partiendo de la hipótesis que sólo existen dos puntos para ser interconectados, lograrlo implica la realización de tareas diversas que en conjunto cumplen el objetivo.

Agrupando estas tareas o funciones de acuerdo a su interrelación se forman capas o estratos. A continuación se define una rígida cobertura alrededor de cada capa, con el objeto de proveer una única interfase con las capas adyacentes, siendo ésta su único punto de contacto y además aislamiento o independencia en la manera de realizar las funciones. De acuerdo con esto, las capas o estratos no serán intercambiables entre sí, debido a que no coinciden sus interconexiones. Este hecho es totalmente congruente con lo expuesto en capítulos pasados en que se afirmó que una capa usa los servicios (n-1), para proveer de servicios (n) a la capa (n+1) como se muestra en la siguiente figura:

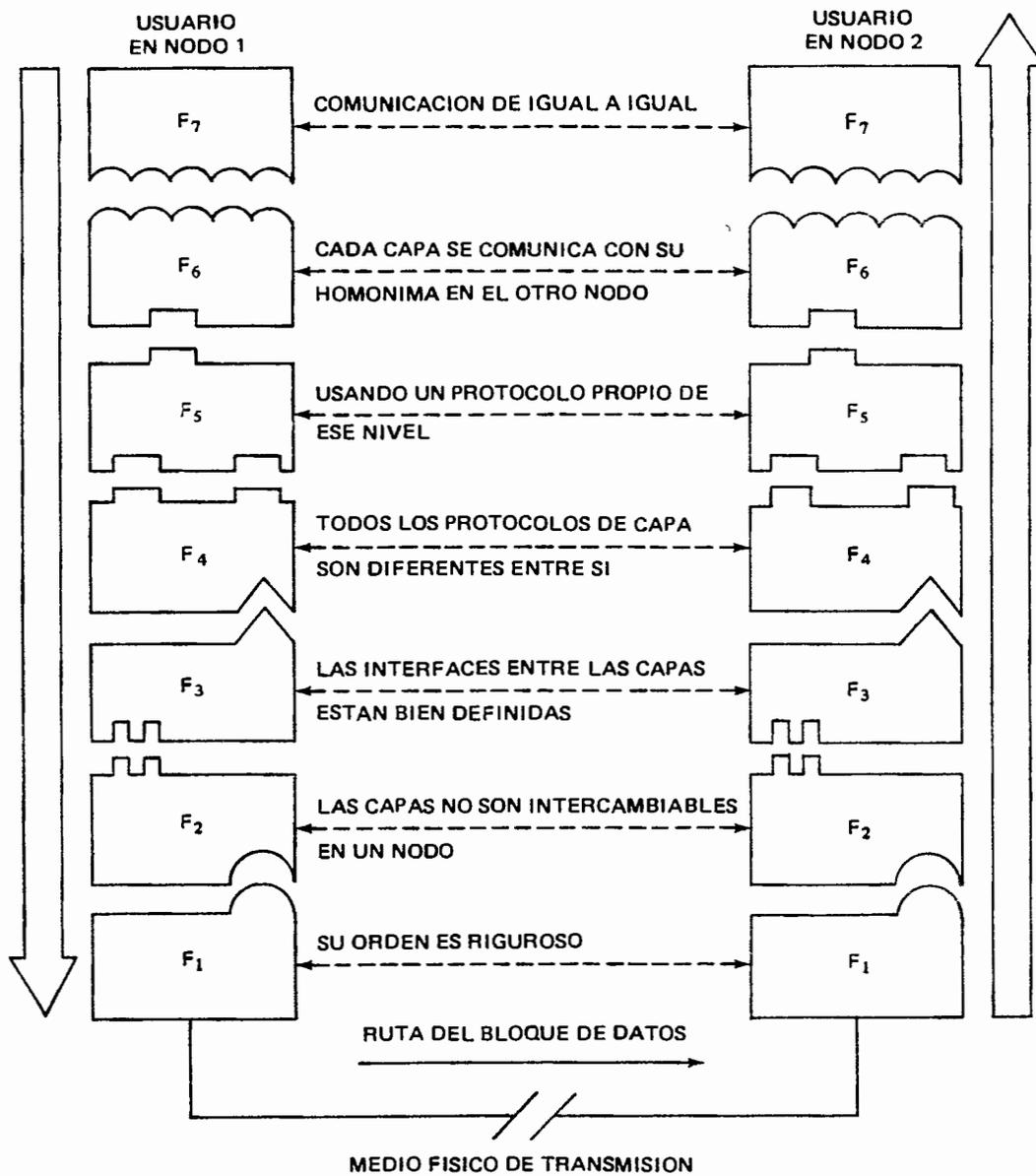


Figura 2.

En cuanto a la formación del mensaje, a partir de los datos del usuario final se puede decir que la longitud crece a medida que desciende por las diferentes capas del emisor, esto es debido a que en cada estrato que pasa se le añaden datos de control.

Algo similar ocurre en el lado receptor, el cual a medida que sube, va perdiendo longitud, y por tanto, datos que estaban destinados a cada uno de los niveles.

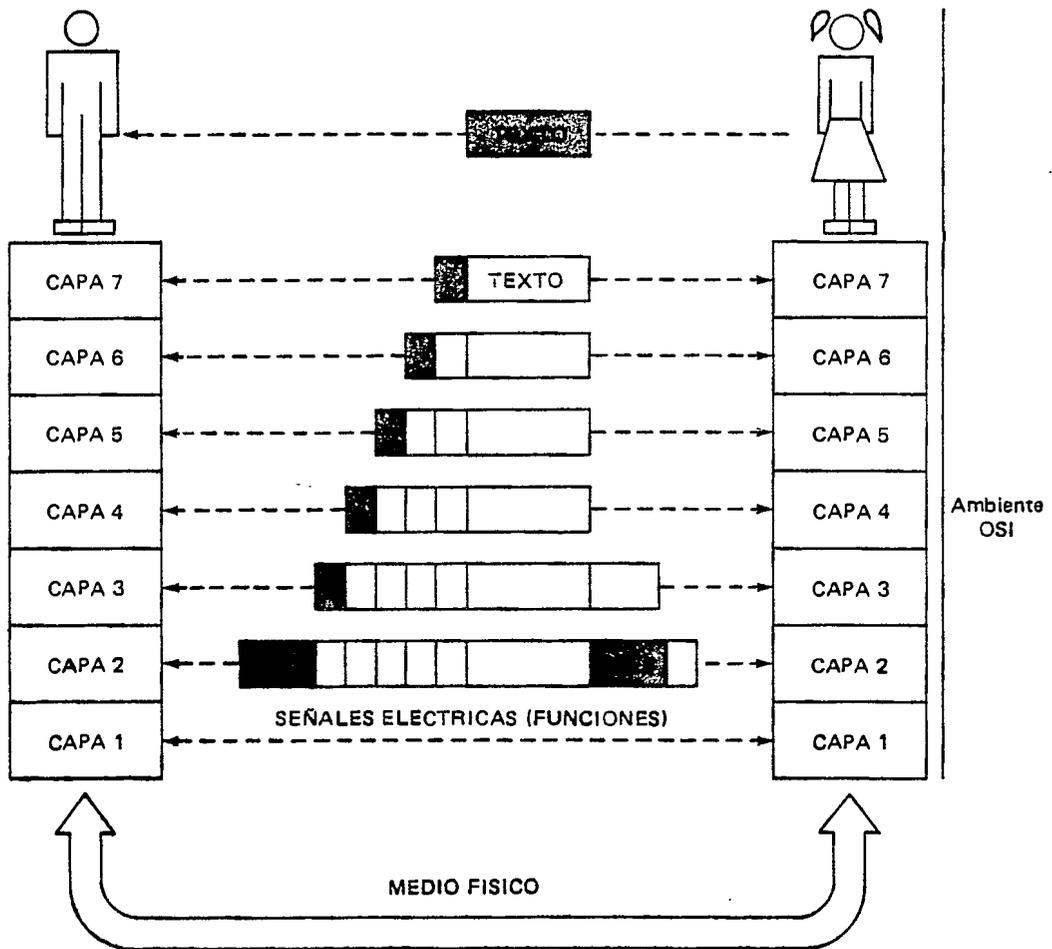


Figura Estratos de OSI y su relación con la formación del bloque de datos transferidos a través del cable como señales eléctricas.

Figura 3.

## 1.5. FUNCIONES DE LOS ESTRATOS.

Cada estrato del modelo de referencia OSI define un nivel de funciones con el doble fin de asegurar el flujo de información entre sistemas y al mismo tiempo permitir variaciones en la tecnología básica de comunicación.

En el modelo OSI, el estrato 1 es la base de hardware de la red. Los estratos 2 al 7 se implantan a través de software. El Estrato de Aplicación (estrato 7) ofrece servicios a usuarios de la red. La responsabilidad de la iniciación y confiabilidad de las transferencias de datos se realizan en este estrato. Las capas inferiores están diseñadas para dar soporte a las aplicaciones.

La traducción de la información que será usada por el estrato 7 se realiza en el Estrato de Presentación (estrato 6). Servicios tales como conversión de protocolos, descompresión de datos, cambio o conversión de conjunto de caracteres, etc.

De particular importancia en la transmisión está el estrato 5 o De Sesión. Recordando que uno de los objetivos que impulsan la implantación del modelo es lograr conectividad entre dos dispositivos. En un sentido más técnico, el estrato de sesión facilita el establecimiento y terminación de la comunicación (llamada Servicio de Administración de Sesión).

El objetivo del Estrato de Transporte (estrato 4) es proporcionar la conexión adicional (pero de nivel más inferior) al del estrato de sesión. Proporciona el control entre los nodos del usuario a través de la red de forma que lleguen los mensajes lleguen a su destino. Para lograr esto, el bloque de información lleva "en memoria" dos direcciones: el destino final y el destino inmediato (próximo nodo), con estos parámetros se puede elegir la mejor vía tomando en cuenta los caminos existentes y su nivel de ocupación.

La capa de Control de Red (estrato 3) provee el control entre dos nodos adyacentes. Las funciones proporcionadas por este estrato incluyen el ruteo de los mensajes, las notificaciones de errores y opcionalmente la segmentación y el bloqueo. La utilidad de esta capa puede ser vista como de "dirección del control entre los puntos de conmutación", más que como proveedora de ayuda para la transferencia de datos entre estos puntos.

En este estrato se determina el formato del campo de información de la trama. A esto se le llama Paquete y es un término cuya popularización es muy grande a raíz de la difusión del uso de redes X.25 o de Conmutación de Paquetes.

La capa 2 o Estrato de control de enlace de datos (DLC) provee la conexión lógica a través de la línea, el direccionamiento, el secuenciamiento y la recuperación de errores.

Existe una dirección que identifica una conexión de enlace en la capa DLC. En esta capa (DLC: Data Lineal Control) se determina el uso de una disciplina de comunicaciones conocida como HDLC (High Level Data Link Control). El HDLC es el protocolo de línea considerado como un estándar universal, al cual muchos toman como modelo.

La capa 1 o Estrato de control de interconexión física provee las características mecánicas, eléctricas, funcionales y de procedimiento necesarias para establecer, mantener y liberar conexiones físicas entre el dispositivo terminal (DTE) y el punto de conexión a la red (DCE) o entre dos DTE's.

Si se juntan las funciones de las capas 1 y 2, ya se posee la forma de interconectar físicamente dos nodos adyacentes y de transferir un mensaje de datos entre ellos, manejando direccionamiento, control de errores, etc.

## 2. RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (RDSI).

¿Qué es una RDSI?

En el literal anterior se dio una breve explicación acerca de lo que significa el término RDSI. Ahora la pregunta debe referirse a lo que envuelve el concepto RDSI.

Se puede decir que la RDSI representa un modelo técnico y operacional, para un sistema de información universal, inteligente y modular, y que incluye la característica sumamente importante de transporte de información de cualquier tipo.

Es un concepto que rebasa las fronteras de los países, y que incorpora características adicionales a la Red Digital Integrada (RDI) para ir aproximándose sistemáticamente a un modelo de referencia para la arquitectura de la red, a unos tipos de servicio, etc., para lo cual se empleará un largo período de tiempo (entre 10 y 20 años) realizándose una interacción entre las redes preexistentes y lo que será la futura RDSI en el período intermedio. Su principal objetivo es la unificación de redes.

A continuación se presenta un resumen de lo mencionado anteriormente el cual servirá para tener una visión esquematizada acerca de lo que es una RDSI.

Una Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) es:

- ▶ Un concepto nacional e internacional.
- ▶ Un camino para la evolución de la Red Digital Integrada (RDI) para desarrollar un sistema global de transporte de la información.
- ▶ Incorpora progresivamente características adicionales a la RDI.
- ▶ Contiene inteligencia para las características del servicio y la gestión de la red.
- ▶ Facilita una aproximación sistemática a:
  - ▶ Modelo de referencia para la estructura de red.
  - ▶ Tipos de servicio.
  - ▶ Tipos de información.
  - ▶ Canal/Arquitectura de acceso.
  - ▶ Interfases.
- ▶ La transición completa llevará de 10 a 20 años.
- ▶ Interacción entre la RDSI y el resto de redes durante el periodo intermedio.
- ▶ Objetivo: Unificación de redes.

### 3. FUERZAS CONDUCTORAS HACIA LA RDSI.

#### 3.1. RED DIGITAL INTEGRADA.

La evolución de las telecomunicaciones durante la década de los '70, provocada por las técnicas digitales y la conmutación electrónica, afectó a los equipos de transmisión y a las centrales de conmutación, pero mantuvo estable la estructura de la red. La difusión masiva de nuevos servicios de telecomunicación conducirá probablemente a un profundo cambio estructural de la misma.

En tales condiciones, las administraciones y compañías de explotación de telecomunicaciones se están viendo obligadas a revisar los conceptos fundamentales de la organización de redes y a definir estrategias de transición a medio y largo plazo. La estrategia a largo plazo se concreta en la llamada Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) y, hasta llegar a la plena implantación del concepto, se está desarrollando una estrategia a medio plazo cuyo objetivo es la Red Digital Integrada (RDI).

En un primer estado la red telefónica se compone de centrales analógicas interconectadas por líneas también analógicas. En los años 60 comienzan a aparecer los sistemas de transmisión por MIC (Modulación por Impulsos Codificados) o PCM (Pulse Coded Modulation) para 24 (USA) y 30 (Europa) canales telefónicos de 64 Kbits/s. La aparición de la conmutación digital elimina la

necesidad de los costosos y poco fiables conversores analógico-digitales entre centrales. La conversión de voz a forma digital se realiza en el circuito de línea de la propia central, en el teléfono del abonado (teléfono digital) o en algún punto del bucle de abonado que actúe incluso como un multiplexor para un cierto número de teléfonos.

En su realización final, se tiene la Red Digital Integrada (RDI) formada por centrales digitales exclusivamente unidas por vías digitales. Solamente queda en forma analógica la línea de abonado.

Una red digital integrada así concebida se utiliza para un único servicio, por ejemplo, la telefonía, y sirve de base al objetivo a largo plazo indicado anteriormente, la Red Digital de Servicios Integrados.

### 3.2. AVANCES DE LA TECNOLOGIA VLSI.

Desde luego sería impensable acometer una tarea como la de digitalizar la red telefónica sin disponer de una tecnología de integración de circuitos electrónicos que reduzca costes (al emplear grandes cantidades de circuitos integrados de manera repetitiva, tanto en los equipos terminales como en las centrales de conmutación) y que simplifiquen el diseño, reduzcan el tamaño de los equipos y den mayores velocidades de proceso.

Para ver la influencia de la VLSI (Very Large Scale Integration), que es la técnica de integración a escala "muy grande", en la figura 4-a se observa cómo se utilizaban los convertidores Analógico/Digital (A/D), antes de lograr precios competitivos y en la figura 4-b cómo cambia ese uso al evolucionar la técnica. Ahora, el concentrador es también digital, y lo único que no sería digital es la transmisión en el bucle de abonado, que sigue siendo analógica debido a la naturaleza de los aparatos.

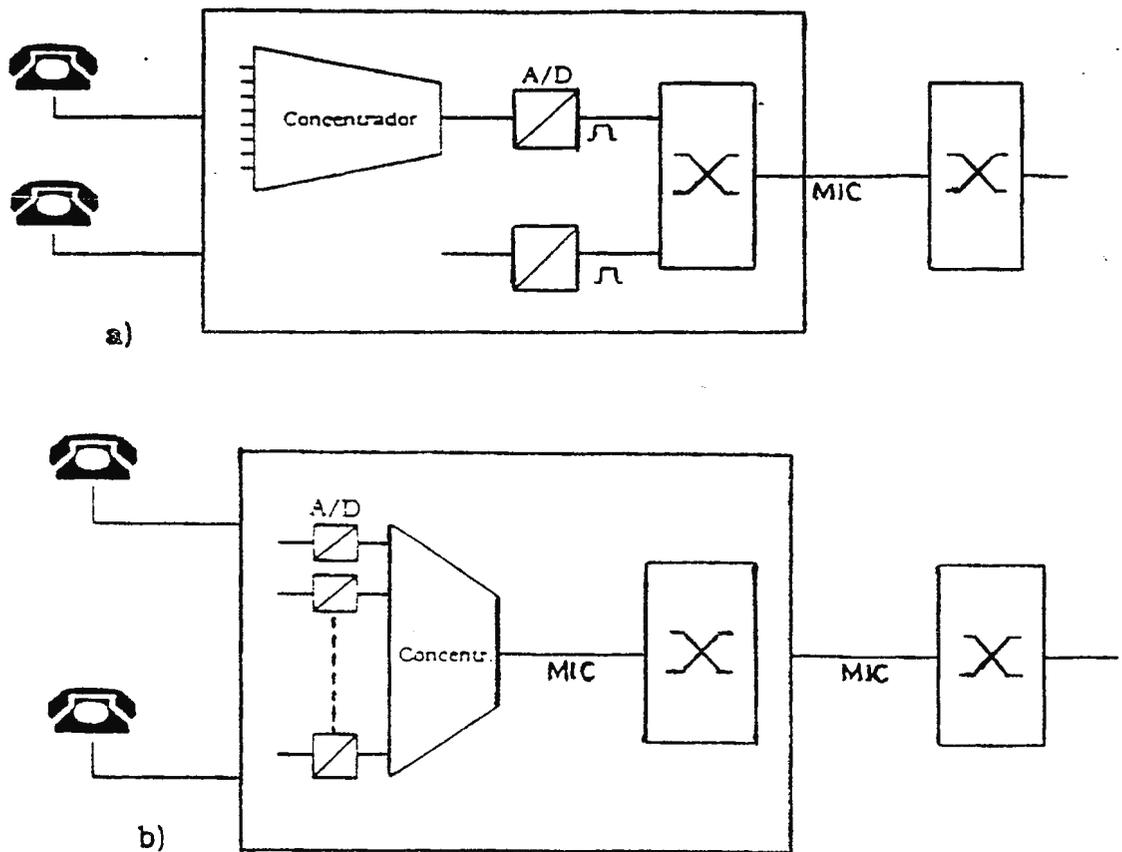


Figura 4.

### 3.3. DIVERSIFICACION DE SERVICIOS.

Existe una serie de servicios que están naciendo y necesitan de un medio del cual valerse para poder existir, es decir, una red sobre la cual puedan enviar información y a la que se puedan conectar unos equipos terminales adecuados a esa información.

Ya hemos comentado la imposibilidad de las redes actuales para poder hacer eso, por lo que el éxito de estos servicios y otros nuevos que aparecerán depende y a la vez obliga a la implantación de la RDSI.

Ahora bien, hay algunos servicios que tardarán mucho más tiempo que otros en ser suministrados, debido principalmente a la planta actual de red, en cuanto a la línea de abonado, que no está preparada para transmisiones a velocidades tan altas como las necesarias para video, etc. Esto se resolvería con el empleo de fibra óptica o de transmisión por radiofrecuencias, pero el coste en la actualidad sería demasiado grande.

Ejemplo de estos servicios diversificados, los cuales fueron tratados el capítulo II, son los siguientes: Telefonía, Télex, Teletex, Videotex, Telemetría, Telealarmas, Facsímil, Acceso a bases de datos, Telebanco, Telecompra, Teleproceso, Videoconferencia, TV por cable, Servicios suplementarios, etc.

#### 4. NIVEL FISICO DE LA RDSI.

##### 4.1. INTERFAZ DE USUARIO RDSI.

El interfaz de usuario es importante en la introducción de la RDSI por dos razones fundamentales. En primer lugar, establece las bases técnicas que permiten proporcionar al usuario una amplia serie de nuevas capacidades y, en segundo, representa un elevado porcentaje del costo total de la RDSI, ya que su costo incurre en cada uno de los usuarios.

Desde el punto de vista de normalización el interfaz de usuario se divide en dos partes con tecnología y complejidades completamente distintas. Por un lado se encuentra el bucle de abonado en el cual el problema fundamental es la transmisión sobre la base de los cables existentes. La segunda parte corresponde a las instalaciones o premisas del usuario en donde al ser las distancias mas cortas, es posible utilizar técnicas de transmisión más sencillas, pero debe garantizarse una gran flexibilidad y compatibilidad en los grupos conectados.

Por otro lado, para conseguir una implantación eficiente de la RDSI deben cumplirse dos premisas básicas:

- Utilización de gran parte de las redes telefónicas existentes.

- Funciones muy normalizadas que permitan la producción masiva de circuitos VLSI.

Se distinguen dos tipos de interfaz de usuario:

- **Acceso Básico** a 144 Kbit/s con una estructura de canales 2B+D.
- **Acceso Primario** a 1544 Kbit/s en Estados Unidos y 2048 Kbit/s en Europa.

Por el momento, las recomendaciones del CCITT no especifican las características del bucle de abonado (interfaz en el punto "U").

#### 4.2. APLICACIONES DEL INTERFAZ DE USUARIO RDSI.

Algunos ejemplos de interfaces usuario-red RDSI son los siguientes:

- a) Acceso de un solo terminal RDSI.
- b) Acceso de una instalación terminal RDSI múltiple.
- c) Acceso de centralitas de abonado de servicios múltiples, redes de área local (LAN) o controladores.

- d) Acceso a redes privadas.
  
- e) Acceso de centros especializados de almacenamiento y proceso de la información.

Las recomendaciones sobre interfases de usuario del CCITT tienen básicamente los siguientes objetivos:

- Que diferentes tipos de terminales y aplicaciones utilicen el mismo interfaz.
  
- Que los terminales sean transportables desde una ubicación a otra dentro del mismo país y también de un país a otro.
  
- La evolución independiente, tanto de los terminales como de los equipos de red, sus tecnologías y configuraciones.
  
- La conexión eficaz con centros especializados de almacenamiento y proceso de la información y otras redes.

En la figura 5 se muestran estos ejemplos de forma ilustrativa.

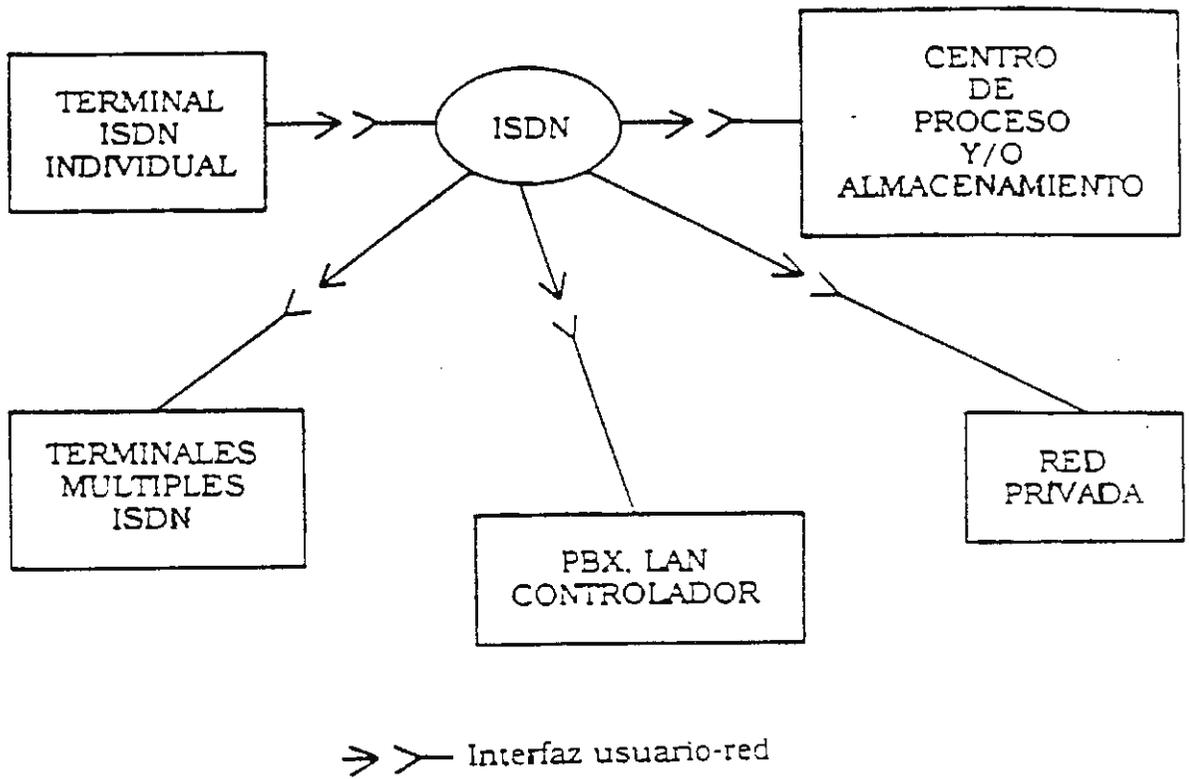


Figura 5.

#### 4.3. CONFIGURACION DE REFERENCIA.

Para facilitar la especificación de interfases usuario-red en RDSI la Recomendación I.411 define una configuración de referencia cuyos grupos funcionales genéricos se representan en la figura 6. Estos grupos o bloques funcionales se han definido para proporcionar una gran flexibilidad a usuarios y operadores de red, y se pueda acomodar a diferentes situaciones nacionales.

- **NT1 (Network Termination 1):** Terminación de la línea de transmisión incluyendo tan sólo funciones de nivel físico, tales como codificación, terminación de interfaz y mantenimiento. Constituye el equipo mismo para separar las dependencias del abonado de las características de la red.
  
- **NT2 (Network Termination 2):** Corresponde a dispositivos tales como PABX's, LAN's o controladores que permiten conectar los terminales del usuario entre sí y con la red; puede incluir funciones de los tres primeros niveles del modelo OSI tales como conmutación y concentración.
  
- **TE1 (Terminal Equipment 1):** Corresponde a un terminal diseñado de acuerdo con las especificaciones de interfaz de usuario RDSI.

- **TE2 (Terminal Equipment 2):** Terminal no-RDSI, por ejemplo, X.25, V.25, Facsimil, etc.
- **TA (Terminal Adaptor):** Corresponde al dispositivo necesario para conectar un terminal no-RDSI (TE2) a un interfaz de usuario RDSI.
- **LT (Line Termination):** Funciones de transmisión (nivel 1) en el extremo del bucle de abonado de la central local.
- **ET (Exchange Termination):** Funciones de nivel 2 y 3 que dan soporte al interfaz de usuario.

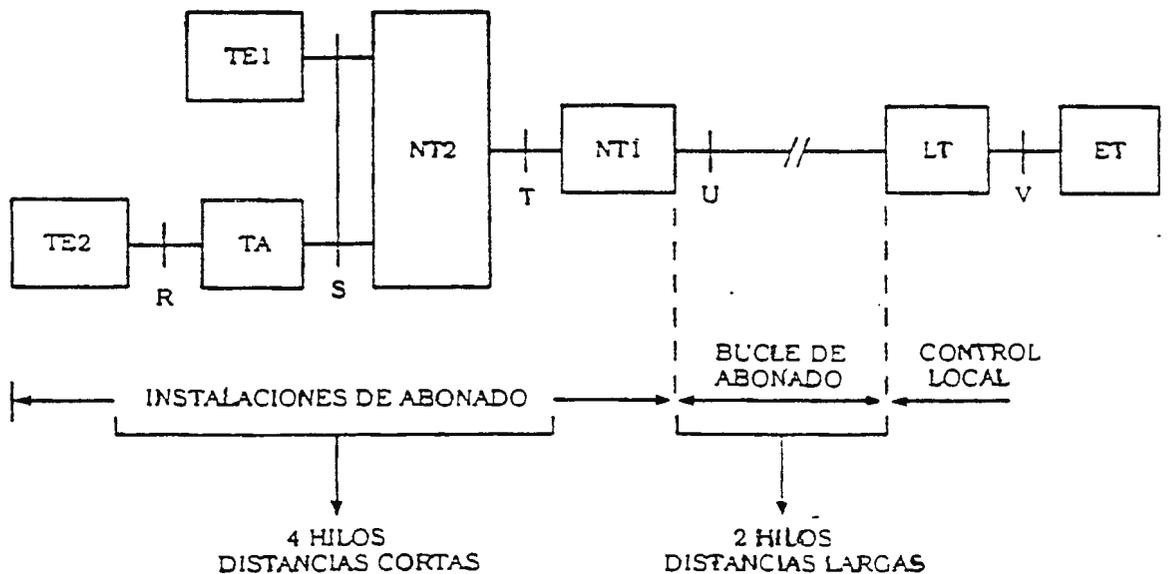


Figura 6.

Para separar los grupos funcionales mencionados se definen los denominados "puntos de referencia" que pueden o no corresponder a interfases físicos.

Estos puntos de referencia son los siguientes:

- **S** Separación de los terminales RDSI y punto donde se define el interfaz de usuario.
- **T** Separación de las funciones de transmisión (NT1) de las de conmutación local (NT2). En instalaciones sencillas sin NT2, S y T coinciden.
- **U V** Corresponde a la línea de transmisión entre las dependencias del abonado y la central local. El CCITT no lo define explícitamente pero se emplea habitualmente.
- **R** Separación entre TE2 y TA. En este punto se define una variedad de interfases no-RDSI como X.25, V.24, X.21, etc.
- **V** Separación entre LT y LE. Pertenece a la central local.

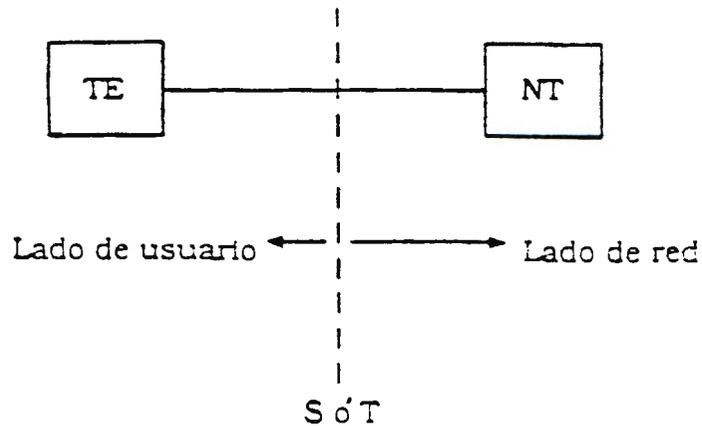
#### 4.4. ACCESO BASICO.

La Recomendación I.430 define las características de la capa 1 del interfaz usuario-red para la estructura básica definida en la Recomendación I.412, compuesta por dos canales B a 64 Kbit/s y un canal D a 16 Kbit/s (2B+D).

Estas características de interfaz se aplican tanto al punto de referencia S como al T, que en algunos casos incluso coinciden. Debido a esto en lo que continúa, a menos que se indique lo contrario, se utilizará la terminología NT para referir los grupos funcionales NT1 o NT2, y TE para referir a TE1 o TA.

La principal función del interfaz básico es la transmisión bidireccional de los canales B y D, lo que se consigue combinando estos canales, junto con la información de control auxiliar necesaria en una trama TDM (Time Division Multiplex) de 192 Kbit/s (144+48) Y una estructura de cableado a cuatro hilos.

La Recomendación I.430 define un interfaz completamente nuevo desarrollado con una complejidad y costo limitados y con una flexibilidad suficiente para cubrir una amplia gama de aplicaciones, tanto en lo referente a servicios como a configuraciones (ver figura 7).



Canales : 2 B + D  
 Velocidad: 192 kbit/s  
 Circuitos: 2 (4 hilos)  
 Estructura de trama: Síncrona TDM  
 Gran flexibilidad

Figura 7.

#### 4.5. FUNCIONES DEL INTERFAZ.

- **Temporización de Bits:** Mediante esta función se proporciona sincronismo de bit a 192 Kbit/s para que el TE y NT puedan recuperar las informaciones contenidas en las señales multiplexadas.

- **Temporización de Bytes:** Función que proporciona sincronismo de byte (octeto) a 8 KHz.
  
- **Alineamiento de trama:** Se proporciona información que permite a NT y TE recuperar los canales multiplexados por división en el tiempo (TDM).
  
- **Canal B:** Para cada sentido de transmisión se proporcionan dos canales independientes a 64 Kbit/s para ser usado como canales B, destinados a transmitir información de usuario.
  
- **Canal D:** Para cada sentido de transmisión se proporciona un canal a 16 Kbit/s previsto principalmente para transmitir información de señalización para conmutación de circuitos sobre los canales B.
  
- **Procedimiento de acceso al canal D:** Esta función permite a los terminales ganar acceso al canal D de forma ordenada. Las funciones necesarias incluyen un canal D en eco en el sentido NT a TE.
  
- **Alimentación:** Esta función permite transferir energía a través del interfaz para, por ejemplo, mantener un servicio telefónico básico en el caso de fallo de suministro local.

- **Activación/Desactivación:** Estas funciones permiten a los equipos TE y NT ser puestos en un modo de bajo consumo de potencia cuando no haya llamadas en curso pudiendo restablecerse las funciones a modo normal cuando sea necesario.

#### 4.6. CODIGO DE LINEA.

Las señales de línea en el caso del interfaz básico son de tipo bipolar, con pulsos de duración 100% al tiempo de bit. El código empleado se denomina pseudoterciario, ya que utiliza tres valores de tensión para representar dos valores lógicos. Así al uno lógico le corresponde el valor 0 V, mientras que al cero lógico los impulsos de polaridad positiva o negativa.

La codificación es tal que los impulsos de tensión deben alternar en polaridad, llamándose "violación" a la aparición de un impulso con la misma polaridad (positiva o negativa) que el precedente.

Para conseguir una componente continua nula, se utilizan los denominados "bits de equilibrado" que se ponen a cero lógico si el número de ceros que les precede es impar.

En los terminales, la temporización de los bits en dirección al NT se extrae de las tramas recibidas. Las tramas transmitidas hacia el NT tienen un retraso de dos bits respecto a las recibidas.

En las figuras 8 y 9 se muestran ejemplos de esta codificación.

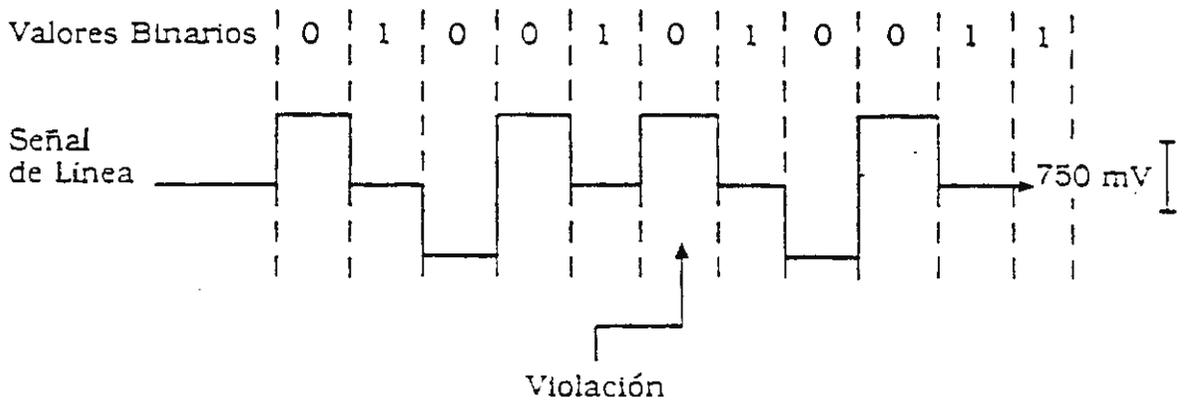


Figura 8.

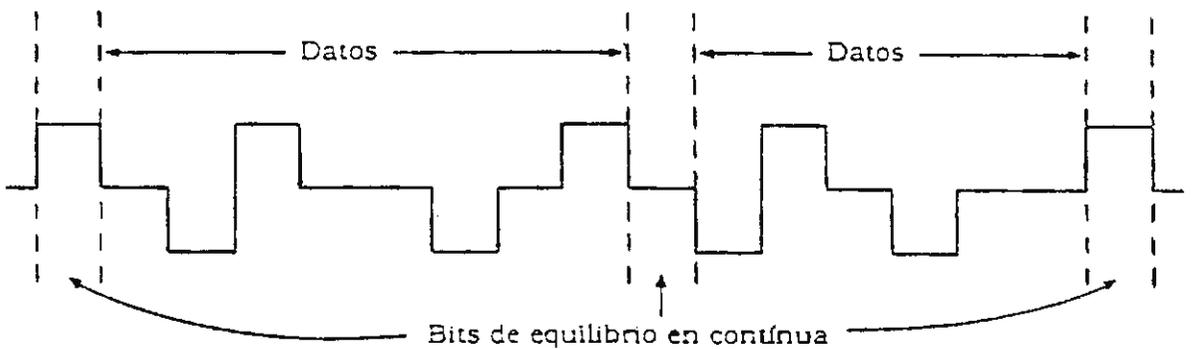


Figura 9.

## 5. PROTOCOLO DEL CANAL D.

El protocolo del Canal D es un sistema de señalización para la línea de abonado el cual define las interfases entre red-usuario. La estructura del canal en las interfases red-usuario es el canal B el cual está formado por dos canales de comunicación, el canal D tiene como propósito transmitir las señales de control, esto forma lo que se conoce como 2B+D. El protocolo del canal es un termino general usado para especificar las funciones que realiza el canal D, el cual como se dijo es un canal de señalización.

A continuación se detallarán las diferentes capas de las que consta el protocolo del canal D. Las especificaciones de este protocolo están definidas de acuerdo al modelo de referencia OSI para poder claramente distinguir cada uno de los estratos.

Actualmente el CCITT en su Recomendación I.430 sirve de base para la especificación de la capa 1 para acceso básico, y la Recomendación I.431 para la especificación de la capa 1 para acceso a grupos primarios. La Recomendación Q.921 define la capa 2 la cual es de enlace de datos y la Recomendación Q.931 trata sobre la capa 3. A continuación se considerará cada capa de, por ejemplo, el acceso básico del canal D.

### 5.1. CAPA 1 (NIVEL FISICO).

Las especificaciones de la capa 1 definen las características que proveen el acceso básico de 2B+D a los usuarios. Esto es, se definen las características eléctricas y físicas en el punto de la interfase red-usuario S/T, el tipo de conexión de las facilidades del usuario, la forma de alimentación al terminal del usuario, etc. (figura 10).

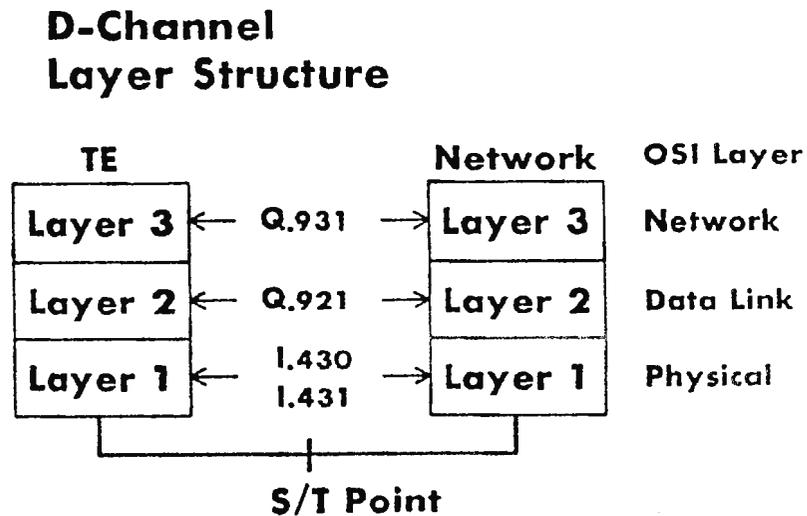


Figura 10.

La figura 11 muestra un ejemplo de las facilidades que puede aprovechar el usuario. Los terminales TE y los equipos de terminación de la red NT están conectados mediante un canal o bus a través del cual se transfieren las señales.

## Bus Connection

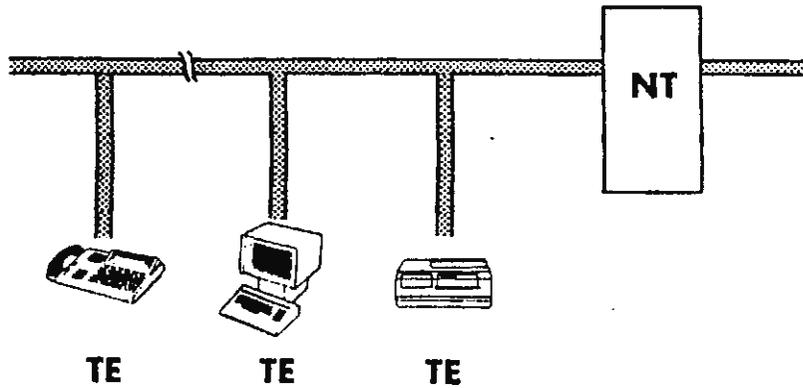


Figura 11.

El bus básicamente está compuesto de dos líneas para la transferencia de las señales desde el NT hasta cada TE, y dos líneas para la transferencia de señales desde cada TE hasta el NT. En esta configuración, se utilizan conectores normalizados para lograr una portabilidad de las terminales, permitiendo conectar hasta un máximo de 8 terminales (figura 12).

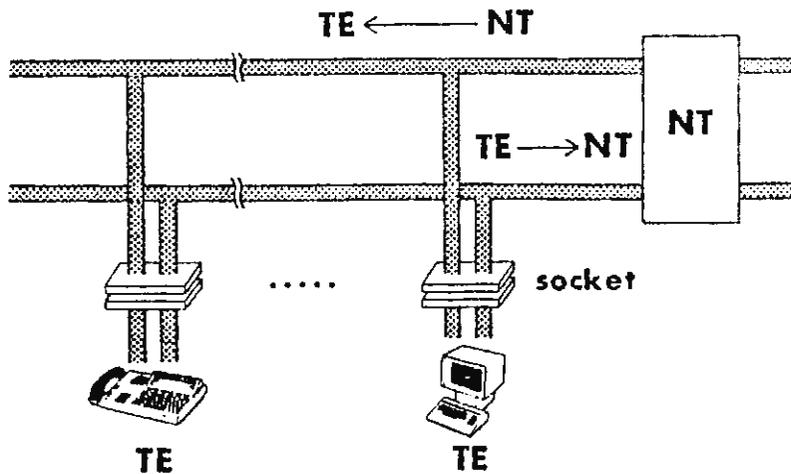


Figura 12.

En una RDSI donde se conectan múltiples terminales a una misma interfase, es necesario que cada terminal y la red propia sea capaz de transportar los mensajes de cada una sin confusión. Esto es, cuando las terminales tratan de usar el canal al mismo tiempo entran en un estado de "competencia", entonces es necesario controlar apropiadamente este suceso entre estas terminales. En la capa 1, se utiliza el sistema de control de eco para controlar la simultaneidad de uso del canal.

La figura 13 ilustra esquemáticamente el sistema de control de eco. Supóngase que una cierta terminal #1 va a tener acceso al NT y el bit del canal D a enviar es  $D_R$ . R es la inicial de "Recibir" y el bit del canal D, el cual es la señal recibida cuando es leída por el NT, es llamado  $D_R$ .

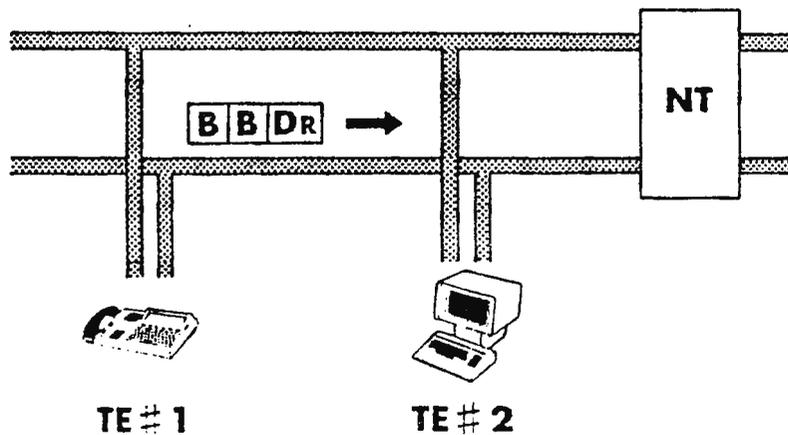


Figura 13.

El NT envía  $D_e$  (el cual es idéntico a  $D_r$ ) de retorno a TE #1. De esta forma es realizada la función de eco.

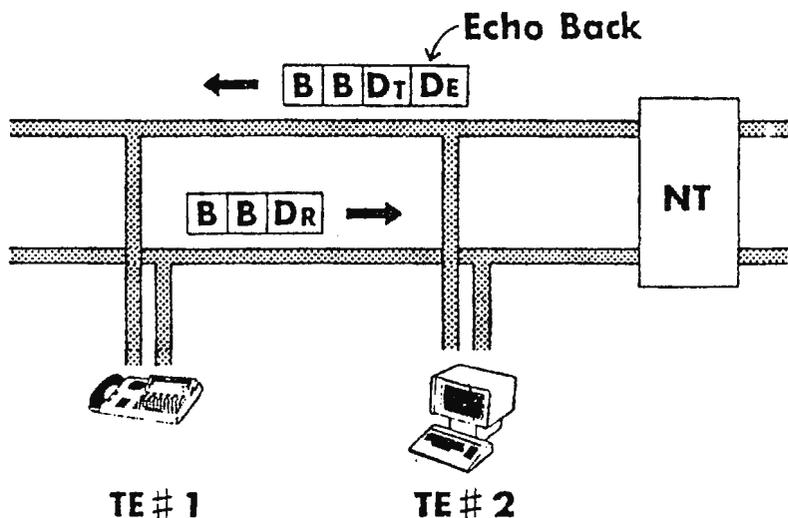


Figura 14.

Cada TE almacena el propio bit  $D_r$  enviado en un buffer y luego es comparado con el  $D_e$  enviado por NT. Cuando estos dos bits coinciden entre sí, el TE comienza a transmitir la señal de trama.

En la figura 15, el terminal #1 comienza a enviar la trama. Cuando los dos bits son diferentes, la señal de transmisión es suspendida. En este caso, el TE #2 bloquea la transmisión. Esto es, un terminal, o TE #1 en este caso, gana la "competencia".

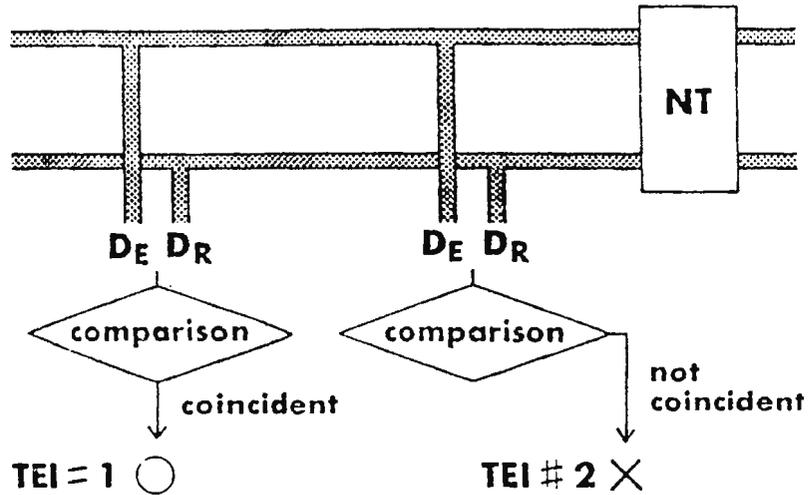


Figura 15.

En las interfases de red-usuario en RDSI, es muy importante diferenciar las múltiples terminales mediante este método de "competencia" para asegurar la transferencia de información a cada terminal independiente.

## 5.2. CAPA 2 (ENLACE DE DATOS).

Esta capa del protocolo del canal D es denominada LAPD (Link Access procedure on D Channel) o Procedimiento de Acceso de Enlace en el Canal D.

El objetivo de esta capa es transferir mensajes de capas superiores a la capa 3 sin errores mediante el uso del canal D. Por consiguiente, las funciones principales de la LAPD comprenden la

detección de errores (errores en la transferencia y de formato, por ejemplo).

Esta capa está diseñada para las terminales múltiples que pueden conectarse a una interfaz red-usuario en una conexión básica de punto a multipunto. O sea, los datos de control y los terminales múltiples se transfieren en un canal D común. En el canal D, por consiguiente, las conexiones lógicas pueden ser adecuadas para trabajar con terminales múltiples. Esta función es llamada Función Múltiple LAP (Link Access Procedure).

Esto es también posible realizando múltiples conexiones lógicas con un terminal, usando la función múltiple LAP. Un terminal puede recibir múltiples servicios RDSI tales como voz o transferencia de datos a 64 Kbps.

La figura 16 muestra el formato de la trama del protocolo del canal D en la capa 2 (LAPD). La primera y última bandera indican el principio y el final de una trama, respectivamente. La trama contiene un campo de dirección, uno de control, uno de información, etc.

### D-Channel Layer 2 Frame Format

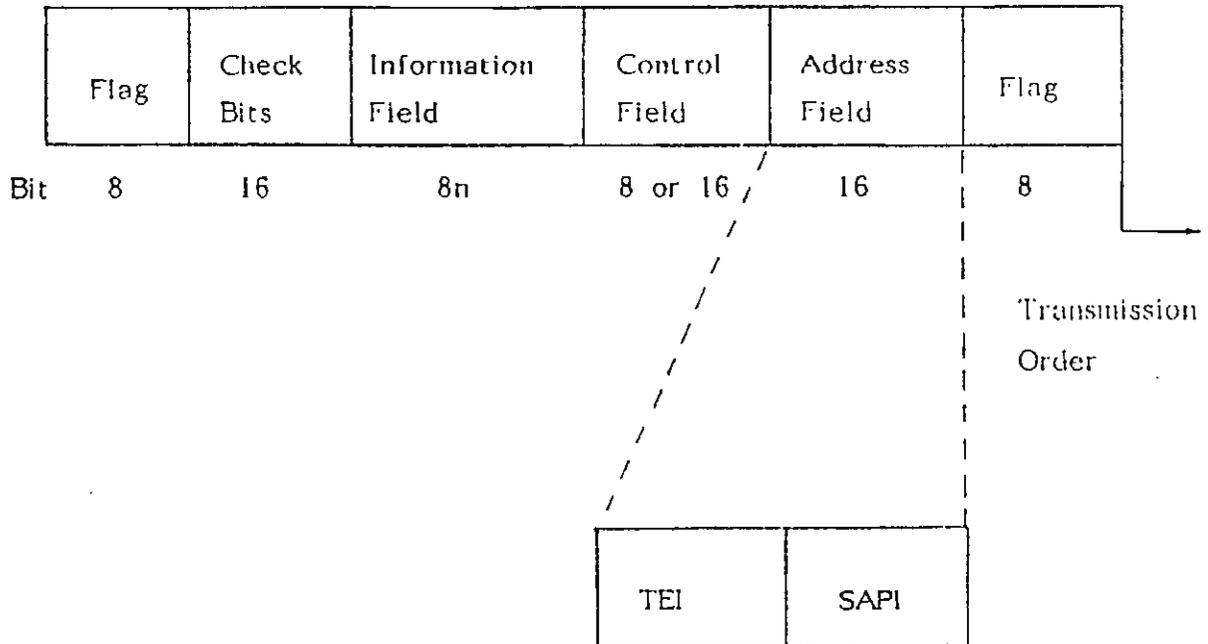


Figura 16.

El campo de dirección es formado por un Identificador de punto de acceso del servicio SAPI (Service Access Point Identifier) y un Identificador de punto final de terminal TEI (Terminal Endpoint Identifier). El SAPI tiene como objeto identificar el servicio RDSI, por ejemplo, una conmutación de circuitos o de paquetes. El TEI identifica un terminal específico o terminales cuando más de uno utiliza un servicio.

### 5.3. CAPA 3 (NIVEL DE CONTROL DE RED).

El principal objetivo de esta capa es proveer los procedimientos de control de la llamada para circuitos conmutados usando el canal B. La transferencia de las señales de control de llamada para múltiples canales B es realizada por el canal D el cual es un canal de señalización común.

La figura 17 muestra el formato de la trama para la capa 3 en una forma vertical. Este formato puede ser dividido en una parte común a cada trama individual y una parte de elementos de información de señales individuales la cual es requerida por algunos servicios en particular.

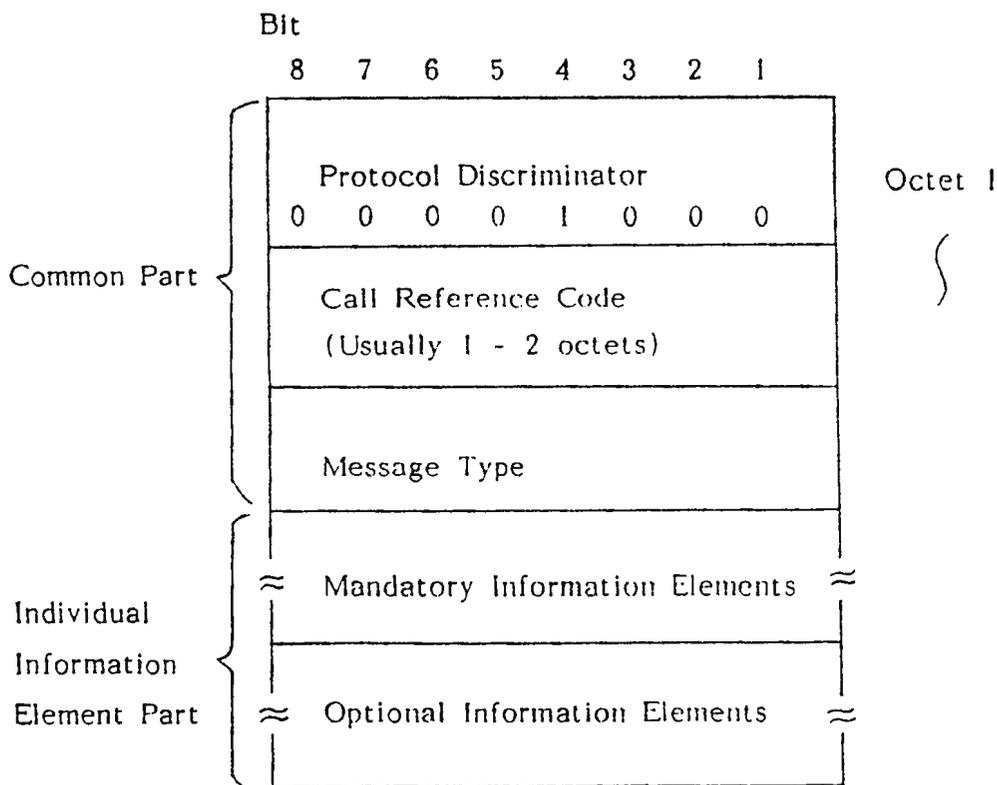


Figura 17.

La figura 18 presenta la parte común de la capa 3. El discriminador de protocolo (Protocol Discriminator) de el primer octeto es usado para diferenciar los mensajes de protocolo de canal D capa 3 de otros protocolos.

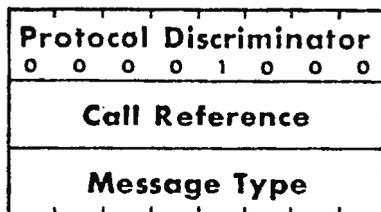


Figura 18.

Se incluye un código de referencia de llamada (Call Reference) el cual podría ser para llamada por conmutación de circuitos o de paquetes y así poder identificar la llamada relacionada con el mensaje.

El tipo de mensaje (Message Type) corresponde al nombre de la trama de la capa 3.

La siguiente tabla da algunos ejemplos de mensajes típicos obtenidos en la capa 3. Se asigna un código a cada tipo de mensaje. "SETUP" representa una petición para establecimiento de una llamada desde la red o el usuario. "ALERTing" indica que el usuario terminal o parte llamada está siendo solicitada, y "CONNECT" indica que el usuario terminal ha contestado la llamada.

Tipo de Mensaje	Función
SET (preparar)	Petición para preparar una llamada
ALERT (alerta)	Notificación que parte llamada está siendo avisada
CONN (conectar)	Parte llamada ha contestado (descolgado)
DISC (desconectar)	Petición de liberación de la llamada
REL (liberar)	Notificación de desconexión del canal completada y petición de liberar el código de referencia de la llamada
RELCOM (liberación completada)	Notificación de desconexión del canal y completada la liberación del código de referencia de la llamada

La información contenida en cada mensaje está representada como elementos de información. Estos elementos forman parte de la información a ser transferida por un mensaje.

Dentro de estos elementos de información se podrían mencionar algunos ejemplos como:

- **Capacidad de portación de mensaje (Bearer Capability):**  
Este indica la longitud del mensaje que se puede transportar, por lo tanto este es un atributo del servicio.
- **Dirección de Destino (Destination Address):** Representa el número del usuario terminal o parte llamada.

- **Identificación del Canal (Channel Identification):**  
Indica cuál de los dos canales B ha sido asignado.
- **Causa (Cause):** Representa la causa debido a la cual se atribuye la falla en la preparación de la llamada, en caso de darse un problema.

En la figura 19 se muestra de forma ilustrativa los elementos de información mencionados anteriormente, dentro del mensaje tipo SETUP. Se observa la trama de capa 3 arreglada de forma vertical a intervalos de un byte (octeto). Como se ha dicho, SETUP se usa para solicitar la preparación de una llamada. Por lo tanto, los elementos de información tales como capacidad de mensaje y la identificación del canal, que corresponden a la categoría de atributos de servicio, son insertados como elementos de información directores dentro de el mensaje completo.

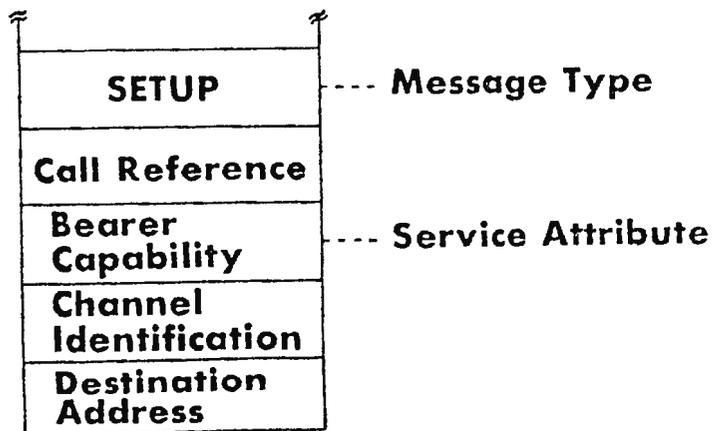


Figura 19.

## 6. PLANIFICACION DE UNA RDSI.

Para poder llegar a concretar una RDSI es indispensable establecer una serie de tareas a seguir dentro de una planificación adecuada, de manera que se consideren todos los aspectos relacionados con este proceso de transición.

Es necesario primeramente establecer ciertos conceptos como Red Objetivo, Año Base y Año Objetivo.

Red Objetivo es la red a la cual se espera llegar al final del periodo considerado. Esta red debe cumplir con todas las propiedades y funciones que le fueron proyectadas.

El Año Base (ó año Cero) es aquel en que está completamente definida la red existente y a partir del cual comienza la planificación futura.

El Año Objetivo puede ser el año indicado en el plan a largo plazo de la administración en el cual la red de telecomunicación es ya totalmente digital.

El estudio de la red objetivo deberá incluir, necesariamente, una amplia gama de factores que se extiende desde el desarrollo socio-económico nacional esperado, hasta los recursos de que disponga la administración. Otras consideraciones importantes se

refieren a las redes existentes, las estructuras administrativas, los planes de señalización, numeración y otros planes técnicos fundamentales que se describirán a continuación, las estrategias de transición, el interfuncionamiento con otras redes, los planes de explotación y mantenimiento y los planes de recursos humanos.

## 6.1. PLANES TECNICOS FUNDAMENTALES.

### 6.1.1. PLAN DE NUMERACION.

#### 6.1.1.1. PLAN DE NUMERACION PARA EL SERVICIO TELEFONICO EN EL AÑO OBJETIVO.

El Plan de Numeración en el año base utiliza distintivos de central de tres cifras en la zona de telecomunicación metropolitana. Según este plan, pueden atenderse unos 6 millones de líneas si se supone una tasa de ocupación proyectada del 75% de los distintivos de central. El plan del año base para las zonas secundarias establece distintivos de central de dos cifras que pueden permitir hasta 60 distintivos de central y una capacidad de 600,000 líneas (con una ocupación del 75%) en cada zona de centro secundario. A partir de la previsión de la demanda para el año objetivo, se deduce que el Plan de Numeración para el año base es de sobra adecuado para atender el crecimiento durante muchos años después del año objetivo. De aquí que el Plan de Numeración para

el año base resulte adecuado para el servicio telefónico y no sea necesaria su modificación.

#### 6.1.1.2. PLAN DE NUMERACION PARA LA RDSI.

Se asignará a los abonados RDSI un número de abonado que corresponda al formato de plan de numeración del servicio telefónico regular correspondiente a la central local. Para seleccionar un terminal determinado conectado al mismo interfaz se utilizarán los protocolos de señalización RDSR (transmitidos por el canal D, a través del interfaz RDSI).

#### 6.1.2. PLAN DE SEÑALIZACION.

##### 6.1.2.1. SEÑALIZACION ENTRE CENTRALES EN EL AÑO OBJETIVO.

Como la RDSI se establecerá en la red objetivo conceptual, es necesario establecer la señalización por canal común entre centrales, utilizando el sistema de señalización No. 7. Este proporcionará, tanto la señalización para los circuitos entre centrales, como la capacidad de mensajes sin circuitos necesaria para su utilización por la RDSI. Como la RDSI se establecerá en forma superpuesta, solamente las centrales RDSI estarán equipadas con el sistema de señalización No. 7. Se proporcionará en el plano RDSI cualquier otro nuevo servicio que requiera la señalización por canal común para establecer la conexión. Sin embargo, durante el

periodo de transición, deberá tenerse en cuenta el coste relativo del sistema de señalización No. 7 para las nuevas centrales. Además, deberá prestarse atención a los posibles ahorros en el coste de los circuitos interurbanos de rutas de gran tráfico de la red de larga distancia que pueden conseguirse mediante la utilización del sistema de señalización No. 7.

#### 6.1.2.2. SEÑALIZACION PARA LAS LINEAS DE ABONADO DIGITAL DE LA RDSI.

La señalización de las líneas de abonado digital de la RDSI se efectuará mediante el canal D del interfaz usuario-red.

#### 6.1.2.3. SEÑALIZACION PARA LA RDI (RED DIGITAL INTEGRADA).

La señalización para el interfuncionamiento entre las RDI será acorde con la recomendación X.75 del CCITT.

#### 6.1.2.4. SEÑALIZACION ENTRE LA RDSI Y LA RDI.

Para el interfuncionamiento entre la RDSI y la RDI, se utilizará también la recomendación X.75.

### 6.1.3. PLAN DE TRANSMISION.

#### 6.1.3.1. OBJETIVO DEL PLAN DE TRANSMISION.

El objetivo del plan de transmisión para la red objetivo es establecer las siguientes condiciones:

- a) La calidad de transmisión se expresará mediante el índice de sonoridad (IS).
- b) El valor medio ponderado con el tráfico de los índices de sonoridad será lo más próximo posible al objetivo recomendado a largo plazo. Como mínimo, los valores medios para las conexiones estarán dentro de la gama recomendada (índice de sonoridad global [ISG] 8-11 dB).
- c) Los índices de sonoridad del Sistema Telefónico Local (STL) no diferirán de los correspondientes al año base.

#### 6.1.3.2. CONVERSION DEL PLAN DE PERDIDAS CORRESPONDIENTE AL EQUIVALENTE DE REFERENCIA PARA SONORIDAD.

El valor máximo del Equivalente de Referencia en Emisión (ERE) y del Equivalente de Referencia en Recepción (ERR) del plan de transmisión (suponiendo una transmisión entre centrales totalmente digital con líneas de abonado analógicas) en el año base (ERE= 14.8

dB; ERR= 6.2 dB) pueden convertirse aproximadamente en índices de sonoridad (IS), mediante el método del equivalente de referencia corregido. Los IS máximos correspondientes son:

- Valor máximo del IS en Emisión (ISE)= 13.7 dB.
- Valor máximo del IS en Recepción (ISR)= 2.7 dB.
- Valor máximo del IS Global (ISG)= 16.4 dB.

Estos valores están bastante por debajo del máximo recomendado.

#### 6.1.3.3. VALOR MEDIO PONDERADO POR EL TRAFICO.

Los valores medios del IS ponderados por el tráfico, pueden estimarse aproximadamente a partir de los valores medios del IS máximo y del IS mínimo. El IS mínimo del sistema telefónico local puede ser aproximadamente 5 dB inferior al IS máximo, suponiendo que la gama eficaz del control automático de ganancia (CAG) del aparato telefónico es de unos 4 dB. Los valores correspondientes son:

ISE mínimo= 8.7 dB

ISR mínimo= -2.3 dB

El valor medio ponderado por el tráfico (generalmente inferior a la media aritmética) de los IS de una conexión completa, por la red objetivo será:

Valor medio del ISE: < 11.2 dB

Valor medio del ISR: < 0.2 dB

Valor medio del ISG: < 11.4 dB

#### 6.1.3.4. PLAN DE TRANSMISION PARA EL AÑO OBJETIVO.

Los valores máximos nominales del ISE y del ISR serán 13.7 dB y 2.7 dB, respectivamente. Los valores nominales del sistema telefónico local (STL) de emisión y recepción permanecerán iguales a los del año base, esto es, 10.2 y -0.8 dB respectivamente. La función del CAG del aparato telefónico tendrá una gama efectiva de unos 4 dB.

#### 6.1.4. PLAN DE ENCAMINAMIENTO.

En el año objetivo, el plan de encaminamiento mantendrá el mismo tipo jerárquico que en el año base. Desde el nivel de centro primario hacia arriba podrán establecerse circuitos directos de alta utilización entre centrales si están justificados económicamente.

Se dispondrá de conexión a una central internacional en cada central del máximo nivel de la jerarquía de la red nacional. Las conexiones con el sistema móvil celular se efectuarán en los centros secundarios. Cuando se requiera el interfuncionamiento entre la red digital integrada y la RDSI se considerarán cuidadosamente los requisitos necesarios. Se examinará la cantidad, capacidad y ubicación de las unidades de interfuncionamiento (UIF) con respecto a los siguientes requerimientos:

- a) Capacidad de servicio de la UIF.
- b) Grado de servicio del tráfico entre redes.
- c) Necesidad de evitar rutas de desvío excesivamente largas con volúmenes sustanciales de tráfico de red.
- d) Coste de las UIF.

#### 6.1.4.1. INTERFUNCIONAMIENTO ENTRE LA RDI Y LA RDSI.

Se debe proporcionar el servicio telefónico entre abonados de la RDI y de la RDSI. En este caso la UIF utilizará el sistema de señalización MFC R2. En la fase inicial de establecimiento de la RDSI, el número de centrales RDSI será muy pequeño.

A medida que aumente el número de centrales RDSI, crecerá también el número de puntos de interfuncionamiento, para satisfacer las condiciones indicadas anteriormente. En general, las unidades de interfuncionamiento se situarán en cualquier nivel jerárquico, incluyendo el nivel de central local, si está justificado económicamente.

#### 6.1.4.2. INTERFUNCIONAMIENTO ENTRE LA RDI Y LA RED PUBLICA DE DATOS POR CONMUTACION DE PAQUETES (RPDCP).

Se tendrán en cuenta los servicios de datos entre los abonados de la RDI y la RPDCP, con el fin de facilitar la ampliación de la zona de servicio de la RPDCP.

Sin embargo, es necesario examinar cuidadosamente todos los aspectos, incluyendo la funcionalidad perfeccionada de la UIF, las complicaciones de los procedimientos de marcación de abonado, la posible degradación de la tasa de errores en los bits, la degradación del tiempo de tránsito por la red, la restricción de la velocidad de transmisión de datos debida a la posible necesidad de modem en la RPDCP, etc.

#### 6.1.4.3. INTERFUNCIONAMIENTO ENTRE LA RDSI Y LA RPDCP.

Se debe proporcionar el servicio de conmutación por paquetes entre los abonados a la RDSI y a la RPDCP mediante unidades UIF.

Se debe contemplar dos disposiciones de interfuncionamiento: el escenario de integración mínimo y el escenario de integración máximo, que se describen en la Recomendación X.31.

En ambos casos, se decidirán las cantidades y ubicación de las unidades UIF, en función del volumen y distribución geográfica del tráfico de interfuncionamiento.

#### 6.1.5. PLAN DE TARIFICACION.

##### 6.1.5.1. POSIBILIDADES DE REGISTRO Y TASACION DE LAS LLAMADAS.

La tasación de las llamadas pueden efectuarse sobre una base individual. Se dispondrá de información apropiada para distinguir entre llamadas tales como:

- a) Llamadas locales.
- b) Otras llamadas a la zona de una misma numeración.
- c) Llamadas a otra zona de numeración.
- d) Llamadas que requieran otras consideraciones de tasación.

Puede establecerse tanto la tasación dependiente del tiempo como dependiente de la distancia. La tasación de las llamadas puede registrarse en la central local de origen.

En la redes digitales, los costos de las conexiones dependen menos de la distancia que del tiempo y la capacidad de transmisión utilizada. El mayor componente del costo, corresponde a la central local en comparación con la red de transmisión. En consecuencia parece apropiado desarrollar tarifas basadas solamente en la duración de la llamada o en las que la distancia tenga una escasa importancia.

La tasación del tráfico en las redes digitales se basará en la duración temporal de las llamadas y en la velocidad binaria transmitida. Conforme a la política de la administración se puede anticipar que los servicios de datos y vocales pueden facturarse con la misma tasa. En consecuencia, a los servicios de datos establecidos por las redes digitales se les aplicarán menores tarifas que los servicios de datos cursados por redes convencionales.

#### 6.1.5.2. PLAN DE TARIFICACION EN EL AÑO OBJETIVO.

El plan de tarificación en el año objetivo se atenderá a las siguientes consideraciones:

- a) Se tasarán las llamadas locales con una tasa de duración mínima por llamada. Las llamadas que sobrepasen una duración admisible mínima, podrán tasarse, por ejemplo, con una unidad de tasa de minuto adicional, independientemente de la distancia.
- b) Para las llamadas de larga distancia, el número de pasos de tasación dependiente de la distancia se reducirá a 2 ó 3 aproximadamente. A fin de promocionar la realización de llamadas a larga distancia, se reducirán también las diferencias de costo relativo entre pasos adyacentes.
- d) Las llamadas procedentes de terminales RDSI ya sean locales o de larga distancia se facturarán con la misma tasa que las llamadas procedentes de terminales que no sean RDSI.
- e) Se aplicarán diferentes tasas de facturación en función de la hora del día, a fin de suavizar el tráfico en el mayor grado posible.

#### 6.1.5.3. METODO DE TARIFICACION PARA LA RPDCP.

La estructura de la tarifa constará de dos partes: la que corresponde al acceso a la red y la asociada a la utilización de la red. Se pretende que la parte correspondiente al acceso a la red cubra la totalidad de los costos necesarios para la disponibilidad del servicio, en tanto que la parte relativa a la utilización de la red cubra los costos de empleo de la misma.

La parte correspondiente al acceso a la red, puede constar de una parte fija mensual, pudiendo variar la tasa en función de la clase de servicio de usuario según se especifica en la Recomendación X.1 y de las facilidades facultativas de usuario especificadas en la Recomendación X.2.

La parte correspondiente a la utilización de la red, puede depender de la duración de la llamada que puede facturarse según cada minuto tasable o fracción del mismo, y según el volumen de datos que pueden facturarse por cada segmento, de conformidad con cada paquete o segmento tasable de los mismos. En el desarrollo de la tarifa, pueden tenerse asimismo en cuenta factores adicionales tales como la distancia, hora del día (período cargado o no cargado), etc.

#### 6.1.6. PLAN DE SINCRONIZACION.

La sincronización de la red tanto en el año objetivo como en el año base, empleará el método jerárquico Maestro-Esclavo. Este sistema es muy vulnerable a los fallos que se produzcan en el reloj maestro o en los enlaces que interconectan los relojes. Se instalará en la central internacional un reloj maestro con una exactitud de  $1 \times 10^{-11}$ .

El reloj maestro existente, situado en uno de los centros terciarios, podría mantenerse como reloj de reserva. A fin de evitar los cortes en el funcionamiento de la red de sincronización, se requieren al menos dos sistemas de transmisión (duplicados) de la temporización maestra de referencia. Además, en los niveles jerárquicos más bajos se dispondrán relojes de central con exactitud suficiente. En caso de una pérdida total de la conexión con el reloj maestro, los relojes de central funcionarán independientemente y actuarán temporalmente como relojes maestros de la red, en sus zonas respectivas. La exactitud requerida de los relojes de central depende del tipo de central como se indica a continuación:

$1 \times 10^{-9}$  en los centros terciarios y secundarios.

$1 \times 10^{-7}$  en los centros primarios.

$1 \times 10^{-5}$  en las unidades distantes de abonado.

En caso de fallas de importancia, se degradará el funcionamiento de los servicios sensibles hasta la restauración de la estabilidad de reloj requerida.

#### 6.1.7. PLANES DE DISPONIBILIDAD, GRADO DE SERVICIO Y SEGURIDAD.

##### 6.1.7.1. OBJETIVO DE DISPONIBILIDAD.

El objetivo de disponibilidad se subdivide en objetivos correspondientes a cada parte de la red, como se indica a continuación:

- Secciones de abonado.
- Secciones entre centrales, comprendiendo:
  - Enlaces de transmisión.
  - Nodos de conmutación.

Pueden establecerse los objetivos de disponibilidad en el año objetivo para los enlaces de transmisión y nodos de conmutación, sobre la base de las estadísticas de la red en el año base y sobre los objetivos de mejora de calidad de funcionamiento.

Los objetivos de disponibilidad de la red (objetivo) y las secciones de abonado son los siguientes:

- Tiempo medio entre fallas: 14 meses.
- Tiempo medio de reparación: 10 horas.
- Disponibilidad: 99.901 %

Para las secciones entre centrales, en la mayoría de los casos no se dispone de estadísticas para el año base o éstas son poco fiables.

#### 6.1.7.2. OBJETIVO DE GRADO DE SERVICIO.

El objetivo de grado de servicio para una conexión de larga distancia se basa en la ruta de elección final y deberá ser el siguiente:

- Circuito entre centrales (ruta final): 0.01 por circuito en cada grupo de circuitos de enlace de elección final.
- Central de tránsito: 0.002 por central.

#### 6.1.7.3. OBJETIVOS DE SEGURIDAD.

La red se diseñará de forma que cuando ocurra un solo fallo en un nodo de conmutación o en el trayecto de transmisión, no se produzca una interrupción total del servicio.

En el caso de un fallo aislado, tanto en un nodo de conmutación como en un enlace de transmisión, deberá mantenerse el 50% de los circuitos en que sea geográficamente posible. Sin embargo, el costo adicional para medidas de seguridad deberá limitarse al 20% de la inversión total básica en transmisión.

#### 7. ESTRATEGIAS PARA UNA INTRODUCCION ACERTADA DE LA RDSI.

La RDSI se está implantando ahora en muchos países, especialmente en Europa, Estados Unidos y el Lejano Oriente. Sin embargo, para que los usuarios acepten de un modo general los servicios de la RDSI, tienen que poderlos costear y encontrar en ellos respuesta a sus necesidades reales. La excelencia técnica de la RDSI no garantiza por sí misma una aceptación rápida.

Cuando se pregunta a ciudadanos de países diferentes con experiencias profesionales distintas qué cosa es una Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) se recibe una variedad de respuestas que abarcan casi todas las facetas de la telecomunicación. Realmente no hay una opinión común sobre la RDSI, pues consiste en la evolución de una nueva infraestructura de telecomunicación en un entorno que cambia velozmente en los siguientes aspectos:

- Dinámica de mercado: las telecomunicaciones a medio plazo se convertirán en un producto de consumo.

- Implicación de los usuarios; las tarifas, la preocupación por la intimidad, y otros aspectos, van creciendo en importancia.
- Cambios de organización; las empresas perfeccionan sus operaciones, y deciden fusiones o creación de empresas mixtas.
- Reglamentación derogada; liberalización de los mercados de terminales y de servicios.
- Tecnología; progresos en circuitos integrados, optoelectrónica, etc.
- Política mundial; nuevas oportunidades de negocio debido a los cambios políticos.
- Otros campos de telecomunicación; redes privadas e inteligentes, gestión de red, etc.

Muchos usuarios potenciales se lamentan de que se les deja en una total ignorancia respecto a las capacidades de la RDSI, sus mejoras, costos y otros aspectos. Aunque el concepto de la RDSI fue primeramente debatido por los ingenieros de telecomunicación al comienzo de los 70, 24 años después es evidente que los técnicos no han sabido explicar la RDSI a los usuarios potenciales ni

aceptar el hecho de que es el mercado el que a la larga decidirá su introducción con éxito.

Como se ha mencionado anteriormente, la RDSI se apoya en la red telefónica (digital), que es la columna vertebral de las comunicaciones de empresa y privadas. Es esencial no olvidar esto si se quiere comprender sus objetivos y limitaciones.

La infraestructura telefónica mundial se venía apoyando durante varias décadas sobre un único tipo de terminal, el aparato telefónico analógico, en la mayoría de los casos desarrollado de acuerdo con especificaciones nacionales. Con posteridad, los avances tecnológicos propiciaron el desarrollo de nuevos terminales para diversos tipos de comunicación (por ejemplo: texto, facsímil, videotex) que utilizan la red telefónica existente. Un objetivo principal de la RDSI es la evolución hacia una infraestructura capaz de admitir estos nuevos dispositivos terminales, incluyendo los terminales de datos (hoy provistos de modems) y el equipo de facsímil.

Aunque por definición, la RDSI se basa en una red digital, debería permitir un total interfuncionamiento con la infraestructura analógica existente. Además debe satisfacer todos los requisitos de implantación económica de los diferentes tipos de terminales basados en microprocesadores.

(por ejemplo: integrar los accesos de los diferentes tipos de terminales de voz, texto y datos), y ayudará a solucionar los problemas existentes (por ejemplo: transmisión de datos).

Los explotadores de redes públicas se beneficiarán de la evolución hacia una red única capaz de admitir servicios múltiples. Una red integrada facilita la previsión y la toma de decisión en aspectos tales como futuros servicios y cargas de tráfico.

Para el suministrador de equipos, la RDSI proporciona un mercado uniforme y global para el desarrollo de un nuevo equipo, que ayudará a reducir los costos de fabricación. No hay respuesta a la pregunta "¿Qué necesita un usuario de la RDSI?" ya que no existe un tipo de usuario normalizado.

## 7.2. CONCEPTO DUAL DE LA RDSI.

En principio, la RDSI ofrece dos métodos complementarios de comunicación:

- Servicios de transporte básico (portadores) que proporcionan canales digitales transparentes extremo a extremo; estos servicios los puede utilizar cualquier aplicación de uso exclusivo.

- Teleservicios normalizados, tales como telefonía y facsímil, utilizables con independencia de cualquier aplicación basada en el terminal.

En cada caso compete al usuario decidir qué parte de este doble concepto (servicios portadores o teleservicios) resolverá sus problemas más urgentes. Sin embargo, a fin de obtener la experiencia y la información necesaria para decidir con fundamento, el usuario debe familiarizarse con la RDSI. El mejor camino para lograrlo es asociarse y discutir los requisitos con los proveedores de la RDSI.

### 7.3. CRITERIOS DE DECISION: SOLUCION A LOS PROBLEMAS.

Escuchando a los potenciales usuarios; queda claro que los principales temas en los que tienen problemas radican en disponer de:

- a) Terminales asequibles y atractivos:
- b) Aplicaciones específicas del usuario.
- c) Tarifas razonables.
- d) Conectividad internacional.
- e) Gestión de red y funciones de seguridad.

Las prioridades las establecen los usuarios individuales, que no están solicitando concretamente la RDSI, sino más bien mejoras en los servicios y facilidades de telecomunicación.

La RDSI ofrecerá varias facilidades telefónicas nuevas, tales como la presentación y restricción de la identidad de la línea llamante, presentación y restricción de la identidad de la línea conectada, indicación de llamada en espera, y desviación de la llamada. Estas y otras nuevas facilidades proporcionarán un servicio telefónico de mejor calidad. En la actualidad, el usuario telefónico no tiene indicación alguna de quién le llama, y por esta causa se ven limitados sus derechos personales de aceptar o no el ser abordado por otra persona. Igual que se insiste en conocer la identidad de una persona antes de dejarle entrar en la propia casa, podrá ejercerse ese mismo derecho en telefonía gracias a la RDSI.

La telefonía de la RDSI no es de ninguna manera asunto exclusivo de las telecomunicaciones: es también cuestión sociológica. En efecto, cualquier estrategia de introducción de la RDSI debe respetar el derecho a la intimidad y las exigencias de anonimato. Tanto la identificación de la línea llamante como la tasación detallada afectan a los derechos de las personas que piden ayuda anónimamente. En particular, esto es aplicable a los contactos con organizaciones tales como Alcohólicos Anónimos, Ayuda al SIDA y Ayuda a niños abandonados. Por ello se ha de poder utilizar la restricción de identidad de la línea llamante para

proteger a las personas que están pidiendo ayuda, y ello se llevará a cabo pulsando una tecla que suprima la presentación de la línea llamante.

La indicación de llamada en espera informa a un abonado ocupado que otro llamante intenta comunicar con él. Conociendo la identidad de este último, el abonado puede decidir si continúa con la llamada actual o la termina y se conecta con el nuevo llamante.

La desviación de llamada hace posible alcanzar un abonado donde quiera que esté situado en la red telefónica. La identificación de la línea conectada permite al abonado llamante conocer si está conectado al destino marcado o si la llamada ha sido desviada.

Si estas facilidades telefónicas de la RDSI se usan conjuntamente con una computadora personal (PC), pueden implantarse muchas aplicaciones telefónicas nuevas basadas en ordenador. Una compañía internacional de tarjetas de crédito ha realizado pruebas de campo de una aplicación de identificación de la línea llamante mediante ordenador. La experiencia de un año demostró una mejora en la productividad de aproximadamente el 18% (del tiempo de conservación medio), ya que el oportuno fichero del cliente puede presentarse en la pantalla antes de responder al teléfono. La mejora en la satisfacción del cliente puede tener aún más importancia.

Los casos anteriores no son sino algunos ejemplos de cómo la RDSI puede conducir a una nueva calidad telefónica. Sin embargo, el factor más importante en estos nuevos campos de aplicación es el aparato telefónico de abonado de la RDSI, que debe ser capaz de tratar estas facilidades de una manera conveniente y comprensible para los usuarios.

#### 7.3.1. OTROS CRITERIOS.

El acceso básico de la RDSI proporciona dos canales B independientes y un canal D sobre un par de hilos a través de un único conector de interfaz. Un sencillo método para introducción de la RDSI podría orientarse a proporcionar ventajas de costo a los clientes que utilicen la red telefónica digital, y a crear ingresos adicionales para las Administración Nacional en un futuro próximo sin ofrecer ninguna de las facilidades y aplicaciones específicas de la RDSI. Este camino puede ser conveniente para los países en desarrollo en los que la infraestructura de cables sea deficiente o necesite renovarse.

La red telefónica pública actual con su bucle de abonado analógico se utiliza para varios servicios:

- Voz
- Facsímil
- Acceso a videotex y servicios similares
- Transmisión de datos a baja velocidad a través de modems.

De hecho, numerosos abonados están solicitando urgentemente mejoras de los servicios telefónicos, pero esos mismos abonados pueden resistirse a aceptar nuevas facilidades sofisticadas.

El servicio de facsímil está en alza. Actualmente el equipo de facsímil suele conectarse a una línea telefónica independiente, pero si la Administración local ofrece el acceso básico de RDSI a un coste inferior al de dos líneas analógicas, muchos usuarios de facsímil se plantearán el cambio a la RDSI. Sin embargo, no hay garantía de que los usuarios inviertan en el equipo de facsímil grupo 4, altamente sugestivo. Inicialmente es más probable que se sientan satisfechos con la funcionalidad del facsímil grupo 3 unido a un interfaz RDSI que trabaje a 64 Kbps, si la diferencia en el coste de los equipos con respecto al grupo 4 es sustancial.

El acceso de la RDSI permite dos conexiones de voz simultáneas, con dos o más aparatos de abonado conectados. Con tarifas adecuadas, la disponibilidad de un segundo canal vocal mejoraría sustancialmente la situación en familias cuyos miembros hacen largas y frecuentes llamadas telefónicas.

Si se llega disponer de adaptadores de terminal económicos para la transmisión de datos por la RDSI utilizando los terminales existentes, la RDSI será muy atrayente para las comunicaciones básicas de datos debido a la alta velocidad y a la capacidad de

hacer simultáneamente llamadas telefónicas y transmisión de datos. Esto se aplica también al videotex y otros servicios de datos.

En los países en desarrollo que tratan de aumentar la penetración de las líneas telefónicas, el uso de dos canales B independientes con números de abonado también distintos podría compensar la falta de planta de líneas de abonado.

Estas facilidades abonan así el terreno para la introducción de la RDSI, y sus ventajas pueden hacerse comprender fácilmente a los clientes; esto a su vez al percibir el beneficio que tales facilidades básicas les reportan y haber probado en la práctica el uso de la RDSI, estarán más dispuestos a aceptar los nuevos servicios y facilidades que se introduzcan.

Para finalizar este bloque, se puede afirmar que la RDSI permite a los usuarios acceder simultáneamente a los servicios conmutados de voz, datos e imagen (una facilidad que muchos reivindican como el avance más significativo de las telecomunicaciones desde la introducción del teléfono mismo). La velocidad de transmisión de 64 Kbps de la RDSI constituye una enorme mejora sobre el entorno actual para sesiones simultáneas, y es probable que esta capacidad de transporte sea suficiente para satisfacer las necesidades de la inmensa mayoría de usuarios potenciales en la próxima década, como mínimo.

Los primeros usuarios (pioneros de la RDSI) han dedicado ya bastante tiempo a establecer y probar sus aplicaciones de la RDSI. Estos usuarios están aprendiendo cómo se comporta la tecnología de la RDSI, qué aplicaciones tienen sentido, y cómo encaja la RDSI en su necesidad de comunicaciones. Este entendimiento básico se considera una ventaja competitiva en los negocios del mañana. Aunque estos pioneros no proporcionen la masa crítica necesaria para la expansión de la RDSI, sí aportan definitivamente una comprensión esencial de las necesidades de los usuarios, y ofrecen indicaciones acerca de los sectores de mercado más atractivos para la RDSI y las aplicaciones principales.

No obstante, se ha de considerar también una segunda estrategia: la de introducir la RDSI utilizando los dos canales del acceso de abonado para mejorar el servicio telefónico existente. Es muy probable que las dos estrategias se complementen.

Una gestión de mercadeo para la RDSI se compone de dos etapas:

- Explicar la RDSI al cliente, no en términos técnicos, sino en relación con la rentabilidad obtenida.
  
- Promocionar la RDSI por las aplicaciones útiles que proporcionan.

Pese a la sencillez de estos conceptos, la mayoría de los promotores de la RDSI no los han tenido en cuenta, ni tampoco se han dispuesto a escuchar a los clientes, a deducir de esas conversaciones las conclusiones pertinentes, y a ofrecer a los usuarios soluciones para sus problemas. La RDSI se venderá en un mercado consumidor de telecomunicaciones y la estrategia de introducción debe basarse en este hecho para verse coronada por el éxito.

Para el caso específico de El Salvador, la evolución de la red actual debe hacerse con extremo cuidado para que los objetivos a corto plazo no entorpezcan el fin último de conseguir la RDSI para el país. Para lograrlo es necesario planificar en etapas las acciones que se deberán llevar a cabo para la transición de red mixta a red RDSI, según se trató en el capítulo IV.

Para poder introducir la RDSI en El Salvador es necesario definir un plan el cual podría tener la siguiente estructura:

ETAPA 1-	Formación Comité de Estudio y/o planificación-	Año 1
ETAPA 2-	Elaboración de Proyecto Piloto de RDSI-	Año 2
ETAPA 3-	Implementación del Proyecto Piloto-	Año 3
ETAPA 4-	Observación del Proyecto Piloto para la adquisición de criterios de aplicación del Proyecto de Expansión-	Año 4-5
ETAPA 5-	Proyecto de Expansión de la RDSI en las principales ciudades del país-	Año 6-7
ETAPA 6-	Expansión al resto del país-	Año 7-10

**CAPITULO VI**  
**TENDENCIAS TECNOLOGICAS**

1. INTRODUCCION.

Los continuos avances en la tecnología de las telecomunicaciones hacen suponer que la red objetivo que se espera lograr está cada vez más cerca. Estos continuos adelantos crean a su vez nuevas filosofías o procesos de manipulación de información. Dentro de estas se encuentran las siguientes:

- SDH, Synchronous Digital Hierarchy (Jerarquía Digital Síncrona), PDH: Plesiochronous Digital Hierarchy (Jerarquía Digital Plesiócrona), ATM: Asynchronous Transmission Mode (Modo de Transmisión Asíncrona).

Además se está dando un cambio del conductor metálico para enlace entre centrales a un tipo de conductor óptico (fibra óptica). Se está dando este cambio debido a que las características de la fibra óptica superan en gran medida las de los conductores tradicionales. Este nuevo elemento constituye la base de lo que se conoce como "comunicación óptica".

## 2. JERARQUIA DIGITAL SINCRONA (SDH).

Hablar de sistemas con Jerarquía Digital Síncrona implica conocer lo relacionado a las Redes Ópticas Síncronas las cuales actualmente son la opción ideal para su implementación.

La creciente demanda de los usuarios profesionales de nuevos servicios de telecomunicaciones de banda ancha (tales como videoconferencia, acceso remoto a bases de datos, etc) requirió de redes flexibles basadas en la búsqueda de redes ópticas síncronas a principios de 1984. El primer resultado concerniente a una SONET (Synchronous Optical Network -Red Óptica Síncrona-) fue publicado en Estados Unidos a finales de 1986.

En Seúl, Corea, a principios de 1988, los acuerdos internacionales condujeron a una nueva serie de recomendaciones del CCITT G.707, G.708 y G.709. Estos acuerdos relacionados con el nuevo SDH fueron ratificados por el CCITT en Melbourne en noviembre de 1988.

La estructura "SDH/SONET" hace posible el transporte de servicios de diferentes tipos y porcentajes de datos (tales como llamadas telefónicas, video y datos computacionales) dentro del mismo marco, junto con el elevado número de datos que son usados en el manejo de servicios tales como el de extremo a extremo.

Los niveles jerárquicos son designados por las siguientes abreviaturas:

STS-N: Nivel N de Transporte de Señales Síncronas.

OC-N: Nivel N de Portadora Óptica.

STM-N: Nivel de Módulo de Transporte Síncrono.

La jerarquía de las señales SONET/SDH se muestra a continuación:

SONET		Velocidad (Mbits/s)	SDH
Señal eléc.	Señal Óptica		Según CCITT
STS-1	OC-1	51.84	-
STS-3	OC-3	155.52	STM-1
-	OC-9	466.56	-
-	OC-12	622.08	STM-4
-	OC-18	933.12	-
-	OC-24	1244.16	-
-	OC-36	1866.24	-
-	OC-48	2488.32	STM-16

## 2.1. COMPARACION ENTRE REDES SINCRONAS Y PLESIOCRONAS.

En esta sección se describirán las ventajas ofrecidas por la Jerarquía Digital Síncrona sobre la Plesiócrons.

### 2.1.1. JERARQUIA INTERNACIONAL DE PARTICIPACION MUNDIAL.

La Jerarquía Digital Plesiócrona (PDH) se adapta muy bien a la telefonía, pero la estructura de multiplexación y velocidades de transmisión varían de país a país (Europa, Estados Unidos y Japón).

La ventaja de la Jerarquía Digital Síncrona (SDH) es que la trama STM-1 (155 Mbit/s), la STM-4 (622 Mbit/s) y la STM-16 (2.488 Gbit/s) se basan en acuerdos internacionales y por consiguiente son idénticas en todo el mundo (ver figura 1).

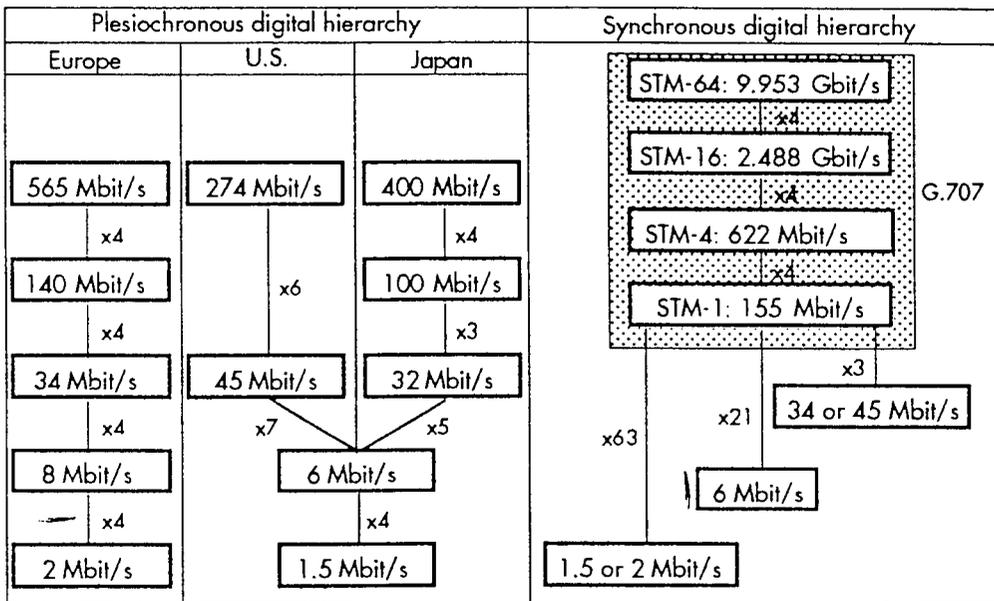


Figura 1.

Una red SDH puede interconectarse con una PDH mediante interfases adecuadas que operen a 1.5, 2, 6, 34, 45 o 140 Mbit/s. En una red PDH, es posible multiplexar hasta 64x2 Mbit/s ó 4x34 Mbit/s, mientras que una SDH solamente puede multiplexar 63x2 Mbit/s o 3x34 Mbit/s en una trama STM-1 de 155 Mbit/s.

#### 2.1.2. REDUCCION EN LA CANTIDAD DE EQUIPO.

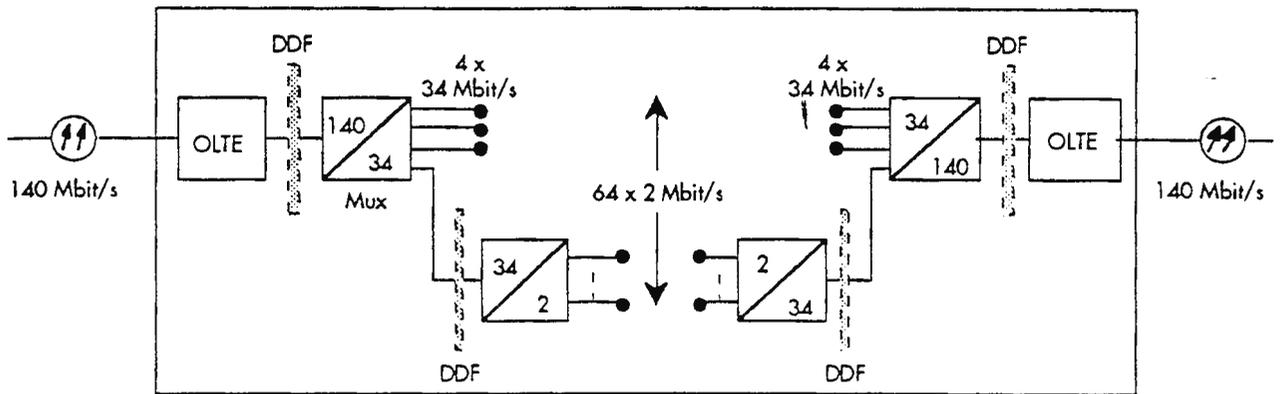
Los sistemas SDH/SONET están basados en la multiplexación por división de tiempo (TDM), la cual divide la estructura en espacios de tiempo (llamados canales). Esto incluye también la carga útil (payload) y los datos asociados.

Los sistemas convencionales de transmisión digital PDH están basados en la interposición o traslapado de bits. Cada bit en un byte dado es una parte de una conversación diferentes. Consecuentemente, los bits que forman estas conversaciones están distribuidos entre todos los bytes. Para separar una conversación particular de la cadena de bits, la señal debe ser, por consiguiente, demultiplexada completamente.

Los sistemas SDH/SONET, sin embargo, se basan en traslapado de bytes, lo cual significa que todos los bits en un byte dado pertenecen a la misma conversación. La ventaja de esta técnica es que los canales pueden ser añadidos o extraídos de cada nodo de red a todas las velocidades menores a los 2 Mbits/s accedendo los

espacios de tiempo individuales en la trama sin necesidad de demultiplexar la señal completa.

En un nodo de red plesiócrona, es necesario utilizar una cascada de multiplexores/demultiplexores para lograr que una señal de 2 Mbit/s sea extraída de la señal principal o para insertarla en ella. Si la red es reconfigurada, se debe realizar un reacomodamiento del cableado en el armario de distribución digital (ver figura 2).



OLTE= Equipo terminal de línea óptica.

DDF= Armario de distribución digital.

Figura 2.

En la figura anterior se muestran los multiplexores/demultiplexores necesarios para sustraer o añadir señales de 2 Mbits/s, además de mostrar el armario de distribución digital.

En un nodo de red síncrona, la estructura de la trama STM-N permite al operador extraer o incluir solamente aquellas señales interés en el nodo en cuestión, sin necesidad de multiplexar o demultiplexar completamente la señal principal (figura 3). La red puede ser reconfigurada desde un sistema de administración de red remoto, sin necesidad de cambios manuales al cableado.

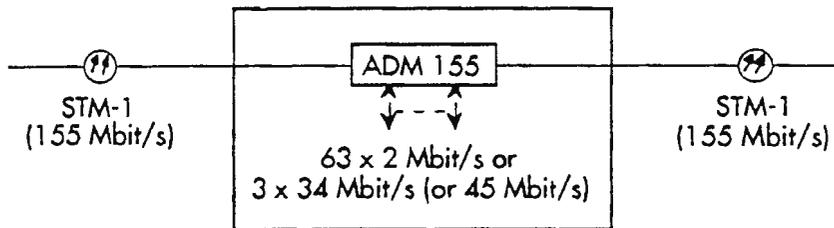


Figura 3.

Un único equipo ADM 155 puede reemplazar dos terminales de línea ópticos, dos multiplexores de 34/140 Mbits/s, y más de ocho multiplexores de 2/34 Mbits/s, así como un sistema APS (automatic protection switching - sistema automático de interrupción-). Todas estas funciones están incluidas en el ADM. La necesidad de armarios de distribución digital se reduce también de forma apreciable.

Los multiplexores de inclusión/extracción (ADM) manejan las funciones del APS las cuales son proveídas para este propósito en la trama de SDH (bytes K1,K2). Con nodos de red PDH, es necesario agregar equipo externo para lograr implementar esta función.

La reducción resultante en la cantidad de equipo incrementa la integridad de la red, y las facilidades disponibles de reconfiguración vía sistema de administración hacen a la red más flexible y reduce la necesidad de intervenciones manuales.

#### 2.1.3. COMPATIBILIDAD ENTRE FABRICANTES.

Uno de los objetivos de la SDH es ofrecer compatibilidad entre fabricantes estableciendo una estandarización en las interfases, funciones de control y accesos de las redes.

En la práctica, existen varias formas de implementar tales normalizaciones, por ejemplo mapeo fijo o flotante; mapeo asíncrono, síncrono por bit o síncrono por bytes; o la opción de vía de multiplexación (vía VC-3/AU-3 o vía VC-4/AU-4).

El mapeo asíncrono y multiplexación vía VC-4/AU-4 son las opciones más corrientemente requeridas por los operadores y ofrecidas por los fabricantes.

#### 2.1.4. FACILIDADES DE ADMINISTRACION DE RED.

Las facilidades de OAM&P (operación, administración, mantenimiento y provisión) son obtenidas de los bytes del encabezado de las tramas STM-N, STS-N y OC-N.

Las funciones de supervisión (OAM&P) están divididas en tres niveles jerárquicos, como se muestra:

SDH	SONET
Encabezamiento de la vía (POH)	Vía
Encabezamiento de la sección de Multiplexación (MSOH)	Línea
Encabezamiento de la sección de Regeneración (RSOH)	Sección

El encabezamiento de la vía (POH) es usado para controlar y administrar las comunicaciones punto a punto. Este es combinado con el contenedor portador de la comunicación cuando se añade a un nodo de la red. Contiene el estado y datos de mantenimiento en la misma vía de la comunicación, y puede ser retirado de la red en el mismo nodo como lo hace la comunicación con la cual está asociado.

El encabezado de la sección de multiplexación (MSOH) controla la sección entre los multiplexores y pasa a través de los regeneradores en forma transparente.

El encabezado de la sección de regeneración (RSOH) finaliza en todos los regeneradores de señal.

## 2.2. ESTRUCTURA DE LA TRAMA SINCRONA.

Las velocidades para transmisión de forma plesiócrona de 1.5, 2, 6, 34 (ó 45) y 140 Mbits/s son mapeadas dentro de los contenedores C-11, C-12, C-2, C-3 y C-4, respectivamente, por medio de una técnica similar al "relleno de bits" en la PDH. El encabezado de vía (POH) se agrega a los contenedores C-n para formar los contenedores virtuales VC-n. Un puntero se asocia a ellos con cada VC-n, para permitirle ser localizado en la trama STM-N asociada.

### 2.2.1. ESTRUCTURA DE MULTIPLEXACION.

El diagrama de la estructura de multiplexación STM-N, descrita en la recomendación de la ITU-T G.709, es mostrada en la figura 4. Esta figura muestra la posibilidad de tener dos caminos de multiplexación: uno vía las unidades de administración AU-3 y AU-4, la otra, vía VC-4 y AU-4.

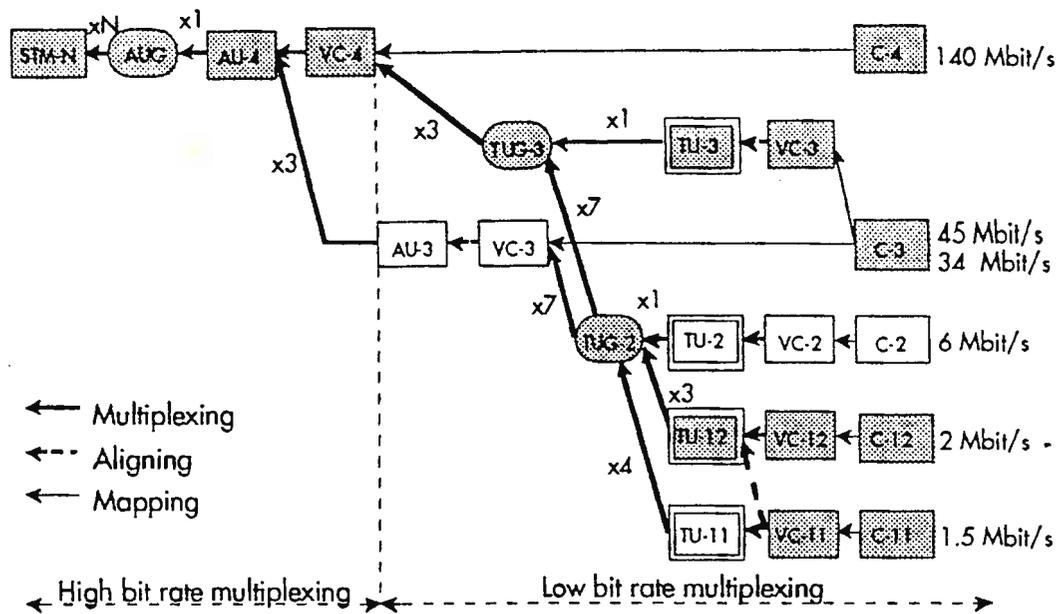


Figura 4.

### 2.2.2. ESTRUCTURA DEL MODULO STM-N.

La estructura de la trama es un arreglo de bytes (8 bits) repetidos cada 125  $\mu$ Seg.

Debido al gran número de bytes encontrados en la trama, esta es representada por razones prácticas en forma de un rectángulo de bytes transmitidos desde la esquina superior izquierda hacia abajo hasta la esquina inferior derecha, de la misma forma como se leen las palabras en una página de texto.

El nivel más bajo de la trama SDH es representado por el módulo STM-1, el cual contiene los siguientes elementos: (ver figura 5).

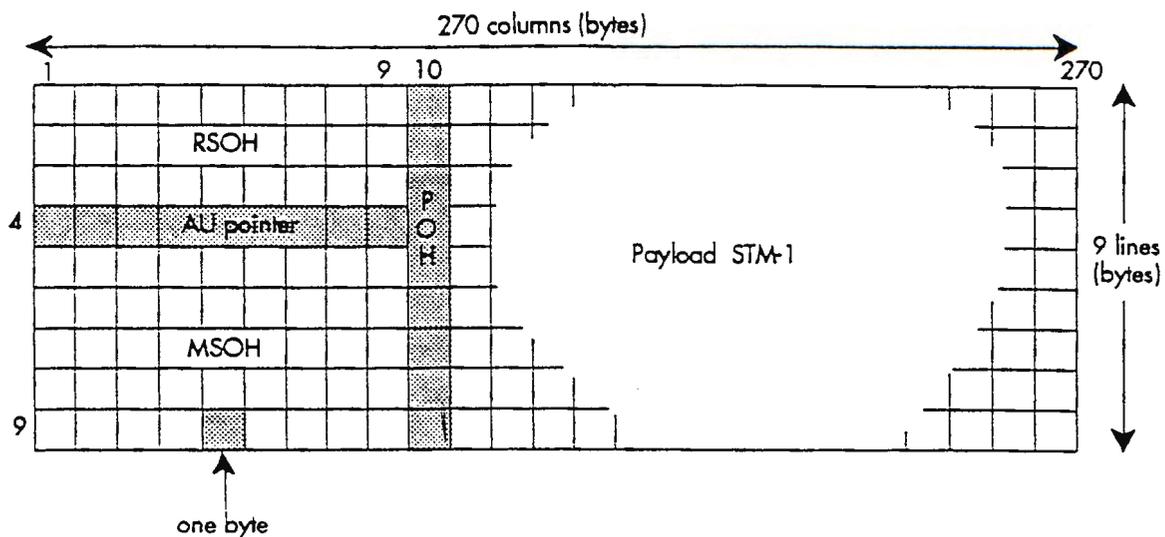


Figura 5.

- Un encabezado de 9 columnas por 9 líneas, el cual forma los encabezados de sección y de vía y el puntero AU.
- La carga útil (payload) de la STM-1 consta de 261 columnas por 9 líneas.

El módulo STM-N contiene:

- Un encabezado de 9 líneas por  $(9 \times N)$  columnas.

- Una carga útil de STM-N de (N x 261) columnas por 9 líneas.

Los valores normalizados por el CCITT de N son N= 1, 4, 16 y 64.

El encabezado está compuesto por:

- Un encabezado de la sección de regeneración (RSOH).
- Un encabezado de la sección de multiplexación (MSOH).
- Un encabezado de vía (POH).

La unidad de administración (AU-4) consiste de un contenedor virtual (VC-4) y una unidad de puntero administrativo (ver figura 6). El VC-4 posee un contenedor C-4 y los bytes del encabezado de vía (POH) como lo muestra la figura 7.

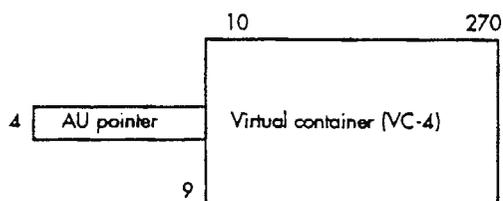


Figura 6

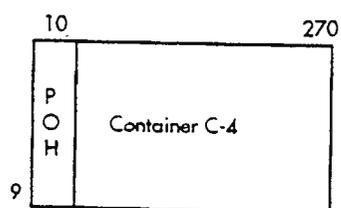


Figura 7

### 2.2.3. ENCABEZADO DE LA VIA.

El Encabezado de la vía (POH) es usado para chequear la calidad de la vía de extremo a extremo. Existen dos tipos de encabezado de vía:

- Encabezado de alto orden, el cual está asociado con los contenedores de tercer y cuarto orden para constituir los contenedores virtuales VC-3 y VC-4.
- Encabezado de bajo orden, asociado con el contenedor de primero y segundo orden para formar los contenedores virtuales VC-1 y VC-2.

### 2.2.4. ENCABEZADO DE SECCION DE REGENERACION.

El encabezado de la sección de regeneración (RSOH) contiene los datos requeridos para transferir la carga útil (payload) desde un equipo hasta la siguiente red SDH. Este incluye los siguientes elementos: (figura 8).

- Alineamiento de trama (bytes A1 y A2).
- Clase de línea (bytes E1) para la sección del regenerador.

- Detección de bloques erróneos (byte B1) para chequear la calidad de cada sección del regenerador.
- Canales de comunicación a 192 kbit/s (bytes D1 a D3) para administración de red.
- Canal de usuario a 64 kbit/s (byte F1).
- Módulo Identificador STM-1 (byte C1) localizado en un módulo STM-1 antes de multiplexarlo a un nivel mayor.

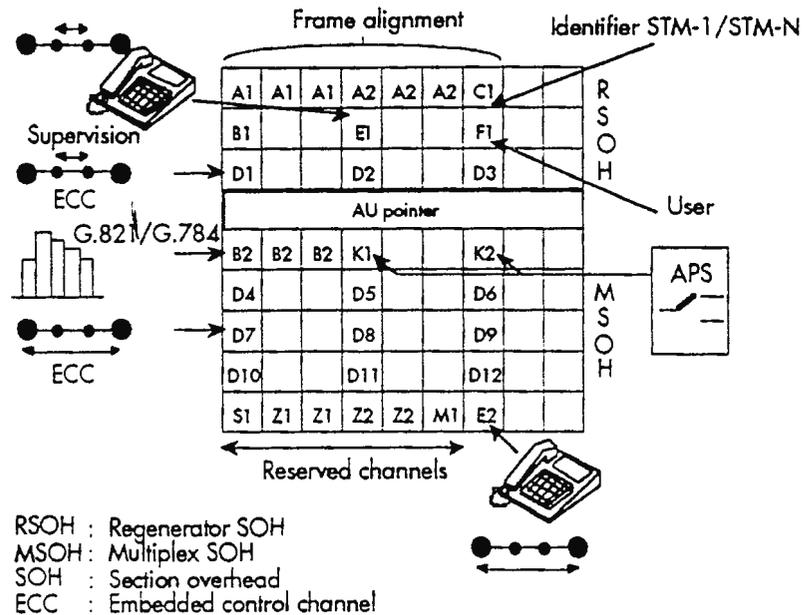


Figura 8.

## 2.2.5. ENCABEZADO DE LA SECCION DE MULTIPLEXACION.

Esta sección controla los diferentes pasos y procesos para realizar la combinación de las diferentes señales (multiplexación).

Esta incluye lo siguiente:

- Un canal para el interruptor de protección automático: N+1 APS (bytes K1 y K2) para la sección de multiplexación.
- Detección de bloques erróneos (byte B2) para chequear la calidad de cada sección de multiplexación.
- Canales de comunicación a 576 kbits/s para administración de la red.
- Clase de línea (bytes E2) para la sección de multiplexación.
- Canales reservados para uso futuro (bytes Z1 y Z2).

La siguiente tabla resume la función de los bytes de encabezado:

<b>Nombre</b>	<b>Estrato</b>	<b>Función</b>
A1,A2	Sección	Alinear trama
B1	Sección	BIP-8
B2	Sección	BIP-Nx24
B3	Vía	BIP-8
C1	Sección	Identificador STM
C2	Vía	Etiqueta señal
D1,D2,D3	Sección	Comunicación datos
D4-D12	Sección	Comunicación datos
E1	Sección	Tipo de línea local
E2	Sección	Tipo de línea rápida
F1	Sección	Usuario
F2	Vía	Usuario
G1	Vía	Estado
H1,H2	Sección	Puntero
H3	Sección	Puntero de acción
H4	Vía	Indicador de multitrama
J1	Vía	Rastreador
K1,K2	Sección	APS
M1	Sección	Detector de error
S1	Sección	Estado de sincronización
Z1,Z2	Sección	Reservado uso futuro
Z3,Z4,Z5	Vía	Reservado uso futuro

#### 2.2.6. PUNTERO DE UNIDAD ADMINISTRATIVA.

El puntero de operaciones de la unidad administrativa (AU) compensa las variaciones de fase y frecuencia entre los contenedores de alto orden con la carga útil (payload). Esta compensación para tales variaciones se requiere para multiplexar contenedores virtuales de diferente origen (diferente retrasos de propagación y relojes). De esta forma se evita ajustar la fase de los distintos contenedores virtuales (VC), sin embargo es preciso utilizar de bits adicionales de relleno.

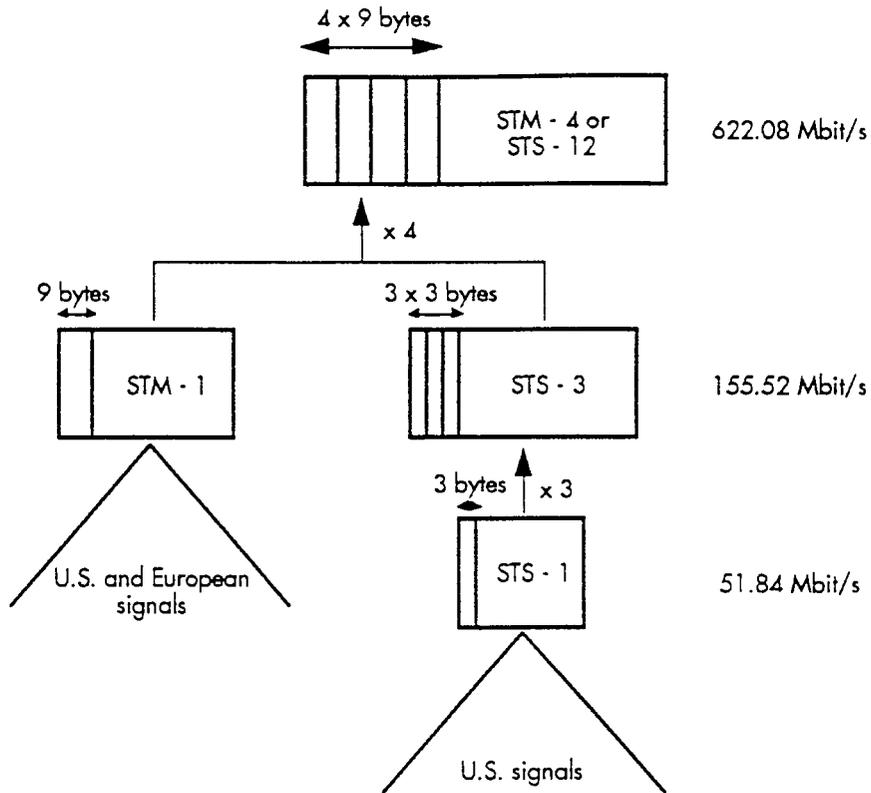
#### 2.2.7. COMPARACION ENTRE SONET Y SDH.

El primer nivel de la jerarquía SONET es el STS-1 para las señales eléctricas, o el OC-1 para las señales ópticas a 51.84 Mbit/s (una trama de 90 bytes x 9 líneas), con tres columnas de 9 bytes para el encabezado. La trama STS-3, obtenida multiplexando 3 x STS-1, tiene el mismo formato de la STM-1 en la SDH.

La principal diferencia entre SONET y SDH es que el primero está basado en el contenedor virtual VC-3 (estructura de multiplexación: AU-3, AUG) y el segundo en VC-4 (estructura de multiplexación: AU-4, AUG).

En SONET, el VC-4 es llevado en tres VC-3's conectados por concatenación. VC-4 se ha definido como una capa de transporte de

ATM, esto significa que las celdas ATM pueden ser portadas por redes tanto SDH como SONET (ver figura 9).



Comparación entre SDH y SONET

Figura 9.

### 2.3. SDH Y ATM.

Los equipos de transmisión SDH de nueva generación están comúnmente reemplazando a los equipos PDH en redes de transmisión, debido a las muchas ventajas ofrecidas por el diseño de las redes SDH. Además se considera a la ATM como la nueva modalidad de transporte para ISDN de banda ancha.

Entre las conclusiones que podrían obtenerse entre la comparación de la SDH y ATM están las siguientes:

- Arriba de los 155 Mbit/s no es necesario ya utilizar tecnología celular de ATM para redes interurbanas.
- Abajo de los 155 Mbit/s, cualquier tecnología podría ser usada, dependiendo de el tipo de servicio a ser transportado.

La mayoría de servicios, ya sea basados en voz, paquetes de datos, ISDN de banda angosta o líneas dedicadas para velocidades menores a los 2 Mbit/s, son transportadas en vías de 2 Mbits/s, las cuales son más fáciles de manejar con equipo SDH.

Por otro lado, la tecnología SDH se adapta muy bien a los nuevos servicios profesionales con tráfico elevado, a velocidades

no existentes con las jerarquías existentes. Por ejemplo, ATM se acomoda muy bien para la interconexión de LAN's.

Las redes SDH son usadas para portar celdas ATM dentro de la carga útil (payload) de las tramas STM-N. El proceso de mapeo para celdas ATM en los contenedores C-4 se describe en las recomendaciones G.709 del CCITT.

### 3. COMUNICACIONES OPTICAS.

Como se mencionó antes, las fibras ópticas han demostrado ser sustancialmente superiores a los cables de cobre como portadoras de grandes volúmenes de información. El comportamiento de la fibra óptica incide principalmente en dos parámetros claves, el factor de atenuación que afecta la máxima distancia de transmisión y el ancho de banda que afecta a la máxima velocidad de transmisión. En aquellas aplicaciones que necesiten una velocidad de transmisión que pase de unos pocos Mbit/s, la transmisión por fibra óptica es la única solución.

Esta sección comenzará considerando la evolución de las distintas tecnologías ópticas y sus implicaciones en el campo de la transmisión. Se revisará la situación actual y los principales sectores de actividad que dependen de esta tecnología. Se concluirá con un análisis de las principales tendencias y su impacto en las áreas de telecomunicaciones, transmisión, redes y conmutación.

### 3.1. LA HISTORIA HASTA HOY.

La tecnología óptica todavía es muy nueva. Fue en 1966 cuando se planteó el uso de una fibra de silicio como portadora de transmisión. La subsiguiente evolución ha seguido unos pasos muy acelerados, con una familia de fibras sustituyendo a otra. Este esquema se muestra en la figura 10, donde se indica, para sistemas de transmisión por fibra óptica, la distancia entre repetidores y la velocidad de transmisión para las diferentes longitudes de onda correspondientes a cada familia.

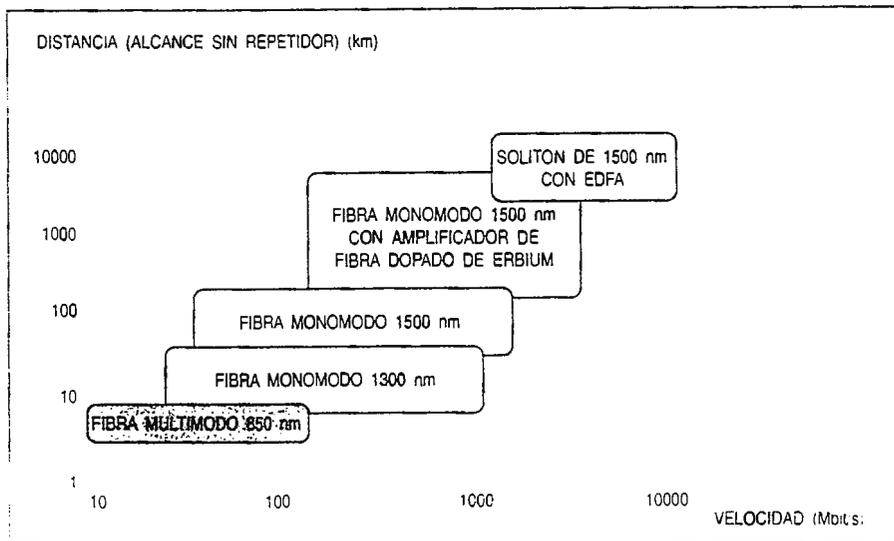


Figura 10.

Muy pronto se reconoció que la fibra óptica tenía un considerable potencial y que sus características determinarían el rendimiento de los futuros sistemas de transmisión. La mejora del rendimiento del ancho de banda y del nivel de atenuación fue el objetivo de numerosos estudios.

Para aprovechar estas potenciales ventajas, también fue necesario estudiar y desarrollar componentes con posibilidad de adaptarse a las propiedades de la fibra óptica y de cumplir los objetivos de los sistemas, mejorando al tiempo el rendimiento.

### 3.2. OPTICA DE LAS FIBRAS.

Aunque hay otros parámetros importantes, sólo consideraremos dos: el ancho de banda que fija la velocidad de transmisión de los datos, y el coeficiente de absorción del cual depende la máxima distancia de transmisión.

#### 3.2.1. ANCHO DE BANDA Y VELOCIDAD DE TRANSMISION.

Al principio, las fibras ópticas eran simplemente guíaondas, con un núcleo cilíndrico en el cual se podía propagar, rodeado por una envoltura con un índice óptico muy bajo, que evita la fuga de luz y por tanto la guía por el núcleo. Estas sencillas fibras eran del tipo multimodo con diámetros nucleares de unas pocas decenas de  $\mu\text{m}$ . Las fibras de segunda generación, aún del tipo multimodo,

tenían una estructura más compleja. El índice óptico variaba de acuerdo al radio del núcleo de la fibra, decreciendo desde el centro del núcleo a la periferia.

Hoy la mayoría de las fibras ópticas que se utilizan son del tipo monomodo, con diámetros del núcleo menores de  $10 \mu\text{m}$ . Los anchos de banda sobrepasan ampliamente los  $10 \text{ GHz/Km}$ .

### 3.2.2. COEFICIENTE DE ABSORCION Y DISTANCIA DE TRANSMISION.

La distancia de transmisión crece en proporción inversa al coeficiente de absorción de la luz propagada. Este coeficiente está afectado por la cantidad de impurezas residuales, principalmente metal ó iones contenidos en el óxido de silicio. Los avances tecnológicos han hecho lo posible para eliminar casi totalmente esta absorción adicional, que en ciertas ventanas del espectro alcanza  $0.85$ ,  $1.3$  y  $1.55 \mu\text{m}$ . Por ello, el factor de atenuación depende únicamente de la ley de difusión de Raleigh. El factor de atenuación es proporcional al inverso de la longitud de onda de transmisión elevada a la cuarta.

La utilización de una longitud de onda de  $0.85 \mu\text{m}$  después de  $1.3 \mu\text{m}$  y finalmente de  $1.55 \mu\text{m}$  ha llevado a una considerable reducción en la atenuación de la señal transmitida por fibra. En consecuencia, desde un coeficiente de absorción de  $20 \text{ dB/Km}$  en el

año 1970 se pasó a 5 dB/Km (longitud de onda aproximada de 1.85  $\mu\text{m}$ ) y posteriormente a 0.5 dB/Km (longitud aproximada de 1.3  $\mu\text{m}$ ).

### 3.3. COMPONENTES OPTOELECTRONICOS.

Para obtener la mayor ventaja posible de las propiedades de las fibra ópticas ha sido necesario diseñar y fabricar una gama apropiada de componentes, con referencia particular a los componentes optoelectrónicos de terminación.

Durante mucho tiempo, estos componentes se utilizaron como simples transductores electroópticos, y aún hoy es frecuente. En el extremo de transmisión, una señal eléctrica codificada (generalmente en formato digital) debe convertirse en una señal óptica equivalente, que luego se aplica a la fibra óptica. Se utiliza para este propósito un LED o un diodo láser, según el rendimiento requerido. En el otro extremo de la fibra óptica, un fotodiodo suministra la función de conversión inversa óptico-eléctrica.

El primer diodo láser capaz de lograr una operación continua a 0.85  $\mu\text{m}$  a temperatura ambiente, apareció en 1970. Se utilizaron grupos de materiales GaAlAs/AsGa derivados del AsGa (gallium arsenide) para los emisores y silicio para los detectores. El primer láser que emitió a 1.3  $\mu\text{m}$  se fabricó en 1976. Para la emisión y detección a 1.3  $\mu\text{m}$  ó 1.55  $\mu\text{m}$ , se utilizó una nueva

familia de materiales cuaternarios GaInAsP/InP, derivados del InP(indium phosphide) y muy poco conocidos. Esto marcó el nacimiento de una familia tecnológica totalmente nueva.

En paralelo con las actividades en el área de los componentes emisores y receptores, hay que poner especial atención en el último grito de la revolución tecnológica: el Amplificador Optico. El impacto de este dispositivo será sustancial, tanto para los sistemas de transmisión punto a punto como para las redes de abonado. En un repetidor óptico convencional, la señal óptica recibida debe ser primero convertida a formato eléctrico para su amplificación, y después reconvertida a formato óptico para su transmisión hacia adelante. Por el contrario, en un amplificador óptico, la señal es amplificada directamente, sin conversión.

#### 3.4. SISTEMAS.

En los programas experimentales de sistemas se emplean componentes nuevos y mejorados cuando están disponibles. La evolución en los últimos 20 años ha sido extremadamente rápida como se muestra en la figura 11. Durante la primera mitad de los 70, se instalaron los primeros enlaces entre centrales, en distancias del orden de los siete kilómetros, con velocidades de 34 ó 45 Mbit/s. Se utilizó para la transmisión una fibra multimodo con una longitud de onda de  $0.85 \mu\text{m}$ , con un láser AsGa/GaAlAs en el extremo emisor y un fotodiodo de silicio en el extremo receptor.

El comienzo de los ochenta vio los primeros experimentos de distribución de TV por cable. Uno de los primeros proyectos experimentales en Francia fue el sistema de cable óptico para la ciudad de Biarritz, que servía a 1000 abonados. Este enlace de 0.85  $\mu\text{m}$  que utilizaba diodos láser y fibra óptica multimodo, proporcionó una experiencia válida para el futuro.

En el área de la transmisión punto a punto, la misma década vio el progresivo cambio de las fibras multimodo por las monomodo, un cambio de la longitud de onda de 0.85  $\mu\text{m}$  a 1.3  $\mu\text{m}$ , y posteriormente 1.55  $\mu\text{m}$ , para aplicaciones de larga distancia y de alta velocidad de transmisión. Esta aplicación está claramente ilustrada en el sector de transmisión submarina. El enlace Marsella-Córcega, con una distancia aproximada de 400 Km, se tendió en 1986 con una velocidad de transmisión nominal de 280 Mbit/s por fibra. El enlace incorporaba ocho repetidores y adelantó la entrada en servicio del primer enlace transatlántico.

### 3.5. SISTEMAS DE TRANSMISION OPTICA.

La tecnología óptica está, o lo estará pronto, en uso a escala industrial en la mayoría de los sistemas de transmisión punto a punto.

Se pueden distinguir tres áreas principales de aplicación industrial de la tecnología óptica. Son la transmisión submarina, la terrestre y las redes de abonado.

#### 3.5.1. SISTEMAS DE TRANSMISION OPTICA SUBMARINA.

La transmisión óptica ha alcanzado gran éxito en el contexto de los sistemas submarinos, al punto de alcanzar una posición casi de monopolio. Dos sectores están involucrados: los enlaces de transmisión a larga y muy larga distancia, que incorporan una serie de repetidores ópticos submarinos, y los enlaces de distancias mas cortas que no usan dichos repetidores.

#### 3.5.2. SISTEMAS DE TRANSMISION OPTICA TERRESTRE.

También aquí la tecnología de fibra óptica ha ocupado el liderazgo del cable coaxial en los sistemas de transmisión punto a punto. Durante los últimos años, los sistemas ópticos plesiócronicos han hecho lo posible para superar los problemas de velocidad de transmisión, distancia y costo. Los enlaces punto a punto de hasta 100 Km, que trabajan con velocidades entre 2 Mbit/s y 2.4 Gbit/s se han probado técnicamente y ahora se utilizan a escala industrial.

No obstante, el más reciente e importante suceso ha sido la introducción del nuevo estándar internacional SONET (Synchronous

Optical Network) en Estados Unidos y de su equivalente europeo, el estándar JDS (Jerarquía Digital Síncrona).

A la vista de la variedad y complejidad de las diferentes redes, tanto en gestión como en conexión, la necesidad ha llevado al establecimiento de estándares y a la definición de procedimientos de interfaz y de centrales. La utilización de los sistemas ópticos síncronos de alto rendimiento ha introducido el necesario grado de flexibilidad. El nuevo estándar JDS proporciona la gestión uniforme de esta amplia variedad de redes, interconectadas por medio de enlaces de fibra óptica, con velocidades de transmisión altas, que pasan de 34 ó 45 Mbit/s. Una nueva jerarquía de velocidades de transmisión está ahora en uso: 155 Mbit/s, 622 Mbit/s y 2488 Mbit/s (multiplexores síncronos por división en el tiempo, STM 1, 4 y 16).

### 3.5.3. REDES DE ABONADO DE FIBRA OPTICA.

Muchas redes ya están utilizando la tecnología de fibra óptica. La creación de una red multiservicio, diseñada para la distribución de un gran número de canales de TV (CATV) y para otros servicios (teléfono, fax, etc.) a los abonados ha estado en estudio durante muchos años. La cuestión es determinar si el enlace de fibra óptica debe llevarse hasta el punto de distribución (FTTC) o hasta el abonado (FTTH). La respuesta es más económica que tecnológica. Hoy parece cierto que el objetivo FTTH está bastante

lejano, pero se requerirán infraestructuras FTTC para suministrar una futura ampliación a una configuración FTTH.

En esta área se debe resaltar el interés del amplificador óptico. La parte de TV por cable del enlace trabaja en modo analógico, lo cual significa que debe utilizarse un emisor láser de muy alto rendimiento con un nivel de ruido muy bajo. El uso de los amplificadores ópticos hace posible la adopción de una configuración en estrella para la conexión de los diferentes puntos de división. El costo del emisor láser está compartido por un gran número de abonados (varios miles), lo que asegura la viabilidad económica de esta solución. En la práctica, solamente están disponibles a escala industrial amplificadores ópticos de  $1.55 \mu\text{m}$ , de forma que la elección de la longitud de onda de transmisión es inflexible.

#### 4. LA RDSI EN EL MUNDO.

Para tener una idea de los beneficios que aporta una Red Digital de Servicios Integrados, además de servir de ejemplo para su implementación nacional, se presentará la situación de tres países en los cuales la RDSI ya se encuentra funcionando. Estos países son Francia, Alemania y España.

##### 4.1. NUMERIS: LA RDSI EN FRANCIA.

En Francia, a finales de los 70, se inició la planificación de algo que aún no recibía el nombre de RDSI. Poco después, comenzaron a definirse las especificaciones nacionales, y se emprendieron actividades de normalización internacionales. Estas especificaciones se utilizaron a mediados de los 80 para dos propósitos. Uno de ellos era el desarrollo de un proyecto de France Télécom llamado Cérame, concebido para probar en el laboratorio conceptos, protocolos y servicios. Los sistemas desarrollados durante el proyecto Cérame fueron conectados entre sí, con la red telefónica existente, y con las redes de datos por conmutación de paquetes y de circuitos. El segundo y fundamental uso de estas especificaciones era el de desarrollar servicios propios de RDSI dentro de las centrales digitales en servicio (Alcatel E10), las cuales constituyen la base de la red telefónica digital francesa.

Este desarrollo y las pruebas de campo resultantes condujeron a la apertura, el 21 de diciembre de 1987, de una RDSI comercial basada en una central digital Alcatel E10 situada en Saint-Brieuc, en el oeste de Francia. Los servicios RDSI fueron después extendiéndose progresivamente por la vecina región de Bretaña.

Al terminar 1988, tras la extensión de la RDSI a la región de París, la RDSI comercial francesa pasó a denominarse oficialmente NUMERIS. A finales de 1989, 23 centrales Alcatel E10 en las importantes ciudades de París, Lille, Lyon y Marsella se habían equipado ya con funciones de RDSI.

La extensión de la cobertura a todo el territorio francés se concluyó a finales de 1990, con la mejora de hasta 550 centrales Alcatel E10 para ofrecer los servicios de RDSI atendiendo las restantes zonas mediante unidades de acceso digital de abonados (centre satellite numérique, CSN). Lo anterior se representa de forma ilustrativa en la figura 12.

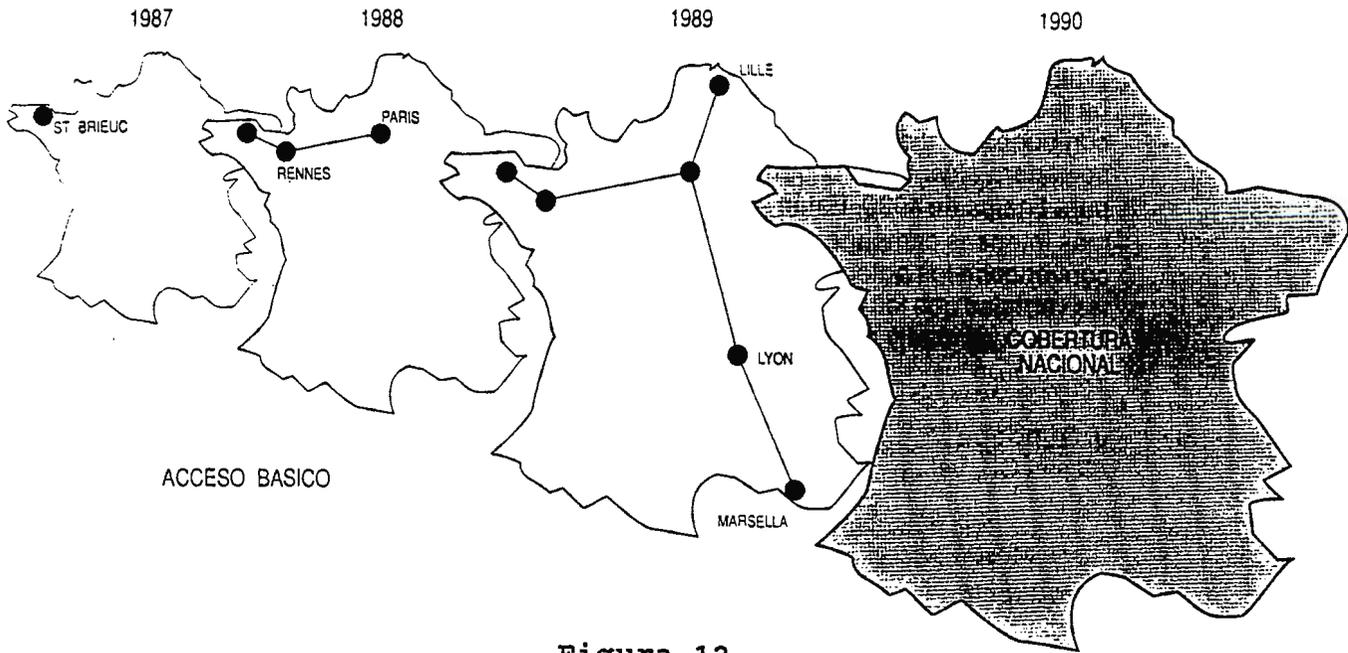


Figura 12.

#### 4.1.1. EVOLUCION DE LA RED HACIA RDSI.

Las redes de datos comenzaron a introducirse en Francia a principios de los años 70. La primera se llamó Caducée y funcionaba a 1200 bit/s. Fue seguida de la red de conmutación de paquetes Transpac, que actualmente cuenta con 70,000 abonados directos y ofrece velocidades cada vez más elevadas (actualmente 64 Kbit/s). A continuación vinieron otros tres servicios basados en los circuitos de 64 Kbit/s de la red pública digital: Transcom que proporciona circuitos conmutados, Transdyn que proporciona circuitos reservados, y Transfix que ofrece circuitos alquilados operando a velocidades de hasta 2 Mbit/s.

La introducción de la RDSI en Francia fue posible por estar ya digitalizadas en gran parte las redes públicas, tanto de transmisión como de conmutación. La señalización por canal común CCITT No.7 se implantó a principios de 1987, y la necesaria sincronización de la red se completó a finales del mismo año.

La RDSI se introdujo en las centrales Alcatel E10 existentes en varias versiones de soporte lógico, denominadas VN, las cuales pueden incorporarse a cualquier central E10 que esté equipada con la nueva unidad de acceso digital de abonado CSN. La primera versión VN1, se realizó a finales de 1987 para la apertura del servicio comercial. Ofrecía los servicios portadores en modo circuito más habituales recomendados por el CCITT: transferencia de información a 64 Kbit/s sin restricciones para datos, conversación, y transmisión de datos en audio a 3.1 KHz por medio de modems; los circuitos pueden ser conmutados o semipermanentes. Gracias a estos servicios portadores pudieron prestarse todos los teleservicios de 64 Kbit/s, tales como telefonía, videotex, facsímil grupo 3 y grupo 4 y teletex.

El interfaz de usuario disponible para VN1 era el acceso básico a 144 Kbit/s, que proporciona dos canales B de 64 Kbit/s para información de usuario y un canal D para señalización, permitiendo dos comunicaciones simultáneas sobre el mismo bucle de abonado. También se ofrecía una gran cantidad de servicios suplementarios, incluyendo la minimensajería (señalización de

usuario a usuario), la presentación y restricción del abonado llamante, subdirección, portabilidad de terminales, desvío de llamadas, transferencia, llamada en espera, número múltiple de abonado, marcación directa de extensiones, costo de la llamada y restricciones de la llamada. Además se podía interfuncionar con las redes existentes, como la red telefónica no-RDSI y la Transcom. A principios de 1989 fue posible el interfuncionamiento con la red pública de conmutación de paquetes Transpac, a velocidades de hasta 64 Kbit/s, con entradas/salidas síncronas no especializadas.

En cuanto a los terminales, se disponía de aparatos telefónicos de abonado RDSI y de adaptadores de terminal para los terminales de voz y datos existentes. Los equipos de transmisión de la línea de abonado se basaban en las técnicas de transmisión por ráfagas y a 4 hilos.

Los primeros 300 abonados que dispusieron del servicio estaban situados en St Brieuç, Bretaña, y eran casi exclusivamente usuarios de empresas como bancos, farmacias y asociaciones de comerciantes locales. La introducción posterior de la RDSI en la región de París ofreció la red NUMERIS a una cantidad mucho mayor de usuarios potenciales.

En septiembre de 1989 la nueva versión VN2 añadió el acceso a velocidad primaria con 30 canales B y un canal D a 64 Kbit/s, permitiendo conectar a la RDSI centralitas y ordenadores o

miniordenadores. Esta versión VN2 se acomodaba a las nuevas recomendaciones del Libro Azul del CCITT de 1988, sobre todo las relativas al protocolo de usuario a red, que es el mismo para los accesos básicos y primario. Se introdujo la técnica de cancelación de eco de transmisión en las líneas de abonado.

La versión VN3, actualmente en desarrollo, posibilitará utilizar el canal D no sólo para señalización sino también para transferencia de datos a velocidad de hasta 9.6 Kbit/s. Esta facilidad posibilita el acceso a bases de datos en modo paquete, mientras que los canales B se emplean para aplicaciones que generan tráfico más alto, como la voz, facsímil a 64 Kbit/s, transmisión de imágenes y transmisión de documentos. Además, la VN3 permitirá la conexión de centralitas (PABX) a través de la red pública como servicio de red inteligente para crear redes privadas virtuales, y se mejorarán algunos otros servicios profesionales de RDSI.

#### 4.1.2. ESTRATEGIAS DE MERCADO PARA LA RDSI EN FRANCIA.

El éxito previo en la introducción de nuevos servicios, como los de conmutación de paquetes y el videotex, había subrayado la necesidad de complementar una disponibilidad del servicio rápida y a escala nacional con medidas de mercado de gran alcance. La única manera de romper el círculo vicioso es "patrocinar" de modo eficaz el uso inicial del servicio.

Es tan nuevo el servicio que ofrece NUMERIS que sus prestaciones reales han de exponerse a los potenciales usuarios, mostrando y recalcando las ventajas que acarrea el transferirse a esta RDSI. La posibilidad de hacer llamadas simultáneas (por ejemplo llamada telefónica y facsímil) sobre la misma línea, los numerosos servicios suplementarios RDSI como identificación del abonado llamante y señalización de usuario a usuario para identificación y autenticación, así como las grandes posibilidades que encierran los servicios a 64 Kbit/s, necesitan ser demostrados con el uso real. Los usuarios potenciales deben convencerse de que la RDSI no es "una quimera de los técnicos".

Describir la RDSI como una red que ofrece dos canales B y un canal D no ayuda precisamente en este sentido. Los usuarios sólo se convencerán mediante aplicaciones útiles y rentables, y en conseguir esto debe esforzarse toda la industria involucrada en la RDSI. También es importante explicar claramente los planes de implantación de la naciente RDSI de banda ancha y otras soluciones de ese tipo, exponiendo sus posibles aplicaciones con respecto a la RDSI de banda estrecha, de manera que esta última no se aborte antes de haber llegado a establecerse.

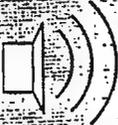
France Télécom, junto con sus clientes y suministradores, ha invertido gran cantidad de dinero y horas de trabajo en promover el desarrollo de nuevas aplicaciones RDSI con el propósito de convencer de sus ventajas a los potenciales usuarios. Estos

proyectos generalmente se realizan mediante contratos de colaboración entre tres partes: un cliente con una idea de aplicación, France Télécom que proporciona ayuda técnica y financiera para una parte del desarrollo del soporte lógico, y un proveedor del servicio. La elección de las aplicaciones a sufragar se basa en varios criterios: viabilidad económica, posibilidad de extender el servicio a otros usuarios, e innovación. La asociación se extiende a diversas actividades comerciales como ventas de inmuebles, aplicaciones sanitarias, servicio postventa, prensa, reportajes radiofónicos, y vigilancia a distancia (figura 13).



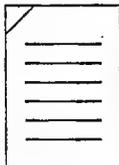
- PROCESAMIENTO DE DATOS
- CARGA DE PROGRAMAS/DATOS
- DIAGNOSTICO REMOTO POR ORDENADOR
- INTERCONEXION DE RAL

DATOS



- DISTRIBUCION DE NOTICIAS AUDIO
- TELECONFERENCIA
- BANCO DE SONIDOS

AUDIO



- FAX GRUPO 4
- VIDEOTEX MEJORADO
- CORREO ELECTRONICO
- EDICION ELECTRONICA
- ACCESO A GRANDES FICHEROS DE TEXTO

TEXTO

Aplicaciones actuales de la RDSI en Francia.



- ACCESO A BANCOS DE IMAGENES
- VIDEOTEX MAS IMAGENES LENTAS EN COLOR
- IMAGENES MEDICAS
- VIGILANCIA REMOTA EN VIDEO
- PUNTO DE INFORMACION
- INSTRUCCION A DISTANCIA
- VIDEOTELEFONIA

IMAGENES

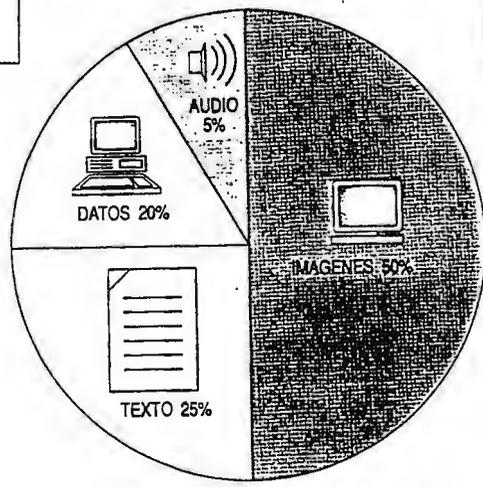


Figura 13.

Las principales aplicaciones de la RDSI en Francia se centran en cuatro campos: texto, datos, voz e imagen. Todas ellas hacen uso de las velocidades de transmisión RDSI a 64 Kbit/s para la transferencia de ficheros rápida y a bajo costo. En su mayoría, utilizan simultáneamente los dos canales B del acceso básico, así como la identificación del abonado llamante y la señalización de usuario a usuario.

El facsímil grupo 4 comienza a utilizarse al ir apareciendo los equipos terminales. Hay ya varios centenares de máquinas grupo 4 en servicio.

Numerosas aplicaciones se refieren a almacenamiento y consulta de bases de datos remotas (servidores) que contienen sonidos, textos (bibliotecas), datos e imágenes, o bien una combinación de ellos en servidores multimedia para educación a distancia, televigilancia centralizada, transferencia de imágenes médicas y comentarios. Por ejemplo, es posible enviar gráficos mientras se están comentando las cifras expuestas. La aparición de nuevas aplicaciones en nuevos campos es la prueba de que la RDSI está realmente cobrando auge en Francia.

## 4.2. INTRODUCCION DE LA RDSI EN ALEMANIA.

En Alemania, el Deutsche Bundespost lleva muchos años proyectando de modo muy activo la introducción de la RDSI, y está en primera línea en cuanto a su implantación.

### 4.2.1. RED EXISTENTE.

Durante los años 70 se debatieron en todo el mundo una completa gama de mejoras en los servicios telefónicos. Por aquel tiempo, el Deutsche Bundespost (DBP) pensaba en la mejora del sistema electromagnético EMD existente. Sin embargo, en la misma época apareció la tecnología analógica EWS de control por programa almacenado, y a la vista de sus ventajas técnicas y económicas el DBP decidió abandonar la mejora del sistema EMD.

En 1982, como resultado de los rápidos avances en la tecnología de conmutación digital, el DBP optó por introducir sistemas de conmutación digitales, con lo que se retrasó todavía más la implantación de una nueva generación de facilidades de abonado. Esta es una de las razones del criterio de introducción de la RDSI que hoy prevalece en Alemania. La ausencia de facilidades de abonado en los primeros sistemas de conmutación condujo a una fuerte demanda de digitalización por parte de los usuarios, lo que a su vez ha permitido acelerar la transición hacia la RDSI.

#### 4.2.2. ENFOQUE DE DBP TELEKOM RESPECTO A LA RDSI.

Deutsche Bundespost Telekom ha expuesto su estrategia acerca de la RDSI en gran cantidad de publicaciones y notas de prensa desde comienzos de los años 80.

El ensayo "La RDSI y la Economía" publicado por el Sr. Schön (miembro del Consejo Administrativo de la DBP) en 1986, examinaba en detalle las ventajas de digitalizar la red telefónica, como son:

- Ahorro de un 40% en los costos de la tecnología de conmutación digital frente a la tecnología electromecánica.
- Ahorro del 60% en los costos de la tecnología de transmisión digital comparada con la analógica.
- Reducción del 65% del espacio requerido, lo que economiza 3,000 millones de marcos sólo en costes de construcción de edificios.
- Reducción del tiempo de ocupación de línea no tarifado desde los 15 segundos hasta una media de 1.5 segundos en sistemas digitales, lo que supone un descenso en la carga de la red en torno del 5%, más un ahorro en la red de aproximadamente 2,000 millones de marcos.

El ahorro resultante de la digitalización de la red se estima del orden de decenas de miles de millones de marcos. Una vez que la red es digital, la introducción de la RDSI es un paso relativamente sencillo.

Por desgracia, muy a menudo pasa desapercibida esta considerable reducción de costos de la tecnología digital como impulsora de la RDSI. La digitalización del bucle de abonado, la señalización por canal D, y la mejora de la señalización No. 7 con la parte de usuario RDSI, no son sino pequeños avances en comparación con la inversión global.

Dentro de la estrategia de introducción de la RDSI ha resultado de gran ayuda para los usuarios potenciales la publicación por el Deutsche Bundespost, en 1985, de las tarifas propuestas para los abonados de RDSI. Esto ha contribuido apreciablemente a dar a los potenciales usuarios la confianza y la información numérica que necesitan para su planificación a largo plazo.

#### 4.2.3. EXPERIENCIAS DE CAMPO EN ALEMANIA.

Como preparación de la RDSI, en 1985 se probó la señalización por canal CCITT No. 7 simultáneamente en tres centrales Sistema 12 en Gelsenkirchen y Leverkusen. Más tarde, se empleó una pequeña red

consistente en tres centrales telefónicas EWSD y tres centrales Sistema 12.

A finales de 1986 se puso en servicio una central piloto RDSI Sistema 12, y el servicio piloto comenzó a principios de 1987. Era la primera vez en el mundo que una central RDSI funcionaba junto con una red pública existente, con lo que un abonado RDSI podía no sólo telefonar a otros abonados RDSI, sino también a cualquier abonado telefónico del mundo.

El servicio piloto fue ampliándose en varias fases. En las fases 2, 3 y 4 se conectaron y probaron diferentes terminales y centralitas (PABX) RDSI. En la fase 5, se introdujo la señalización por canal común No. 7 para crear una configuración RDSI multicentral, permitiendo probar una red compuesta de centrales locales e interurbanos, tanto EWSD como Sistema 12.

En 1988 entró en funcionamiento la primera central local RDSI Sistema 12 en su versión comercial, cumpliendo las recomendaciones del CCITT entonces vigentes. Esta central Sistema 12 se instaló en Stuttgart, equipada para dar servicio a 4,810 líneas analógicas y 2,368 líneas digitales de abonado RDSI. Se utilizó el circuito en pastilla única UIC (Circuito de interfaz U), tanto en ésta como en las siguientes centrales locales RDSI.

En marzo de 1989 se alcanzó otra meta cuando una central RDSI Sistema 12 "Hanover 86" cursó todo el tráfico de llegada y salida de la Feria CeBit de Hanover, donde cuatro semanas antes había entrado en funcionamiento una gran centralita RDSI.

En paralelo con la introducción de centrales locales RDSI, se mejoraron las centrales de tránsito Sistema 12 existentes para implantar la señalización por canal común No. 7, incluyendo la PUSI (Parte de Usuario RDSI).

#### 4.2.4. EXPERIENCIA DE MERCADO.

##### 4.2.4.1. IMPORTANCIA DE LOS SERVICIOS PILOTO.

Durante una serie de años, han sido los aspectos técnicos los que han predominado en el desarrollo de la RDSI. La importancia de los servicios piloto implantados entre 1986 y 1988 recae en primer lugar en las pruebas iniciales de los distintos componentes del sistema estrechamente relacionados, la puesta en servicio de equipos terminales de varios fabricantes, y la integración de estos sistemas autónomos dentro de la red telefónica existente. Además, los servicios piloto permitieron llevar a cabo estudios anticipados de la aceptación en el mercado.

#### 4.2.4.2. ESTUDIOS DE MERCADO.

SEL Alcatel intensificó sus estudios comerciales sobre la RDSI a mediados de 1986, y presentó sus conclusiones al Deutsche Bundespost tras el Congreso RDSI de 1987 en Stuttgart. El propósito era demostrar las ventajas de aplicaciones individuales en base a sencillos ejemplos que hacían esperar una utilización generalizada por parte de usuarios y empresas.

Actualmente, la industria y la Administración cooperan estrechamente en estudios sobre aplicaciones comerciales.

#### 4.2.5. INTRODUCCION COMERCIAL DE LA RDSI.

La inauguración oficial de una primera red RDSI parcial tuvo lugar en Hannover durante la Feria CeBit de 1989. La expansión posterior prevista ofrecerá servicios de la RDSI en más de 3,500 zonas locales para 1993 (figura 14). El documento que detalla esta expansión se ha convertido en una importante guía de planificación para muchas compañías (especialmente suministradores de servicios) que están pensando en utilizar futuras aplicaciones RDSI.

Para las selección de proyectos de aplicaciones RDSI se establecieron los siguientes criterios:

- La aplicación debe ser innovadora y utilizar facilidades de la RDSI.

- Las ventajas deben ser evidentes para el usuario.
- La aplicación debe conllevar al menos un tipo de integración (por ej. voz y datos).
- Su implantación debe ser posible dentro de un marco temporal razonable, basado en la tecnología existente.

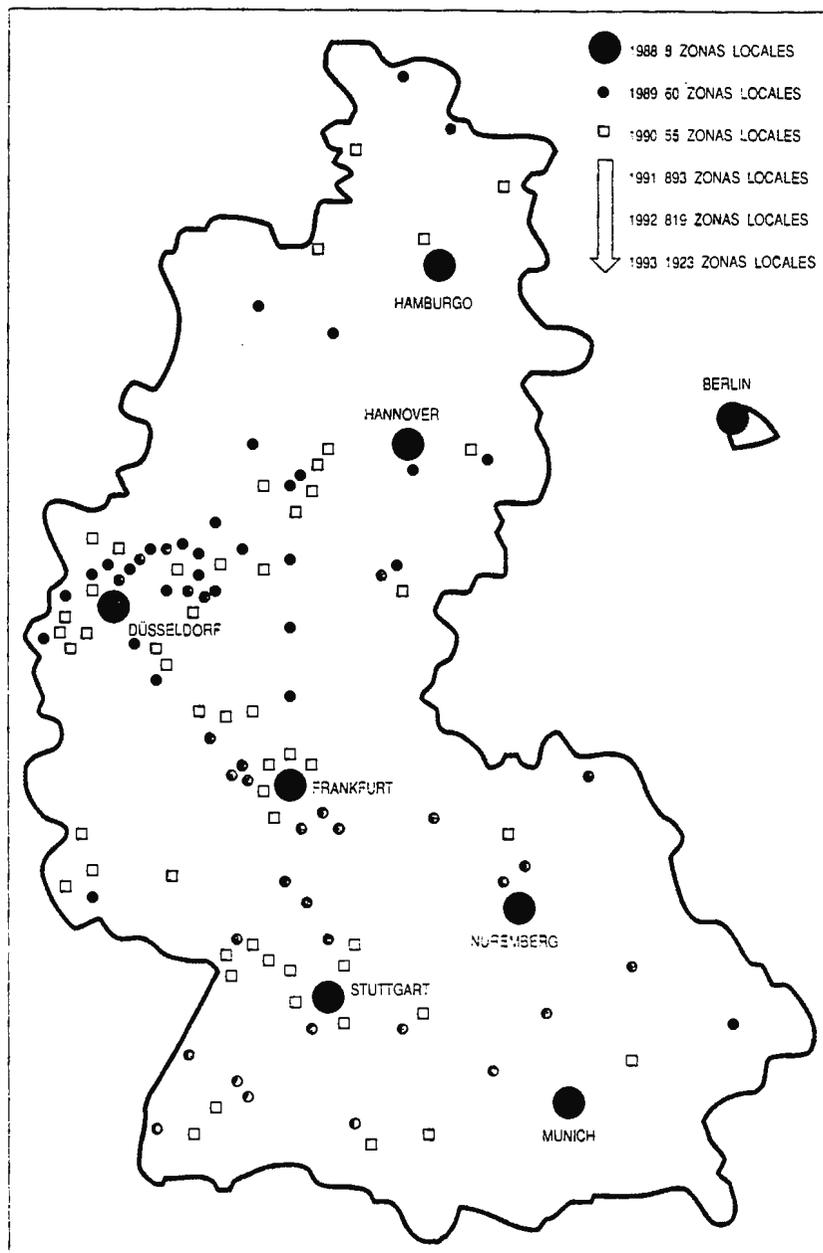


Figura 14.

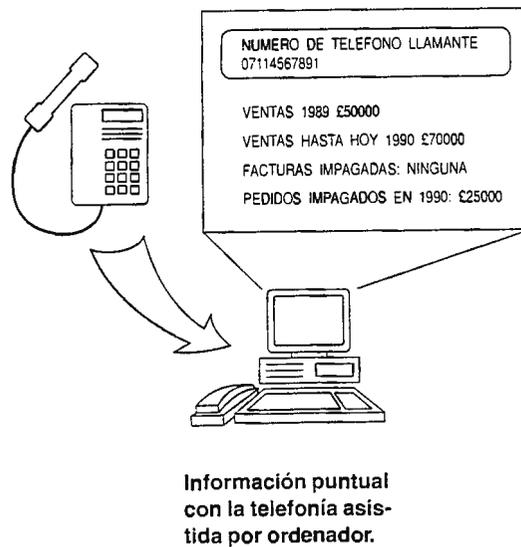
#### 4.2.6. EJEMPLOS DE APLICACIONES RDSI EN ALEMANIA.

Algunos ejemplos de los servicios ofrecidos por la RDSI en Alemania son los siguientes:

- **Transferencia de ficheros Ordenador Central-PC:** Transmisión de datos y gráficos a 64 Kbit/s desde un ordenador central de una compañía hacia sus sucursales. Otras posibles aplicaciones pueden ser la consulta rápida de archivos centrales de imágenes o la distribución de fotografías de propiedades por parte de las agencias inmobiliarias a sus clientes.
- **Transferencia de ficheros PC-PC:** La tendencia de desplazar la potencia de procesamiento desde los ordenadores centrales hacia sistemas distribuidos aumenta la importancia de la transferencia de ficheros entre PC. El procesamiento simultáneo de texto y gráficos en estaciones de trabajo de diferentes lugares y la integración de puestos remotos en el hogar resultan aplicaciones interesantes.
- **Gestión telefónica moderna:** Dada la cobertura de la red RDSI superpuesta basada en URA (Unidades Remotas de Abonado) de RDSI, las dificultades que creaban los abonados remotos carecen hoy de importancia. El conjunto

completo de prestaciones RDSI está a disposición de las dos partes en cada conexión.

- **Telefonía asistida por ordenador:** La identificación de la línea llamante encierra un gran potencial innovador. La figura 15 muestra un ejemplo. Cuando se identifica la línea llamante es posible invocar la presentación en pantalla de datos relativos al cliente antes de contestar la llamada.



**Figura 15.**

- **Rentabilidad:** La RDSI aporta una amplia gama de ventajas de costo, siendo una de las más importantes el bajo precio de un acceso a velocidad primaria.

- **Nueva gama de facilidades telefónicas:** La identificación de la línea llamante, la desviación de llamadas selectiva, la distinción de tonos de llamada y la anchura de banda de 7 KHz "hi-fi", basada en un algoritmo de codificación más eficiente, revolucionarán las pautas de comportamiento de los usuarios.
  
- **Ventajas del acceso básico:** Una ventaja del acceso básico RDSI es la facilidad para conectar hasta ocho equipos terminales de diferente tipo sobre la misma línea RDSI.
  
- **Grupo cerrado de usuarios:** Hay una acentuada tendencia hacia el enlace de centralitas geográficamente dispersas. La RDSI permite formar grupos cerrados de usuarios. La solución estándar en Alemania es el uso de circuitos alquilados para esta conexión de centralitas. La RDSI permite implantar esta facilidad de una manera mucho más rentable mediante conexiones semipermanentes que utilizan técnicas de grupo cerrado de usuarios.
  
- **Facilidades de emergencia y alarma:** La identificación de línea llamante abre un nuevo campo de posibilidades para el tratamiento de las llamadas de emergencia y de alarma. La figura 16 muestra algunos ejemplos.

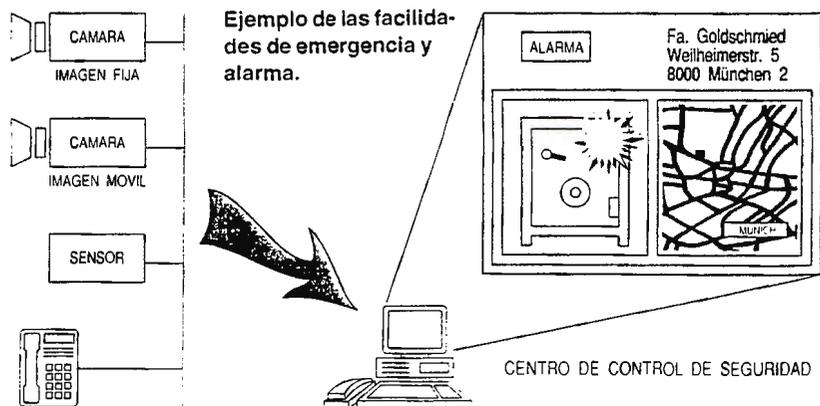


Figura 16.

- **Videotelefonía comprimida:** Al introducirse la transmisión de señales de video se crearán nuevos mercados para aplicaciones tanto privadas como de empresa.
  
- **Manejo de datos delicados:** La RDSI ofrece una amplia gama de posibilidades para el manejo de datos especialmente delicados, pero también puede conllevar algunos riesgos desconocidos. Por ejemplo, la identificación de la línea llamante puede hacer descender la utilización de servicios de consulta para crisis y para atención del SIDA. El número llamante sólo debería ser almacenado en registros de llamada de

degeneración automática si lo solicita expresamente el usuario llamante.

#### 4.3. INTRODUCCION DE LA RDSI EN ESPAÑA.

La introducción de la RDSI en España viene precedida por un completo programa de digitalización de la red telefónica, el cual actualmente está por lograr su propósito de tener una red 100% digital. El desarrollo de esta infraestructura prepara el camino a la RDSI, cuya introducción se prevé en tres fases:

- **Fase 1:** corresponde a una RDSI precomercial en la que se prueban tanto la viabilidad de las especificaciones suministradas por la Administración, como la propia red (pares físicos, infraestructura existente).
  
- **Fase 2:** en esta fase se introduce el producto comercial RDSI, basado en las anteriores especificaciones con las modificaciones que se estimen necesarias. Este producto cubrirá la demanda de servicios RDSI en tanto no se disponga de la RDSI paneuropea basada en las especificaciones del ETSI (Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación).
  
- **Fase 3:** la tercera fase es la introducción de la RDSI paneuropea.

El crecimiento de la RDSI depende del grado de evolución en que se encuentra la red. Telefónica comenzó a digitalizar la red española a principios de los años 80 mediante la instalación de equipos digitales, con el propósito de alcanzar cobertura geográfica nacional tan pronto como fuera posible. Todas las centrales digitales Sistema 12 en instalación son capaces de incorporar módulos y funciones RDSI, con lo que pueden transformarse fácilmente en centrales RDSI.

Aunque la demanda de accesos RDSI dependerá intensamente de las tarifas que establezca la Administración, los estudios realizados por Telefónica establecieron unas previsiones de demanda para España que se resumen en una estimación media de alrededor de 0.5 millones de líneas RDSI para fines de 1995, y más de 1.5 millones para el año 2000.

#### 4.3.1. PRODUCTO PRECOMERCIAL RDSI.

El producto precomercial en España consta de tres centrales RDSI del Sistema 12 en Madrid, que han de demostrar la validez de las especificaciones y la red para proporcionar servicios comerciales RDSI. Estas centrales, que son nodos RDSI, se conectan entre sí mediante la parte de usuario RDSI (PUSI) con señalización por canal común CCITT No. 7 a través de enlaces digitales de datos a 64 Kbit/s (figura 17).

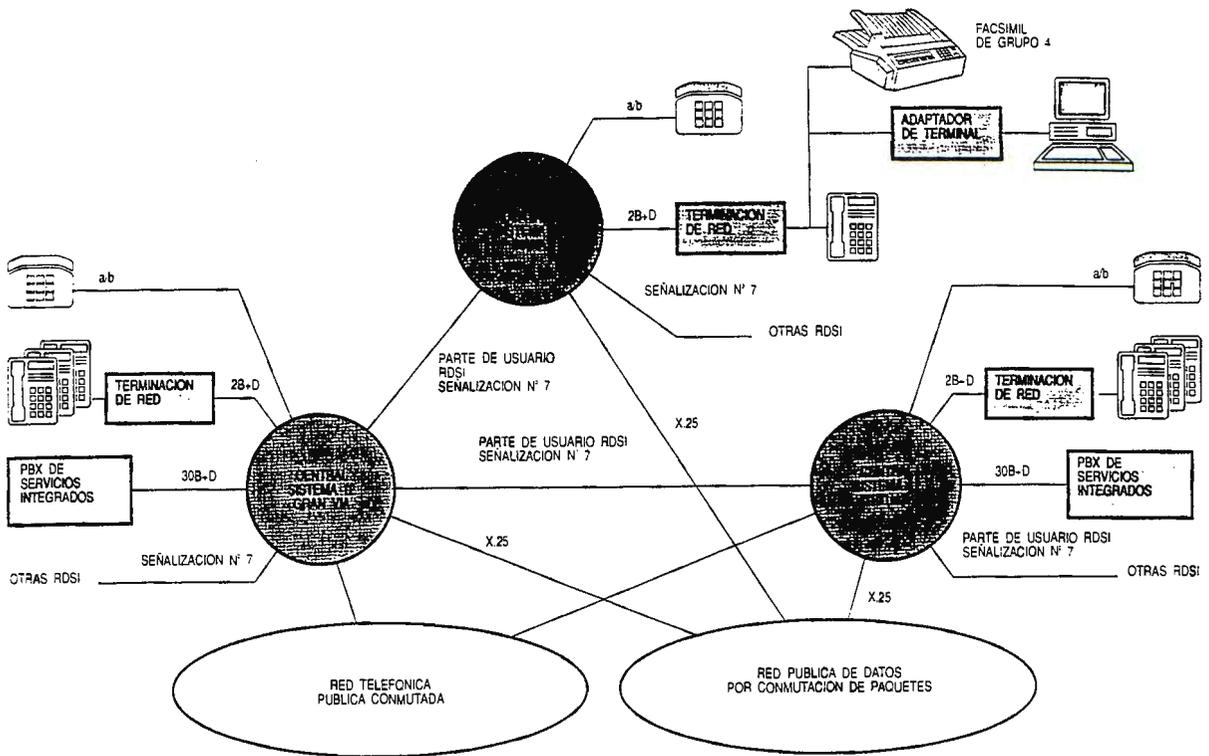


Figura 17.

La RDSI se interconecta tanto con la red básica (Red Telefónica Pública Conmutada, RTPC) como con la Red Pública de Datos por Conmutación de Paquetes (RPDCP), a fin de que los abonados RDSI puedan comunicarse con los abonados conectados a cualquiera de estas redes y acceder a los servicios y facilidades que ellas proporcionan. Las centrales RDSI están conectadas con la RTPC por enlaces digitales que enlazan cada central primaria de la RTPC con una central primaria de la RTPC utilizando la señalización por canal asociado EM/MFC (Socotel).

La interconexión con la RPDCP (denominada IBERPAC en España) permite establecer comunicaciones en modo paquete entre los abonados RDSI y los de la red IBERPAC. Además, los nodos de IBERPAC proporcionan las conexiones en modo paquete entre abonados RDSI. Para cada llamada de datos en modo paquete hacia/desde un abonado RDSI, se establece una conexión conmutada transparente a 64 Kbit/s entre el terminal RDSI modo paquete y la red IBERPAC. A continuación, la comunicación prosigue como si el terminal RDSI estuviera directamente conectado a la red pública de conmutación de paquetes. Cada central RDSI se conecta a IBERPAC a través de unidades de adaptación de red (situadas en los nodos de interfuncionamiento de IBERPAC) que se encargan de adaptar las velocidades de transmisión de ambas redes, y de establecer conexiones transparentes RDSI. Estos nodos admiten procedimientos de identificación de la línea llamante de manera que el abonado RDSI pueda ser correctamente identificado por la red IBERPAC sin necesidad de comparar las señalizaciones de ambas redes.

El equipamiento inicial de las centrales Sistema 12 utilizadas en el producto RDSI precomercial suma una capacidad total de aproximadamente:

- Trescientos abonados analógicos.
- Quinientos accesos básicos (2B+D).
- Seis accesos primarios (30B+D).
- Sesenta y cuatro accesos básicos a la red IBERPAC.

#### 4.3.2. PRODUCTO COMERCIAL RDSI.

A finales de 1990 y principios de 1991 se introdujeron unas centrales RDSI del Sistema 12 (en Barcelona, Sevilla, Madrid y otras ciudades) las cuales se unieron a las existentes en la fase precomercial, dando paso a la configuración inicial de la fase comercial.

A lo largo de 1991 se amplió la cobertura de la red con la instalación de nuevas centrales RDSI en Zaragoza y Málaga y a finales del mismo se alcanzó la cobertura completa prevista en la fase comercial RDSI mediante la instalación de otras centrales RDSI en Alicante, Valladolid, La Coruña, Oviedo, Vigo y Palma de Mallorca. La figura 18 muestra la estructura de la RDSI comercial española.

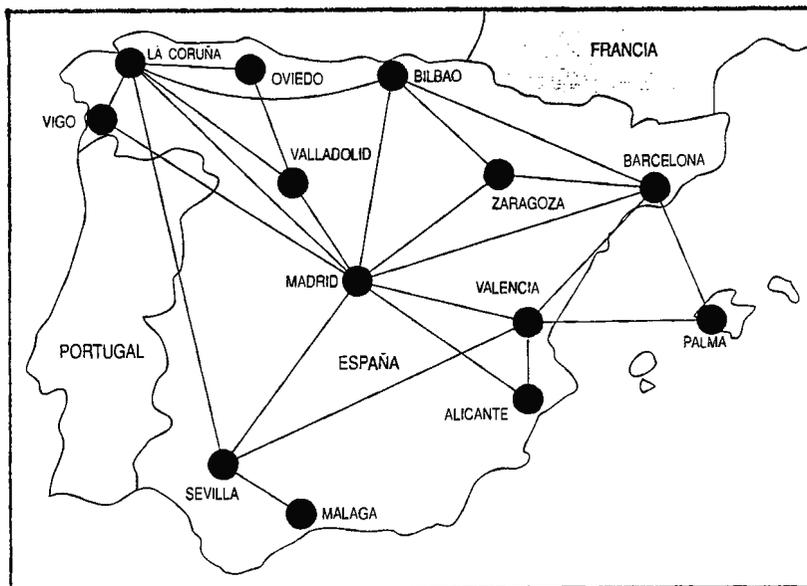


Figura 18.

La RDSI se configura de tal manera que proporciona conectividad digital extremo a extremo, a través de la PUSI, entre dos abonados cualesquiera con independencia de su localización geográfica.

La red continuó ampliándose con la introducción de nuevas centrales RDSI en las principales ciudades españolas a partir de 1992 a medida que aumentó la demanda, hasta que lograr establecer una red RDSI paneuropea operativa.

#### 4.3.3. RDSI PANEUROPEA.

Dentro de los servicios que va a proporcionar la RDSI paneuropea se encuentran los siguientes:

- **Servicios Portadores:** modo circuito de conversación, modo circuito no restringido a 64 Kbit/s, modo circuito de audio a 3.1 Khz, modo paquete X.31 caso A (canal B) y caso B (canal B y D).
  
- **Teleservicios:** Telefonía (ancho de banda 3.1 KHz), Teletex, Facsímil (grupo 4), Telefonía (ancho de banda 7 KHz), Teleconferencia audiográfica, Videotex, Teleacción, Videotelefonía, Servicio de comunicación informatizado.

- **Servicios Suplementarios:** de información de tarificación, de identificación de números, de conferencia, de desviación de llamadas.
  
- **Grupo Cerrado de Usuarios:** llamada en espera, cobro revertido automático, identificación de llamada maliciosa, número múltiple de abonado, servicio tripartito, señalización de usuario a usuario.

Además de estos servicios suplementarios normalizados, la RDSI ofrecerá otras facilidades tales como marcación abreviada y línea directa, cumpliendo los requisitos de las Administraciones de telecomunicación de cada país.

#### 4.3.4. LA RDSI EN EL SISTEMA 12.

En España, Telefónica comenzó a realizar pruebas de campo para la RDSI en 1985. En ese año, Alcatel Standard Eléctrica equipó un prototipo para efectuar pruebas conjuntas con Telefónica (basándose en los estudios que ambas compañías venían realizando desde 1983), con el propósito de desarrollar unas especificaciones válidas para el futuro producto comercial RDSI.

Gracias a la estructura modular y arquitectura de control distribuido Sistema 12, es muy fácil incorporar en sus centrales la funcionalidad necesaria para el tratamiento de abonados RDSI,

sin afectar a los servicios existentes y sin disminuir la capacidad de tráfico de la central en el resto de sus funciones.

Esta funcionalidad RDSI se materializa en las centrales Sistema 12 sin más que añadir módulos especializados en el tratamiento de líneas digitales y de señalizaciones, tanto de abonado como de red. Por consiguiente, no es necesario construir centrales especiales RDSI, sino que las centrales normales Sistema 12 pueden equiparse con los módulos necesarios para proporcionar las facilidades RDSI, que son similares a los demás módulos constitutivos de las centrales Sistema 12. Dado el número actual -superior a los dos millones- de líneas equivalentes de Sistema 12 instaladas e introducidas en la red pública española a través de 1000 instalaciones, puede afirmarse que esta ventajosa característica permitirá atender satisfactoriamente la demanda de servicios RDSI en España.

En resumen, la modularidad del sistema 12 hace posible equipar centrales existentes no-RDSI con módulos especializados en el tratamiento de abonados digitales, de manera que puedan irse integrando centrales de la red telefónica convencional en la RDSI, hasta la completa integración de todas las centrales Sistema 12 existentes en una auténtica Red Digital de Servicios Integrados.

En la figura 19 se muestra de forma gráfica la estructura modular de las centrales Sistema 12 utilizadas en España para constituir la red RDSI.

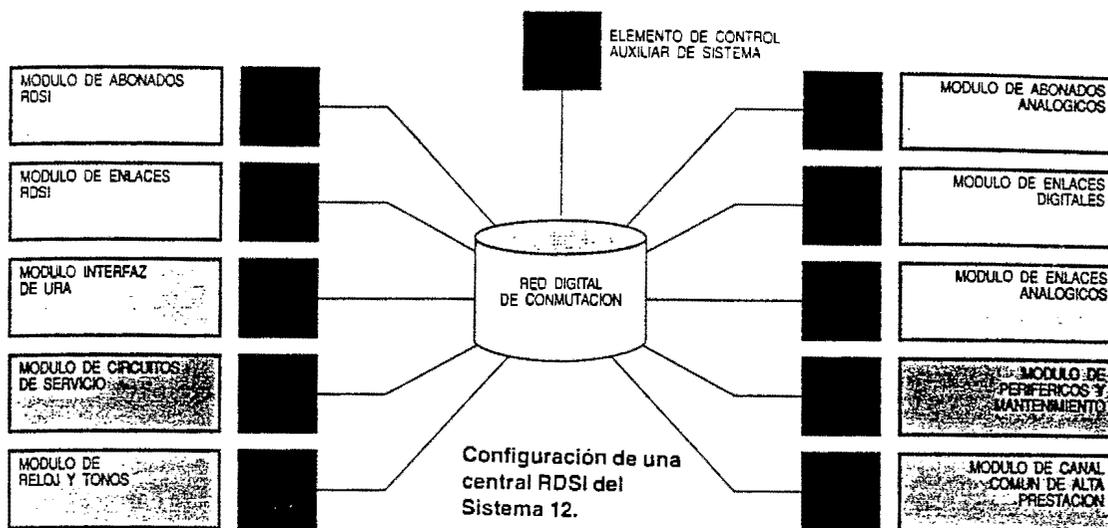


Figura 19.

Volviendo al contexto nacional, actualmente se trabaja en la fundamentación de la infraestructura que sostendrá la futura red RDSI del país enfocándose hacia la total digitalización de la red sin decuidar las otras condiciones que se enunciaron en el Capítulo IV, y que son:

- a) Conmutación y Transmisión digitales.
- b) Sistema de Señalización No. 7.
- c) Sincronización de la Red.

d) Planta externa en buen estado.

Teniendo en cuenta que sólo la integración de estos elementos permitirán que la futura red sea técnicamente factible y lo suficientemente flexible para adaptarse a los futuros medios de comunicación que aparezcan en el mercado y a las demandas particulares del país.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El quehacer de la humanidad podría considerarse como la sucesión de ideas y experiencias cuyo fin último es lograr el perfeccionamiento de sí misma. Esta transición constante genera necesidades dentro del siempre "insatisfecho hombre" de Maslov. Pero esta transición ocurre tan rápido que solo unos cuantos visionarios las perciben y aplican a sus necesidades, de ahí se puede comprender porqué el uso de los modernos sistemas de comunicación se comporta como ondas en el agua, aplicándolos primero en situaciones específicas para intervenir al final en todas las actividades que al hombre conciernen.
  
- A partir de los últimos años la economía del país se ha recuperado de la profunda recesión que causó la guerra, tomando como base las cifras macroeconómicas que proporciona el Banco Central de Reserva (BCR) al recordar que existe una marcada interdependencia entre los servicios de telecomunicación y el desarrollo económico, de forma que es necesario alcanzar un cierto nivel económico para que se presente una demanda de servicios, así la aplicación de la informática y el estrecho contacto con modismos de los países desarrollados motivan en el país el nacimiento de empresas que sirven facilidades consideradas como "elitistas" pero que

aspiran con el tiempo a convertirse en herramientas normales del salvadoreño.

- Privatización es uno de los términos más temidos en América Latina, como el caso de PEMEX en la vecina nación de México. Esto se debe a que la palabra evoca automáticamente el fantasma del desempleo en cualquier trabajador, pero con ignorarla no se consigue nada porque sus mayores impulsores no están dentro de los países sino dentro de las instituciones financieras internacionales que sin mucha diplomacia presionan por un Estado reducido y eficiente.

La mejor opción está en comprender que la privatización posee más facetas que el simple traspaso de bienes y servicios del Estado a manos privadas, el cual puede ser un enfoque flexible y variado, adaptable según sea a lo que se aplique y al sentir de la nación.

Tampoco hay que olvidar que el hecho de ceder la función productora del Estado no lo libera de su obligación de velar por el bienestar de los ciudadanos. Por esto será necesaria la promoción de legislaturas claras y actualizadas que proporcionen un marco de referencia adecuado para lograr beneficios con la privatización, de lo contrario lo único que ocurriría será el paso de un monopolio estatal a otro privado.

- Actualmente El Salvador se encuentra realizando pasos de modernización tecnológica, en su mayoría no sustentados bajo un plan estratégico de desarrollo.
  
- Los cambios en el entorno social, político, y económico (nacional, regional y mundial) están obligando a que todos los países se adapten a las nuevas corrientes globales (privatización, bloques económicos, establecimiento de estándares, etc).
  
- La Administración Nacional de Telecomunicaciones (ANTEL) no se encuentra preparada para poder absorber en tan corto plazo éstas corrientes. Por lo anterior, puede ser sujeta a errores en su transición tecnológica, ya que no ha definido prioridades.
  
- Es necesario que las universidades y entidades dedicadas a los servicios de telecomunicación propicien más su enseñanza para que pueda haber una mejor asimilación y provecho de éstas nuevas tecnologías.
  
- Todo plan que se genere debe ser flexible, dinámico y adaptativo a las necesidades y circunstancias que se vivan en el momento de su aplicación.

- Durante el desarrollo de el presente Trabajo de Graduación se han planteado temas que pueden ser objeto de estudio para futuras Tesis, como por ejemplo: Transmisión de Datos, Sistemas de Señalización, Interfases, etc. Se sugiere tomarlos en cuenta para futuros graduandos.

## GLOSARIO

### ACIMUT:

Arco que mide la distancia entre un astro y el meridiano del observador; medio por el cual se fija la posición del mismo astro en la esfera celeste. Igual resultado se obtiene midiendo el arco entre el meridiano y la proyección del astro en el horizonte racional.

### BALANZA DE PAGOS:

Se define como el registro sistemático de todas las transacciones económicas que ocurren durante determinado periodo de tiempo entre los residentes de determinado país -personas jurídicas, instituciones con o sin fines de lucro y entidades gubernamentales- y los residentes en otros países.

### DEFICIT:

Un exceso del pasivo sobre el activo o cuando una corriente de gastos u obligaciones es superior a la corriente de ingresos o de recursos de un fondo.

**INGRESO PER-CAPITA:**

Es el ingreso de un país entre el número de sus habitantes. Es usado para comparar niveles de vida entre economías.

**INVERSION EXTRANJERA DIRECTA (IED):**

Forma de adquisición de activos de un país por parte de gobiernos o compañías extranjeras a través de depósitos bancarios, acciones, títulos, etc.

**MACROECONOMIA:**

Se encarga del estudio conjunto de la actividad económica y se ocupa de magnitudes globales con el propósito de determinar las condiciones generales de crecimiento y de equilibrio de la economía como un todo.

**MICROECONOMIA:**

Se ocupa individualmente del comportamiento de consumidores y productores con el objeto de comprender el funcionamiento general del sistema económico.

**MODEM:**

Contracción de los términos Modulador-Demodulador y con el cual se conoce al equipo que realiza estas tareas con el fin de transformar una señal de naturaleza analógica a otra de tipo digital y viceversa para poder comunicar dos equipos digitales utilizando como enlace un medio analógico (por ej. la línea telefónica).

**PRODUCTO INTERNO BRUTO (PIB):**

Una medida del flujo total de bienes y servicios producidos por la economía de un país, durante determinados periodos, generalmente un año.

**PRODUCTO NACIONAL BRUTO (PNB):**

Es el PIB más los ingresos acumulados a residentes en el país y que proceden de inversiones en el extranjero, menos las cantidades ganadas en el mercado interno imputadas a extranjeros.

**QAM:**

Siglas usadas para referir a la Modulación de Amplitud Cuadrática (Quadrature Amplitude Modulation).

**TELEMETRIA:**

Arte de medir distancias entre objetos lejanos.

**VALOR AGREGADO:**

Es la diferencia entre el ingreso total de una empresa y el costo de adquisición de materias primas, servicios y componentes.

## BIBLIOGRAFIA

1. Bodenheimer, Susanne. "El Mercomún y la ayuda Norteamericana."
2. Rosenthal, G. "Algunos apuntes sobre el grado de participación de la Inversión Extranjera Directa en el proceso de Integración Económica Centroamericana".
3. "Evolución de la Economía en 1993 y Perspectivas para 1994", "Unidad Empresarial", Noviembre-Diciembre 1993. (Asociación Nacional de la Empresa Privada ANEP).
4. "Innovación Industrial", N° 4, Año 4 (Asociación Salvadoreña de Industriales ASI).
5. Dizard, Wilson P. "La Era de la Información".
6. Savas, A. S. "La Privatización, clave para un mejor Gobierno".
7. Pooler, Robert W. "Privatización: Mejores servicios con menores impuestos", "Unidad Empresarial", Enero-Febrero 1994. (Asociación Nacional de la Empresa Privada ANEP).

8. Adams, Peter S. "La Privatización en la Industria de las Telecomunicaciones", "Unidad Empresarial", Noviembre-Diciembre 1993. (Asociación Nacional de la Empresa Privada ANEP).
9. Gonzalez Sainz, Néstor. "Comunicaciones y Redes de Procesamiento de Datos", Mc Graw-Hill.
10. Grauer, Robert T./ Sugrue, Paul K. "Microcomputer Applications", Mc Graw Hill.
11. Dvorak, John C./ Anis, Nick. "Dvorak's Guide to Desktop Telecommunications", Mc Graw Hill.
12. Madron, Thomas W. "Redes de Area Local", Grupo Noriega Editores.
13. "Manual B del GAS 9", "Caso Práctico: Aspectos económicos y técnicos de la transición de una Red Nacional Mixta (analógico-digital) a una Red Nacional Digital", Unión Internacional de las Telecomunicaciones (UIT).
14. Carballes, J. C. "Comunicaciones Eléctricas", "El Impacto de las Comunicaciones Opticas", ALCATEL, 4° Trimestre 1992.

15. Liebscher, R. "Comunicaciones Eléctricas", "Estrategias para una Introducción Acertada de la RDSI", ALCATEL, Vol. 64, N° 1, 1990.
16. "Telecomunicación Digital: Información Básica", Siemens Aktiengesellschaft, Berlin y MÜNich, Libro 3, Marcombo S. A.
17. Wyatt, Allen L. "Computer Professional's Dictionary", Osborne Mc Graw-Hill.
18. Brand, Salvador Osvaldo. "Diccionario de las Ciencias Económicas y Administrativas".

**CAPACIDAD ACTUAL DE LAS CENTRALES TELEFONICAS EN EL SALVADOR  
(JUNIO 1993).**

FUENTE: DEPARTAMENTO CONMUTACION INGENIERIA DE ANTEL.

**CENTRAL            TIPO            CAPAC.    CAPAC.    CAPAC.    PROY.    DEMANDA 1992**  
**CENTRAL    ACT.    FINAL    AMPLI.**

**ZONA METROPOLITANA**

CENTRO I	AXE-10	10240	30000	12592		7000
CENTRO II	ARF-102	10000	10000			10000
CENTRO III	AXE-10	6144	10000	12592		16000
ROMA I	ARF-102	10000	10000			10000
ROMA II	ARF-102	7000	7000			9000
ROMA III	AXE-URA	6144	7000			
SAN MIG. I	ARF-102	10000	10000			10000
SAN MIG. II	ARF-102	10000	10000			10000
SOYAPANGO I	ARF-102	5000	10000			3000
SOYAPANGO II	AXE-10	9216	30000	20784		10000
STA. TECLA I	ARF-102	5000	6000	1000	1000	5000
STA. TECLA II	EWSD	15000	30000	15000		15000
ALTAMIRA	AXE-10	8704	30000	21296		10000
MONTEBELLO	AXE-10	10240	30000	19760		15000
ATLACATL	AXE-10	10240	30000	19760		15000
MERLIOT	AXE-10	12928	30000	17072		10000
AMERICA	EWSD	15000	30000	15000		15000
LOURDES	DMS FG.	2500	10240	7740	2500	2500
CAMPESTRE	DMS FG.	5000	10240	5240		5000
ZACAMIL	DMS FG.	5000	10240	5240		5000
SAN BARTOLO	DMS FG.	5000	10240	5240		5000

**TOTALES            178356    360960    178316            3500            187500**







**PROYECTO TELECOMUNICACIONES RURALES  
SAN SALVADOR-ZACATECOLUCA (ANTEL Kfw).**

El objetivo de este proyecto es la integración de la zona rural del país, comprendida entre la ciudad de San Salvador y Zacatecoluca, integrando a las personas que viven en estos lugares a la Red Nacional de Telecomunicaciones.

La poblaciones que fueron beneficiadas con el Proyecto que se finalizó en 1992 son las siguientes:

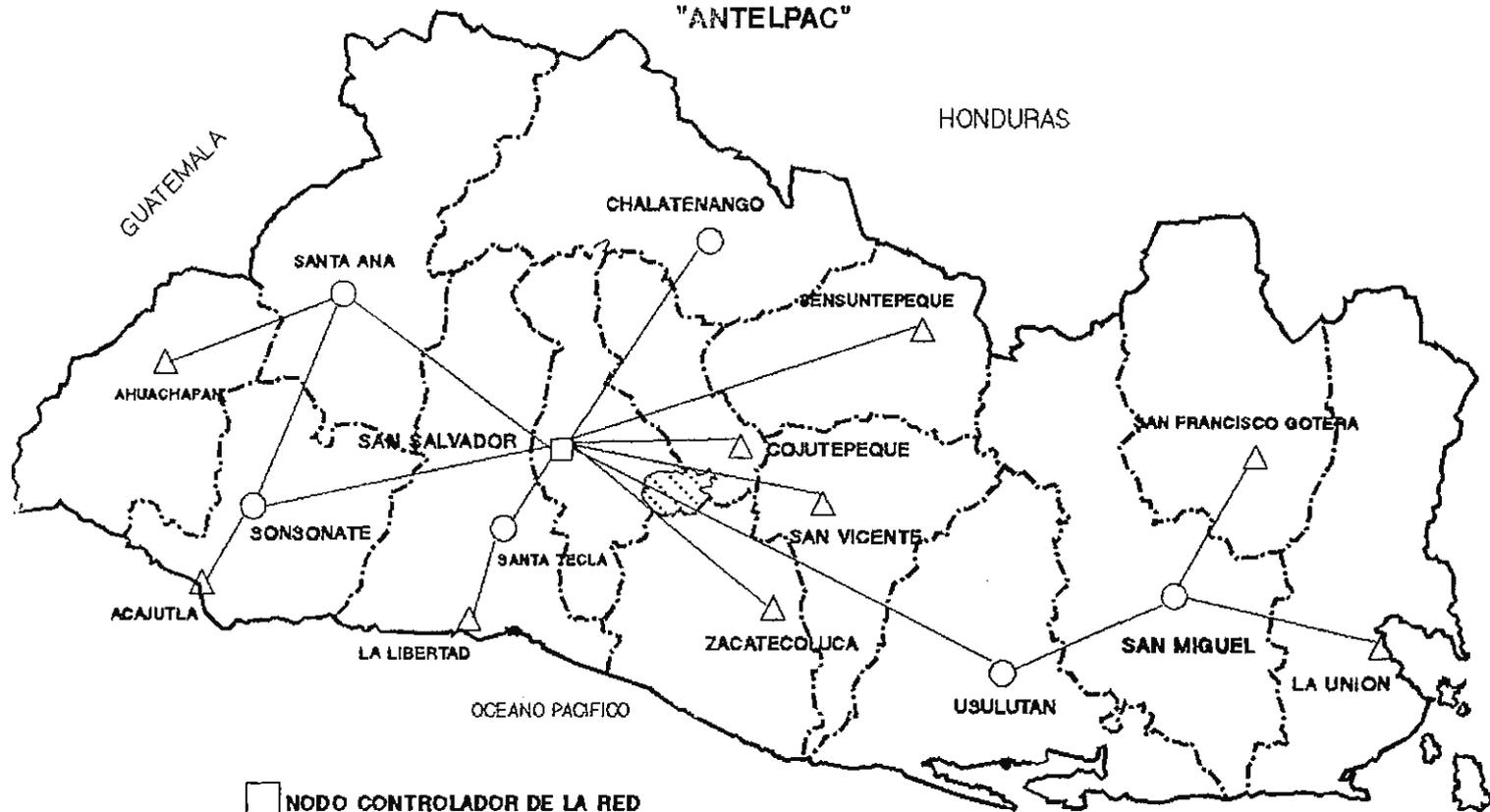
POBLACION	N° DE LINEAS
-SAN MARCOS	4724
-SANTO TOMAS	644
-SANTIAGO TEXACUANGOS	80
-OLOCUILTA	342
-CUYULTITAN	300
-SAN LUIS TALPA	154
-EL ROSARIO	326
-SANTIAGO NONUALCO	288
-SAN RAFAEL OBRAJUELO	388
-SAN PEDRO MASAHUAT	288
-SAN JUAN NONUALCO	286
-SAN JUAN TALPA	402
<b>TOTAL DE LINEAS</b>	<b>8222</b>

En cada población se instalaron unidades remotas digitales con una capacidad suficiente para cubrir la demanda actual y futura, siendo instalada la Central Matriz en la ciudad de San Marcos.

El proyecto utilizó equipo múltiplex de las jerarquías de 2, 8, 34 y 140 Mb/s, el medio de transmisión fue cable de fibras ópticas del tipo monomodo, siendo sus enlaces principales: Central Centro - San Marcos. Su instalación fue hecha en ductos de concreto, y la instalación desde San Marcos a Zacatecoluca a través de las 11 poblaciones mencionadas a través de ductos de PVC. La longitud del cable es de aproximadamente 90 Km.

FUTURA TOPOLOGIA  
DE LA RED DE TRANSMISION  
DE DATOS DE EL SALVADOR

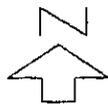
"ANTELPAC"



□ NODO CONTROLADOR DE LA RED

○ NODOS SECUNDARIOS

△ CONCENTRADORES DE TRAFICO



## MODEMS

Los siguientes datos se incluyen para poder tener un poco más de información en cuanto a Modems se refiere.

La velocidad utilizada comúnmente en Modems para transmisión de bajo volumen de información en forma ocasional, es de 1200 Bps y debido a una diferencia muy pequeña en su costo, se prefiere utilizar un Modem de 2400 Bps.

Para transferencia frecuente de grandes volúmenes de información, la mejor opción es usar un Modem de 2400 Bps. Además si la información es transmitida a través de líneas de larga distancia, este Modem rápidamente se paga por sí solo al obtenerse una facturación telefónica menor.

Para comunicaciones de una cantidad mucho mayor de datos, en los cuales el tiempo es muy importante en las líneas de larga distancia utilizadas, se puede hacer uso de un Modem de 9600 Bps.

Actualmente los Modems de 2400 y 9600 Bps usan métodos de filtrado muy avanzados, ecualizaciones de la línea y técnicas de modulación para poder trabajar con cualquier línea telefónica común, por lo que no se necesitan líneas especiales para su transmisión.

La mayoría de Modems de 9600 Bps poseen un sistema el cual al detectar excesivos errores en la transmisión, baja su velocidad de transmisión en ese momento.

Para lograr la interconexión entre el Modem y el equipo terminal de datos (DTE) fue necesario establecer un conector estándar. Este es conocido como RS-232C.

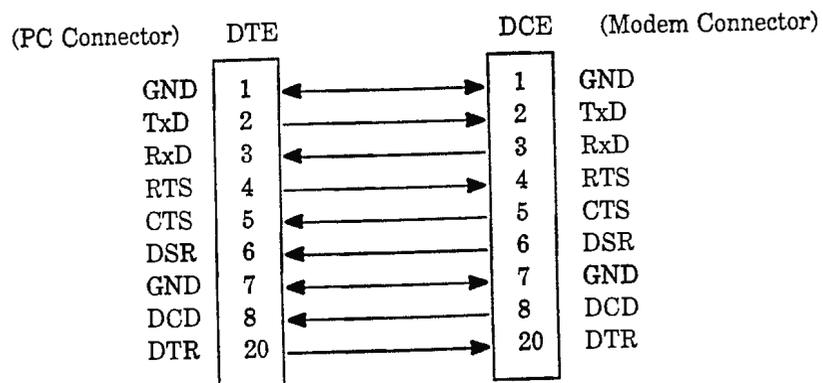
Una interfase serie RS-232C usa un conector DB25 y es el más comúnmente usado con PC's y Modems.

La distribución de los pines del RS-232C es la siguiente:

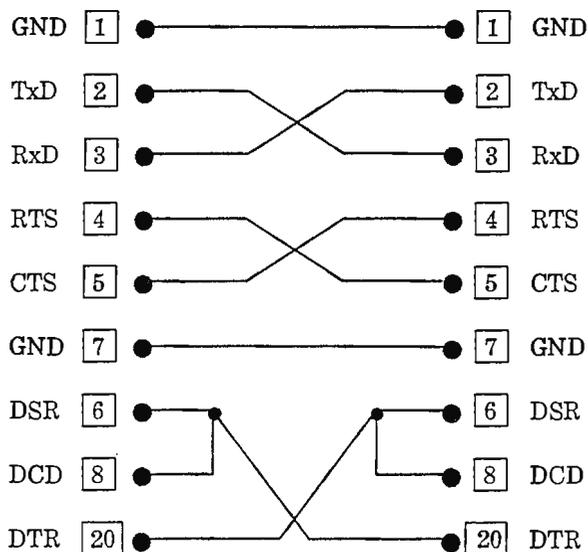
1. PG (Protective Ground)
2. TD (Transmitted Data)
4. RTS (Request to Send)
5. CTS (Clear to Send)
6. DSR (Data Set Ready)
7. SG (Signal Ground)
8. CD (Received Line Signal Detect)
9. (Reserved Data Set Test)
10. (Reserved Data Set Test)
11. Unassigned
12. SCD (Secondary CD)
13. SCS (Secondary CTS)

14. STD (Secondary TD)
15. TC (DCE Source Transmit Timing)
16. SRD (Secondary Received Data)
17. RC (DCE Source Receiver Timing)
18. Unassigned
19. SRS (Secondary Request to Send)
20. DTR (Data Terminal Ready)
21. SQD (Signal Quality Detector)
22. RI (Ring Indicator)
23. DRS (DTE/DCE Source DSRate Sel)
24. XTC (DTE Source Transmit Timing)
25. Unassigned

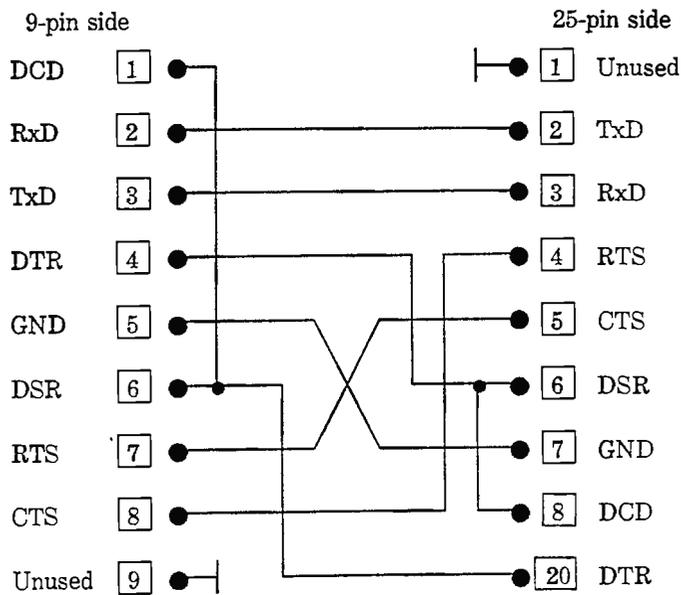
Como ejemplo de conexión de una PC (DTE) con un Modem (DCE) se muestra la siguiente figura:



Además para interconectar dos computadoras que se encuentran a una distancia menor a los 15 metros, es factible hacerlo sin utilizar la línea telefónica para ello, y por lo tanto sin requerir un Modem, y conectar directamente la una con la otra mediante la correcta disposición y enrutamiento de los pines de la interfase RS-232C, como lo muestra la figura:



Muchas veces el conector de 25 pines de la interfase RS-232C es reducido o simplificado a un conector de 9 pines el cual posee las líneas básicas y esenciales para establecer una comunicación. Para lograr la conexión de el caso anterior de las computadoras que se encuentran a una distancia menor de los 15 metros, utilizando en una de ellas un conector de 9 pines y en la otra el de la RS-232C de 25 pines, se deben realizar las siguientes conexiones:



Estándares interestratos del modelo OSI

<u>Estrato</u>	<u>Nombre del Estándar</u>	<u>Número</u>
Aplicación	Arquitectura de documentos de oficina.....	ISO8613
	Transferencia, acceso y manejo de archivos..	ISO8571
	Terminal virtual.....	ISO9040
	Manejo de la red.....	ISO9595/96
	Especificación del mensaje de manufactura...	ISO9506
	Procesamiento distribuido de transacciones.	ISO10026
	Archivo y recuperación de documentos..	SC 18N 1264/5
	Protocolo acceso a bases de datos distantes.	ISO9576
	Transferencia y manipulación de trabajos.	ISO8832/33
	Protocolo de transferencia, acceso y manipulación de documentos.....	CCITT T.431/433
	El directorio.....	CCITT X.500, ISO9594
	Servicio manejo de mensajes.	CCITT X.400 ISO10020/21
	Elementos de servicio comunes:	
	Elementos de servicio de control de asociaciones (ACSE).....	ISO8649/50
	Elementos de servicio de transferencia confiable (RTSE).....	ISO9066
Elementos de servicio de operaciones distantes (ROSE).....	ISO9072	
Presentación	Protocolo de presentación orientado a conexiones.....	ISO8823
	Protocolo sin conexiones.....	ISO9576
Sesión	Protocolo de sesión orientado a conexiones..	ISO8237
	Protocolo sin conexiones.....	ISO9548
Transporte	Protocolo de transporte orientado a conexiones.....	ISO8073
	Protocolo sin conexiones.....	ISO8602
Red	Protocolo sin conexiones.....	ISO8473
	X.25.....	ISO8208
	Protocolo de intercambio de sistema final a sistema intermedio.....	ISO9542
	Propuesta de cómo utilizar RDSI en OSI y OSI en RDSI.....	ISO9574
Enlace de datos	Control de enlace lógico.....	IEEE 802.2 ISO8802/2
	Control de acceso a los medios:	
	CSMA/CD.....	IEEE 802.3 ISO8802/3
	Token Bus.....	IEEE 802.4 ISO8802/4
	Token Ring.....	IEEE 802.5 ISO8802/5
	Interfase de datos distribuidos por fibras..	ISO9314

continuación...

<u>Estrato</u>	<u>Nombre del Estándar</u>	<u>Número</u>
Físico	CSMA/CD.....	IEEE 802.3 ISO8802/3
	Token Bus.....	IEEE 802.4 ISO8802/4
	Token Ring.....	IEEE 802.5 ISO8802/5
	Interfase de datos distribuidos por fibras.....	ISO9314
	Anillo ranurado.....	ISO8802/7
	Relacionados con el Modelo OSI:	
	Estructura de estratos de aplicación.....	ISO9545
	Procedimientos para autoridades de registro de OSI.....	ISO9834
	Arquitectura de seguridad.....	ISO7498-2
	Asignación de nombres y direccionamiento..	ISO7498-3
	Marco de manejo.....	ISO7498-4