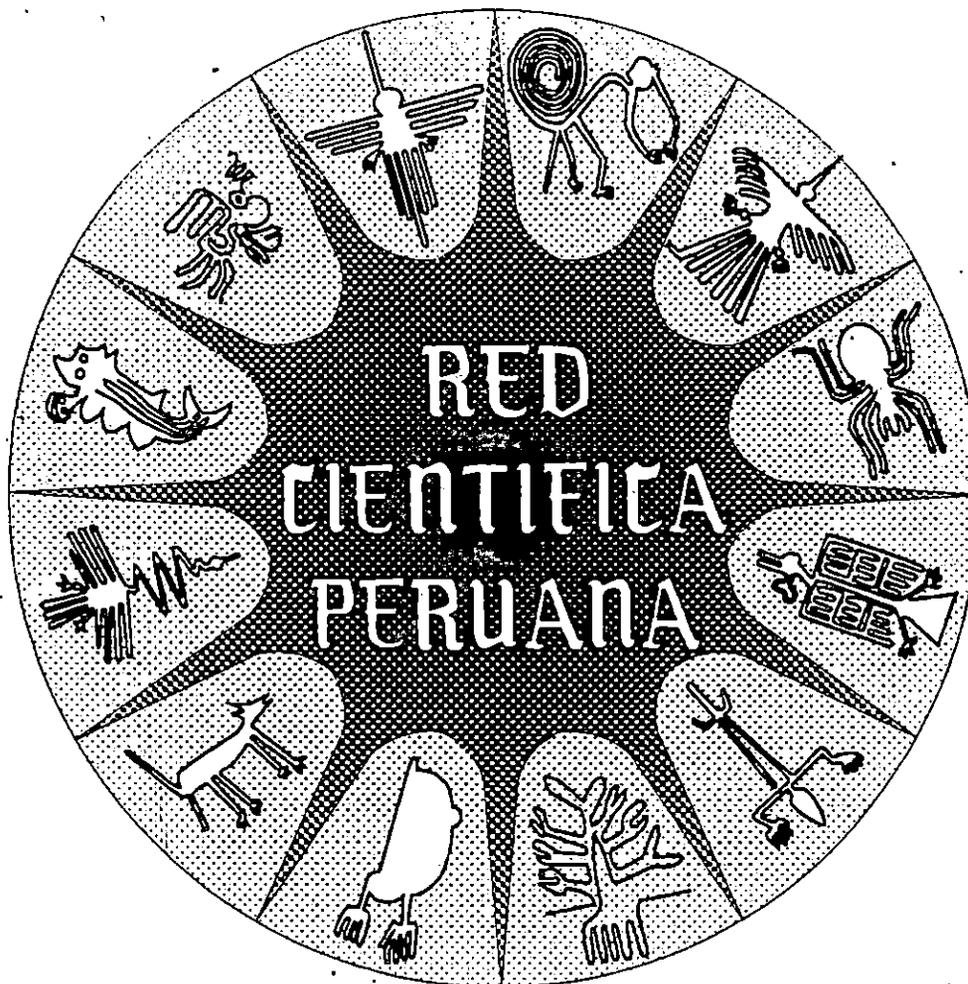


# PROYECTO RED NACIONAL DE CIENCIA, EDUCACION Y TECNOLOGIA

HERRAMIENTA DE DESARROLLO



ESCUELA LATINOAMERICANA DE REDES  
LIMA-PERU  
( 15 de Febrero al 05 de Marzo de 1993 )

## MEDIOS DE TRANSMISION

ERNANDO PIETROSEMOLI  
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
MERIDA - VENEZUELA

**INFORMES:**

Av. del Ejército 1870 San Isidro - Tlf.: 405901 / 405902 / 461695 - Fax.: 420513  
Alonso de Molina 1698 Monterrico - Tlf.: 351760 / 368989 anx. 527 / 528 - Fax.: 364067  
LIMA - PERU

Escuela Latinoamericana de Redes 1992  
Medios de Transmisión

Prof. Ermanno Pietrosemoli  
Facultad de Ingeniería  
ULA  
Mérida

## 1. LA CAPA FISICA

El nivel más bajo del modelo de referencia OSI (Open System Interconnection) de la ISO (International Standards Organization Fig. 1), es la capa física la cual define las características de los sistemas eléctricos, ópticos y mecánicos encargados de transportar los bits de información entre el transmisor y el receptor. Esta capa le proporciona servicios a la capa superior (capa de enlace), que garantizan la transmisión transparente del mensaje constituido por un flujo indiferenciado de bits.

El canal físico entre dos equipos procesadores de datos (DTE o Data Transmission Equipment), lo representamos esquemáticamente en la Fig.2.

El circuito de transmisión digital está constituido por un medio de transmisión y dos equipos de circuito de datos (DCE o Data Circuit Equipment), cuyo papel es establecer la comunicación, asegurarse que los datos tengan el formato adecuado para la transmisión en función del medio utilizado y deshacer la conexión cuando la transmisión haya concluido. Si la conexión utiliza una línea telefónica de larga distancia, los DCE están constituidos por **MODEMS** que ejecutan las funciones de Modulación, Demodulación y filtrado a fin de adaptar la señal a las características del canal telefónico. Los DCE conectan dos o más DTE los cuales pueden ser desde simples terminales no inteligentes hasta computadores de altas prestaciones (Mainframes).

### 1.1 Funciones Básicas

Los circuitos de datos pueden ser **simplex**, **half-duplex** o **full duplex** (unilaterales, bilaterales o bilaterales simultáneos), dependiendo de si operan en una sola dirección, en dos direcciones alternativamente o en dos direcciones simultáneamente. Generalmente los equipos procesadores de datos manejan la información en grupos de bits llamados palabras, que pueden ser de 8, 16, 32 etc., los bits de una palabra se manipulan en conjunto, bien sea secuencialmente palabra por palabra o en paralelo en cada bit de la palabra. En cambio la transmisión a distancia suele ser serial, es decir secuencial, a fin de minimizar los costos del cable. El receptor por lo tanto recibe bloques de bits separados por espacios en los que el canal está desocupado. A fin de decodificar la información, el receptor debe disponer de una señal de reloj o de sincronismo para determinar los instantes en los que debe muestrear el canal, así como el principio y el final de un bloque de transmisión o trama. Los relojes de trama y de bit del

receptor deben estar en sincronismo con los correspondientes del transmisor; esto implica que los DCE deben intercambiar señales que les permitan mantener el sincronismo. Esto se puede lograr mediante dos técnicas: **transmisión asincrónica** y **transmisión sincrónica**.

En la transmisión asincrónica o "**start-stop**" (arranque-parada) los datos se transmiten en bloques de varios bits encabezados por un bit de arranque que es siempre un cero y seguidos por uno, dos o a veces 1.5 bits de parada que son siempre un uno.

El lapso entre los bloques es arbitrario y cuando no se envía información el canal se mantiene a un voltaje correspondiente a un uno lógico. El inicio de un bloque de transmisión es indicado por la transición de uno a cero que corresponde a la llegada del bit de arranque. Como el número de bits en un bloque es constante y el espaciado entre bits es fijo, los instantes de muestreo se determinan a partir del bit de arranque. En la práctica, debido al inevitable corrimiento entre las frecuencias del reloj de transmisión y el de recepción, los bits más alejados del bit de arranque tendrán más probabilidad de ser muestreados incorrectamente. Por esta razón el tamaño de los bloques usados en transmisión asincrónica generalmente se limita a un máximo de 10 bits, que normalmente corresponde a un carácter. Esta técnica de transmisión no es muy eficiente, puesto que cada grupo de bits (de 5 a 8) que forman un carácter de texto debe ser "encapsulado" entre un bit de arranque y uno o dos de parada. Además la identificación del bit de arranque está sujeta a errores en presencia de ruido que inhiben la identificación del carácter recibido. Por este motivo la transmisión sincrónica hoy en día se utiliza solamente en telegrafía y para transmisión de datos a baja velocidad, siendo reemplazada por la transmisión sincrónica.

En la transmisión sincrónica se transmite en paralelo con los datos una señal de reloj (sincronismo) que permite enganchar el reloj del receptor con el del transmisor. Esta señal de reloj se puede transmitir mediante un circuito independiente, técnica favorecida cuando las distancias son cortas, o se se la puede derivar a partir de la propia señal de información mediante manipulaciones más o menos complejas. En estas condiciones el receptor siempre dispone de una señal de reloj que le permite efectuar un muestreo preciso de la señal recibida, con lo que los bloques de transmisión pueden ahora ser de cualquier longitud, permitiendo aumentar la eficiencia de transmisión. Véase la Fig.3.

En transmisión sincrónica los delimitadores de bloque o trama ya no cumplen ninguna función en relación a la sincronización de los bits. Según el modelo OSI la sincronización de los bits es realizada en la capa física mientras que la sincronización de trama se efectúa en la capa de enlace de datos mediante técnicas que se verán posteriormente.

## **2. MEDIOS DE TRANSMISION**

Las limitaciones introducidas por el canal entre el transmisor y el receptor se pueden categorizar en **atenuación** y **distorsión**.

La atenuación es el cociente entre la potencia emitida por el

transmisor y la potencia recibida por el receptor. Debido a que este parámetro tiene un gran rango de variación, es práctica común expresarlo logarítmicamente y la unidad correspondiente es el dB. La atenuación en dB es entonces diez veces el logaritmo decimal del cociente entre la potencia transmitida y la recibida.

Un canal ideal entrega al receptor una réplica atenuada y retardada de la señal transmitida. Siempre que la atenuación y el retardo sean constantes para todas las frecuencias que componen la señal, la información contenida en ésta podrá ser recuperada íntegramente. Cualquier cambio en la forma de onda recibida será distorsión, bien sea debida a limitaciones propias de las características de propagación del canal o al ruido presente en él (Fig. 4).

El efecto de la distorsión es más o menos grave dependiendo de la forma en que se haya codificado la información en la señal transmitida, y se habla de distorsión de amplitud cuando la respuesta del canal no es uniforme a todas las frecuencias de interés, distorsión de retardo o de fase, cuando el retardo no es constante y distorsión no lineal cuando el canal genera frecuencias que no estaban presentes en la entrada. La gama de frecuencias que el canal transmite aceptablemente se denomina ancho de banda y es una medida del número máximo de bit/s que se pueden transmitir.

Los medios de transmisión se pueden clasificar en dos grandes categorías: los medios guiados y los no guiados.

En los medios guiados se utiliza un cable como soporte físico de la señal a transmitir y los más comunes son las líneas bifilares, el par trenzado, la cinta y el cable multipar, el cable coaxial y la fibra óptica. El producto ancho de banda-distancia máxima de transmisión se suele utilizar para caracterizar a los cables y el par trenzado puede alcanzar hasta 10 MHz.km, el cable coaxial unos cientos de MHz.km y la fibra óptica cientos de GHz.km.

## 2.1 Línea Bifilar

Un par de hilos de cobre recubiertos de material aislante son el medio de transmisión más simple y es adecuado para distancias de hasta 50 m y velocidades de transmisión de hasta 20 kb/s. La señal es una corriente o un voltaje aplicado a uno de los hilos mientras que el otro se conecta a la tierra de referencia o masa. Frecuentemente se agrupan varios hilos para formar un cable de cinta.

La aplicación más común de este tipo de línea es para conectar el DCE al DTE. Usualmente se utiliza un cable de cinta, con varios hilos para las señales y una tierra común. Este tipo de cable está sujeto a la diafonía o interferencia entre hilos adyacentes debido al acoplamiento capacitivo entre éstos.

La estructura abierta de este tipo de líneas las hace también muy susceptibles a la interferencia electromagnética producida por otras fuentes, así como a la posibilidad de irradiación con el consiguiente efecto perjudicial en otros sistemas. Estos son los factores que limitan la velocidad de transmisión y la distancia máxima a las que se puede utilizar este tipo de líneas.

## 2.2 Par Trenzado

Si se trenzan o entorchan un par de hilos de cobre se puede obtener mayor inmunidad al ruido, ya que la proximidad del hilo de señal y el de tierra significa que cualquier señal interferente afectará por igual a ambos conductores y por ende su efecto en la diferencia de corrientes o voltajes en el receptor se minimiza. Además, si se trenzan varios pares en el mismo cable se reducen los efectos capacitivos que inducen la diafonía. Este cable es llamado en inglés UTP (Unshielded Twisted Pair) y con transmisores y receptores adecuados se utiliza para distancias de hasta un centenar de m con velocidades de hasta 1 Mb/s. Si se le coloca adicionalmente una cubierta conductora que envuelve al conjunto de hilos se obtiene un cable apantallado o STP (Shielded Twisted Pair) que es más inmune a las interferencias y por lo tanto tiene mejores prestaciones. En la actualidad hay varias empresas que están ofreciendo enlaces digitales utilizando par trenzado tanto apantallado como no apantallado con velocidades de transmisión de 100 Mb/s a distancias de hasta 100 m. El IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) está en el proceso de aprobación de un estándar con estas características.

### 2.3 Cable Coaxial

El principal factor limitante en el par trenzado es un fenómeno conocido como efecto pelicular (Skin Effect); a medida que crece la frecuencia utilizada la corriente eléctrica tiende a fluir solamente por la superficie exterior del conductor con lo que el interior de éste no contribuye a la conducción, incrementándose así la resistencia efectiva del cable. Por otra parte al aumentar la frecuencia aumentan también las pérdidas por irradiación. Ambos efectos se pueden obviar utilizando el cable coaxial, que está constituido por un conductor central al que se le aplica la señal, envuelto por otro conductor tubular flexible que constituye la tierra, con un dieléctrico que los separa. Gracias a esta geometría, el conductor central está apantallado de las interferencias por el tubo y al mismo tiempo las pérdidas de radiación se minimizan, con lo que se pueden alcanzar cientos de MHz a centenares de metros.

### 2.4 La Fibra Optica

Las fibras ópticas en apenas dos décadas han revolucionado las comunicaciones por sus características de baja atenuación, gran ancho de banda y total inmunidad a la interferencia, gracias al empleo de luz en lugar de electrones y a la utilización de cables eléctricamente no conductores. Su reducido tamaño y peso en relación a los cables de cobre también las favorecen, siendo la inercia tecnológica y un ligero aumento en la complejidad de los empalmes los únicos obstáculos que han impedido una mayor difusión. Las fibras ópticas están constituidas por un fino hilo de sílice de gran pureza recubierto por un revestimiento también de sílice pero con un índice de refracción ligeramente menor de tal modo que los rayos luminosos son guiados por un efecto reflexivo en la interfaz entre el núcleo y el revestimiento. Las fibras multimodo transmiten gran cantidad de rayos o modos de propagación y tienen núcleos de

50 o más  $\mu\text{m}$  de espesor. Si se reduce el espesor del núcleo a valores mucho menores, tendremos una fibra monomodo que tiene un ancho de banda mucho mayor, a costa de una menor capacidad de captura de la luz emitida por la fuente. La fuente puede ser un diodo emisor de luz (LED, Light Emitting Diode), que generalmente se opera en el infrarrojo cercano, o un láser, más poderoso pero más costoso y complejo, y que permite un mayor alcance y mayor ancho de banda.

Los sistemas basados en fibras ópticas dominan por completo el mercado de las comunicaciones a gran distancia y a gran ancho de banda. Para redes de área local son utilizados principalmente cuando se requiere de gran ancho de banda, por cuanto el costo por ahora es mayor que las alternativas basadas en par trenzado, aunque esta situación es muy fluida.

### 3 Medios No Guiados

Si la frecuencia es suficientemente elevada, las ondas electromagnéticas se pueden transmitir directamente en el espacio libre (o en la atmósfera) por medio de antenas. Para que las antenas sean eficientes, sus dimensiones físicas deben ser al menos del mismo orden de magnitud que la longitud de onda de la señal que se quiere transmitir. Por este motivo es fácil construir antenas de alta ganancia a frecuencias de microondas, pero a frecuencias inferiores a 10 MHz las antenas deben medir cientos de  $\text{m}$  para que sean eficaces.

En el caso ideal de una fuente o antena isotrópica, la señal se irradia en todas direcciones con igual intensidad, por lo que una antena situada a una distancia  $d$  de la fuente y con área  $A_r$  interceptará una fracción de la potencia transmitida proporcional al cociente entre  $A_r$  y la superficie de una esfera de radio  $d$ . Esto significa que la atenuación introducida por el espacio libre es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre las antenas.

Si la antena no es isotrópica, sino directiva, enviará (o capurará si se trata de una antena receptora) más potencia en la dirección favorecida, a expensas de la potencia irradiada en otras direcciones. Este efecto se denomina ganancia de la antena y se suele expresar en dB con respecto a la isotrópica.

Por otra parte, las características de propagación son también muy dependientes de la frecuencia, lo que hace que las diferentes bandas tengan aplicaciones muy distintas.

Finalmente, mientras mayor sea la frecuencia de operación, mayor será el ancho de banda disponible, pues el ancho de banda es siempre una fracción de la frecuencia de la portadora.

Así las bandas más utilizadas en transmisión de datos son las siguientes:

#### 3.1 HF (High Frequency)

Las frecuencias altas se extienden desde 3 MHz hasta 30 MHz. La característica fundamental de esta banda es que estas frecuencias son reflejadas en la ionosfera, con lo que pueden alcanzar puntos

en la superficie del globo más allá del horizonte, pudiéndose inclusive alcanzar las antípodas con varios saltos. Sin embargo, la composición y altura de las capas ionosféricas fluctúa constantemente en función de la actividad solar, por lo que la frecuencia adecuada para alcanzar cierta distancia varía constantemente. Esta banda está también muy sujeta al ruido por lo que su uso en transmisión de datos se limita en la práctica a los radioaficionados y a los militares, que pueden ensayar un gran número de frecuencias portadoras, y los anchos de banda están en el orden de los 300 b/s, alcanzándose con gran esfuerzo 1200 b/s.

### 3.2 VHF (Very High Frequency)

Las frecuencias muy altas, entre 30 y 300 MHz, ya no son reflejadas por la ionosfera por lo que su alcance está limitado al horizonte, a menos que se reflejen en alguna estructura física como una montaña o un satélite. Se transmiten datos rutinariamente a velocidades de hasta 9600 b/s con condiciones de propagación bastante estables, utilizando antenas direccionales que tienen ganancias de varios dB. Los transceptores son muy económicos también y se pueden utilizar repetidores para aumentar el alcance.

### 3.3 UHF (Ultra High Frequency)

Las frecuencias entre 300 MHz y 3 GHz se denominan frecuencias Ultra elevadas, y en la parte superior de esta banda se les llama también microondas. La propagación es estrictamente por línea visual, aunque también es posible aprovechar las reflexiones tanto en obstáculos naturales como artificiales. Son utilizadas extensamente tanto para transmisión telefónica como para transmisión de datos, a velocidades desde 19200 b/s en la parte inferior de la banda, hasta velocidades de cientos de Mb/s en la parte superior, donde se usan las características antenas parabólicas.

### 3.4 SHF (Super High Frequency)

Esta banda se extiende desde 3 GHz hasta 30 GHz, y son todas frecuencias de microondas. Es ampliamente utilizada en las transmisiones de satélite, en particular para televisión, aunque también para voz y datos. Las antenas tienen mucha ganancia en dimensiones reducidas, pero la lluvia introduce una atenuación apreciable en la parte superior de la banda, lo que la hace sensible a las variaciones climáticas. Las velocidades de transmisión pueden ser muy elevadas.

## 4 Infrarrojo

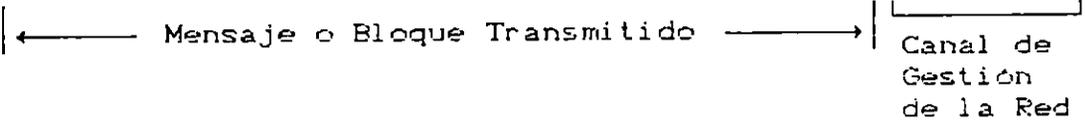
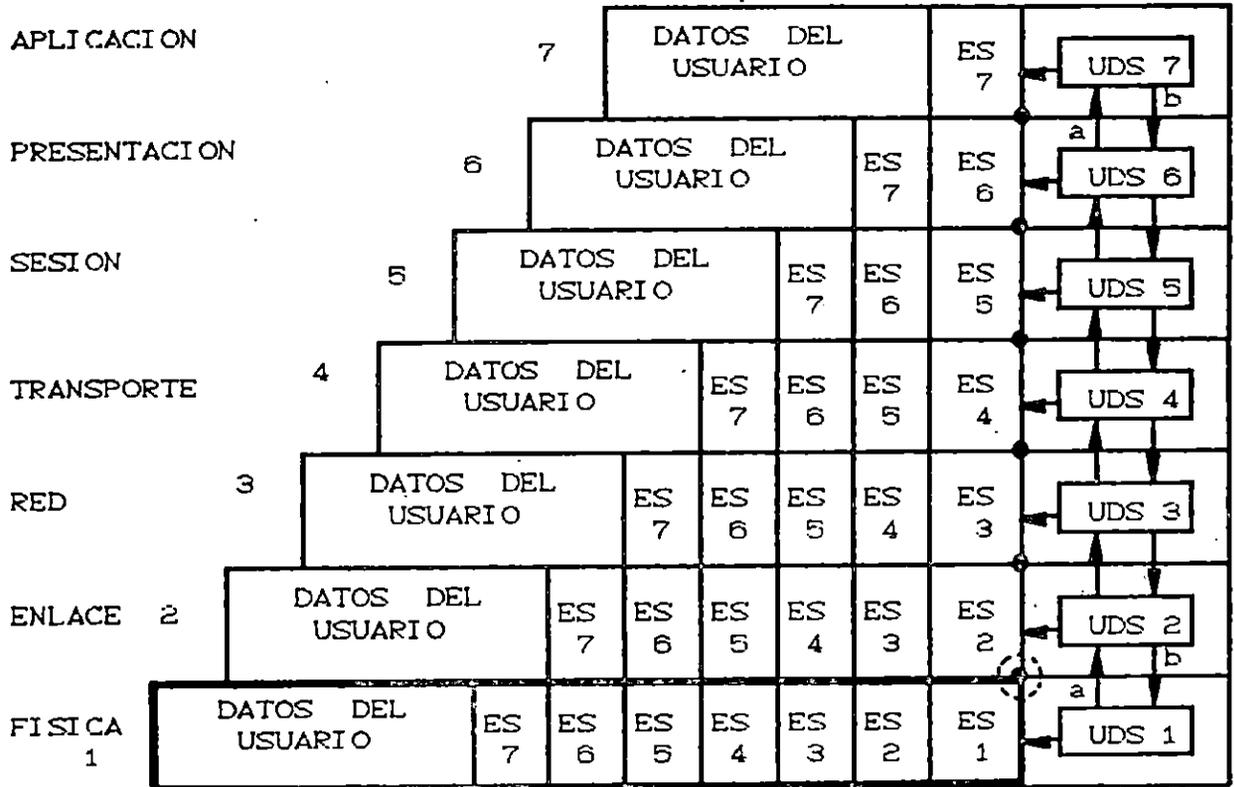
Si la frecuencia supera a los THz, empezamos a hablar de luz, aunque no sean radiaciones visibles, puesto que las técnicas empleadas son las ópticas, en las que las antenas son reemplazadas por lentes. La transmisión es estrictamente por línea visual, y a distancias inferiores a los 3 km, ya que la lluvia atenúa muy fuertemente estas señales. Los anchos de banda pueden ser muy elevados y la ventaja principal de esta banda es que gracias a la

gran directividad y alcance reducido el riesgo de interferencia es mínimo por lo que no es necesario obtener un permiso de los entes que rigen el uso del espectro electromagnético, a diferencia de todas las otras bandas.

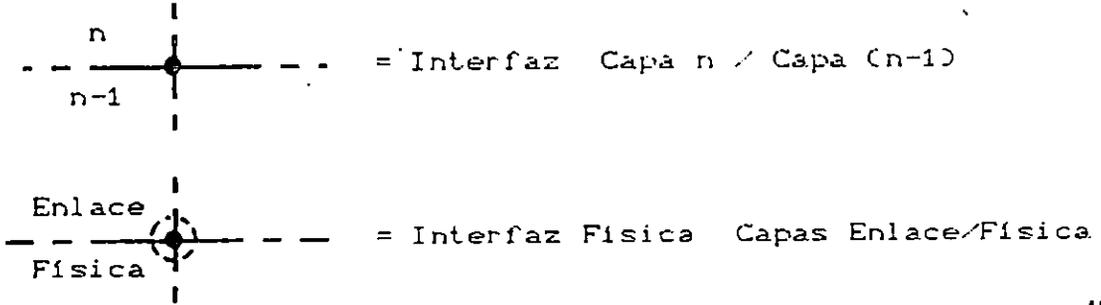
# MODELO DE REFERENCIA ISO/OSI

## CAPAS

## PROCESOS DEL USUARIO



ES = Elementos de Servicio  
 UDS = Unidad de Servicios  
 a = Información relativa a los servicios de la Capa (n - 1)  
 b = Información de Control de la Capa n



## TIPOS DE SERVICIOS

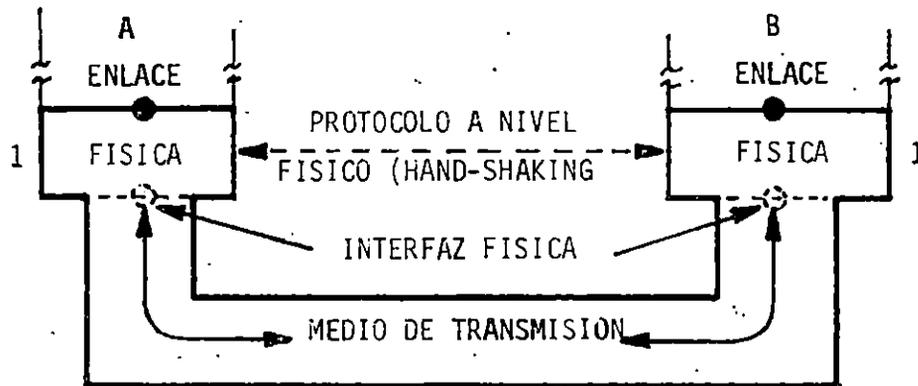
	SERVICIO	EJEMPLO
ORIENTADOS A CONEXION	Flujo de Mensajes Confiables	Secuencia de Páginas
	Flujo de Caracteres Confiable	Acceso Remoto (Remote Login)
	Conexion no confiable	Ver Digitalizada
SIN CONEXION	Datagrama no confiable	Correo Electrónico de publicidad (Junkmail)
	Datagrama con Recibo (ACKNOWLEDGE)	Correo Certificado
	Solicitud de Respuesta	Consulta de Base de Datos (Database Query)

Un "Servicio" es un conjunto de "primitivas" (operaciones elementales) que una capa ejecuta para otra capa superior a ella. La capa superior es la "usuario" del servicio y la inferior es la "proveedora".

Un "Protocolo" es un conjunto de reglas que definen el formato y significado de las tramas, paquetes o mensajes intercambiados por entidades pares (de igual nivel). Las entidades tienen la libertad de cambiar los protocolos que usan siempre que no cambien los servicios que proveen al usuario. El protocolo es invisible para el usuario.

## CAPA FISICA ISO/OSI

### Concepto



### Definición

La Capa Física o Nivel 1 proporciona los medios mecánicos, eléctricos, funcionales y de procedimiento para activar, mantener y desactivar conexiones físicas en la transmisión de información entre entidades de la Capa Enlace de Datos.

### Funciones

- Activación y Desactivación de las conexiones físicas
- Transmisión de las Unidades de Datos de Servicio (DSU)
- Administración, Supervisión y Control de los servicios y funciones de la Capa.

### Servicios

- Proporciona las conexiones físicas y las unidades de datos correspondientes.
- Enlaza físicamente los puntos terminales.
- Reconoce los niveles de conexión
- Proporciona los medios para la notificación de errores y el control de secuencias.
- Controla la calidad de los parámetros de servicio.

## ESTRUCTURAS BASICAS EN MODULACION BINARIA

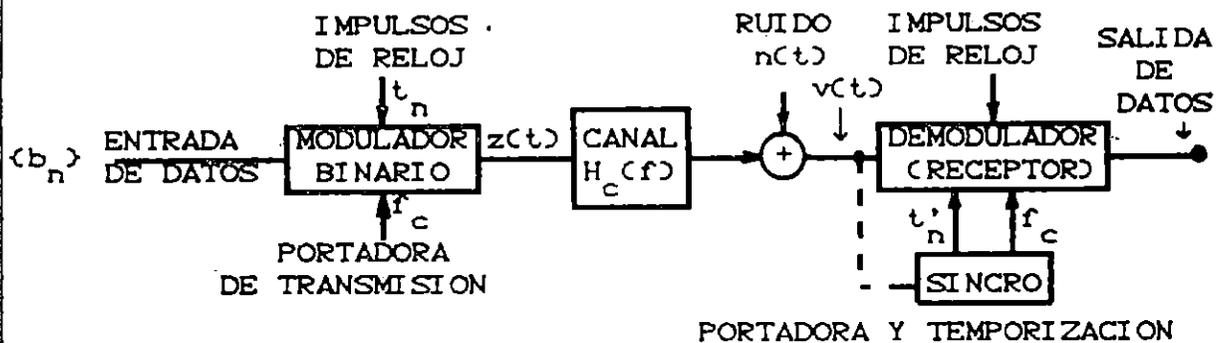


DIAGRAMA DE BLOQUES BASICO

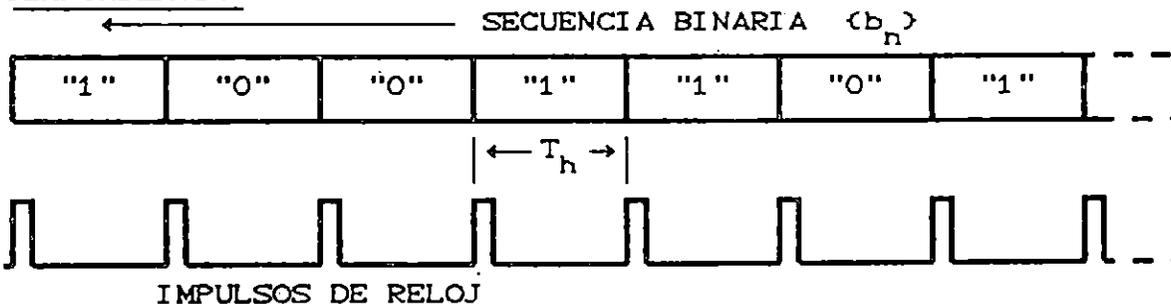
Señal Modulada Transmitida

$$z(t) = \begin{cases} s_1 \left[ t - \left( n - \frac{1}{2} \right) T_h \right] & \text{si } b_n = "0" \\ s_2 \left[ t - \left( n - \frac{1}{2} \right) T_h \right] & \text{si } b_n = "1" \end{cases}$$

para  $(n-1)T_h \leq t \leq nT_h$ . Las señales  $s_1(t)$  y  $s_2(t)$  tienen una duración  $T_h$  y son señales de energía, esto es:

$$E_1 = \int_0^{T_h} s_1^2(t) dt < \infty ; \quad E_2 = \int_0^{T_h} s_2^2(t) dt < \infty$$

### TEMPORIZACION



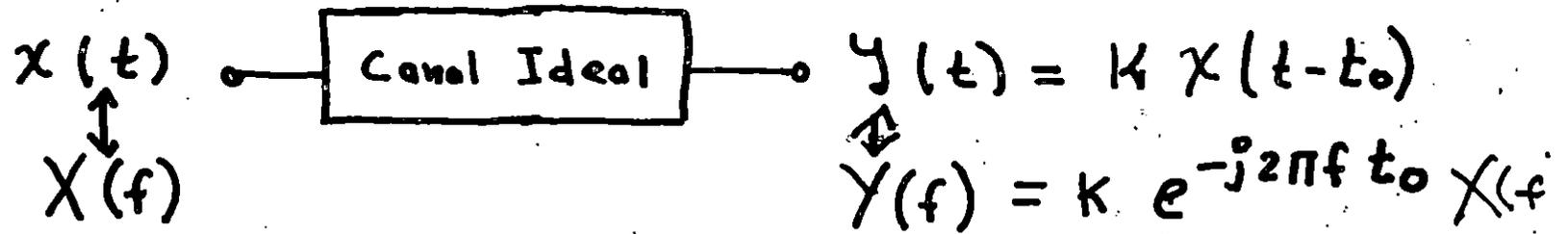
$$V_b = \frac{1}{T_h} \text{ Baudios} \Rightarrow \text{Velocidad de Modulaci3n}$$

$$f_h = \frac{1}{T_h} \text{ Hz} \Rightarrow \text{Frecuencia de Se~alizacion}$$

$V_i$  bps (bits por segundo)  $\Rightarrow$  Velocidad de Informaci3n.

En Binario  $V_i$  y  $V_b$  son iguales num3ricamente.

# CANAL IDEAL



$K =$  Atenuación

$t_0 =$  Retardo

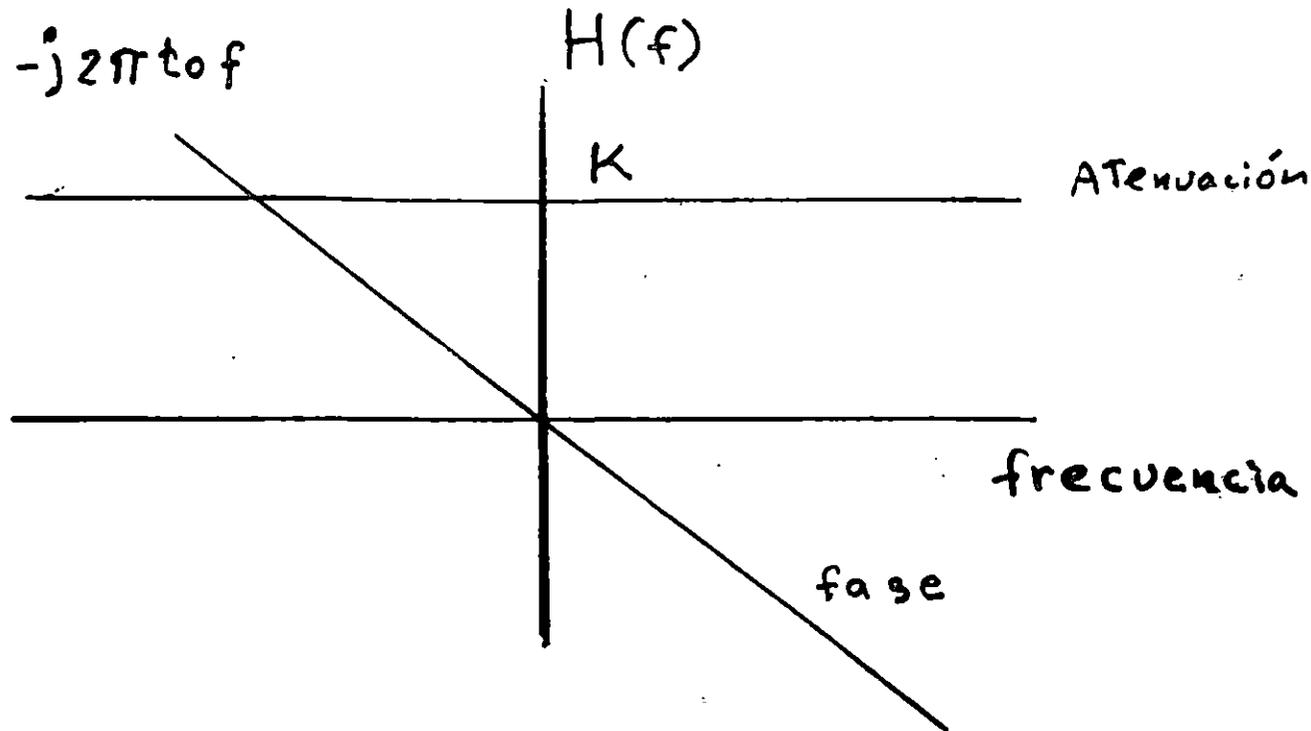
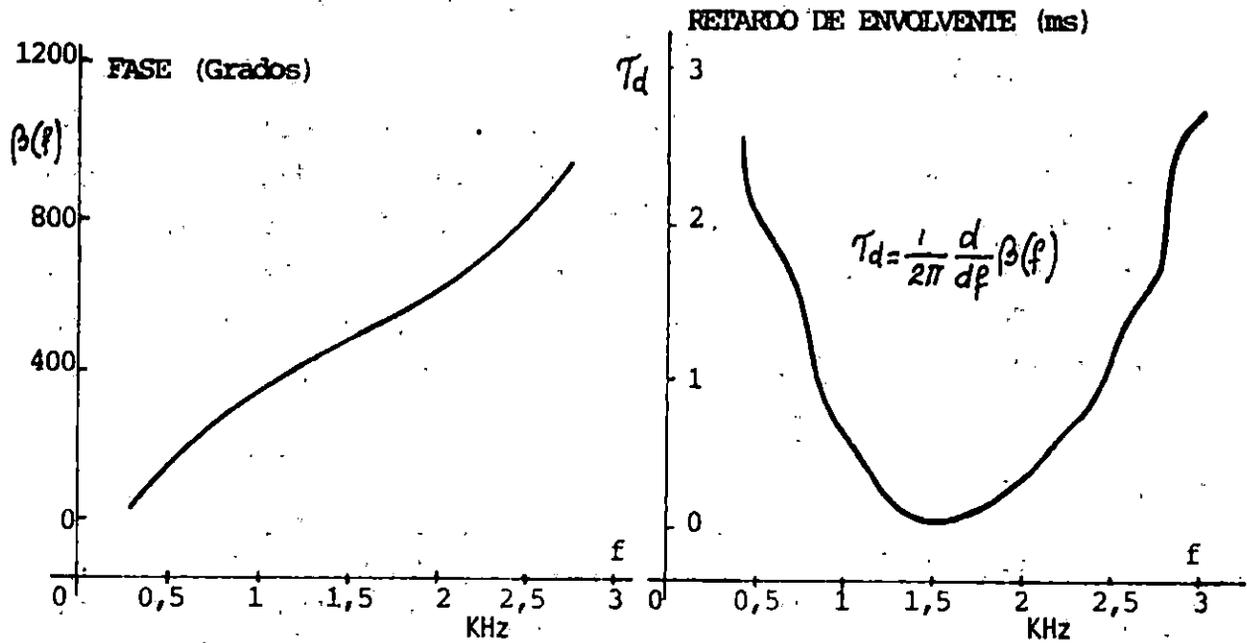


Fig. 4 Canal Ideal

## DISTORSION DE FASE O DE RETARDO



La Recomendación CCITT M.1020 es equivalente a la especificación C2 americana, y en particular la Recomendación CCITT H.12 establece los valores tolerables de la distorsión de retardo de grupo.

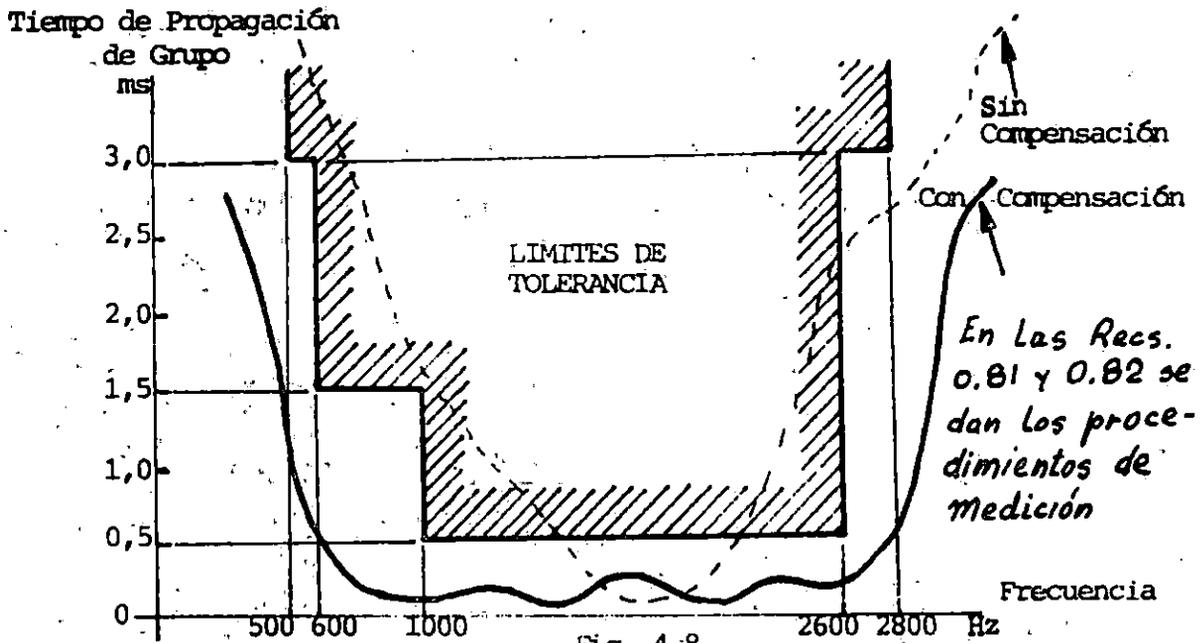


Fig. 4.8.

En la Rec. M.1025, los límites de tolerancia son menos estrictos y con un acondicionamiento básico se puede alcanzar una velocidad de 2400 bps. En líneas sin acondicionamiento, cuyos límites de tolerancia se dan en la Rec. M.1040, se puede alcanzar 1200 bps.

## DISTORSION DE AMPLITUD O ATENUACION

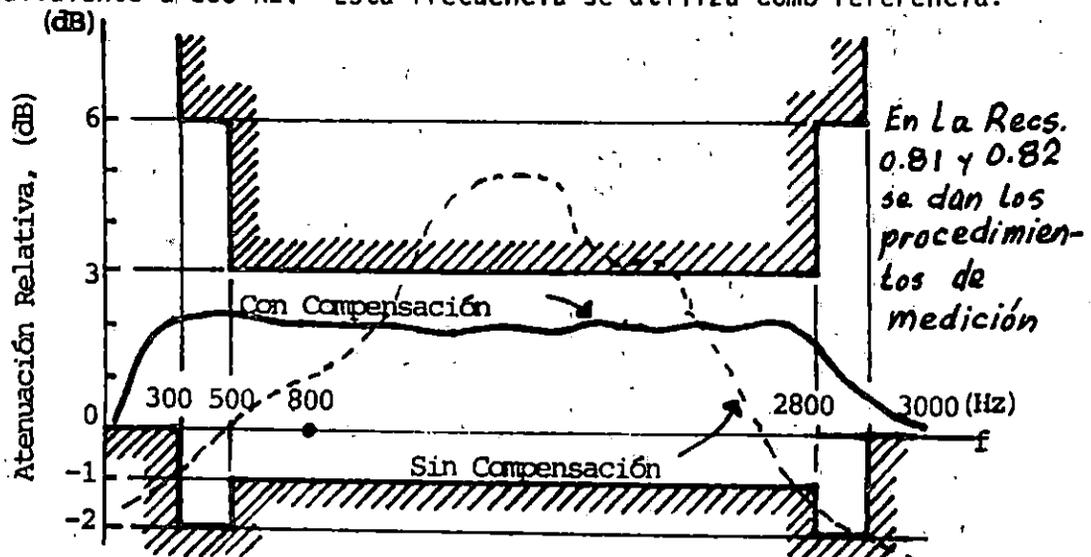
### Recomendaciones del CCITT

En la Rec. M.1020 se establecen los límites de atenuación en circuitos acondicionados de calidad especial capaces de satisfacer las exigencias de transmisión hasta 9600 bps. Con un acondicionamiento menos estricto, cuyos límites están especificados en la Rec. M.1025, se puede alcanzar 2400 bps. En los circuitos ordinarios, la Rec. M.1040 especifica los límites de tolerancia para transmisión hasta 1200 bps.

Los límites máximos de la distorsión de atenuación establecidos en la Rec. M.1020 se dan en la Tabla y Figura siguientes:

RANGO DE FRECUENCIA EN Hz	ATENUACION RELATIVA EN dB
Menor de 300	No especificada
300 a 500	+6 a - 2
500 a 2800	+3 a - 1
2800 a 3000	+6 a - 2
Mayor de 3000	No especificada

En la Fig. 4.9 se muestran los límites del equivalente con relación al equivalente a 800 Hz. Esta frecuencia se utiliza como referencia.



# MEDIOS GUIADOS

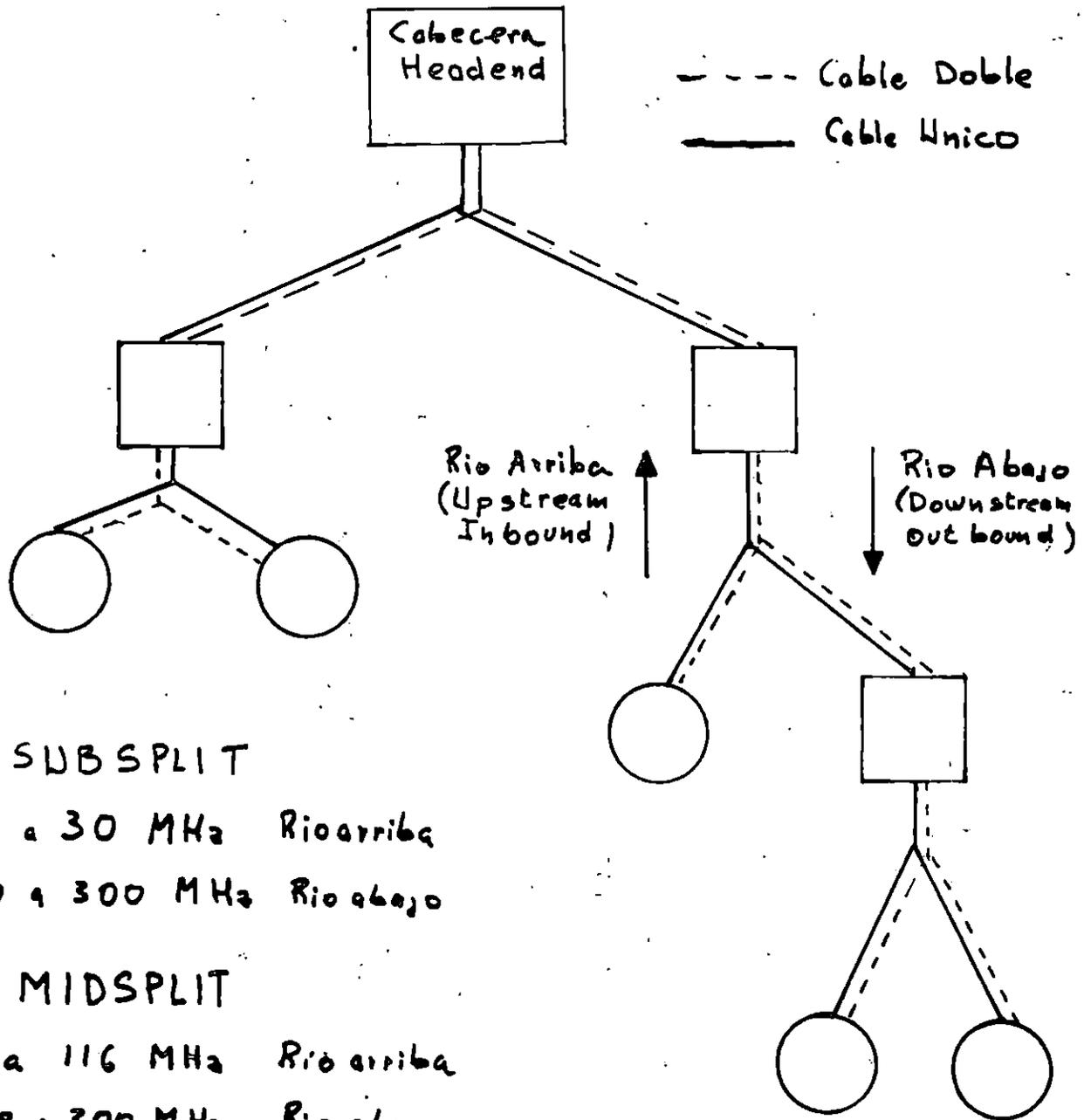
Par trenzado

Cable Coaxial { Banda base  
Radio frecuencia

Gua erda

Fibra Optica { Multimodo  
Monomodo

# RED DE BANDA ANCHA (BROADBAND)



## SUBSPLIT

5 a 30 MHz Rioarriba  
 40 a 300 MHz Rio abajo

## MIDSPLIT

5 a 116 MHz Rio arriba  
 168 a 300 MHz Rio abajo

Se Requiere personal bien entrenado para  
 instalar y mantener el equipo de RF.

Una falla en la cabecera es catastrófica

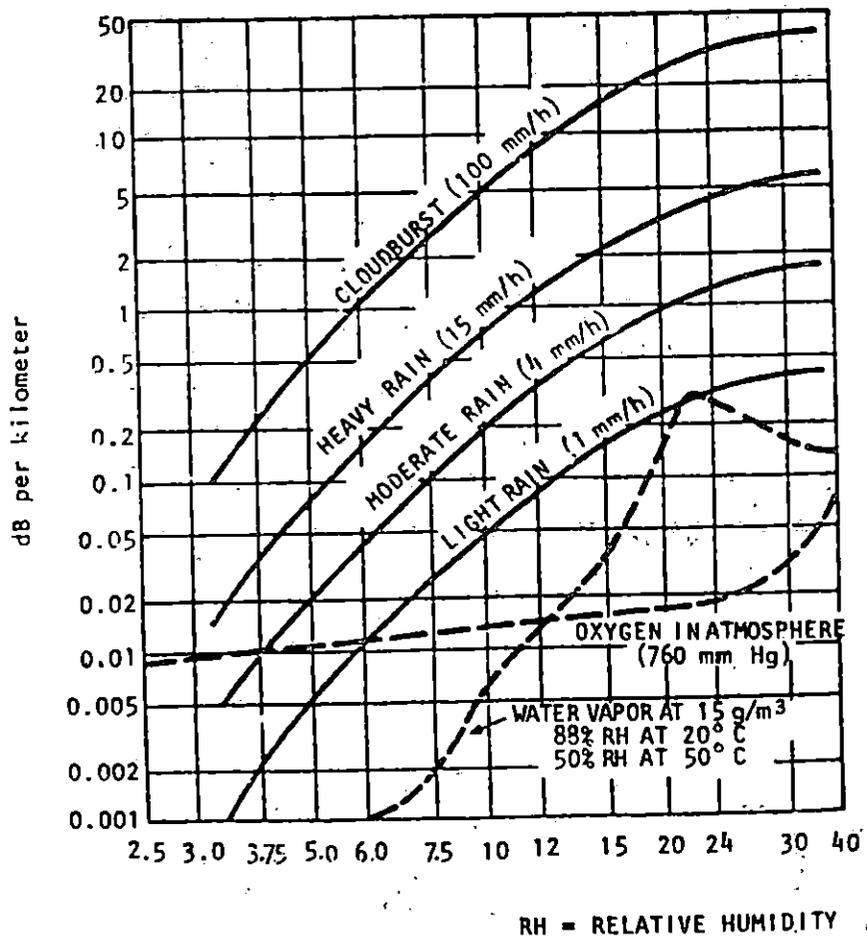
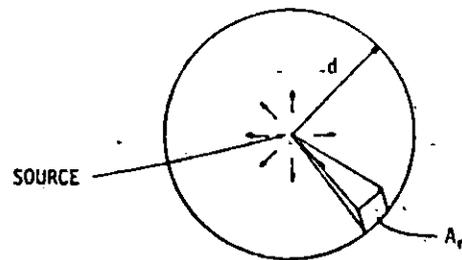
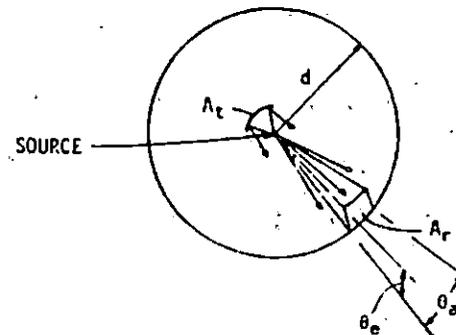


Fig. 7-2. Absorption in the atmosphere. (Copyright 1982, Bell Telephone Laboratories. Reprinted by permission.)



(a) ISOTROPIC SOURCE



(b) DIRECTIONAL SOURCE

Fig. 7-1. Geometrical relationships resulting in free space path loss.

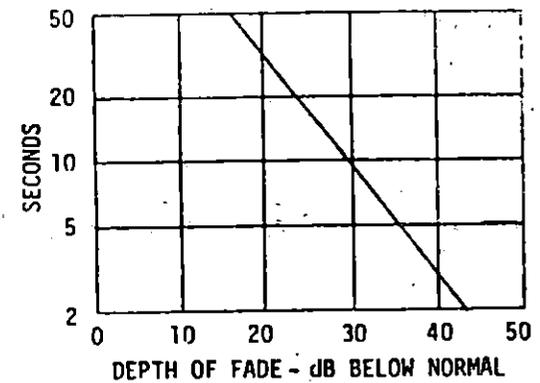
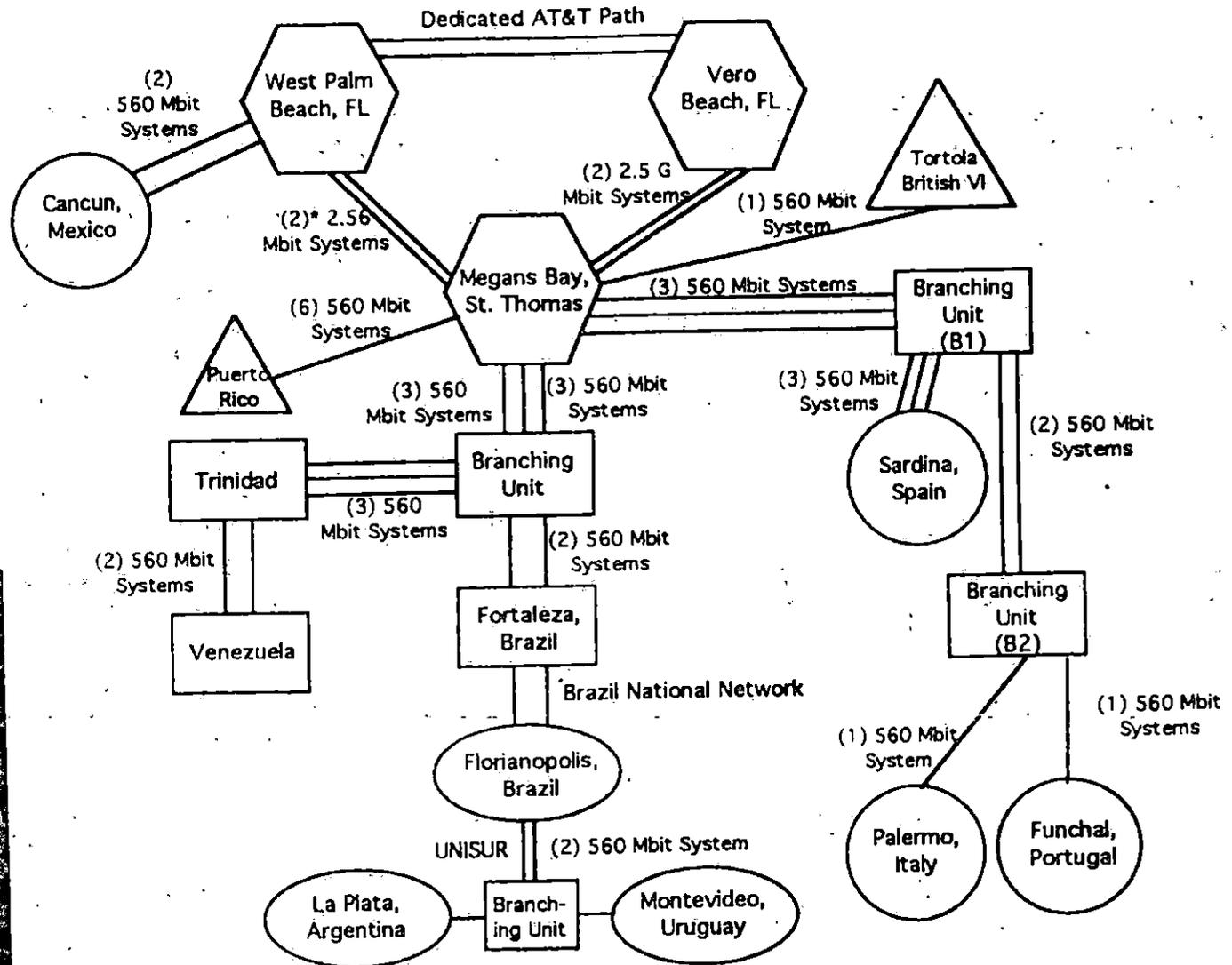


Fig. 7-3. Median duration of fast fading on 50 km paths. (Copyright 1982, Bell Telephone Laboratories. Reprinted by permission.)

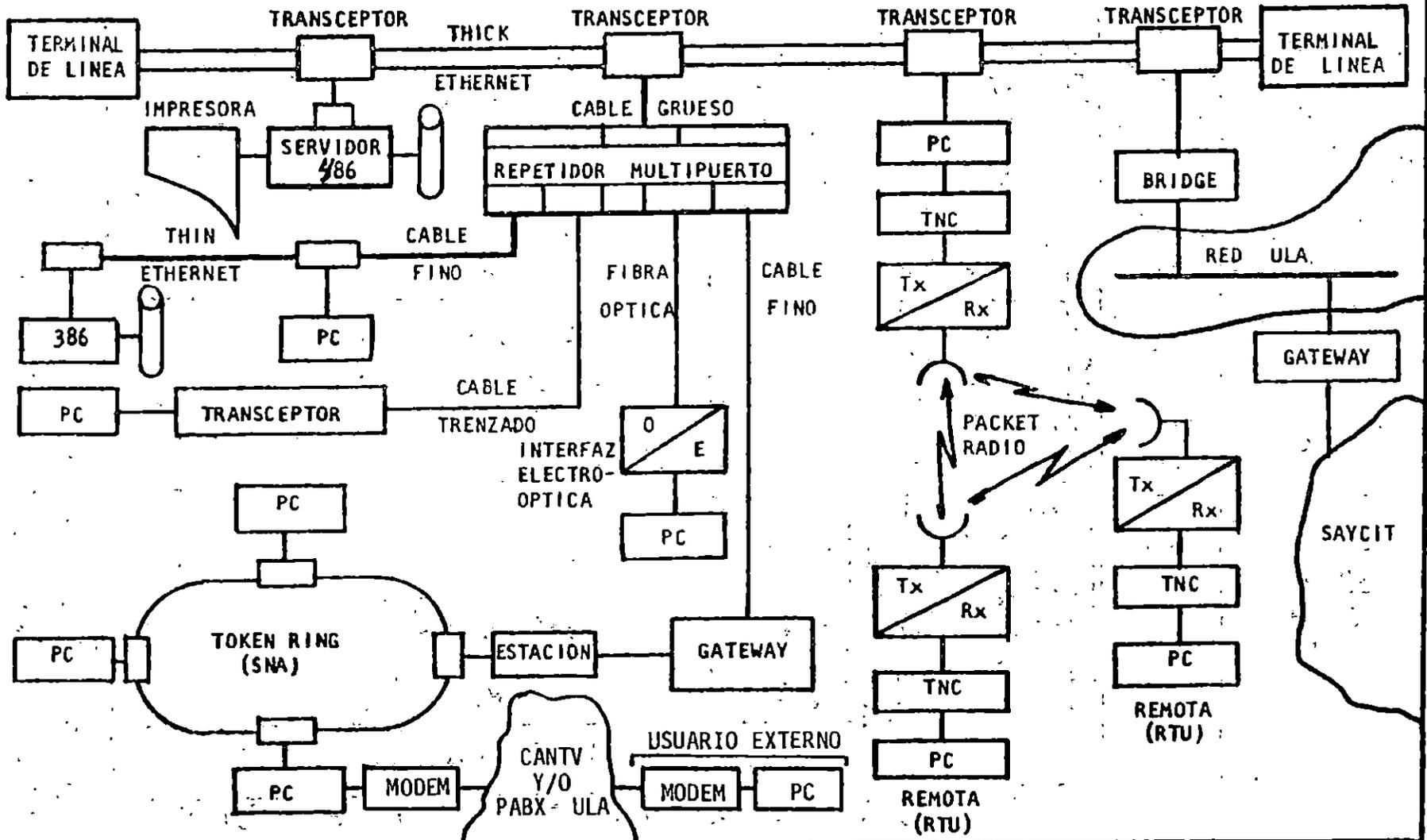


**LEGEND**

- Americas-1 (Hexagon)
- Columbus-2 (Hexagon)
- Americas-1 (Rectangle)
- Columbus-2 (Circle)
- UNISUR (Oval)
- Taino Carib (Triangle)

Cable	C&MA Signing	RES Date
Americas-I	October 1992	September 1994
Columbus-II	November 1992	October 1994
UNISUR	August 1992	October 1994
Taino Carib	Jan. 17, 1992	September 1992

RED LABCOM

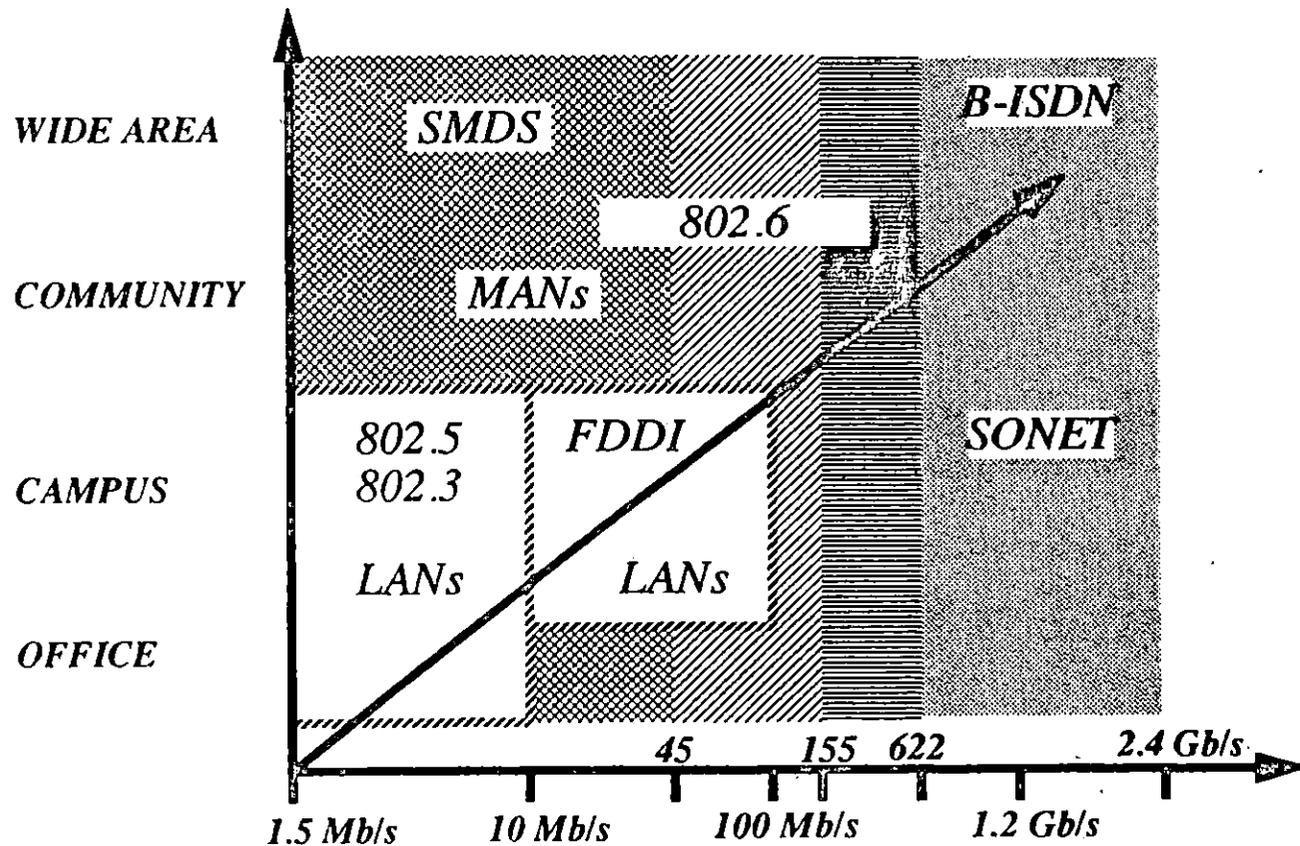


# ESTANDARES IEEE PARA REDES DE COMPUTADORAS

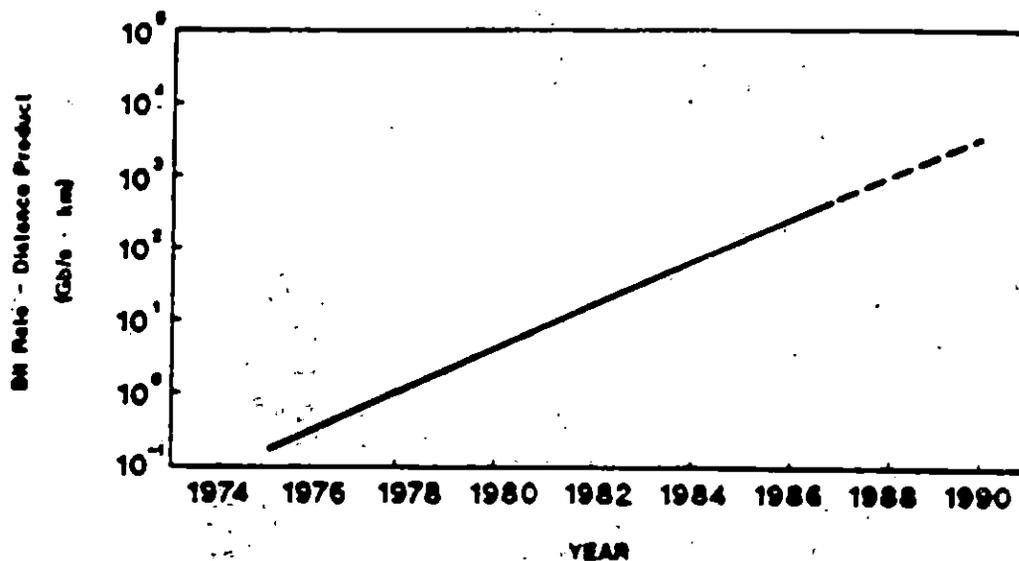
802.1 INTERWORKING						
802.1 ADDRESSING AND MANAGEMENT	802.1 ARCHITECTURE	802.2 LOGICAL LINK CONTROL				LLC Layer
		802.3 CSMA/CD (Ethernet) Acceso Multiple por detección de portadora con detección de colisión	802.4 Token BUS  Barra de Contraseña	802.5 Token Ring  Anillo de Contraseña	802.6 MAN  Red de Acceso Metropolitana	Media Access Control Layer
		Baseband Bus  Barra de Bandabase	Broadband Bus  Barra de Frentado de T/F	Baseband Ring  Anillo de Bandabase	Double Ring  Doble Anillo	Physical Layer

- 802.8 Fibre Optic
- 802.9 Integrated voice and Data
- 802.10 Interoperable LAN Security

# Strategic Network Direction



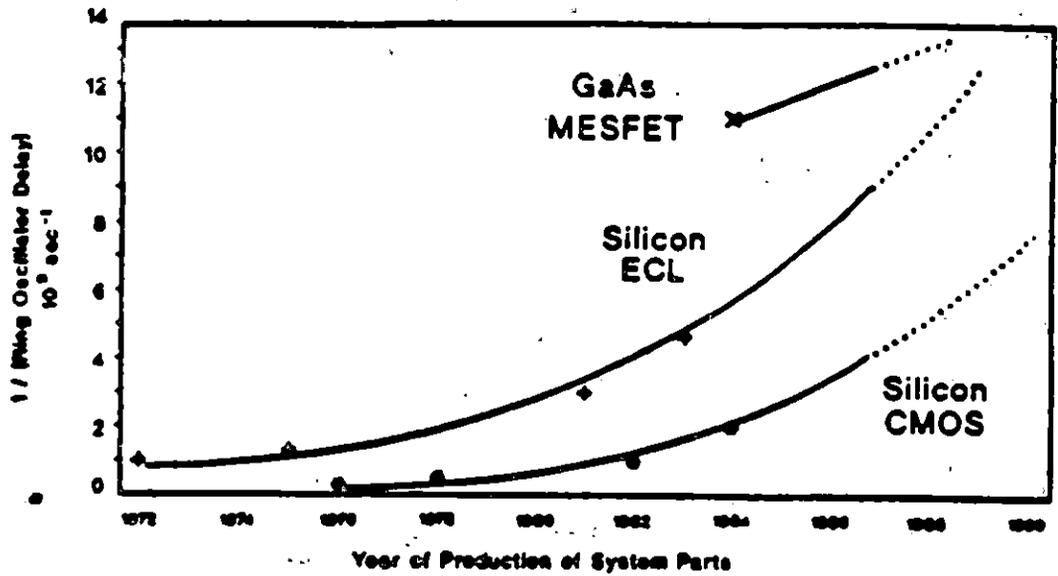
# FIBER TRENDS



**Bell  
Communications  
Research**

Notes:

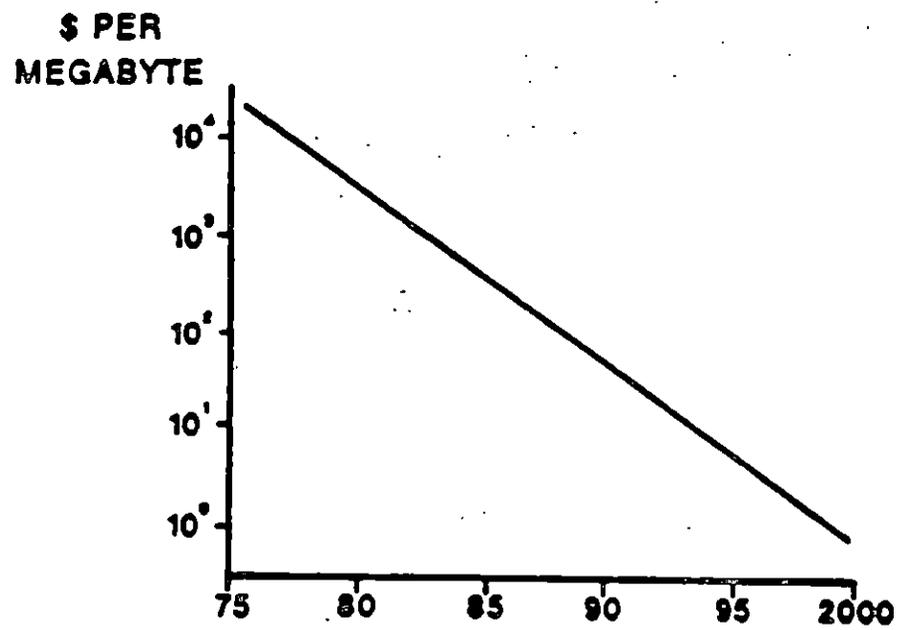
# SPEED OF INTEGRATED CIRCUITS vs TIME



**Bell  
Communications  
Research**

Notes:

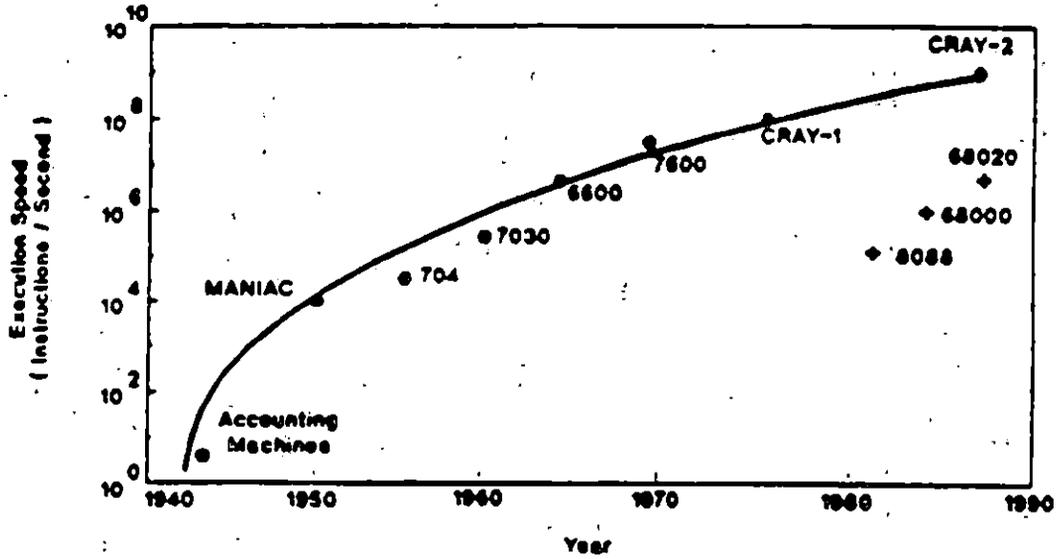
# MEMORY COSTS



**Bell  
Communications  
Research**

Notes:

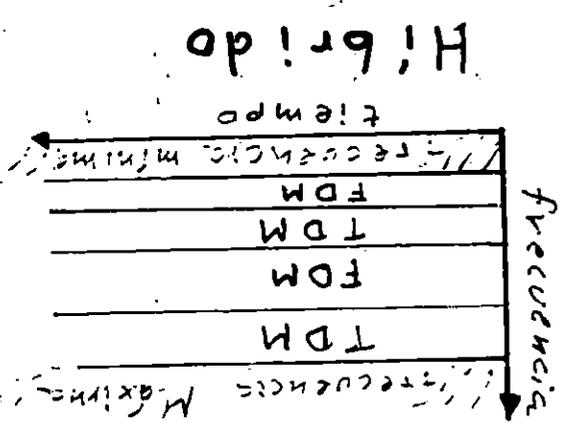
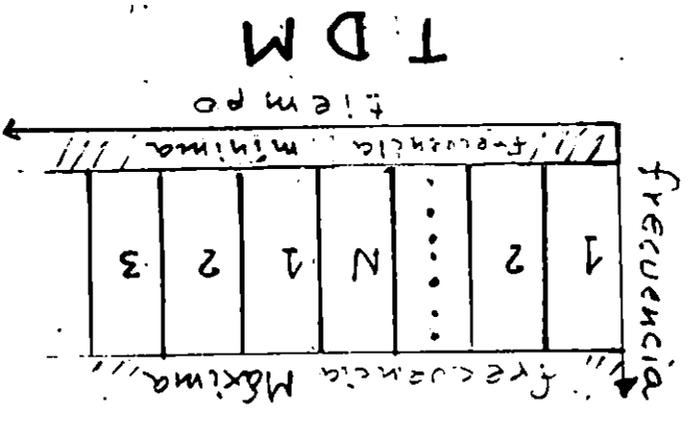
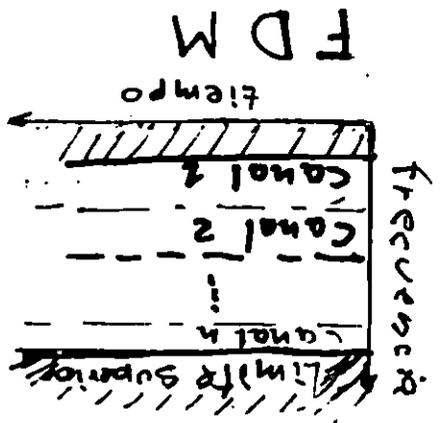
# TRENDS IN COMPUTER SPEEDS



**Bell  
Communications  
Research**

**Notes:**

# TÉCNICAS DE ACCESO MÚLTIPLE



# PROTOCOLOS DE ACCESO MÚLTIPLE

Acceso Aleatorio

ALOHA Retransmision si no hay recibido  
CSMA / Carrier Sense / Collision Detection

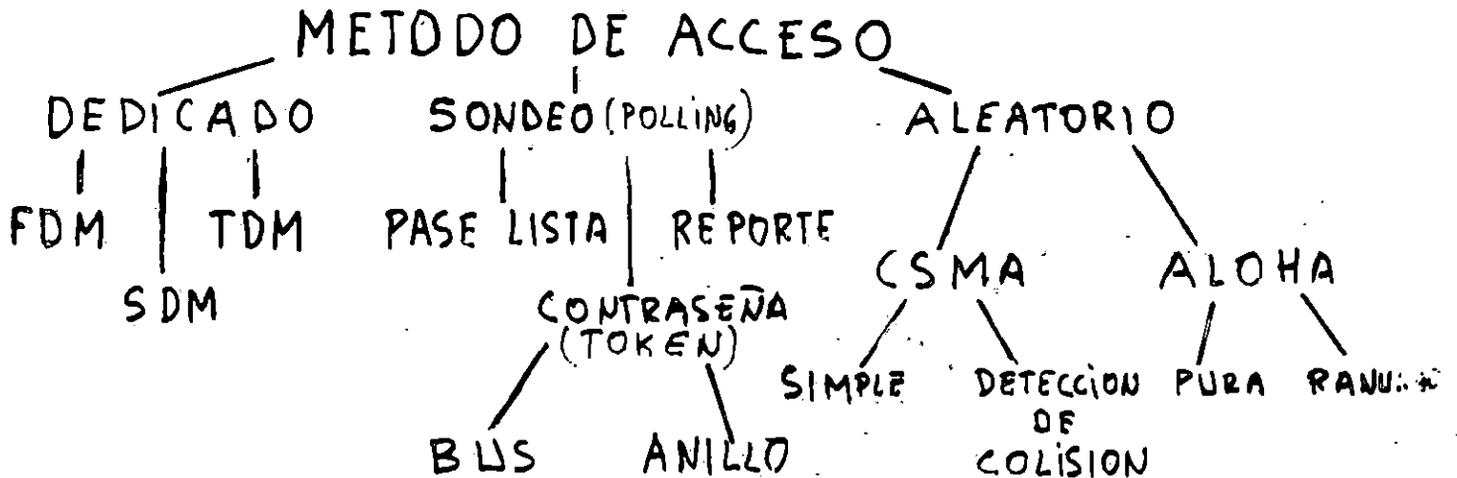
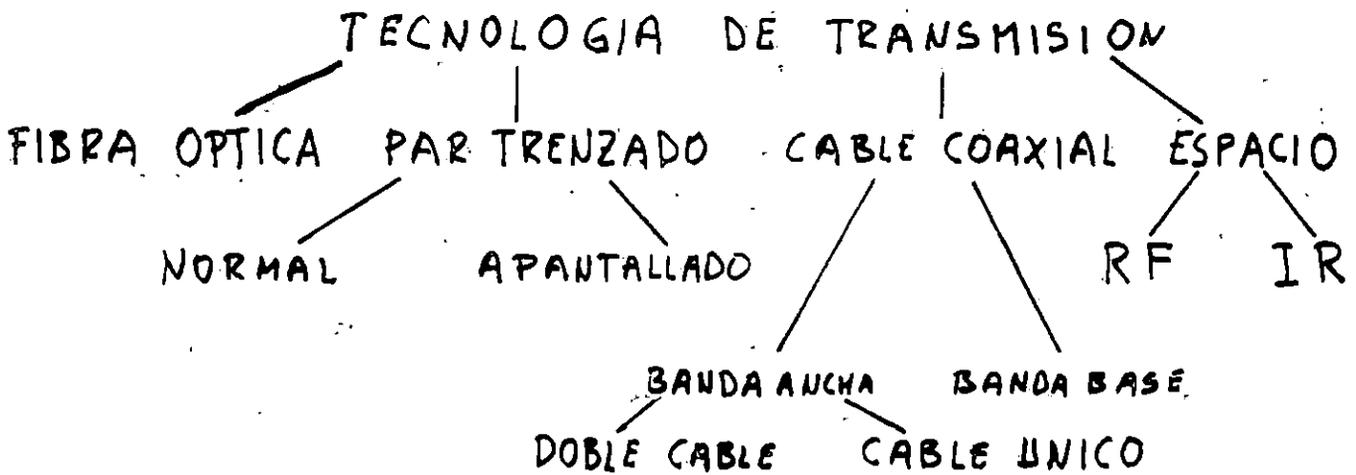
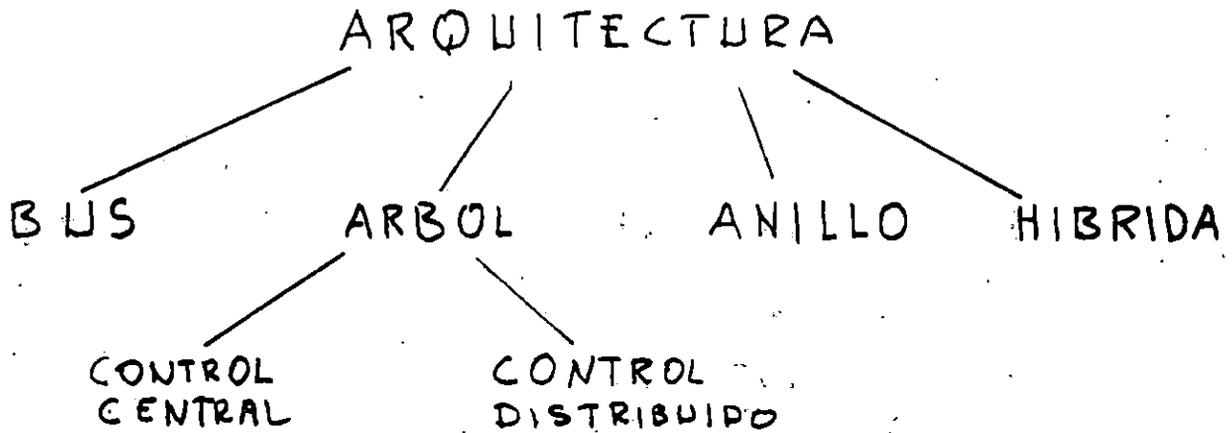
SONDEO (Polling)

CONTRASEÑA (Token Passing)

Acceso por Demanda

Asignación de ranuras de tiempo

# CLASIFICACION DE LAN



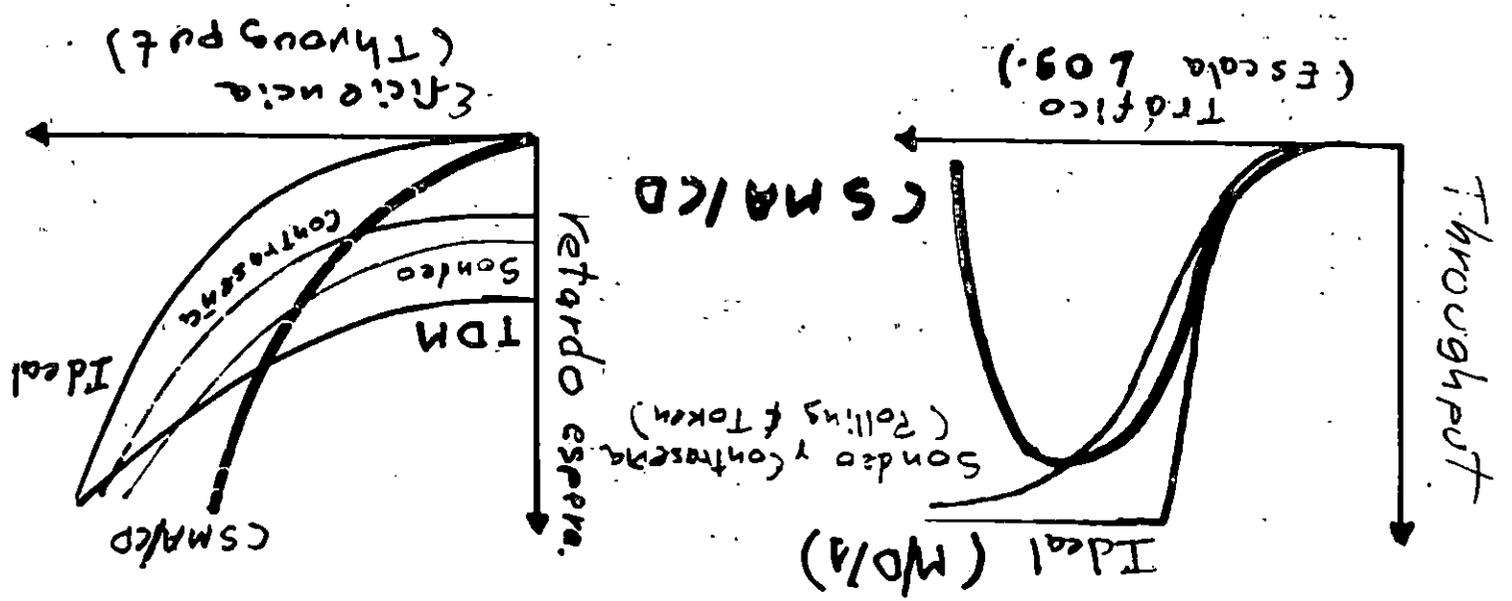
MULTIPLICIDAD POR DIVISION DE TIEMPO, FRECUENCIA  
o  
ESPACIO

Traffic (frecuencia de mensajes que requieren transmisión) tanto nuevos como los retransmitidos

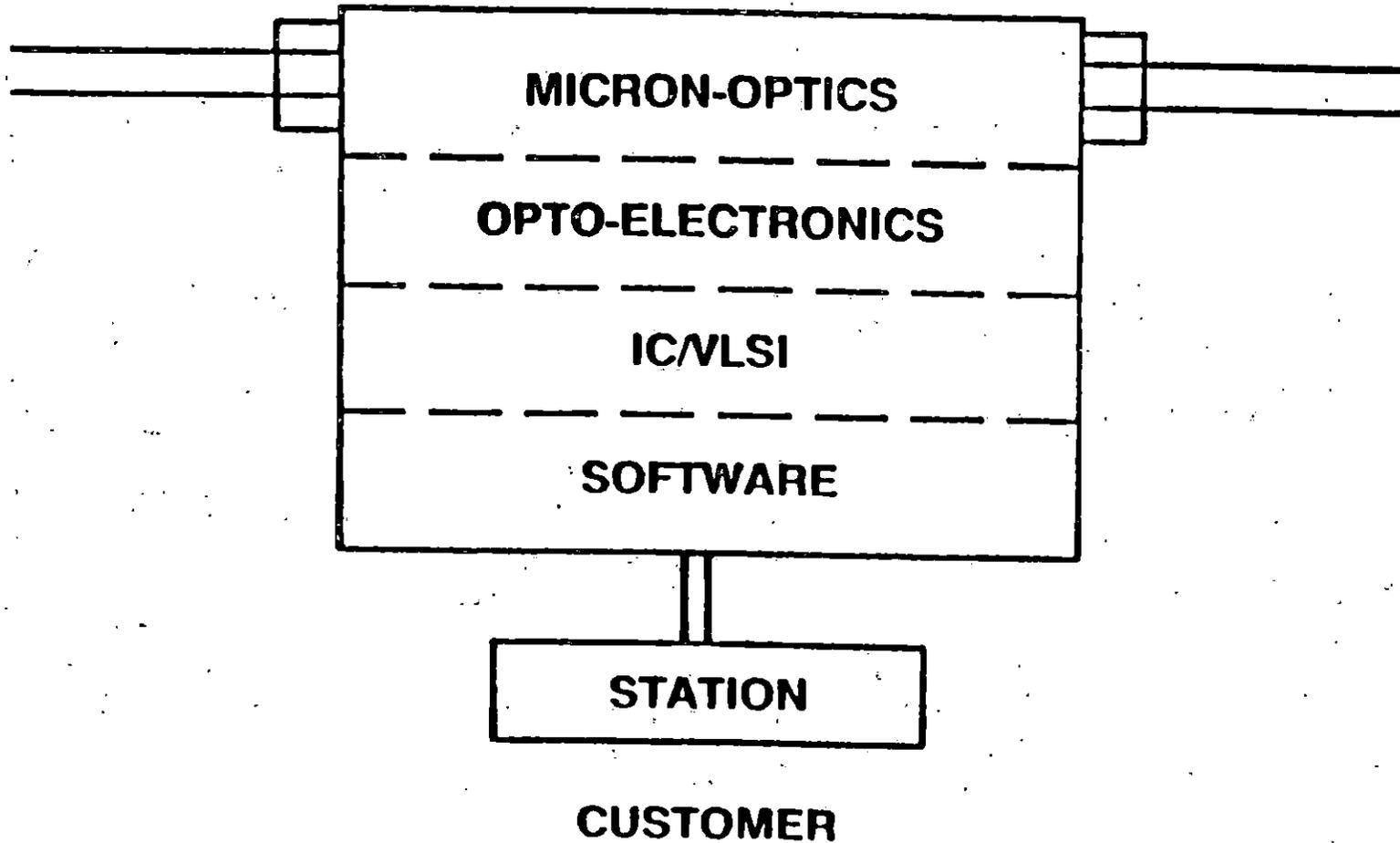
Retardo de propagación: tiempo para transmitir un mensaje entre el par de terminales más alejados

Retardo Esperado: tiempo promedio entre la generación de un mensaje y su transmisión exitosa

Throughput (Tasa de Información) =  $\frac{\# \text{ de Mensajes Transmítidos}}{\text{Unidad de Tiempo}}$



# NETWORK

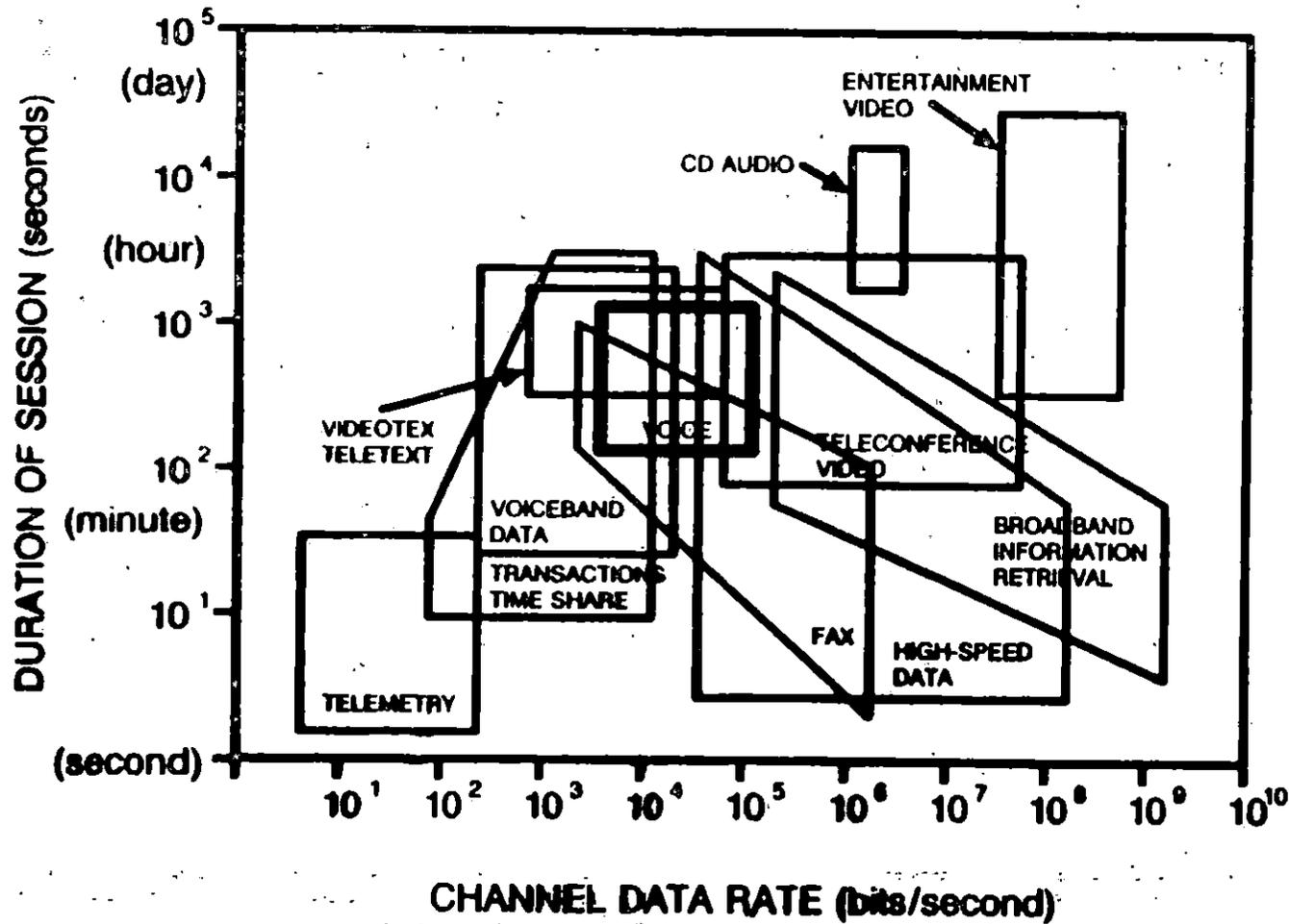


# OUTPUT

	<b>VOICE</b>	<b>DATA</b>	<b>VIDEO</b>	<b>FAX</b>
<b>V O I C E</b>	<b>POTS</b>	<b>VOICE COMMAND ELECTRONIC STORE &amp; FORWARD</b>	<b>DIRECTORY SERVICES</b>	<b>DIRECT DICTATION</b>
<b>D A T A</b>	<b>COMPUTER GENERATED SPEECH</b>	<b>TRADITIONAL COMPUTER TRAFFIC</b>	<b>GRAPHICS</b>	<b>HARD COPY "PRINT OUTS"</b>
<b>V I D E O</b>	<b>SECURITY ALARM SYSTEMS</b>	<b>COMPUTER AIDED DESIGN</b>	<b>TV</b>	<b>HARD COPY GRAPHICS</b>
<b>F A X</b>	<b>READING FOR SIGHT IMPAIRED</b>	<b>CHARACTER RECOGNITION ELECTRONIC LIBRARY INPUT</b>	<b>VIEWGRAPH OR SLIDE TO OFFSITE VIDEO CONFERENCE</b>	<b>FAX</b>

2nd GENERATION LAN (FROM DR. H. FRANK - CONTEL)

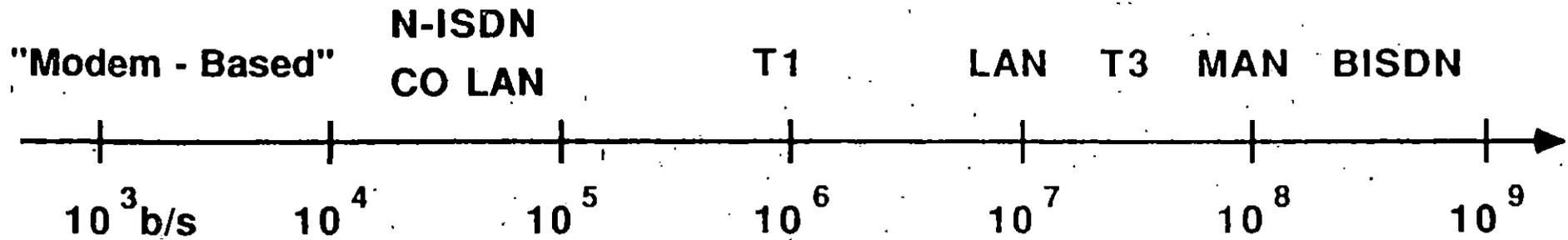
# Service Demands: Holding Time vs. Bit Rate



# Network Bandwidth Evolution

---

---



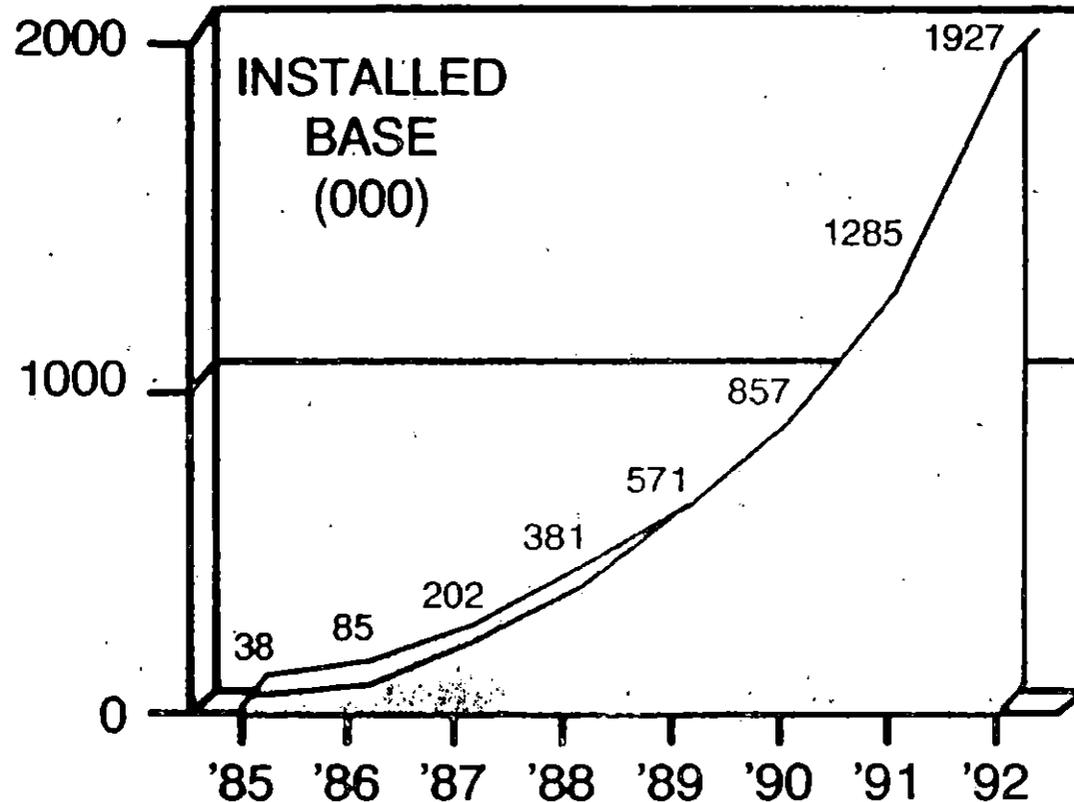
**Problem: High speed performance bottlenecks from traditional approaches to protocol implementation**

MEK  
3/1/89

# BROADBAND USER SERVICES

SERVICE	BIT RATE
- NTSC VIDEO	45 - 120 MBPS
- EXTENDED QUALITY TV	90 - 150 MBPS
- HIGH DEFINITION TV	150 - 800 MBPS
- VIDEO RETRIEVAL	90 - 120 MBPS
- IMAGE TRANSFER	1 - 5 MBPS
- DOCUMENT MAIL	1 - 5 MBPS
- COMPUTER - COMPUTER	1 - 10 MBPS
- AUDIO RETRIEVAL	1 - 5 MBPS

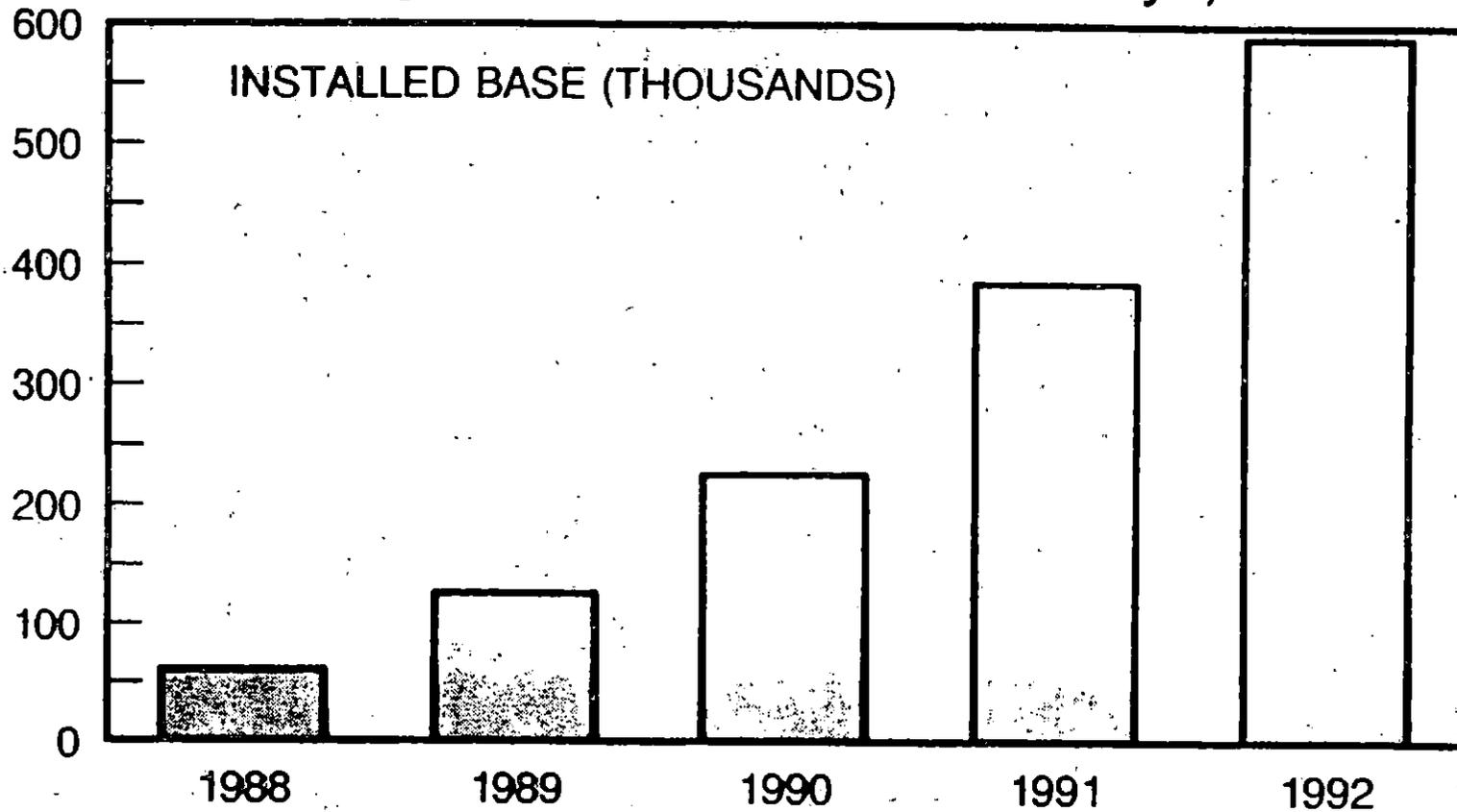
# Workstation Growth



- Large mips equal large network bandwidth requirement
- Interconnectivity/internetworking required

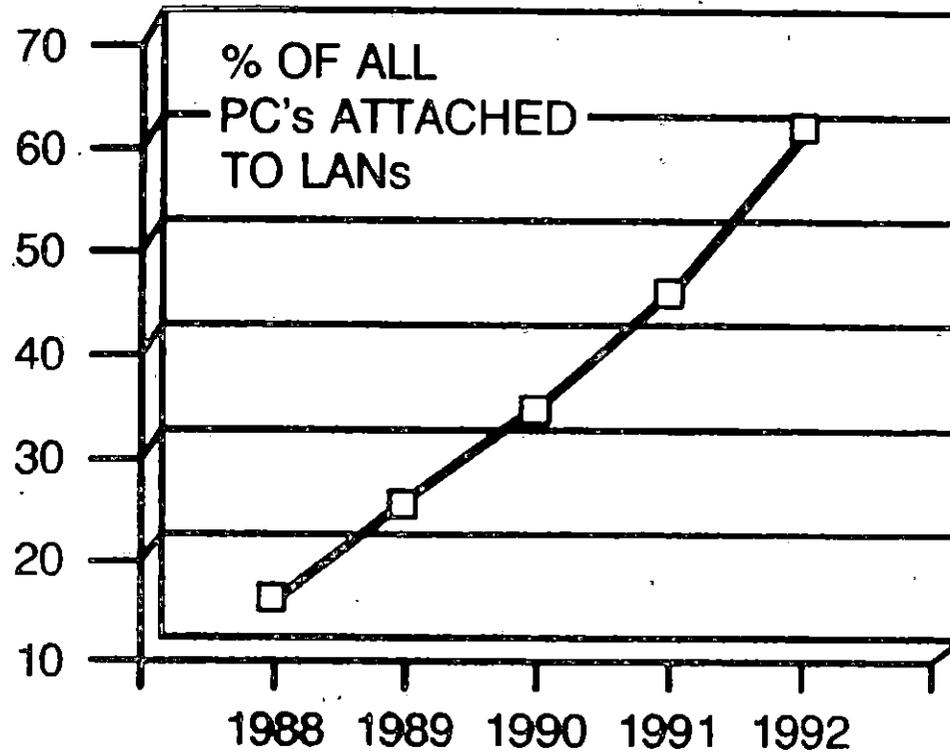
# Internetwork Products

(Bridges, Routers And Gateways)



- LAN Network Performance
- LAN Interconnectivity/internetworking
- Critical component for standards implementation

# LAN-Attached PC Growth



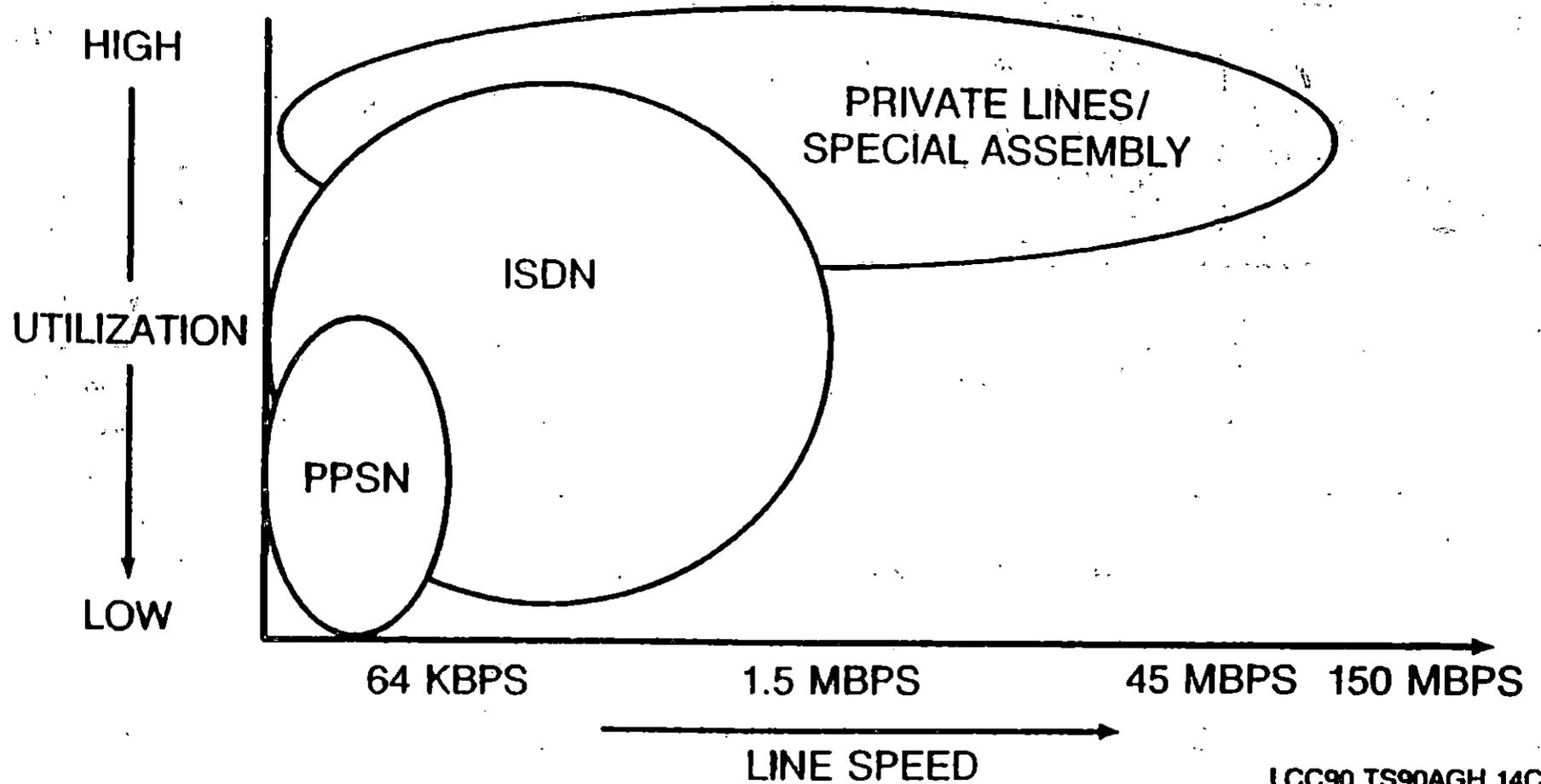
- Network growth/expansion
- Greater network bandwidth required
- LAN interconnectivity/internetworking
- Network management is critical

SOURCE: COMPUTERWORLD

MRE90 4TIPBCJH.015

# Current Data Product Portfolio

## Exchange Carrier Offerings



# Protocol Architecture

8-14

