



*Telefónica*

**INTRODUCCION A LA TELEMATICA  
Y A LAS REDES DE DATOS**

*Documentación en formato electrónico*

**Telefónica de España**

**Servicios de Formación**

# **INTRODUCCION A LA TELEMATICA Y A LAS REDES DE DATOS**



Esta documentación ha sido elaborada por la Dirección de Servicios de Formación de Telefónica de España, gracias a la colaboración de:

**J. Carlos Pascual Viñé**

Queda prohibida su reproducción total o parcial a cualquier persona o entidad ajena a Telefónica sin el consentimiento expreso de la Dirección de Servicios de Formación.

Madrid, marzo de 2000.



## PROLOGO

Cuando en 1876 Alexander Graham Bell presentó su teléfono (patente para la transmisión electromagnética de sonidos), nadie podía sospechar entonces la enorme importancia que llegaría a alcanzar el teléfono en todo el mundo, considerado como un juguete en aquél momento.

Con la enorme evolución que han tenido las telecomunicaciones y en especial con la digitalización de las redes, en la moderna sociedad industrial, el intercambio de información y las comunicaciones son de vital importancia, aun así, igual que entonces, hoy no podemos saber qué nos deparará el futuro en este sentido, quién imaginaba hace tan solo unos años el “boom” de internet y de las llamadas autopistas de la información, el multimedia, el correo electrónico, las compras sin salir de casa, el vídeo digitalizado y transmitido a nuestras casas por las redes telefónicas o de TV. , etc.

De lo que sí estamos seguros es de cómo han ido evolucionando las distintas redes de telecomunicación y las técnicas utilizadas por estas redes, esto lo veremos en el capítulo primero particularizando sobre todo para las redes telemáticas, también se verán algunos servicios prestados por estas redes.

En el tema segundo para poder comprender mejor el funcionamiento de las redes de datos, continuaremos con los aspectos de nivel más bajo o físicos de las redes, viendo los conceptos básicos de las comunicaciones de datos junto con algunos equipos.

En el tema tercero se tratará el concepto y características de protocolo de comunicaciones y el archiconocido modelo de referencia para la interconexión de sistemas abiertos de OSI.

En el capítulo cuarto examinaremos las características más importantes de las redes de área local, muy utilizadas hoy en día en todos los ámbitos pero sobre todo en entornos empresariales.

Para terminar el libro, el capítulo quinto trata las redes de área extensa, características, tipos y protocolos utilizados principalmente.

He querido incluir también unos anexos que sirven de apoyo a algunos temas y para que el lector interesado pueda profundizar en los mismos.

Como resumen podría decir que este libro tiene por objeto servir de base al colectivo de gente que necesite conocer los principios básicos de las redes de datos, para cursos de promoción, entrada, etc., facilitando también un punto de partida a aquellas personas que posteriormente quieran o necesiten profundizar en algunos aspectos de los aquí tratados.

Espero que este texto sea de utilidad para aquellos que lo consulten y agradezco me hagan llegar cualquier comentario o sugerencia que permita mejorar tanto el contenido como la forma del mismo.

El autor.

# INDICE GENERAL

<b>TEMA 1. CONCEPTOS DE TELEMATICA Y DE REDES DE DATOS .....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCION y ESQUEMA DE CONTENIDO .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 TELEMATICA .....</b>	<b>5</b>
1.1.1 Servicios telemáticos .....	5
<b>1.2 EVOLUCION DE LAS REDES DE COMUNICACIONES .....</b>	<b>6</b>
1.2.1 Redes telefónicas .....	7
1.2.2 Redes de datos entre ordenadores .....	10
1.2.3 Redes corporativas o de empresa .....	12
<b>1.3 TRANSMISION DE LA INFORMACION .....</b>	<b>14</b>
1.3.1 Topologías de red .....	14
Circuitos punto a punto .....	14
Circuitos multipunto .....	14
Redes en estrella .....	15
Red en malla .....	15
Red en árbol .....	16
1.3.2 Redes dedicadas .....	16
1.3.3 Redes compartidas .....	17
<b>1.4 TECNICAS DE CONMUTACION .....</b>	<b>19</b>
1.4.1 Conmutación de circuitos .....	19
1.4.2 Conmutación de mensajes .....	20
1.4.3 Conmutación de paquetes .....	21
Circuito virtual .....	23
Datagrama .....	24
Diferencias entre circuito virtual y canal lógico .....	24
<b>RESUMEN .....</b>	<b>26</b>
<b>EJERCICIOS DE AUTOEVALUACION .....</b>	<b>28</b>
<b>TEMA 2. PRINCIPIOS DE COMUNICACIONES DE DATOS .....</b>	<b>29</b>
<b>INTRODUCCION y ESQUEMA DE CONTENIDO .....</b>	<b>31</b>
<b>2.1 CONCEPTOS GENERALES .....</b>	<b>33</b>
<b>2.2 TRANSMISION DE SEÑALES ANALOGICAS Y DIGITALES .....</b>	<b>34</b>
2.2.1 Señales analógicas y digitales .....	34
2.2.2 Transmisión de señales .....	35
2.2.3 Líneas de transmisión .....	37
<b>2.3 ASPECTOS A TENER EN CUENTA EN LAS COMUNICACIONES DE DATOS .....</b>	<b>37</b>
2.3.1 Transmisión serie .....	37
2.3.1 Transmisión paralelo .....	38
2.3.3 Sincronismo .....	38

Señal anisócrona.....	38
Señal isócrona .....	39
Transmisión síncrona .....	39
Transmisión asíncrona .....	40
<b>2.3.4 Clasificación de los sistemas de transmisión.....</b>	<b>40</b>
Simplex.....	41
Semidúplex (half – dúplex) .....	41
Dúplex (full – dúplex).....	41
<b>2.3.5 Transmisión a dos y cuatro hilos .....</b>	<b>41</b>
<b>2.3.6 Ancho de banda .....</b>	<b>42</b>
<b>2.3.7 Velocidad de modulación y de transmisión .....</b>	<b>42</b>
<b>2.4 INTERFAZ NORMALIZADO ETD – ETCB .....</b>	<b>43</b>
<b>2.4.1 Concepto de interfaz .....</b>	<b>44</b>
<b>2.4.2 Interfaz de comunicaciones para datos .....</b>	<b>44</b>
Características mecánicas.....	45
Características eléctricas.....	45
Características lógicas o funcionales .....	47
<b>2.5 TECNOLOGIAS Y EQUIPOS DE ACCESO A LAS REDES DE DATOS .....</b>	<b>49</b>
<b>2.5.1 Módem .....</b>	<b>50</b>
Técnicas de modulación .....	50
Demodulación .....	53
<b>2.5.2 Tipos de módem.....</b>	<b>53</b>
Otras características de los modems .....	53
<b>2.5.3 UTR (Unidades de Terminación de Red) .....</b>	<b>55</b>
Codificación .....	56
<b>2.5.4 Equipos xDSL.....</b>	<b>60</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>64</b>
<b>EJERCICIOS DE AUTOEVALUACION.....</b>	<b>66</b>
<b>TEMA 3. INTERCONEXION DE SISTEMAS ABIERTOS Y PROTOCOLOS DE COMUNICACIONES.....</b>	<b>69</b>
<b>INTRODUCCION y ESQUEMA DE CONTENIDO .....</b>	<b>71</b>
<b>3.1 OBJETIVO DE LAS REDES DE ORDENADORES .....</b>	<b>73</b>
<b>3.1.1 Problemática de las redes.....</b>	<b>74</b>
<b>3.2 MODELO DE REFERENCIA PARA LA INTERCONEXION DE SISTEMAS ABIERTOS.....</b>	<b>75</b>
<b>3.2.1 Características del modelo .....</b>	<b>76</b>
<b>3.2.2 Transmisión de datos.....</b>	<b>77</b>
<b>3.2.3 Descripción y funciones de los niveles.....</b>	<b>78</b>
Nivel físico.....	78
Nivel de enlace de datos .....	79
Nivel de red.....	79
Nivel de transporte .....	80
Nivel de sesión.....	80
Nivel de presentación .....	81
Nivel de aplicación .....	81
<b>3.2.4 Comunicación entre niveles (servicios).....</b>	<b>84</b>
<b>3.3 CODIFICACION DE LA INFORMACION.....</b>	<b>86</b>

<b>3.4 PROTOCOLOS DE COMUNICACIONES .....</b>	<b>89</b>
<b>3.4.1 Funciones de los protocolos .....</b>	<b>91</b>
<b>3.4.2 Niveles de los protocolos .....</b>	<b>91</b>
<b>3.4.3 Protocolos de control de enlace (nivel 2).....</b>	<b>92</b>
Servicios proporcionados a la capa de red .....	93
Sincronización de trama y transparencia .....	93
Control de errores de transmisión.....	94
Control del flujo de datos.....	95
Gestión del enlace.....	95
Protocolos orientados a carácter y a bit.....	96
Modos de operación de las estaciones con protocolos orientados a bit.....	97
<b>3.4.4 Protocolos de nivel de red (nivel 3).....</b>	<b>98</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>100</b>
<b>EJERCICIOS DE AUTOEVALUACION.....</b>	<b>103</b>
<b>TEMA 4. REDES DE AREA LOCAL .....</b>	<b>105</b>
<b>INTRODUCCION y ESQUEMA DE CONTENIDO .....</b>	<b>107</b>
<b>4.1 CONCEPTOS GENERALES.....</b>	<b>109</b>
<b>4.2 ESTANDARES.....</b>	<b>110</b>
<b>4.2.1 Los estándares 802 y el modelo ISO .....</b>	<b>111</b>
<b>4.3 TOPOLOGIAS .....</b>	<b>112</b>
<b>4.3.1 Topología en bus.....</b>	<b>112</b>
<b>4.3.2 Topología en estrella.....</b>	<b>113</b>
<b>4.3.3 Topología en anillo.....</b>	<b>113</b>
<b>4.3.4 Topología en árbol .....</b>	<b>114</b>
<b>4.4 METODOS DE ACCESO AL MEDIO .....</b>	<b>114</b>
<b>4.4.1 CSMA/CD .....</b>	<b>115</b>
<b>4.4.2 Paso de testigo (Token passing) .....</b>	<b>116</b>
<b>4.4.3 Acceso conmutado .....</b>	<b>117</b>
<b>4.5 TECNICAS DE TRANSMISION.....</b>	<b>117</b>
Banda ancha .....	117
Banda base .....	117
<b>4.6 ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN LAS REDES DE AREA LOCAL .....</b>	<b>118</b>
<b>4.6.1 Elementos lógicos.....</b>	<b>118</b>
Protocolos de comunicaciones .....	118
Sistemas operativos de red .....	119
<b>4.6.2 Elementos físicos.....</b>	<b>120</b>
Servidores.....	120
Puestos de trabajo .....	120
Adaptadores de red.....	120
Medios físicos de transmisión.....	121
<b>4.6.3 Elementos para la interconexión de redes.....</b>	<b>123</b>

Repetidores.....	123
Puente .....	124
Encaminador .....	124
Pasarelas .....	125
Concentradores y Conmutadores .....	125
<b>4.7 REDES ETHERNET.....</b>	<b>126</b>
4.7.1 Formato de la trama .....	126
4.7.2 Medios físicos utilizados para Ethernet a 10 Mbps .....	127
4.7.3 Ethernet a 100 Mbps (Fast Ethernet) .....	128
4.7.4 Medios físicos utilizados para Fast Ethernet .....	128
4.7.5 Ethernet a 1000 Mbps (Gigabit Ethernet) .....	129
4.7.6 Medios físicos utilizados para Gigabit Ethernet .....	129
<b>4.8 RED TOKEN RING .....</b>	<b>130</b>
4.8.1 MAU (Unidad de Acceso Multiestación).....	131
4.8.2 Funciones del control de acceso al medio (MAC) .....	132
<b>4.9 FDDI (Fiber Distributed Data Interface) .....</b>	<b>132</b>
4.9.1 Arquitectura FDDI.....	133
<b>RESUMEN.....</b>	<b>135</b>
<b>EJERCICIOS DE AUTOEVALUACION.....</b>	<b>137</b>
<b>TEMA 5. REDES DE DATOS DE AREA EXTENSA .....</b>	<b>139</b>
<b>INTRODUCCION y ESQUEMA DE CONTENIDO .....</b>	<b>141</b>
<b>5.1 CONCEPTOS GENERALES.....</b>	<b>143</b>
<b>5.2 CLASIFICACION DE LAS REDES DE AREA EXTENSA.....</b>	<b>144</b>
5.2.1 Redes determinísticas y redes estadísticas.....	144
Multiplexación determinística.....	145
Multiplexación estadística.....	145
Redes de circuitos.....	147
Redes de paquetes .....	147
5.2.2 Ambito de aplicación.....	148
Redes públicas.....	148
Redes privadas .....	149
<b>5.3 REDES DE CONMUTACION DE DATOS .....</b>	<b>150</b>
5.3.1 Elementos de una red de conmutación de paquetes.....	150
5.3.2 Redes X.25 .....	152
Nivel físico.....	153
Nivel de enlace.....	153
Nivel de red.....	156
5.3.3 Redes Frame Relay (Retransmisión de tramas).....	162
Estándares sobre Frame Relay .....	164
Frame Relay y el modelo OSI.....	165
Formato de la trama .....	166
Control de flujo y congestión.....	167
5.3.4 ATM.....	169

Tecnología Cell Relay .....	169
Formato de la celda.....	170
Conmutación ATM.....	171
Capas del modelo ATM.....	173
Servicios ofrecidos por la capa de adaptación (AAL) .....	174
<b>RESUMEN.....</b>	<b>177</b>
<b>EJERCICIOS DE AUTOEVALUACION.....</b>	<b>180</b>
<b>ANEXO-A. CIRCUITOS DEL INTERFAZ V.24.....</b>	<b>183</b>
<b>ANEXO-B. RECOMENDACIONES DE LA UIT-T PARA MODEMS .....</b>	<b>191</b>
<b>ANEXO-C. SERVICIOS OFRECIDOS POR TELEFÓNICA DATA .....</b>	<b>197</b>
<b>1. SERVICIOS DE CONECTIVIDAD BÁSICA .....</b>	<b>199</b>
Iberpac Básico .....	199
Iberpac Plus .....	200
Uno .....	201
Frame Relay .....	202
ATM.....	203
Nodo de Red.....	204
Servicios Telemáticos.....	205
<b>2. SERVICIOS INTERNACIONALES DE DATOS .....</b>	<b>206</b>
Frame Relay Internacional .....	206
<b>3. SERVICIOS DE CONECTIVIDAD IP .....</b>	<b>207</b>
Uno IP Básico .....	207
Uno IP Corporativo.....	208
InfoVía Plus Básico .....	209
InfoVía Plus Directo.....	210
Novacom Router .....	211
Conexión a Internet.....	212
InfoInternet.....	214
<b>4. SERVICIOS DE COMUNICACIÓN DE VOZ .....</b>	<b>214</b>
Uno IP Voz.....	214
InfoVía Plus Voz.....	215
Data & Voz.....	216
CINCO .....	217
<b>5. SERVICIOS DE COMUNICACIÓN DE FAX .....</b>	<b>218</b>
Megafax .....	218
<b>6. APLICACIÓN EN RED Y PRESENCIA ON-LINE.....</b>	<b>218</b>
Infom@il .....	218
InfoHost .....	218
Housing.....	219
EDI .....	219
<b>7. SERVICIOS VÍA SATÉLITE.....</b>	<b>219</b>

Redes Corporativas Vía Satélite.....	219
<b>ANEXO – D. DIRECCIONES INTERESANTES EN INTERNET .....</b>	<b>221</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>223</b>

TEMA 1

**CONCEPTOS DE TELEMATICA Y  
DE REDES DE DATOS**



## INTRODUCCION

En este tema se describe el concepto de telemática junto con el de servicios de telecomunicación. Para situarnos en el contexto actual de las redes de telecomunicaciones se verá la evolución que han tenido, partiendo de las redes telefónicas analógicas hasta llegar a las redes de banda ancha.

Una vez vista la evolución se describe las topologías más comúnmente utilizadas en las redes de transferencia de información.

Para terminar este tema se verán las técnicas de conmutación que se utilizan según el uso que tengan las redes.

## ESQUEMA DE CONTENIDO

Telemática.

- ✓ Servicios telemáticos.

Evolución de las redes de comunicaciones.

- ✓ Redes telefónicas.
- ✓ Redes de datos entre ordenadores.
- ✓ Redes corporativas o de empresa.

Transmisión de la información.

- ✓ Topología de red.
- ✓ Redes dedicadas.
- ✓ Redes compartidas.

Técnicas de conmutación.

- ✓ Conmutación de circuitos.
- ✓ Conmutación de mensajes.
- ✓ Conmutación de paquetes.



## 1.1 TELEMÁTICA

Por definición, teleinformática o telemática es la asociación de técnicas propias de las telecomunicaciones y la informática, con la que se realiza a distancia el intercambio de datos y el control de tratamientos automáticos, más concretamente podemos decir que la telemática proporciona a personas no especializadas la posibilidad de acceder a sistemas de comunicación e informaciones antes reservadas a especialistas. Juntas, estas técnicas constituyen un papel importante en la sociedad actual; la era de la información y las comunicaciones.

De esta manera se unen las funcionalidades de los sistemas informáticos, en cuanto a capacidad de procesar y almacenar grandes cantidades de datos y de las telecomunicaciones capaces de intercambiar información entre sistemas distantes.

La evolución de la electrónica y en especial de los semiconductores desde que en 1947 apareciera el transistor en los laboratorios Bell, ha posibilitado la realización de sistemas informáticos y redes cada vez más sofisticados, esto ha hecho que lo que en un principio podía parecer innecesario, unir ordenadores con redes telefónicas, cada vez haya ido adquiriendo mayor importancia, puesto que las redes se han hecho cada vez más complejas y veloces y los ordenadores (desde que apareciera el Eniac) más potentes, con mayor capacidad y mucho más pequeños.

La columna vertebral de la telemática está constituida por las redes de transmisión de datos, en un primer momento se utilizó la Red Telefónica Conmutada (RTC), compartiéndose las comunicaciones de voz con las de datos, para posteriormente ir evolucionando hacia redes dedicadas para datos. Estas redes para datos se diseñaron partiendo de la base de que sólo iban a manejar este tipo de tráfico (bits), así nacieron las que se conocen como redes de conmutación de paquetes.

### 1.1.1 Servicios telemáticos

Los servicios de telecomunicaciones son aquellas acciones tendentes a satisfacer una necesidad de comunicaciones mediante el intercambio, almacenamiento y tratamiento de información (audible, visible, texto...) requerida por un usuario.

Por servicio, en el ámbito de las telecomunicaciones, se entiende a la capacidad de transporte de información, que en algunos casos puede suponer el tratamiento y/o almacenamiento de la misma, ofrecida por un proveedor de servicios de telecomunicación a los usuarios a través de las redes de telecomunicación.

El ejemplo más claro y sin duda el más extendido es el servicio telefónico (voz), que solo en España supone casi los veinte millones de líneas más los teléfonos móviles que aumentan cada día de forma exponencial.

Los servicios de telecomunicaciones se pueden dividir en servicios portadores, servicios finales o teleservicios y servicios suplementarios.

Una red de telecomunicaciones sirve para satisfacer la necesidad que tienen los usuarios de transferir información desde un punto origen a un punto destino; como ejemplo podemos citar una conversación telefónica, el envío de un fax, etc. A estas necesidades específicas de telecomunicación que tienen los usuarios se las denomina servicios finales o teleservicios.

Los servicios portadores son el resultado de la capacidad que tiene la red para transferir información extremo a extremo, independientemente del servicio final que soporte. Mediante estas capacidades portadoras de la red se prestan los servicios finales.

Los servicios suplementarios o servicios de valor añadido aportan información adicional al proceso de transferencia de información entre los puntos A y B, esta información adicional no es imprescindible para la comunicación. Algunos ejemplos son la tarificación detallada, información del número llamante, el contestador automático en red, etc.

Los servicios ofrecidos por la telemática se basan en unas redes de telecomunicaciones conectadas a unos centros de servicios que ponen a disposición de los usuarios bancos de datos o programas para la realización de tareas específicas. El usuario tiene acceso a estas redes mediante terminales apropiados que visualizan y/o procesan la información que transmiten las redes.

Entre los servicios telemáticos podemos citar los servicios bancarios y el pago electrónico, en los que una red de oficinas se encuentran interconectadas por medio de una red de datos con los ordenadores centrales o centros de cálculo, desde donde se proporciona, actualiza y procesa la información que las transacciones bancarias requieran.

Un campo de aplicación de estos servicios puede ser la industria para el intercambio de información con los suministradores (piezas, almacenaje, facturas, etc.).

Otros servicios también pueden ser encajados aquí como el videotex (Ibertex), y los que son cada vez más utilizados como el correo electrónico, la visita de páginas en Internet, así como las compras electrónicas utilizando tarjeta de crédito, etc.

## **1.2 EVOLUCION DE LAS REDES DE COMUNICACIONES**

Se puede decir que desde el invento del teléfono por A.G.Bell las redes de telecomunicaciones no han parado de evolucionar, estos cambios siempre han sido acordes con la tecnología desarrollada y existente en cada momento. En España el

teléfono aparece aproximadamente al año de su invención, estableciendo la primera comunicación entre el castillo de Montjuich y la Ciudadela de Barcelona.

Desde sus orígenes, la industria de las telecomunicaciones nunca ha experimentado cambios tan drásticos como en la última década, donde la liberalización y la competencia son las causantes de una profunda reestructuración en el mercado de las telecomunicaciones.

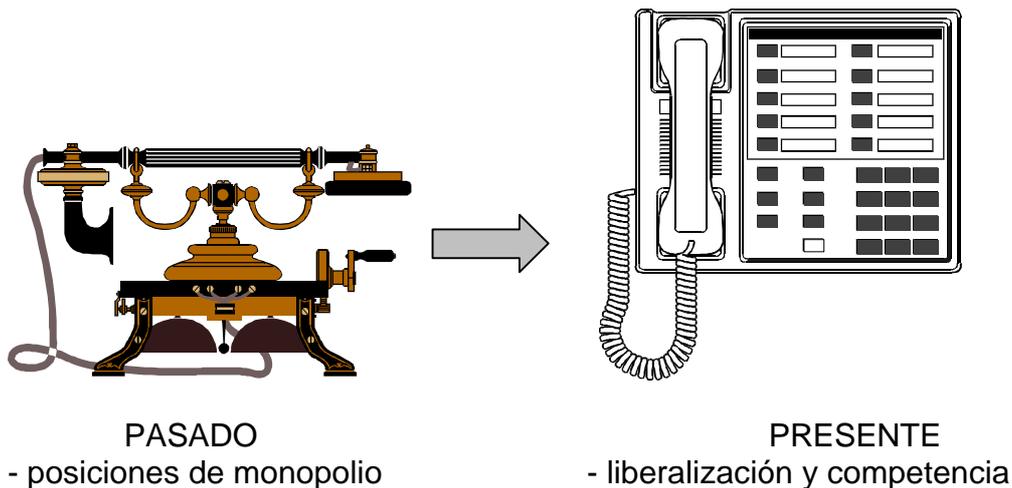


Figura 1.1 Pasado y presente de las telecomunicaciones

### 1.2.1 Redes telefónicas

Las redes telefónicas para la transmisión de voz a distancia comienzan a constituirse a partir de la aparición del teléfono.

Las primeras centrales fueron controladas manualmente por operadoras encaminando las llamadas según su destino. Más tarde, cuando la tecnología existente posibilita la incorporación de capacidad de control y señalización, aparecen los sistemas automáticos que ofrecían un servicio más rápido a los abonados, con un ahorro de costes para el operador y con ventajas para los usuarios; las conversaciones no eran escuchadas por la operadora. En España se instaló la primera central de conmutación automática en 1923.

Las centrales automáticas fueron evolucionando con la tecnología existente; las primeras fueron electromecánicas, en las que tanto los elementos de control como los de conmutación eran electromecánicos, siendo el órgano fundamental el relé.

Las siguientes fueron las semielectrónicas, en las que los órganos de control eran totalmente electrónicos. Las primeras centrales electrónicas, en las que tanto

los elementos de conmutación como los de control son electrónicos, aparecen en la década de los años 60.

El paso de sistemas electromecánicos a electrónicos posibilitó:

- La incorporación de nuevos servicios.
- El aumento del tráfico telefónico.
- El incremento en las capacidades de señalización.
- Una reducción del volumen y del consumo de energía de los equipos.

Posteriormente, con la aparición de la modulación por impulsos codificados (MIC, en inglés PCM), inventado en 1938 por Alan H. Reeves aunque aplicado en la práctica en los años 60 y con el incremento del número de aparatos telefónicos (por tanto del tráfico), se impulsó en primer lugar la digitalización de los sistemas de transmisión en la década de los años 70, apareciendo a continuación las centrales totalmente digitales, en las que todas las señales que manejan son de tipo digital.

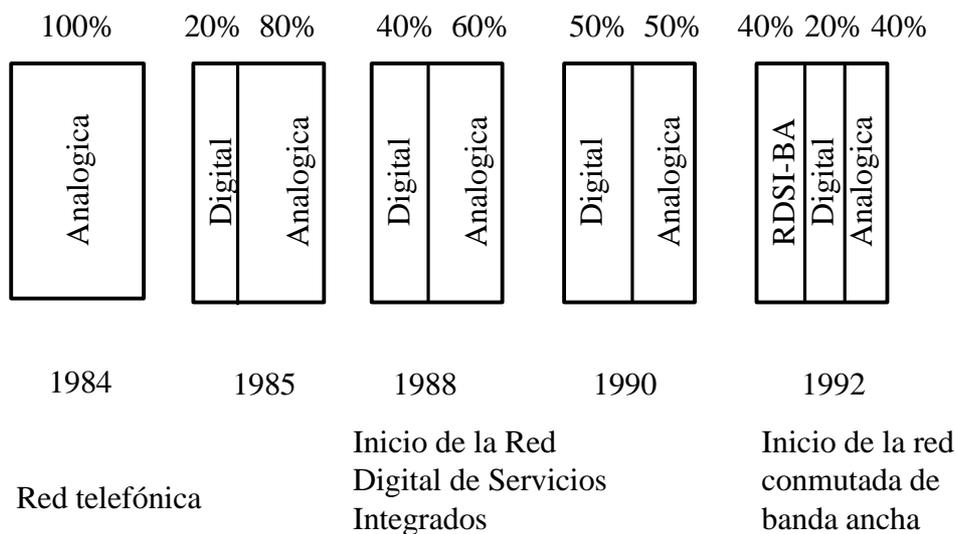


Figura 1.2 Evolución de la digitalización  
(Fuente Wandel & Goltermann)

Este hecho, junto con la aparición de los sistemas de señalización por canal común, hizo evolucionar la red telefónica hacia una Red Digital Integrada (RDI), para una vez digitalizadas también las líneas de acceso de los usuarios, pasar a constituir la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI), ya que el requisito previo para constituir esta red es la existencia de equipos de conmutación y transmisión digitales extremo a extremo.

La meta de RDSI es reducir el número de interfaces, protocolos de acceso y conectores de las distintas redes existentes. En esencia la RDSI proporciona conectividad digital extremo a extremo, llegando hasta el usuario final usando líneas telefónicas comunes, protocolos comunes e interfaces normalizados.

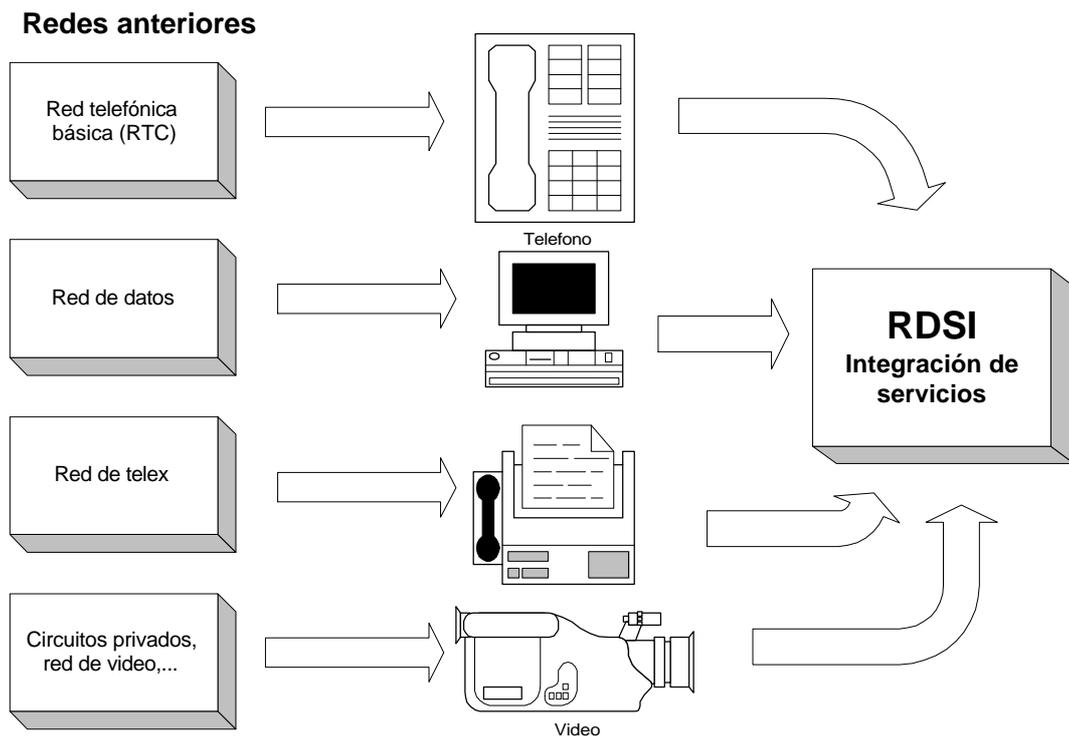


Figura 1.3 integración de servicios en la RDSI

La RDSI es una red que ofrece al usuario mayores ventajas con la integración en una sola red de todos los servicios, figura 1.3, soportando una amplia gama tanto de voz como de otros tipos. Algunas de estas características y ventajas son:

- **Coste:** El coste de conexión puede ser más bajo cuanto mayor sea la red, es decir mayor nº de puntos de acceso tenga. Si se integran todas las redes en una, la red resultante puede abarcar todo el ámbito geográfico de las redes que integra, resultando más barato el acceso.
- **Acceso:** Cuando existen multitud de redes, los procedimientos de acceso son particulares para cada una de las mismas, con la RDSI al existir una sola red se simplifica el acceso para todos los servicios, además normaliza los interfaces utilizados para el acceso.
- **Digitalización extremo a extremo:** La RDSI ha conseguido digitalizar las líneas de acceso de usuario, logrando así continuidad digital extremo a extremo.
- **Integración de servicios:** Debido a la digitalización de todo el trayecto, puede integrar en la misma red multitud de servicios y posibilita la creación de otros de manera más sencilla.

Paralelamente al desarrollo de las redes telefónicas para voz, surge otro tipo de redes dedicadas en exclusiva a otros servicios, como las redes de transmisión de datos que aparecen en la década de los años 70. En España la red Iberpac es una red diseñada y dedicada en exclusiva a transmisión de datos.

Lo habitual es tener una red especializada y de alta calidad para cada servicio. Aunque la RDSI se pensó para unificar en una sola red todos los servicios, no ha tenido la penetración en el mercado ni la capacidad de transferencia de información suficientes para satisfacer a todos los clientes y servicios.

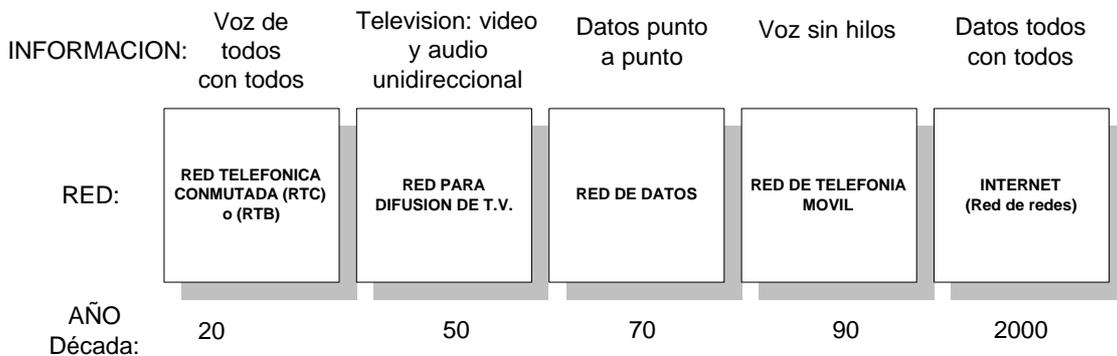


Figura 1.4 Una red para cada servicio

Teniendo en cuenta que el tráfico de datos es cada día mayor frente al de voz (Internet lo está impulsando fuertemente) y que van apareciendo aplicaciones multimedia que necesitan unos recursos de transmisión de datos muy grandes, actualmente la tendencia es evolucionar todas las redes existentes hacia una única red de banda ancha que pueda proporcionar toda clase de servicios. De esta manera además al ser única se hace más sencilla para el operador la planificación y el mantenimiento, amortizando antes las inversiones en la red y pudiéndose abaratar el precio de transporte de la información.

En 1988 la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT-T, antes CCITT) aprobó una recomendación (I.121), donde definió el Modo de Transferencia Asíncrono (MTA, en inglés ATM), como la tecnología de conmutación que iba a utilizar la futura Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha (RDSI-BA, en inglés B-ISDN). El modelo de referencia para la red es similar en RDSI y en la RDSI-BA.

Esta red de banda ancha ha de ser capaz de soportar múltiples velocidades de transferencia y con distintas calidades para los múltiples servicios que ha de poder ofrecer como son la voz, datos, vídeo, multimedia, etc.

### 1.2.2 Redes de datos entre ordenadores

Desde la aparición de la primera computadora en 1939 (IBM) basada en relés y posteriormente en 1942 el ENIAC que ya utilizaba tubos de vacío, los ordenadores y la informática en general han evolucionado muchísimo, se dice que según la ley de Moore la capacidad de los ordenadores se duplica cada 18 meses; sin embargo hasta la década de los años 60 no comenzaron a construirse redes para la interconexión de ordenadores, adquiriendo mayor importancia en la década de los años 80 con la aparición de los ordenadores personales (PC).

Haciendo un repaso veremos que los sistemas informáticos han ido pasando de unas formas de trabajo a otras más acordes con los medios y tecnologías existentes. Comenzando con los sistemas **centralizados** en los que existe un gran ordenador central, también llamado "host" o anfitrión, que es donde reside toda la capacidad de procesamiento y de almacenamiento. A éste se conectan los terminales remotos que no tienen capacidad de proceso (por este motivo también se los conoce como terminales tontos); la función principal de estos terminales es visualizar la información que reciben del ordenador central y enviarle órdenes mediante el teclado.

De esta arquitectura se pasó a otra **semidistribuida**, evolucionada de la anterior, en la que los terminales remotos son ordenadores y por consiguiente disponen de capacidades de almacenamiento y proceso. En este modo de funcionamiento las aplicaciones ya no residen en el ordenador central, sino en los ordenadores locales, que se conectan con un ordenador central o servidor donde residen los datos de las aplicaciones que han de compartir con todos los usuarios. A estos ordenadores centrales se los denomina servidores. A este tipo de arquitectura también se la denomina cliente/servidor. Con este procedimiento se consigue que los servidores no sean tan grandes y costosos como los "host".

De este modo de funcionamiento se cambia a otro más actual llamado proceso **distribuido**, similar al anterior en cuanto a configuración. En esta arquitectura los clientes u ordenadores de usuario tienen grandes capacidades de procesamiento y almacenamiento, conectándose con distintos ordenadores remotos que hacen de servidores de datos, conexión todos con todos. En este caso la red que los une juega un papel aún más importante, teniendo que ser capaz de conectar a los ordenadores de los usuarios con distintos destinos ofreciendo la seguridad necesaria. Con este modo de operación se consigue que la localización geográfica de los distintos elementos (Host, servidores, ordenadores, etc.) no tenga importancia, facilitando una mayor movilidad y pudiendo reorganizar o recolocar los recursos según las necesidades de cada momento.

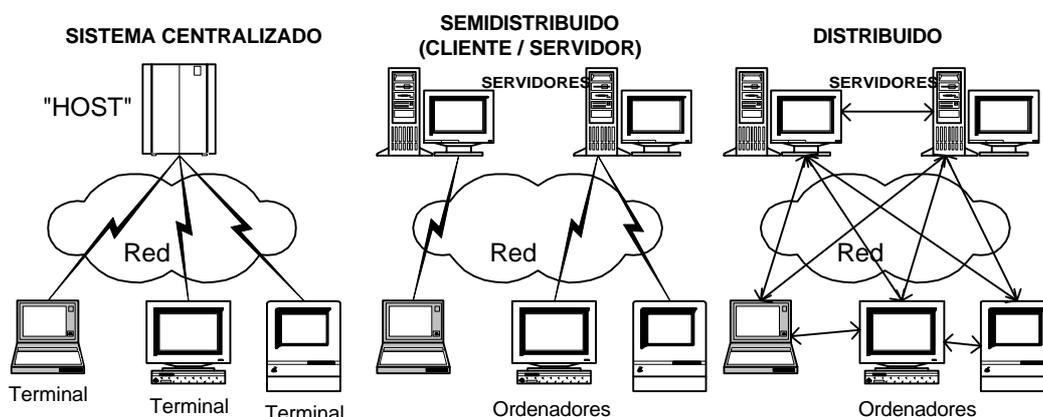


Figura 1.5 Arquitecturas de red entre ordenadores

### 1.2.3 Redes corporativas o de empresa

Las redes corporativas, estén construidas con recursos privados, públicos o combinación de ambos, están constituidas por redes de telecomunicación y sistemas informáticos cuya función es la de facilitar las comunicaciones de voz, datos, imagen, etc. a una empresa.

Tal como se ha comentado anteriormente, la localización y distribución geográfica de las sedes, factorías y delegaciones de una empresa hace que los recursos informáticos, personas, maquinas/herramientas, etc., se encuentren así mismo dispersos geográficamente y por tanto haya que unirlos mediante una red de telecomunicaciones.

Las redes corporativas también han ido evolucionando hasta el día de hoy, siendo en la mayoría de las ocasiones las que hacen avanzar más rápidamente el mundo de las telecomunicaciones. En un principio sólo se utilizaban comunicaciones de voz integrándolas en una centralita telefónica analógica, puesto que la necesidad más básica que puede tener una empresa es la comunicación de voz. Las comunicaciones de datos se limitaban a la información que se transmitían entre el ordenador central y los terminales.

Hoy en día las comunicaciones de voz se realizan mediante centralitas digitales, telefonía móvil e incluso integrándolas en las redes de datos, utilizadas principalmente para comunicación entre ordenadores (RDSI, Frame Relay, ATM,...).

La integración de los recursos de una empresa en una red se consigue uniendo los distintos edificios mediante una red de área extensa (WAN, del inglés Wide Area Network), como pueden ser en el caso de España la red Iberpac/Red UNO, RDSI, o la RTC, o bien con una red de área metropolitana (MAN) según la localización geográfica, es decir en función de la distancia que separe a los edificios.

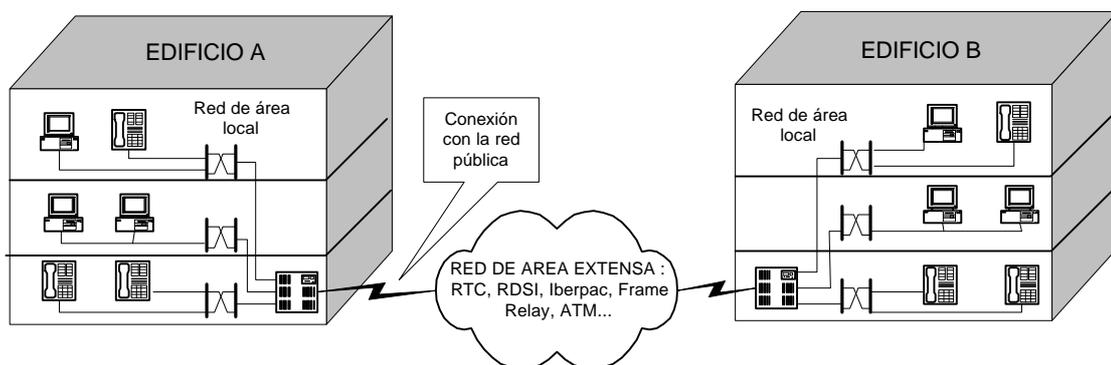


Figura 1.6 Lan-wan-lan unión de redes (edificio-red-otro edificio).

Situados ahora en el entorno de un edificio o sede, entraríamos en el ámbito de las redes de área local (RAL, en inglés LAN), estas redes constituyen la unión entre los distintos equipos informáticos y en algunos casos telefónicos que existen

en un edificio. Están constituidas por distintos elementos como son el cableado, tarjetas de red, hubs, routers, modems, etc., algunos de estos equipos se utilizan para unir las redes LAN con las WAN que a su vez se unen con otra/s LAN de otro/s edificio/s formando la infraestructura de comunicaciones que la empresa necesita.

Debido a la naturaleza de las comunicaciones empresariales, las características que se exige a este tipo de redes se pueden ver en la tabla 1.1.

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCION
Integración de servicios	Las empresas necesitan redes globales de comunicaciones que integren todos los servicios, que unan todas sus dependencias y con el mundo exterior.
Altas prestaciones	Debido a que cada día es mayor la información que se transmite, puesto que las aplicaciones así lo requieren, se necesita una red con un gran ancho de banda para poder soportar esos requerimientos de transferencia de información.
Flexibilidad	El incremento continuo de PC's, servidores, etc, y su movilidad, hace necesario que la red pueda crecer, aumentar el número de usuarios de manera sencilla.
Disponibilidad, calidad y rendimiento	Son términos muy relacionados entre sí, se refieren a que la red este operativa y con la calidad necesaria en el momento que sea requerida por el usuario.
Alta relación coste/servicio	Puesto que las empresas existen para ganar dinero, habrá que minimizar el coste de la red y del envío de información siempre y cuando cumpla con la calidad de servicio mínima exigible.

Tabla 1.1

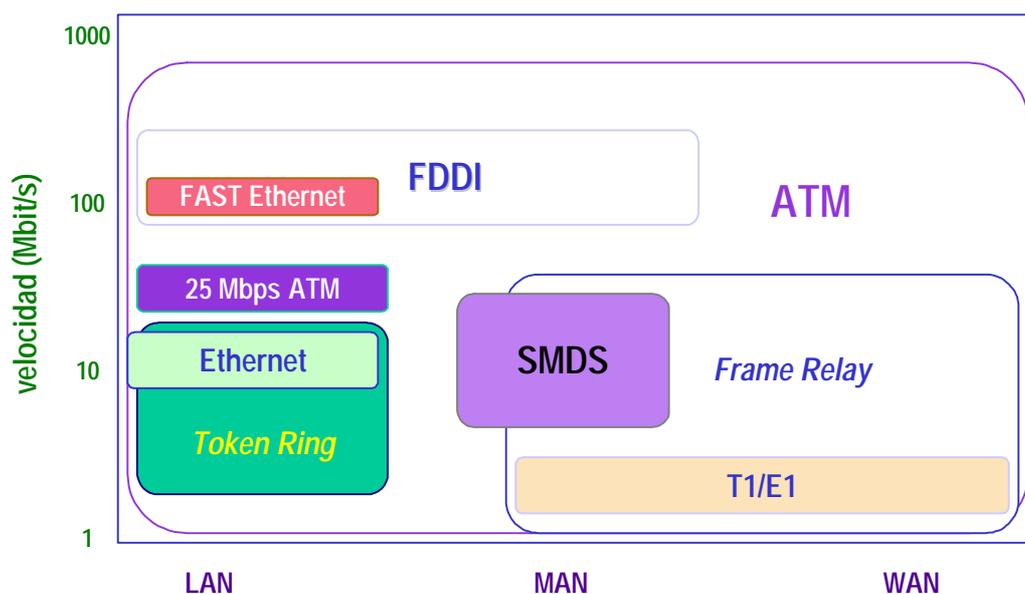


Figura 1.7 Tipos de redes con sus velocidades y las distancias que cubren

## 1.3 TRANSMISION DE LA INFORMACION

En las comunicaciones entre ordenadores, para la transferencia de información entre dos puntos surge la necesidad de establecer un camino de unión a través de los nodos o elemento que forman la red y entonces aparecen distintas topologías o arquitecturas de red. Elegir el método adecuado para realizar esta conexión será un parámetro determinante en el funcionamiento de las redes, ya que de él dependerán los costes, velocidades, rendimiento, configuraciones, etc.

### 1.3.1 Topologías de red

- **Circuitos punto a punto**

Se entiende como circuito punto a punto (ver figura 1.8) aquel que conecta un origen y un destino de manera permanente y sin que exista la posibilidad de conectarse con otros destinos, ni que otros se puedan conectar con estos.



Figura 1.8 Circuito punto a punto entre dos ordenadores

- **Circuitos multipunto**

Son aquellos en los que la línea física de transmisión es utilizada por varios equipos (ordenadores), ver figura 1.9. Se diferencia de la anterior configuración en que al utilizar los mismos recursos para todos los equipos conectados se ahorran costes, siendo por el contrario más compleja su utilización; también tiene el inconveniente de que en cada instante solo puede tener un terminal los recursos de transmisión. Un ejemplo de circuitos multipunto puede ser una red de área local.

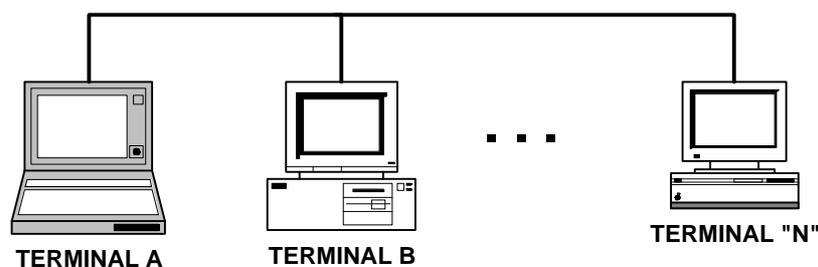


Figura 1.9 Circuito multipunto

- **Redes en estrella**

Son aquellas en las que todos los que acceden a la red conectan con un punto central, este elemento central puede ser un ordenador, un concentrador, una central de conmutación, etc. Este equipo permite que a través suyo se puedan comunicar todos los dispositivos conectados. En la figura 1.10 se puede ver una configuración de red en estrella.

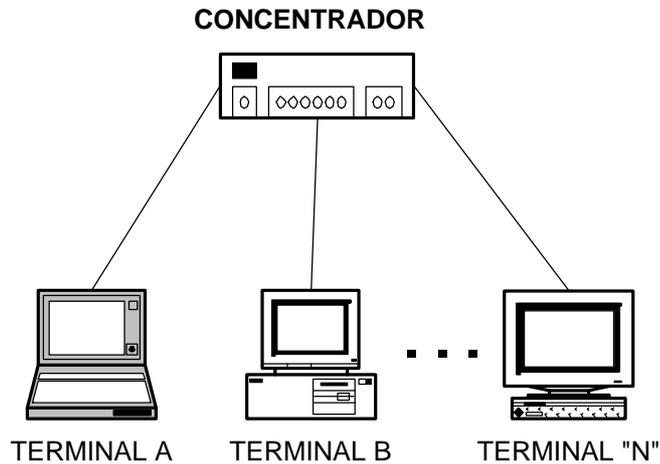


Figura 1.10 Red en estrella

Con esta topología se concentra mucho el riesgo de fallo en el elemento central de la red.

- **Red en malla**

En este tipo de redes todos los elementos se conectan con todos, siendo su configuración muy costosa, (ver figura 1.11) por el contrario tienen un grado de fiabilidad muy alto ya que existen múltiples caminos para establecer la comunicación.

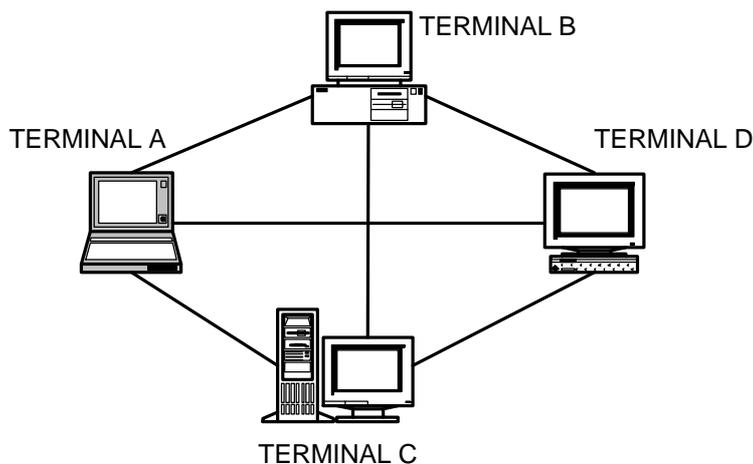


Figura 1.11 Red en malla

- **Red en árbol** (Estructura jerárquica)

Su configuración es similar a las ramas de un árbol invertido, en el que partiendo de un elemento de mayor rango jerárquico o tronco, se va ramificando hasta llegar a los puntos donde se conectan los equipos que acceden a la red (ver figura 1.12).

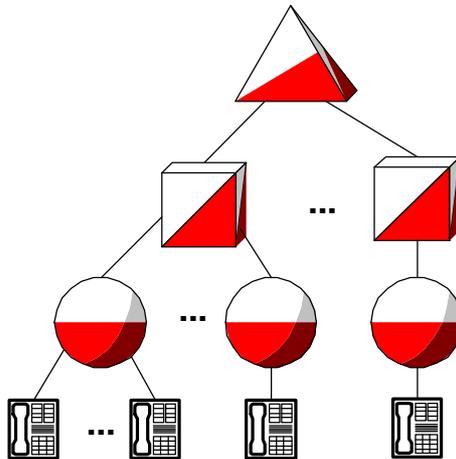


Figura 1.12 Red en árbol

Esta topología de red es muy utilizada para las redes grandes en las que existen muchos puntos de acceso y muy dispersos, como es el caso de las WAN.

### 1.3.2 Redes dedicadas

También llamadas líneas dedicadas; se puede decir que es un modo de llamar a un circuito punto a punto. Como se ha visto anteriormente son líneas de transmisión dedicadas durante todo el tiempo a dar servicio entre un origen y un destino.

El modo de funcionamiento de estas redes puede ser analógico o digital.

Las redes analógicas utilizan equipos que convierten la señal a transmitir (que es de naturaleza digital cuando se trata de redes de datos) en una señal analógica que pueda ser transportada por la red. Los equipos utilizados habitualmente para hacer esta función son los denominados como MODEM (Modulador-DEModulador).

En las redes digitales, o en las que no existe una modulación previa de la señal a transmitir, la información se transmite directamente, aunque en la mayoría de los casos las señales sufren algún proceso de adaptación para su envío al medio de transmisión.

Las características principales de este tipo de redes se pueden ver resumidas en la tabla 1.2.

<b>VENTAJAS</b>	<b>INCOVENIENTES</b>
<b>Rendimiento:</b> se consiguen altos rendimientos de datos en línea	<b>Coste:</b> al ser circuitos para utilización en exclusiva por un usuario, todos los costes se repercuten en el que lo utiliza.
<b>Bajo retardo:</b> no existe establecimiento de conexión previa a la transferencia de información "llamada", ni equipos de conmutación intermedios	<b>Complejidad:</b> cuando queremos conectarnos con más de un punto necesitamos más de un circuito, de manera que cuando el número de puntos a unir aumenta se hace muy complejo interconectar todos los puntos (red en malla).
<b>Disponibilidad:</b> es un recurso que siempre estará disponible para transmitir.	

Tabla 1.2

Cuando se trata de conectar varios puntos, con este tipo de redes se complica mucho ya que necesitaríamos gran cantidad de circuitos; el cálculo lo podemos hacer utilizando la siguiente expresión:

$$C = \binom{N}{2} = \frac{N(N-1)}{2}$$

Donde N es el número de dispositivos a conectar y C el número de circuitos resultante.

Debido a estos inconvenientes en cuanto a costes y complejidad se hace necesario compartir las redes con otros usuarios.

### 1.3.3 Redes compartidas

Son redes en las que los recursos de transmisión, conmutación, gestión, etc., son compartidos entre todos los que se conectan a las mismas. Cada usuario que se conecta a la red solo utiliza una parte de los recursos o bien los recursos disponibles los utiliza durante un periodo de tiempo determinado.

En este tipo de redes las conexiones a lo largo de la red no son permanentes, sino que se establecen solo durante el tiempo que dura la comunicación, siendo liberadas cuando ésta finaliza, de esta manera pueden ser utilizadas por otros usuarios.

Normalmente son redes que ofrecen posibilidades de conmutación y que tienen una estructura jerárquica. Ejemplos de este tipo son la red telefónica conmutada utilizada para la voz, la RDSI utilizada para voz y datos, la red Iberpac utilizada para conmutación de datos, etc.

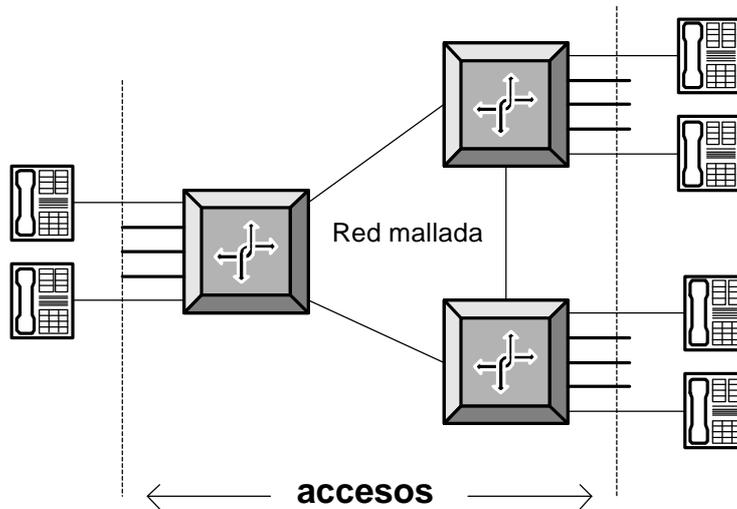


Figura 1.13 Red compartida

Todas estas redes se engloban dentro de las denominadas redes de área extensa WAN, aunque también una red de área local LAN es una red compartida, en la que varios ordenadores comparten el medio físico de transmisión.

Las características principales de este tipo de redes se pueden ver resumidas en la tabla 1.3.

VENTAJAS	INCOVENIENTES
<p><b>Coste:</b> al ser los recursos de la red compartidos por todos los usuarios, los costes también se reparten, resultando más rentable.</p>	<p><b>Compartición de medios (Acceso múltiple):</b> esto supone que no se tiene un camino exclusivo, sino que se comparte con otros usuarios, pudiendo estar ocupado cuando se necesite.</p>
<p><b>Globalidad:</b> normalmente este tipo de redes están muy extendidas geográficamente, siendo más fácil el acceso desde cualquier punto.</p>	<p><b>Retardo:</b> existe un retardo, aunque pequeño, en el establecimiento de las conexiones.</p>
<p><b>Complejidad:</b> cuando se trata de poder conectar con muchos puntos distintos, es mucho más sencillo ya que la red hace funciones de encaminamiento.</p>	

Tabla 1.3

## 1.4 TÉCNICAS DE CONMUTACION

Como se ha visto anteriormente, cuando el número de elementos que se conectan a una red es muy alto la posibilidad de conectar a todos con todos se hace inviable, por lo tanto ha de existir un mecanismo que permita encaminar las comunicaciones, de manera que la información pueda alcanzar el destino deseado.

A esta técnica se la conoce como conmutación, existiendo distintos tipos:

- Conmutación de circuitos.
- Conmutación de mensajes.
- Conmutación de paquetes.

Cada método o técnica de conmutación se utiliza preferentemente en un tipo de servicio de telecomunicaciones:

- Las redes telefónicas de voz utilizan la conmutación de circuitos.
- La conmutación de mensajes es utilizada por las redes telegráficas.
- Las redes de datos utilizan principalmente conmutación de paquetes, aunque pueden utilizar otras.

### 1.4.1 Conmutación de circuitos

Las redes de conmutación de circuitos consisten en una serie de centrales de conmutación (conmutadores) interconectadas entre sí, de manera que a través de éstas se unen una serie de puntos, estableciendo el camino físico entre el origen y destino.

La característica clave de esta técnica es que el camino es fijo y permanece establecido durante todo el tiempo que dura la transmisión, siendo independiente de la información enviada, es decir, aunque no se envíe información el trayecto permanece fijado.

El camino físico se establece en cada punto de conmutación en función del destino, de los circuitos o enlaces libres y del tráfico cursado entre otros.

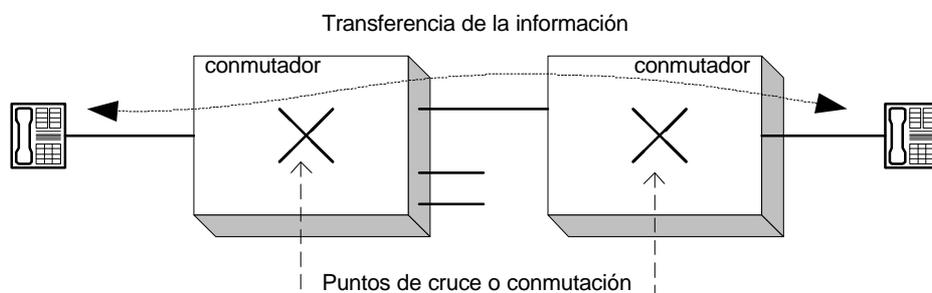


Figura 1.14 Técnica de conmutación de circuitos.

Las características de la técnica de conmutación de circuitos son:

- El ancho de banda es fijo e invariable.
- Retardo bajo en la fase de establecimiento de la conexión.
- La red se comporta de manera transparente a la información que viaja.
- Se establece un camino físico entre los extremos de la red.
- El retardo de la información para llegar desde el origen al destino es constante y muy bajo, esta técnica es por tanto ideal para transmitir información sensible al retardo como la voz y el vídeo.

### 1.4.2 Conmutación de mensajes

Esta técnica se basa en el envío de mensajes por los centros de red o centros de conmutación hacia su destino, siendo transmitidos una vez que estos centros han recibido el mensaje completo procedente del remitente.

Los mensajes son entidades completas de información (un bloque de datos), unidireccionales y que viajan de un origen a un destino. Este bloque de datos lleva una cabecera en la que figura la dirección del destinatario del mensaje, por este motivo no es necesario el establecimiento previo de una comunicación ni de un camino físico como en el caso de la conmutación de circuitos.

Esta técnica se basa en una forma de trabajar que consiste en el almacenamiento y reenvío, puede verse en la figura 1.15.

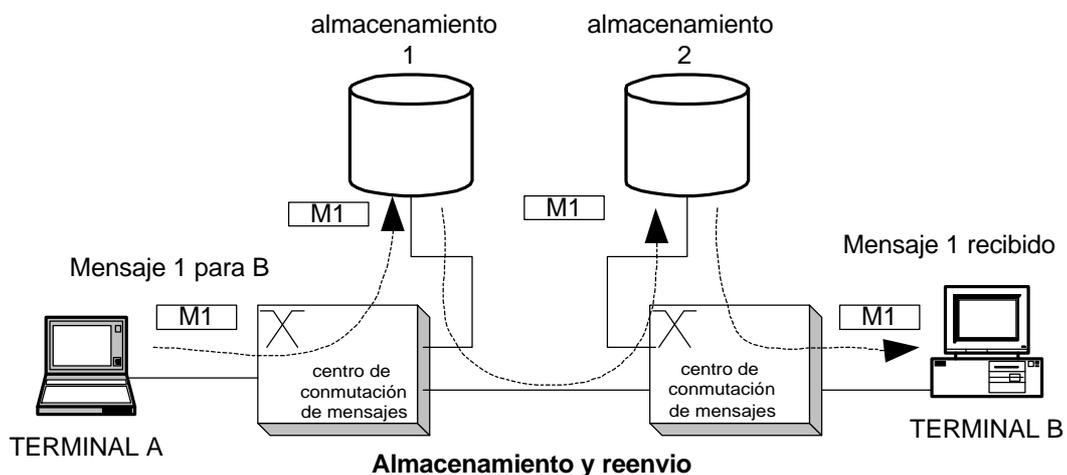


Figura 1.15 Técnica de conmutación de mensajes

Las características principales de la técnica de conmutación de mensajes son:

- No se necesita un establecimiento previo al envío de mensajes (llamada).
- El mensaje se almacena y reenvía según va pasando por los nodos de la red.
- Debido a las fases de almacenamiento y reenvío existe un retardo importante desde que se envía el mensaje hasta que se recibe, este retardo además es muy variable.

- Los nodos de la red, debido a la fase de almacenamiento, necesitan grandes cantidades de memoria.
- No es necesario que los terminales estén conectados o en línea simultáneamente.
- Los mensajes son puestos en una cola para el envío, cuando existe mucho tráfico resulta un inconveniente porque los retardos son muy grandes.
- Los recursos de la red son compartidos de una manera eficiente, ya que no están dedicados en exclusiva para un usuario.
- No existe un canal físico de comunicación, la información llega en diferido.
- No es necesario que los terminales sean totalmente compatibles entre sí, puede existir un elemento intermedio que traduzca la velocidad, el código del mensaje, etc.

### 1.4.3 Conmutación de paquetes

Para solventar algunos de los problemas de la conmutación de mensajes surge esta técnica de conmutación que es bastante parecida en cuanto a principio de funcionamiento. Frente a la conmutación de circuitos tiene la ventaja de que optimiza los medios y métodos empleados para la transferencia de información.

Consiste en trocear el mensaje origen en bloques más pequeños, de longitud fija o variable, a los que se añade una cabecera que los identifica para ser enviados a la red. A estas unidades de datos generalmente se las denomina paquetes.

Los paquetes una vez que se han enviado a la red viajan de nodo en nodo hasta llegar al destino final, en el que han de agruparse para formar el mensaje original. Esta técnica consiste, al igual que la conmutación de mensajes, en el almacenamiento y reenvío pero de paquetes en lugar de mensajes completos.

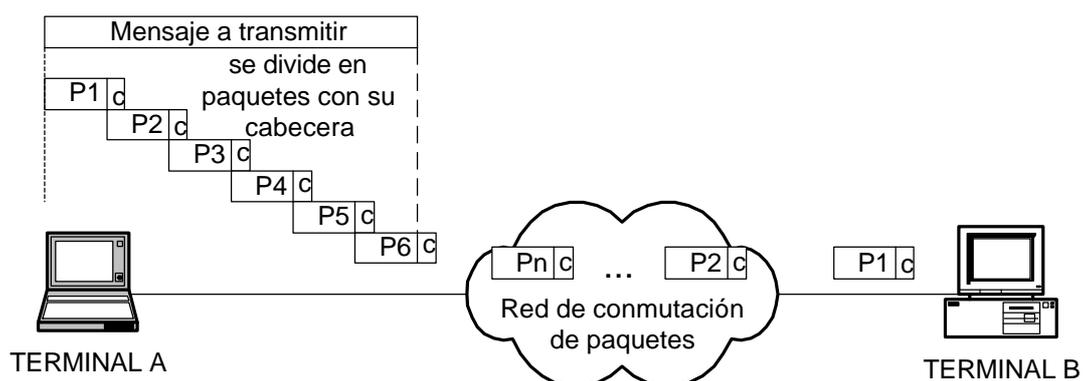


Figura 1.16 Conmutación de paquetes

Las principales características, ventajas e inconvenientes de este modo de operación son las siguientes:

Ventajas:

- Alta eficiencia: los recursos de la red son compartidos estadísticamente por todos los usuarios.
- Menor coste: al ser los recursos compartidos también se reparten los costes, resultando ventajoso para el usuario en comparación con otros medios como las líneas dedicadas.
- Desequilibrio de velocidades: la velocidad o capacidad de transferencia de información en un extremo no tiene porqué ser la misma que en el otro, puesto que los nodos de la red tienen memoria de almacenamiento intermedio, la capacidad de transferencia en el origen puede superar a la del destino.
- Posibilidad de rutas alternativas: en un tipo de conexión existente (datagrama), existe la posibilidad de que los paquetes viajen cada uno por distintas rutas.
- La velocidad de la línea física de transmisión empleada es independiente de la velocidad de transferencia de información efectiva en cada instante, el ancho de banda se asigna dinámicamente, utilizándose solo cuando hay información a transmitir.

Inconvenientes:

- El retardo de propagación que aunque es pequeño existe, es menor que en el caso de la conmutación de mensajes pero mayor que en el caso de circuitos.
- El retardo de propagación no es constante, según las condiciones de la red en cada instante en cuanto a tráfico y tamaño de los paquetes principalmente, los retardos desde el origen al destino varían con cada paquete, esto es un inconveniente para algunos tipos de servicios como la voz y el vídeo.
- La memoria de los nodos (cola o buffer) es en la que se almacenan los paquetes hasta que hay posibilidad de enviarlos, esto hace que los nodos sean más complejos por la gestión que tienen que hacer de esta memoria y puede ser un problema cuando se produce congestión en la red debido al exceso de tráfico.
- Al existir la posibilidad de que los paquetes viajen por distintos caminos, pueden llegar al destino en distinta secuencia, con lo que hay que reorganizar los paquetes a su llegada.
- El control de flujo de la información se realiza entre los nodos de la red y entre nodo y terminal de usuario por lo que se pierde tiempo y capacidad de transferencia de información. Cuando existe congestión, el método que habitualmente utilizan las redes de conmutación de paquetes para que los nodos puedan cursar todo el tráfico es obligar a que los terminales no metan más datos en la red. Esto es consecuencia de la compartición de recursos, ya que al contrario de lo que ocurre con la técnica de conmutación de circuitos, en esta no se reservan recursos de la red en exclusiva para una comunicación.

En este modo de funcionamiento existen dos modalidades de encaminamiento o enrutamiento: datagrama y circuito virtual.

Estos dos modos de operación son muy importantes puesto que implican la manera de funcionar internamente la red y por tanto que ésta pueda ofrecer

determinados tipos de servicios e incluso que se tenga que emplear unos protocolos u otros.

- **Circuito virtual**

En este modo de operación, antes del envío de información a su destino hay que establecer un camino virtual entre el origen y el destino, de modo que una vez establecido todos los paquetes viajan por la misma ruta (ver figura 1.17), esto es similar a la fase de establecimiento de llamada en la red telefónica básica y al igual que en ésta, una vez que se han enviado todos los paquetes se procede a la liberación del circuito para que pueda ser utilizado por otra comunicación.

Con este modo de funcionamiento se dice que la red o el protocolo utilizado es orientado a la conexión. Por tanto los protocolos orientados a la conexión establecen circuitos virtuales para la transferencia de información.

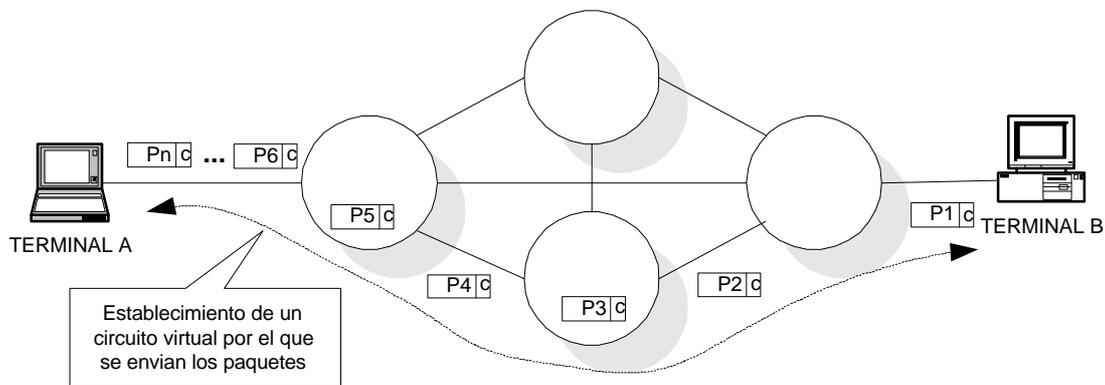


Figura 1.17 Envío de paquetes mediante la técnica de circuito virtual

Existen dos modalidades de circuito virtual:

- Circuito Virtual Permanente (CVP): en el que la asignación del encaminamiento está previamente establecido y es fijo a través de todos los nodos de la red para dos terminales dados, no existiendo fase de establecimiento y liberación del circuito.
- Circuito Virtual Conmutado (CVC): en este caso sí existe la fase de establecimiento del circuito, en la que se fija el camino a través del cual circularán los paquetes, este camino se fija entre el origen y el destino para cada llamada.

En ambas modalidades el circuito virtual no es un circuito físico, sino que por un circuito físico se establecen varios circuitos virtuales, tantos como comunicaciones existan desde o hacia ese terminal, ocupando cada una un canal lógico del enlace o circuito físico, resultando así que un camino físico entre un terminal y un nodo de red o entre dos nodos de la red, es compartido por varios circuitos virtuales.

- **Datagrama**

En este caso no existe un establecimiento de un camino o ruta entre el origen y el destino previo a la transferencia de información, por tanto tampoco existe una liberación posterior. El encaminamiento lo realizan los nodos de la red con la información del destino que existe en la cabecera de cada uno de los paquetes de datos que viajan por la red.

De esta manera y en función de las condiciones de operación de la red en cada instante en cuanto a tráfico, congestión de rutas, ruta más corta, etc. el nodo elige qué camino ha de tomar cada uno de los paquetes que tiene en la cola de espera para el envío, pudiendo dos paquetes que viajan del mismo origen al mismo destino tomar distintos caminos, que a su vez pueden tener distintos retardos, llegando entonces los paquetes a su destino con una secuencia incorrecta (desordenados).

Cuando la red utiliza este modo de encaminamiento se dice que la red o el protocolo utilizado es no orientado a la conexión.

Este modo de operación tiene ventajas y desventajas frente al circuito virtual. Es un modo de funcionamiento más sencillo pero que a cambio exige un mayor control por parte de la red ya que tiene que tomar decisiones de encaminamiento paquete a paquete, por el contrario es un medio más flexible para encaminar la información.

Una desventaja es que los paquetes pueden llegar fuera de secuencia a su destino y por lo tanto con retardos muy variables.

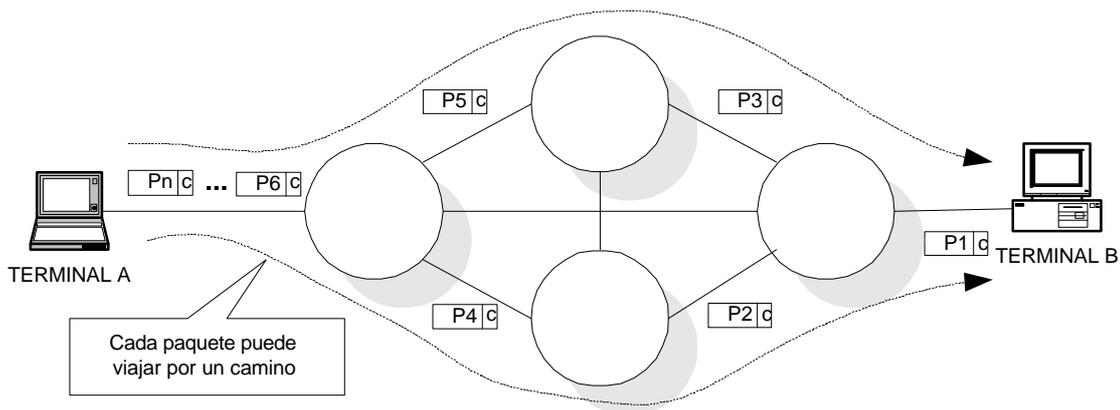


Figura 1.18 Envío de paquetes mediante la técnica de datagrama

- **Diferencias entre circuito virtual y canal lógico**

La multiplexación de más de una comunicación por una línea física es llamado circuito virtual (ver figura 1.19).

- **Circuito virtual:** es la relación de conexión extremo a extremo entre dos dispositivos de usuario a través de la red. Un circuito virtual se constituye habitualmente por varios circuitos físicos consecutivos hasta completar la unión origen – destino.
- **Canal lógico (LCN, del inglés Logical Chanel):** es la relación de la conexión local entre usuario y red. El canal lógico tiene significado local en la interfaz entre el terminal de usuario y la red en cada lado de la red. La numeración de los canales lógicos es realizada en cada cara de la red y el N<sup>o</sup> del canal lógico local es normalmente diferente al N<sup>o</sup> remoto.

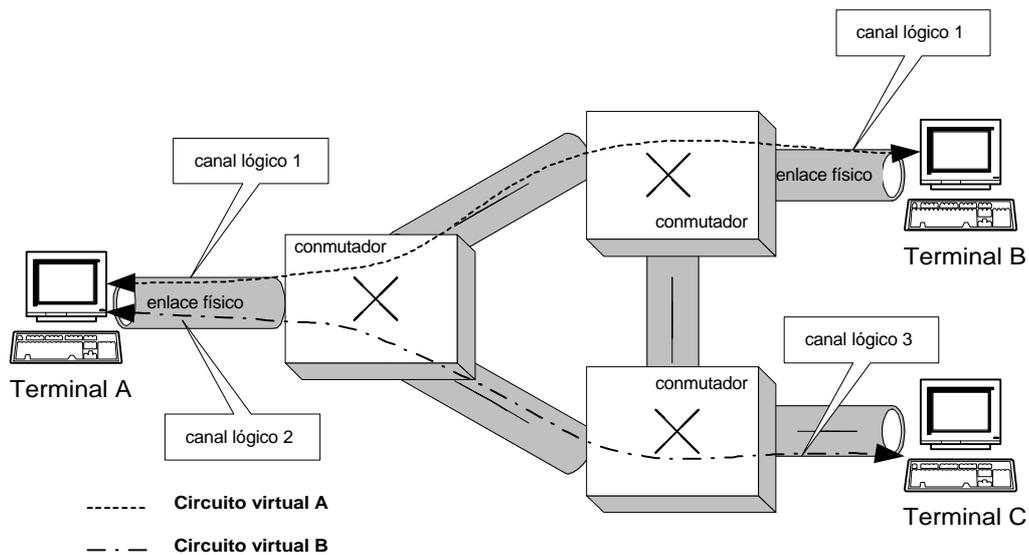


Figura 1.19 Canales lógicos y circuitos virtuales en una comunicación

Una sesión o conexión específica entre dos terminales, es identificada durante el tiempo que dura por el mismo par de canales lógicos uno en el origen y el otro en el destino. Dentro de la red, los nodos por los que se ha establecido el circuito virtual tienen también su propia numeración de canales lógicos.

## RESUMEN

Telemática es la asociación de técnicas de las telecomunicaciones y la informática que permiten realizar a distancia el intercambio de datos y control automático, utilizando para ello terminales específicos.

Los servicios de telecomunicaciones son acciones que satisfacen una necesidad de comunicaciones intercambiando información.

Los servicios de telecomunicaciones se pueden dividir en servicios portadores, servicios finales o teleservicios y servicios suplementarios.

Los servicios telemáticos se basan en redes de telecomunicaciones conectadas a unos centros proveedores de servicios.

La evolución de las redes telefónicas comienza con la aparición del primer teléfono. Las primeras centrales eran totalmente manuales evolucionando a las electromecánicas, semielectrónicas, electrónicas y por último digitales. Apareciendo con éstas la Red Digital Integrada que evolucionaría una vez digitalizado el bucle de abonado hacia la Red Digital de Servicios Integrados.

La tendencia es evolucionar hacia una red de banda ancha que integre todo tipo de servicios.

Las redes de datos aparecen en los años 60 teniendo una arquitectura host – terminal, evolucionando hacia otra llamada cliente/servidor y por último a una distribuida en la que todos los ordenadores se pueden conectar con todos.

Las redes corporativas están constituidas por redes de telecomunicación y sistemas informáticos que pueden ser privados, públicos o combinación de ambos.

Una característica de las redes corporativas es que generalmente han de unir edificios que se encuentran dispersos geográficamente.

Las características que se le pide a este tipo de redes es que integren todos los servicios, que tengan buenas prestaciones, sean flexibles, den suficiente calidad y tengan buena relación calidad/precio.

Transmisión es la capacidad de transportar información entre dos elementos.

Para transmitir información entre dos puntos hay que establecer físicamente un camino entre los mismos apareciendo distintas topologías: circuitos punto a punto, circuitos multipunto, redes en estrella, redes en malla y redes en árbol.

Las redes o líneas dedicadas son circuitos punto a punto que están dedicados durante todo el tiempo a dar servicio entre un origen un destino.

Las redes compartidas son aquellas en las que los recursos de transmisión, conmutación, gestión, etc., son compartidos entre todos los que se conectan a las mismas.

Cuando el número de elementos que se conectan a una red es muy alto, la posibilidad de conectar a todos con todos se hace inviable, por lo que surge la necesidad de la conmutación, que es un mecanismo que permite encaminar las comunicaciones, existiendo distintos tipos:

- Conmutación de circuitos.
- Conmutación de mensajes.
- Conmutación de paquetes.

Dentro de la conmutación de paquetes hay dos modalidades: Datagrama y circuito virtual que a su vez puede ser conmutado o permanente.

A la multiplexación de más de una comunicación por una línea física es llamado circuito virtual.

## EJERCICIOS DE AUTOEVALUACION

1. Si en una red tenemos 4 elementos o nodos y queremos conectarlos de manera que formen una red mallada, ¿cuántos circuitos de unión necesitamos?.

- a: 12.
- b: 6.
- c: 4.

2. Las líneas dedicadas, ¿permiten compartir información con otros usuarios?.

- a: En ocasiones.
- b: Siempre.
- c: Nunca.

3. ¿Qué técnica de conmutación se basa en el almacenamiento y reenvío de la información?.

- a: Paquetes.
- b: Mensajes.
- c: Ambas.

4. En una red mallada, si falla un enlace entre nodos, ¿qué ocurre?.

- a: La comunicación no se puede realizar.
- b: Se bloquea la red.
- c: La comunicación se puede efectuar por otro camino de la red.

5. En la técnica de conmutación de paquetes, si previamente al envío de información no existe establecimiento de un circuito, se llama:

- a: Circuito virtual permanente.
- b: Circuito virtual conmutado.
- c: Datagrama.

6. En una red en la que los ordenadores conectados se pueden comunicar todos con todos, se dice que es una arquitectura de red:

- a: Centralizada o host/terminal.
- b: Distribuida.
- c: Cliente/Servidor.

7. En una comunicación de datos, un canal lógico se establece:

- a: Entre los terminales origen y destino.
- b: Entre el terminal y el nodo de la red en cada lado de la red.
- c: Entre el terminal origen y el último nodo de la red.

TEMA 2

**PRINCIPIOS DE COMUNICACIONES  
DE DATOS**



## INTRODUCCION

En este tema veremos las características de la información a transmitir así como su adaptación al medio físico en forma de señales eléctricas.

También se tendrán en cuenta los conceptos básicos aplicados en el envío de las señales de datos de un punto a otro, considerando la velocidad, los modos de operación, la sincronización de las señales, etc.

Otro punto a tratar es el del interfaz de unión entre dispositivos de transmisión de datos, así como sus características eléctricas y de funcionamiento.

Por último nos detendremos en los equipos más comúnmente utilizados para el acceso y conexión a las redes de datos. Se trata de equipos que utilizan las redes de cobre, redes telefónicas, que son las más extendidas a nivel mundial.

## ESQUEMA DE CONTENIDO

Conceptos previos.

- ✓ La información.

Transmisión de señales analógicas y digitales.

- ✓ Señales analógicas y digitales.
- ✓ Transmisión de señales.
- ✓ Líneas de transmisión

Aspectos de las comunicaciones de datos.

- ✓ Transmisión serie y paralelo.
- ✓ Sincronismo.
- ✓ Clasificación según su dirección.
- ✓ Transmisión a 2 y 4 hilos.
- ✓ Velocidades de modulación y transmisión.

Interfaz normalizado ETD – ETCD.

- ✓ Interfaz de comunicaciones para datos.

Tecnologías y equipos de acceso a las redes de datos.

- ✓ Módem. Tipos.
- ✓ Unidades de Terminación de Red.
- ✓ Equipos xDSL.



## 2.1 CONCEPTOS GENERALES

Como ya hemos visto, para transportar información de un punto a otro ha de haber un camino físico entre el origen y el destino, a este medio se le denomina canal de comunicación (ver figura 2.1). Para que la información enviada por un extremo de ese canal se reciba correctamente en el otro extremo, la información a transmitir tiene que sufrir un proceso de codificación y adaptación al medio, siendo necesario que cumpla una serie de requisitos como son la velocidad, la sincronización, etc.

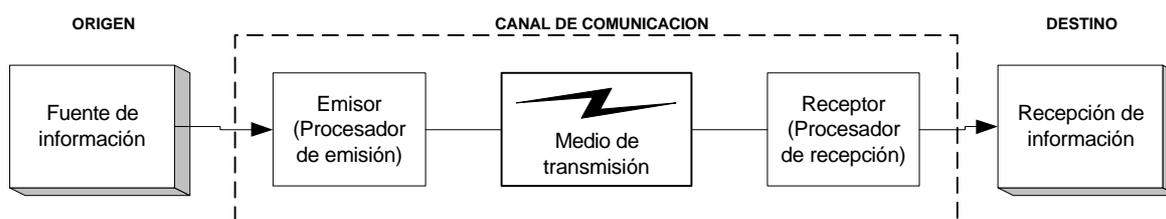


Figura 2.1 Transmisión de la información

En las redes de comunicaciones de datos generalmente se trata de conectar a dos o más equipos informáticos para que se puedan transferir información entre ellos.

Partimos de la base de que los ordenadores y equipos de datos trabajan con información digital binaria, señal que solo puede tomar dos estados. Cuando estos ordenadores se quieren comunicar, porque tienen información de un usuario para otro, se enviarán mensajes que están compuestos por una secuencia de bits que tendrán que codificarse, de manera que el ordenador que los reciba pueda “entender” esa información y manejarla de la forma adecuada.

Las señales que se transmiten por el canal de comunicación tendrán que cumplir una serie de requisitos como son el momento exacto y la velocidad adecuada para el envío de los datos previamente codificados (ver figura 2.2).

En este tema tratamos la parte de adaptación de las señales al medio de transmisión dejando para el siguiente la parte de codificación junto con la de las características de protocolos.

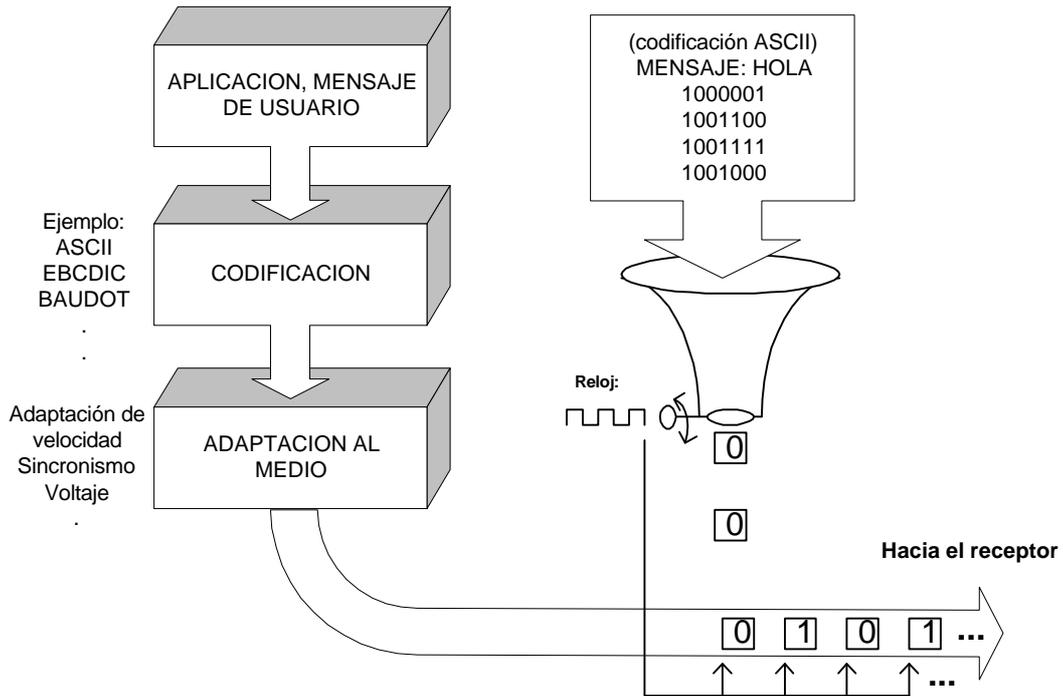


Figura 2.2 Codificación y envío de información

## 2.2 TRANSMISION DE SEÑALES ANALOGICAS Y DIGITALES

### 2.2.1 Señales analógicas y digitales

Toda señal eléctrica está caracterizada por una serie de parámetros como son la amplitud de la señal, su frecuencia y la fase. La amplitud indica el valor de la magnitud física de la señal, por ejemplo el voltaje o la corriente; la frecuencia siempre que sea una señal periódica, es el número de veces que esta señal se repite en un periodo de tiempo de un segundo y la fase representa el avance o retraso del paso por cero de la amplitud de la señal con respecto al origen de tiempos.

Una señal analógica es aquella señal cuya variación de amplitud es continua en el tiempo, pudiendo tomar en cada instante de tiempo infinitos valores (figura 2.3).

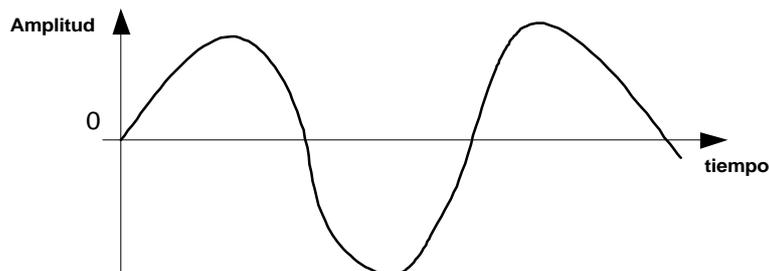


Figura 2.3 Señal analógica

Una señal digital es aquella que solo puede tomar un número de valores discretos a lo largo del tiempo, en cada instante de tiempo solo puede tomar una serie de valores finitos. Su variación por tanto presenta discontinuidades en el tiempo, esto lo podemos ver en la figura 2.4.

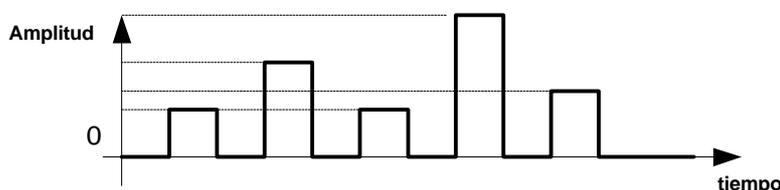


Figura 2.4 Señal digital

Una diferencia fundamental entre señales analógicas y digitales es la variación de su amplitud.

La información digital básica y más utilizada en comunicaciones de datos es el bit (Binary digIT), esta información es representada por señales que pueden tomar dos valores o estados distintos, “alto” y “bajo” o “1” y “0”.

## 2.2.2 Transmisión de señales

Para transmitir una información por un sistema de telecomunicaciones, existe la posibilidad de transmitir la señal de manera analógica o digital.

Esta señal tendrá una atenuación en el medio de transmisión y además podrá sufrir una serie de perturbaciones, internas o externas al propio medio como pueden ser: distorsiones, diafonías, ruidos e interferencias, que harán que la señal se altere y no llegue exactamente la misma información al destino.

Todas estas alteraciones las sufren por igual tanto las señales analógicas como las digitales, sin embargo no las afecta de la misma manera, caracterizándose cada una por tener sus ventajas e inconvenientes.

Sobre la transmisión de señales digitales podemos enunciar las siguientes ventajas:

- Regeneración de la señal: debido a que la señal que se transmite está formada por niveles perfectamente definidos. Cuando la señal llega al receptor o a un amplificador/regenerador, resulta más fácil discernir entre los diferentes niveles posibles, de esta manera se recupera la señal libre de errores siempre que las perturbaciones no sean tan grandes que produzcan desplazamientos en el nivel que haga que el receptor se equivoque de estado.

Esta es una ventaja frente a la transmisión de señales analógicas en las que una vez degradada la señal el efecto es irreversible, no pudiéndose obtener

posteriormente la señal libre de errores. También los amplificadores y equipos activos que son atravesados por la señal, son más complejos en el caso de señales analógicas, ya que tienen que tener una respuesta muy lineal para no producir distorsiones ni alteraciones a la señal.

- Funcionamiento con baja relación señal/ruido: como se ha comentado, el receptor tiene facilidad para discriminar los distintos estados discretos que puede tomar la señal. Las perturbaciones son de naturaleza analógica, por lo que fijando los estados posibles de la señal de una manera adecuada, deberá haber una alteración grande de la señal para que el receptor detecte un estado que no se corresponde con el nivel transmitido. Esto hace que los sistemas funcionen correctamente con una baja relación señal/ruido, por ejemplo en banda base basta una relación señal/ruido del orden de 20 db. para no superar un error por cada millón de bits transmitidos.

Las desventajas de la transmisión de señales digitales frente a las analógicas principalmente son:

- Mayor requerimiento de ancho de banda. Las señales digitales por su naturaleza y su brusca variación de niveles con respecto al tiempo necesitan un medio con un gran ancho de banda para su transmisión ya que de lo contrario estas variaciones se ven alteradas, filtrándose la señal y llegando a su destino en unas formas imposibles de reconocer. Este problema se intenta corregir utilizando, como veremos más adelante, determinados códigos de línea.

Las señales analógicas suelen tener un espectro en frecuencias mucho más simple, siendo por ejemplo para una señal sinusoidal determinada una única línea vertical en todo el margen de frecuencias.

- Necesidad de conversión A/D y D/A. La mayoría de las fuentes de información son analógicas (voz, imagen,...), por lo que para transportarlas de manera digital previamente hay que convertirlas de analógico a digital, teniendo que hacer en el destino la operación inversa. Sin embargo cuando se trata de transferir información entre sistemas digitales (ordenadores, redes,...), la información ya está en formato digital por lo que puede ser una ventaja, en cualquier caso también habrá que traducir la señal digital a determinados códigos de línea para su envío, (apartado 2.5.2).
- Sincronización en el tiempo. Cuando la señal digital llega al receptor, éste debe de ser capaz de discernir entre los distintos niveles que puede tomar ésta, pero además ha de poder determinar los instantes precisos en los que la señal cambia de estado para que no se produzcan errores de tiempo. Para hacer esta operación, el receptor ha de disponer de un reloj que le indique la sucesión de instantes en los que puede variar la señal; otra posibilidad es que el receptor rescate el reloj de la propia señal que está recibiendo.

### 2.2.3 Líneas de transmisión

Es el medio utilizado para la unión entre distintos equipos de transmisión de información. En función de la naturaleza de las señales que transportan se pueden clasificar en analógicas y digitales.

Líneas analógicas en banda vocal: su margen de utilización está comprendido entre los 300 y los 3400 hercios, estando constituidas por pares metálicos que son las que normalmente llegan hasta el usuario, sistemas analógicos de transmisión utilizando la técnica de multiplexación por división de frecuencias (MDF) y sistemas digitales de transmisión usando la técnica de multiplexación por división en el tiempo (MDT).

Líneas digitales: se utilizan para cualquier ancho de banda, estando formadas por pares metálicos hasta 2 Mbit/s, cable coaxial para velocidades iguales o superiores a 2 Mbit/s y distancias cortas, fibra óptica para velocidades superiores a 2 Mbit/s y distancias largas y los sistemas digitales de transmisión como la Jerarquía Digital Síncrona (JDS).

## 2.3 ASPECTOS A TENER EN CUENTA EN LAS COMUNICACIONES DE DATOS

El envío de información entre dos dispositivos se puede realizar de diferentes formas teniendo en cuenta los siguientes parámetros y modos de transmisión que caracterizan el enlace de datos.

### 2.3.1 Transmisión serie

Este modo de transmisión se caracteriza porque los datos son enviados uno a uno, bit a bit, uno a continuación de otro de manera secuencial y por un único canal de transmisión, (ver figura 2.5).

Normalmente se utiliza cuando la distancia entre emisor y receptor es grande, ya que, a diferencia de la transmisión en paralelo, permite economizar circuitos físicos o canales de transmisión.

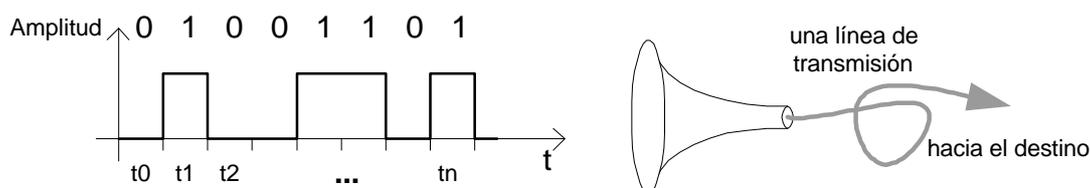


Figura 2.5 Transmisión de una señal en serie

### 2.3.1 Transmisión paralelo

En este modo de operación se envían en cada instante de tiempo varios datos simultáneamente, utilizando para ello varios circuitos entre el emisor y el receptor, tantos como datos se envían cada vez, (figura 2.6).

Frente a la transmisión en serie tiene la ventaja de que multiplica la velocidad por el número de datos que se envían simultáneamente, pero tiene la desventaja de necesitar varios circuitos, estando recomendada para pequeñas distancias (del orden de unos metros como máximo).

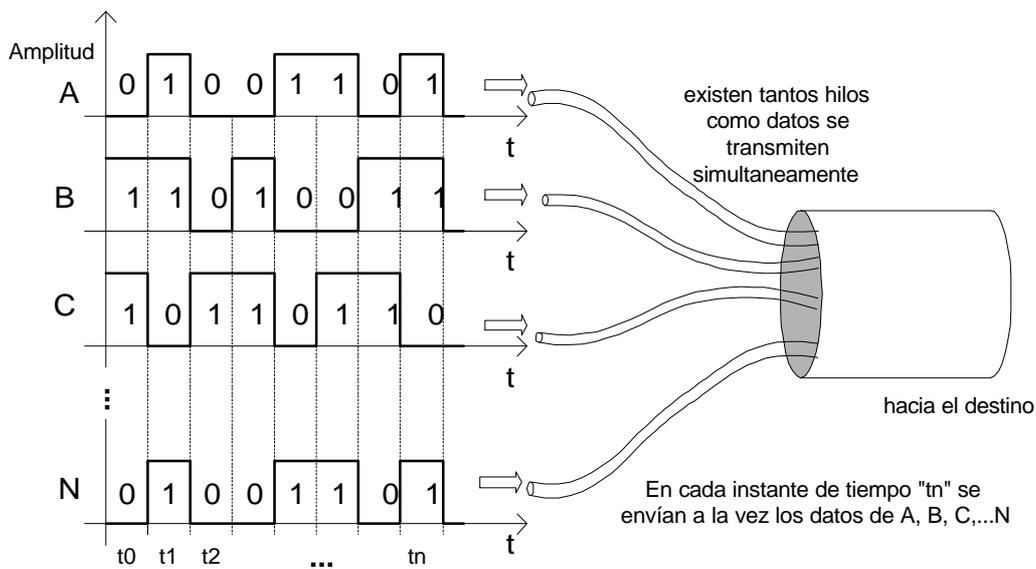


Figura 2.6 Transmisión de señales en paralelo

### 2.3.3 Sincronismo

En la transmisión digital, para que el receptor pueda recuperar la información, es absolutamente necesario que esté sincronizado con el emisor, esto es que tengan como referencia la misma base de tiempos.

- **Señal anisícrona**

Se llama anisícrona a una señal digital cuando los instantes significativos de la misma aparecen en cualquier momento, sin ninguna restricción; la duración de los impulsos que representan los datos no tienen porqué ser múltiplos (ver figura 2.7).

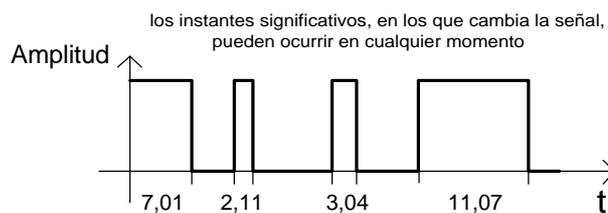


Figura 2.7 Señal anisícrona

- **Señal isócrona**

Se llama isócrona a una señal digital cuando los intervalos significativos son múltiplos de un determinado valor "T", ver figura 2.8.

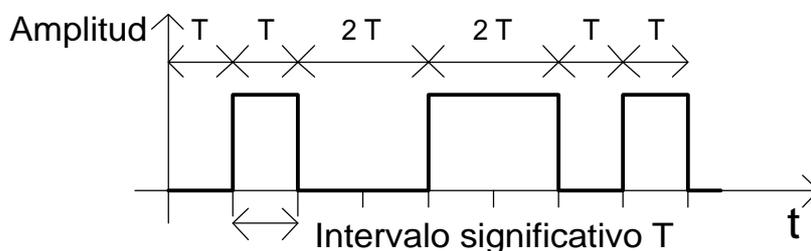


Figura 2.8 Señal isócrona

Normalmente las señales digitales son generadas teniendo como referencia un reloj o base de tiempos. Si una señal es generada por un único reloj todas las transiciones entre elementos serán múltiplos de un mismo valor "T", siendo la señal resultante isócrona.

- **Transmisión síncrona**

En transmisión síncrona se envía, además de los datos la señal de reloj; de esta manera el receptor se sincroniza con el emisor y determina los instantes significativos de la señal que recibe (figura 2.9).

Los datos se transmiten de manera consecutiva entre el emisor y el receptor, con un flujo constante que viene determinado por la señal del reloj de sincronismo.

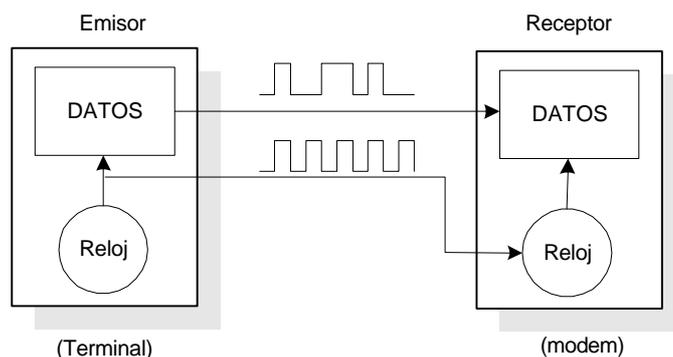


Figura 2.9 Transmisión síncrona

Cuando se trata de transmisión de señales por pares metálicos en donde intervienen un terminal u ordenador (ETD) y un módem (ETCD), la señal o reloj de sincronismo del emisor puede generarse en cualquiera de estos dispositivos siendo común para ambos. En el receptor el módem es el encargado de generar la señal de sincronismo a partir de la señal que le llega por la línea.

En la transmisión síncrona los datos que se envían se agrupan en bloques formando tramas, que son un conjunto consecutivo de bits con un tamaño y estructura determinados.

Este tipo de transmisión es más eficiente en la utilización del medio de transmisión que la asíncrona, siendo también más inmune a errores por lo que se suele usar para mayores velocidades que la asíncrona.

- **Transmisión asíncrona**

Este modo de transmisión se caracteriza porque la base de tiempo del emisor y receptor no es la misma, lo podemos ver en la figura 2.10, empleándose un reloj para la generación de datos en la transmisión y otro distinto para la recepción.

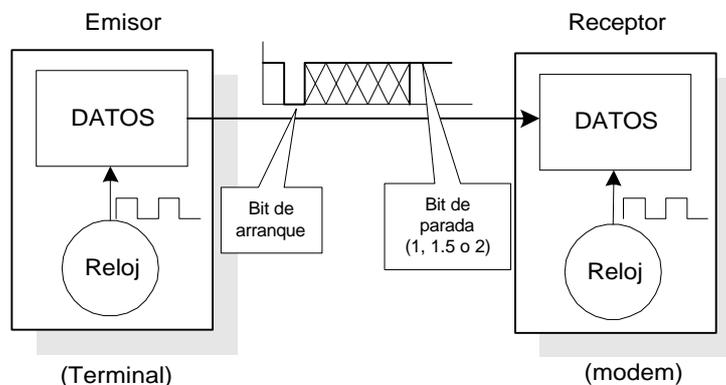


Figura 2.10 Transmisión asíncrona

En este tipo de transmisión la información se transmite por palabras, bytes o conjunto de bits, estando precedidos estos bits por un bit de arranque o “start” y finalizando con al menos un bit de parada o “stop” pudiendo ser también 1,5 o 2 bits. A este conjunto de bits se le denomina carácter, pudiéndose transmitir en cualquier momento, es decir que entre dos informaciones consecutivas (al contrario de lo que ocurre en la transmisión síncrona) no tiene porqué haber un tiempo que sea múltiplo de un elemento unitario “bit”.

En este tipo de transmisión, el receptor sincroniza su reloj con el transmisor usando el bit de arranque que llega con cada carácter.

### 2.3.4 Clasificación de los sistemas de transmisión

Los sistemas se pueden clasificar según su direccionalidad y momento en el que se efectúa la transmisión en los siguientes tipos:

- **Símplex**

En este modo solo es posible la transmisión en un sentido, del terminal que origina la información hacia el que la recibe y procesa. Un ejemplo claro de este tipo son las emisoras de radiodifusión.

- **Semidúplex (half – dúplex)**

Permite la transmisión en ambos sentidos de manera alterna. Un ejemplo de este tipo son las transmisiones efectuadas por radioaficionados.

- **Dúplex (full – dúplex)**

Consiste en la transmisión en ambos sentidos de manera simultánea. Esta forma de trabajo es la más eficiente. Un ejemplo son las comunicaciones telefónicas.

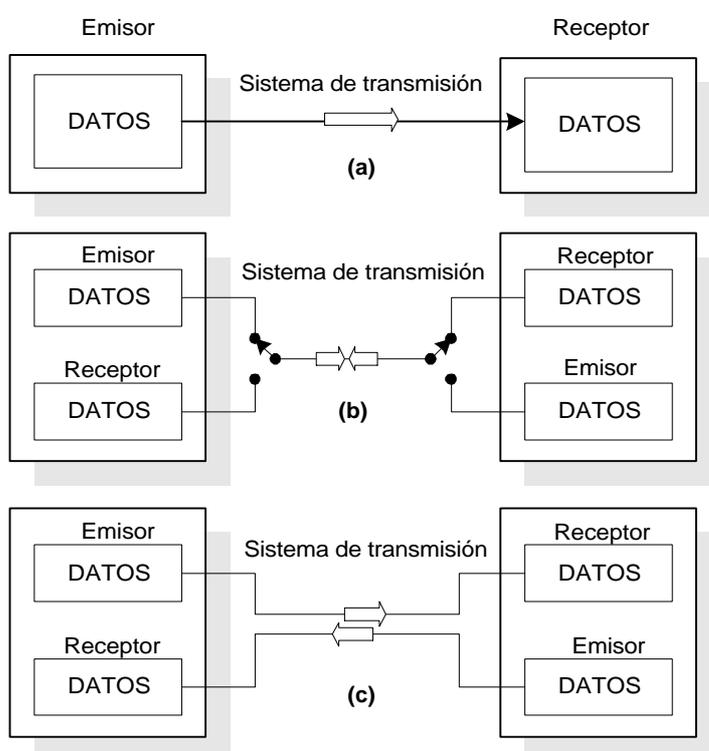


Figura 2.11 Sistemas de transmisión: símplex (a), semidúplex (b), dúplex (c)

### 2.3.5 Transmisión a dos y cuatro hilos

En función de la constitución del medio de transmisión, si se trata de conductores metálicos, podemos hacer la clasificación de 2 y 4 hilos.

- **Transmisión a dos hilos**

Se dice que una transmisión es a dos hilos cuando se utilizan dos conductores para enviar información en ambos sentidos. Un ejemplo es el bucle de abonado de la red telefónica conmutada.

La mayoría de los modems, aún siendo full-dúplex, utilizan dos hilos.

- **Transmisión a cuatro hilos**

Se caracteriza porque existen hilos distintos para cada sentido de la transmisión, estando los caminos de “ida” y “vuelta” separados físicamente, siendo necesarios dos pares (4 hilos) para la instalación del circuito.

### 2.3.6 Ancho de banda

El ancho de banda ocupado por una señal es la diferencia existente entre la frecuencia máxima y mínima de su espectro en frecuencias.

Puesto que el espectro de muchas señales es infinito, el espectro efectivo se considera aquel en el que la señal tiene su mayor componente de energía. Suele considerarse aquel en el que la señal tiene el 90% de la energía.

### 2.3.7 Velocidad de modulación y de transmisión

Por una línea de transmisión se envían señales que representan estados o datos tanto para el emisor como para el receptor; la variación máxima que pueden tomar esas señales en el medio de transmisión es la velocidad de modulación.

La velocidad de modulación se define por tanto como el número máximo de veces que puede cambiar el estado en la línea de transmisión en un segundo. Se representa como:

$$V_m = \frac{1}{t} \quad (\text{baudios})$$

Siendo  $t$  la duración mínima de un intervalo significativo, expresado en segundos.

Cada variación de la señal puede representar uno o más datos según el tipo de modulación empleada. Estas variaciones pueden ser de amplitud, frecuencia o fase.

La velocidad de transmisión mide el flujo máximo de información que puede enviarse por un medio que enlaza dos equipos. Se puede definir como el número máximo de bits que pueden transmitirse en un segundo, viene dada en bits por segundo. Se representa por:

$$V_t = \frac{1}{t} \log_2 n = V_m * \log_2 n \quad (\text{bit /s})$$

Donde  $n$  es el número de estados distintos que puede tomar la línea. A cada estado le corresponden “ $\log_2 n$ ” bits de información.

Para  $n=2$  estados distintos en la línea, la velocidad de transmisión coincide con la de modulación; para  $n=4$  estados, la velocidad de transmisión es el doble ya que por cada cambio de estado en la línea se transmiten 2 bits (00, 01, 10, 11), para  $n=8$  sería el triple, etc.

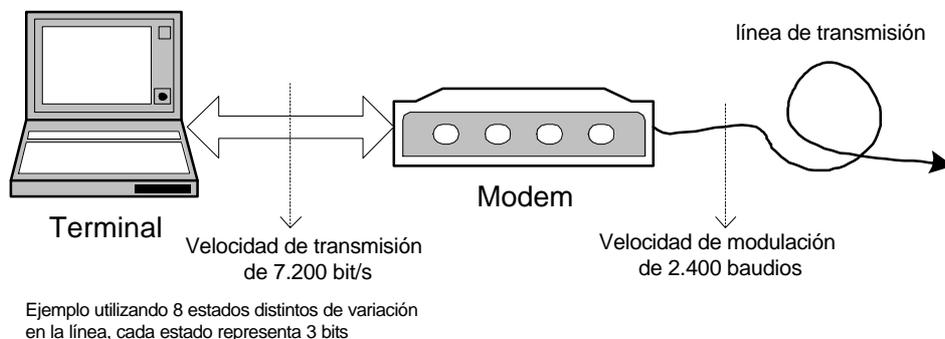


Figura 2.12 Velocidad de transmisión y de modulación

Otro concepto a tener en cuenta es la velocidad de transferencia de datos, representa la capacidad media que tiene un sistema para transferir datos y se define como el promedio en bits, caracteres o bloques de datos transferidos entre dos equipos por unidad de tiempo.

## 2.4 INTERFAZ NORMALIZADO ETD – ETCD

Para transferir datos de un equipo a otro es necesario que exista una serie de elementos que forman los sistemas de transmisión de datos, además de los terminales de datos u ordenadores, denominados ETD o Equipos Terminales de Datos, cuando la separación entre los dos terminales supera las distancias cortas, es necesario un equipo que permita adaptar los datos a la línea en forma de señales eléctricas. Esta función es realizada normalmente por un módem; al equipo que realiza esta tarea se le denomina ETCD o Equipo Terminal de Circuito de Datos.

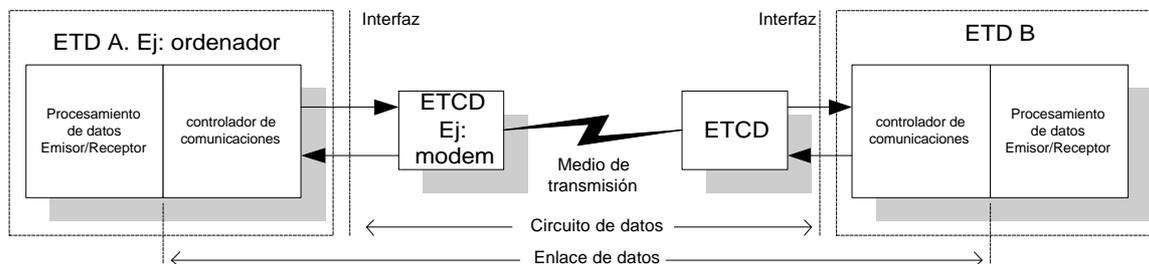


Figura 2.13 Elementos e Interfaz de un sistema de transmisión de datos

En la figura 2.13 se representa esquemáticamente los elementos que constituyen un sistema de transmisión de datos, siendo los más representativos:

**ETD:** Equipo Terminal de Datos (en inglés DTE: Data Terminal Equipment). Es el emisor y receptor final de los datos y además controla las comunicaciones serie. Un ejemplo puede ser un ordenador personal.

**ETCD:** Equipo Terminal de Circuito de Datos (en inglés DCE: Data Circuit terminating Equipment). Es el encargado de adaptar las señales entregadas por el ETD al medio de transmisión, generalmente pares metálicos. Algunos equipos que realizan esta función son los módem, UTR, equipos xDSL, etc.

**Medio de transmisión (LINEA):** Es el conjunto de medios que une a los dos ETCD's por los que pasa la señal, deberá cumplir unos requisitos para poder ofrecer la calidad adecuada.

**Enlace de datos:** Constituido desde el controlador de comunicaciones del ETD A al controlador del ETD B, une al transmisor con el receptor de los datos.

**Circuito de datos:** Constituido desde el interfaz de comunicaciones de datos hasta el interfaz de la otra estación. Está formado por el medio de transmisión y los ETCD's.

### **2.4.1 Concepto de interfaz**

El interfaz (tr. del inglés entre caras, interfase) se define como el límite común a dos sistemas permitiendo intercambios entre ellos.

En el mundo de las redes de datos podemos concretar más esta definición diciendo que es todo dispositivo o punto de unión que permite interconectar dos equipos (hardware) o aplicaciones (software), adaptando las señales en niveles, tiempos y/o funciones.

Disponer de interfaces estándar se hace absolutamente necesario, debido a la gran cantidad de fabricantes y variedad de equipos existentes que de otra manera sería imposible interconectar.

Los estándares para interfaces físicos (hardware) definen generalmente tres aspectos:

- Especificaciones mecánicas (cables y conectores).
- Especificaciones eléctricas (señales y niveles).
- Especificaciones funcionales (circuitos para establecer los diálogos, datos, tiempo, control).

### **2.4.2 Interfaz de comunicaciones para datos**

Este interfaz posibilita el intercambio de datos entre el ETD y el ETCD. Las normas más utilizadas son las definidas por la UIT-T, aunque existen otros

organismos de normalización como la EIA (Electronic Industry Association). En muchos casos las normas de unos y otros coinciden o son equivalentes como es el caso de la norma RS-232 (EIA) y la V.24 (UIT-T).

Para el interfaz de comunicaciones de datos existen varias normas, aunque quizás la más importante por su amplia utilización es la recomendación V.24 de la UIT-T. Esta recomendación está apoyada por otras, completando así los aspectos vistos en 2.4.1, estas son:

- Características mecánicas: recomendación ISO-2110.
- Características eléctricas: recomendación V.28 (UIT-T).
- Características funcionales: recomendación V.24 (UIT-T).

• **Características mecánicas**

Están recogidas en la recomendación ISO-2110, que define el conector y la asignación de contactos para el interfaz ETD / ETCD para señales de datos a velocidades hasta 20.000 bit/s. El conector utilizado es del tipo Cannon DB-25, tiene 25 contactos, constituyendo cada uno parte de un circuito del interfaz (ver figura 2.14).

En algunas ocasiones es muy habitual utilizar un conector del tipo DB-9 de 9 contactos, reduciendo de esta manera el espacio ocupado por los circuitos menos utilizados del interfaz.

Normalmente los conectores hembra se sitúan en los equipos: ETD o ETCD y los macho en el cable de interconexión.

Otra norma bastante utilizada que define ISO es la ISO-4902, está referida a la asignación de contactos en un conector de 37 polos.

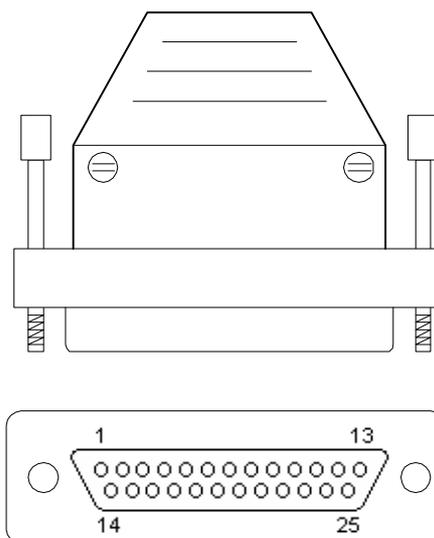


Figura 2.14 Conector DB-25

Otros tipos de conectores utilizados son los de 15 y 34 patillas para las normas X.21 y V.35 respectivamente.

• **Características eléctricas**

El interfaz ETD – ETCD desde el punto de vista eléctrico, puede ser balanceado o no, también llamado equilibrado o simétrico y el contrario desequilibrado o asimétrico.

En un circuito balanceado, una señal o “1” lógico se determina por la tensión o voltaje existente entre una línea y otra, representándose el símbolo contrario o “0” lógico con la tensión inversa con respecto a la otra línea.

En un circuito no balanceado, la señal o su ausencia se establecen por la tensión existente entre una línea y la señal de tierra o masa de los equipos, en este caso todas las tensiones de los circuitos estarán referidas a la misma tierra de señalización.

Los interfaces balanceados son más inmunes a ruidos e interferencias, debido a que si se induce una señal externa, aparecerá por igual en ambas líneas, pero al utilizar dispositivos diferenciales en el receptor se anulará el efecto de dicha señal. Al ser más inmunes se utilizan para mayores velocidades que los no balanceados.

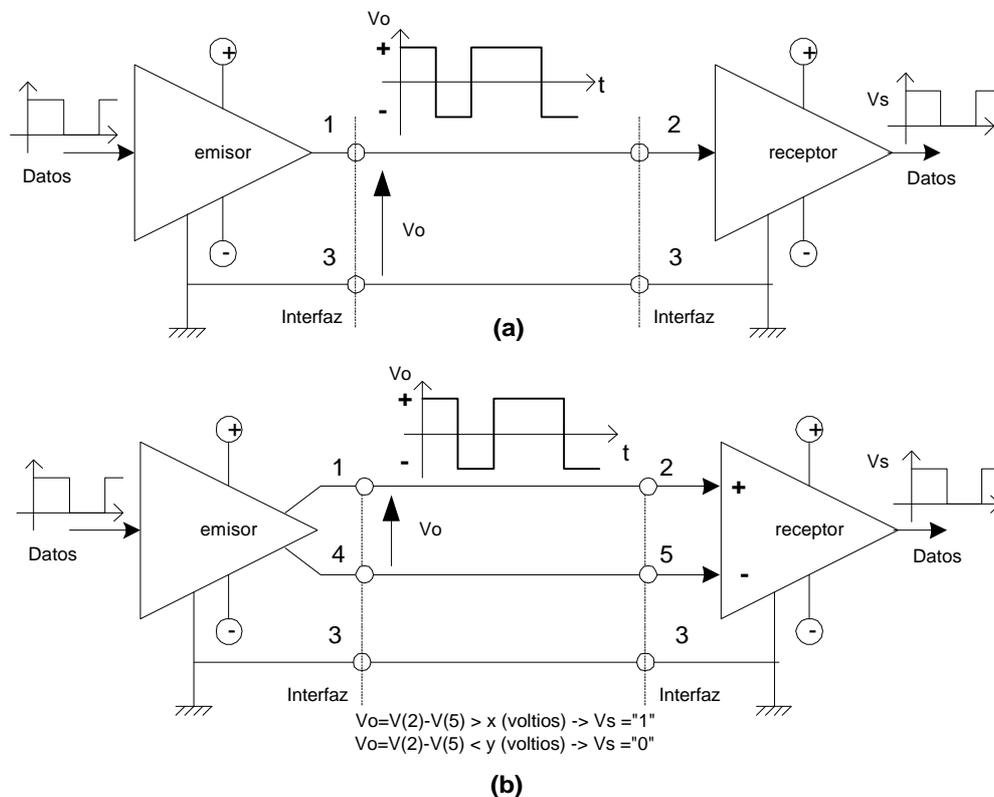


Figura 2.15 Interfaz no balanceado (a), interfaz balanceado (b)

Algunas de las recomendaciones definidas por la UIT-T para los interfaces eléctricos son: V.28, V.10 y V.11.

**V.28:** Circuitos asimétricos, utilizado para velocidades hasta 20 Kbps.

Las distancias a unir no deben superar los 15 m.

Las tensiones utilizadas para señalar los estados son:

-15 < v < -3 voltios: representa un “1” lógico.

-3 <= v <= +3 voltios: zona de tránsito.  
 +3 < v < +15 voltios: representa un "0" lógico.  
 Tiene su norma equivalente dada por la EIA que es la RS-232

**V.10** o X.26: Circuitos no balanceados, funcionamiento a velocidades hasta 100 Kbps.

Para esta norma están definidas unas tensiones para los niveles lógicos de:

- 0.3 voltios o inferior: representa un "1" lógico.
- +0.3 voltios o superior: representa un "0" lógico.

Las distancias a unir no deben ser superiores a 1200 m.

Es compatible con las normas V.28 y V.11.

Esta norma es equivalente a la RS-423 definida por la EIA.

**V.11** o X.27: Circuitos simétricos, funcionamiento hasta velocidades de 10 Mbps.

Las distancias a unir no deben ser superiores a 1000 m.

Están definidas unas tensiones para los niveles lógicos de:

- 0.3 voltios o inferior: representa un "1" lógico.
- +0.3 voltios o superior: representa un "0" lógico

Es compatible con V.10

La norma equivalente de la EIA. es la RS-422.

NORMA	Circuitos	Velocidad (máxima)	Niveles	Distancia (máxima)	Norma EIA equivalente	Conector mecánico
V.28	Asimétricos	20 Kbps	"1" = -15 < v < -3 "0" = +3 < v < +15	15 m.	RS-232C	DB-25 -> ISO 2110 DB-9
V.10	Receptor Asimétrico. Emisor Simétrico	100 Kbps (*)	"1" = v <= -0.3 "0" = v >= +0.3	1200 m.	RS-423	ISO-4902
V.11	Simétricos	10 Mbps (*)	"1" = v <= -0.3 "0" = v >= +0.3	1000 m.	RS-422	ISO-4902

(\*) En función de la distancia

Tabla 2.1 Comparativa de las características eléctricas

• **Características lógicas o funcionales**

Para que los equipos puedan funcionar correctamente y se realice el envío de datos de un origen a un destino, en el interfaz ETD – ETCD debe haber un diálogo que ponga de acuerdo a ambos equipos. Las señales lógicas que se intercambian en esta comunicación son de diferentes tipos: datos de transmisión y recepción, control y temporización. Al conjunto de esas señales y su asignación de funciones se denomina nivel funcional.

Por tanto el nivel funcional debe proporcionar una descripción detallada de las señales con sus funciones y su duración.

Estas características están recogidas en la recomendación V.24 de la UIT-T. En esta recomendación cada línea o circuito que se conecta al interfaz tiene asignado un número de tres cifras, habiendo dos series de números diferenciadas. La serie 100 y la 200, en la tabla 2.2 se pueden ver los más utilizados junto con la correspondencia en el conector utilizado.

- La serie 100 (circuitos del 102 al 192) comprende 43 circuitos, ver descripción detallada en el anexo A.
- La serie 200 se utilizan para la comunicación por la red telefónica conmutada, estos circuitos prácticamente no se utilizan ya que la recomendación que los relaciona V.25, está superada por la V.25 bis que no los usa.

Conector DB-25	Conector DB-9	Señal RS-232	Señal V.24	Función	ETD	ETCD
1		CG	101	Masa de chasis		
2	3	TxD	103	Transmisión de datos	S	E
3	2	RxD	104	Recepción de datos	E	S
4	7	RTS	105	Solicitud de transmisión	S	E
5	8	CTS	106	Permiso para transmitir	E	S
6	6	DSR	107	Bloque de datos preparado	E	S
7	5	SG	102	Masa de señal		
8	1	DCD	109	Detección de portadora	E	S
9			116	Tensión de prueba positiva		
10			117	Tensión de prueba negativa		
11				No asignado		
12		SDCD	122	DCD secundario	E	S
13		SCTS	121	CTS secundario	E	S
14		STxD	118	TxD secundario	S	E
15		TxC	114	Reloj transmisión	E	S
16		SRxD	119	RxD secundario	E	S
17		RxC	115	Reloj de recepción	E	S
18				No asignado		
19		SRTS	120	RTS secundario	S	E
20	4	DTR	108	Terminal de datos preparado	S	E
21		SQ	110	Detección señal calidad	E	S
22	9	RI	125	Indicador de llamada	E	S
23		SEL	111	Selector velocidad ETD	E	S
24		TCK	113	Selector velocidad ETCD	S	E
25		BSY	142	Línea datos ocupada	E	S

E = entrada. S = salida

Tabla 2.2 Disposición de terminales de los conectores junto con las señales

## 2.5 TECNOLOGIAS Y EQUIPOS DE ACCESO A LAS REDES DE DATOS

Las señales de datos son generadas y almacenadas por dispositivos de procesamiento, generalmente ordenadores que trabajan de forma digital con datos binarios (bits). Para que estos dispositivos se puedan comunicar por medio de redes de datos es necesario el envío de la información digital a grandes distancias. Para posibilitar esa comunicación es necesario conectar a los ordenadores o controladores de comunicaciones (ETD) con equipos diseñados para realizar esta función (ETCD).

Para el transporte de datos las señales (bits) pueden ser enviadas de dos formas: de forma digital adaptando los niveles al medio de transmisión, o bien de manera analógica modulando y demodulando la señal que se envía. Según la técnica utilizada y las tecnologías empleadas para su desarrollo aparecen distintos dispositivos.

Los dispositivos ETCD más conocidos y más usados son los modems, que convierten la señal digital (fuente de datos) que tiene un gran ancho de banda, en una señal analógica con menor requerimiento de ancho de banda y apta para el envío a la línea de transmisión.

La mayoría de estos dispositivos siguen unas normas de estandarización propuestas por organismos internacionales como la UIT-T, para de esta manera poder conectar con otros equipos que cumplan las mismas normas aunque sean de distintos fabricantes.

Otros equipos que también trabajan con señales analógicas son los que utilizan tecnología xDSL (HDSL, ADSL, VDSL, ...), dispositivos que últimamente están teniendo mucho auge, ya que multiplican la velocidad de la línea telefónica convencional (par de cobre) hasta valores impensables hace poco tiempo, permitiendo mantener conversaciones telefónicas simultáneamente al envío de datos, un hecho que no es posible con los modems tradicionales.

Otro equipo de acceso son las UTR (Unidades de Terminación de Red), en ocasiones llamados modems banda base; estos equipos envían señales digitales "adaptadas" a la línea de transmisión, conformando y filtrando los pulsos digitales con el objetivo de conseguir un requerimiento menor de ancho de banda que el de la señal original.

Un equipo más que también consigue velocidades muy elevadas es el módem-cable, estando orientado principalmente al mercado residencial. Utiliza una técnica de acceso compartido ya que el medio de transmisión, cable coaxial, se comparte con todos los usuarios de una zona, edificio o área geográfica; por este motivo y aunque la velocidad sea muy alta, la velocidad real que cada usuario obtiene depende del número que estén conectados en cada momento.

Esta tecnología hace la competencia en velocidad a los equipos ADSL.

Una ventaja añadida es que por el mismo cable se puede proporcionar a los usuarios varios servicios, como son la televisión normal y de pago, telefonía, acceso a Internet, además del acceso a otras redes de datos. Para realizar esto utiliza una tecnología denominada HFC (Híbrido de Fibra y cable Coaxial), que consiste en que los tendidos principales de estas redes, por la ciudad o entre distintas localidades, se realiza con cables de fibra óptica, consiguiendo con ello una capacidad de transmisión muy alta, para convertir posteriormente la señal en cada zona de la ciudad, pasándola a un cable coaxial que llega hasta la casa del usuario.

Otro equipo utilizado para acceder a las redes son los modems inalámbricos, que se caracterizan porque su medio de transmisión no es una línea o cable conductor sino que envían la señal al espacio en forma de ondas de radio a determinadas frecuencias. Estos aparatos se distinguen por la movilidad puesto que no es necesario que estén conectados a un punto de red. Su principal utilización es en entornos industriales, para oficinas móviles dentro de un área limitada como puede ser un edificio o bien para lugares donde la instalación de cables pueda resultar complicado o peligroso; de cualquier forma siempre su utilización está limitada a entornos reducidos.

También podríamos citar como equipo de acceso las tarjetas de Red de Area Local (LAN), que tienen la particularidad de utilizarse para acceso a redes que abarcan distancias cortas, como una oficina o un edificio. Estas tarjetas utilizan como medio de transmisión el cable de pares o coaxial y es compartido por todas las tarjetas conectadas al mismo segmento de la red; por este motivo aunque la velocidad a la que funcionan es muy alta, hasta 1000 Mbit/s, la velocidad efectiva de transferencia de una tarjeta o estación de la red es muy inferior a la velocidad a la que puede trabajar la red.

### **2.5.1 módem**

La palabra módem viene de la contracción de dos palabras **MO**dulador y **DE**Modulador. Este equipo con la información digital modula una señal para el envío a la línea de transmisión (generalmente un canal telefónico con un ancho de banda de 300 a 3400 Hz.) y en el otro extremo del canal la señal recibida se demodula recuperando los datos procedentes del origen.

- **Técnicas de modulación**

La modulación consiste en alterar una señal portadora por medio de otra señal llamada moduladora, obteniéndose así una señal modulada apta para ser transmitida.

La señal moduladora es la señal proveniente del ETD, a la que se adapta en cuanto a niveles y codificaciones para poder modular a la portadora.



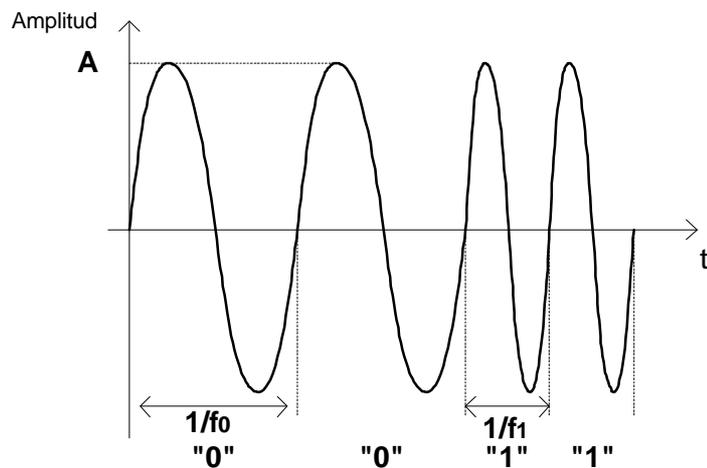


Figura 2.17 Modulación en frecuencia

- **Modulación de Fase – PSK (Phase Shift Keying)**

Consiste en asignar a cada símbolo de entrada una fase distinta, manteniendo la amplitud y frecuencia constantes, esto provoca saltos de fase en la señal modulada, ver figura 2.18.

"0"  $\rightarrow f(t) = A * \cos(2 \pi f t + \phi_0)$

"1"  $\rightarrow f(t) = A * \cos(2 \pi f t + \phi_1)$

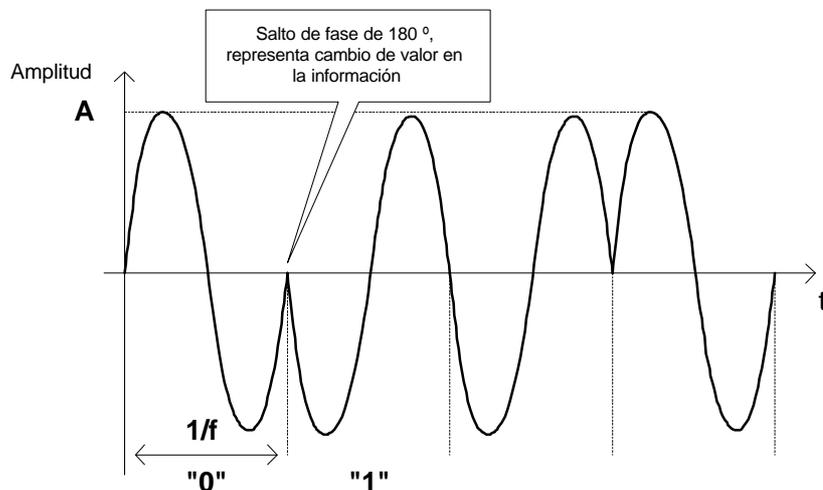


Figura 2.18 Modulación de fase

Además de estas modulaciones existen otras más complejas y más utilizadas debido a que el rendimiento en cuanto a bits transmitidos es mayor, éstas usan combinaciones de las anteriores, algunos ejemplos son:

- DPSK: consiste en variaciones de fase de  $90^\circ$  con lo que se obtienen cuatro posibles estados en la línea, por lo que cada variación representa 2 bits ( $\log_2 4=2$ ).
- Modulación en cuadratura – QAM: Se envían dos ondas sinusoidales desfasadas  $90^\circ$ , onda seno y onda coseno, variando la amplitud de estas señales en función de la información de la entrada.

- **Demodulación**

Es el proceso inverso a la modulación y consiste en extraer de la señal modulada la señal original que se envió. Un problema añadido es que la señal modulada no es exactamente igual a como se generó en el origen ya que en la línea de transmisión puede haber perturbaciones que alteren la señal, produciendo errores en la demodulación.

De ahí la importancia que tiene el utilizar un tipo de modulación u otro, ya que algunos son más inmunes que otros frente a líneas ruidosas, es decir funcionan con líneas cuya relación señal / ruido es menor.

## 2.5.2 Tipos de módem

La UIT-T ha normalizado una serie de módem, definiendo para cada tipo unas características que han de cumplir para que independientemente del fabricante y de la tecnología empleada en su construcción se puedan unir sin problemas.

Las características principales son:

- La velocidad de transmisión.
- El tipo de modulación empleada.
- El tipo de línea de transmisión.

Las características de los modems normalizados por la UIT-T se encuentran recogidas en las recomendaciones de la “serie V”. También existen las normas Bell, utilizadas principalmente en Estados Unidos.

Las normas más importantes de la “serie V”. se pueden consultar en el anexo-B.

- **Otras características de los modems**

Además de las recomendaciones citadas que hacen referencia principalmente a la velocidad a la que pueden trabajar, existen otras normas que regulan otro tipo de características como la secuencia o protocolo para la marcación cuando se utilizan en la RTC, o normas sobre compresión de datos y recuperación de errores. Algunas de éstas son:

MARCACIÓN Y RESPUESTA AUTOMÁTICA (V.25 / V.25 bis): Esta recomendación recoge las normas que regulan los procedimientos generales para llamada automática en la Red Telefónica Conmutada. La recomendación V.25 está superada por la V.25bis.

En esta norma se establece la secuencia que debe seguir el interfaz V.24 para el establecimiento y recepción de llamadas por la RTC., para posteriormente pasar a la fase de transferencia de datos.

CORRECCION DE ERRORES: Existen distintas normas propuestas para corregir en lo posible los errores introducidos en la transmisión; estas normas indican cómo corregir un error en el caso en que éste se produzca. Algunas de estas normas son:

- V.42: esta norma está definida para comunicaciones asíncronas; convierte los datos asíncronos en síncronos, formando tramas de nivel 2 con los datos que tiene que enviar, constituyendo un protocolo LAPM. A las tramas se las incorpora una secuencia de verificación de trama o código de redundancia cíclica (CRC) mediante el cual se verifica la recepción de datos libres de errores; en caso contrario se procede al reenvío de la trama errónea.
- MNP: son normas promovidas por la empresa Microcom aunque están reconocidas mundialmente. Este tipo de recomendaciones garantiza la transferencia libre de errores en comunicaciones asíncronas. Existen diez clases, siendo las más conocidas las clases 4, 5 y 10.

COMPRESION DE DATOS: La compresión de datos consiste en enviar la misma información al otro extremo de la línea enviando para ello menos datos. Se utilizan distintas técnicas de compresión que generalmente tienen como base el número de veces que se repite un determinado símbolo.

Algunas de las normas utilizadas para compresión son: V.42bis (UIT-T), MNP5 y MNP7, estas dos últimas promovidas por la firma Microcom. Todas estas normas se utilizan para comunicaciones asíncronas.

TRANSFORMACION ASINCRONO – SINCRONO: Cuando la comunicación entre el ETD y el módem se realiza de forma asíncrona y la transmisión a la línea por parte del módem se hace en modo síncrono es necesario que exista una conversión de formatos. Esta transformación se realiza según la recomendación V.14 de la UIT-T.

En modo asíncrono admite 8,9,10 y 11 bits por carácter con 1 bit de arranque, 1 bit de parada y 6 a 9 bits de información.

CONFIGURACION Y ESTADO DEL MODEM MEDIANTE COMANDOS HAYES (AT): Actualmente la mayoría de los modems que trabajan por la RTC admite el tipo de comandos AT, mediante los cuales podemos configurar el

módem, leer su estado, hacer llamadas, etc., de esta manera no es necesario ningún tipo de dispositivo hardware para su configuración. Estos comandos funcionan en módem que trabajan en modo asíncrono.

Actuando con estos comandos el módem se puede encontrar en cuatro estados diferentes: modo de comandos, modo de línea, modo de espera de portadora y modo de comandos en línea.

El formato general de un comando es:

**AT** “comando” <CR> o “retorno de carro”.

Los comandos vienen expresados por caracteres ASCII.

**CONTROL DE FLUJO:** Es un mecanismo que permite comunicarse a dos dispositivos enviándose datos cuando uno de ellos es más rápido que el otro. El control de flujo trabaja de manera que un dispositivo pregunta al otro si para o continua enviando datos mientras el dispositivo más lento termina con el trabajo actual.

Existen tres formas de hacer el control de flujo: mediante hardware, mediante software y sin control (en realidad son solo dos).

El control software, normalmente llamado XON / XOFF, utiliza caracteres de datos para indicar que el flujo de datos debe arrancar y parar, los caracteres utilizados habitualmente son “control-S” / “control-Q”. Este tipo de control es más lento que el control hardware, aunque tiene la ventaja de que el interfaz ETD – ETCD puede estar compuesto tan solo por 3 hilos: transmisión, recepción y tierra.

El control hardware, también llamado RTS / CTS, utiliza los circuitos (105 / 106) del interfaz ETD – ETCD, o bien señales hardware en modems internos. Este tipo de control es utilizado frecuentemente en modems de mayor velocidad y en los que proporcionan compresión de datos y/o corrección de errores.

El control de flujo es importante debido a que puede haber distintas velocidades de flujo de datos entre dos dispositivos (ETD), el flujo entre el primer ETD y el módem, el flujo entre los dos modems y el flujo entre el segundo módem y ETD. Cuando estos flujos de datos son iguales, el control de flujo entre ETD y módem no es necesario.

### **2.5.3 UTR (Unidades de Terminación de Red)**

Por UTR se entiende a aquellos dispositivos (ETCD) de acceso a las redes por medio de pares simétricos, utilizando codificación en banda base.

El nombre de unidad de terminación de red se entiende por ser, para el cliente, el interfaz de acceso a la red y el punto donde termina para la operadora de la misma.

Las velocidades de transmisión llegan hasta 512 Kbps. y las distancias alcanzadas entre las dos UTR dependerán fundamentalmente de la velocidad de transmisión y de la calidad y calibre del par utilizado.

Las UTR también son conocidas como módem banda base, este término no es del todo correcto, ya que estrictamente hablando no modulan una señal para su envío a la línea de transmisión, sino que realizan una adaptación o transformación del código binario de entrada para enviarlo al medio de transmisión.

Esta adaptación tiene como fin que el ancho de banda de la señal resultante sea menor o su espectro en frecuencias sea más estrecho, de esta manera la señal sufre menos distorsión y atenuación en la línea.

Las unidades de terminación de red, al contrario de lo que ocurre con los modems, no están normalizadas por la UIT-T.

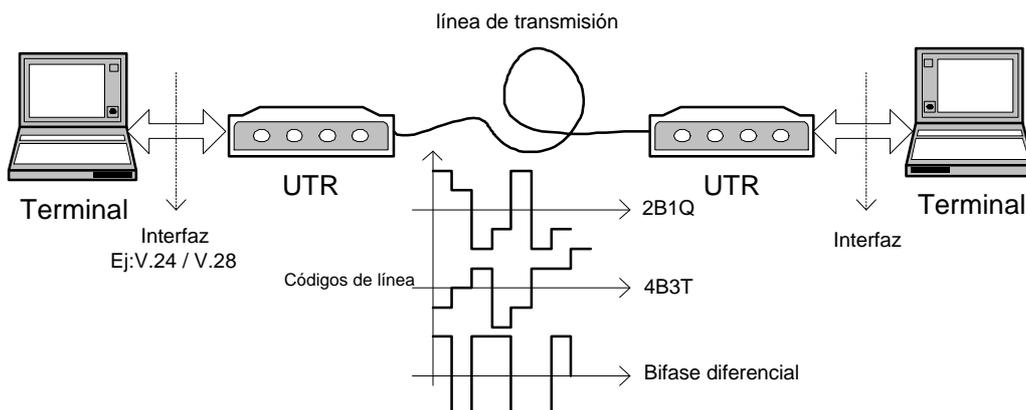


Figura 2.19 Unión de dos terminales de datos mediante UTR

Las UTR habitualmente se utilizan para el acceso a redes de gran velocidad, en el caso de Telefónica de España es muy común su utilización para el acceso a la red Ibermic (circuitos dedicados).

- **Codificación**

La codificación se realiza con el fin de adaptar la señal digital de entrada al ETCD a las características de la línea de transmisión. De esta manera se altera el espectro de la señal de entrada para ajustarlo en la medida de lo posible al del canal de transmisión (par de cobre).

La codificación se puede considerar como un proceso de adaptación de la señal previo a su envío.

Las distintas formas de adaptar una señal digital binaria, con dos niveles eléctricos, a otra señal con otras características eléctricas pero que representa igualmente la información a transmitir, son conocidas con el nombre de códigos de línea o también códigos banda base.

Un código de línea debe cumplir en lo posible las siguientes características:

- Tener una buena densidad espectral de potencia: cuanto más estrecho y menos componente continua tenga su espectro, más fácil será su transmisión.
- Tener transiciones en la señal: para tener una sincronización correcta, la señal no debe tener secuencias de datos sin transiciones ya que pueden hacer perder el reloj en recepción.
- Tener reglas que permitan detectar errores en el código: cuando se recibe algún símbolo que no cumple las reglas que definen al código se produce una situación de error.

Los códigos más utilizados son:

- Código BIFASE DIFERENCIAL

Su característica principal es que en cada bit se produce una transición del código en el centro del bit.

Existen varios, siendo los más comunes el Bifase Diferencial y el Bifase Manchester.

- Código 2B1Q (2 binarios en 1 cuaternario)

Es un código de cuatro niveles eléctricos sin redundancia; esto permite codificar dos bits de la señal de entrada con cada símbolo del código.

Los datos binarios de entrada se agrupan de dos en dos bits, formando con cada par un símbolo del código, tal como se muestra en la tabla 2.3.

1 <sup>er</sup> bit	2 <sup>o</sup> bit	Símbolo del código
0	0	-3
0	1	-1
1	1	+1
1	0	+3

Tabla 2.3

- Código NRZ (No Retorno a Cero)

Es un código que funciona con dos niveles eléctricos. Este código no contiene transiciones para una serie de ceros o unos consecutivos a la entrada y el nivel de la señal se mantiene durante toda la duración del intervalo "0" o "1".

La densidad espectral de energía es muy grande a bajas frecuencias, esto junto con la inexistencia de transiciones para una secuencia larga de datos iguales hace que sea poco utilizado.

- Código RZ (Retorno a Cero)

Es similar al anterior con un retorno a cero en la mitad de la duración del intervalo. Al igual que el NRZ es un código poco utilizado.

- Código AMI ("Alternate Mark Inversion")

En este código cada pulso binario "1" es codificado con una señal positiva o negativa de forma alternada manteniendo el cero lógico con un nivel cero.

Las marcas, señales positivas o negativas, pueden ocupar todo el intervalo de tiempo como en el caso del NRZ, o bien emplear pulsos con retorno a cero en la mitad del intervalo, caso del RZ.

- Código HDB3 ("High Density Binary" con no más de 3 ceros consecutivos)

Es similar al código AMI sin admitir más de tres ceros consecutivos, colocando un impulso en lugar del cuarto cero consecutivo, este impulso es de la misma polaridad que el precedente para de esta forma poder identificarlo en la recepción.

- Código 4B3T

En este código 4 datos binarios consecutivos (bits) son convertidos en grupos de 3 dígitos ternarios. Existen  $2^4 = 16$  posibilidades de datos binarios y  $3^3 = 27$  dígitos ternarios o alternativas de codificación.

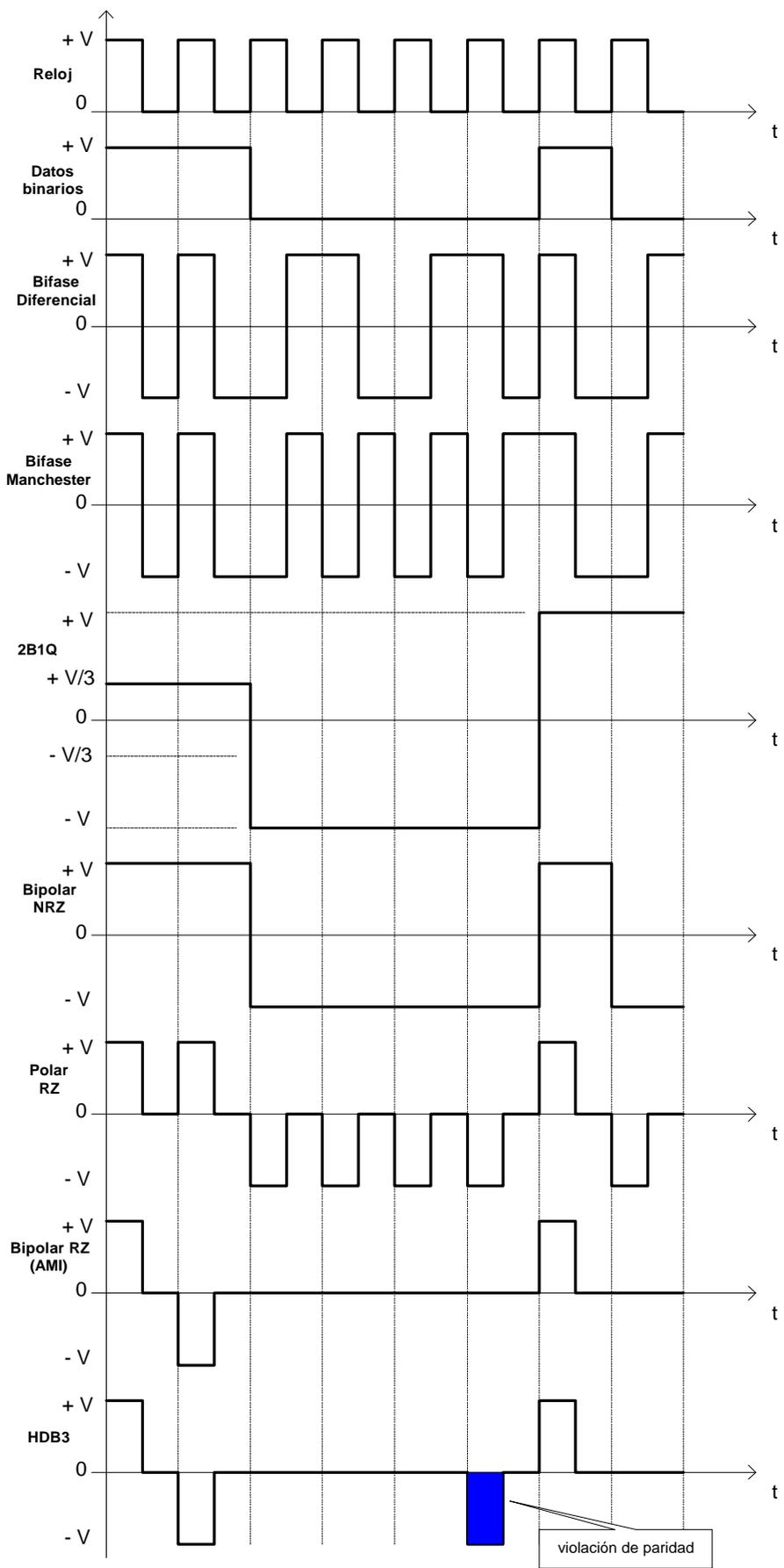


Figura 2.20 Ejemplo con distintas codificaciones empleadas

## 2.5.4 Equipos xDSL

Los sistemas xDSL son utilizados para la transmisión de datos a altas velocidades, pudiendo llegar hasta 52 Mbps utilizando el par de cobre normal. De esta manera se consigue rentabilizar al máximo la planta exterior instalada, estando en disposición de llegar a cualquier domicilio o empresa sin necesidad de tender nuevos cables.

La primera especificación de la tecnología xDSL fue definida en 1987 por Bell Communications Research; al principio se pensó en esta tecnología para suministrar vídeo bajo demanda y televisión interactiva usando el par telefónico.

La familia xDSL ("Digital Subscriber Line", línea de abonado digital) está englobada por un conjunto de sistemas basados en la utilización del bucle de abonado como línea de transmisión y cuya diferencia estriba en la utilización del espectro de frecuencias y por supuesto de la velocidad que consiguen alcanzar.

Estos equipos utilizan Multiplexación por División en Frecuencia (MDF), usando portadoras de radiofrecuencia hasta de 1 Mhz, de esta manera separan el canal telefónico (300 a 3.400 hz) de los canales de bajada o recepción de datos y subida o transmisión (ver figura 2.21).

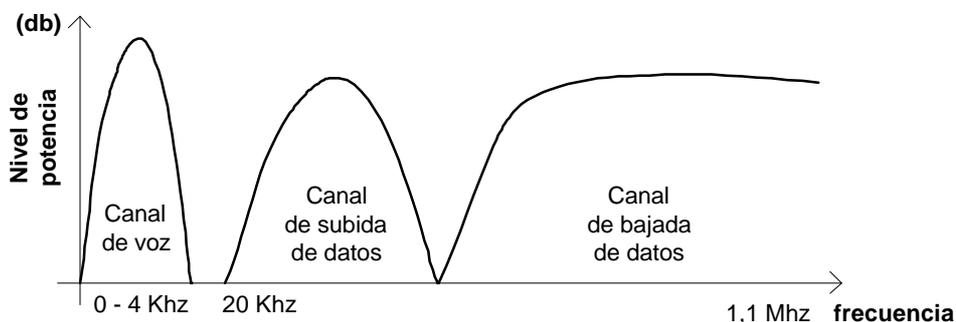


Figura 2.21 Reparto del espectro en frecuencias de la señal en una línea ADSL (no a escala)

Habitualmente se utiliza un dispositivo denominado "spliter", compuesto de un filtro paso bajo y de otro paso alto para separar las señales de baja frecuencia de telefonía de las de alta frecuencia de datos.

Como ocurre con los modems, en estos equipos también existen varias formas de alterar la señal portadora de radiofrecuencia modulándola para enviarla a la línea de transmisión. Principalmente están siendo utilizados tres métodos de modulación que son: modulación en cuadratura (QAM), CAP (Carrierless Amplitude Phase) y DMT (Discrete Multi-Tone modulation), estos dos últimos basados en la modulación QAM.

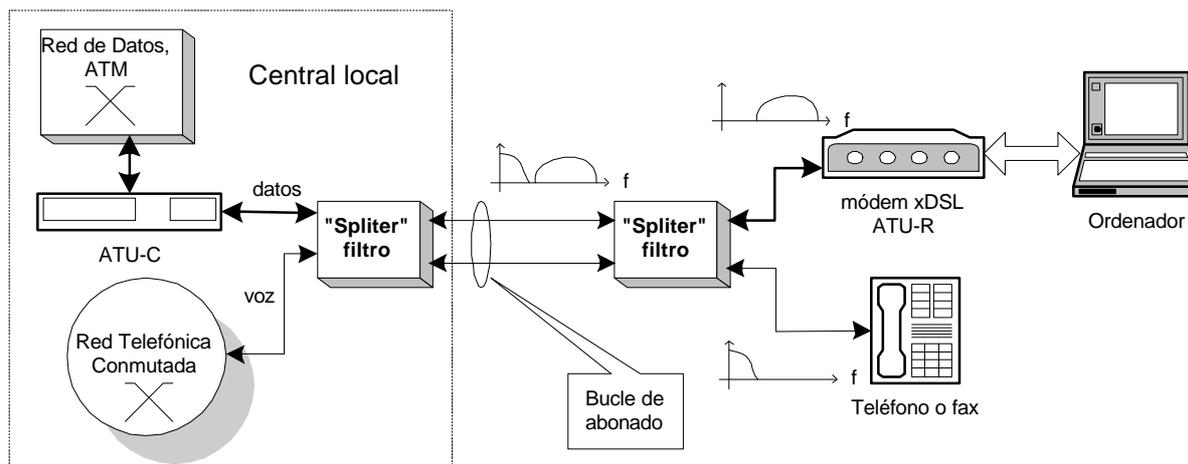


Figura 2.22 El filtro o "splitter" es utilizado en cada lado del bucle local de abonado

La solución DMT parece ser la que más futuro tiene, ésta tiene mucho en común con la multiplexación por división en frecuencias con codificación ortogonal utilizada en la televisión digital terrestre.

Básicamente, lo que hace la modulación DMT es dividir el espectro en frecuencias, desde unos 20 KHz. a 1,1 Mhz., en 256 portadoras separadas 4,3 KHz. para modular en cuadratura cada una de esas portadoras. En función del ruido e interferencias que pueda haber en cada banda de frecuencias se utilizarán o no dichas portadoras y se enviará mayor flujo de datos por las que mejor relación señal / ruido obtengan.

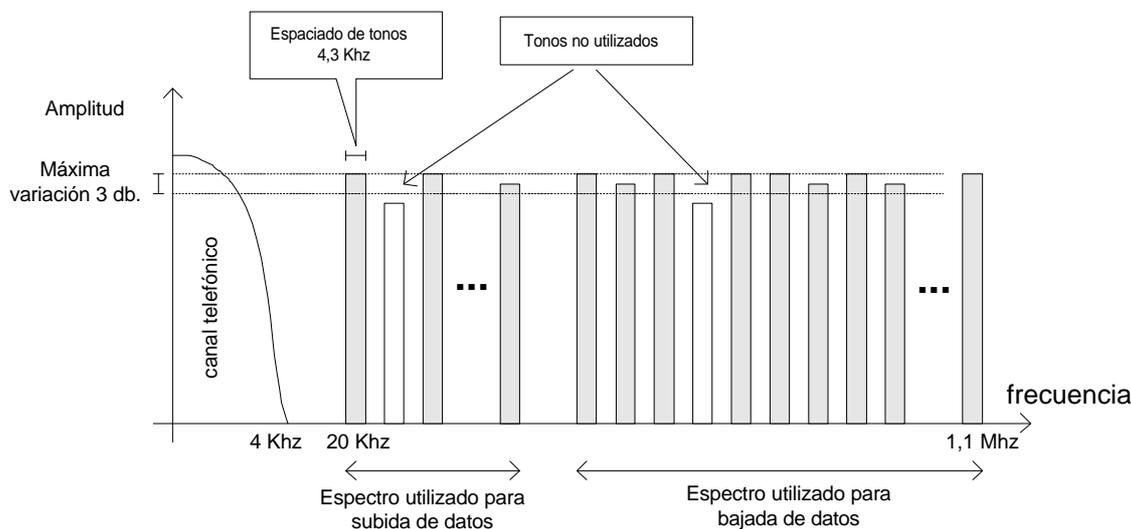


Figura 2.23 Modulación DMT, crea subcanales con portadoras moduladas

La UIT-T ha normalizado los dispositivos xDSL bajo la norma colectiva G.990. Algunos de estos dispositivos son:

- **ADSL** (“Asymmetrical Digital Subscriber’s Line”, línea de abonado digital asimétrica) G992.1

Es el formato original del que han derivado los otros miembros de la familia.

La denominación de asimétrica es debida a que las velocidades de transmisión y recepción son distintas. La máxima velocidad de bajada con la que llega la información a nuestro ordenador puede ser hasta de 8 Mbit/s; mientras que la velocidad de subida con la que enviamos información desde nuestro ordenador puede llegar a 800 Kbit/s.

El bucle local de abonado puede alcanzar rangos que van desde 1 Km. para una velocidad de 8 Mbit/s hasta 5 Km. para una velocidad de 2 Mbit/s.

Los equipos ADSL trabajan con un margen de frecuencias mucho mayor que los modems, desde los 24 Khz. hasta 1.100 Khz aproximadamente. Otra diferencia es que al utilizar un modo de transferencia asimétrico, el equipo situado en el extremo de la central es distinto al equipo del cliente, denominándose habitualmente ATU – R (ADSL Terminal Unit – Remote) el del lado del cliente y ATU – C (ADSL Terminal Unit – Central) el situado en la central telefónica.

Los servicios más comúnmente prestados por esta tecnología son el acceso a Internet a alta velocidad, correo electrónico, vídeo bajo demanda, etc. estando orientado principalmente al usuario doméstico y a pequeños negocios.

- **ADSL Lite.** (G922.2)

Es una versión simplificada de ADSL, en la que el módem del cliente tiene incluida una versión muy limitada del filtro.

La velocidad de bajada en este caso se reduce con respecto a la versión ADSL normal, llegando 1,5 Mbit/s para una distancia de 3 a 4,5 Km. y la de subida llega hasta los 64 Kbit/s.

La ventaja que tiene es que su instalación es más sencilla, pudiendo hacerla un usuario no especializado como ocurre con cualquier módem.

- **HDSL** (High speed Digital Subscriber’s Line). (G922.1)

Esta tecnología es simétrica, siendo por tanto iguales las velocidades en ambos sentidos entre el usuario y la red.

Utiliza dos pares simétricos sin carga, uno para cada sentido de transmisión, obteniendo velocidades de 2 Mbit/s para distancias de 5 Km.

Su principal utilización es para dar servicios de datos a empresas a velocidades E1/T1 (2 Mbit/s / 1,544 Mbit/s), también se puede usar para dar servicio a velocidades de  $N * 64$  Kbit/s.

- **VDSL** (Very high speed – DSL)

Es un sistema asimétrico desarrollado para su uso en bucles locales muy cortos, en ocasiones es utilizado en el último tramo del bucle local para proporcionar un acceso directo a una fibra óptica que conecte con la red.

Las velocidades de bajada comienzan desde 13 Mbit/s, pudiendo alcanzar hasta 52 Mbit/s, con 2,3 Mbit/s como canal de retorno hacia la red.

El rango de distancias que puede abarcar va desde 1,3 Km. para una velocidad de 13 Mbit/s a 300 m. para 52 Mbit/s.

<b>Tecnología</b>	<b>Velocidad</b>	<b>Distancia</b>	<b>Aplicaciones</b>
Módem V.90	56 Kbps (bajada) 28,8 o 33,6 Kbps (subida)	Cualquiera	Acceso a Internet, fax, correo electrónico, acceso remoto a redes de área local
RDSI	64 o 128 Kbps (full-dúplex)	Hasta 5850 m	Las mismas que el módem, servicio telefónico y líneas alquiladas
Módem cable	10 a 38 Mbps (bajada) 128 Kbps a 10 Mbps (subida) velocidades compartidas	48 Km. en cable coaxial	Acceso a Internet, correo electrónico, televisión, vídeo bajo demanda.
ADSL	1,5 a 8 Mbps (bajada) 16 a 640 Kbps (subida)	Hasta 5,5 Km.	Acceso a Internet, servicio telefónico, fax, correo electrónico, vídeo bajo demanda.
HDSL	1,544 Mbps o 2,048 Mbps	Hasta 5 Km.	Interconexión de PBX, líneas alquiladas, interconexión de LAN.
VDSL	13 a 52 Mbps (bajada) 1,5 a 2,3 Mbps (subida)	300 a 1.300 m	Acceso a Internet, vídeo bajo demanda, TV interactiva, de alta definición, interconexión de LAN.

Tabla 2.4 Resumen de las principales características de las distintas tecnologías

En todos los casos la distancia alcanzada dependerá de la velocidad y del calibre del par utilizado, en la tabla 2.5 se muestra una comparación para la tecnología ADSL y dos tipos de cables según la terminología americana.

<b>Tipo de cable</b>	<b>Grosor del cable</b>	<b>Distancia</b>	<b>Velocidad</b>
24 AWG	0,5 mm	5,5 Km.	1,5 – 2 Mbit/s
26 AWG	0,4 mm	4,6 Km.	1,5 – 2 Mbit/s
24 AWG	0,5 mm	3,7 Km.	6,1 Mbit/s
26 AWG	0,4 mm	2,7 Km.	6,1 Mbit/s

Tabla 2.5

## RESUMEN

Información se define como aquello que nos llega por los sentidos produciéndonos un incremento en el nivel de conocimientos.

Para transportar información de un punto a otro ha de haber un medio físico al que se denomina canal de comunicación.

Para transmitir una información por un sistema de telecomunicaciones, existe la posibilidad de transmitir la señal de manera analógica o digital. Una señal analógica es aquella cuya variación de amplitud es continua en el tiempo y una señal digital aquella que solo puede tomar un número de valores discretos a lo largo del tiempo.

La información digital utilizada en comunicaciones de datos es el bit, pudiendo tomar dos valores o estados distintos, "alto" y "bajo" o "1" y "0".

Las ventajas de la transmisión de las señales digitales son: mejor regeneración de la señal y funcionamiento con baja relación señal/ruido. Las desventajas son: mayor requerimiento de ancho de banda, necesidad de conversión A/D y D/A con determinada información y sincronización en el tiempo.

La línea de transmisión es el medio utilizado para la unión entre distintos equipos de transmisión de información.

En las comunicaciones de datos, la transmisión de información se puede hacer de modo serie, en la que los bits son enviados uno a continuación de otro y en modo paralelo enviándose en cada instante de tiempo varios bits simultáneamente.

El sincronismo de las señales entre dos dispositivos de datos es un parámetro muy importante. Una transmisión síncrona se caracteriza por que se envían las señales de datos y temporización (reloj). En la transmisión asíncrona las bases de tiempos de emisor y receptor no están sincronizadas, la información se transmite sin una señal adicional de reloj.

Los sistemas de transmisión se pueden clasificar según su direccionalidad en: símplex, semidúplex y dúplex. Además puede haber sistemas que utilicen dos y cuatro hilos.

La velocidad de modulación se define como el número máximo de veces que puede cambiar el estado en la línea de transmisión en un segundo, se expresa en baudios.

La velocidad de transmisión mide el flujo máximo de información, en bits por segundo, que puede enviarse por un medio.

Los elementos que componen un sistema de transmisión de datos son: ETD (Equipo Terminal de Datos), ETCD (Equipo Terminal de Circuito de Datos), Medio de transmisión, Enlace de datos y Circuito de datos.

El interfaz es el límite común a dos sistemas permitiendo intercambios entre ellos. En el interfaz estándar entre un Equipo Terminal de Datos y un Equipo Terminal de Circuito de Datos se definen tres aspectos: las características mecánicas, las características eléctricas y las especificaciones funcionales.

Para la comunicación entre dos ETD u ordenadores, las señales pueden ser transmitidas de manera digital, adaptando los niveles al medio de transmisión, o bien de forma analógica modulando y demodulando la señal. Para realizar esta función aparecen distintos dispositivos ETCD como son:

- Los modems, en el equipo emisor modulan con la señal de datos una señal portadora, obteniendo una señal modulada que es la que se transmite por la línea, en el receptor se hace la operación inversa.
- Equipos xDSL (HDSL, ADSL, VDSL, ...) trabajan también con señales analógicas consiguiendo velocidades mucho mayores que los modems.
- Las UTR (Unidades de Terminación de Red), envían señales digitales “adaptadas” a la línea de transmisión, codificando la señal del ETD en otra señal digital más apta para su envío por la línea.
- Las tarjetas de Red de Area Local es otro de los dispositivos que se utilizan cuando las distancias a unir son cortas.

## EJERCICIOS DE AUTOEVALUACION

1. Cuando entre un ordenador y un módem se envían señales de datos compuestas por un bit de arranque, 8 bits de datos y 1 bit de parada, el tipo de transmisión que se está realizando es:

- a: Transmisión síncrona.
- b: Transmisión símplex.
- c: Transmisión asíncrona.

2. Una señal analógica:

- a: Necesita mayor ancho de banda para su transmisión que una señal digital.
- b: Se puede regenerar la señal más fácilmente que si fuera digital.
- c: Cuando se envía por un medio de transmisión no requiere una sincronización tan precisa como las señales digitales.

3. Cuando se trata de transmitir información a grandes distancias, ¿cuál resultará más conveniente?

- a: Transmisión en paralelo de 8 bits.
- b: Transmisión serie síncrona.
- c: Cualquiera de las anteriores.

4. Si una señal en una línea cambia de estado una vez por segundo (1 baudio), la velocidad de transmisión será:

- a: 1 bit/s.
- b: La misma que la velocidad de modulación en bit/s.
- c: 1 o más bit/s, en función de los estados distintos que pueda tomar la señal en la línea.

5. Los elementos que constituyen un sistema de transmisión de datos son:

- a: ETD-A, circuito de datos y ETD-B.
- b: ETD-A, medio de transmisión y ETD-B.
- c: ETD-A, ETCD, línea de transmisión y ETD-B.

6. Si un módem utiliza una modulación tal que permite 8 estados distintos en la línea de transmisión y la velocidad de modulación es de 2.400 baudios, ¿qué velocidad de transmisión se conseguirá?

- a: 2.400 bit/s.
- b: 7.200 bit/s.
- c: 19.200 bit/s.

7. Una señal digital se caracteriza porque:

- a: Puede tomar cualquier valor en cualquier instante de tiempo.
- b: Está formada por ondas senoidales.
- c: Puede estar formada por pulsos con anchura variable y con una amplitud de valores finitos.

8. En un interfaz ETD – ETCD, según sus características funcionales, las señales lógicas existentes se pueden clasificar en:

- a: Datos, control y temporización.
- b: +5 V, -5 V y tierra.
- c: Balanceadas y no balanceadas.

9. En un sistema de transmisión que utiliza 2 hilos para unir origen con destino, ¿la comunicación puede ser full – dúplex?

- a: No, ya que solo existen 2 hilos.
- b: Siempre.
- c: Si puede ser, aunque dependerá de los equipos que haya en los extremos de la línea de transmisión.

10. Si entre dos elementos de un sistema tenemos 8 hilos de unión y en cada instante de tiempo se transmiten 4 bits, podemos decir que se trata de un modo de transmisión:

- a: Serie.
- b: Paralelo.
- c: Dúplex

11. Las UTR (Unidades de Terminación de Red):

- a: Modulan y demodulan la señal procedente del ETD.
- b: Adaptan la señal digital procedente del ETD a otra señal digital para transmitir a la línea.
- c: Ninguna de las anteriores.

12. La principal función de los modems es:

- a: Convertir la señal digital en una señal analógica para enviarla al medio de transmisión.
- b: Transformar la señal paralelo en una señal serie para el envío a la línea.
- c: Las dos anteriores.



TEMA 3

**INTERCONEXION DE SISTEMAS ABIERTOS Y  
PROTOCOLOS DE COMUNICACIONES**



## INTRODUCCION

En este tema vamos a determinar el propósito y la problemática de las redes de datos, así como la necesidad de codificar la información para que los participantes en las comunicaciones puedan interpretar correctamente los datos que reciben.

También se expone el modelo de referencia para la Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI), que servirá para entender mejor el concepto y funcionamiento de los protocolos y la arquitectura de las redes.

Además se describe el concepto, características y principales funciones de los protocolos de nivel de enlace y de red.

## ESQUEMA DE CONTENIDO

Objetivo de las redes de ordenadores.

- ✓ Problemática de las redes.

Modelo de referencia para la Interconexión de Sistemas Abiertos.

- ✓ Características del modelo.
- ✓ Transmisión de datos en el modelo de referencia.
- ✓ Descripción y funciones de los niveles.
- ✓ Comunicación entre niveles.

### **Codificación de la información.**

Protocolos de comunicaciones.

- ✓ Funciones de los protocolos.
- ✓ Niveles de los protocolos.
- ✓ Protocolos de control de enlace.
- ✓ Protocolos de nivel de red.



### 3.1 OBJETIVO DE LAS REDES DE ORDENADORES

Una red de ordenadores se puede definir como un conjunto de ordenadores o terminales distribuidos físicamente y unidos mediante un sistema de comunicaciones con el objetivo de compartir recursos, pudiendo ser de tipo hardware como impresoras, o recursos software como programas e información.

Esta descripción sirve para cualquier red o sistema sea del tipo que sea, independientemente de su alcance (LAN, MAN, WAN), velocidad, arquitectura, pertenencia, etc.

Como se ha dicho el principal objetivo de las redes de ordenadores es el compartir los recursos existentes, como pueden ser los programas e información o bases de datos almacenadas en servidores, que son ordenadores que centralizan recursos físicos y lógicos y que son accesibles para todos los que utilizan la red.

Otro objetivo que buscan las organizaciones empresariales es el ahorro de costes, como se vio en el tema 1 (1.2.2), esto es posible en mayor medida por la utilización de sistemas menos potentes u ordenadores más pequeños cuya relación coste/rendimiento es mejor que en el caso de los grandes ordenadores, teniendo también mayor flexibilidad para aumentar las prestaciones. Con una arquitectura de red distribuida se consigue más fácilmente este objetivo.

Una función que también realizan las redes es la comunicación entre usuarios a grandes distancias, haciendo que puedan compartir información de todo tipo (voz, vídeo, datos, etc.) para distintos cometidos ya sea trabajo, para ocio, etc. de una manera más sencilla y que cualquier persona pueda acceder a toda la información que pueda existir en los ordenadores de una red estando en cualquier lugar, como es el caso de Internet.

Las redes de datos persiguen todos estos objetivos y otros obteniendo una serie de ventajas, que de otra manera, sin estar interconectados los ordenadores sería imposible de conseguir; algunas de las ventajas de las redes son:

- **Dispersión geográfica:** la mayoría de las organizaciones (empresariales o no) están muy distribuidas geográficamente, teniendo que comunicarse entre las distintas sedes que pueden estar en distintas localidades o incluso países.
- **Disponibilidad y rendimiento:** la compartición de recursos supone que en cualquier momento se puede tener acceso a la información, ya que en el caso de que un sistema falle o se sature de trabajo, se podrá acceder a otro ordenador mejorando el rendimiento global. Esto también hace que los sistemas sean más tolerantes ante los fallos, puesto que si un ordenador falla otro puede asumir su trabajo.
- **Flexibilidad:** las redes consiguen que los sistemas sean más flexibles, ya que permiten ubicar o mover un puesto de trabajo de un lugar geográfico a otro de una manera sencilla, incluso trasladando el puesto de trabajo al domicilio del

empleado. También consiguen buena flexibilidad para variar, aumentar o disminuir, el número de ordenadores y de dispositivos que se conectan a la red en cada momento.

- **Compartición de carga:** debido a la dispersión geográfica, los accesos y solicitudes que se le piden a un ordenador (servidor) son menores, puesto que existen muchos más que están conectados y por tanto el trabajo tenderá a repartirse entre todos ellos.

### 3.1.1 Problemática de las redes

Un problema muy habitual hasta hace poco tiempo era que cada fabricante de equipos y de programas tenía una solución propietaria. No era normal que existieran acuerdos entre distintos fabricantes, por lo que cada uno desarrollaba la solución que le parecía más acertada o mejor para sus intereses. Esto resulta muy perjudicial para los usuarios que están “enganchados” por un único fabricante, resultando muy costoso cada vez que tienen que sustituir los elementos de la red, siendo en algunas ocasiones complicado el unir componentes de distintos fabricantes.

Una dificultad añadida es que muchas de esas redes han ido evolucionando sin ningún estándar, aunque en algunos casos de fabricantes de mucho peso han hecho que sus normas se conviertan en estándares de hecho.

Otro problema de las redes es su diseño; los sistemas son cada día más complejos ofreciendo mayor número de servicios y los ordenadores cada vez más rápidos y con mayor capacidad, esto hace que en el diseño de las redes se tengan que tener en cuenta multitud de parámetros que hacen el software y el hardware más complejos y con mayores posibilidades de fallos, además de ser más difícil su actualización.

Asimismo, en el diseño de redes existen las dificultades añadidas del direccionamiento y encaminamiento de la red, los modos de transmitir la información (dúplex, semidúplex, símplex), los mecanismos de control y recuperación de errores, el control del flujo de la información, etc.

Para intentar solventar estos inconvenientes, las redes actuales se diseñan de forma estructurada organizándose en **capas** o niveles, de esta manera el problema global se descompone en trozos o bloques más pequeños, siendo más fácil su resolución, resultando por tanto menos complejos. Este tipo de solución es muy utilizada en programación estructurada en la que un programa se descompone en bloques más pequeños que resultan más fáciles de realizar, manejar, comprender y mantener.

Al conjunto abstracto definido por las capas, los servicios que ofrecen y los protocolos utilizados por la red se denomina arquitectura de red.

Las capas se sitúan cada una sobre la anterior hasta llegar al nivel más alto donde se situaría el usuario. La idea es que cada capa ofrezca determinados servicios a la capa inmediatamente superior y a su vez se apoye en los servicios que ofrece la capa que esta por debajo, de esta manera se libera a las capas superiores de hacer los servicios que realizan las capas inferiores.

Cada una de las capas situadas en un sistema se comunica de manera lógica con su capa gemela en otro sistema, comunicación de igual a igual, utilizando para ello un determinado protocolo que se conoce como protocolo de capa "n"

Cada una de las capas realizará un conjunto de funciones perfectamente definidas, comunicándose con las capas superior e inferior mediante un interfaz en el que estarán especificadas las operaciones y los servicios que una capa puede ofrecer a la superior.

En cada red, el número, el nombre, la función, etc. de las capas puede ser distinto, por lo que teniendo presente los conceptos de redes y protocolos basados en niveles aparece la necesidad de la normalización, concretada con el modelo ISA (Interconexión de Sistemas Abiertos) u OSI (Open Systems Interconnection) de la organización ISO.

### **3.2 MODELO DE REFERENCIA PARA LA INTERCONEXION DE SISTEMAS ABIERTOS**

El modelo de la ISO para la interconexión de sistemas abiertos se convirtió en un estándar internacional en la primavera de 1983. Este modelo se basa en una estructura de siete capas. Su objetivo principal es la interconexión de sistemas abiertos, esto es, comunicación entre sistemas distintos o de diferentes fabricantes.

La ISO (International Standards Organization) es una organización no gubernamental que se encarga a nivel mundial de la coordinación y aprobación de los estándares; en ISO están representadas las organizaciones de estandarización nacionales de los principales países, algunas de las cuales son: ANSI de Estados Unidos, BSI de Gran Bretaña, DIN de Alemania, JISC de Japón, AENOR de España, etc.

Los fundamentos en los que se basaron para la utilización de **siete capas** fueron:

- Las capas son entidades abstractas, creándose una capa donde se necesita un estado diferente de abstracción.
- Cada una de las capas realizará una función perfectamente definida.
- La función que realizará cada una de las capas se seleccionará para definir protocolos normalizados.

- Los límites entre capas deberán fijarse teniendo en cuenta que el flujo de información entre dichas capas sea el mínimo posible.
- El número de capas será lo suficientemente grande para que funciones muy diferentes no tengan que situarse en la misma capa y será lo más pequeño posible para que en conjunto no sea inmanejable.

Los **objetivos** que se quiere conseguir con este modelo son:

- La estandarización de la comunicación entre sistemas, (sistemas abiertos).
- Suprimir los posibles problemas técnicos para comunicar distintos sistemas que pueden ser de diferentes fabricantes.
- No tener que describir las operaciones internas que realiza cada uno de los sistemas de los distintos fabricantes.
- Conseguir unos puntos de interconexión bien definidos para el intercambio de información.
- Ser suficientemente flexible para asegurar que los elementos, hardware o software, puedan mejorarse o actualizarse sin introducir cambios totales, evitando en la medida de lo posible que afecten los cambios tecnológicos y los servicios que puedan solicitar los usuarios.

### 3.2.1 Características del modelo

El patrón para la Interconexión de Sistemas Abiertos se basa en un modelo de protocolos estratificados, cada nivel se desarrolla sobre el anterior, proporcionando un conjunto de servicios al nivel inmediatamente superior, por lo que el nivel más alto dispondrá de los servicios que ofrecen todos los niveles inferiores.

La comunicación entre niveles equivalentes de distintos sistemas es una comunicación lógica horizontal.

Existen cuatro acciones, denominadas **primitivas** que son un conjunto de operaciones que sirven para ofrecer los servicios entre niveles, a estas primitivas acceden los niveles por medio de los Puntos de Acceso al Servicio (PAS, en inglés SAP "Service Access Points"). Este es un método que se utiliza para que los niveles se comuniquen entre sí. Estas acciones son:

- Solicitud.
- Indicación
- Respuesta.
- Confirmación.

El intercambio de información entre capas se lleva a cabo por medio de un interfaz existente entre las mismas, este interfaz puede estar compuesto por elementos lógicos y/o físicos.

Los protocolos de cada uno de los niveles pueden ser diferentes e independientes entre sí, lo único que necesitan es conocer los servicios que presta el interfaz con la capa inferior.

El modelo OSI no especifica de forma exacta los protocolos y servicios que se utilizarán en cada nivel, únicamente indica las funciones que debe realizar cada capa, por lo que este modelo no se puede considerar como una arquitectura de red.

### 3.2.2 Transmisión de datos

Como se puede ver en la figura 3.1 existen siete niveles o capas; el objetivo de cada una de las capas es comunicarse con su capa equivalente de otro sistema o de un nodo de la red. Para que la comunicación sea posible cada sistema deberá tener los mismos protocolos en cada uno de los niveles.

Suponiendo que el emisor tiene datos de usuario para transmitir, éste se los entrega a la capa de **aplicación**; esta capa añadirá una cabecera “**A**” y entregará los datos a la capa de **presentación**. La capa de presentación a su vez añadirá la cabecera de presentación “**P**” y el resultado se lo enviará a la capa de sesión, repitiéndose este proceso hasta llegar a la capa física, en este nivel es donde realmente se envían los datos al otro sistema por medio de los circuitos, equipos e interfaces existentes entre los mismos.

Cuando la información llega de una capa a la capa inmediata inferior, ésta no puede diferenciar que datos son de información real y cuales son de la cabecera de la capa superior.

Cuando la información llega al sistema receptor se realiza el proceso inverso, suprimiendo cada capa la cabecera correspondiente y entregando los datos a la capa superior hasta llegar a la capa de aplicación, que será la que entregue los datos al usuario receptor.

Como se puede observar, la transmisión efectiva de datos es vertical, por lo que no existe una comunicación directa entre los niveles de los dos sistemas excepto en el caso del nivel físico. Lo que se establece es una **comunicación lógica entre niveles pares** o iguales utilizando para ello el protocolo de cada nivel, que utiliza las cabeceras que se añadieron en el emisor para llamar a funciones en el receptor.

Los niveles se pueden clasificar en tres grupos o niveles globales. Los niveles de control o usuario relacionados con las necesidades de comunicación de los usuarios, formados por los niveles de Aplicación, Presentación y Sesión. El nivel de

transporte, formado por la capa de Transporte y los niveles de transmisión encargados de transmitir los mensajes a través de la red, formados por las capas de Red, Enlace y Física.

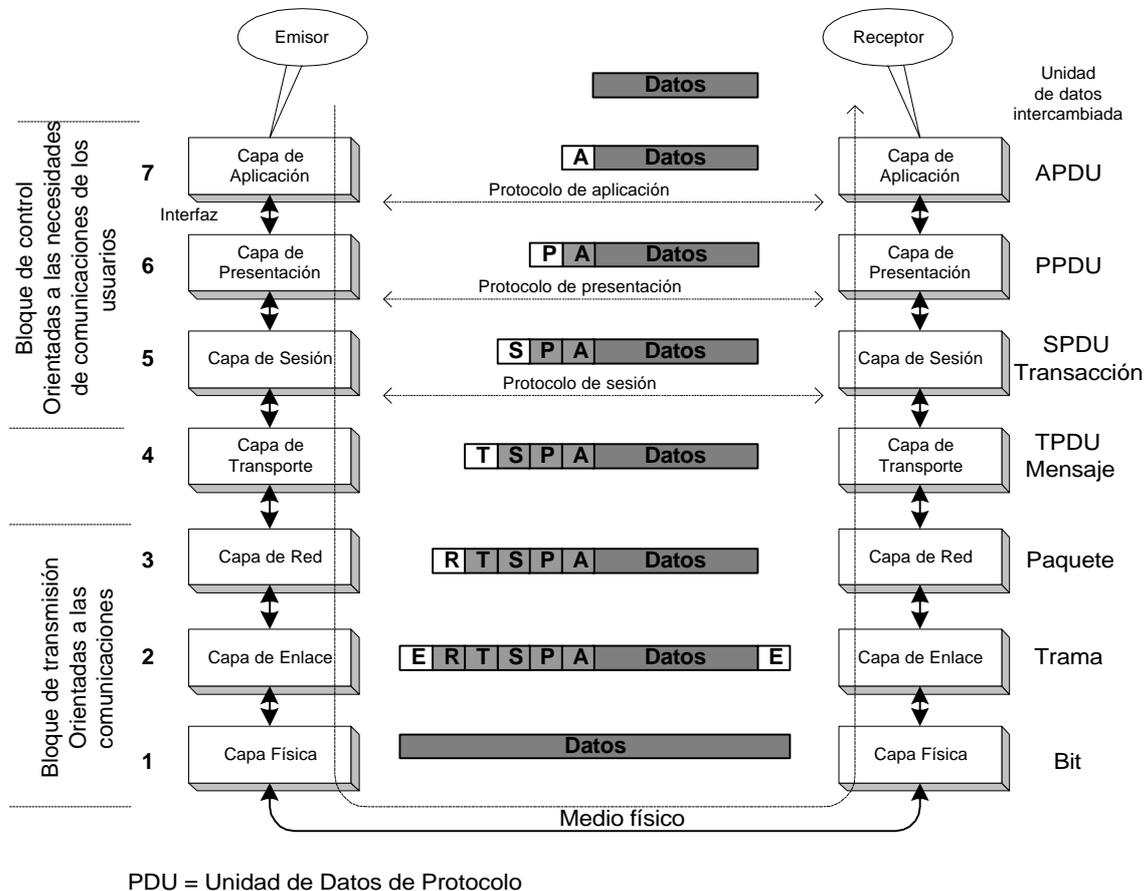


Figura 3.1 Comunicación entre niveles en el modelo de ISO

### 3.2.3 Descripción y funciones de los niveles

Cada uno de los niveles tiene asignada una serie de funciones básicas que se describen a continuación.

- **Nivel físico.**

Este es el nivel más bajo del modelo; en este nivel se definen las características mecánicas, eléctricas y funcionales o de procedimiento de interfaz para un medio de transmisión específico, tal como se describe en el tema 2. Este nivel debe asegurar el envío correcto de los bits, que cuando se transmita un bit con un determinado valor en el otro extremo se reciba con el mismo valor.

Este nivel por tanto es el responsable de activar, mantener y desactivar los circuitos entre el ETD y el ETCD.

- **Nivel de enlace de datos.**

Esta capa es la responsable de la integridad en la transferencia de datos por el medio de transmisión, esto quiere decir que a partir de un medio transmisión como puede ser una línea telefónica, tiene que hacer los ajustes o correcciones necesarias para que la capa 3 pueda transmitir sin fallos.

Una de las funciones más importantes de este nivel es la detección de errores en la transmisión; esta capa proporciona mecanismos para la recuperación de datos perdidos, duplicados o erróneos.

También, para que el receptor no se sature tendrá que proporcionar funciones de control del flujo de datos.

Sobre este nivel recae la creación y el reconocimiento de los límites de la trama.

Esta capa ofrece diferentes clases de servicios a la capa de red.

Los protocolos del nivel de enlace de datos definen el establecimiento y la liberación del enlace, controlando el correcto envío de datos y haciendo funciones de gestión del propio nivel. Algunos de estos protocolos son el BSC (Binary Synchronous Communications), HDLC, LAP-B (X.25 nivel 2), etc.

- **Nivel de red.**

La comunicación entre dos sistemas normalmente se realiza por medio de una red, este nivel especifica el interfaz entre ETD's mediante redes de paquetes, teniendo la responsabilidad de transmitir los datos correctos a través de la red.

Por tanto esta capa tiene la responsabilidad de seleccionar la ruta que tomarán los datos o encaminamiento (función de conmutación), que está muy relacionado con el diseño de la red.

Otra función de este nivel es que cuando existe mucha información a transmitir dentro de la red y ésta se satura, realiza el control de la congestión o controla el flujo de paquetes para prevenir el bloqueo de la red.

También tiene como misión la conexión y desconexión de las redes, resolver los problemas de interconexión con otras redes (encaminamiento entre redes), e incluso la función de contabilizar la información transmitida para la facturación.

Ejemplos de protocolos de nivel de red son el IP (Internet Protocol) y el X.25 (nivel 3).

- **Nivel de transporte.**

Esta capa asila a los niveles superiores de los elementos de comunicación que constituyen la red, independizándolos por tanto de la tecnología utilizada en la red.

Su función principal consiste en tomar los datos del nivel de sesión, dividirlos en trozos más pequeños si fuera necesario y pasarlos a la capa de red, asegurándose de que llegan correctamente a la misma capa del otro sistema, proporcionando así un mecanismo fiable para el intercambio de datos entre sistemas distintos.

Esta capa fragmenta la información en unidades más pequeñas, empleando funciones de multiplexación, direccionamiento, establecimiento y liberación de conexiones a través de la red y transferencia y control de flujo de la información.

La capa de transporte es una capa del tipo origen – destino, o extremo a extremo (ver figura 3.2), la capa origen se comunica con la de destino utilizando para ello los protocolos de esta capa, que se establecen extremo a extremo. En las capas inferiores se comunican entre cada sistema (ETD) y su conexión más próxima (la Red).

La capa de transporte puede ofrecer servicios de detección y corrección de errores y distintos niveles de calidad de servicio, normalmente relacionados con los costes. El tipo de servicio se determina cuando se establece la conexión.

La complejidad de los protocolos utilizados en la capa de transporte dependerá de lo complejos que sean los que se utilicen en el nivel de red o de los servicios que ofrezcan. Algunos protocolos utilizados en este nivel son el TCP (Transmission Control Protocol) y UDP.

- **Nivel de sesión.**

Proporciona los medios necesarios para controlar el diálogo entre entidades de presentación, permite que usuarios de diferentes sistemas puedan establecer sesiones entre ellos, por ejemplo para transferir archivos.

Los servicios que proporciona este nivel son:

- Establecimiento de la conexión de sesión. A petición del usuario se realiza la conexión de dos entidades del nivel de presentación.

- Control del diálogo. Las sesiones permiten que el tráfico vaya en un sentido o en ambas direcciones.
- Liberación de la conexión de sesión. Cuando se finaliza el intercambio de datos se desconecta la sesión.
- Sincronización y mantenimiento de la sesión. Para realizar el intercambio ordenado de datos la capa de sesión proporciona la sincronización y el control de la comunicación.

- **Nivel de presentación.**

Esta capa se ocupa de la sintaxis o formato de los datos de aplicación que se intercambia durante las sesiones; esta función es completamente diferente de la de las capas inferiores, cuyo trabajo principal consiste en el intercambio fiable de bits entre dos sistemas.

Las principales funciones del nivel de presentación son el cifrado de datos, por razones de privacidad o de autenticación, la compresión de datos para reducir el número de bits a transmitir y la conversión de códigos. Puesto que los ordenadores pueden representar la información de diferentes formas (ASCII, EBCDIC, etc.), para que se puedan comunicar dos ordenadores distintos (sistema abierto) es necesario que esta capa realice una conversión del formato utilizado por un ordenador u otro dispositivo de usuario a un formato normal de la red.

- **Nivel de aplicación.**

Es el nivel superior del modelo de ISO, sirviendo por tanto al usuario final, que es el entorno o proceso de aplicación. Controla y coordina las funciones que realizan los programas de los usuarios.

Un proceso de aplicación es un elemento dentro de un sistema abierto, que se ocupa del procesamiento de información requerido para una aplicación en particular. Cuando dos procesos de aplicación intercambian información usan protocolos de aplicación que utilizan servicios del nivel de presentación.

Ejemplos de protocolos de este nivel son el FTAM (transferencia de ficheros), X.400 (correo electrónico) y X.500 (directorio).

En algunos sistemas las capas pueden estar a su vez divididas en subcapas, o por el contrario no tener ninguna función, en cuyo caso no existiría dicho nivel.

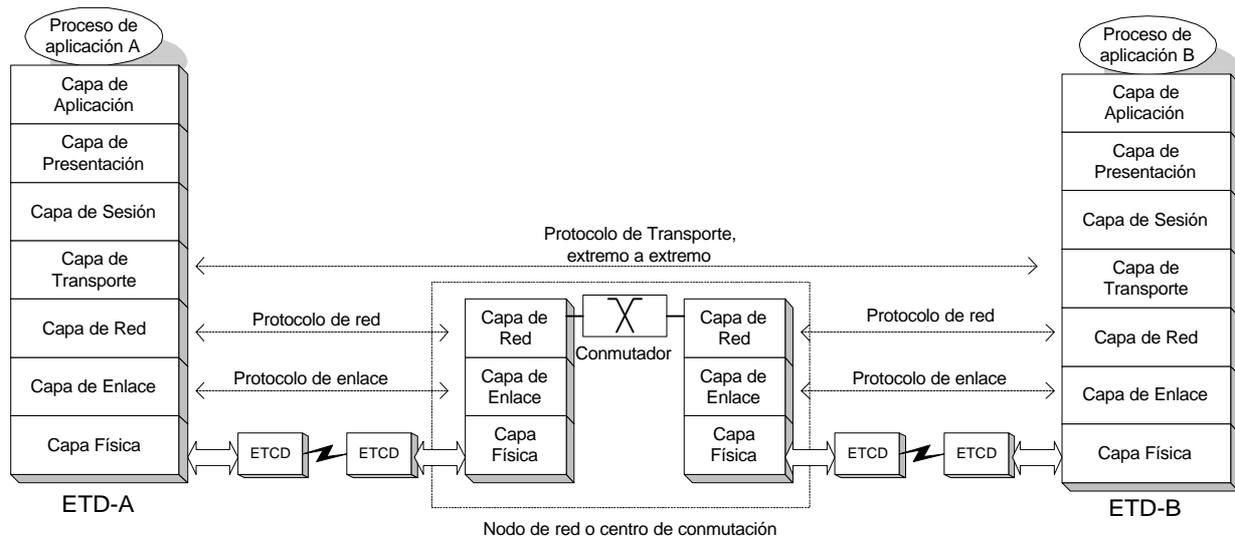


Figura 3.2 Relación de capas en el modelo OSI

Para aclarar las funciones que realiza cada una de las capas se puede hacer de manera sencilla con un ejemplo de una llamada telefónica:

1. Una línea telefónica enlaza dos equipos de telecomunicaciones (teléfonos), la capa 1 (**física**) asegura que las señales de voz sean transformadas en señales eléctricas aptas para ser transmitidas al otro extremo de la línea y las señales que se reciben se conviertan en señales audibles. Esta capa define el tipo de conector que deben tener los aparatos telefónicos (RJ-11) y los niveles de la señal en el interfaz del teléfono con la red.
2. La capa 2 (**enlace**) asegura que siempre que se produzcan errores y una palabra no sea correctamente recibida, se indicará al emisor para que la retransmita. Además si el sistema permite conversaciones simultáneas de mas de dos usuarios esta capa controlará quién habla.
3. La capa 3 (**red**) establece la llamada mediante la marcación del número distante, proporcionando un mecanismo de encaminamiento para conectar con el número de la persona con la que se desea hablar. En el extremo distante, cuando suena el timbre, la persona descuelga el teléfono y comienza la comunicación.
4. Cuando la llamada se ha establecido, la capa 4 (**transporte**) se emplea para asegurar que los mensajes solicitados se envían sin pérdidas. Si la calidad se degrada hasta el punto de que no se comprenden los mensajes, pueden acordar interrumpir la comunicación.
5. En la capa 5 (**sesión**), se proporcionan mecanismos que permiten al que llama establecer una conversación (sesión) con otra persona del mismo lugar al que se

llama identificándose y preguntando por esa persona, también puede ser que durante un tiempo conversen dos personas y en otro momento otras distintas.

6. En la capa 6 (**presentación**) se resuelven los problemas del lenguaje. En el caso de que ambas partes no hablen el mismo idioma se realizaría la función de traducción, solicitando un traductor. También si el asunto es confidencial, se puede acordar el empleo de un vocabulario especial que ambos entiendan.
7. La capa 7 (**aplicación**) depende de la forma en la que las dos personas que se comunican quieren intercambiarse el mensaje, del modo de hablar o del sentido de las palabras.

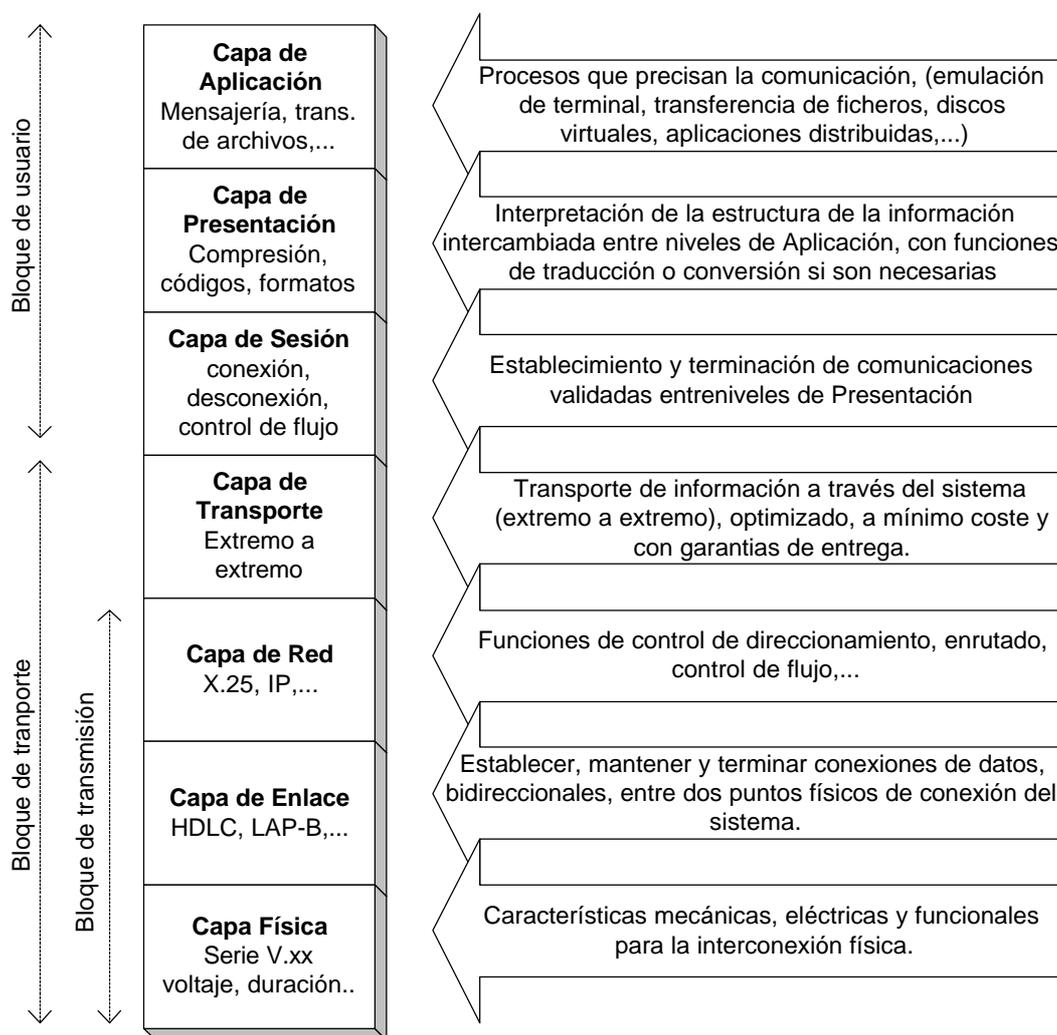


Figura 3.3 Columna jerárquica OSI

### 3.2.4 Comunicación entre niveles (servicios)

Como hemos visto, las capas se comunican con sus iguales (capas gemelas de otro sistema) de manera lógica mediante protocolos de capa. Sin embargo, la comunicación real se establece entre los distintos niveles hasta llegar al nivel físico; cada nivel proporciona una serie de servicios al nivel superior mediante un conjunto de funciones o primitivas.

Estas primitivas indican al que presta el servicio que debe efectuar una acción o bien notifican la acción tomada. En el modelo OSI existen cuatro primitivas y cada capa las llama por medio de los puntos de acceso al servicio. Estas acciones son:

- **Solicitud** (Request): Sirve para que el usuario llame a una función con el objeto de que le sea prestado un servicio, por ejemplo para establecer una conexión o enviar datos.
- **Indicación** (Indication): Sirve para que el proveedor de un servicio notifique a un usuario una acción tomada, o bien para indicar que ha sido invocado un procedimiento por parte del usuario del extremo remoto de la conexión.
- **Respuesta** (Response): Sirve para que el usuario de un servicio responda a una función llamada previamente mediante una indicación.
- **Confirmación** (Confirm): Se emite por el suministrador del servicio para reconocer o completar algún procedimiento solicitado por un usuario mediante una solicitud.

La mayoría de estas primitivas pueden contener parámetros con los que pueden especificar el tipo de servicio que se desea, el tamaño del mensaje, la identidad del que llama, etc.

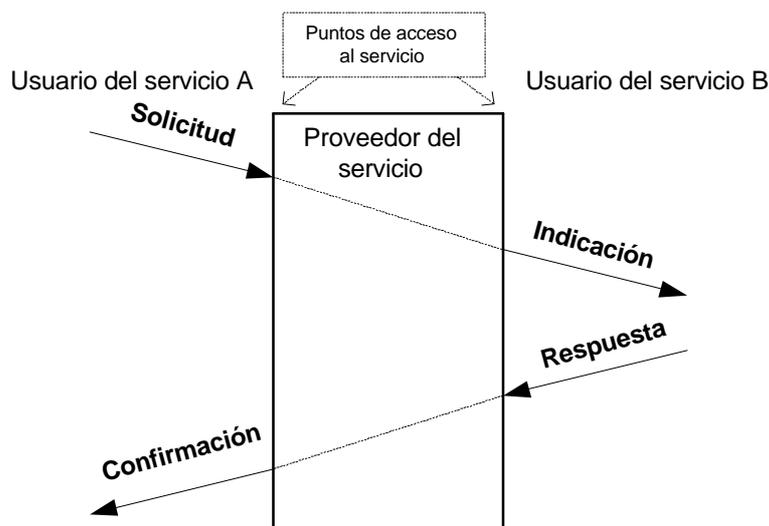


Figura 3.4 Relación clásica entre primitivas

Los servicios que prestan las capas pueden ser **confirmados** o no. Si un servicio es confirmado, existe una petición de servicio, una indicación, una respuesta y una confirmación por parte del que presta el servicio (ver figura 3.4). En un servicio **sin confirmar** sólo existe una petición de servicio y una indicación por parte del que presta el servicio.

Las capas a su vez pueden ofrecer dos tipos de servicios: **orientados a conexión** y **sin conexión**.

Un servicio orientado a conexión es aquel que establece un camino o conexión antes del envío de información, liberando después dicha conexión. Es como si la información fuera un líquido que fluyera por un tubo que se establece entre el origen y el destino.

En un servicio sin conexión cada mensaje se encamina de manera independiente a través de la red; en este caso cada mensaje lleva la dirección completa del destino en su propia cabecera.

Se puede hacer una analogía entre el servicio orientado a la conexión y el sistema telefónico, en el que cada vez que queremos comunicarnos se establece un circuito con el distante. El servicio no orientado a conexión sería similar al servicio de correos en el que cada carta lleva su dirección completa del destino.

Para que la comunicación se lleve a cabo entre las capas tendrá que existir un acuerdo acerca de los datos que se intercambian y qué componentes se comunican entre sí. En la figura 3.5 se puede ver una representación de estos componentes.

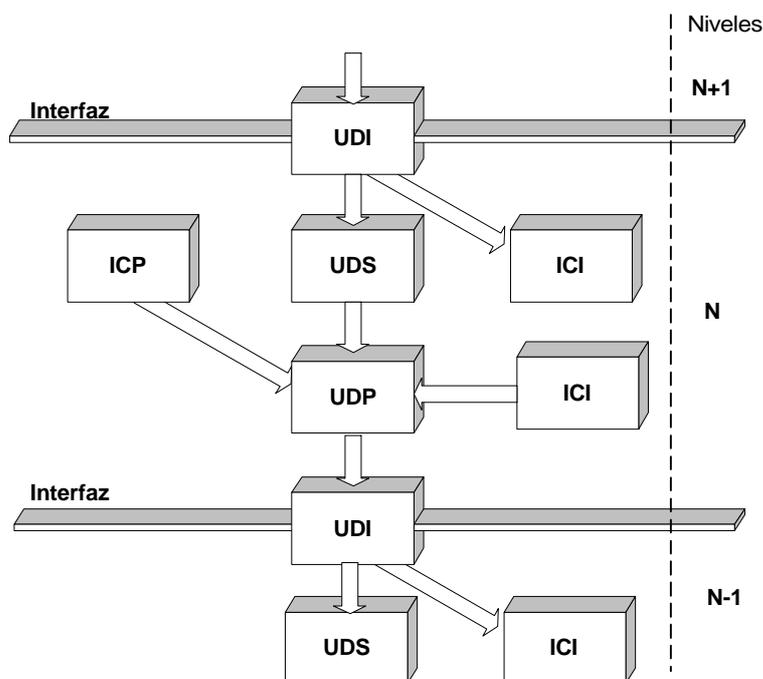


Figura 3.5 Comunicación entre capas

Los elementos que aparecen en la figura 3.5 son:

- **UDS** (Unidad de Datos del Servicio), SDU: Transmite los datos de usuario de forma transparente del nivel N+1 al nivel N y sucesivos.
- **ICP** (Información de Control de Protocolo): Intercambia información entre entidades equivalentes de diferentes sistemas. Esta información sirve para indicar a una entidad que realice un determinado servicio.
- **UDP** (Unidad de Datos de Protocolo), **PDU**: combinación de UDS más ICP.
- **ICI** (Información de Control del Interfaz): Es un parámetro temporal que se pasan entre los niveles N+1 y N, o N y N-1, para invocar funciones de servicio.
- **UDI** (Unidad de Datos de Interfaz), IDU: Es la unidad total de información que se transfiere por el interfaz entre niveles. Se compone de la ICP, UDS e ICI. Esta información se pasa por el punto de acceso al servicio (PAS).

En el momento en que la UDI pasa de un nivel a otro se convierte en la UDS de dicho nivel, la ICI se utiliza en este nivel y después de desecharla. A la UDS de este nivel se le incorpora una ICP (cabecera de protocolo) y otra ICI, pasando así a convertirse en la UDI del siguiente nivel (N-1); este proceso se repite en cada nivel recibiendo de esta manera una unidad de protocolo completa.

La ICI se utiliza entre niveles adyacentes del mismo sistema, proporcionando instrucciones para ser ejecutadas por los niveles inferiores en el nodo transmisor o por los superiores en el nodo receptor.

Los servicios y protocolos son conceptos diferentes. Un servicio define las operaciones que una capa proporciona a la capa superior, sin especificar cómo se realizarán dichas operaciones. El servicio se presta en el interfaz entre dos capas, la inferior presta el servicio y la superior lo utiliza para sus fines.

Los protocolos entran dentro del conjunto de reglas que definen de manera precisa el formato de las Unidades de Datos de Protocolo (PDU) que se intercambian entre dos entidades o capas gemelas, así como el significado de cada uno de los campos (bits, mensajes,...) de las PDU.

### **3.3 CODIFICACION DE LA INFORMACION**

En las comunicaciones de datos, cuando dos sistemas se transmiten información (bits) han de dialogar en un “idioma” que ambos entiendan. Surge así la necesidad de codificar la información conforme a unos formatos previamente establecidos, estos formatos son los códigos utilizados en las comunicaciones.

La codificación consiste en establecer una ley de correspondencia entre las informaciones a representar y las posibles configuraciones binarias, de tal manera que a cada información le corresponda una y solo una configuración binaria posible. A esta correspondencia se la denomina código.

Un conjunto de “n” dígitos binarios podrá tomar  $2^n$  estados distintos y por tanto representar  $2^n$  informaciones distintas.

A la operación inversa se denomina decodificación. A la aplicación de un cambio de código a una información ya codificada, es decir pasar de un código a otro, se denomina transcodificación.

Existen multitud de códigos para representar la información, cada ordenador o sistema puede tener el suyo en función generalmente de la longitud de la palabra que utilice en su interior (8, 16, 32,... bits); sin embargo los más importantes por su utilización son el **Baudot**, el **ASCII** y el **EBCDIC**.

Uno de los primeros códigos utilizados en las comunicaciones fue el Morse utilizado en los telégrafos, en el que a cada letra o símbolo se le hace corresponder un conjunto de puntos y rayas, representando así la información para poder transmitirla con esos equipos.

Número de orden	Grupo de bits Peso = 54321	Grupo de letras	Grupo de figuras (cifras)
01	00011	A	-
02	11001	B	?
03	01110	C	:
04	01001	D	\$
05	00001	E	3
06	01101	F	!
07	11010	G	&
08	10100	H	#
09	00110	I	8
10	01011	J	Timbre
11	01111	K	(
12	10010	L	)
13	11100	M	.
14	01100	N	,
15	11000	O	9
16	10110	P	0
17	10111	Q	1
18	01010	R	4
19	00101	S	'
20	10000	T	5
21	00111	U	7
22	11110	V	; o =
23	10011	W	2
24	11101	X	/
25	10101	Y	6
26	10001	Z	" o +
27	01000	CR	Retorno de carro
28	00010	LF	Avance de línea
29	11111	Cambio letras	Cambio letras
30	11011	Cambio figuras	Cambio figuras
31	00100	SP	Espacio
32	00000	BLK	Blanco

Tabla 3.1 Código Baudot

Posteriormente apareció el código Baudot, inventado por E. Baudot en 1874; en este código cada letra se representa por combinaciones de cinco elementos (5 bits), permitiendo representar 32 caracteres distintos. Además emplea dos códigos para cambiar a letras o cifras, con lo que se permite un total de 60 representaciones distintas. Este código es conocido también como alfabeto Internacional Telegráfico Nº 2 del CCITT, está representado en la tabla 3.1.

Este código, cuya cualidad era que utilizaba el mismo número de bits para representar cada carácter siendo sencilla su utilización por sistemas automáticos (teleimpresores), se quedó anticuado debido al uso de ordenadores que utilizaban mayor número de caracteres y por tanto de bits para representarlos.

Para solventar este inconveniente se desarrollaron el código ASCII y el EBCDIC.

El código ASCII (American Standard Code for Information Interchange) fue desarrollado por ANSI el Instituto nacional Americano de Normalización y adoptado por el CCITT como Alfabeto Internacional Nº 5 (AI5). Este código se compone de 7 bits con lo que se pueden representar hasta 128 caracteres (ver tabla 3.2). Algunos fabricantes añaden un octavo bit, utilizando este bit para comprobación de errores mediante el método de paridad.

Existe también una versión del código ASCII que utiliza 8 bits con la que se pueden representar hasta 256 caracteres.

Posiciones de los Bits				b7	0	0	0	0	1	1	1	1	
				b6	0	0	1	1	0	0	1	1	
				b5	0	1	0	1	0	1	0	1	
b4	B3	b2	b1										
0	0	0	0	NUL	DLE	SP	0	@	P	\	P		
0	0	0	1	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	Q		
0	0	1	0	STX	DC2	"	2	B	R	b	R		
0	0	1	1	ETX	DC3	#	3	C	S	c	S		
0	1	0	0	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	T		
0	1	0	1	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	U		
0	1	1	0	ACK	SYN	&	6	F	V	f	V		
0	1	1	1	BEL	ETB	'	7	G	W	g	W		
1	0	0	0	BS	CAN	(	8	H	X	h	X		
1	0	0	1	HT	EM	)	9	I	Y	i	Y		
1	0	1	0	LF	SUB	*	:	J	Z	j	Z		
1	0	1	1	VT	ESC	+	;	K	[	k	{		
1	1	0	0	FF	FS	,	<	L	\	l			
1	1	0	1	CR	GS	-	=	M	]	m	}		
1	1	1	0	SO	RS	.	>	N	^	n	~		
1	1	1	1	SI	US	/	?	O	_	o	DEL		

Tabla 3.2 Código ASCII o CCITT Nº 5

El código EBCDIC (Extended Binary Coded Decimal Interchange Code) fue desarrollado por IBM y es utilizado principalmente en grandes sistemas. Es un código de 8 bits como puede verse en la tabla 3.3.

Posiciones de los Bits				B4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
				B3	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
				B2	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
				B1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
b8	b7	b6	b5																	
0	0	0	0	NUL	SOH	STX	ETX	PF	HT	LC	DEL			SMM	VT	FF	CR	SO	SI	
0	0	0	1	DLE	DC1	DC2	DC3	RES	NL	BS	IL	CAN	EM	CC		IFS	IGS	IRS	IUS	
0	0	1	0	DS	SOS	FS		BYP	LF	EOB	PRE			SM			ENQ	ACK	BEL	
0	0	1	1			SYN		PN	RS	UC	EOT					DC4	NAK		SUB	
0	1	0	0	SP										C	.	<	(	+		
0	1	0	1	&										!	\$	*	)	;	-	
0	1	1	0	_	/										'	%	-	>	?	
0	1	1	1											:	#	@	,	=	"	
1	0	0	0		a	b	c	d	e	f	g	h	i							
1	0	0	1		j	k	l	m	n	o	p	q	r							
1	0	1	0			s	t	u	v	w	x	y	z							
1	0	1	1																	
1	1	0	0		A	B	C	D	E	F	G	H	I							
1	1	0	1		J	K	L	M	N	O	P	Q	R							
1	1	1	0			S	T	U	V	W	X	Y	Z							
1	1	1	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9							

Tabla 3.3 Código EBCDIC de IBM

Una función que tienen los códigos es controlar la comunicación entre ordenadores y terminales, para lo cual existen unos elementos de control, por ejemplo en el código ASCII las dos primeras columnas (bits de mayor peso a cero, b6=b7=0) representan estos caracteres, códigos que se utilizan para controlar las comunicaciones y a los terminales que reciben los datos.

### 3.4 PROTOCOLOS DE COMUNICACIONES

En los párrafos anteriores (punto 3.2) se ha utilizado mucho la palabra protocolo sin especificar qué se entiende por la misma, vamos a tratar aquí de aclarar este término y de ver las funciones que realizan.

Cuando dos o más dispositivos se comunican ha de existir algún mecanismo que regule el momento y la forma con la que estos dispositivos transmiten la información, las distintas situaciones en las que pueden hallarse y cómo comportarse en cada uno de esos casos, todas estas actuaciones forman parte del protocolo de comunicación que se establece entre dichos dispositivos.

Por protocolo se entiende el conjunto de **reglas que regulan la comunicación** entre dos sistemas que establecen un diálogo para la transferencia

de datos, coordinando el flujo de información y garantizando que la comunicación se lleve a cabo sin errores.

Todo protocolo normalmente queda definido por sus **características funcionales** y sus **características de procedimiento**.

Las características funcionales son las que definen las señales que controlan la comunicación, su formato y su significado. Las características de procedimiento indican como deberá ser el comportamiento de los sistemas ante determinadas situaciones o señales.

Un ejemplo de protocolo entre personas puede ser una comunicación telefónica. Cuando nos comunicamos por teléfono también cumplimos unas normas básicas que podemos identificar como el protocolo:

- I. Si una persona (A) llama por teléfono marcando un número, sonará el teléfono de la persona (B) a la que llama, ésta descolgará su teléfono estableciendo a partir de ese momento el mecanismo que permite que los dos participantes se entiendan.
- II. En primer lugar la persona (B) que recibe la llamada pronunciará la palabra “**diga**” para que el que llama sepa que hay alguien al otro extremo de la línea con el que puede establecer una comunicación.
- III. Una vez que la persona (A) escucha esta palabra, pregunta por la persona con la que quiere hablar, establecen la comunicación y se transmiten la información “**charlan**”.
- IV. Durante el intercambio de información, si el participante que tiene la palabra se alarga mucho, el que está a la escucha va intercalando en la conversación alguna palabra como “**si**”, para que el otro sepa que la comunicación continúa (control de la comunicación).
- V. Si el que se está expresando en un determinado momento habla demasiado rápido y el otro participante no puede asimilar lo que le está diciendo, éste le dirá al que habla que “**vaya más lento**” (control del flujo).
- VI. Si por el contrario no le entiende porque no le ha oído bien debido al ruido, el que está a la escucha pedirá que le “**repita**” lo que haya dicho anteriormente (control de errores).
- VII. Al final de la conversación se despiden con determinadas palabras (palabras de control) como “**adiós**” y se cuelga el teléfono (se libera la comunicación).

A todo este conjunto de palabras y actuaciones ante cada una de las posibles situaciones que se dan durante la comunicación telefónica se denomina protocolo.

### 3.4.1 Funciones de los protocolos

La principal función de un protocolo es la de controlar la comunicación (conversación) entre distintos dispositivos (ordenadores), asegurándose del correcto envío de información. Para ello generalmente utilizan determinados elementos o señales de control.

Las funciones básicas de cualquier protocolo son:

- **Detección de errores:** Debido a que las líneas de transmisión pueden ser ruidosas y los sistemas de comunicaciones imperfectos, los protocolos han de poder detectar los posibles errores que se produzcan durante el intercambio de datos.
- **Identificación del camino:** Puesto que muchas comunicaciones se multiplexan por la misma vía de comunicación, los protocolos han de tener un mecanismo para identificar los distintos caminos lógicos para poder tratar las comunicaciones separadamente.
- **Control del flujo** de la información: Los participantes en una comunicación pueden tener distintas velocidades de procesamiento de la información, por lo que si no existe un control alguno de los participantes se podría llegar a saturar perdiendo datos. Por lo tanto los protocolos tienen que tener un mecanismo que regule el flujo de la transferencia de información.
- **Codificación** del tipo de mensaje: Los datos que viajan entre dos sistemas pueden ser de dos tipos: de información que se transmiten entre dichos sistemas (la información efectiva) y de control de las comunicaciones. Estos dos tipos de mensajes deberán estar codificados conforme a unos formatos establecidos en cada protocolo.

### 3.4.2 Niveles de los protocolos

Cuando se habla de redes de datos el término protocolo tiene muchos sentidos y en función de lo que se hable tendrá un significado u otro.

Como se ha visto anteriormente existen muchas formas y niveles de protocolos, cada capa del modelo de ISO se comunica con su capa semejante de otro sistema utilizando un protocolo de dicha capa.

A nivel físico un protocolo puede consistir en los niveles de tensión (voltaje) que se intercambian para representar los datos. Un protocolo de línea o enlace proporciona una transmisión de datos libre de errores por la línea de comunicaciones, éste sería un protocolo de nivel 2. De esta manera se puede continuar hasta llegar a los protocolos de aplicación.

Según el modelo de referencia de la ISO pueden existir tantos protocolos en un sistema como niveles representa dicho modelo, denominándose protocolos de bajo nivel a los existentes en las capas 1 a 3 y protocolos de alto nivel a los que trabajan en las capas 4 a 7, tal como se puede ver en la tabla 3.4.

<b>Nivel</b>	<b>Capa</b>	<b>Nivel del protocolo</b>
7	Aplicación	
6	Presentación	Alto nivel
5	Sesión	
4	Transporte	
3	Red	
2	Enlace	Bajo nivel
1	Física	

Tabla 3.4

Un protocolo puede tener repartidas sus funciones en varias capas. Un ejemplo puede ser el X.25 que tiene la función de control de errores en el nivel 2 y la función de encaminamiento en el nivel 3. También es posible que determinadas funciones se den en varios niveles, por ejemplo el control del flujo se puede realizar en el nivel 2 y en el 3.

Además, en un mismo nivel de un determinado sistema pueden existir varios protocolos haciendo uso de los servicios que prestan los niveles inferiores.

### **3.4.3 Protocolos de control de enlace (nivel 2)**

A estos protocolos también se los denomina protocolos de línea o control de enlace de datos (DLC, Data Link Control), esta denominación es porque su principal función es controlar el tráfico de datos en la línea entre dos estaciones.

Los protocolos de control de enlace gestionan el tráfico de datos en la línea, asegurándose del transporte de los datos libres de errores hasta la estación receptora conectada a dicha línea.

Las principales funciones de estos protocolos son:

- Proporcionar servicios bien definidos a la capa de red.
- Sincronización de trama y transparencia.
- Control de errores de transmisión.
- Control del flujo de datos.
- Gestión del enlace.

- **Servicios proporcionados a la capa de red.**

El principal servicio suministrado es el de tomar los datos dados por la capa de red y entregarlos sin errores a la capa de red de la estación receptora.

La capa de enlace puede ofrecer varios servicios a la capa de red, estos servicios además pueden variar de un sistema a otro, siendo los más comunes:

Servicio sin conexión y sin confirmación: En este tipo de servicio la estación origen envía tramas independientes a la estación destino, sin que la estación destino envíe confirmaciones; con este servicio no se establece conexión previa al envío ni se libera posteriormente. En el caso de que se pierdan tramas los datos no se recuperan en el nivel de enlace.

Servicio sin conexión y con confirmación: En este caso al igual que en el anterior no se establece una conexión entre el origen y el destino, sin embargo el receptor de una trama sí confirma su llegada.

Servicio orientado a la conexión: En este tipo de servicio se establece una conexión virtual entre los sistemas origen y destino; en este caso cada una de las tramas enviadas se asegura que es recibida correctamente, proporcionando a la capa superior un envío de datos fiable. En los servicios orientados a la conexión existen tres fases claramente diferenciadas en el proceso de transmisión: la fase de establecimiento de la conexión, la de envío de datos y la fase de liberación de la conexión.

- **Sincronización de trama y transparencia (entramado)**

En transmisión de datos entre dos sistemas el nivel de red entrega al nivel de enlace un bloque de datos para su transmisión, este nivel a su vez se los entrega al nivel físico para que los transmita en forma de flujo de bits por el circuito existente. Este bloque entregado por el nivel 3 es dividido por el nivel de enlace en una serie de **tramas** que son las estructuras de información de nivel 2 compuestas por un conjunto de bits o caracteres.

Un problema que tiene el nivel 2 al dividir la información en tramas es identificar el comienzo y el final de la trama cuando es recibida, esto normalmente se hace insertando una serie de bits específicos que permiten delimitar la trama y sincronizar a este nivel (trama) a las dos estaciones.

Existen diferentes métodos para realizar el entramado siendo los más habituales:

Cuenta de caracteres: También llamado principio y cuenta, en este método de encapsulamiento de tramas se utiliza un campo en la cabecera de la trama para indicar la longitud en caracteres de la misma; este método tiene muchos problemas en caso de ocurrir un error en el campo que indica la longitud, ya

que se desincroniza el receptor por no saber cuando comienza la siguiente trama, por este motivo no es muy utilizado.

Principio y fin con inserción de caracteres: En este caso cada trama comienza con una secuencia de caracteres concreta y terminan con otra. Los caracteres utilizados son los de control de un determinado alfabeto o código como pueden ser el ASCII o el EBCDIC (ver punto 3.3), por ejemplo para el comienzo de la trama pueden utilizarse “DLE STX” y para el final “DLE ETX”.

En este caso existe un problema cuando alguno de los datos a transmitir coincide con estos caracteres de control, este problema se soluciona insertando en la estación emisora un carácter DLE, éste se inserta en la posición anterior al carácter coincidente de los datos que se quieren enviar; la estación receptora al comprobar que se repite el carácter lo suprime. Esta técnica se conoce como **inserción de carácter** y permite conseguir una transmisión transparente.

Guión o bandera (flag) de inicio y final con inserción de bit: Con esta técnica las tramas comienzan y terminan con la bandera que es un conjunto de bits especial formado por “01111110”, de esta manera las tramas pueden contener un número arbitrario de bits no estando limitados a un conjunto de caracteres o alfabeto.

Para permitir cualquier combinación de bits en la trama, cada vez que el emisor detecta un conjunto de 5 bits seguidos a “1” en los datos, inserta un “0” para que no exista la posibilidad de repetirse la bandera dentro de la trama, el receptor hará la operación inversa. A esta operación se la conoce como **inserción de bit**.

- **Control de errores de transmisión**

Cuando una estación emisora envía tramas de información ha de tener la seguridad de que llegan correctamente a la estación receptora para que esta entregue la información a la capa superior.

La forma de asegurarse una entrega libre de errores es mediante la utilización de técnicas de **detección de errores** y **petición de retransmisión**.

La detección se basa en la utilización de códigos de protección de errores (generalmente códigos de redundancia cíclica) incluidos en la propia trama y que el receptor comprobará para conocer si la información es correcta.

La petición de retransmisión se basa en hacer que el receptor remita unas tramas especiales de control para indicar al emisor que ha recibido correctamente la información. Si el emisor no recibe esta información supone que no ha llegado correctamente y procederá al reenvío de la trama. Existe la posibilidad de que la trama de confirmación no llegue con lo que el emisor se quedaría en espera

permanente, para evitar esto se emplean unos temporizadores que limitan la espera, si este temporizador vence el emisor vuelve a mandar la trama.

Existen varias formas de utilizar la técnica de retransmisión siendo las más comunes la de **parada y espera**, que sería el caso expuesto en el párrafo anterior y la de **envío continuo**, en esta forma de trabajo las tramas se numeran permitiendo así seguir la transmisión aunque no se haya recibido la confirmación de la última enviada. En el caso de envío continuo existen dos modalidades de rechazo para la retransmisión de una trama: **selectivo** y **no selectivo**.

- **Control del flujo de datos**

Cuando se transmiten datos y el receptor de los mismos es más lento o está realizando más trabajos, existe la posibilidad de que éste se sature y si el emisor no para de enviar tramas, el receptor puede llegar a perderlas aunque lleguen correctas, haciendo la transmisión poco eficiente. Por este motivo los protocolos establecen unas reglas para saber cuando se pueden enviar datos o no y controlar así el flujo de la información.

El control del flujo es una cuestión importante tanto para el nivel de enlace como para los demás niveles del modelo de la ISO.

- **Gestión del enlace**

Otra de las funciones de los protocolos de nivel de enlace es la gestión del enlace de comunicaciones.

En el caso de que preste servicios sin conexión la gestión que tiene que hacer sobre el enlace es pequeña. Si presta servicios orientados a la conexión la gestión es mayor ya que tiene que seguir las fases de establecimiento del enlace, transferencia de información y liberación del enlace.

Puesto que los circuitos físicos pueden estar compartidos por varias estaciones, el protocolo de nivel de enlace deberá decidir de alguna forma quién toma el enlace en cada momento; es como actuar de moderador en un coloquio entre personas.

Una forma muy utilizada de gestión es mediante estaciones **primarias** y **secundarias**, un sistema u ordenador hace de estación primaria mientras que el resto que comparten el mismo canal hacen de estaciones secundarias.

En esta configuración la estación primaria es la que dice en cada momento qué estación secundaria puede transmitir mediante el envío de una trama de **sondeo** (polling) o **selección** (select); a la estación secundaria se la pregunta si tiene datos para enviar (sondeo) o que se prepare para recibir datos de la estación primaria (selección).

Un tipo de sondeo muy utilizado es el ARQ (Allowed to ReQuest) o **ventanas deslizantes**. Se utiliza el concepto de ventana de transmisión y recepción para la validación de las tramas. Este tipo permite la transmisión en los dos sentidos simultáneamente (dúplex), con lo que representa una ventaja sobre los sistemas de sondeo y selección anteriores que utilizan un modo de trabajo de parada y arranque (semidúplex).

Otra técnica utilizada es la de **igual a igual**, en este caso no hay estación primaria ni secundaria por lo que cualquiera puede transmitir en cualquier momento, este tipo es muy utilizado en redes de área local.

- **Protocolos orientados a carácter y a bit**

Los protocolos utilizados a nivel de enlace se dividen en dos tipos: los protocolos orientados a carácter y protocolos orientados a bit. Se puede decir que estos últimos son más actuales y también más utilizados.

Protocolos orientados a carácter: Es aquel que utiliza un determinado **alfabeto** para realizar las funciones de control del enlace, estos **caracteres de control** pueden estar situados en distintas posiciones dentro de la trama.

Todas las tramas que se intercambian entre dos estaciones están construidas por un conjunto mayor o menor de caracteres delimitados por al menos dos caracteres de control.

Los protocolos orientados a carácter son dependientes del código utilizado (ASCII, EBCDIC, etc.), teniéndose que interpretar los campos de control en función de este código, siendo incompatibles en el caso de que utilicen distintos códigos.

Con este tipo de protocolos el modo de operación a nivel de enlace suele ser semidúplex. Además de ésta tienen otras muchas deficiencias por lo que hoy día son muy poco utilizados.

Protocolos orientados a bit: Es aquel que usa la información contenida en ciertas **posiciones fijas de la trama** para realizar las funciones de control del enlace.

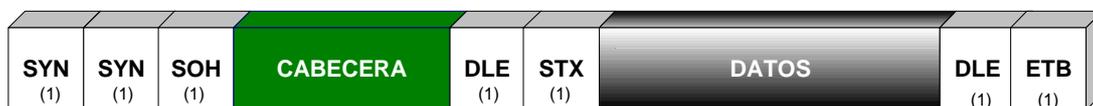
En este caso no se utilizan caracteres de ningún código específico para controlar la comunicación, sino el significado de los bits de unas posiciones concretas de la trama, por tanto son transparentes al código.

Las ventajas frente a los protocolos orientados al carácter son:

- La capacidad para operar en modo full-dúplex.
- Un único formato para todos los tipos de tramas.

- Mayor protección contra el ruido y por tanto contra los errores.
- Una mejor transparencia y mayor eficiencia.

Por todas estas ventajas son mucho más utilizados que los anteriores.



(a)



(b)

(1) Caracteres de control de un alfabeto.

(2) Todas las tramas comienzan y terminan con un indicador = "01111110".

(3) Los campos dirección y control están compuestos por un nº de bits que varían en función del protocolo.

(4) FCS (SVT): Secuencia de verificación de trama, se utiliza para detectar posibles errores en la transmisión.

Figura 3.6 Ejemplo del formato de trama en protocolos de nivel de enlace.

(a) Orientados al carácter. (b) Orientados al bit

- **Modos de operación de las estaciones con protocolos orientados a bit**

Una vez que las estaciones están en estado de transferencia de información, pueden funcionar (comunicarse) utilizando distintos modos de operación:

Modo de respuesta normal (NRM): Utiliza un tipo de gestión del enlace primario / secundario. Existen estaciones primarias y secundarias; para que la estación secundaria pueda responder necesita el permiso de la primaria.

Modo de respuesta asíncrona (ARM): Este tipo de operación permite que la estación secundaria transmita una señal a la primaria cuando tiene información para transmitir, entonces, si la primaria la puede atender responde a la estación secundaria y ésta envía la información. Es un modo mixto.

Modo de respuesta asíncrona balanceada (ABM): En este caso no existen estaciones primarias y secundarias, todas tienen la misma categoría por lo que cualquiera puede iniciar una transmisión. Este modo se utiliza en entornos distribuidos, siendo el más empleado de los tres.

Algunos de los protocolos de nivel de enlace más utilizados son el HDLC, SDLC, LAP, LAPB, LAPD, LAPM, etc.

### 3.4.4 Protocolos de nivel de red (nivel 3)

Este nivel se encarga del **encaminamiento** de los paquetes a través de la red hasta alcanzar su destino. La capa de red es el nivel más bajo que se encarga de la transmisión extremo a extremo aislando a la capa de transporte de las capas bajas (subred). Los protocolos de este nivel deberán conocer el tipo de redes existentes en las capas inferiores.

Las funciones del nivel de red no afectan solo a las estaciones situadas en los extremos como ocurre con el nivel de enlace, sino que actúan sobre toda la red.

Las estructuras de información que maneja este nivel se denominan **paquetes** y están compuestos por los datos de usuario (capa de transporte) mas los datos adicionales que se utilizan de control.

Una gran parte del control de los nodos de red recae sobre los protocolos de nivel de red. Los protocolos de nivel de red deben establecer las normas de encaminamiento entre los nodos de la red, los formatos de la información que estos se intercambian y la manera de utilizar los servicios que proporciona el nivel de enlace.

La función más importante que realizan los protocolos de red, además de la transmisión y control de los datos de usuario, es el **encaminamiento** (conmutación / enrutado) a través de la red. Igualmente ha de encargarse del **mantenimiento** y **gestión** de la propia red. También pueden incluir las convenciones de encaminamiento para realizar la comunicación entre redes (internetworking).

Para realizar el encaminamiento por la red, se pueden utilizar diferentes criterios: encaminar por la ruta más rápida, por la más económica o por la que tenga menos congestión.

También debe llevar a cabo el **control de flujo** para evitar la saturación y el bloqueo de la red, esta supervisión la realiza mediante el **control de congestión** de la red evitando que entre más información a la red que la que puede encaminar (ver figura 3.7) y controlando cada uno de los circuitos virtuales para que el emisor envíe la información que el receptor pueda manejar en cada momento.

El control de la congestión está relacionado con la capacidad de la propia red, es decir, con el tráfico global que ésta puede cursar. El control de flujo también controla el tráfico de entrada a la red, pero está relacionado con la información que circula por un camino lógico entre el emisor y el receptor, para que en el caso de que este último sea más lento no se llegue a saturar.

Estos dos conceptos pueden aclararse viendo como ejemplo lo que ocurre con la red telefónica básica; si en un momento del día quisiéramos hablar por teléfono todos, la red se congestionaría ya que no es capaz de cursar tantas

llamadas al mismo tiempo; en este caso sería independiente del flujo de información entre origen y destino.

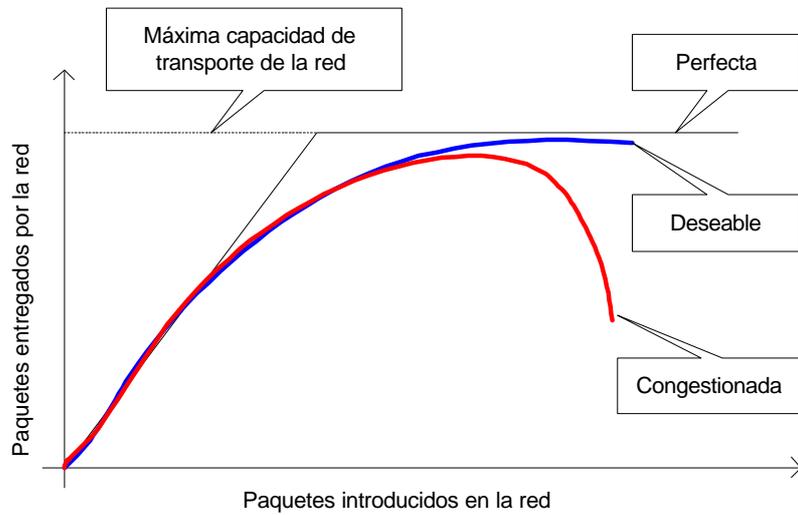


Figura 3.7 Relación entre los paquetes introducidos en la red y los entregados por ésta, cuando se supera un límite de capacidad de tráfico se produce congestión

En este nivel es donde el usuario puede seleccionar y/o negociar con la red una calidad de servicio determinada.

Ejemplos de protocolos de nivel de red son el X.25 y el IP, aunque este último no está basado en los niveles de la ISO.

## RESUMEN

El objetivo de las redes de ordenadores es el compartir los recursos existentes.

Las ventajas de las redes son:

- Unen a las organizaciones y usuarios dispersos geográficamente.
- Disponibilidad y rendimiento.
- Flexibilidad
- Compartición de carga

Las redes actuales se diseñan organizándose en capas o niveles para intentar solventar algunos inconvenientes.

- Uno de los problemas de las redes es que cada fabricante de equipos y de programas tenía una solución propietaria.
- Otro problema es que han ido evolucionando sin ningún estándar.
- También los sistemas son cada vez más complejos.

Al conjunto de las capas, los servicios que ofrecen y los protocolos utilizados por la red se denomina arquitectura de red.

Las capas se sitúan cada una sobre la anterior hasta llegar al nivel más alto donde se situaría el usuario.

Cada capa de un sistema se comunica de manera lógica con su capa gemela en otro sistema utilizando el protocolo de dicha capa.

Este modelo fue estandarizado por la organización ISO como el modelo de referencia para la Interconexión de Sistemas Abiertos u OSI. En este modelo se utilizan siete capas.

La comunicación entre niveles equivalentes de distintos sistemas es una comunicación lógica horizontal.

Existen cuatro operaciones primitivas que sirven para ofrecer los servicios entre niveles, éstas son:

- Solicitud.
- Indicación
- Respuesta.
- Confirmación.

Los servicios que prestan las capas pueden ser confirmados o sin confirmar, también pueden ofrecer servicios orientados a la conexión y sin conexión.

El intercambio de información entre capas se lleva a cabo por medio de un interfaz existente entre las mismas.

El objetivo de cada una de las capas es comunicarse con su capa equivalente de otro sistema. Para que esta comunicación sea posible cada sistema deberá tener los mismos protocolos en cada uno de los niveles.

La comunicación se realiza de manera descendente pasando de unas capas a otras hasta llegar a la capa física que es por donde realmente se envían los datos al otro sistema.

Cada uno de los niveles tiene asignada una serie de funciones básicas:

- Nivel físico: define las características mecánicas eléctricas y funcionales del interfaz para la interconexión física.
- Nivel de enlace: establece, mantiene y termina conexiones de datos, tiene asignadas las funciones de corrección de errores y control de flujo del enlace.
- Nivel de red: realiza las funciones de direccionamiento, encaminamiento y control de flujo a través de la red.
- Nivel de transporte: se encarga del transporte seguro de información a través del sistema, extremo a extremo.
- Nivel de sesión: establece y termina comunicaciones entre niveles de presentación (sesiones).
- Nivel de presentación: Interpreta y estructura la información intercambiada, realiza traducción y/o conversión de códigos.
- Nivel de aplicación: es el último nivel y proporciona el interfaz de acceso para las aplicaciones.

La codificación consiste en establecer una ley de correspondencia entre las informaciones a representar y las posibles configuraciones binarias, de tal manera que a cada información le corresponda una y solo una configuración binaria posible.

Existen multitud de códigos para representar la información, los más comunes son el Baudot, el ASCII y el EBCDIC.

El Baudot (alfabeto N°2 del CCITT) usa 5 bits, y emplea dos códigos para cambiar a letras o a cifras consiguiendo un total de 60 caracteres distintos.

El código ASCII se compone de 7 bits con lo que se pueden representar hasta 128 caracteres.

El código EBCDIC es un código de 8 bits permitiendo representar 256 caracteres distintos.

Un protocolo es un conjunto de reglas que regulan la comunicación entre dos sistemas, garantizando que la comunicación se lleve a cabo sin errores.

Un protocolo queda definido por sus características funcionales y sus características de procedimiento.

Las funciones básicas de cualquier protocolo son:

- Detección de errores.
- Identificación del camino.
- Control de flujo.
- Codificación del tipo de mensaje.

Según el modelo de referencia de la ISO pueden existir tantos protocolos en un sistema como niveles representa dicho modelo, también pueden tener repartidas sus funciones en varias capas.

Los protocolos de control de enlace gestionan el tráfico de datos en la línea, asegurándose el transporte de datos libres de errores.

Los protocolos utilizados a nivel de enlace se dividen en dos tipos: los protocolos orientados a carácter y protocolos orientados a bit.

- Los protocolos orientados a carácter utilizan un determinado alfabeto para realizar las funciones de control del enlace.
- Los protocolos orientados a bit usan la información contenida en ciertas posiciones fijas de la trama para realizar las funciones de control del enlace. Estos tienen varias ventajas frente a los anteriores.

Los protocolos orientados a bit pueden operar de distintos modos:

- Modo de respuesta normal (NRM)
- Modo de respuesta asíncrona (ARM)
- Modo de respuesta asíncrona balanceada (ABM)

Los protocolos de nivel de red realizan las funciones de encaminamiento, mantenimiento y gestión del enlace, control de flujo y control de congestión. El encaminamiento se puede realizar utilizando diferentes criterios.

## EJERCICIOS DE AUTOEVALUACION

1. ¿Qué función tienen las primitivas? :

- a: Ofrecer servicios entre capas.
- b: Comunicarse con otro sistema o estación.
- c: Corregir los errores de la comunicación.

2. El nivel de enlace de datos (nivel 2), realiza las funciones:

- a: Detección de errores en la transmisión.
- b: Encaminar la trama a través de la red.
- c: Activar y desactivar los circuitos del interfaz entre ETD y ETCD.

3. ¿Porqué las redes se diseñan estructurándose en capas?

- a: Para hacerlas estándar e independientes de los fabricantes.
- b: Para dividir el problema global de diseño de la red en partes más pequeñas y manejables.
- c: Ambas.

4. ¿Cuántas capas fueron elegidas en el modelo de referencia para la interconexión de sistemas abiertos?

- a: 3.
- b: 7.
- c: 1.

5. El nivel de red (nivel 3) tiene la función de:

- a: Control de flujo de información.
- b: Encaminamiento de los paquetes por la red.
- c: Ambas.

6. El alfabeto ASCII utilizado para codificar información, ¿de cuantos bits y caracteres se compone?

- a: 7 bits y representa 128 caracteres.
- b: 8 bits representando 256 caracteres.
- c: Depende del ordenador utilizado.

7. ¿Qué características tiene un servicio orientado a la conexión?

- a: Cada uno de los mensajes de información pueden ser encaminados por distintas rutas.
- b: Todos los mensajes son encaminados por la misma ruta.
- c: La conexión ya está previamente establecida y no hay que encaminar los mensajes.

8. ¿Cómo se realiza la comunicación entre sistemas en el modelo de referencia para la interconexión de sistemas abiertos?

- a: Cada nivel se comunica directamente con el mismo nivel del otro sistema.
- b: Solo se comunican entre los niveles de aplicación con la información del usuario.
- c: Cada capa se comunica de manera lógica con la misma capa de otro sistema utilizando el protocolo de dicha capa, siendo la comunicación real a través de la capa física.

9. El control de flujo a nivel 3:

- a: Actúa sobre los circuitos virtuales establecidos entre un origen y un destino.
- b: Actúa sobre toda la red evitando que ésta se congestione.
- c: El control de flujo solo actúa a nivel 2.

10. ¿Qué características definen a los protocolos orientados a bit?

- a: Que utilizan caracteres de control de un alfabeto para gestionar el enlace.
- b: Utilizan la información de determinados bits que van en posiciones fijas de la trama para controlar el enlace.
- c: Que son protocolos de nivel de red (nivel 3).

11. ¿Cuántos protocolos pueden existir en el modelo de referencia de la ISO?

- a: Pueden existir tantos como capas tiene el modelo.
- b: Solo tres, el de nivel físico, el de nivel de enlace y el de nivel de red.
- c: Dos, el de bajo nivel y el de alto nivel.

TEMA 4

**REDES DE AREA LOCAL**



## INTRODUCCION

En este tema vamos a ver los elementos más importantes que constituyen las redes de área local, los distintos medios físicos empleados para unir dichos componentes, así como las topologías y configuraciones de red comúnmente utilizadas.

También se establece una comparativa entre el modelo de referencia de la ISO y las capas utilizadas por las redes locales, enumerando los protocolos más comunes que se usan en este tipo de redes.

Asimismo se describen las características más importantes de los tipos de redes más comunes, como son la Ethernet, Token Ring y FDDI.

## ESQUEMA DE CONTENIDO

Introducción a las LAN

Estándares

- ✓ Los estándares 802 y el modelo ISO

Topologías

- ✓ Topología en bus
- ✓ Topología en estrella
- ✓ Topología en anillo
- ✓ Topología en árbol

Métodos de acceso al medio

- ✓ CSMA/CD
- ✓ Paso de testigo
- ✓ Acceso conmutado

Técnicas de transmisión

Elementos que constituyen las redes de área local

- ✓ Elementos lógicos
- ✓ Elementos físicos
- ✓ Elementos para la interconexión de redes

Redes Ethernet

- ✓ Formato de la trama
- ✓ Ethernet a 100 Mbps (Fast Ethernet)
- ✓ Ethernet a 1000 Mbps (Gigabit Ethernet)

Redes Token Ring

FDDI (Fiber Distributed Data Interface)



## 4.1 CONCEPTOS GENERALES

Con el aumento de los sistemas informáticos en todos los ámbitos de la sociedad, en especial en las empresas y debido a la flexibilidad que aportan y a la reducción de costes de los distintos elementos que las forman; las **Redes de Area Local** o redes locales (RAL, en inglés **LAN**; Local Area Network), se han hecho imprescindibles en los últimos años, por lo que se han extendido ampliamente.

Una red de área local es un conjunto de equipos (ordenadores, impresoras, faxes e incluso centralitas telefónicas y otros dispositivos electrónicos) unidos mediante un cableado de manera que todos esos equipos puedan intercambiar información.

La tecnología de las redes de área local comenzó a despegar en la década de los años setenta, siendo hoy en día uno de los sectores de la industria de comunicaciones de datos que más crece.

El volumen de tráfico en las redes se incrementa día a día de manera constante y la velocidad ofrecida por una red típica de 10 Mbps ya no es suficiente para algunos ordenadores y para las necesidades de las aplicaciones, esto ha hecho que aparezcan tecnologías de alta velocidad como Fast Ethernet y Gigabit Ethernet.

Una pregunta que puede surgir es ¿para qué unir todos los equipos en una red?, cualquiera que haya tenido dos o más ordenadores conectados podría dar varias respuestas, siendo las más importantes para las empresas:

- El incremento de productividad. Se puede decir que cuando dos ordenadores están conectados, los usuarios también lo están, ya que de esta manera pueden intercambiarse información aumentando la eficiencia de las comunicaciones entre empleados, además de lograr un acceso rápido a los recursos que se necesitan en cada momento.
- Optimización de recursos y presupuestos. El intercambio de información por medios electrónicos además de ser más rápido y cómodo reduce el uso del papel. También al compartir ciertos recursos como pueden ser impresoras o líneas de comunicaciones de datos se reduce el presupuesto en equipos y comunicaciones.

Las principales características por las que se clasifica un tipo de redes de datos como redes LAN son:

- La **distancia máxima** entre los equipos a conectar está en el rango de las centenas de metros.
- La capacidad de **transmisión** es muy **grande**, generalmente mucho mayor que la de las redes de área extensa, siendo las velocidades habituales entre 10 y 100 Mbits/s, alcanzando las más rápidas hasta 1 Gbit/s.

- Los componentes que las forman (equipos hardware y software) son de **propiedad particular** así como los edificios y locales donde están ubicados dichos componentes; todo lo contrario ocurre con muchas de las redes de área extensa.
- Los **errores** introducidos en la transmisión de los datos son **menores** que en las redes de área extensa. Son típicas tasas de error de 1 bit por cada  $10^8$ , mientras que en las redes de área extensa son habituales errores de 1 bit por cada  $10^5$ .

Las redes de área local facilitan la comunicación de un gran número de equipos y aplicaciones a las organizaciones en un entorno reducido, mientras que las redes de área extensa interconectan a estas LAN permitiendo el intercambio de información entre sitios que están distantes geográficamente.

Con la combinación de estas redes las superautopistas de la información pueden ser una realidad hoy en día. En este tema nos vamos a ocupar de las principales características de las redes de área local dejando para el siguiente los principales tipos de redes de área extensa.

## 4.2 ESTANDARES

Debido a la propia naturaleza de las redes de área local (propiedad privada), cada uno de los fabricantes de equipos con un peso importante en el mercado ha intentado imponer su propia arquitectura para estas redes, procurando que los usuarios sean fieles a sus sistemas. Esto ha provocado que aparezcan multitud de redes distintas.

Aun así, los organismos encargados del desarrollo de estándares han hecho una labor importante consiguiendo estandarizar los tipos de redes más utilizados.

El IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers, Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos de EE.UU.) ha realizado las primeras tareas de normalización de estas redes basándose en el modelo para la interconexión de sistemas abiertos de la ISO. Los comités 802.x son los que han propuesto las directrices para el desarrollo de equipos y programas estándares para las LAN. Estas normas fueron adoptadas por ANSI y posteriormente por la ISO pasando a denominarse ISO 8802.

Las recomendaciones de IEEE han sido ampliamente aceptadas por la industria fabricante y por los usuarios. Los comités 802.x están organizados de la siguiente manera:

- IEEE 802.1 Normalización del interfaz de alto nivel.
- IEEE 802.2 Normalización del Control Lógico del Enlace (LLC).
- IEEE 802.3 Acceso múltiple con detección de portadora y detección de colisión (CSMA/CD). Método de acceso y nivel físico.

- IEEE 802.3u Fast Ethernet. Método de acceso y nivel físico.
- IEEE 802.3z Gigabit Ethernet. Método de acceso y nivel físico.
- IEEE 802.4 Paso de testigo en bus (Token Bus). Método de acceso y nivel físico.
- IEEE 802.5 Paso de testigo en anillo (Token Ring). Método de acceso y nivel físico.
- IEEE 802.6 Redes de área metropolitana (MAN).
- IEEE 802.7 LAN de banda ancha.
- IEEE 802.8 LAN de fibra óptica.
- IEEE 802.9 Estándar para la definición de la integración de voz y datos en las LAN.
- IEEE 802.10 Seguridad en las LAN.
- IEEE 802.11 Redes locales inalámbricas.
- IEEE 802.12 100VG – Any LAN. Método de acceso y nivel físico.

#### 4.2.1 Los estándares 802 y el modelo ISO

Los comités del IEEE han hecho un esfuerzo para que sus especificaciones sean compatibles con el modelo de referencia para la interconexión de sistemas abiertos.

El nivel de enlace de datos se ha dividido en dos subniveles **LLC** (Logical Link Control, Control lógico del enlace) y **MAC** (Medium Access Control, Control de acceso al medio).

- MAC controla el acceso al medio de las diferentes estaciones conectadas a la red, está incluida en 802.3, 802.4, 802.5.
- LLC controla la transmisión y recepción de tramas (flujo y secuencia) y detecta errores producidos por el nivel físico, está incluida en 802.2. Este subnivel es común para los distintos métodos de acceso al medio.

El nivel físico define el formato de la unidad de información (características eléctricas, lógicas y temporales), codifica y decodifica los datos y sincroniza la transmisión, asegurando al nivel de enlace la independencia de la tecnología empleada.

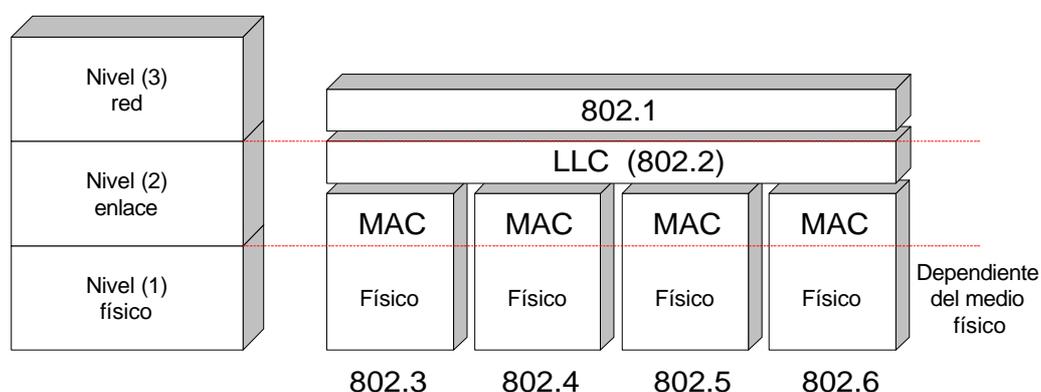


Figura 4.1 Estándares IEEE y el modelo de la ISO

El nivel de enlace facilita un canal lógico independiente del medio físico para la transmisión de datos libres de errores, a este nivel le corresponde el formateo de la trama y toma las acciones pertinentes en caso de detección de una trama errónea.

Puesto que no hay nodos intermedios, el control de errores se realiza extremo a extremo, por este motivo algunas de las funciones del nivel de red (nivel 3) las realiza el nivel de enlace, estas son:

- Encaminamiento de los datos hacia las estaciones de la red según servicios orientados a la conexión y no orientados a la conexión (circuito virtual o datagrama).
- Multiplexación, las estaciones se conectan con un solo enlace físico siendo necesario que varios procesos se puedan comunicar con distintas estaciones.
- Difusión o multidifusión, deberá suministrar un servicio de envío de datos a múltiples estaciones (Broadcast o Multicast).

## **4.3 TOPOLOGIAS**

La topología, en el contexto de las redes de comunicaciones, hace referencia a la conexión física entre los elementos que constituyen la red. Es un parámetro fundamental en cuanto a las prestaciones y funcionamiento de la red ya que determina el camino entre las estaciones conectadas a la misma.

La elección de una u otra topología afecta al coste, a la seguridad, a la capacidad de expansión de la red, a la mayor o menor complejidad de instalación, etc. siendo por tanto uno de los factores más importantes a considerar en el diseño de las LAN.

Las principales topologías utilizadas en las redes de área local son: en bus, en estrella, en anillo y en árbol.

Es interesante diferenciar entre topología física y lógica; se puede estar utilizando un cableado (estructurado) desde un punto central hacia todas las estaciones formando una topología física en estrella; sin embargo, según el equipo que exista en ese punto central, la red puede estar funcionando según una topología lógica en anillo, en bus o en estrella.

### **4.3.1 Topología en bus**

Esta topología es bastante simple y fue una de las primeras utilizadas en las LAN. Consiste en un cable terminado con una impedancia en los extremos, al cual están conectadas todas las estaciones.

Cada estación conectada al bus escucha el tráfico que transmiten todas las demás y cuando detecta su dirección recoge la información enviada por otra estación al bus.

Las ventajas de esta configuración son: que es muy sencilla, tiene un bajo coste (como elemento activo solo se necesita una tarjeta de red en cada ordenador o estación), se pueden utilizar varios métodos de acceso, es segura y se puede expandir y reconfigurar fácilmente.

La mayor desventaja es que si el bus se avería afecta a toda la red, esta es la principal razón para no utilizar esta topología.

### **4.3.2 Topología en estrella**

Con esta topología se soluciona la principal desventaja de la topología en bus y es la más usada hoy en día.

La topología en estrella contiene un nodo central al cual están conectadas todas las estaciones de la red.

Con esta configuración cuando se avería un cable solo afecta a una estación no al segmento completo de la red.

Las ventajas de esta topología son la simplicidad del control y monitorización de la red y que las conexiones son punto a punto (necesarias en el caso de utilizar fibra óptica).

Las desventajas son que la fiabilidad de la red depende del elemento central, si el nodo central se avería deja de funcionar toda la red; otra desventaja es el coste y las posibilidades de expansión del elemento central ya que necesita un puerto o conexión física con cada una de las estaciones de la red.

### **4.3.3 Topología en anillo**

Esta topología consiste en un lazo cerrado (anillo) al que están conectadas cada una de las estaciones, formando un enlace de transmisión unidireccional. De esta manera los datos que se transmiten pasan por todas las estaciones, cada estación pone la información con la dirección destino en el anillo y esta información va pasando por cada una de las estaciones hasta llegar a su destino.

Una ventaja es que utiliza uniones punto a punto entre cada una de las estaciones permitiendo por tanto la utilización de fibra óptica.

Las desventajas son el alto coste, baja fiabilidad ya que si una estación se avería falla toda la red y falta de flexibilidad.

### 4.3.4 Topología en árbol

Esta es una variante de la topología en bus. Un cable que actúa como bus se desdobra en ramas utilizando unos dispositivos distribuidores o de derivación.

Igual que ocurre en la topología en bus la información es transmitida a todos los puntos de la red.

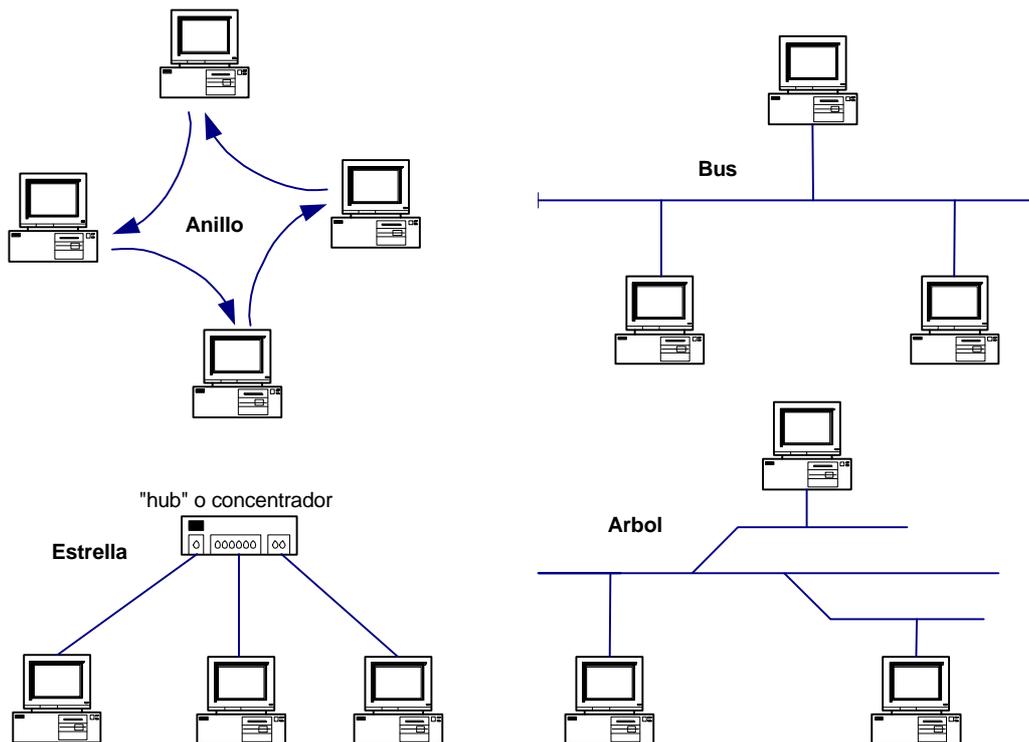


Figura 4.2 Topologías utilizadas en las LAN

## 4.4 METODOS DE ACCESO AL MEDIO

En las redes locales los medios físicos de transmisión son habitualmente compartidos por todas las estaciones conectadas al mismo segmento de la red, por tanto debe existir algún mecanismo que controle el acceso de cada una de esas estaciones al medio físico, evitando de esta forma conflictos entre las mismas.

Los principales métodos que se utilizan en las redes de área local son:

- **CSMA/CD:** Acceso múltiple con escucha de portadora y detección de colisión.
- **Paso de testigo** (Token passing).

Además de estos existen otras técnicas de acceso controlado y centralizado como es el **sondeo** (Polling) y de acceso por reserva como la conmutación de celdas (**ATM**), este último utilizado cada vez más en entornos locales (LAN).

#### 4.4.1 CSMA/CD (Carrier Sense, Multiple Access with Collision Detection)

Es una técnica de acceso probabilístico en el que cada estación compite por el acceso al medio de transmisión.

El concepto de escucha de portadora consiste en que cuando una estación necesita enviar datos a la red, tiene que asegurarse de que la red está libre (no está siendo usada por otra estación). La estación detecta el voltaje en el medio de transmisión que indica si una estación está haciendo uso del mismo, en caso de estar ocupado, la estación lo volverá a intentar al cabo de un tiempo.

El acceso múltiple consiste en que la red está disponible para todas las estaciones, cada uno de los nodos o estaciones de la red están conectados al mismo medio físico de transmisión.

La detección de colisión se utiliza para cuando dos o más estaciones necesitan transmitir a la vez y detectan simultáneamente que la red está libre, esas estaciones enviarán sus tramas a la red y un instante después (del orden de los nanosegundos) las tramas colisionarán, haciendo que los datos no se puedan recuperar. Cuando las estaciones que están transmitiendo detectan una colisión, detienen la transmisión y vuelven a enviar las tramas después de un tiempo de espera. Este tiempo es una variable aleatoria en cada una de las estaciones puesto que si fuera un tiempo fijo la colisión volvería a repetirse muchas veces.

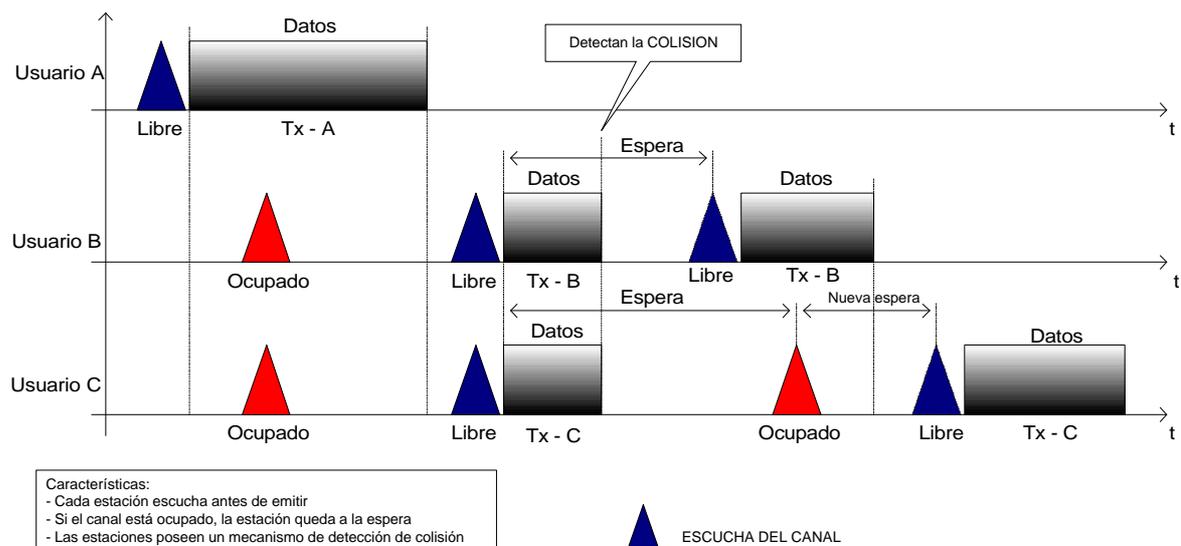


Figura 4.3 Funcionamiento de CSMA/CD

Este es el método que utilizan las redes Ethernet para controlar el acceso al medio físico.

Este método tiene la ventaja de ser distribuido pero presenta algunos inconvenientes como son:

- Para un tráfico elevado aumenta mucho los tiempos de espera puesto que se dan muchas colisiones.
- Puesto que es un método probabilístico no garantiza tiempos de espera, por lo tanto es poco aconsejable para servicios que requieran una tasa constante de bits como pueden ser la voz y el vídeo.

Puede implantarse en redes con topología en bus o en estrella.

#### 4.4.2 Paso de testigo (Token passing)

Es un método determinístico ya que se garantiza el acceso de cualquier estación a la red en un tiempo máximo.

Esta técnica de control distribuido se basa en una trama especial o testigo que va pasando por todas las estaciones de la red. Cuando una estación quiere transmitir datos coge el testigo y lo transforma en una trama de información, esta trama circula por toda la red hasta que llega a la estación destino que recogerá la información y enviará de vuelta el testigo a la estación origen, así comprobará que han llegado los datos a su destino y pasará el testigo a la siguiente estación.

Este método se puede utilizar con topologías en anillo, en bus y en estrella y con distintos tipos de redes como son: Token Bus, Token Ring, FDDI.

Con esta técnica no se puede dar una colisión por lo que es mejor para situaciones de mucho tráfico y para obtener un rendimiento homogéneo de todas las estaciones.

Método de acceso	Tipo de acceso/control	Topología lógica utilizada	Retardo con bajo tráfico	Retardo con alto tráfico	Rendimiento con bajo tráfico	Rendimiento con alto tráfico
CSMA/CD	Probabilístico distribuido	Bus, árbol, estrella	Pequeño	Muy grande	Alto	Medio / Bajo
Paso de testigo	Determinístico distribuido	Anillo, bus, estrella	Medio	Medio / limitado	Medio / Alto	Alto

Tabla 4.1 Comparativa de los métodos de acceso

### 4.4.3 Acceso conmutado

Las redes conmutadas utilizan una topología física en estrella en la que el nodo central es un conmutador (Switch), este elemento encamina la información conectando los puertos que se activen en cada momento.

De esta manera cada una de las estaciones puede tener todo el ancho de banda del canal para su transmisión, permitiendo además que otras estaciones también se comuniquen, siempre que no sea con alguna que ya está activa en ese momento.

En este tipo de redes cada estación o cada segmento de la red conectado al elemento de conmutación puede funcionar a distinta velocidad.

El rendimiento de estas redes normalmente es superior al de redes no conmutadas.

## 4.5 TECNICAS DE TRANSMISION

En las redes de área local, al igual que en los accesos a otras redes (punto 2.5), se pueden utilizar dos modos de transmisión: banda base y banda ancha.

Estas técnicas hacen referencia al modo de envío de las señales al medio de transmisión, los tipos de señales utilizadas y la forma en que se utiliza el ancho de banda.

- **Banda ancha**

Es un modo de transmisión analógico, utilizando la Multiplexación por División de Frecuencias (MDF, en inglés FDM) se divide el espectro en frecuencia en varios canales, de esta manera se pueden realizar varias transmisiones simultaneas modulando en dichos canales las señales a transmitir.

Con esta técnica es necesaria la utilización de modems en cada una de las estaciones.

- **Banda base**

En este modo los datos se codifican según determinados códigos de línea digitales para transmisión de la señal al medio físico. El ancho de banda utilizado va desde cero (corriente continua) hasta varios Mhz. en función de la velocidad de transmisión de la red y del código de línea utilizado.

En cada momento solo se puede transmitir una señal al medio de transmisión, para realizar transmisiones simultáneas se utiliza la Multiplexación por División en el Tiempo (MDT, en inglés TDM). No se utilizan señales portadoras ni tampoco modems ya que la información se transmite en formato digital.

Este tipo de transmisión no es muy adecuado para largas distancias ya que la señal se degrada mucho, sin embargo para entornos locales como en las LAN es muy utilizado.

Una diferencia fundamental entre las técnicas de banda ancha y banda base es que la primera usa distintas frecuencias para cada uno de los canales, permitiendo varios canales simultáneos; mientras que la banda base solo tiene un único canal.

<b>Característica</b>	<b>Banda ancha</b>	<b>Banda base</b>
Tipo de señal	Analógica	Digital
Modulación / Señalización	Varias técnicas de modulación: frecuencia, fase, etc.	Códigos de línea digitales: Manchester, NRZ, RZ,
Ancho de banda utilizado	Desde varios Khz hasta Giga hz	Desde 0 hasta varios Mhz (20 Mhz)
Distancia	Varios kilómetros	Alrededor de 1000 m.
Tipo de cable	Coaxial	Par trenzado, cable coaxial
Complejidad	Media / Alta	Baja
Coste	Grande	Medio / Bajo

Tabla 4.2 Comparación de los modos de transmisión

## **4.6 ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN LAS REDES DE AREA LOCAL**

Una red de área local está formada por diferentes componentes físicos o hardware y elementos lógicos o software.

### **4.6.1 Elementos lógicos**

Los componentes lógicos son programas que funcionan en cada una de las estaciones conectadas a la red, podemos diferenciar entre los protocolos de comunicación y los sistemas operativos de red.

- **Protocolos de comunicaciones**

Los protocolos para redes de área local situados por encima de la capa de enlace del modelo de referencia de la ISO no han sido normalizados, por lo que los fabricantes de redes y de software han desarrollado protocolos propietarios que en algunos casos solo funcionan correctamente con determinados sistemas operativos.

Algunos de los protocolos de LAN más comunes son:

- IPX/SPX desarrollado por la empresa Novell. IPX funciona en el nivel de red, su función es la entrega de paquetes de nodo en nodo cuando se interconectan redes. SPX funciona en el nivel de transporte avisando de la entrega e intercambio de paquetes.
- NetBIOS y NetBEUI: definidos por IBM y Microsoft.
- AppleTalk: desarrollado por Apple para conectar ordenadores e impresoras de dicha marca en un entorno limitado con un coste reducido y facilidad de uso.
- Banyan VINES: desarrollado por Banyan Systems.
- TCP/IP: desarrollado en los años 70 por el departamento de defensa de los Estados Unidos, utilizado también en Internet. Este protocolo no es propietario pudiéndose utilizar libremente.

La mayor diferencia entre algunos de estos protocolos es que unos solo se pueden utilizar en entornos cliente / servidor, como los de Novell; mientras que otros se pueden utilizar como clientes y servidores a la vez, como TCP/IP.

- **Sistemas operativos de red**

Los sistemas operativos de red se encargan de coordinar las comunicaciones y los recursos compartidos de la red, generalmente están incluidos en el propio sistema operativo de cada una de las estaciones.

Los sistemas operativos de red dan acceso a los servidores de ficheros, servidores de impresoras y a otros ordenadores conectados a la red.

Existen dos tipos de sistemas operativos de red:

- Servidores dedicados: generalmente trabaja sobre un ordenador potente (servidor central) en una arquitectura cliente / servidor; el ordenador central realiza las funciones de servidor de ficheros, impresión, comunicaciones con el exterior (p.ej: acceso a Internet), etc. Todos estos servicios son prestados a los ordenadores de usuario (cliente).
- Sistemas igual a igual o punto a punto: en estos sistemas cada ordenador hace a la vez de cliente y de servidor para el resto de las estaciones conectadas a la red, permitiendo compartir sus archivos, impresoras, etc.

Esta solución es una solución más económica y de fácil instalación pero resulta menos eficiente para compartir archivos de gran tamaño o con cierta complejidad como las bases de datos, también es menos segura.

### 4.6.2 Elementos físicos

Los principales componentes físicos que forman una red de área local son:

- **Servidores (“hardware”)**

Son dispositivos encargados de dar determinados servicios a las demás estaciones o puestos que forman la red. Estos equipos son generalmente ordenadores de alto rendimiento que garantizan altas velocidades de acceso y seguridad.

Los servicios más comunes que prestan son:

- Almacenamiento de ficheros.
- Acceso a impresoras.
- Comunicaciones con el exterior.

Los servidores pueden ser dedicados si se utiliza un ordenador exclusivamente para realizar esas funciones, o bien no dedicado (redes de igual a igual) cuando las funciones de servir a otras estaciones de la red las realizan también los equipos de usuario; esta configuración es común cuando se trata de redes con pocas estaciones.

Una solución para aumentar las prestaciones de los servidores es instalar varios equipos en la misma red, asignando a cada uno determinadas tareas o aplicaciones.

- **Puestos de trabajo (terminales)**

Son los equipos con los que el usuario accede a la red para poder comunicarse con otros usuarios o con los servidores. Estos equipos normalmente son ordenadores personales (PC) a los que se conecta una tarjeta de red o bien estaciones de trabajo, en cualquiera de los casos lo normal es que sean equipos con capacidad de proceso.

- **Adaptadores de red (tarjetas de red)**

Son componentes que permiten a los puestos de trabajo conectarse a la red, también se las denomina tarjetas de interfaz de red (NIC, Network Interface Card). Estas tarjetas se instalan en los puestos de trabajo y se conectan al medio de transmisión de la red. Existen distintas tarjetas que se utilizan en función del tipo de red y del cableado utilizado.



Figura 4.4 Tarjeta para red Ethernet y cable de pares

- **Medios físicos de transmisión (Cableado)**

Es el elemento físico por el que quedan unidas las estaciones de la red. Es uno de los parámetros más importantes a considerar en el diseño e instalación de una LAN ya que determina ciertas características propias de la red como son:

- El tipo de tarjeta de red.
- La topología física que forma la red.
- La velocidad de transmisión máxima.
- La distancia o longitud máxima de un segmento de la red, que es la máxima distancia a la cual se puede transmitir sin utilizar dispositivos regeneradores o elementos de interconexión.
- Fiabilidad de la transmisión (errores de transmisión).
- Facilidad y coste de la instalación.

Los medios más utilizados son el **cable de pares**, el **cable coaxial** y la **fibra óptica**, además se puede utilizar otros métodos como los infrarrojos, uniones por radio, etc.

Cada medio tiene sus ventajas e inconvenientes, las principales diferencias están en la capacidad de transmisión (ancho de banda), la inmunidad frente a interferencias y la longitud máxima.

En algunos casos se utilizan combinaciones de distintos medios; por ejemplo en los edificios con cableado estructurado es habitual utilizar el cable de pares trenzado para llegar hasta el equipo de usuario desde un repartidor de planta o centro de cableado y utilizan el cable coaxial o la fibra óptica para enlazar los distintos repartidores de planta.

### Par trenzado:

Está compuesto por dos alambres aislados dispuestos en espiral para disminuir los efectos de las interferencias, normalmente está fabricado en cobre, pueden obtenerse formando varios pares en un solo cable.

Es el más sencillo y barato por lo que su utilización está muy extendida.

Existen diferentes tipos: **apantallado** (STP, Shielded Twisted Pair) y **no apantallado** (UTP, Unshielded Twisted Pair), el apantallado es más adecuado para entornos con interferencias y para distancias más largas, sin embargo la tendencia es a utilizar el UTP siempre que sea posible debido a su menor coste.

Para el cable no apantallado existen distintas versiones normalizadas por la EIA (Electronics Industries Association) como categorías 2, 3, 4, 5 y 6. Estas categorías difieren en los parámetros eléctricos como son: la atenuación, frecuencia máxima, diafonía, etc.

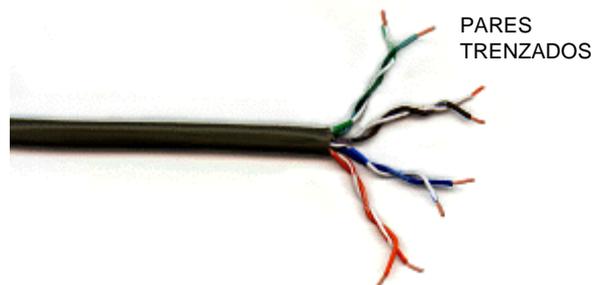


Figura 4.5 Cable de pares trenzado

### Cable coaxial:

Está formado por dos conductores de cobre o aluminio, uno de ellos situado en la parte central del cable y rodeado por el otro conductor, entre los dos existe un material dieléctrico que aísla a los conductores.

En un principio fue el cable más utilizado pero ha sido relegado por el uso masivo del cable de pares. Sus principales ventajas son su inmunidad frente al ruido, el alcance y el ancho de banda.

Para las redes de área local se emplean principalmente dos tipos: el coaxial grueso (10BASE5) y el coaxial fino (10BASE2), ambos con una impedancia característica de 50 ohmios

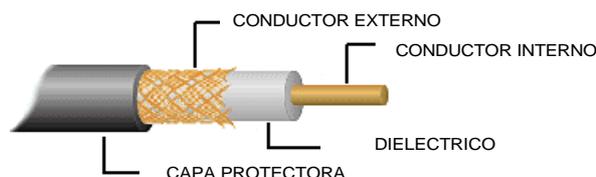


Figura 4.6 Cable coaxial

### Fibra óptica:

Este cable está constituido por un núcleo de fibra de vidrio capaz de conducir la luz; es el medio que mejores características tiene en cuanto a velocidad de transmisión, inmunidad frente al ruido y longitudes máximas, sin embargo el coste es mayor que el de los otros cables.

Los cables de fibra óptica se pueden clasificar en dos tipos: **Monomodo** con muy buenas características pero muy caras y **Multimodo** que son las más utilizadas en las LAN, con el segundo tipo la distancia máxima que se alcanza está en torno a los 3 Km.



Figura 4.7 Cable de fibra óptica

### 4.6.3 Elementos para la interconexión de redes

Cuando se pretende conectar entre sí redes distantes o bien cuando el cableado de la red es muy largo se hace necesario el empleo de diferentes dispositivos que permiten extender las topologías de red. Estos elementos son:

- **Repetidores (Repeaters)**

Un repetidor es un dispositivo que conecta dos o más segmentos o anillos de red; su principal función es retransmitir cada bit de un segmento a otro de la red, regenerando la señal eléctrica para permitir alcanzar mayores distancias.

Un repetidor opera a **nivel físico** según el modelo de referencia de la ISO. También dejan pasar las señales de colisión en las redes Ethernet.

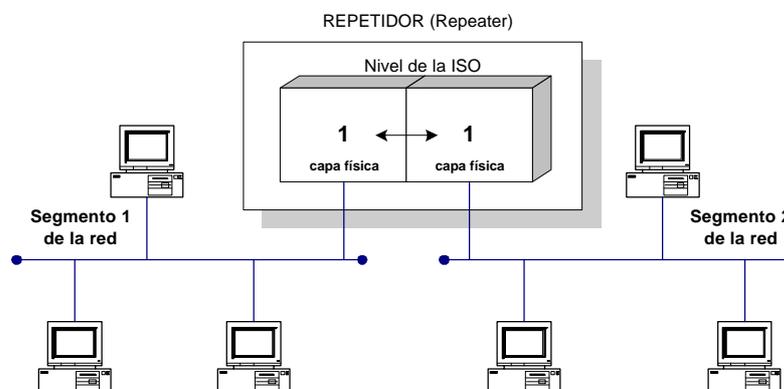


Figura 4.8 Repetidor

- **Puente (bridge)**

Los puentes retransmiten las tramas según la dirección física del origen y destino que figura en la trama. Estos dispositivos operan a **nivel 2** del modelo OSI.

Los puentes son muy fáciles de instalar y prácticamente no necesitan ser configurados puesto que leen las direcciones de las estaciones conectadas en cada uno de los segmentos y las guardan en una tabla de configuración interna. Cuando una trama llega a un puente, éste mira en la tabla de configuración para decidir si filtra la trama (no la envía a otro segmento de la red) o bien la retransmite a alguno de los segmentos a los que está conectado.

Los puentes funcionan de manera independiente a los protocolos que se utilicen en la red.

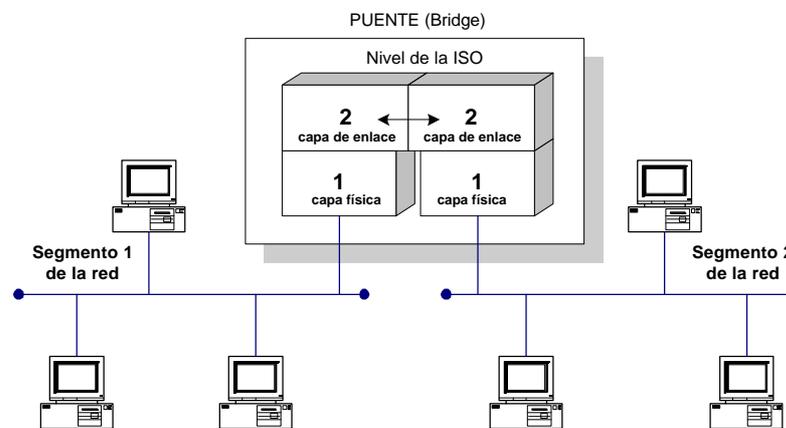


Figura 4.9 Puente

- **Encaminador (Router)**

Son dispositivos que encaminan paquetes de una red a otra basándose en la dirección de red que figura en la cabecera del paquete. Estos equipos operan en el **nivel 3** del modelo de referencia OSI.

Normalmente disponen de unas tablas para realizar el encaminamiento que inicialmente deben ser configuradas. Algunos "routers" pueden autoajustar sus tablas de encaminamiento en función de la carga de la red.

Estos equipos para su funcionamiento dependen de los protocolos que se utilizan en la red.

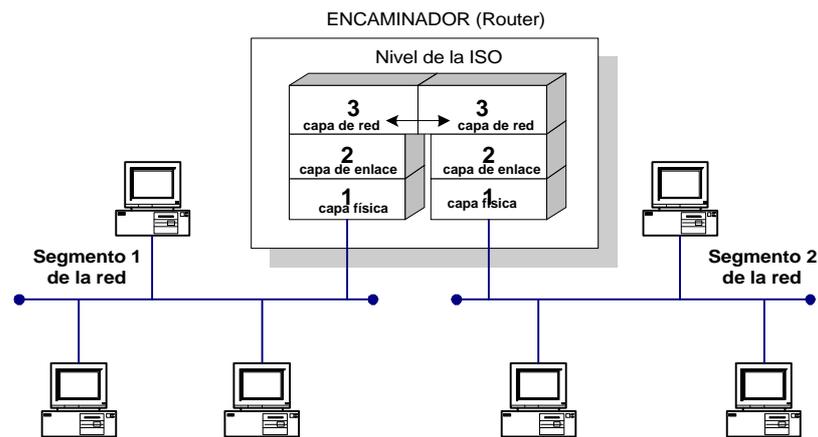


Figura 4.10 Encaminador

- **Pasarelas (Gateways)**

Las pasarelas están pensadas para facilitar la interconexión entre sistemas que utilizan diferentes protocolos. Pueden operar llegando hasta la **capa de aplicación** convirtiendo los datos de un protocolo a otro distinto.

- **Concentradores y Conmutadores (Hubs y Switches)**

La función de un concentrador es retransmitir las tramas que le llegan por un puerto (conexión física) a todos los demás puertos, esto permite que todas las estaciones conectadas a un concentrador puedan recibir datos de cualquiera de ellas.

Los conmutadores pueden saber que estaciones (segmentos de red) están conectadas a los distintos puertos leyendo su dirección física (de la tarjeta de red), así pueden retransmitir (o bien filtrar) las tramas a un puerto en función de la dirección destino. Lo que se consigue es aislar una comunicación de los otros puertos del conmutador.

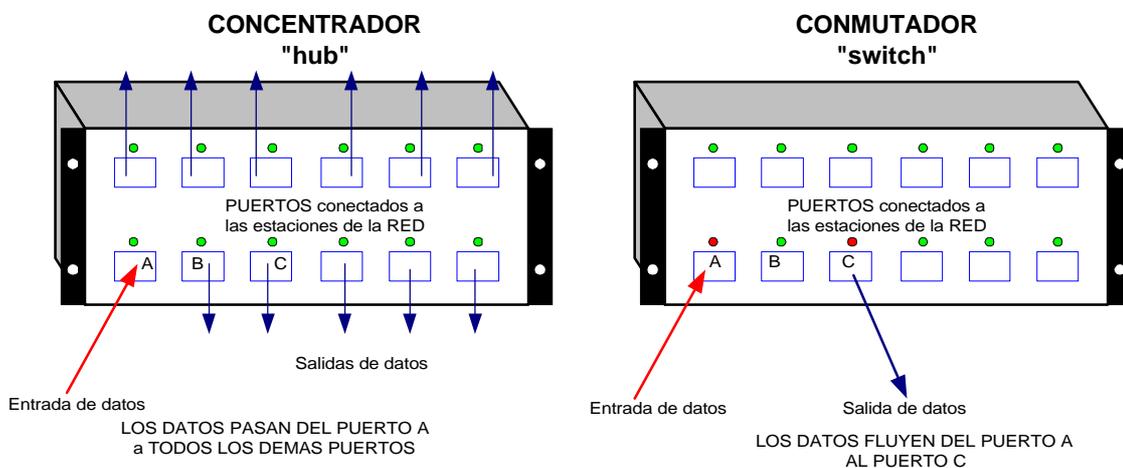


Figura 4.11 Funcionamiento del concentrador y conmutador

Con los conmutadores se pueden realizar transmisiones simultáneas de dos o más estaciones siempre que no estén conectadas al mismo segmento y al mismo puerto del conmutador. De esta manera se consigue bajar el número de las colisiones y la congestión de la red.

## **4.7 REDES ETHERNET**

La red Ethernet fue inventada por la empresa Xerox en los años 70, desarrollando una tecnología para las LAN que registró con el nombre de "Ethernet"; estas redes funcionaban a una velocidad aproximada de 3 Mbps y fue renombrada como Ethernet I. Posteriormente se unieron a Xerox las empresas Digital e Intel renombrando esta tecnología como Ethernet II, también conocida como DIX, ésta opera a una velocidad de 10 Mbps.

El IEEE propuso un estándar internacional para Ethernet publicado en 1985, definido como **IEEE 802.3** "CSMA/CD Método de acceso y nivel físico" y adoptado posteriormente por la organización ISO como ISO 8802.3.

Algunos protocolos como los de Internet, DECnet, y algunos de Novell siguen las reglas del formato de trama DXI, mientras que otros como SNA y NetBEUI utilizan el formato de trama según los estándares de IEEE 802.

La mayoría de las instalaciones actuales se hacen con redes tipo Ethernet, algunos estudios indican que el 70 % del mercado está copado por esta tecnología de LAN.

La **topología lógica** utilizada es en **bus**, mientras que la topología física puede ser en bus o en estrella.

El método de acceso al medio físico se realiza según el protocolo **CSMA/CD** (Acceso múltiple con escucha de portadora y detección de colisión) y la transmisión se realiza en **banda base** utilizando el código Manchester.

### **4.7.1 Formato de la trama**

Como se ha comentado en el punto anterior existen dos estándares para Ethernet (DIX e IEEE802.3) y por lo tanto hay dos tipos de tramas.

Una trama es un conjunto de bytes (8 bits) transmitidos secuencialmente sobre un medio físico.

En la trama Ethernet (ver figura 4.12) los primeros 12 bytes contienen las direcciones del destino (6 bytes) y del origen de los datos (6 bytes), éstas son las direcciones físicas de las tarjetas de red y vienen prefijadas de fábrica en cada tarjeta.

Los siguientes 2 bytes varían según el tipo de trama, Ethernet DIX o IEEE 802.3, en este segundo caso estos dos bytes indican la longitud de la trama. La longitud total de una trama Ethernet está comprendida entre 64 y 1518 bytes; si una trama tiene menos de 64 bytes o más de 1518 bytes son datos erróneos.

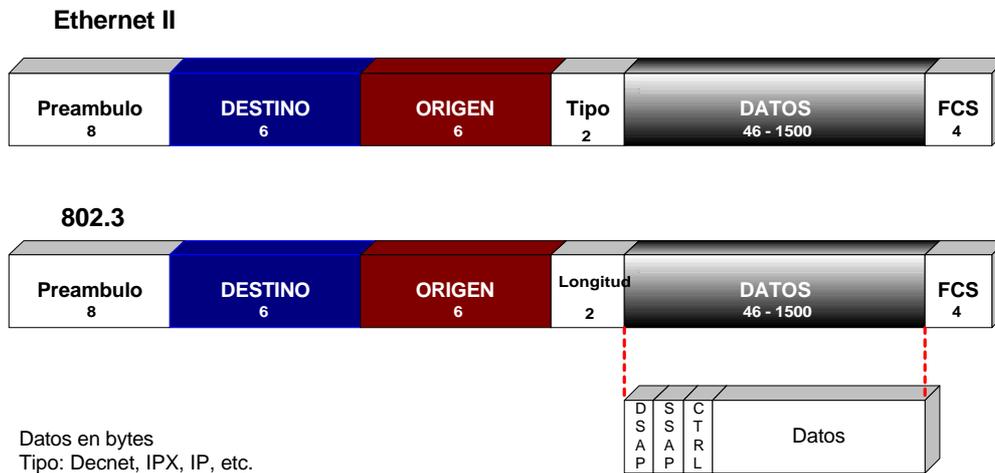


Figura 4.12 Formato de la trama Ethernet

#### 4.7.2 Medios físicos utilizados para Ethernet a 10 Mbps

Para una velocidad de 10Mbps las redes Ethernet utilizan cuatro tipos de medios físicos: 10 Base 5, 10 Base 2, 10 Base T y 10 Base F; con estos nombres se identifican las características básicas del medio físico (ver figura 4.13).

El primer número (10) indica la velocidad de transmisión de la red expresada en Mbps, la segunda palabra (Base) hace referencia a la forma de transmisión (banda base o banda ancha) y el último número indica la longitud máxima en centenas de metros del segmento de red sin emplear repetidores: 5 indica 500 m. y cable coaxial grueso o rígido, 2 indica 200 m (exactamente son 185 m) y coaxial delgado o flexible, T indica 100 m. sobre cable de pares trenzados (Twisted pair), F se utiliza para indicar fibra óptica.

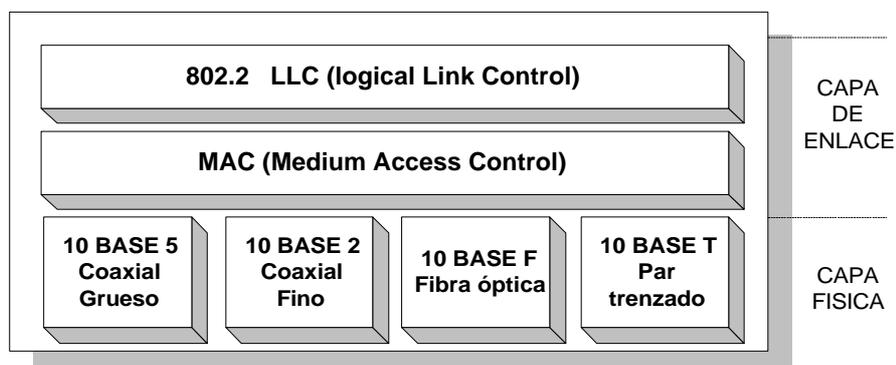


Figura 4.13 Medios físicos utilizados en Ethernet para 10 Mbps

Las implementaciones iniciales de Ethernet utilizaban coaxiales 10 Base 5 y 10 Base 2 formando una topología en bus, el problema era que cuando el cable resultaba dañado en cualquier punto, la red entera dejaba de funcionar. Con el cable de pares trenzado (10 Base T) se utiliza una topología física en estrella con un elemento concentrador (hub) en el punto central; de esta manera si un cable entre el concentrador y una estación de la red se avería, solo esa estación dejará de funcionar. El problema es si se avería el concentrador, en cuyo caso todos los ordenadores conectados a este equipo dejan de funcionar.

### **4.7.3 Ethernet a 100 Mbps (Fast Ethernet)**

Cuando se desarrolló la tecnología Ethernet de 10 Mbps se pensó que era una velocidad más que suficiente para todas las aplicaciones disponibles, sin embargo las aplicaciones aparecidas para los nuevos servicios como los multimedia, vídeo y aplicaciones distribuidas, han hecho que una velocidad de 10 Mbps sea en algunos casos insuficiente. Por este motivo se han desarrollado tecnologías de alta velocidad para las LAN como Ethernet a 100 Mbps.

En 1994 el IEEE sacó un estándar denominado **802.3u** con la definición de la tecnología Fast Ethernet. Esta tecnología utiliza como acceso al medio la técnica CSMA/CD, igual que Ethernet de 10 Mbps y la topología usada es en estrella.

Puesto que la mayoría de las redes existentes son Ethernet de 10 Mbps y para facilitar la migración de esta red a Fast Ethernet, los fabricantes de tarjetas de red producen tarjetas que son compatibles con ambas velocidades, pudiendo funcionar en una red a 10 o a 100 Mbps.

La tecnología Fast Ethernet define un mecanismo denominado Auto – Negociación, con este mecanismo se puede determinar la velocidad del medio, permitiendo a las estaciones comprobar automáticamente qué señal física pueden utilizar: 10 o 100 Mbps.

Otras tecnologías que también funcionan a 100 Mbps son la FDDI, utilizada generalmente en la red troncal o principal y la 100VG AnyLAN, esta tecnología es algo más compleja que la Fast Ethernet y además necesita un cable de cuatro pares en lugar de los dos pares usados por Ethernet.

### **4.7.4 Medios físicos utilizados para Fast Ethernet**

Las especificaciones para los medios físicos utilizables con Fast Ethernet son: 100 Base-TX que utiliza cable trenzado no apantallado (UTP) de categoría 5, 100Base-FX usa fibra óptica multimodo y 100 Base-T4 que utiliza cable trenzado no apantallado de categoría 3.

El soporte más común es 100 Base-TX ya que usa los mismos medios que 10Base T.

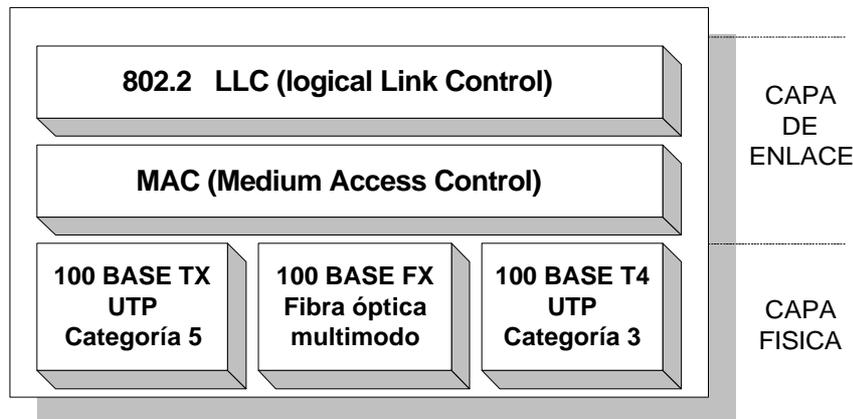


Figura 4.14 Medios físicos utilizados en Fast Ethernet (100 Mbps)

#### 4.7.5 Ethernet a 1000 Mbps (Gigabit Ethernet)

Parece que las velocidades de las redes no tienen límite, con las aplicaciones (multimedia, servidores de altas prestaciones, aplicaciones distribuidas, etc.) consumiendo cada vez mayores recursos de comunicaciones parece que la velocidad de las redes Fast Ethernet no es suficiente, apareciendo así una nueva tecnología denominada Gigabit Ethernet.

En 1998 apareció la norma **IEEE 802.3z** denominada como Gigabit Ethernet; al igual que las otras tecnologías de Ethernet utiliza el método de acceso CSMA/CD y el mismo formato de trama. La idea de Gigabit Ethernet es servir de red troncal de comunicaciones en las empresas, conectando también ordenadores muy potentes a la red.

Debido a que la velocidad de transmisión es muy alta, las colisiones de tramas cortas no son detectadas; para detectar colisiones a estas velocidades las tramas deben de estar formadas por al menos 512 bytes. Por este motivo las tramas de menos de 512 bytes se rellenan hasta alcanzar esta cifra.

#### 4.7.6 Medios físicos utilizados para Gigabit Ethernet

Las primeras implementaciones de Gigabit Ethernet usaban fibra óptica multimodo con una longitud de onda de 850 nm. transmitiendo hasta distancias de 550 m. Otros medios utilizados son:

- 1000 Base LX utiliza fibra óptica monomodo con una longitud de onda de 1.300 nm. alcanzando distancias de 3 Km.

- 1000 Base CX utiliza pares de cobre apantallados (STP) alcanzando distancias de 25 m.
- 1000 Base T utiliza cable de pares sin apantallar de categoría 5 alcanzando hasta 100 m.

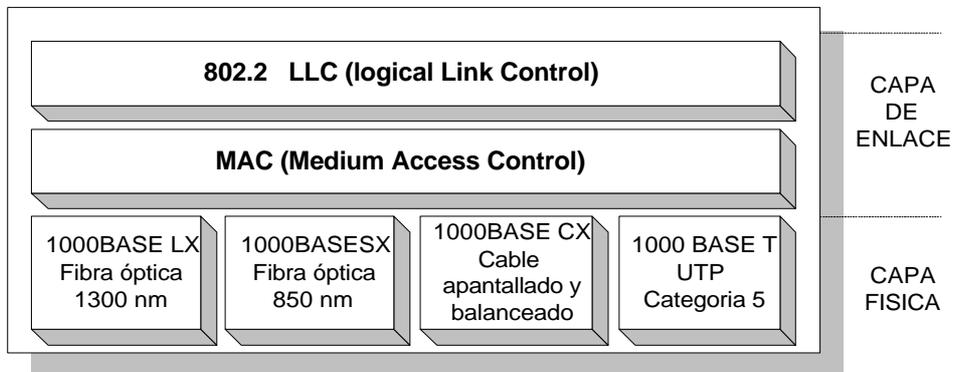


Figura 4.15 Medios físicos utilizados en Gigabit Ethernet (1000 Mbps)

	Ethernet	Fast Ethernet	Gigabit Ethernet
Velocidad de datos	10 Mbps	100 Mbps	1000 Mbps
Distancia con cable de pares Cat. 5 UTP	100 m.	100 m.	25 – 100 m.
Distancia con cable STP	500 m.	100 m.	25 m.
Distancia con fibra multimodo	2 Km.	2 Km.	500 m.
Distancia con fibra monomodo	25 Km.	20 Km.	2 Km.
Aplicaciones	Compartición de ficheros e impresoras, etc.	Aplicaciones Cliente / Servidor, acceso a bases de datos, etc.	Multimedia, tratamiento de imágenes, etc.

Tabla 4.3 Comparación entre las diferentes tecnologías Ethernet

## 4.8 RED TOKEN RING

Esta red fue desarrollada por la empresa IBM y definida posteriormente por el IEEE con la norma **802.5** (ISO 8802.5), existen dos velocidades de funcionamiento: 4 Mbps y 16 Mbps.

Una red Token Ring consiste en un conjunto de estaciones formando un anillo y conectadas en serie por un medio de transmisión. La información es transmitida secuencialmente bit a bit de una estación a la siguiente, cada estación regenera y repite cada uno de los bits sirviendo de medio para cerrar el anillo.

Esta configuración utiliza uniones punto a punto entre dos estaciones contiguas del anillo, en el anillo los datos solo fluyen en una dirección.

El método de acceso utilizado es el **paso de testigo**. Una desventaja de esta forma de operación es que si se rompe el anillo en cualquier punto o una estación se desconecta, la red entera deja de funcionar, aunque la mayoría de las redes en anillo utilizan técnicas para recuperar el anillo en caso de fallo.

La transmisión se realiza en banda base utilizando el código Manchester diferencial. Los medios de transmisión utilizados son: el cable de pares trenzado, el cable coaxial y la fibra óptica.

Para evitar tener que unir físicamente a todas las estaciones de la red mediante un cable formando un anillo, se emplea un elemento denominado **MAU** (Unidad de Acceso Multiestación, Multistation Access Unit).

#### 4.8.1 MAU (Unidad de Acceso Multiestación)

La unidad de acceso multiestación es un dispositivo de red que actúa como nodo central en una red Token Ring. Este elemento convierte la topología en anillo en una topología física en estrella, manteniendo la topología lógica en forma de anillo. Es un elemento similar a un concentrador que está situado como punto central de la estrella (ver figura 4.16).

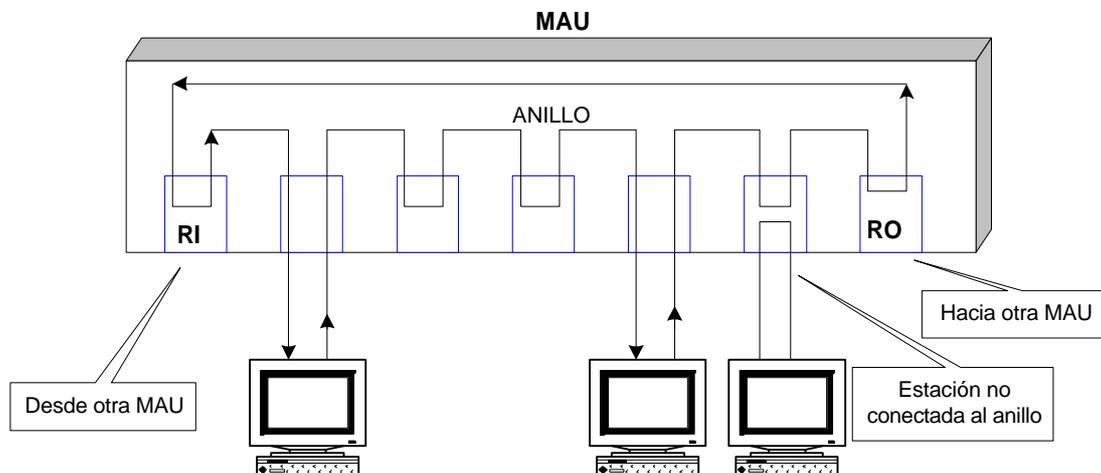


Figura 4.16 Unidad de acceso multiestación

La MAU simplifica el cableado de la red y además tiene la capacidad de mantener el anillo cerrado cuando alguna estación se desconecta o se avería el cableado. Cuando las estaciones se conectan o desconectan de la red cambia la longitud total del anillo.

Las MAU pueden ser activas o pasivas y existen versiones para varios soportes físicos. Normalmente tienen dos puertas (RI y RO) que se utilizan para encadenar varias MAU, aumentando así el número de estaciones que se pueden conectar al anillo.

### **4.8.2 Funciones del control de acceso al medio (MAC)**

Las tramas MAC controlan la operación de la red Token Ring, las principales funciones de esas tramas son:

- Medio de control: recuperación de errores en la red.
- Inicialización de la estación: controla el acceso y salida de las estaciones en el anillo.
- Monitorización de errores: avisa de los errores detectados a un agente (equipo o software) que actúa de monitor del anillo.
- Mantenimiento de la red: configura las estaciones de la red.

Existe una estación en la red que tiene asignadas determinadas funciones, esta estación es llamada monitor de la red. El monitor es normalmente la primera estación reconocida cuando la red comienza a funcionar. La función básica del monitor es asegurarse de que la red funciona correctamente y sin errores, controlando el uso del testigo y las prioridades de transmisión.

### **4.9 FDDI (Fiber Distributed Data Interface)**

Es una tecnología de redes de área local basada en la utilización de la fibra óptica como medio de transmisión.

La velocidad de transmisión es de 100 Mbps y funciona siguiendo una topología en anillo que puede admitir hasta 1000 nodos, éstos pueden estar separados un máximo de 2 Km. y el anillo puede llegar a alcanzar hasta 200 Km.

FDDI está basado en gran medida en las especificaciones desarrolladas para Token Ring (IEEE 802.5) y es usado principalmente en las redes troncales (backbone).

Las redes FDDI utilizan una topología de dos anillos paralelos o concéntricos en los que viajan los datos en sentido opuesto, esto proporciona mayor seguridad y tolerancia a los fallos.

Los componentes básicos de FDDI son los concentradores, las estaciones, los cables de fibra óptica y los conectores ópticos. FDDI También admite que se puedan utilizar en alguno de los canales cables de otro tipo que no sea fibra óptica.

Existen dos tipos de estaciones: las que se conectan a los dos anillos DAS (Dual Attachment Station) y las que solo tienen conexión a un anillo SAS (Single Attachment Station), estas últimas se conectan directamente al concentrador.

El concentrador es un nodo que tiene puertos adicionales mediante los cuales proporciona acceso a la red a las estaciones SAS.

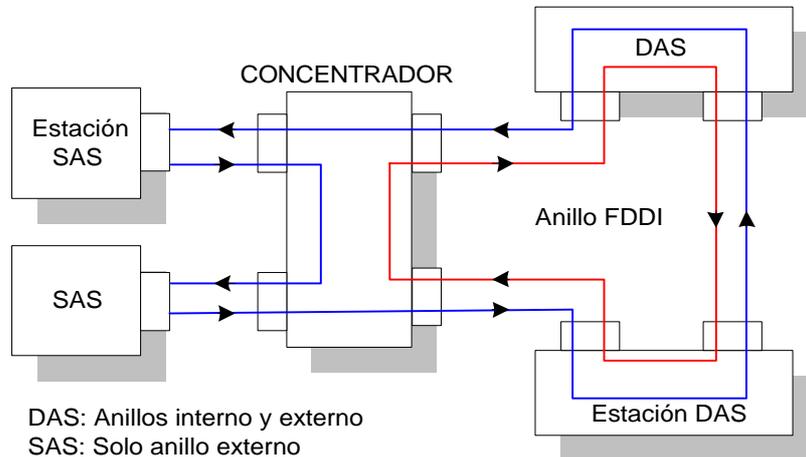


Figura 4.17 Anillo FDDI

### 4.9.1 Arquitectura FDDI

El estándar FDDI divide cada una de las dos primeras capas del modelo de referencia de la ISO (nivel físico y nivel de enlace) en dos subcapas.

La capa física se divide en la **PMD** (Physical Layer Medium Dependent) y en la **PHY** (Physical Layer Protocol). La PMD especifica los tipos de conectores y los medios físicos de transmisión utilizados. La PHY especifica detalles de la transmisión como son la codificación, temporización y formación de tramas de datos.

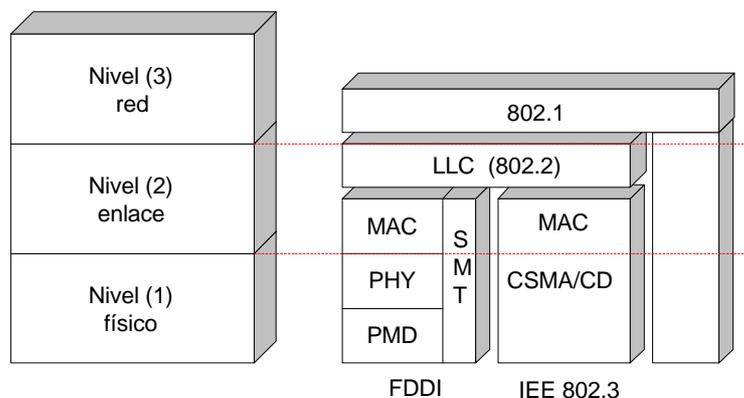


Figura 4.18 Arquitectura FDDI y el modelo de la ISO

La capa de enlace se subdivide en MAC (Medium Access Control, control de acceso al medio) y en LLC (Logical Link Control, control lógico del enlace). La subcapa MAC especifica el formato de la trama, tipos de direccionamiento y el manejo del testigo. LLC define las normas para el intercambio de datos entre usuarios LLC especificado en IEEE 802.2

SMT (Station Mangement, gestión de la estación) define las relaciones entre las subcapas PMD, PHY y MAC asegurando el correcto funcionamiento de cada estación.

## RESUMEN

Una red de área local es un conjunto de equipos unidos mediante un cableado de manera que todos esos equipos puedan intercambiar información.

Las ventajas que se consiguen con las redes de área local son: el incremento de productividad y la optimización de recursos y presupuestos.

Las características principales de las redes LAN son:

- Distancia reducida entre los equipos a unir.
- Capacidad de transmisión grande.
- La propiedad es particular.
- Baja tasa de error.

Las redes de área local han sido estandarizadas por el IEEE con las normas 802.x, posteriormente también las ha normalizado la ISO bajo las normas ISO 8802.

Estas normas siguen las especificaciones del modelo de referencia para la interconexión de sistemas abiertos. El nivel de enlace se ha dividido en dos subniveles LLC (Control lógico del enlace) y MAC (Control de acceso al medio).

La topología de una red de área local hace referencia a la forma en la que se conectan los elementos que constituyen la red. Las principales topologías utilizadas en las redes de área local son: en bus, en estrella, en anillo y en árbol.

En las redes locales los medios físicos de transmisión son compartidos por todas las estaciones, existiendo distintos métodos para controlar el acceso de cada una de esas estaciones. Los más utilizados son:

- CSMA/CD: Es una técnica de acceso probabilístico en el que cada estación compite por el acceso al medio de transmisión.
- Paso de testigo: Es un método determinístico que garantiza el acceso de cualquier estación a la red en un tiempo máximo.

En las redes de área local se pueden utilizar dos modos de transmisión:

- Banda base: Es un modo de transmisión analógico que utiliza la Multiplexación por División de Frecuencias (MDF).
- Banda ancha: Es un modo de transmisión digital en el que los datos se codifican según determinados códigos de línea.

Una red de área local está formada por componentes físicos y elementos lógicos.

Los componentes lógicos son los protocolos de comunicación y los sistemas operativos de red que funcionan en cada una de las estaciones.

Los principales componentes físicos que forman una red de área local son:

- Los servidores.
- Los puestos de trabajo o terminales.
- Los adaptadores de red (tarjetas).
- Los medios físicos de transmisión entre los que podemos destacar el cable de pares, el cable coaxial y la fibra óptica.

Los diferentes dispositivos que permiten extender las topologías de red son:

- Repetidor que opera a nivel físico según el modelo de referencia de la ISO.
- Puente opera a nivel 2 del modelo OSI.
- Encaminador (router) trabaja a nivel 3.
- Pasarelas (gateways) están pensadas para facilitar la interconexión entre sistemas que utilizan diferentes protocolos.
- Concentrador (hub) retransmite las tramas que le llegan por un puerto a todos los demás puertos.
- Conmutador (switch) en función de la dirección destino retransmite o filtra las tramas entre dos puertos.

La red Ethernet fue desarrollada por la empresa Xerox y estandarizada posteriormente por el IEEE bajo la norma IEEE 802.3.

La topología lógica utilizada es en bus y el método de acceso al medio físico se realiza según la técnica CSMA/CD. Existen dos formatos de trama, estando en ambos casos su longitud comprendida entre 64 y 1518 bytes.

Los medios físicos utilizados para una velocidad de 10 Mbps son: 10 Base 5, 10 Base 2, 10 Base T y 10 Base F.

Fast Ethernet o Ethernet a 100 Mbps fue normalizada por el IEEE como IEEE 802.3u, utiliza también la técnica CSMA/CD y topología en estrella.

Los medios físicos utilizables con Fast Ethernet son: 100 Base-TX, 100Base-FX y 100 Base-T4, siendo el primero el más común.

El IEEE desarrollo la norma IEEE 802.3z para Ethernet a 1000 Mbps o Gigabit Ethernet que al igual que las otras tecnologías de Ethernet utiliza el método de acceso CSMA/CD y el mismo formato de trama.

Los medios físicos utilizados por Gigabit Ethernet son: 1000 Base SX y 1000 Base LX con fibra óptica; 1000 Base CX y 1000 Base T con cable de cobre.

La red Token Ring está definida por el IEEE con la norma 802.5, existiendo dos velocidades de funcionamiento: 4 Mbps y 16 Mbps. Consiste en un conjunto de estaciones formando un anillo en el que la información es transmitida secuencialmente de una estación a la siguiente. En el anillo los datos solo fluyen en una dirección y el método de acceso utilizado es el paso de testigo.

Para evitar tener que unir a las estaciones formando físicamente un anillo se emplea un dispositivo denominado MAU (Unidad de Acceso Multiestación).

FDDI es una tecnología de redes de área local basada en la utilización de la fibra óptica como medio de transmisión. La velocidad empleada es de 100 Mbps y está basada en la utilización de dos anillos paralelos.

## EJERCICIOS DE AUTOEVALUACION

1. En las redes de área local, la capa de enlace de datos según el modelo de referencia para la interconexión de sistemas abiertos, ¿en qué subcapa/s se divide?.

- a: En LLC (Control Lógico del Enlace).
- b: En la capa MAC (Control de Acceso al Medio).
- c: En ambas.

2. El método de acceso al medio CSMA/CD consiste en:

- a: Utilizar un testigo para controlar qué estación puede acceder al medio.
- b: Se basa en la detección de la portadora para conocer si el medio físico está ocupado.
- c: Tiene la ventaja de ser adecuado para tráfico elevado.

3. En las LAN la técnica de transmisión en banda base, se caracteriza por:

- a: No utilizar modulación.
- b: Poder transmitir a grandes distancias.
- c: Transmitir señales analógicas por el medio físico.

4. En una red Token Ring con una topología en anillo, los datos circulan:

- a: En un solo sentido del anillo.
- b: En los dos sentidos.
- c: Los datos son detectados a la vez por todas las estaciones.

5. En una red con topología física en estrella en la que existe un elemento central al que están conectadas todas las estaciones, ¿qué topología lógica tendrá la red?

- a: En estrella.
- b: En árbol.
- c: Puede ser en estrella, en anillo o en bus.

6. El método de acceso al medio mediante paso de testigo (Token Passing), se puede utilizar en topologías lógicas en:

- a: Bus.
- b: Anillo.
- c: Ambas.

7. En una red Ethernet una trama con una longitud total de 62 bytes, ¿qué tipo de trama es?

- a: Trama de datos de usuario.
- b: Trama de control MAC.
- c: Trama errónea.

8. En una red Token Ring en la que existe un elemento MAU (Unidad de Acceso Multiestación), ¿qué topología física se utiliza?

- a: En anillo.
- b: En estrella.
- c: Cualquiera de las dos.

9. ¿Hasta qué nivel del modelo de referencia de la ISO opera un encaminador o "router"?

- a: A nivel físico
- b: A nivel de red.
- c: Puede operar hasta nivel de aplicación.

10. ¿En qué se basa el funcionamiento de un conmutador?

- a: En transmitir la señal de un puerto origen a un puerto destino en función de la dirección destino.
- b: En transmitir la señal de un puerto de entrada a todos los de salida.
- c: En configurar una red mediante una topología en anillo.

TEMA 5

**REDES DE DATOS DE AREA EXTENSA**



## INTRODUCCION

En este tema vamos a ver las principales características de las redes de datos de área extensa, los tipos de redes más comunes junto con algunos de los protocolos que utilizan.

También se comparan las técnicas de conmutación de circuitos o determinísticas con las técnicas de conmutación de paquetes o estadísticas.

Asimismo se describen las características más importantes de algunas de las redes más empleadas, como son las redes X.25, Frame Relay y ATM.

## ESQUEMA DE CONTENIDO

Conceptos generales

Clasificación de las redes de área extensa

- ✓ Redes determinísticas y redes estadísticas
- ✓ Ambito de aplicación

Redes de conmutación de datos

- ✓ Elementos de una red de conmutación de paquetes
- ✓ Redes X.25
- ✓ Redes Frame Relay (Retransmisión de tramas)
- ✓ ATM



## 5.1 CONCEPTOS GENERALES

En función del área geográfica que cubren, las redes de comunicaciones se pueden diferenciar en tres tipos: redes de área local para dar una cobertura reducida; redes de área metropolitana que proporcionan servicios de comunicaciones dentro una misma área urbana, y las **Redes de Area Extensa (WAN** del inglés Wide Area Network), que ofrecen servicios de comunicaciones en un ámbito geográfico disperso.

Una red de área extensa se puede definir como aquella que proporciona servicios de transporte de información entre zonas distantes. La red más conocida y usada que ofrece servicios de estas características es la Red Telefónica Básica (RTB), siendo la mayor red de área extensa puesto que su cobertura geográfica es de ámbito mundial.

Este tipo de redes son utilizadas por empresas y usuarios que necesitan mantener comunicaciones con otras organizaciones o con otras sedes de su misma organización.

Las redes de datos de área extensa no aparecen hasta la década de los años 70, cuando surge la necesidad de unir sistemas informáticos distantes mediante redes dedicadas y separadas de las redes de voz existentes hasta entonces. Al principio este tipo de redes fueron instaladas por las empresas Operadoras de Telecomunicaciones de cada país, que generalmente operaban las redes existentes en régimen de monopolio. Actualmente se permite que cualquier compañía pueda montar su propia red.

Las redes de datos de área extensa generalmente son redes compartidas por varios usuarios o empresas que contratan el servicio con las operadoras de telecomunicaciones, que son las propietarias de la red. Estas redes están formadas por una serie de equipos de telecomunicaciones que son utilizados por todas las comunicaciones establecidas en cada momento.

También las operadoras de telecomunicaciones están ofertando a las empresas e instituciones Redes Privadas Virtuales (RPV) que son una mezcla entre redes privadas y redes públicas, consisten en que la operadora reserva una parte de su red en exclusiva para una determinada empresa, quien además puede hacer algunas tareas de administración de “su parte de” la red.

Es muy común hablar de este tipo de redes como redes de conmutación de paquetes ya que en muchos casos la unidad información que manejan se denomina paquete. También algunas redes son conocidas por el protocolo que utilizan en el nivel de red, como por ejemplo X.25.

Lo habitual es que una misma red (formada por un conjunto de equipos) de cara al interior de la misma utilice determinadas normas y protocolos, sirviendo de soporte para ofrecer hacia el exterior una variedad de servicios, utilizando distintos interfaces y protocolos estandarizados.

Puesto que tienen un carácter público o abierto generalmente estas redes utilizan conexiones y protocolos estandarizados por organismos o instituciones internacionales como la UIT-T, o bien se basan en acuerdos entre todas las partes implicadas (fabricantes, operadores, usuarios, proveedores de servicios, etc.). Estas estandarizaciones o acuerdos son imprescindibles ya que las redes cada vez son de carácter más abierto y más amplio, llegando en algunos casos a ser de ámbito mundial.

Algunas de las características que persiguen este tipo de redes son:

- Alta disponibilidad y calidad de la red (baja tasa de fallos).
- Garantía de evolución tecnológica: que la red y los equipos que la forman puedan evolucionar fácilmente sin tener que instalar una red completamente nueva cuando se desee cambiar.
- Fácil y potente gestión de la red.
- Poder integrar multitud de servicios sobre la misma red.
- Bajo mantenimiento.
- Buena seguridad.
- Mínimo coste de inversión en equipos y software de la red.

## **5.2 CLASIFICACION DE LAS REDES DE AREA EXTENSA**

Las redes de área extensa pueden ser vistas desde diferentes perspectivas y clasificadas por tanto de varias formas, como pueden ser: por el tipo de conmutación utilizada, circuitos o paquetes; la velocidad de acceso a la red; el ámbito de aplicación, públicas o privadas; los servicios o protocolos que ofrecen, etc.

En este punto vamos a tratar algunos de esos aspectos, así como determinados conceptos que deben de quedar claros para comprender mejor las redes de datos.

### **5.2.1 Redes determinísticas y redes estadísticas**

Como hemos comentado anteriormente, las redes de área extensa son compartidas por todos los que envían información en un determinado momento, para que esto se pueda realizar las redes multiplexan las comunicaciones enviando varias por el mismo (camino) medio de transmisión. Para realizar esta operación las redes de datos generalmente utilizan la **Multiplexación por División en el Tiempo (MDT, en inglés TDM)**.

Existen dos métodos de Multiplexación por División en el Tiempo: MDT **determinístico** o síncrono y MDT **estadístico**.

- **Multiplexación determinística**

Permite la transmisión simultánea de varios canales digitales a través de un mismo medio de transmisión. También es utilizado en redes digitales de voz ya que permite realizar conmutaciones y multiplexaciones sin tener que realizar modulaciones y demodulaciones como ocurre con la técnica MDF.

- La transmisión es síncrona.
- La velocidad del canal agregado es igual a la suma de todos los canales tributarios.
- La trama resultante se repite un número regular de veces por segundo.
- El área de datos de cada trama se subdivide en áreas más pequeñas.
- Cada señal que se envía tiene un espacio reservado en la trama, si momentáneamente no se transmite información ese espacio queda libre pero no puede ser usado por otras comunicaciones.

Este método tiene las ventajas de ser sencillo y de tener un tiempo de transferencia pequeño (poco retardo); sin embargo tiene algunos inconvenientes sobre todo para transportar tráfico de datos, ya que los recursos de transmisión quedan reservados para cada canal de forma permanente, independientemente de si son usados o no; otro inconveniente es que cada canal solo dispone de una fracción fija del total de la velocidad de la línea.

Por todos estos inconvenientes resulta inadecuado para tráfico anisócrono de datos, que es aquel cuya tasa de transferencia no es constante con el tiempo.

Lo ideal en las comunicaciones de datos sería poder utilizar todo el canal disponible para transmitir los datos que se tenga en cada momento (ráfagas), dejándolo libre una vez que se han enviado para que los demás usuarios también puedan transmitir sus ráfagas de datos. En este principio se basa la multiplexación estadística.

- **Multiplexación estadística**

Esta técnica está basada en la segmentación y reensamblado de la información a transmitir en unidades de datos (paquetes, celdas, tramas) que son transportados individualmente.

Estas unidades de datos poseen un encabezado que identifica el usuario al cual pertenece la información contenida en dicha unidad de datos. El encabezado también permite la multiplexación y encaminamiento de cada una de las unidades que se transmiten.

En este caso la velocidad del canal agregado puede ser inferior a la suma de los totales de las velocidades de los canales tributarios, ya que cada canal transmite

por ráfagas con un porcentaje bajo de ocupación del tiempo total del canal agregado.

Las unidades de datos de cada canal pueden tener una longitud fija (n bytes) o variable.

Esta técnica presenta varias **ventajas** para el tráfico de datos (anisócrono y de velocidad variable) como son:

- Cada canal tributario solo ocupa el espacio necesario en cada momento del canal agregado.
- Cuando un canal tributario no tiene datos para transmitir no ocupa espacio en el canal agregado, posibilitando que otros usuarios lo utilicen.

Las **desventajas** que presenta son:

- El control de cada uno de los canales y la demultiplexación son más complejos que en el caso anterior.
- Cuando los canales aportan mucho tráfico simultáneamente puede haber congestión, causando grandes retardos e incluso pérdida de datos.
- Las cabeceras en algunos casos son grandes lo que puede resultar perjudicial si se transmiten datos de longitud corta o velocidad binaria constante (voz, vídeo, etc.).

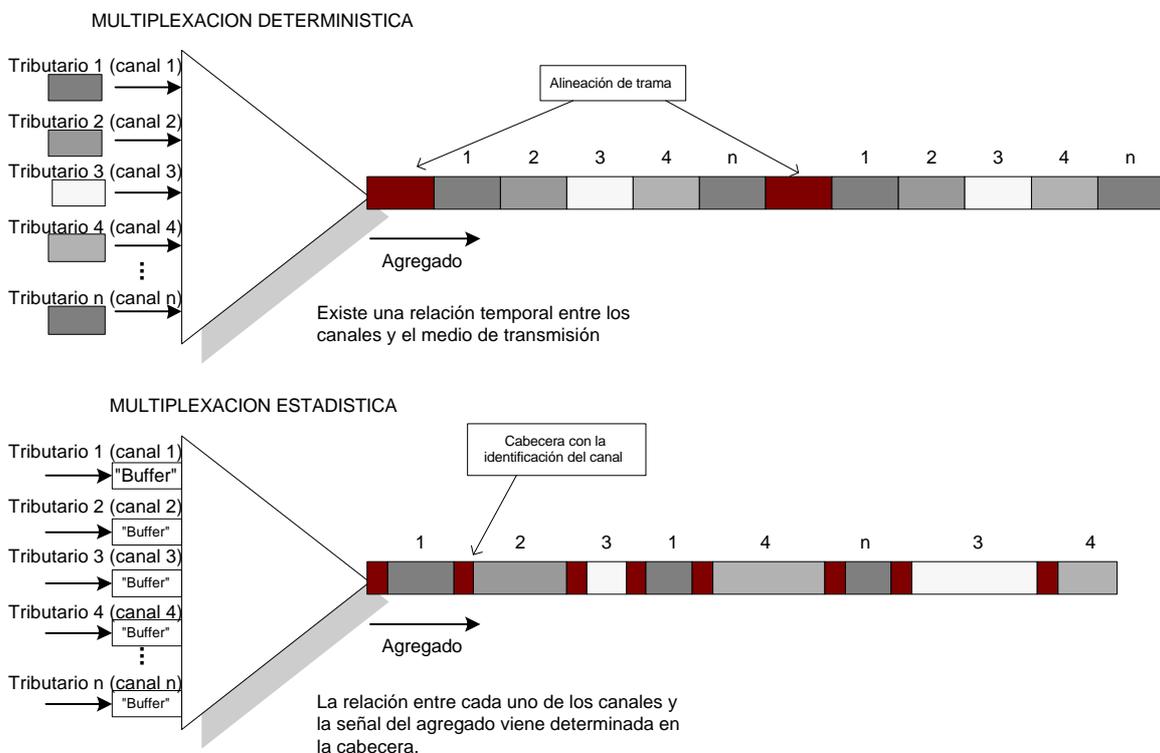


Figura 5.1 Multiplexación estadística y determinística

En estas dos tecnologías están basadas la práctica totalidad de las redes públicas conmutadas o redes de área extensa (WAN).

Las redes de área extensa las podemos dividir en dos grandes grupos: redes de conmutación y/o transporte de circuitos basadas en la multiplexación determinística y las redes de conmutación de paquetes que utilizan la multiplexación estadística.

- **Redes de circuitos**

Proporcionan canales de comunicaciones a **velocidad constante** entre los usuarios finales. Pueden transportar cualquier tipo de **tráfico**, tanto **isócrono** (para velocidad constante como voz y vídeo) como **anisócrono**; tienen un retardo (tiempo de latencia) pequeño y los equipos de conmutación realizan un trabajo sencillo.

En el caso de que no exista conmutación se denomina transporte de circuitos, muy utilizado para el caso de enlaces punto a punto o líneas alquiladas, existiendo para distintas velocidades que pueden ir desde menos de 64 Kbps hasta más de 34 Mbps (JDS).

Estas redes son poco flexibles para adaptarse a las necesidades puntuales de variación del tráfico de datos.

Algunos ejemplos de redes WAN que utilizan la técnica de conmutación de circuitos son la Red Telefónica Básica (RTB o RTC) y la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI).

- **Redes de paquetes**

Estas redes conectan un origen y un destino a través de canales denominados **Circuitos Virtuales (CV)** que son caminos por los que fluyen los datos entre el emisor y el receptor (ver punto 1.4).

Las unidades de datos que manejan estas redes se denominan paquetes, tramas o celdas según el protocolo o tipo de red.

Son redes flexibles y eficientes cuando se trata de manejar **tráfico anisócrono**, sin embargo los conmutadores de la red tienen que realizar una gran cantidad de trabajo ya que deben de analizar cada una de las cabeceras de las unidades de datos que circulan por la red. Esto además introduce mucho retardo haciendo que estas redes sean poco eficientes para el tráfico de datos isócronos.

Estas redes normalmente trabajan siguiendo el modelo de referencia para la interconexión de sistemas abiertos, llegando a tratar hasta el **nivel 3** de dicho modelo. Por este motivo normalmente se accede a las redes utilizando un determinado **protocolo**, lo cual puede ser un inconveniente para los equipos que se

conectan y no siguen dicho protocolo, para los que hay que desarrollar unos elementos denominados PAD o DEP (Ensamblador / Desensamblador de Paquetes) que se encargan de realizar la conversión de formatos.

Las redes de datos de área extensa habitualmente utilizan la técnica de conmutación de paquetes, como por ejemplo la red Iberpac y la Red-UNO.

	<b>Red de circuitos</b>	<b>Red de paquetes</b>
Desventajas del acceso	Ninguna (transparente a los protocolos)	Dependiente de un protocolo
Ancho de banda	Fijo (puede ser grande)	Variable (adaptable)
“Overhead” Información adicional a los datos (cabeceras)	Ninguna o mínima	Medio
Procesos que realiza la red	Mínimos (conmutación)	Control de errores, encaminamiento, flujo, etc.
Retardo (latencia)	Pequeño	Alto
Posibilidad de conexiones	Con un único destino	Con varios destinos
Principal uso	Voz, vídeo	Datos

Tabla 5.1 Comparación entre redes de paquetes y circuitos

### 5.2.2 Ambito de aplicación

Según sea la propiedad de la red podemos distinguir dos tipos: las redes públicas y las redes privadas.

- **Redes públicas**

Una red se denomina pública cuando presta servicios de telecomunicaciones para el público, de manera que pueda conectarse cualquier usuario y comunicarse con otros usuarios conectados a la red.

Para la constitución y explotación de redes públicas de telecomunicaciones es necesario disponer de una licencia que dependerá del tipo de red.

Algunas de las redes o servicios públicos de comunicaciones existentes son los siguientes:

- Red Telefónica Básica (RTB).
- Red Telegráfica (TELEX).
- Red Digital de Servicios Integrados (RDSI).
- Redes de Conmutación de Paquetes.
- Redes de comunicaciones vía satélite (VSAT).
- Líneas alquiladas o arrendadas.

Las líneas alquiladas son circuitos (punto a punto) que se prestan para transmitir información de manera transparente entre dos puntos de terminación de red (servicio de transporte).

Existen circuitos analógicos de calidad normal y de calidad especial y circuitos digitales de distintas velocidades. En todos los casos la tarificación se hace por la distancia entre los puntos de terminación de red.

- **Redes privadas**

Una red es privada cuando su utilización es en exclusiva para un determinado usuario u organización. Estas redes dan servicio solo a los usuarios que pertenecen a una organización, por tanto solo se pueden comunicar con personas pertenecientes a la misma organización.

Estas redes no están disponibles para el público. La UIT-T define una red privada como aquella que está constituida por equipos dedicados, utilizando medios de las redes públicas o por una combinación de ambos tipos.

	<b>Red pública</b>	<b>Red privada</b>
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Economía de escala.</li> <li>• Baja repercusión de gastos por mantenimiento y gestión.</li> <li>• Evolución tecnológica garantizada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño a medida.</li> <li>• Capacidad completa de gestión.</li> <li>• Gastos fijos independientes del tráfico.</li> </ul>
Inconvenientes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de red no personalizado.</li> <li>• Los clientes no tienen control ni supervisión de la red.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coste muy elevado de instalación, mantenimiento y administración.</li> <li>• Desactualización de la red por envejecimiento de equipos, tienen que amortizar la red en un tiempo corto.</li> <li>• Evolución tecnológica dependiente del propio cliente.</li> </ul>

Tabla 5.2 Comparación entre las redes públicas y privadas

Debido a las características de un tipo de red y de otro surge una solución de compromiso intentando obtener las mejores características de ambos tipos, apareciendo así las Redes Privadas Virtuales (RPV).

Una RPV es una red a la que se asigna algunos recursos de la red pública en exclusiva para el cliente, en ocasiones incluso trasladando parte del equipo de la red pública al edificio del cliente (nodos de acceso a la red y terminales de gestión).

De esta manera el cliente tiene cierto grado de control y gestión, viendo la red como si fuera una red privada propia, aunque en realidad está utilizando una parte de los recursos de la red pública.

En este caso el coste será independiente del tráfico.

La Red UNO de Telefónica es una red de conmutación de datos sobre la que se presta el servicio de red privada virtual.

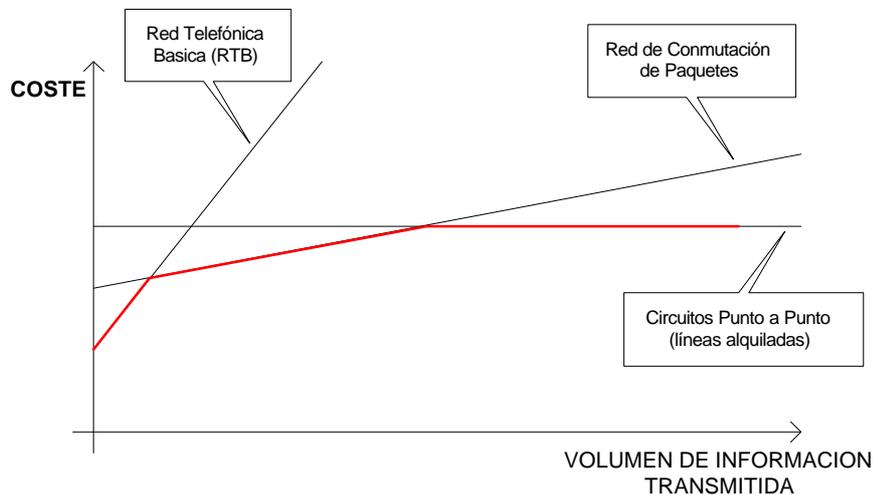


Figura 5.2 Comparación relativa de costes según la información transmitida

### 5.3 REDES DE CONMUTACION DE DATOS

Como hemos visto las redes de conmutación de datos (paquetes) utilizan la técnica de multiplexación por división en el tiempo estadística ya que para el caso de tráfico de datos ofrece varias ventajas.

Desde hace bastante tiempo las redes de conmutación de paquetes han estado soportadas por protocolos como X.25 que se ajusta completamente al modelo de referencia para la interconexión de sistemas abiertos de la ISO, posteriormente han ido apareciendo otros protocolos y tecnologías que son muy utilizadas y que aportan ciertas ventajas sobre la anterior, como son: ATM y Frame Relay que utiliza algunos conceptos de X.25.

En este punto vamos a ver los principios generales de esas redes.

#### 5.3.1 Elementos de una red de conmutación de paquetes

Una red de conmutación de paquetes, básicamente está compuesta por equipos de conmutación de datos (nodos de conmutación) formando una topología de red que permita encaminar los datos desde un origen a un destino (entrada-salida de la red), ofreciendo la fiabilidad y seguridad adecuadas.

Cada uno de esos nodos que forman la red dispone de un número determinado de líneas de acceso (entrada-salida) y/o de líneas de unión con otros nodos. También es capaz de procesar los datos que le llegan en forma de paquetes, tramas o celdas, actuando correctamente para encaminarlos hacia su destino.

Normalmente hay nodos encargados de realizar las tareas propias de la red (conmutación de paquetes) y están apoyados por otros nodos u ordenadores que se encargan de realizar tareas de gestión de la red (configuración, administración, tarificación, etc.).

Los equipos deben permitir evolucionar tecnológicamente de una manera sencilla y con el menor coste posible, adaptándose a los requerimientos de cada momento con pequeñas modificaciones hardware o software. De esta manera se puede soportar con los mismos equipos que forman la red distintas velocidades de acceso, protocolos y otras demandas de los usuarios.

En el caso de Telefónica los equipos de conmutación utilizados en la red Iberpac y Red UNO son básicamente de dos tipos: equipos Tesys y equipos de Nortel (Northern Telecom), los segundos están sustituyendo paulatinamente a los Tesys. Estos equipos son grandes ordenadores diseñados para realizar tareas de comunicaciones de datos.

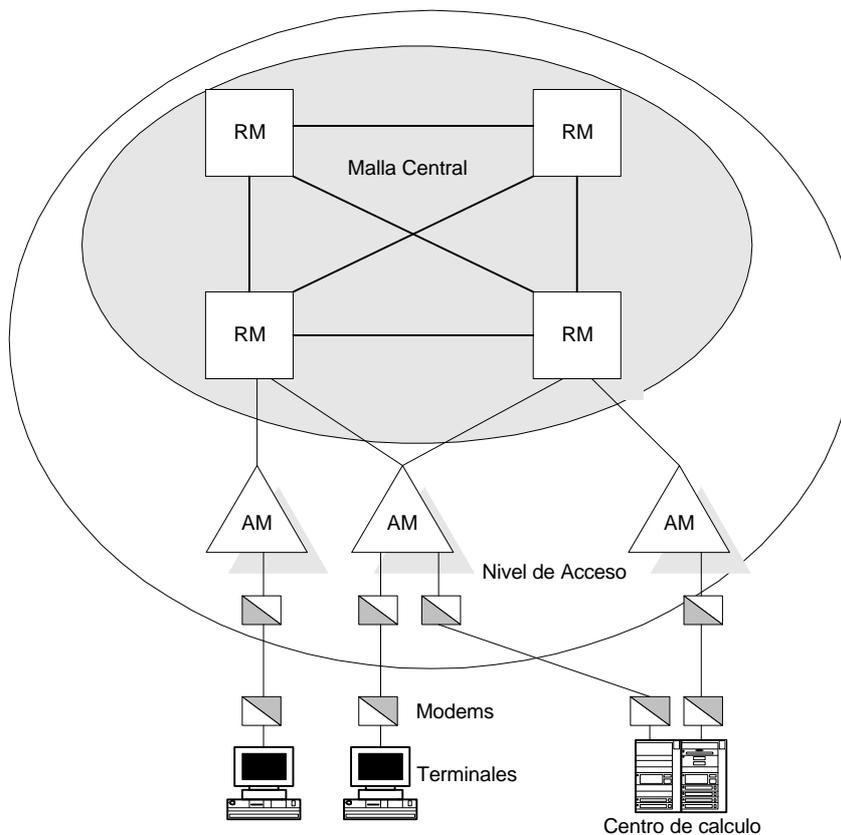


Figura 5.3 Ejemplo de red con equipos Nortel DPN-100

Dentro de los equipos Tesys existen dos tipos los Tesys-A, formados a su vez por otros dos (Tesys-1 y Tesys-5) que se utilizan principalmente para el acceso a la red y los Tesys-B con mayor capacidad de proceso (conmutación) utilizados como nodos de tránsito.

Los equipos utilizados de Nortel también son de dos tipos, los DPN-100 compuestos a su vez por dos módulos (RM de conmutación y AM de acceso) y los equipos Passport con elevada capacidad de conmutación. Ambos equipos poseen grandes facilidades de explotación (gestión, configuración, etc.) permitiendo formar redes potentes y fiables, y soportando gran cantidad de protocolos y estándares de acceso.

### **5.3.2 Redes X.25**

En los años 60 y 70 la mayoría de las organizaciones desarrollaron sus propias redes de datos destinadas a satisfacer sus necesidades, por lo que en muchos casos no seguían ningún estándar y utilizaban protocolos propios. Durante ese periodo de tiempo muchas compañías implantaron sus propias redes de datos; Telefónica desarrolló la red RSAN (Red Secundaria de Alto Nivel).

X.25 fue desarrollado con el objetivo de establecer un conjunto de normas para una red de comunicaciones de datos por paquetes.

En 1974 la UIT-T publicó la primera versión de X.25 como un estándar para la interconexión entre terminales de abonado que funcionan en modo paquete y las redes públicas de conmutación de paquetes. Desde entonces, este estándar ha sufrido varias modificaciones completándose con algunas opciones y ha sido ampliamente aceptado y usado en las redes de paquetes de área extensa.

El estándar X.25 define los procedimientos para el intercambio de información entre los dispositivos de usuario (ETD) y los nodos de la red de conmutación de paquetes.

El desarrollo de un estándar ha hecho posible que se puedan conectar los equipos de diferentes fabricantes de una manera sencilla y que salgan al mercado un mayor número de equipos y programas haciendo en muchos casos que se abaraten los costes para el usuario final.

La recomendación **X.25** sigue el modelo de referencia para la interconexión de sistemas abiertos de la ISO en sus tres primeros **niveles: físico, enlace y red**. Sin embargo aunque llega hasta el nivel de red, X.25 no contiene algoritmos de encaminamiento a través de la red, dejándose a cargo de los fabricantes de los equipos de conmutación o de los operadores de la red.

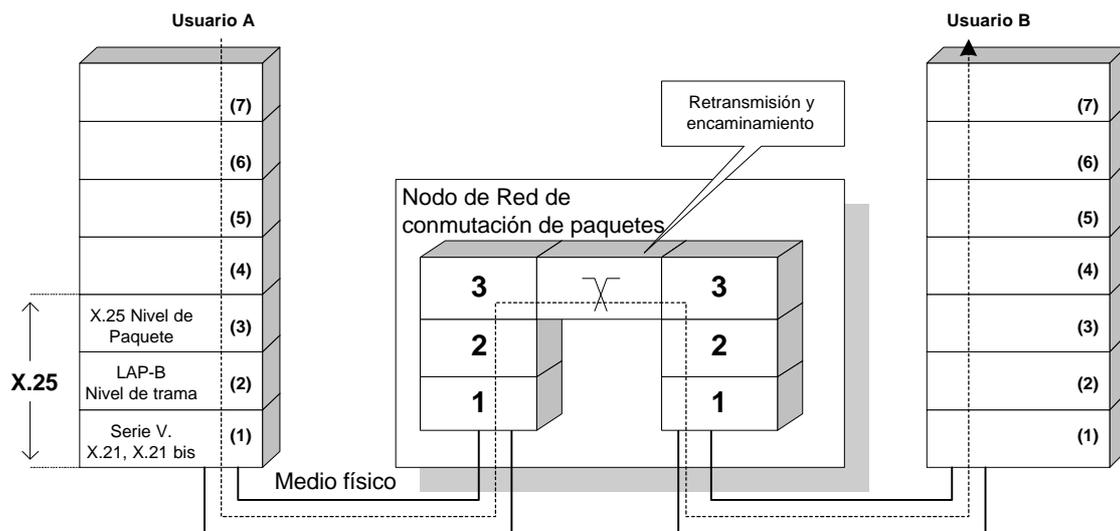


Figura 5.4 El protocolo X.25 (no realiza encaminamiento) y los niveles OSI

- **Nivel físico**

Este nivel proporciona las señales físicas y el medio por el que se realiza la transmisión entre el usuario (ETD) y la red.

Este nivel está definido en las recomendaciones X.21, X.21 bis (RS-232 / V.24) y V.35, se encarga de la transmisión de bits desde el usuario hasta la red y no realiza funciones de control significativas, de su control se encargan los niveles superiores (enlace y red).

- **Nivel de enlace**

El protocolo X.25 utiliza para el control del enlace (nivel de enlace) el protocolo LAP-B (Link Access Procedure Balanced), que es un subconjunto del protocolo HDLC (High level Data Link Control) de la ISO.

El LAP-B establece que ambas estaciones (ETD y nodo de red) tienen igual importancia, pudiendo por tanto tomar la iniciativa de transmitir cualquiera de las dos y funcionando sobre un nivel físico dúplex.

El paquete X.25 formado en la capa de red es transportado por la **trama LAP-B** insertado dentro del campo de información.

Las funciones más importantes del nivel de enlace (LAP-B) son:

- Sincronización de la trama (estructuración, delimitación e identificación de la trama).
- Detección y corrección de errores y de tramas duplicadas.

- Controlar la utilización de los enlaces disponibles (multienlace).
- Gestionar el enlace intercambiando señales de control con la otra estación (establecimiento de la conexión, control de flujo, etc.).

Como resumen se puede decir que la función principal del protocolo LAP-B es asegurar que los paquetes formados en el nivel de red se transmiten sin errores del ETD al nodo de red y viceversa, informando a la capa de red en caso de problemas en la línea.

Los **enlaces físicos** entre el terminal de usuario (ETD) y el nodo de la red pueden ser **simples** (monoenlace) cuando se trata de una sola línea o **múltiples** (multienlace), siendo en ambos casos gestionados por el protocolo del nivel de enlace.

En el caso de ser multienlace el nivel de enlace se encarga de la multiplexación de los datos por las distintas líneas existentes, evitando duplicidades y manteniendo la secuencia correcta de los mismos.

Las los distintos tipos de tramas utilizadas por el protocolo LAP-B se muestran en la tabla 5.3.

Tipo	Comando	Respuesta
Datos	I	I
Supervisión	RR	RR
	RNR	RNR
	REJ	REJ
	SREJ	SREJ
No Numeradas	SARM	
	SABM	
	DISC	
		UA
		DM
		FRMR
I: Información RR: Receptor preparado RNR: Receptor no preparado REJ: Rechazo SREJ: Rechazo selectivo SARM: Establecer modo de respuesta asíncrona SABM: Establecer modo de respuesta asíncrona balanceado DISC: Desconexión UA: Aceptación no numerada DM: Desconectar modo FRMR: Rechazo de trama		

Tabla 5.3

Tanto en el nivel 3 (X.25) como en el nivel 2 (LAP-B) se utilizan números de secuencia de recepción y envío para controlar las tramas (N(R) y N(S)) y los paquetes (P(R) y P(S)) que se envían y reciben.

La trama de nivel 2 está compuesta por los siguientes campos:

- Indicador de inicio (flag o bandera): compuesto por 8 bits, indica el principio y final de la trama, también sirve para mantener el sincronismo del enlace mientras no se transmiten tramas.
- Campo de dirección: Formado por 8 bits, define el sentido según sean órdenes o respuestas. No se utiliza para realizar encaminamientos.
- Campo de control: compuesto por 8 bits, indica el tipo y función de la trama, que pueden ser:
  - **I**: Tramas de información.
  - **S**: Tramas de supervisión.
  - **U**: Tramas no numeradas.
- Campo de información: solo está presente en las tramas de datos (tipo I), contiene la información del nivel 3 (paquete). Este campo es de longitud variable.
- Campo de control de la transmisión: compuesto por 16 bits, sirve para detectar errores en la transmisión, se utiliza un código de redundancia cíclica (CRC).

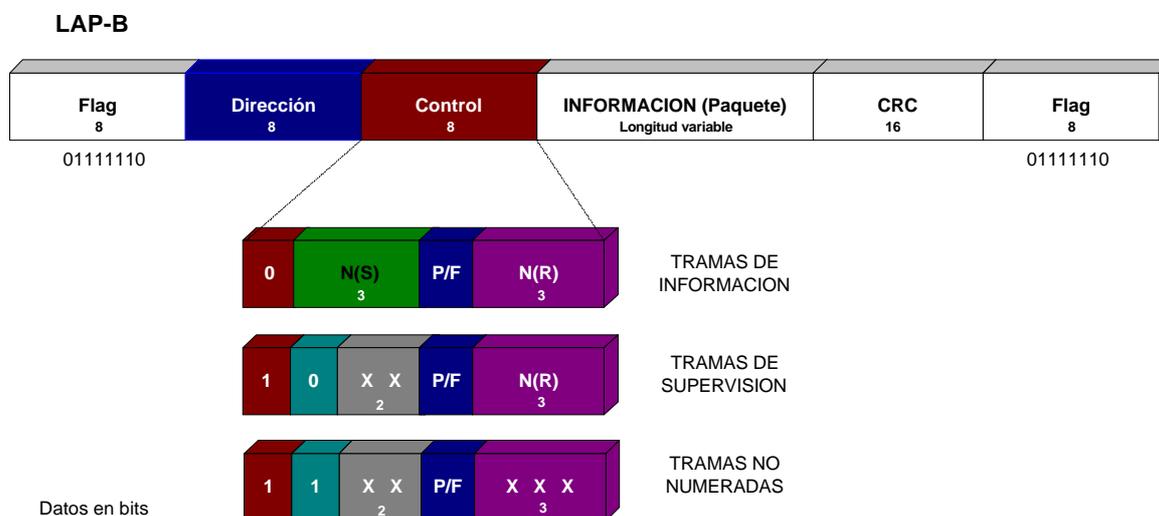


Figura 5.5 Estructura de la trama LAP-B

La estructura del campo de control es la siguiente:

- **I**: tramas de información, si el primer bit del campo de control figura a "0" indica que se trata de una trama de información; los siguientes tres bits indican la numeración en módulo 8 de las tramas que se envían, se denomina N(S); el

siguiente bit es de sondeo (P/F) y los últimos tres bits indican la siguiente trama que se espera recibir, con esto le valida al emisor hasta esa trama, se denomina N(R).

- **S o U:** si el primer bit es un "1" será una trama de Supervisión o bien una No Numerada. Estas tramas se utilizan durante la transmisión para validar tramas, controlar el flujo y recuperar errores o bien en el caso de una trama no numerada para las fases de establecimiento y liberación del enlace.

- **Nivel de red**

El nivel de red define los procedimientos para la transferencia de paquetes entre un origen y un destino a través de la red.

Para transmitir los paquetes por la red, X.25 se basa en la utilización de **circuitos virtuales** (ver punto 1.4) utilizando la técnica de la multiplexación estadística, de esta manera por una misma ruta física se establecen varias comunicaciones. El usuario presupone que la línea está dedicada a su transmisión, sin embargo la está compartiendo con otros usuarios.

Existen dos tipos de circuitos virtuales:

- **Circuitos Virtuales Conmutados (CVC):** Se asemeja a los procedimientos utilizados en una llamada telefónica ya que hay que establecer, mantener y liberar una llamada. Es un servicio orientado a la conexión.

En este caso el ordenador origen (el que realiza la llamada) envía a la red un paquete de X.25 denominado "solicitud de llamada" por un determinado canal lógico, este paquete llevará la dirección destino. La red utiliza esa dirección para encaminar el paquete de solicitud de llamada hasta el último nodo de la red (al que está conectado el ordenador destino), éste envía por un canal lógico un paquete de "llamada entrante" al ordenador destino.

La numeración de los canales lógicos se realiza en cada lado de la red. De esta manera dicha comunicación es identificada durante todo el tiempo que dura por los dos canales lógicos (el de origen y el de destino). El funcionamiento dentro de la red no está especificado en X.25.

En el caso de que el receptor acepte la llamada, éste transmite un paquete de "llamada aceptada" a la red por el canal lógico que le llegó la llamada entrante. La red transportará este paquete enviando al ordenador origen un paquete de "llamada conectada". De esta manera se entra en la fase de transferencia de datos a través del circuito virtual creado entre el origen y el destino.

Para terminar la transferencia de datos cualquiera (origen, destino o red) envía un paquete de “solicitud de liberación”, confirmándose con un paquete de “confirmación de liberación”, con esto se deshace el circuito virtual quedando los canales lógicos disponibles para otra comunicación.

- **Circuitos Virtuales Permanentes (CVP):** En este caso siempre existe un circuito virtual establecido entre el origen y el destino y definido mediante los canales lógicos de origen y destino (a cada lado de la red).

Es similar a una línea dedicada (punto a punto) y no se requiere establecimiento ni liberación de llamada. Los datos son enviados directamente por un determinado canal lógico.

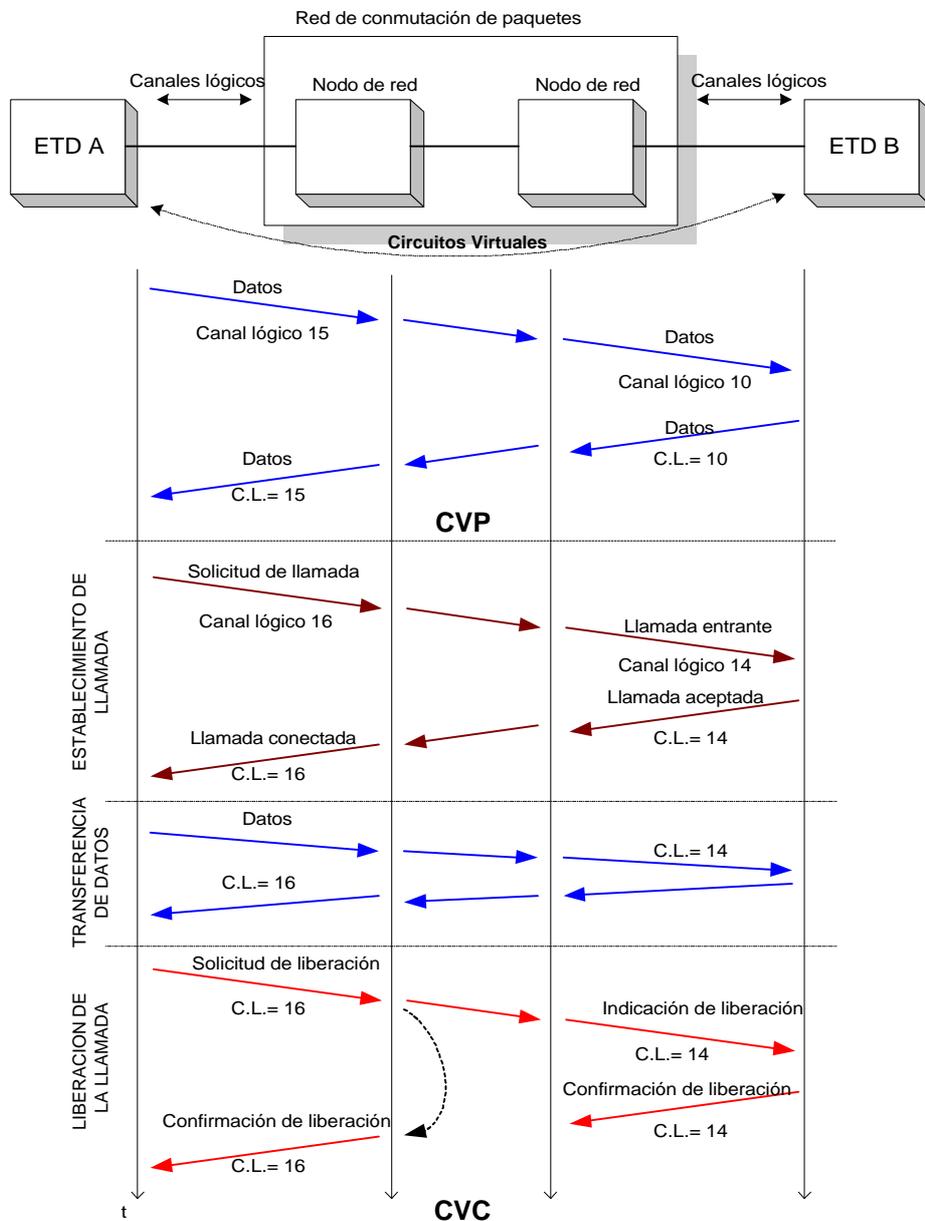


Figura 5.6 Funcionamiento de los CVC y CVP

Además de estos dos métodos de enviar información entre dos ETD a través de una red X.25 existen otras dos formas que son:

- Llamada con selección rápida en la que se envía un paquete de llamada que contiene información con una longitud reducida (128 bytes).
- Llamada con selección rápida y liberación inmediata es igual a la anterior pero con una liberación inmediata.

Además de los procedimientos para el envío de datos mediante CVC y CVP el nivel de red tiene otros para el control de las llamadas, como son:

- Procedimientos para el **control de flujo**: Permite a los dispositivos de usuario y a la red reducir la velocidad con la que se aceptan los paquetes. Esto se realiza mediante paquetes RR y RNR. Por tanto el control de flujo se realiza tanto a nivel 2 (LAP-B) como a nivel 3 con X.25, sin embargo, en este nivel se realiza de manera individual para cada canal lógico (cada comunicación establecida).
- Procedimientos de **interrupción**: permite que un ETD transmita un paquete fuera de secuencia saltándose los controles de flujo. Esto en algunas ocasiones es útil ya que permite enviar 32 bytes de información en el paquete de interrupción.
- Procedimientos de **reinicio**: se utilizan para reiniciar un circuito virtual conmutado o permanente.
- Procedimientos de **rearranque**: se utilizan para reiniciar todo el enlace por lo que pueden ser afectados todos los canales lógicos del enlace (hasta 4.095).
- Procedimientos de **liberación**: se utilizan para liberar una comunicación entre dos ETD o bien para indicar que no se puede completar una llamada.
- Procedimientos de **diagnóstico**: se utilizan para indicar condiciones de error, están definidos varios códigos de error que ayudan a precisar los problemas.

Los tipos de paquetes existentes en el protocolo X.25 se muestran en la tabla 5.4, junto con el sentido de envío (ETD a red o viceversa).

<b>TIPO DE PAQUETE</b>			
<b>Del nodo de red al ETD</b>	<b>Del ETD al nodo de red</b>	<b>CVC</b>	<b>CVP</b>
<b>Establecimiento y liberación de la llamada</b>			
▪ Llamada entrante	▪ Solicitud de llamada	SI	
▪ Llamada conectada	▪ Llamada aceptada	SI	
▪ Indicación de liberación	▪ Solicitud de liberación	SI	
▪ Confirmación de liberación del nodo	▪ Confirmación de liberación	SI	
<b>Datos e interrupciones</b>			
▪ Datos de la red	▪ Datos del ETD	SI	SI
▪ Interrupción de la red	▪ Interrupción del ETD	SI	SI
▪ Confirmación de interrupción de la red	▪ Confirmación de interrupción del ETD	SI	SI
<b>Control de flujo y reinicio</b>			
▪ RR (red)	▪ RR (ETD)	SI	SI
▪ RNR (red)	▪ RNR (ETD)	SI	SI
▪ Indicación de reinicio	▪ Solicitud de reinicio	SI	SI
▪ Confirmación de reinicio de la red	▪ Confirmación de reinicio del ETD	SI	SI
<b>Rearranque</b>			
▪ Indicación de rearmque	▪ Solicitud de rearmque	SI	SI
▪ Confirmación de rearmque de la red	▪ Confirmación del rearmque del ETD	SI	SI
<b>Diagnostico</b>			
▪ Diagnostico		SI	SI
<b>Registro</b>			
▪ Confirmación de registro	▪ Confirmación de registro	SI	SI

Tabla 5.4 Tipos de paquetes de X.25

**Formato del paquete:**

Un paquete de X.25 debe contener al menos tres bytes (octetos), que son los que forman la cabecera del paquete. Los campos que figuran en el paquete son:

- Identificador general de formato (IGF): compuesto por los cuatro bits de mayor peso (5, 6, 7 y 8) del primer byte. Se emplea para el secuenciamiento de las sesiones de paquetes, se pueden utilizar dos opciones "modulo 8" o "modulo 128".
- Número de grupo de canal lógico (LCGN): compuesto por los cuatro bits de menor peso del primer byte.
- Numero de canal lógico (LCN): compuesto por los 8 bits del segundo byte. Este campo junto con el anterior forma la identificación del canal lógico; compuesta por 12 bits puede haber hasta 4096 canales lógicos.

- Identificación del tipo de paquete (1 byte): es el tercer byte del paquete, en el caso de paquetes que no son de datos sirve para identificar el tipo de paquete (ver tabla 5.4). Si es un paquete de datos contienen información de secuenciamiento.
- Longitud de la dirección del ETD llamado: formado por los cuatro bits de menor peso del 4º byte. Indica las cifras que tiene el ETD llamado.
- Longitud de la dirección del ETD llamante: formado por los cuatro bits de mayor peso del cuarto byte. Indica las cifras que tiene el ETD que llama.
- Dirección del ETD llamado: indica el número del ETD llamado.
- Dirección del ETD llamante: indica el número del ETD que llama. Estas dos direcciones pueden ir desde el byte quinto hasta el byte N° 19, variando en función de la longitud.
- Longitud del campo de facilidades: Indica la cantidad de bytes que forman las facilidades.
- Facilidades del usuario: se utilizan por parejas de bytes, el primero indica la facilidad y el segundo el valor.
- Datos de usuario: de longitud variable, por defecto son 128 bytes pero se admiten hasta 4.096 bytes. En un paquete de solicitud de llamada pueden viajar datos de usuario con una longitud máxima de 16 bytes.

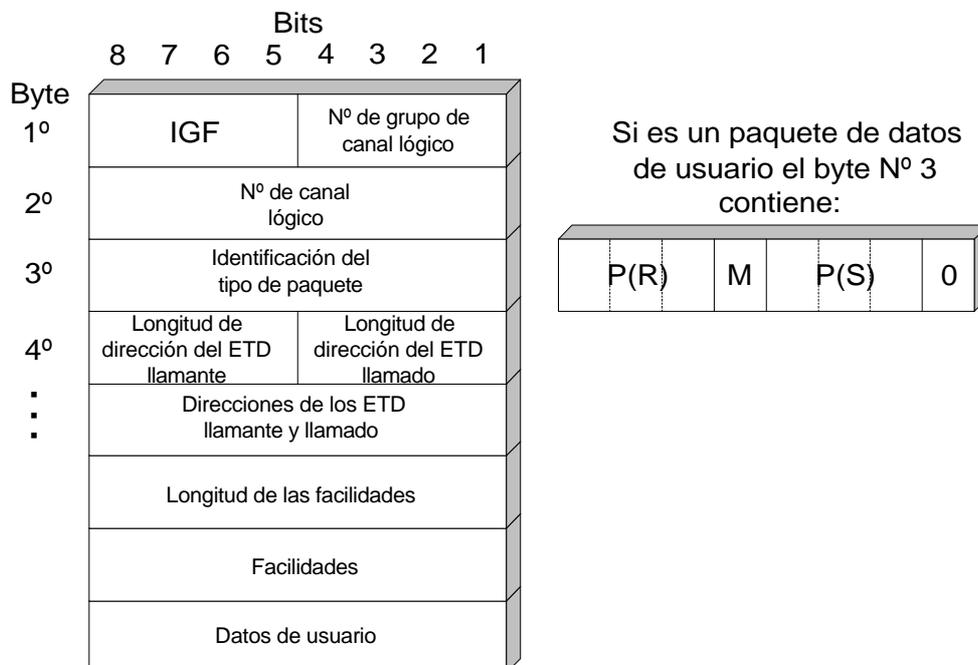


Figura 5.7 Formato del paquete X.25

X.25 contiene diversas reglas que indican como manejar las conexiones, tanto a nivel de enlace como a nivel de red, en función del estado en el que se encuentren en cada momento y las acciones que deben ser realizadas ante la recepción de determinados paquetes y tramas.

El protocolo X.25 contiene una serie de **facilidades** para permitir aumentar la flexibilidad de la red, las facilidades se solicitan en el paquete de llamada. Existen cuatro tipos:

- Las internacionales definidas en la recomendación X.2
- Las establecidas por la UIT-T para los ETD.
- Las ofrecidas por la red pública origen.
- Las ofrecidas por la red pública destino.

Algunas de las facilidades más importantes son:

- Grupo cerrado de usuarios.
- Grupo cerrado de usuarios con acceso de salida.
- Grupo cerrado de usuarios con acceso de entrada.
- Prohibición de llamadas entrantes dentro de un grupo cerrado de usuarios.
- Prohibición de llamadas salientes dentro de un grupo cerrado de usuarios.
- Aceptación de cobro revertido.
- Selección rápida.
- Aceptación de selección rápida.
- Negociación de parámetros de control de flujo.
- Negociación de la clase de caudal de tráfico.
- Dirección reducida.
- Subdireccionamiento.
- Grupo de captura.
- Numeración de paquetes extendida.
- Facturación detallada.
- Ventana no normalizada.

Para la conexión de **terminales asíncronos** (ETD en modo carácter) se utilizan estándares que proporcionan las funciones de **ensamblado y desensamblado** de paquetes y conversión de protocolos, estas funciones las realiza un elemento denominado DEP o PAD.

Las recomendaciones recogidas por la UIT-T para la conexión de terminales asíncronos a las redes de paquetes X.25 son: X.3, X.28 y X.29.

- X.3 Define las características de los PAD.
- X.28 Define los procedimientos de control de flujo entre los terminales asíncronos de usuario y los PAD (normas de acceso).
- X.29 Regula el intercambio de información entre el PAD y el terminal X.25 remoto.

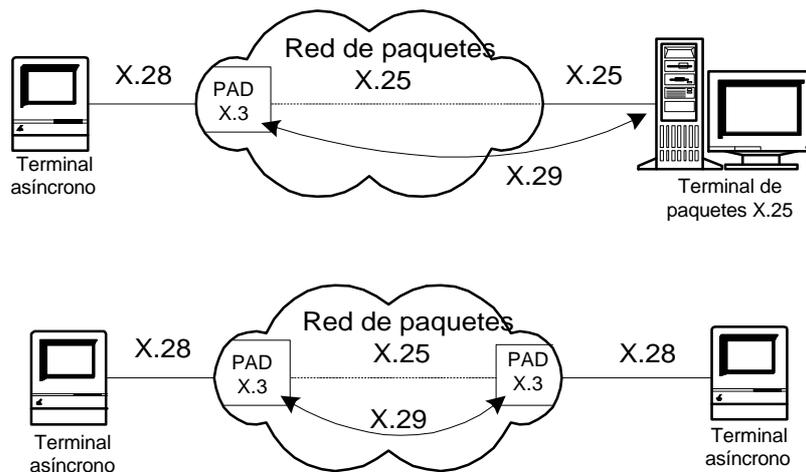


Figura 5.8 Conexión de terminales asíncronos a una red X.25

Las redes X.25 se apoyan además en otras normas y recomendaciones como son:

- X.1 Define las clases de servicio de usuario.
- X.10 Categorías de acceso.
- X.32 Acceso a redes X.25 de terminales en modo paquete a través de la red telefónica conmutada.
- X.75 Interconexión con otras redes (operadores).
- X.92 Conexiones de referencia para paquetes con transmisiones de datos.
- X.96 Señales de llamada en curso.
- X.121 Plan internacional de numeración.
- X.213 Servicios de red.

### 5.3.3 Redes Frame Relay (Retransmisión de tramas)

En los últimos años se ha incrementado el tráfico de las redes de datos. Debido a las nuevas aplicaciones existentes surge la necesidad de redes más rápidas y la de interconexión de redes LAN por medio de las WAN a mayor velocidad, apareciendo así nuevas técnicas y tecnologías de transmisión de datos sobre redes de área extensa como son Frame Relay (retransmisión de tramas) y ATM.

Cuando se desarrolló X.25 la situación de las redes y sistemas de transmisión eran totalmente distintos a los actuales. Entonces las redes eran mucho menos fiables que las actuales y cometían errores muy frecuentemente por lo que X.25 se pensó con unos buenos mecanismos para la detección y corrección de errores, actualmente con las nuevas tecnologías de transporte como las basadas en la fibra óptica, la transmisión de datos es mucho más segura, fiable y más rápida.

Otro hecho que ocurría en esa época es que los ordenadores de los usuarios eran poco inteligentes por lo que X.25 se pensó para proporcionar un control de flujo muy exhaustivo evitando de esta manera sobrecargar a los equipos de los usuarios con más tareas.

Por todo ello X.25 se diseñó como un protocolo de red muy robusto frente a todo tipo de problemas haciendo que los nodos de la red tengan un trabajo elevado.

Actualmente muchos de esos problemas se pueden obviar, consiguiendo que las redes sean más rápidas.

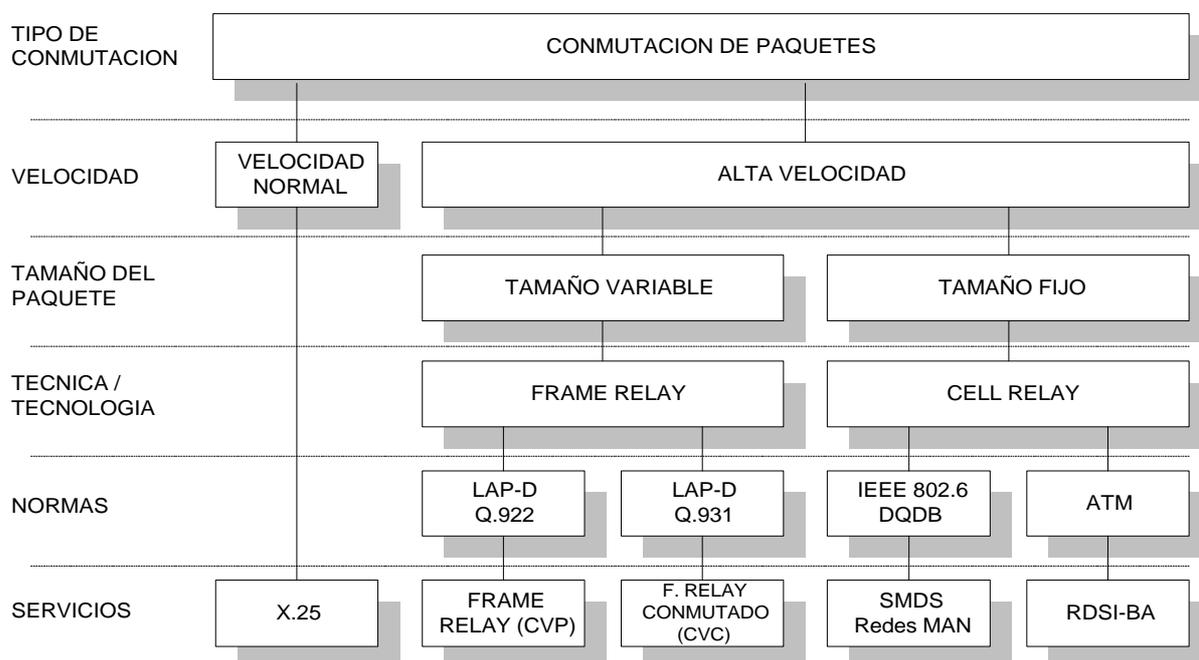


Figura 5.9 Tecnologías de conmutación de paquetes

Frame Relay considera que las redes actuales son muy fiables, dejando a cargo de los equipos de usuario la detección y corrección de errores y el control de flujo; ahora estos equipos son más potentes y pueden realizar estas tareas fácilmente.

Como consecuencia de esto Frame Relay descarga a la red de algunos de los trabajos que realiza con X.25, pudiendo efectuar los demás de una manera más rápida, aumentando así las prestaciones de la red.

En Frame Relay se dan las ventajas de la multiplexación estadística de X.25 junto con una mayor velocidad y menos retardo propias de la técnica de conmutación de circuitos (con multiplexación MDT).

Frame Relay se desarrolló teniendo como base la RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) pensando en la utilización más adecuada de los canales para la transmisión de datos, sin embargo se ha convertido en un interfaz de red totalmente independiente de la RDSI.

- **Estándares sobre Frame Relay**

Las recomendaciones de la UIT-T que recogen el funcionamiento de Frame Relay son:

- **I.122** Describe el servicio portador de tramas, incluye circuitos virtuales permanentes y conmutados.
- **I.233** Descripción del servicio.
- **Q.922** Capa de enlace RDSI para servicios portadores en modo trama Q.922 anexo-A (aspectos del núcleo).
- **Q.933** Describe los procedimientos de señalización de acceso.
- **I.370** Describe los métodos para el control de la congestión.

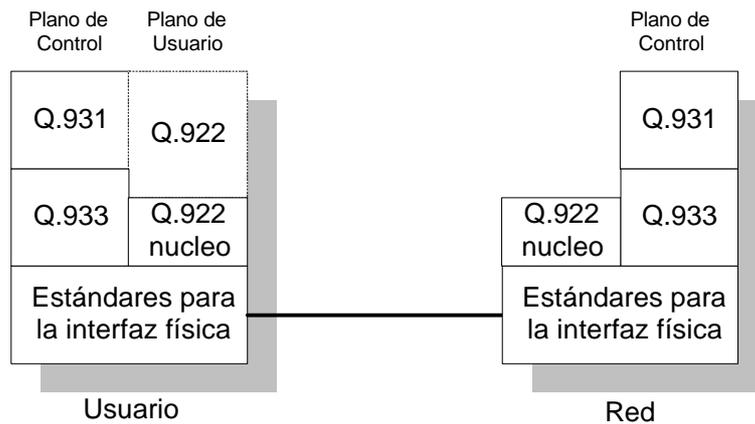


Figura 5.10 Arquitectura Frame Relay

El servicio ofrecido por Frame Relay está estructurado en planos como se ve en la figura 5.10, ambos planos utilizan el mismo medio físico.

- El plano de control proporciona el control de las llamadas (establecimiento y liberación), negociación de parámetros y funciones de administración y mantenimiento.
- El plano de usuario se encarga de la transferencia de información entre usuarios para lo cual utiliza Q.922 que es una versión adaptada de LAP-D. En realidad Frame Relay utiliza el núcleo de Q.922 también denominado LAP-F (Link Access Procedure to Frame mode bearer services).

La recomendación Q.922 define funciones tales como delimitación de tramas, (alineación y transparencia), multiplexación de circuitos virtuales utilizando el campo de dirección, verificación de las tramas, detección de errores y control de congestión.

- **Frame Relay y el modelo OSI**

Como se ha comentado anteriormente Frame Relay elimina algunas operaciones de las capas 2 y 3 del modelo para la interconexión de sistemas abiertos, haciendo de esta manera que la red tenga menos retardo ya que tiene que realizar menos operaciones con los datos de usuario y permitiendo en consecuencia un aumento del flujo de datos.

Dentro de la pila de la OSI, Frame Relay trabaja en el **nivel 1** y realiza parte de las funciones de la **capa 2**.

Las funciones de la red en la capa 2 se limitan a verificar que las tramas son correctas detectando (no corrigiendo) los errores, no realiza control de flujo y únicamente indica la situación de congestión de la red.

Se puede decir que la red (el núcleo de Q.922) se limita a la transmisión y conmutación de los datos de usuario, no realizando ningún otro tipo de control.

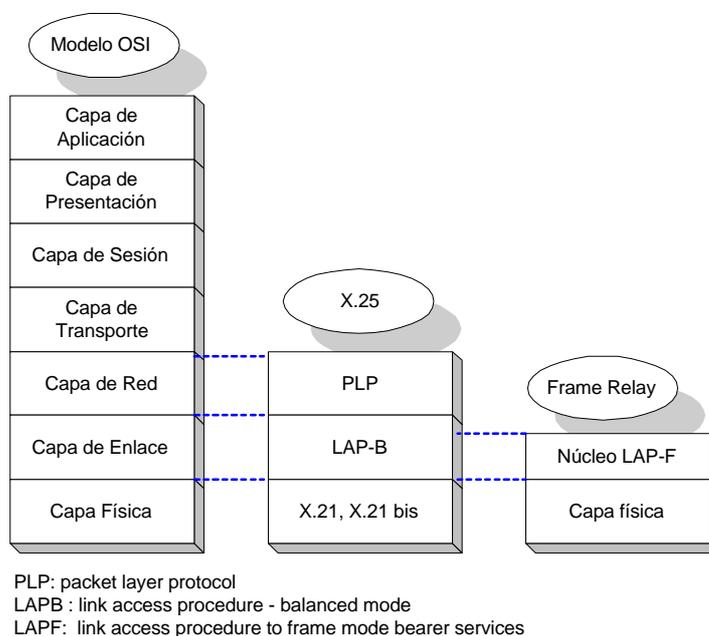


Figura 5.11 Comparación del modelo OSI con X.25 y Frame Relay

Frame Relay es un servicio orientado a la conexión ya que emplea la técnica de circuito virtual (CVP y CVC)<sup>1</sup>, una vez establecido el trayecto de la comunicación este método supone menos trabajo para los nodos de la red que si utilizara la técnica de datagrama.

- **Formato de la trama**

La trama de Frame Relay se asemeja al formato de trama HDLC, tiene longitud variable y está compuesta por los siguientes campos:

- Delimitador de trama (Flag): indica el inicio y fin de trama, sincronizando también la trama.
- Campo de dirección (cabecera) compuesto a su vez por:
  - **DLCI** (Data Link Connection Identifier): es el identificador de la conexión del enlace de datos (conexión virtual), se utiliza de manera similar a los canales lógicos de X.25 y al igual que en éste tiene significado local. Puede variar de tamaño estando compuesto de 10, 16, 17 o 23 bits.
  - **EA** (Extended Address): indica si el campo de dirección contiene más bytes (EA= 0) o bien es el último byte(EA=1).
  - **C/R**: comando / respuesta. Frame Relay no lo utiliza, es usado por las aplicaciones.
  - **FECN** (Forward Explicit Congestion Notification): Este bit se encarga de notificar la congestión hacia el siguiente nodo, se activa cuando existe congestión en el mismo sentido del tráfico.
  - **BEcn** (Backward Explicit Congestion Notification): indica congestión hacia el nodo anterior. Tanto éste como el bit FECN solo tienen carácter de notificación y circulan de la red hacia el usuario.
  - **DE** (Discard Eligibility bit): se emplea para indicar la prioridad en el descarte de tramas, DE=1 indica menor prioridad.
- Campo de información: contiene la información de usuario (información de los niveles superiores al 2), es de longitud variable y múltiplo de 8 bits.
- Campo de verificación de tramas (FCS o SVT): es un campo de 16 bits que sirve para detectar errores en la transmisión.

El campo DLCI es utilizado en las tramas que el usuario entrega a la red a través de interfaz UNI (User to Network Interface, interfaz usuario – red) para que la

---

<sup>1</sup> Actualmente solo se emplean Canales Virtuales Permanentes

red pueda encaminar dicha trama hasta el UNI remoto; para ello los nodos de la red emplean unas tablas de conmutación o encaminamiento que les indican por donde tiene que salir la trama en función del número de DLCI.

Como se puede ver la trama no tiene campo de control, por lo que las tramas solo pueden transportar información; no existiendo tramas de señalización (señalización fuera de banda) ya que no hay forma de codificar mensajes de señalización; tampoco existen tramas que permitan a la red realizar un control de flujo y no se pueden numerar las tramas para realizar un control de secuencia.

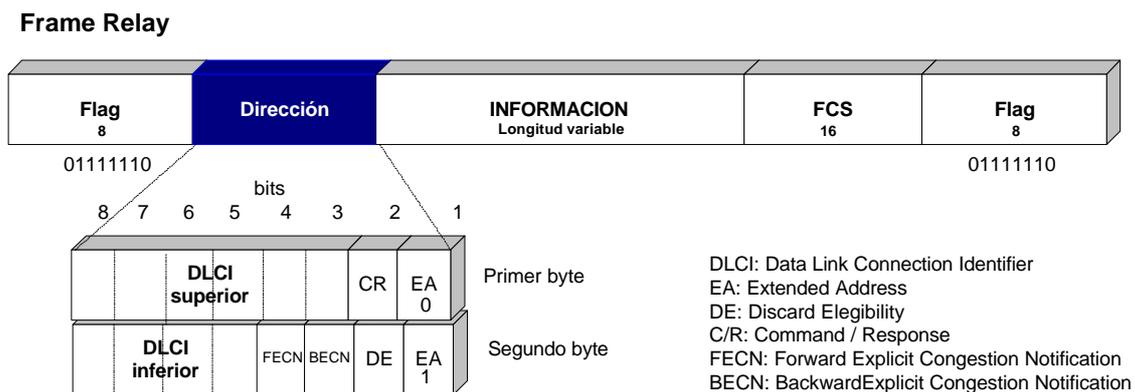


Figura 5.12 Formato de la trama Frame Relay

- **Control de flujo y congestión**

Frame Relay no tiene control del flujo de datos de los usuarios, esto puede ser una ventaja ya que permite la transmisión de ráfagas de datos en un instante determinado, sin embargo la red puede llegar a congestionarse si se transmiten más datos de los que puede manejar, debido a que los nodos no tienen forma de limitar el tráfico de datos de los usuarios.

Para que la situación de congestión no se produzca se desarrolló el concepto de Caudal de Datos Comprometido o **CIR** (Committed Information Rate).

El CIR es la cantidad media de datos que los usuarios pueden enviar a la red en cualquier momento para que los nodos no se congestionen. Este concepto no tiene que ver con la velocidad real de la línea ya que se puede tener una línea de velocidad superior al CIR, siendo el CIR la velocidad media que alcanzará ese acceso y la velocidad de la línea será la máxima que podrá alcanzar en algunos instantes de tiempo.

En relación con el CIR aparecen tres nuevos parámetros:

- **Bc** : tamaño concertado de ráfaga. Es el volumen máximo de datos que el usuario puede enviar a la red durante un intervalo de tiempo  $T_c$ . Si  $T_c$  es igual a 1 segundo entonces  $Bc=CIR$ .
- **Be**: exceso de tráfico. Es el volumen máximo de datos admitido que el usuario puede sobrepasar durante un intervalo de tiempo  $T_c$ .
- **Tc**: Intervalo de tiempo de medición de la velocidad concertada. Es el tiempo durante el cual el usuario puede enviar el volumen de datos concertado ( $Bc$ ) y el exceso de tráfico ( $Be$ ).

En una situación normal un usuario tendría que transmitir una cantidad de datos de  $B_c$  bits en un tiempo  $T_c$ . Debido a que esto es prácticamente imposible, cuando se envían tramas y se excede el  $B_c$  ( $CIR * T_c$ ), éstas son marcadas por el usuario o la red activando el bit DE y en el caso de que existan problemas (congestión), estas tramas serán descartadas por la red (no las envía a su destino).

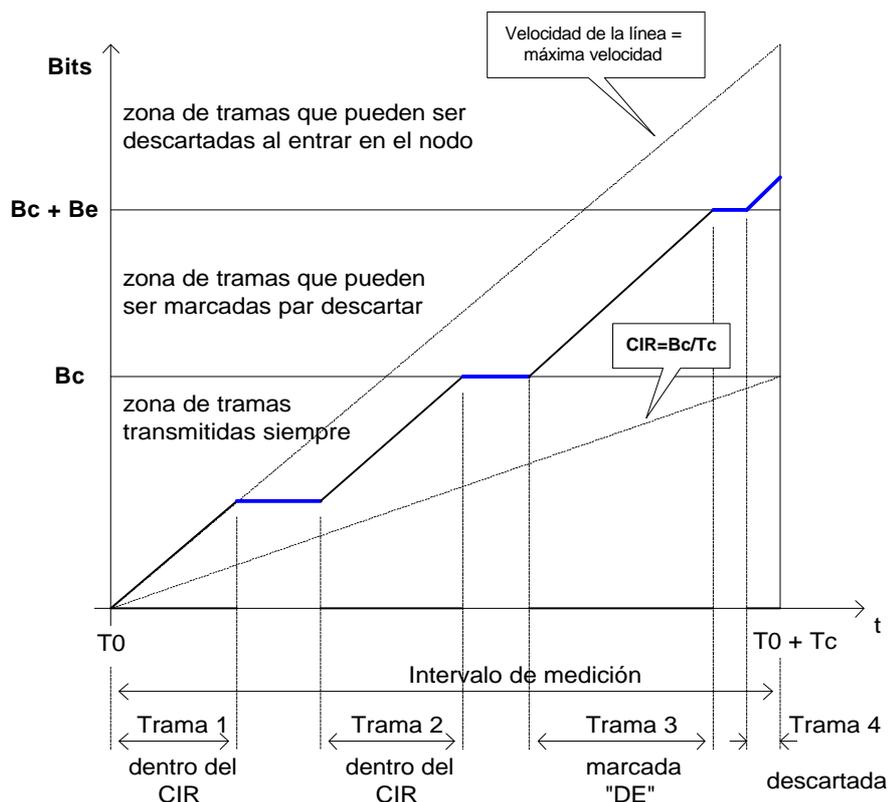


Figura 5.13 Relación entre los parámetros utilizados por Frame Relay

Frame Relay simplemente descarta tráfico de datos para evitar problemas de congestión en la red utilizando para ello el bit "DE" de la cabecera de la trama.

Frame Relay también usa los bits FECN y BECN para notificar a los usuarios que existe congestión en la red. La máquina del usuario puede tener en cuenta esta notificación o no. El bit BECN se envía a la máquina fuente de los datos para que controle el flujo de los mismos y el bit FECN se envía hacia la máquina destino.

Como resumen de las características de Frame Relay podemos decir que es un protocolo que ocupa el nivel físico y parte del nivel de enlace del modelo de referencia de la ISO.

Frame Relay especifica un interfaz para la conexión de usuarios a la red, es un protocolo de acceso pero no determina como opera internamente la red.

Es un servicio orientado a la conexión que soporta datos de longitud variable y a ráfagas por lo que lo hace muy apto para interconectar diferentes tipos de redes (LAN's), sin embargo las unidades de datos variables suponen retardos variables al atravesar la red y por tanto no trabaja bien con tráfico sensible al retardo (voz y vídeo).

### **5.3.4 ATM**

ATM (Asynchronous Transfer Mode, Modo de Transferencia Asíncrona) es una tecnología de transporte y conmutación basada en la multiplexación estadística, utilizando unas pequeñas unidades de datos llamadas celdas (Cell Relay) para la transferencia de información.

ATM es una tecnología de red orientada a la conexión y basada en la conmutación de paquetes que permite proporcionar servicios de tasa constante de bits (CBR, Continuos Bit Rate) que sirven para transportar datos isócronos (voz) y servicios de tasa variable de bits (VBR, Variable Bit Rate) que permiten transportar de una manera eficiente tráfico de datos (ráfagas). Por tanto en ATM se unen las ventajas de las técnicas de conmutación de circuitos y de paquetes, pudiendo soportar cualquier tipo de tráfico o servicio.

Esta tecnología es utilizable por cualquier tipo de red y en cualquier ámbito ya sea local (LAN), redes metropolitanas o redes de área extensa, soportando también una amplia variedad de velocidades.

- **Tecnología Cell Relay**

En ATM se utilizan unas unidades de datos de longitud fija y de pequeño tamaño llamadas celdas o células; están formadas por 53 bytes de los cuales 5 bytes se utilizan de cabecera y el resto (48 bytes) forman la carga útil o información que se transmite.

Para elegir este tamaño de celda se llegó a un compromiso sobre diversos aspectos que influyen en el transporte de datos como son: los retardos, la eficiencia del ancho de banda ocupado (carga útil frente al total de la unidad de datos), la posibilidad de transportar tráfico de servicios en tiempo real, etc.

Tener una longitud fija y pequeña supone ciertas ventajas frente a otras tecnologías; una cualidad es que las celdas pueden ser conmutadas directamente por equipos “hardware” con lo que se consigue una conmutación muy rápida; otra ventaja es que los retardos ya no son variables como sucede en Frame Relay que tiene longitud de datos variable, éstos son reducidos a un valor constante y pequeño consiguiendo de esta manera transportar todo tipo de tráfico de datos (voz, vídeo, etc.), lo cual no es posible con otras tecnologías.

La elección de este tamaño concreto de celda (48 bytes) fue una solución de compromiso tomada por la UIT-T en 1989 ante la falta de acuerdo de los países europeos que deseaban un tamaño más reducido (32 bytes) y los norteamericanos que querían un tamaño mayor (64 bytes).

- **Formato de la celda**

Las celdas están formadas por 53 bytes y compuestas por dos campos claramente diferenciados: la **cabecera** y la **carga útil**.

Existen a su vez dos formatos de celdas que son utilizados en distintas partes de la red. Para el acceso a la red el usuario utiliza el **formato UNI** (User to Network Interface). Dentro de la red para los enlaces entre los nodos se utiliza el **NNI** (Network to Network Interface).

La cabecera de la celda está formada por los siguientes campos:

- **GFC** (General Flow Control): Control genérico de flujo (4 bits).
  - **VPI** (Virtual Path Identifier): Identificador de trayecto virtual (8 o 12 bits).
  - **VCI** (Virtual Channel Identifier): Identificador de canal virtual (16 bits).
  - **PTI** (Payload Tipe Identifier): Identificador de tipo de carga útil (3 bits).
  - **CLP** (Cell Loss Priority): Prioridad de pérdida de celdas (1 bit).
  - **HEC** (Header Error Control): Control de errores de cabecera (8 bits).
- 
- El campo de control genérico de flujo (GFC) solo es utilizado en el formato UNI para controlar el flujo de acceso a la red de los datos de usuario.
  - El bit CLP tiene como misión identificar el nivel de prioridad que tienen las celdas. Las celdas que figuran con este bit activo serán descartadas con mayor prioridad en caso de congestión de la red, este bit puede ser activado por la red o por el terminal del usuario.

- El campo PTI está compuesto por 3 bits; el primero se emplea para diferenciar las celdas de operación y mantenimiento de las de datos; el segundo bit se utiliza para indicar congestión; el tercer bit lo emplea la capa de adaptación ATM (AAL 5).
- El campo HEC se utiliza para detectar errores en la cabecera de la celda, en caso de error la celda se desecha.
- Los campos VPI y VCI se emplean para encaminar las celdas a través de la red.

Las principales funciones de la cabecera son: identificación del canal, detección de errores en la cabecera y controlar si la celda está siendo utilizada o no. Al igual que ocurre en Frame Relay no existe recuperación de errores de transmisión por parte de la red.

La carga útil está compuesta por 48 bytes con datos de usuario y de los protocolos de las capas de adaptación.

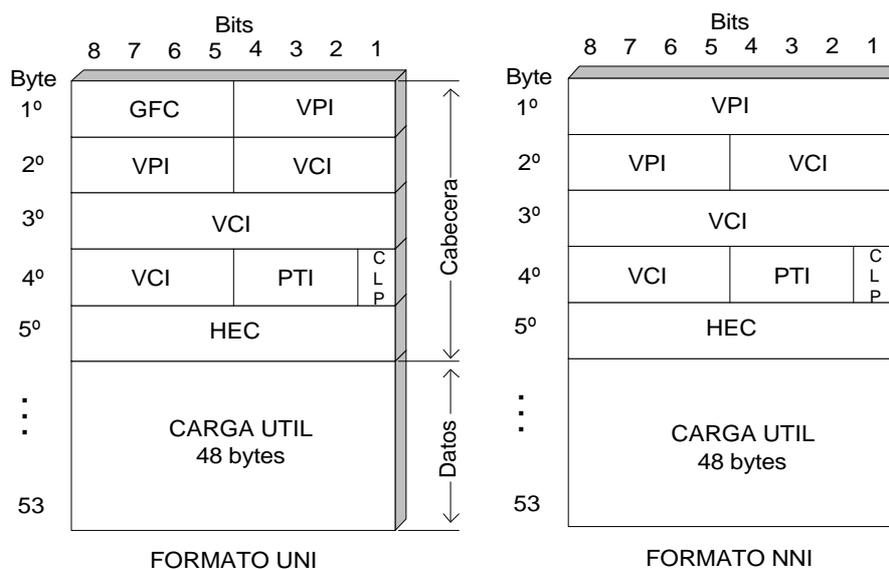


Figura 5.14 Formato de la celda ATM

### • Conmutación ATM

Para realizar la función de conmutación se emplean los campos VPI y VCI de la cabecera que indican el trayecto o ruta y el canal virtual respectivamente. ATM proporciona dos tipos de conmutación: conmutación de canales (VCI) que transportan los datos y conmutación de trayectos (VPI) que están compuestos por grupos de canales; a su vez por un medio físico se pueden transportar varios VPI.

Éste es un concepto similar al de los canales lógicos utilizados con otras técnicas de conmutación de datos como X.25 y Frame Relay.

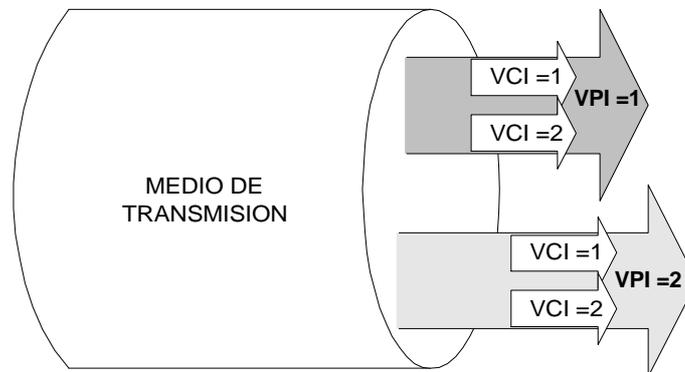


Figura 5.15 Trayectos y Canales Virtuales

Los nodos de la red conmutan las celdas que les llegan por un determinado puerto físico a otro puerto de salida en función de los números VCI y VPI que figuran en cada celda, este encaminamiento lo realizan comparando dichos números con unas tablas internas existentes en cada nodo.

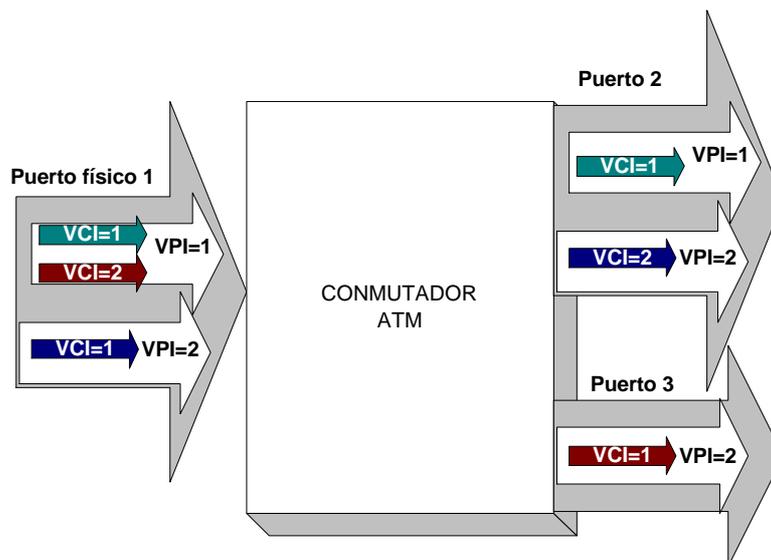


TABLA DE ENCAMINAMIENTO DEL CONMUTADOR					
PUERTO	VPI	VCI	PUERTO	VPI	VCI
1	1	1	2	1	1
1	1	2	3	2	1
1	2	1	2	2	2

Figura 5.16 Conmutación VPI / VCI

Los valores VCI / VPI de las celdas que entran en el nodo son cambiados por los valores VCI / VPI de salida de dicho nodo, de esta manera el siguiente nodo

puede seguir encaminando las celdas hasta que llegan al terminal del usuario remoto. Por tanto estos valores tienen significado local en cada nodo y cada extremo de la red.

El transporte extremo a extremo de la red se realiza utilizando Canales Virtuales Permanentes (CVP). Cuando las redes ATM tengan capacidades de señalización también podrán utilizar Canales Virtuales Conmutados (CVC). Tanto con CVP como con CVC hay que tener o establecer una conexión previa a la transferencia de información por lo que las redes **ATM** son **orientadas a la conexión**.

### • Capas del modelo ATM

El modelo ATM se divide en tres capas que ocupan los niveles 1 y 2 del modelo de referencia para la interconexión de sistemas abiertos de la ISO. Estas capas son:

- Capa de adaptación ATM (AAL - ATM Adaptation Layer): interactúa con el exterior. Recoge la información del exterior y la segmenta en unidades de datos de 48 bytes a la velocidad que generan los datos los usuarios. Esta capa solo existe en los puntos extremos (acceso) de la red.
- Capa ATM: es la encargada de construir las cabeceras de las celdas, se encarga también del encaminamiento, de la multiplexación de las celdas a través de los canales y trayectos virtuales, así como del control de flujo y control de errores en la cabecera de la celda.
- Capa física (PHY – Physical Layer): se encarga de controlar las señales físicas adaptándolas al medio de transmisión e independizándolas de los niveles superiores.

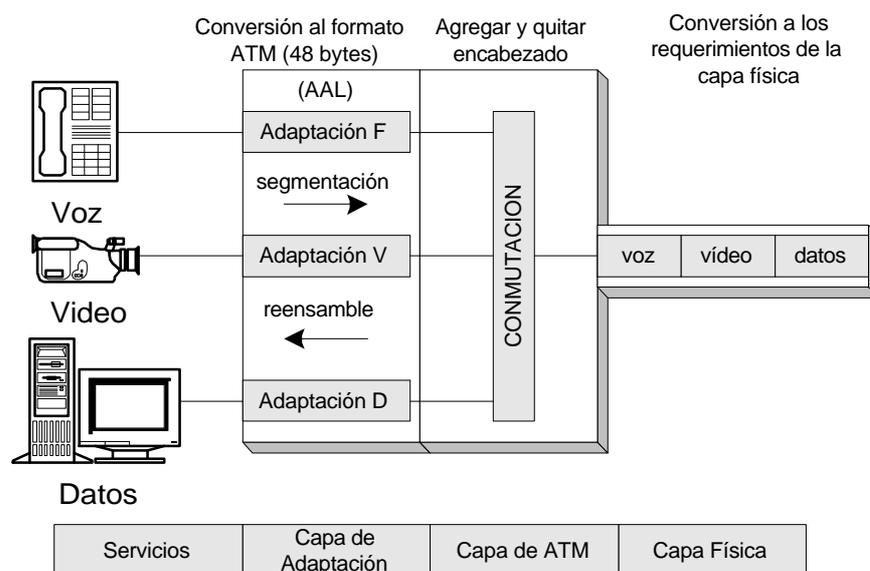


Figura 5.17 Capas del modelo ATM

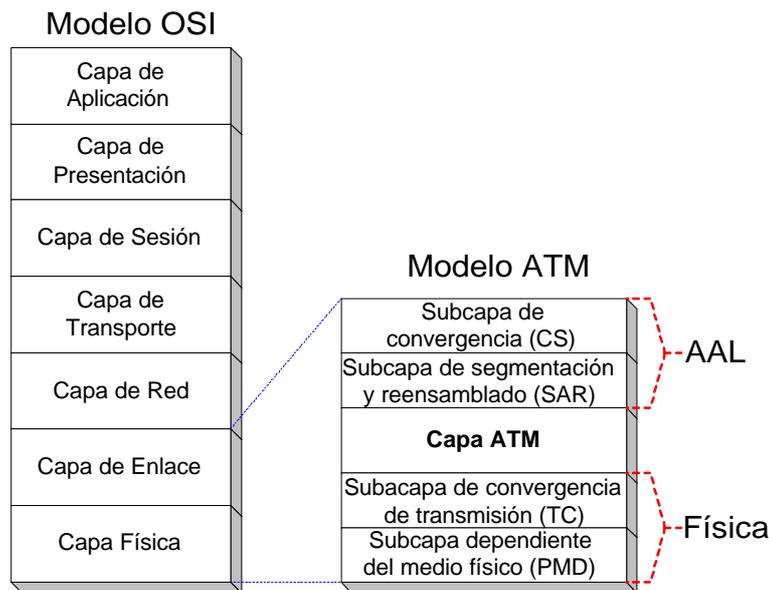


Figura 5.18 Capas ATM y el modelo OSI

El nivel de **adaptación ATM** (AAL) se divide a su vez en dos subniveles: subnivel de convergencia (CS) y subnivel de segmentación y reensamblado (SAR). Las funciones del nivel de adaptación son:

- Adaptación a la velocidad de los usuarios.
- Segmentación de los datos en celdas de 48 bytes (celda ATM sin la cabecera).
- Detección de celdas erróneas y pérdidas.
- Mantenimiento del sincronismo entre terminales.

Existen varios tipos de capas AAL adaptadas para ofrecer diferentes tipos de servicios requeridos por los usuarios (capas superiores). Estas capas están denominadas como AAL-1, AAL-2, AAL-3/4 y AAL-5.

- **Servicios ofrecidos por la capa de adaptación (AAL)**

Están definidos cuatro tipos de servicios en función de los parámetros de velocidad, sincronización y conexión que relacionan el origen con el destino, estos servicios son:

- **Servicio Clase A:** Es un servicio con conexión, proporciona una velocidad de acceso constante (CBR) y relación de temporización entre los usuarios (sincronización). Es similar al ofrecido por la conmutación de circuitos. Este servicio se puede utilizar con voz.

- **Servicio Clase B:** Es un servicio con conexión, permite velocidad de acceso variable (VBR) y proporciona relación de temporización entre los usuarios. Es adecuado para señales de vídeo.
- **Servicio Clase C:** Servicio con conexión, permite velocidad de acceso variable (VBR) sin proporcionar relación de temporización entre los usuarios por lo que no puede ser usado con tráfico sensible al retardo.
- **Servicio Clase D:** Es un servicio sin conexión (tipo datagrama), con velocidad de acceso variable y sin relación de temporización entre los usuarios.

	Clase A	Clase B	Clase C	Clase D
Relación de temporización entre usuarios	Si		No	
Velocidad de acceso	Constante (CBR)	Variable (VBR)		
Modo de conexión	Orientado a la conexión			Sin conexión
Capa de adaptación (AAL)	AAL-1	AAL-2	AAL-3/4 AAL-5	AAL-3/4 AAL-5

Tabla 5.5 Características de los servicios ofrecidos por la capa AAL

La **calidad de servicio** (QoS) también es proporcionada por la capa AAL y viene definida por tres parámetros:

- **Caudal:** es el volumen de información que puede ser enviada en un periodo de tiempo.
- **Retardo:** es el tiempo que tardan los datos en llegar a su destino medido por la media y su varianza.
- **Nivel de seguridad:** es la tolerancia del tráfico a la pérdida de celdas.

Por todas las ventajas que aporta como tecnología de conmutación y por la cantidad de servicios que puede soportar, ATM fue elegida por la UIT-T como la tecnología de conmutación que junto con la JDS (Jerarquía Digital Síncrona) como transporte formarán la futura RDSI de Banda Ancha.

<b>AAL</b>	<b>Clase</b>	<b>Características</b>	<b>Ejemplo de servicios</b>
1	A	Velocidad constante, relación de temporización entre origen y destino, detección de errores sin recuperación	Voz (CBR) Vídeo (CBR) Emulación de circuitos punto a punto.
2	B	Velocidad variable, relación de temporización entre origen y destino, detección de errores sin recuperación	Vídeo (VBR)
3 / 4	C, D	Velocidad variable, sin relación de temporización entre origen y destino, detección de errores.	SMDS Servicios sin conexión
5	C, D	Velocidad variable, sin relación de temporización entre origen y destino, mejora la detección de errores con relación a la 3 / 4.	TCP/IP Datos de LAN

Tabla 5.6 Tipos de capas de adaptación y clases de servicio

## RESUMEN

Las redes de circuitos proporcionan canales de comunicaciones a velocidad constante entre los usuarios finales. Transportan cualquier tipo de tráfico, tanto isócrono como anisócrono y tienen un retardo pequeño. Estas redes están basadas en la multiplexación determinística.

Las redes de paquetes conectan un origen y un destino a través de canales denominados Circuitos Virtuales. Son redes flexibles y eficientes manejando tráfico anisócrono. Estas redes se basan en la multiplexación estadística.

Las redes de datos de área extensa habitualmente utilizan la técnica de conmutación de paquetes.

Las WAN las podemos dividir en dos tipos según su propiedad:

- Redes públicas.
- Redes privadas.

Una red de conmutación de paquetes, básicamente está compuesta por equipos de conmutación de datos formando una topología de red que permita encaminar los datos desde un origen a un destino, ofreciendo la fiabilidad y seguridad adecuadas.

X.25 es un estándar para la interconexión entre terminales de abonado que funcionan en modo paquete y las redes públicas de conmutación de paquetes.

La recomendación X.25 sigue el modelo de referencia para la interconexión de sistemas abiertos de la ISO en sus tres primeros niveles: físico, enlace y red.

El nivel físico proporciona las señales físicas y el medio por el que se realiza la transmisión entre el usuario y la red.

X.25 utiliza para el nivel de enlace el protocolo LAP-B. Las funciones de este nivel son:

- Sincronización de la trama.
- Detección y corrección de errores.
- Control de la utilización de los enlaces.
- Gestión del enlace.

Para realizar estas funciones existen los distintos tipos de tramas clasificadas en: datos, supervisión y no numeradas.

El nivel de red de X.25 define los procedimientos para la transferencia de paquetes entre un origen y un destino a través de la red. Utiliza circuitos virtuales permanentes y conmutados, basándose en el concepto de canal lógico.

Las operaciones que realiza el nivel 3 en X.25 son:

- Envío de datos mediante circuitos virtuales.
- Control de flujo.
- Procedimientos de interrupción, reinicio, rearranque, liberación y diagnóstico.

X.25 contiene una serie de facilidades que permiten aumentar la flexibilidad de la red. Para la conexión de terminales asíncronos se emplean las normas: X.3, X.28 y X.29.

Frame Relay es una técnica de retransmisión de tramas que considera que las redes actuales son fiables, dejando a cargo de los equipos de usuario la detección y corrección de errores y el control de flujo.

En Frame Relay se dan las ventajas de la multiplexación estadística de X.25 junto con una mayor velocidad y menos retardo.

Frame Relay está estructurado en dos planos: plano de control y plano de usuario. Ambos utilizan el mismo medio físico.

Teniendo como referencia el modelo de la OSI, Frame Relay trabaja en el nivel 1 y realiza parte de las funciones de la capa 2.

Las funciones de la red en la capa 2 se limitan a verificar que las tramas son correctas detectando los errores, no realiza control de flujo y únicamente indica la situación de congestión de la red.

Frame Relay es un servicio orientado a la conexión que emplea la técnica de circuito virtual.

Frame Relay no tiene control del flujo de datos de los usuarios, para evitar la congestión se emplea el concepto de Caudal de Datos Comprometido o CIR. Que es la cantidad media de datos que los usuarios pueden enviar a la red en cualquier momento. Cuando se supera el CIR Frame Relay descarta el tráfico de datos.

El Modo de Transferencia Asíncrona (ATM) es una tecnología de transporte y conmutación basada en la multiplexación estadística, utilizando para la transferencia de información unas pequeñas unidades de datos llamadas celdas. Es una tecnología de red orientada a la conexión que permite proporcionar servicios de tasa constante de bits (CBR) y de tasa variable de bits (VBR).

Las unidades de datos utilizadas en ATM son de longitud fija y de pequeño tamaño, están formadas por 53 bytes de los cuales 5 bytes se utilizan de cabecera y 48 bytes de información.

Existen dos formatos de celdas: el formato UNI (User to Network Interface) y el formato NNI (Network to Network Interface).

Para realizar la función de conmutación se emplean dos campos (VPI y VCI) de la cabecera que indican el trayecto y el canal virtual.

Las redes ATM son orientadas a la conexión, utilizando para el transporte extremo a extremo Canales Virtuales Permanentes (CVP) y Canales Virtuales Conmutados (CVC).

El modelo ATM se divide en tres capas que ocupan los niveles 1 y 2 del modelo de la ISO, estas capas son:

- La capa de adaptación ATM (AAL).
- La capa ATM.
- La capa física.

Existen varios tipos de capas AAL adaptadas para ofrecer diferentes tipos de servicios, estos servicios se clasifican en:

- Clase A: servicio con conexión, velocidad constante y relación de temporización.
- Clase B: servicio con conexión, velocidad variable y relación de temporización.
- Clase C: servicio con conexión, velocidad variable y sin relación de temporización.
- Clase D: servicio sin conexión, velocidad variable y sin relación de temporización.

La calidad de servicio también es proporcionada por la capa de adaptación.

## EJERCICIOS DE AUTOEVALUACION

1. ¿Qué característica define a una red de paquetes?

- a: Tienen poco retardo.
- b: Proporcionan canales de transmisión de datos a velocidad constante.
- c: Son flexibles y manejan bien el tráfico anisócrono (velocidad variable).

2. En una trama en la que se envían canales de datos ocupando el mismo espacio y posición en la trama y que se repiten indefinidamente, ¿qué tipo de multiplexación se está utilizando?

- a: MDT estadística.
- b: Multiplexación por división en frecuencias.
- c: MDT determinística.

3. Las ventajas de una red pública frente a una red privada son:

- a: Los costes de instalación y mantenimiento de la red son inferiores.
- b: El diseño se realiza a medida del cliente.
- c: El gasto es independiente del tráfico.

4. Usando la técnica de multiplexación estadística, la suma de la velocidad de los canales que forman la trama (tributarios) ¿pueden superar la velocidad del canal resultante (agregado)?

- a: No
- b: Sí.
- c: Depende de la longitud de las cabeceras de identificación del canal.

5. ¿En X.25 se permite la transmisión en modo dúplex (full-dúplex)?

- a: No se permite ya que el nivel de enlace se basa en HDLC.
- b: Sí.
- c: Depende del nivel de red.

6. ¿Hasta qué nivel del modelo de referencia OSI llega el protocolo X.25?

- a: X.25 no sigue dicho modelo.
- b: Hasta el nivel de enlace.
- c: Hasta el nivel de red (3).

7. En X.25, ¿en qué nivel se realiza el control de flujo de transmisión?

- a: En el nivel 2 es realizada el control de flujo en el enlace.
- b: En el nivel 3 se realiza el control de flujo de cada canal lógico.
- c: En ambos niveles.

8. En la trama Frame Relay, ¿en qué campo se codifican los datos para el control de flujo?

- a: En el campo de dirección (cabecera de la trama).
- b: En el campo de información de la trama.
- c: No se puede codificar ya que en la trama no existe campo de control.

9. ¿En qué niveles del modelo de referencia OSI trabaja Frame Relay?

- a: Hasta el nivel de red (3).
- b: En el nivel 1 ya que solo realiza funciones de transporte de datos.
- c: En el nivel físico y parte del nivel de enlace (2).

10. ¿De cuantos bytes está compuesta la celda ATM y qué ventajas tiene dicho tamaño?

- a: 48 bytes, consiguiendo una conmutación muy rápida.
- b: 53 bytes, tiene un tamaño fijo y pequeño consiguiendo una conmutación rápida y retardos pequeños y constantes.
- c: 53 bytes, al tener un tamaño pequeño esta tecnología no sirve para el transporte de todo tipo de tráfico.



ANEXO - A

**DESCRIPCION DE LOS CIRCUITOS  
DEL INTERFAZ V.24**



## CIRCUITOS DEL INTERFAZ V.24

UIT-T Nº	Función	Origen ETD	Origen ETCD	Tipo de señal
102	Retorno común o señal de masa	X	X	Masa
102 a	Retorno común del ETD	X	X	
102 b	Retorno común del ETCD	X	X	
103	Transmisión de datos	X		Datos
104	Recepción de datos		X	
118	Transmisión de datos del canal secundario	X		
119	Recepción de datos del canal secundario		X	
105	Solicitud de transmisión	X		Control
106	Permiso para transmitir		X	
107	Bloque de datos preparado		X	
108/1	Conexión del ETCD a la línea	X		
108/2	Terminal de datos preparado	X		
109	Detección de señal de línea (portadora)		X	
110	Detección de calidad de la señal recibida		X	
111	Selector de la velocidad de la señal de datos (ETD)	X		
112	Selector de la velocidad de la señal de datos (ETCD)		X	
116	Seleccionar reserva	X		
117	Indicador de reserva		X	
120	Señal para transmitir por el canal de retorno	X		
121	Canal de retorno preparado		X	
122	Detector de señal de línea recibida por el canal de retorno.		X	
123	Detector de calidad de señal del canal de retorno		X	
124	Selección de grupos de frecuencia	X		
125	Indicador de llamada		X	
126	Selección de frecuencia de transmisión	X		
127	Selección de frecuencia de recepción	X		
128	Sincronismo del elemento de señal del receptor (ETD)	X		
129	Solicitud de recepción	X		
130	Transmisión de un tono por el canal de retorno	X		
132	Vuelta al modo de "no datos"	X		
133	Preparado para recibir	X		
134	Dato recibido		X	
136	Nueva señal	X		
140	Prueba de retorno/mantenimiento	X		
141	Bucle de retorno local	X		
142	Indicador de prueba		X	
191	Respuesta vocal transmitida	X		
192	Respuesta vocal recibida		X	
113	Sincronismo del elemento de señal del transmisor	X		Reloj
114	Sincronismo del elemento de señal del transmisor		X	
115	Sincronismo del elemento de señal del receptor		X	
131	Sincronismo de carácter recibido		X	

La norma V.24 contiene las definiciones de las patillas (circuitos) entre los ETD y los ETCD; en RS-232-C se utiliza diferente nomenclatura para identificar las patillas, aunque realizan funciones semejantes. V.24 define más circuitos que RS-232-C.

Los circuitos de V.24 realizan las siguientes funciones:

**Circuito 102 - Tierra de señal o retorno común.** Este conductor establece el retorno común para los circuitos no equilibrados que siguen la recomendación V.28, y la referencia de corriente continua para los que siguen las recomendaciones V.10, V.11 y V.35.

**Circuito 102a - Retorno común de ETD.** Este conductor se utiliza como potencial de referencia para los receptores de circuitos no equilibrados según la recomendación V.10 situados dentro del ETD.

**Circuito 102b - Retorno común de ETCD.** Este conductor se utiliza como potencial de referencia para los receptores de circuitos no equilibrados según la recomendación V.10 situados dentro del ETD.

**Circuito 102c - Retorno común.** Este conductor establece la señal de retorno común para los circuitos de corriente única con características eléctricas según la recomendación V.31.

**Circuito 103 - Datos transmitidos.** Las señales de datos originadas por el ETD y destinadas a ser transmitidas hacia una o varias estaciones, se transfieren al ETCD a través de este circuito.

**Circuito 104 - Datos recibidos.** Las señales de datos generadas por el ETD, en respuesta a las señales procedentes de otra estación recibidas por el canal de datos o en respuesta a las señales de pruebas de mantenimiento procedentes del ETD, se transfieren al ETD a través de este circuito.

**Circuito 105 - Solicitud de transmisión.** Señal que controla la función de transmisión del canal de datos del ETCD. Si esta señal se activa (ON), el ETCD asumirá el modo de transmisión de datos por el canal. Si no esta activada (OFF), el ETCD asumirá el modo de "no-transmisión" de datos por el canal. Esto sucederá cuando hayan sido transmitidos todos los datos transferidos a través del circuito 103.

**Circuito 106 - Preparado para transmitir.** Señal que indica si el ETCD está preparado para aceptar señales para su transmisión por el canal. También se emplea para misiones de pruebas y mantenimiento bajo el control del ETD.

Si la señal se activa (ON), se indica que el ETCD está preparado para aceptar señales de datos procedentes del ETD. Si no se activa (OFF), indica que el ETCD no está preparado para aceptar señales de datos procedentes del ETD.

**Circuito 107 - Equipo de datos preparado.** Señal que indica si el ETCD está listo para funcionar.

Si la señal está activada y el circuito 142 está desactivado o no instalado, indica que el convertidor de señal o cualquier otro equipo similar está conectado a la línea, y que el ETCD está listo para intercambiar señales de control con el ETD para iniciar la transferencia de datos.

Si la señal está activada y el circuito 142 también lo está, indica que el ETCD está preparado para intercambiar señales de datos con el ETD para propósitos de pruebas de mantenimiento. Si la señal está desactivada, indica que el ETD no esta preparado para funcionar.

**Circuito 108/1 - Conexión del equipo de datos a la línea.** Señal que controla la conmutación del conversor de señal o de algún equipo similar.

La señal activada causa que el ETCD conecte el conversor de señal o equipo similar a la línea. La señal desactivada causa que el ETCD elimine los conversores de señal o equipos similares de la

---

línea tras la transmisión de todos los datos previamente entregados a través del circuito 103 y/o del circuito 118.

**Circuito 108/2 - Terminal de datos preparado.** Señal que controla la conmutación del conversor de señal o de algún equipo similar.

La señal activada causa que el ETCD conecte el conversor de señal o equipo similar a la línea y mantenga esta conexión hasta que haya sido establecida por medios suplementarios.

El ETD puede preseleccionar la condición de activado del circuito 108/2 cuando esté dispuesto a transmitir o recibir datos. La señal desactivada causa que el ETCD elimine los conversores de señal o equipos similares de la línea tras la transmisión de todos los datos previamente entregados a través del circuito 103 y/o del circuito 118.

**Circuito 109 - Detector de la señal de línea recibida por el canal de datos.** Señal que indica si la señal de línea recibida por el canal de datos está dentro de los límites apropiados.

La señal activada indica que la señal recibida está dentro de los límites apropiados. Si la señal está desactivada, se indica que la señal recibida no está dentro de los límites apropiados.

**Circuito 110 - Detector de la calidad de la señal de datos.** Señal que indica si existe una probabilidad razonable de error en los datos recibidos.

Si esta señal está activada, indica que hay una probabilidad razonable de que no hay errores. Si está desactivada existe una probabilidad razonable de que se hayan producido errores.

**Circuito 111 - Selector de velocidad de señalización de datos (procede del ETD).** Esta señal se emplea para seleccionar una de las dos posibles velocidades de señalización en equipos ETCD síncronos o asíncronos equipados con velocidad doble.

Si la señal esta activada, se selecciona la velocidad más alta de las disponibles. Si está desactivada, se selecciona la velocidad más baja de las disponibles.

**Circuito 112 - Selector de velocidad de señalización de datos (procede del ETCD).** Señal que se utiliza para seleccionar una de las dos posibles velocidades de señalización de datos en el ETD para que coincidan con la velocidad de señalización de datos que utilice el ETCD dual, ya sea síncrono o asíncrono.

Si la señal está activada se selecciona la velocidad más alta; si está desactivada la más baja.

**Circuito 113 - Sincronismo del elemento de señal del transmisor (procedente del ETD).** Señal que proporciona al ETCD la información de temporización de los elementos de señal (datos).

Este circuito ha de ser activado y desactivado a intervalos iguales de tiempo. La transición de activado y desactivado indicará el centro de cada una de las señales del circuito 103.

**Circuito 114 - Sincronismo del elemento de señal del transmisor (procedente del ETCD).** Señal que proporciona al ETD la información de temporización de los elementos de señal (datos).

Este circuito ha de ser activado y desactivado a intervalos iguales de tiempo. El ETD ha de presentar al circuito 103 una señal en la que las transiciones de un elemento de señal a otro ocurran al mismo tiempo que las transiciones de activado a desactivado del circuito 114.

**Circuito 115 - Sincronismo del elemento de señal del receptor (procedente del ETCD).** Señal que proporciona al ETCD la información de temporización de los elementos de señal.

Este circuito ha de ser activado y desactivado a intervalos iguales de tiempo. La transición de activado y desactivado indicará el centro de cada una de las señales del circuito 104.

**Circuito 116 - Seleccionar reserva.** Señal que se utiliza para seleccionar las facilidades normales o de reserva, como conversores de señal o canales de datos.

Si la señal está activada indica operación en modo de reserva, con lo que el ETCD sustituirá determinadas facilidades por las de reserva. Si está desactivada el ETCD sustituirá las facilidades de reserva por otras. Este circuito debe estar desactivado siempre que no se utilicen las facilidades de reserva.

**Circuito 117 - Indicador de reserva.** Señal que Indica si el ETCD está preparado para funcionar en modo de reserva, en el que las facilidades principales se sustituyen por las de reserva.

La condición de activado indica que el ETCD puede funcionar en modo de reserva. La condición de desactivado indica que el ETCD puede funcionar en modo normal.

**Circuito 118 - Datos transmitidos por el canal de retorno.** Este circuito equivale al 103 para las transmisiones por el canal de retorno.

**Circuito 119 - Datos recibidos por el canal de retorno.** Este circuito equivale al 104 para las transmisiones por el canal de retorno.

**Circuito 120 - Señal para transmitir por el canal de retorno.** Este circuito equivale al 105 para las transmisiones a través del canal de retorno del ETCD.

Si la señal está activada, el ETCD entrará en modo de transmisión a través del canal de retorno. Si está desactivada, el ETCD quedará en modo de “no-transmisión” a través del canal de retorno después de que todos los datos transferidos a través del circuito 118 hayan sido transmitidos a la línea.

**Circuito 121 - Canal de retorno preparado.** Este circuito es equivalente al circuito 106 para transmisión por el canal de retorno.

Si la señal se encuentra activada, significa que el ETCD puede enviar datos por el canal de retorno. Si la señal se encuentra desactivada significa que el ETCD no puede enviar datos por el canal de retorno.

**Circuito 122 - Detector de señal de línea recibida por el canal de retorno.** Este circuito es equivalente al circuito 109; se utiliza para indicar si la señal de línea recibida por el canal de retorno está dentro de los límites apropiados,

**Circuito 123 - Detector de calidad de la señal del canal de retorno.** Este circuito es equivalente al circuito 110, en este caso se utiliza para indicar la calidad de la señal presente en la línea del canal de retorno.

**Circuito 124 - Selección de grupos de frecuencias.** Señal que se utiliza para seleccionar los grupos de frecuencias deseados entre los disponibles en el ETCD.

Si la señal está activada, el ETCD utilizará todos los grupos de frecuencias para representar las señales de datos. La condición de desactivado causa que el ETCD utilice un número reducido (y especificado) de grupos de frecuencias para representar las señales de datos.

**Circuito 125 - Indicador de llamada.** Señal que indica si una señal de llamada está siendo recibida por el ETCD.

Si la señal está activada significa que se está recibiendo una señal de llamada. Si está desactivada significa que no se está recibiendo una señal de llamada.

**Circuito 126 - Selección de frecuencia de transmisión.** Señal que se utiliza para seleccionar la frecuencia de transmisión requerida para el ETCD.

Si la señal está activada se selecciona la frecuencia de transmisión más alta. Si esta desactivada se selecciona la frecuencia de transmisión más baja.

**Circuito 127 - Selección de frecuencia de recepción.** Señal que se utiliza para seleccionar la frecuencia de recepción requerida para el ETCD.

Si la señal está activada se selecciona la frecuencia de transmisión más baja. Si está desactivada se selecciona la frecuencia de transmisión más baja.

**Circuito 128 - Sincronismo del elemento de señal en recepción (procedente del ETD).** Señal que proporciona al ETCD la información necesaria para la sincronización.

Este circuito ha de ser activado y desactivado a intervalos regulares de tiempo. El ETCD debe presentar al circuito 104 una señal de datos en la que las transiciones entre los elementos de señal ocurran al mismo tiempo que las transiciones de desactivado a activado en la señal del circuito 128.

**Circuito 129 - Solicitud de recepción.** Señal que se utiliza para controlar la función de recepción del ETCD.

Si la señal está activada significa que el ETCD asumirá el modo de recepción. Si la señal está desactivada el ETCD asumirá el modo de "no-recepción".

**Circuito 130 - Transmisión de tono de retorno.** Señal que controla la transmisión de un tono por el canal de retorno.

La condición de activa causa que el ETCD transmita un tono por el canal de retorno. La condición de no activa causa que el ETCD interrumpa la transmisión del tono por el canal de retorno.

**Circuito 131 - Temporización de carácter en recepción.** Señal proveniente del ETD con información de temporización de carácter.

**Circuito 132 - Abandonar el modo de no datos.** Señal que se utiliza para recuperar el modo de no datos proporcionado con el ETCD sin liberar la conexión con la estación remota.

Si la señal está activada significa que el ETCD debe recuperar el modo de no datos. Cuando se ha establecido dicho modo este circuito se desactiva.

**Circuito 133 - Preparado para recibir.** Señal que controla la transferencia de datos en el circuito 104, incluyendo si el ETD es capaz de aceptar una determinada cantidad de datos según se especifica en las recomendaciones para equipos intermedios.

La señal debe estar activada siempre que el ETD sea capaz de aceptar datos. En ese caso el equipo intermedio transferirá los datos recibidos al ETD. La señal desactivada indica que el ETD no es capaz de aceptar datos, causando que el equipamiento intermedio los retenga.

**Circuito 134 - Datos recibidos presentes.** Señal que se utiliza para separar los mensajes de información de los mensajes de supervisión transferidos por el circuito 104.

Si la señal está activada indica que los datos representan mensajes de información. En los demás casos, se debe mantener desactivada.

**Circuito 136 - Nueva señal.** Señal que se utiliza para controlar los tiempos de respuesta del ETCD receptor.

Si la señal está activada se indica al ETCD que se prepare para detectar rápidamente la desaparición de la señal de línea (por ejemplo desactivando la circuitería del tiempo de respuesta asociada al circuito 109). Una vez que la señal de línea recibida quede por debajo del umbral del detector de señal de línea recibida, el ETCD desactivará el circuito 109 y se preparará para detectar rápidamente la aparición de una nueva señal en la línea.

**Circuito 140 - Pruebas de puentado / mantenimiento.** Señal que se utiliza para iniciar y liberar las condiciones de puentado u otras condiciones de mantenimiento en los ETCD.

Si esta señal se activa, se causa la iniciación de la condición de mantenimiento de prueba. La condición de desactivado causa la liberación de la condición de mantenimiento o de prueba.

**Circuito 141 - Puentado local.** Señal que se emplean para controlar la tercera condición de prueba de bucle en el ETCD local.

La activación de esta señal resultará en que el circuito 141 provocará el establecimiento de la tercera condición de prueba de bucle en el ETCD local. Si se desactiva desaparecerá esta condición.

**Circuito 142 - Indicador de pruebas.** Señal que indica si se está llevando a cabo una operación de mantenimiento.

La señal activada indica que en el ETCD se está llevando a cabo una operación de mantenimiento, lo que impide recibir o transmitir señales de datos hacia o desde el ETD remoto. Si está desactivada se indica que en el ETCD no se están realizando operaciones de mantenimiento.

**Circuito 191 - Respuesta vocal transmitida.** Señal generada por una unidad de respuesta vocal instalada en el ETD que se transmite por este circuito hacia el ETCD.

**Circuito 192 - Respuesta vocal recibida.** Las señales vocales recibidas, generadas por una unidad de respuesta vocal en el ETD remoto, se transfieren por este circuito al ETD.

La norma V.28 especifica las características eléctricas para un interfaz ETD / ETCD no equilibrado. Es muy similar a RS-232-C, con la condición de activado (0) a una tensión superior de 3 voltios y la condición de desactivado (1) a una tensión más negativa de -3 voltios.

ANEXO - B

**RECOMENDACIONES DE LA UIT-T  
PARA MODEMS**



**V.21:** Módem dúplex a 300 bit/s normalizado para el uso en la Red Telefónica Conmutada.

La transmisión en línea es asíncrona.

La modulación empleada es por desplazamiento en frecuencia - FSK

Los interfaces normalizados con el ETD son:

- Interfaz eléctrica: V.28.
- Interfaz funcional: V.24.

**V.22:** Módem dúplex a 1200 bit/s normalizado para el uso en la Red Telefónica Conmutada y en circuitos alquilados punto a punto de tipo telefónico a dos hilos.

Puede funcionar también a 600 bits/s.

La velocidad de modulación, es de 600 baudios.

La transmisión en línea es síncrona.

El funcionamiento es en modo síncrono/asíncrono.

La modulación empleada es DPSK.

Los interfaces normalizados con el ETD son:

- Interfaz eléctrica: V.28.
- Interfaz funcional: V.24.

**V.22 bis:** Módem dúplex a 2400 bit/s, utiliza la técnica de división de frecuencia para uso en la Red Telefónica Conmutada y en circuitos alquilados de tipo telefónico punto a punto a dos hilos.

La velocidad de transmisión puede ser de 2400 y 1200 bits/s, a 1200 bits/s es compatible con modems V.22.

La velocidad de modulación, es de 600 baudios.

La transmisión en línea es síncrona.

Utiliza modulación en cuadratura (QAM)

El módem puede utilizar datos síncronos a: 2400 bits/s o 1200 bits/s y datos asíncronos a: 2400 bit/s o 1200 bit/s con 8, 9, 10 u 11 bits por carácter.

Los interfaces normalizados con el ETD son:

- Interfaz eléctrica: V.28.
- Interfaz funcional: V.24.

**V.23:** Módem a 1200/600 bits/s normalizado para uso en la Red Telefónica Conmutada.

El funcionamiento es semidúplex en RTC con canal de retorno, el funcionamiento dúplex se consigue con líneas a 4 hilos.

La señal en línea será asíncrona.

Las velocidades de modulación y de transmisión son las mismas 600 ó 1200 baudios y bits/s.

La modulación empleada es FSK.

**V.26:** Módem dúplex a 2400 bit/s normalizado para uso en circuitos alquilados a 4 hilos

Funcionamiento en modo síncrono.

La velocidad de modulación es de 1200 baudios.

La velocidad de transmisión es de 2400 bits/s.

El método de modulación es DPSK.

**V.26 bis:** Módem a 2400/1200 bit/s normalizado para uso en la Red Telefónica Conmutada.

Funcionamiento semidúplex en RTC con canal de retorno, funcionamiento Dúplex con líneas a 4 hilos.

La señal en línea es síncrona.

La velocidad de modulación es de 1200 baudios.

La velocidad de transmisión de 1200 y 2400 bits/s.

La modulación empleada es DPSK, a 2400 bps es compatible con V.26.

**V.26 ter:** Módem dúplex a 2400, utiliza una técnica de compensación de eco, normalizado para uso en la Red Telefónica Conmutada y en circuitos alquilados punto a punto de 2 hilos.

Funcionamiento dúplex en RTC y punto a punto a 2 hilos

La señal en línea es síncrona.

El módem puede funcionar con datos síncronos y asíncronos.

La velocidad de modulación es de 1200 baudios.

La velocidad de transmisión de 1200 y 2400 bits/s.

El método de modulación empleado es DPSK.

Utiliza un ecualizador y aleatorizador en cada sentido de transmisión.

**V.27:** Módem a 4800 bit/s normalizado para circuitos alquilados de tipo telefónico.

El funcionamiento es semidúplex con canal de retorno y dúplex con líneas a 4 hilos.

La señal en línea es síncrona.

La velocidad de modulación es de 1600 baudios.

La velocidad de transmisión es de 4800 bits/s.

La modulación empleada es DPSK.

Utiliza ecualizador manual y aleatorizador.

**V.27 bis:** Módem a 4800/2400 bit/s normalizado para circuitos alquilados de tipo telefónico.

El funcionamiento es semidúplex con canal de retorno y Dúplex con líneas a 4 hilos.

La señal en línea será síncrona.

La velocidad de modulación es de 1600 baudios para 4800 bps y de 1200 baudios para 2400 bps, siendo compatible con V.26.

La velocidad de transmisión es de 4800 y 2400 bits/s.

La modulación empleada es DPSK.

Utiliza ecualizador automático y aleatorizador.

**V.27 ter:** Módem a 4800/2400 bit/s normalizado para uso en la Red Telefónica Conmutada.

El funcionamiento es semidúplex con canal de retorno en RTC y dúplex con líneas a 4 hilos.

La señal en línea es síncrona.

La velocidad de modulación es de 1600 baudios para 4800 bps y de 1200 baudios para 2400 bps, siendo compatible con V.26.

La velocidad de transmisión es de 4800 y 2400 bits/s.

El método de modulación es DPSK.

Utiliza ecualizador automático y aleatorizador.

**V.29:** Módem a 9600 bit/s normalizado para uso en circuitos alquilados de tipo telefónico a 4 hilos.

El funcionamiento es dúplex ó semidúplex.

El modo de trabajo es síncrono.

La velocidad de modulación es de 2400 baudios.

La velocidad de transmisión es de 9600, 7200 y 4800 bits/s.

La modulación empleada es una combinación de DPSK y ASK.

Utiliza ecualizador automático y aleatorizador.

**V.32:** Módem dúplex que funciona hasta velocidades binarias de 9600 bits/s para uso en la Red Telefónica Conmutada y en circuitos alquilados de tipo telefónico punto a punto a dos hilos.

La velocidad de transmisión puede ser de 9600 y 4800 bits/s.

La velocidad de modulación es de 2400 baudios.

La transmisión en línea es síncrona.

La modulación empleada es (QAM), modulación en cuadratura.

El módem puede utilizar datos síncronos a: 9600 bits/s o 4800 bits/s y datos asíncronos a: 9600 bits/s o 4800 bit/s con 8,9,10 u 11 bits por carácter.

Los interfaces normalizadas con el ETD son:

- Interfaz Eléctrica: V.28.
- Interfaz Funcional: V.24.

Incluye un aleatorizador y desaleatorizador en cada sentido de transmisión.

**V.32 bis:** Módem dúplex que funciona a velocidades de transmisión de datos de hasta 14.400 bits/s, para uso en la Red Telefónica Conmutada y en circuitos alquilados de tipo telefónico punto a punto a dos hilos.

La velocidad de transmisión puede ser de 14400, 12000, 9600, 7200 y 4800 bits/s.

Con velocidades de 9600 y 4800 bits/s es compatible con V.32.

La velocidad de modulación es de 2400 baudios.

La transmisión en línea es síncrona.

La modulación empleada es codificación en rejilla (QAM).

El módem puede utilizar datos síncronos a: 14400, 12000, 9600, 7200 o 4800 bits/s y datos asíncronos a: 14400, 12000, 9600, 7200 o 4800 bit/s con 8, 9, 10 u 11 bits por carácter.

Los interfaces normalizados con el ETD son:

- Interfaz Eléctrica: V.28.
- Interfaz Funcional: V.24.

Incluye un aleatorizador y desaleatorizador en cada sentido de transmisión.

**V.34:** Módem que funciona a velocidades de transmisión de datos de hasta 28800 bits/s, para uso en la Red Telefónica Conmutada y en circuitos alquilados de tipo telefónico punto a punto a dos hilos.

Las velocidades de modulación obligatorias, serán de 2400, 3000 y 3200 baudios.

El módem puede utilizar datos síncronos a: 28800, 26400, 24000, 21600, 19200, 16800, 14400, 12000, 9600, 7200 o 4800 bits/s y datos asíncronos a: 28800, 26400, 24000, 21600, 19200, 16800, 14400, 12000, 9600, 7200 o 4800 bit/s con 8, 9, 10 u 11 bits por carácter.

Los interfaces normalizados con el ETD son:

- Interfaz Eléctrica: V.28 para velocidades inferiores a 20 Kbits/s, V.10 y V.11 para velocidades superiores a 20 Kbits/s.
- Interfaz Funcional: V.24.

Incluye un aleatorizador y desaleatorizador en cada sentido de transmisión.

**V.34 bis:** Módem que funciona a velocidades de señalización de datos de hasta 33.600 bit/s para uso en la red telefónica general conmutada y en circuitos alquilados punto a punto a dos hilos de tipo telefónico.

**V.90:** Par constituido por un módem digital y un módem analógico de utilización en la red telefónica pública conmutada a velocidades de señalización de datos de hasta 56.000 bit/s en sentido descendente y hasta 33.600 bit/s en sentido ascendente.



ANEXO - C

**SERVICIOS OFRECIDOS POR  
TELEFÓNICA DATA**



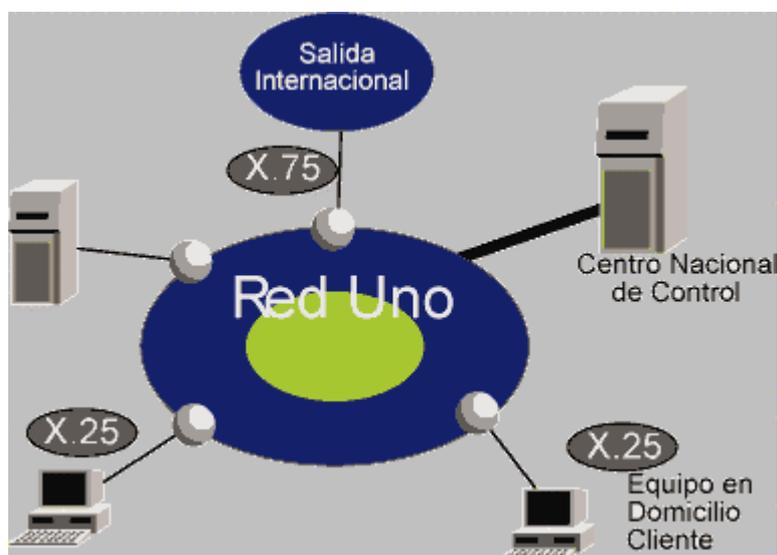
## SERVICIOS DE DATOS OFRECIDOS POR TELEFÓNICA DATA<sup>2</sup>

### 1. SERVICIOS DE CONECTIVIDAD BÁSICA

- **Iberpac Básico**

El Servicio Iberpac Básico es un servicio de transmisión de datos basado en el protocolo de transmisión de paquetes X.25, cuya principal utilidad es el intercambio de datos de manera fiable entre múltiples destinos, constituyendo una interesante alternativa tanto a soluciones basadas en líneas punto a punto como a la transmisión vía módem sobre la Red Telefónica Conmutada.

Iberpac Básico ha alcanzado ya un alto grado de aceptación en el ámbito empresarial gracias a características tales como su elevada fiabilidad, la aplicación de tarifa por uso y su cobertura nacional con capacidad de comunicación internacional a través del servicio X.75.



Iberpac Básico es un servicio de transmisión de datos apropiado para el intercambio de tráfico transaccional, transferencias de fondos, consultas a bases de datos, teleproceso, etc. Al igual que otros servicios basados en el protocolo X.25, es extremadamente fiable, garantizando la transmisión libre de errores entre terminales conectados a una misma red de conmutación de paquetes o a redes diferentes, adecuadamente interconectadas. Ofrece múltiples facilidades y opciones de uso que permiten un adecuado control sobre aspectos tales como seguridad, distribución del tráfico, etc.

---

<sup>2</sup> Información recogida de Telefónica Data

El acceso al Servicio se suministra a través de líneas dedicadas que van desde las dependencias del cliente hasta el nodo de acceso al Servicio más próximo, con la posibilidad de incluir, como parte del Servicio, equipamiento adicional en casa del cliente encaminado a:

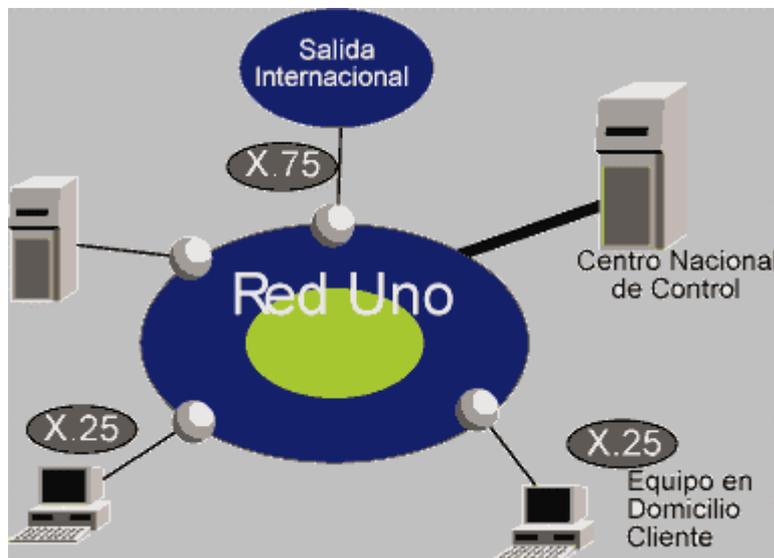
- Establecer conexiones de respaldo de las líneas dedicadas.
- Concentrar tráfico sobre el acceso al Servicio.
- Permitir al cliente la gestión de sus propias conexiones.

Para los clientes del Servicio Iberpac Básico existe la posibilidad de contratar el Servicio Nodo de Red que permite introducir un Nodo de Red gestionado en el propio domicilio del cliente.

• **Iberpac Plus**

Iberpac Plus es un servicio de comunicaciones de datos especialmente dirigido al sector de pequeñas y medianas empresas, que tienen unas determinadas necesidades de comunicación y que basándose en el fiable y robusto protocolo X.25, buscan las mejores prestaciones al menor coste.

El Servicio Iberpac Plus es un servicio basado en el protocolo X.25, adoptando todas las ventajas de éste, siendo la principal característica del servicio la aplicación de la tarifa plana independiente del grado de utilización, lo que permite controlar y predecir los costes de comunicación de las empresas. Para estas empresas, Iberpac Plus es una alternativa con grandes ventajas frente a las soluciones basadas en Redes Privadas o en el Servicio Iberpac Básico.



Iberpac Plus es un servicio de transmisión de datos apropiado para el intercambio de tráfico transaccional, transferencias de fondos, consultas a bases de datos, teleproceso etc. Al igual que otros servicios basados en el protocolo X.25, es extremadamente fiable garantizando la transmisión de datos libre de errores entre terminales conectados a una misma red de conmutación de paquetes o a redes diferentes adecuadamente interconectadas. Ofrece múltiples facilidades y/u opciones de uso que permiten un adecuado control sobre aspectos tales como seguridad, distribución del tráfico, etc. El acceso al Servicio se suministra a través de líneas dedicadas que van desde las dependencias del

cliente hasta el nodo de acceso al Servicio más próximo, con la posibilidad de incluir, como parte del Servicio, equipamiento adicional en casa del cliente encaminado a:

Establecer conexiones de respaldo de las líneasdedicadas.  
Concentrar tráfico sobre el acceso al Servicio.  
Permitir al cliente la gestión de sus propias conexiones.

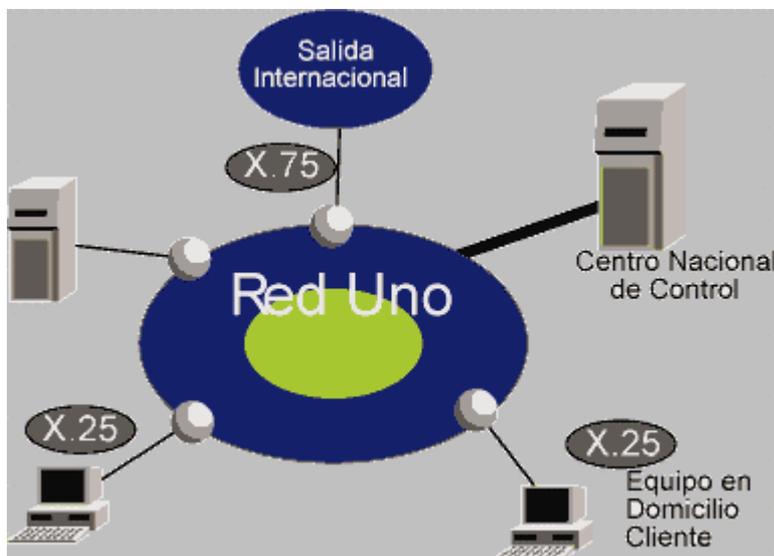
Para los clientes del Servicio Iberpac Plus existe la posibilidad de contratar el Servicio Nodo de Red que permite introducir un Nodo de Red gestionado en el propio domicilio del cliente.

- **Uno**

El Servicio Uno nace como una nueva oferta de soluciones globales de transmisión de datos, dirigida a grandes clientes. Basado en el protocolo X.25 y en la filosofía de Red Privada Virtual (RPV), el Servicio Uno ofrece diseños personalizados de red para comunicaciones de alta calidad.

Las grandes prestaciones y la elevada fiabilidad del Servicio Uno han originado la total aceptación por parte del mercado. A través de él se realizan más del 95% de las comunicaciones del sector financiero (Bancos, Cajas y Seguros), que por su carácter crítico para el negocio necesitan comunicaciones muy fiables.

El Servicio Uno conecta en la actualidad más de 35.000 terminales de agencias y oficinas de negocios.



Servicio de transmisión de datos basado en el protocolo de conmutación de paquetes X.25. El Servicio Uno es un Servicio de comunicaciones de datos de alta calidad dirigido a grandes clientes y basado en la filosofía de Red Privada Virtual (RPV) de altas prestaciones y fiabilidad.

Las grandes prestaciones y la elevada fiabilidad del Servicio Uno han originado la total aceptación del mercado. A través de él se realizan más del 95% de las comunicaciones del

sector financiero (Bancos, Cajas y Seguros), que por su carácter crítico para el negocio necesitan comunicaciones muy fiables. El Servicio Uno conecta en la actualidad más de 35.000 terminales de agencias y oficinas de negocios.

El concepto RPV ofrece al cliente:

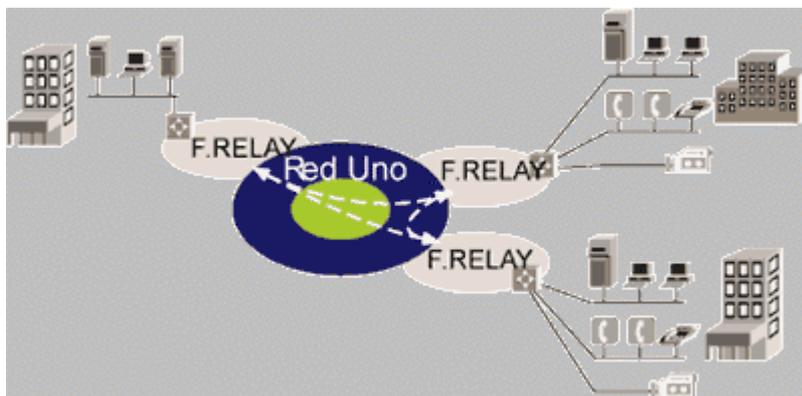
- Diseño personalizado y a medida de sus comunicaciones, con la posibilidad de dedicación de recursos de Red en exclusividad en la cuantía que éste requiera.
- Facturación del servicio en base a una tarifa plana, independiente del tráfico cursado dentro del servicio, o con otros servicios que disponen de la propiedad de tarifa plana.
- Poder participar en la gestión y control de sus comunicaciones, sin responsabilidades en lo que a mantenimiento se refiere.

Para los clientes del Servicio Uno existe la posibilidad de contratar el Servicio Nodo de Red que permite introducir un Nodo de Red gestionado en el propio domicilio del cliente.

### • **Frame Relay**

Frame Relay es un servicio de transmisión de datos especialmente diseñado para cubrir las necesidades de uso e interconexión de Redes de Área Local (RAL), con el fin de eliminar distancias geográficas y aumentar considerablemente el volumen de datos a transmitir.

Frame Relay es la solución ideal para todas las empresas que requieren transmitir datos a alta velocidad entre sus distintos centros de actividad y que con frecuencia necesiten tiempos de respuesta muy cortos.



El servicio Frame Relay sirve como soporte a una amplia gama de servicios de valor añadido como InterLAN, Data & Voz , Conexión a Internet, y es totalmente compatible con los servicios IP.

Frame Relay es un servicio de comunicaciones de datos a alta velocidad (de 64 kbit/s a 2 Mbit/s), dirigido al entorno corporativo y que permite la interconexión eficiente entre distintos emplazamientos de cliente.

El Servicio Frame Relay permite que diferentes canales compartan una sola línea de transmisión. La capacidad de enviar en ciertos periodos breves de tiempo un gran volumen de tráfico ("tráfico a ráfagas") aumenta la eficiencia de las redes basadas en Frame Relay.

Se trata de un servicio de transporte que opera en la capa 2 del modelo OSI, transmite la información estructurada en tramas y es capaz de soportar múltiples protocolos y aplicaciones correspondientes a diversos entornos de comunicaciones de clientes. El carácter multiprotocolo del Servicio Frame Relay se ha visto ampliado por el desarrollo de estándares para la transmisión de voz sobre Frame Relay.

El servicio Frame Relay se plasma en la Red de Cliente como un conjunto integrado de conexiones de acceso, circuitos virtuales y, en general, recursos de red que constituyen el servicio entregado al cliente. La Red de Cliente se soporta sobre la Red Uno que proporciona la interconexión con otras redes internacionales.

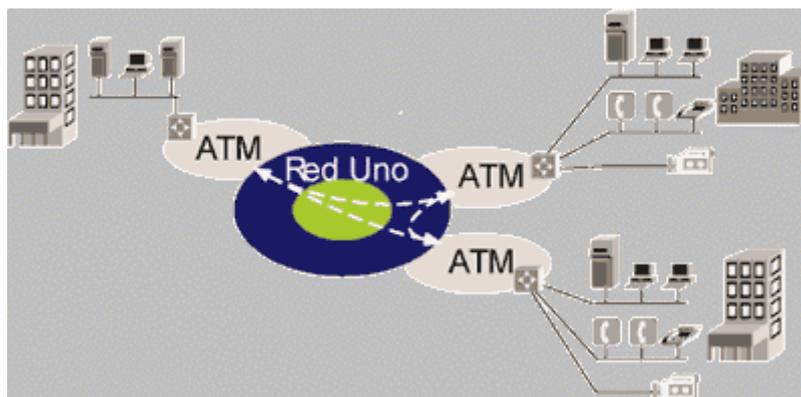
El Servicio Frame Relay ofrece la posibilidad de contratar un nodo de red instalado y gestionado en sus oficinas a través del servicio Nodo de Red de Telefónica Data.

- **ATM**

El servicio ATM de Telefónica Data ofrece a las empresas un medio de comunicación multiservicio ideal para aplicaciones que precisan de respuesta en tiempo real.

Basado en la tecnología de conmutación de celdas de longitud fija, el servicio ATM (Modo de Transferencia Asíncrono), permite:

La transmisión de voz, imágenes y datos a alta velocidad (hasta 155 Mbps). La conexión eficiente, fiable y con retardo mínimo entre los distintos emplazamientos de la empresa. La tecnología ATM forma parte de la RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) de banda ancha propuesta por la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones).



El Servicio ATM es un servicio de transporte de celdas ATM extremo a extremo. Las celdas ATM generadas por un equipo cliente son transportadas a un destino remoto de forma eficiente y fiable y con retardo mínimo. ATM es una tecnología orientada a la conexión, en la que las comunicaciones se establecen mediante circuitos virtuales que permiten mantener múltiples comunicaciones con uno o varios destinos.

El Servicio ATM proporciona una multiplexación estadística de diferentes comunicaciones establecidas en circuitos virtuales, permitiendo la compartición de una misma línea de transmisión. Los circuitos virtuales son de carácter permanente.

Hacia el cliente, el Servicio ATM se plasma en una Red de Cliente ATM, que es el conjunto integrado y gestionado de conexiones de acceso, circuitos virtuales y, en general, recursos de Red que constituyen el Servicio entregado, prestándose este en régimen de Red Privada Virtual.

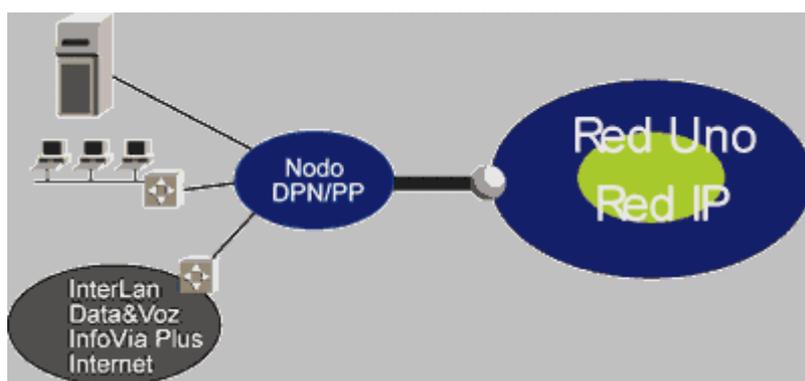
El servicio ATM incluye la configuración, administración, mantenimiento, supervisión y control de todos los elementos involucrados en la provisión del Servicio: elementos de Red y líneas punto a punto de acceso de cliente.

Para aquellos clientes cuya red esté basada en tecnología Frame Relay o que deseen soluciones mixtas Frame Relay-ATM según las necesidades de cada uno de sus emplazamientos, el servicio ATM pone a su disposición la posibilidad de contratar Circuitos Virtuales Permanentes con destino a la red de cliente Frame Relay gracias a la pasarela FrameRelay / ATM de la Red de Telefónica Data.

#### • **Nodo de Red**

El servicio Nodo de Red proporciona la plataforma física sobre la que se pueden concentrar diferentes servicios finales de Telefónica Data. Se instala en el domicilio del cliente un nodo similar a los que componen la propia red de transporte de Telefónica Data, de manera que el cliente evita tener que contratar diferentes accesos para cada servicio final.

Actualmente existen dos modelos de nodos: DPN y Passport. Estos nodos estarán unidos al resto de la red de Telefónica Data por uno o más enlaces, pudiendo estar unidos también a otro Nodo de Red en el mismo u otro domicilio del cliente.



El servicio Nodo de Red permite prestar diferentes Servicios de Telefónica Data en el propio domicilio del cliente sin que esto conlleve circuitos adicionales de acceso por cada Servicio que se quiera contratar. Los Servicios que se podrán prestar son:

- Servicios X-25: Iberpac Básico, Iberpac Plus y Uno (sólo DPN).
- Servicios basados en Frame Relay: Frame Relay,
- InterLAN, Data&Voz (sólo Passport), Conexión a

- Info Vía Plus, Conexión a Internet.
- Servicio ATM (sólo Passport).

#### Acceso al Servicio

Se contemplan tres tipos de enlaces: del Nodo de Red a la Red Uno, de un Nodo de Red a otro Nodo de Red perteneciente al cliente y de los servicios finales al Nodo de Red correspondiente.

Los enlaces hacia la Red Uno tendrán titularidad de Telefónica Data y puede haber tantos enlaces como se desee por temas de redundancia o de reparto de carga, siendo dos el número mínimo recomendado.

Respecto a los enlaces entre Nodos de Red, se asignarán a un determinado Nodo de Red. Enlaces entre un DPN y un Passport se asignarán al nodo de Red equipado con DPN. Estos enlaces pueden establecerse en Local (entre Nodos de Red ubicados en el mismo domicilio del cliente) o bien mediante líneas punto a punto. Dichas líneas serán titularidad de Telefónica Data.

#### • **Servicios Telemáticos**

Los Servicios Telemáticos de Telefónica Data permiten el acceso conmutado a centros de información y de transferencia de datos conectados a la Red Uno desde terminales de líneas RDSI o de la Red Telefónica Básica.

Los actuales Servicios Telemáticos que Telefónica Data le ofrece son:

- Datáfono,
- Datex-28,
- Datex-32
- Ibertex.

Los Servicios Telemáticos son servicios de acceso conmutado basados en el protocolo X.25.

**Datáfono.** Su principal objetivo es la transferencia electrónica de fondos por pago con tarjeta desde el terminal del punto de venta hasta el centro de validación de la entidad financiera. El servicio Datáfono accede a través de la Red Telefónica Básica (RTB) a la Red de Conmutación de Paquetes, agilizando al máximo la gestión del pago con tarjeta. En su configuración básica se compone de un Terminal en el punto de venta con módem de marcación automática.

**Datex-28.** Partiendo de terminales asíncronos conectados a la Red Telefónica Básica, Datex-28 permite dialogar con terminales conectados a la Red de Conmutación de Paquetes. Datex-28 proporciona una solución económica a los usuarios que realizan transferencias en un número limitado que no justifica una conexión dedicada a la Red de Conmutación de Paquetes. También es la solución ideal para usuarios con una elevada movilidad geográfica.

**Datex-32.** Basado en la recomendación X.32 de la UIT-T, permite a los usuarios que dispongan de terminales síncronos conectados a la Red Telefónica Básica, dialogar con

terminales conectados a la Red de Conmutación de Paquetes. Sin necesidad de mantener una línea dedicada a la Red Telefónica Básica, el servicio Datex-32 permite el intercambio de información a velocidades de 1.200 a 14.400 bps con la fiabilidad del protocolo X.25.

Ibertex. Permite el acceso a la Red de Conmutación de Paquetes a través de la Red Telefónica Básica. Su principal objetivo es facilitar el acceso a Centros de Servicio para consultar información de todo tipo contenida en bases de datos. También permite realizar pedidos o efectuar reservas mediante una simple llamada telefónica.

## **2. SERVICIOS INTERNACIONALES DE DATOS**

### **• Frame Relay Internacional**

El Servicio Frame Relay Internacional extiende globalmente la cobertura del servicio Frame Relay de ámbito doméstico. Para ello, la presencia de Telefónica Data en toda el área de Latinoamérica se complementa con acuerdos con operadoras de datos globales o, para casos específicos, con operadoras nacionales.

Las principales características del servicio Frame Relay Internacional son:

- Características técnicas totalmente compatibles con las del Servicio Frame Relay nacional. Integración inmediata y sin problemas con el servicio nacional.
- Alta conectividad internacional.
- Servicio basado en múltiples pasarelas NNI , una por operador con el que la red de Telefónica Data tiene conexión directa.
- Acuerdos comerciales y de interconexión estables y con Acuerdos de Calidad de Servicio garantizados.

Frame Relay Internacional es un servicio de comunicaciones de datos a alta velocidad dirigido al entorno corporativo y que permite la interconexión eficiente entre instalaciones de cliente de diversos tipos.

El Servicio Frame Relay Internacional, al igual que el Servicio Frame Relay, permite que diferentes canales compartan una sola línea de transmisión. La capacidad de enviar en ciertos periodos breves de tiempo un gran volumen de tráfico ("tráfico a ráfagas") aumenta la eficiencia de las redes basadas en Frame Relay.

Se trata de un servicio de transporte que opera en la capa 2 del modelo OSI, transmite la información estructurada en tramas y es capaz de soportar múltiples protocolos y aplicaciones correspondientes a diversos entornos de comunicaciones de clientes. El carácter multiprotocolo del Servicio Frame Relay Internacional se ha visto ampliado por el desarrollo de estándares para la transmisión de voz sobre Frame Relay.

El servicio Frame Relay Internacional, junto con el Servicio Frame Relay, se plasma en la Red de Cliente como un conjunto integrado de conexiones de acceso, circuitos virtuales y, en general, recursos de red que constituyen el servicio entregado al cliente. La Red de Cliente se soporta sobre la red de datos que proporciona la interconexión con otras redes internacionales.

### 3. SERVICIOS DE CONECTIVIDAD IP

- **Uno IP Básico**

El servicio Uno IP Básico de Telefónica Data permite a su empresa estar presente en la Red IP. Con ello podrá ofrecer información a los usuarios finales y también acceder a la información y servicios proporcionados por la propia Red IP y por otros proveedores conectados a la misma.

El servicio Uno IP Básico proporciona una conexión IP permanente bidireccional y en modo abierto con la Red IP que permite la comunicación sin restricciones con:

- Usuarios con acceso permanente (Servicio Uno IP Básico).
- Usuarios autenticados con acceso conmutado (Servicios InfoVía Plus Básico e InfoVía Plus Directo).
- Usuarios no autenticados con acceso conmutado (con la facilidad opcional de Accesos Anónimos).

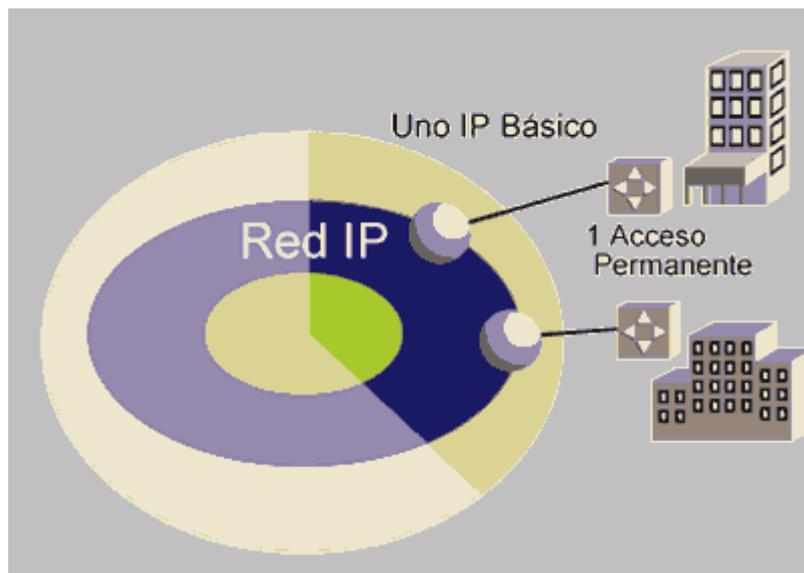
El servicio Uno IP Básico también le permite acceder a los servicios soportados por la Red IP siempre que los tenga contratados.

Los elementos del servicio Uno IP Básico son los siguientes:

- Acceso. Mediante un enlace Frame Relay ó ATM.
- Equipo en Dominios del Cliente (EDC). El router instalado en sus oficinas es parte integrante del servicio. Su función es realizar la interconexión entre la red de área local del cliente y la línea de conexión a la Red IP.
- Gestión. La gestión del servicio incluye el EDC dentro del ámbito de responsabilidad establecido.
- Informes a Cliente. Ofrecen información sobre el SLA del Servicio así como su comportamiento. Algunos de los informes son: disponibilidad, configuración y estadísticas de utilización.

Facilidades opcionales:

- Accesos Anónimos.
- Gestión del registro de un conjunto de direcciones IP ante RIPE.
- Registro del dominio.
- Servidor DNS.
- Presencia en la Guía de Navegación de la Red IP.



### • Uno IP Corporativo

El servicio Uno IP Corporativo de Telefónica Data permite crear una Intranet corporativa entre las distintas sedes de su empresa, partiendo de sus redes de área local y utilizando tecnologías IP.

El servicio Uno IP Corporativo está disponible en dos modalidades:

- Corporativo Seguro: permite el acceso a los servicios y facilidades adicionales de la Red IP.
- Corporativo Privado: no permite el uso de Servicios de Valor Añadido en la Red IP (Antiguo InterLAN).

Uno IP Corporativo (Túnel): implementado mediante el uso de tecnología de túneles IP.

Uno IP Corporativo Privado (CVP): implementada mediante el uso de tecnología CVP's Frame Relay. Esta es la modalidad que hasta ahora conocíamos como InterLAN.

El servicio Uno IP Corporativo permite crear una plataforma de comunicaciones flexible, independiente de la tecnología de transporte (Frame Relay, ATM, Punto a Punto, etc.).

Uno IP Corporativo Seguro: ofrece alta conectividad y flexibilidad para la creación de Redes Privadas Virtuales IP. Además, permite el acceso a los servicios o facilidades de la Red IP.

Uno IP Corporativo Privado: ofrece interconexión de Redes de Area Local mediante un esquema de interconexión fijo pero fácilmente modificable.

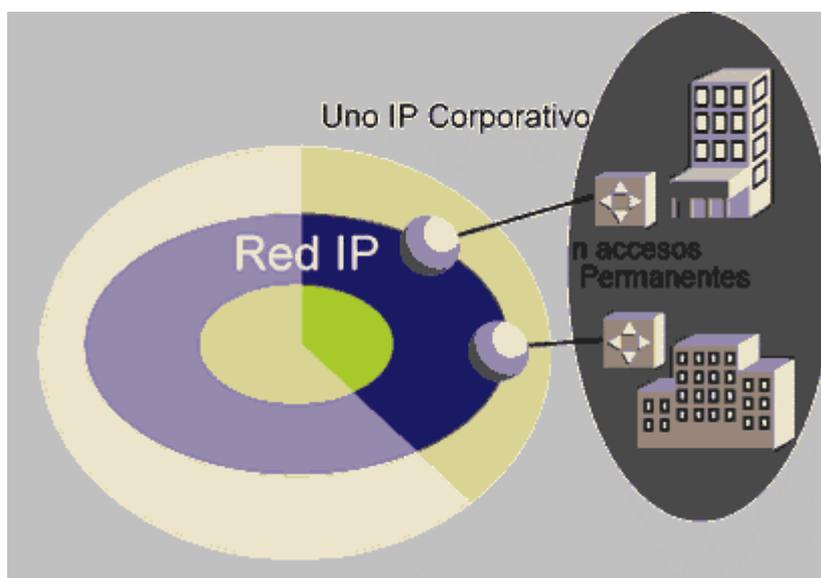
Los componentes del servicio Uno IP Corporativo son los siguientes:

- Acceso. El acceso al servicio se ofrece mediante líneas punto a punto y RDSI.
- Router. El router instalado en sus oficinas es parte integrante del servicio.

- Gestión. Incluye la gestión del equipamiento instalado en sus oficinas: detección y diagnóstico de problemas en el servicio, notificación proactiva de incidencias, monitorización y tratamiento proactivos de los routers y líneas de acceso.
- Mantenimiento. Incluye actualizaciones y modificaciones del software, y restitución del hardware en el equipo en domicilio del cliente.

Facilidades opcionales:

- DLSw.
- Backup de la línea de acceso a través de RDSI.
- Backup extremo a extremo.
- Facilidades de gestión.
- PGC LAN, TGC y PC.
- Gestión del registro de un conjunto de direcciones IP ante RIPE.
- Nombre de Dominio y Servidor DNS.



### • InfoVía Plus Básico

El servicio InfoVía Plus Básico permite a su empresa u organización proporcionar acceso conmutado a la Red IP a los usuarios finales en las condiciones económicas que usted establezca.

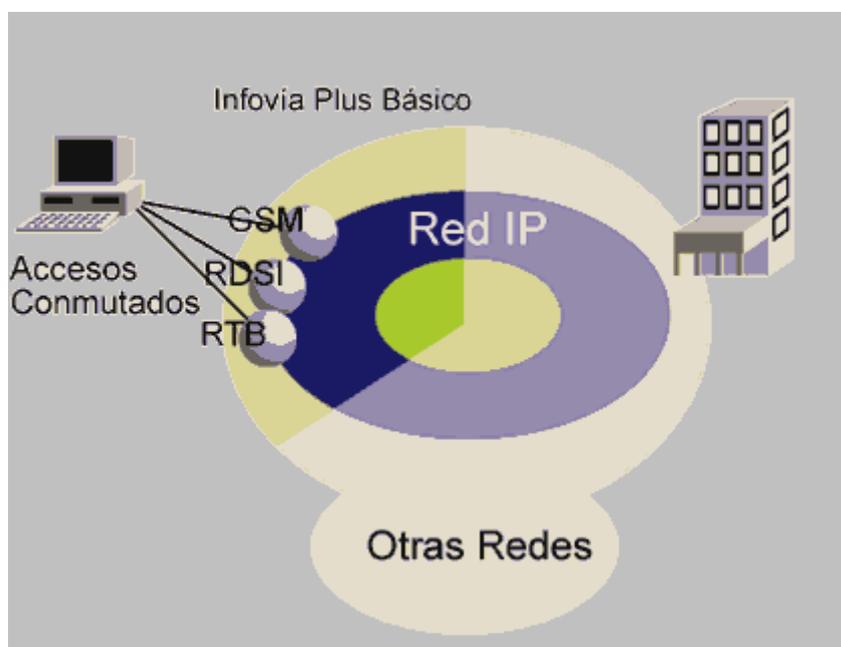
El Servicio InfoVía Plus Básico proporciona a los usuarios finales una conexión conmutada (a través de RDSI, RTB o GSM) a la Red IP que le permite la conexión sin restricciones con:

- Usuarios autenticados con acceso conmutado (Servicio InfoVía Plus Básico ó InfoVía Plus Directo).
- Centros proveedores de Información (CPI's).
- Servicios de Valor Añadido a la Red IP.

El servicio InfoVía Plus Básico esta formado por los siguientes componentes:

- Acceso: acceso conmutado utilizando Nodos de Acceso (NA) de la Red IP. InfoVía Plus Básico emplea los módems de acceso IP existentes en los NA.
- Gestión de Usuarios: le permite gestionar la base de datos de sus usuarios finales desde su Terminal de Gestión de Cliente (TGETGC), para introducir altas, bajas u otras modificaciones.
- Presencia en directorio: opcionalmente puede incluir información de su organización en el directorio de la red, en la rama de Proveedores. También puede dar de alta a los usuarios finales en la rama de Usuarios.

Usted no necesita una conexión permanente a la Red IP ya que la Red IP se encarga de realizar la autenticación de los usuarios finales. Por tanto, tan sólo tendrá que mantener la base de datos de usuarios finales mediante el Terminal de Gestión de Clientes(TGC), proporcionado por Telefónica Data.



#### • InfoVía Plús Directo

InfoVía Plus Directo proporciona a los usuarios conmutados acceso autenticado a las funciones on-line de la Intranet de su empresa. Además, también proporciona un acceso transparente y económico a los usuarios finales.

Estos usuarios pueden ser teletrabajadores o, simplemente usuarios finales a los que se desee proporcionar acceso a Internet. Telebanca, acceso a bases de datos, telecompra, agencias de viajes, etc. son sectores y actividades en los que actualmente InfoVía Plus Directo demuestra toda su eficacia.

InfoVía Plus Directo complementa la funcionalidad del Servicio Uno IP Básico, por lo que exige la contratación previa de este servicio.

El Servicio InfoVía Plus Directo le permite recibir conexiones de usuarios finales conectados a los nodos de acceso de la Red IP utilizando la RTC y RDSI de Telefónica.

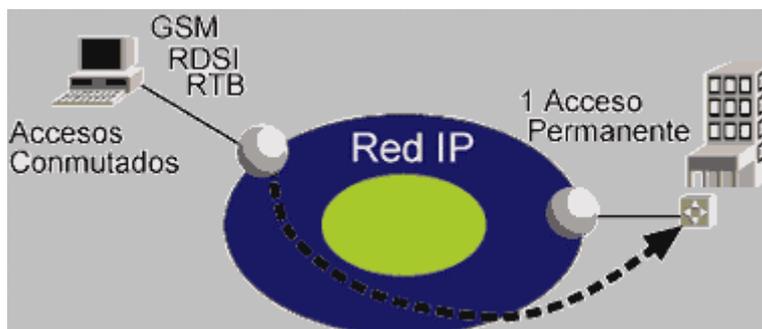
Partiendo del Servicio Uno IP Básico, InfoVía Plus Directo proporciona funcionalidad equivalente a la del antiguo Servicio InfoVía autenticado. Recuerde que si únicamente requiere el acceso de usuarios anónimos, es suficiente el Servicio Uno IP Básico con la opción de Accesos Anónimos.

El servicio InfoVía Plus Directo proporciona a su Red Local:

**Acceso InfoVía Plus Directo.** Permite recibir datos enviados por usuarios finales conectados a los nodos de acceso de la Red IP utilizando la RTC y la RDSI de Telefónica Data. El usuario sólo deberá abonar el coste de la llamada hasta el nodo de acceso más próximo (tarifa metropolitana para todo el territorio nacional).

**Servidor de Túneles.** Instalando en sus oficinas un Servidor de Túneles, sin cargo alguno, se logra finalizar el túnel IP iniciado en el nodo de acceso. Esta solución aumenta la seguridad del transporte de las llamadas conexiones de los usuarios finales.

**Autenticación de Usuarios.** El Servicio InfoVía Plus Directo proporciona un servicio de conexión conmutada con la Red IP similar al extinto Servicio InfoVía autenticado. Para ello, se debe instalar en sus oficinas un servidor Radius estándar, disponible de forma gratuita en gran variedad de plataformas.



- **Novacom Router**

Novacom Router permite a los usuarios de la red local establecer dos conexiones bien a la Red IP, a Internet, o a otra red perteneciente al cliente (o combinaciones de éstas), empleando para ello los dos canales B del acceso básico RDSI. Estas conexiones pueden ser simultáneas por parte de los diferentes usuarios de la red local.

Hasta ahora, las soluciones disponibles exigían un módem y una línea de acceso para cada ordenador de su Red LAN. El servicio Novacom Router de Telefónica Data lo hace innecesario y proporciona el equipo de comunicación (router), la gestión y mantenimiento del mismo, así como las actualizaciones de software, gestión reactiva y hasta elaboración de informes de utilización. Todo ello a un precio muy competitivo.

El servicio Novacom Router permite el acceso a la Red IP, Internet (vía Red IP) u otra red del cliente a través de un router conectado a una línea Novacom RDSI y a la Red de Area Local (LAN) de su empresa.

Los elementos del servicio Novacom Router son los siguientes:

- Línea Novacom. Proporciona acceso básico RDSI suministrado directamente por Telefónica. Este acceso consta de dos canales de datos (64 Kbps) para conexión a la Red IP, a Internet u otra red del cliente. El servicio puede suministrarse sobre un acceso básico ya existente en su empresa.
- Router. Incorpora dos conexiones: una para la red Ethernet (10BaseT) y otra para el acceso básico RDSI. El router proporciona conectividad RDSI a una Red LAN que trabaje con los protocolos de comunicaciones empleados en la Red IP e Internet.

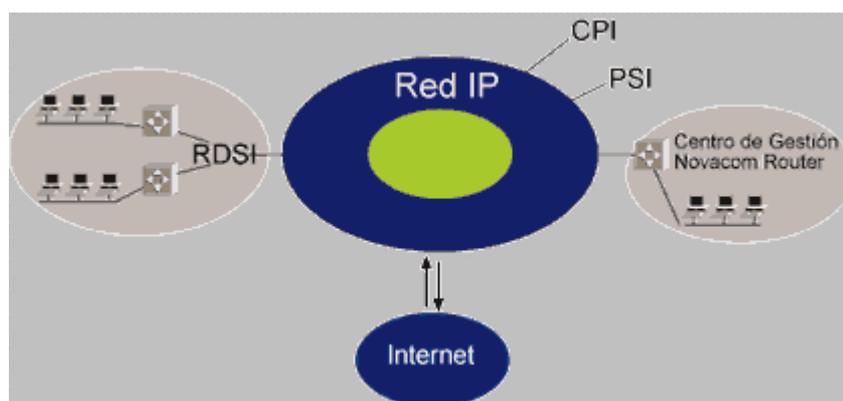
Facilidades avanzadas (opcionales). El servicio Novacom Router le ofrece opcionalmente una serie de interesantes funciones que complementan su eficacia:

Call Back: invocación de la conexión a través de otra conexión dedicada a la Red IP, siempre que se detecte tráfico hacia el cliente del servicio Novacom Router .

Servidores visibles: hace accesibles en la Red IP y en Internet los servidores conectados a su Red LAN.

Conexión directa: permite que un mismo cliente, titular de varios accesos Novacom Router, pueda establecer conexiones entre ellos sin necesidad de estar accediendo a la Red IP.

Informes del servicio. La utilidad de los informes radica en la obtención de información por parte del cliente acerca del grado de utilización del servicio, así como del perfil de uso del mismo (qué direcciones son más accedidas, por ejemplo).



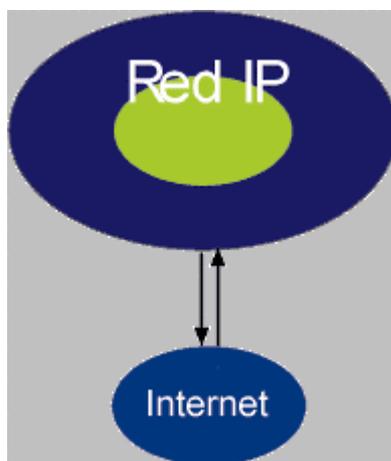
• **Conexión a Internet**

Hoy en día cada vez es más importante el manejo de información en tiempo real. Una empresa, para mejorar su productividad y ser cada vez más competitiva y eficiente, necesita disponer de información, tener acceso de forma barata y sencilla a las fuentes de información, así como ofrecer información actualizada sobre la empresa y sus productos.

El Servicio de Conexión a Internet proporciona a sus clientes la conectividad con los ordenadores, aplicaciones y personas alcanzables a través de las redes que se interconectan formando Internet. El Servicio de Conexión a Internet permite a su empresa conectarse de forma permanente a Internet mediante una línea de datos Frame Relay a través de la Red Uno de Telefónica Data. Para ello se ofrecen, aparte del acceso, todos los servicios adicionales necesarios para que su empresa pueda, acceder a las aplicaciones que ofrece Internet y/o convertirse en proveedor de servicios de Internet.

El Servicio de Conexión a Internet se dirige principalmente a:

- Empresas y organismos de las administraciones públicas que acceden de forma frecuente a Internet.
- Empresas que quieran distribuir información a través de Internet.
- Empresas que proporcionan a usuarios finales todo tipo de medios de acceso a Internet.



Internet es un conjunto de redes de ordenadores interconectadas entre sí, que forman una red de cobertura mundial, cuya finalidad es permitir el intercambio libre y la compartición de información y recursos entre todos los usuarios. Los servidores conectados a esta red ofrecen información acerca de productos y servicios, y permiten el acceso a cientos de bases de datos científicas, profesionales e institucionales.

Se puede utilizar como herramienta de Márketing para distribuir información comercial, como soporte de servicios de atención al cliente y comercio electrónico, como medio publicitario, etc.

La cobertura del Servicio de Conexión a Internet es de ámbito nacional, es decir, pueden conectarse empresas ubicadas en cualquier punto de España.

El servicio está gestionado permanentemente desde un Centro de Servicios y un Centro Nacional de Control. El Centro de Servicios permite proporcionar de manera eficiente facilidades adicionales incluidas en el servicio, mientras que el Centro de Control permite configurar la red, monitorizarla y atender a las posibles averías e incidencias, tanto de las conexiones de los clientes, como de los enlaces al extranjero.

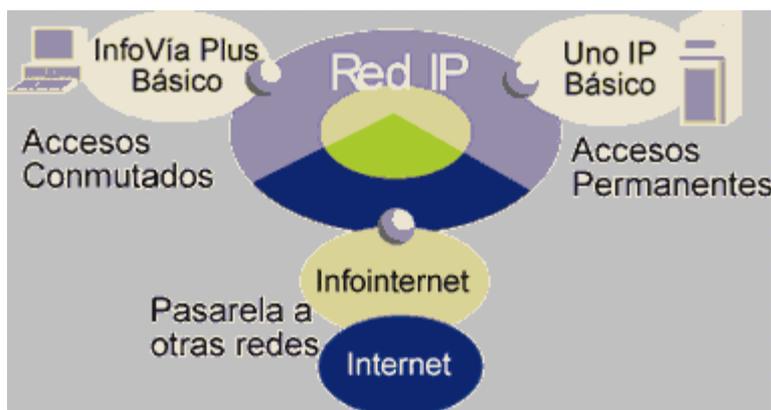
- **InfoInternet**

InfoInternet complementa los servicios Uno IP Básico e InfoVía Plus Básico, facilitando el acceso a Internet a través de la Red IP.

InfoInternet es un servicio de pasarela a Internet a través de la Red IP que permite la comunicación bidireccional con los usuarios de Internet. El elemento de la Red IP encargado de realizar la conexión con Internet se denomina Toll-Gate. Su configuración se adapta a sus exigencias, ya que InfoInternet le permite optar por varias modalidades de servicio, con precios y prestaciones diferenciadas para cada tipo de acceso.

Principales características de InfoInternet:

- Comunicación y tráfico hacia / desde Internet a través de la Red IP.
- Diferentes modalidades de servicio.
- Tarifa plana.
- Cobertura nacional.
- Requiere disponer de un servicio que proporcione acceso a la Red IP: con conexión permanente (Uno IP Básico) o con acceso conmutado (InfoVía Plus Básico).
- Incluye la gestión integral del servicio.



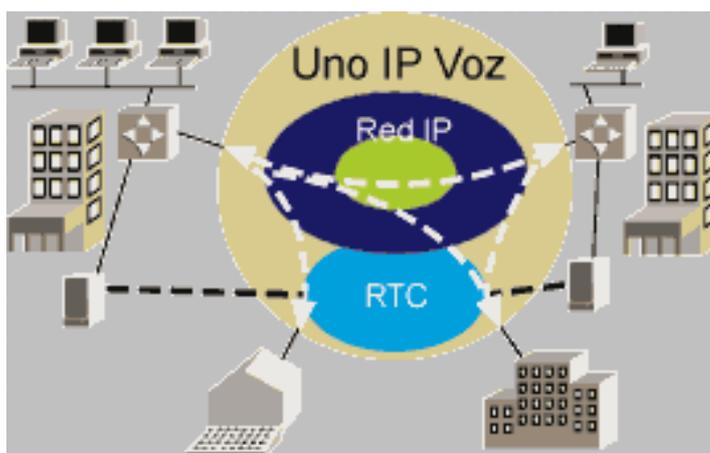
#### **4. SERVICIOS DE COMUNICACIÓN DE VOZ**

- **Uno IP Voz**

El servicio Uno IP Voz de Telefónica Data permite transportar voz y datos mediante un acceso dedicado sobre la Red IP.

Uno IP Voz contribuye a reducir los costes de comunicación entre las distintas sedes de su empresa, unificando distintos servicios en una infraestructura única gestionada extremo a extremo.

Por ejemplo, complementado con los diversos Servicios de Valor Añadido desarrollados sobre la Red IP, Uno IP Voz también permite realizar llamadas a la Red Telefónica Pública y acceder a Internet.



Inicialmente dirigido a empresas que dispongan del sistema de centralitas Ibercom (al menos en una de sus sucursales). Uno IP Voz proporciona una comunicación integrada de voz, fax y datos a través de la Red IP, y ofrece la posibilidad de cursar llamadas hacia la Red Telefónica Pública (RTC).

Soportado sobre una infraestructura única de comunicaciones: la Red IP (Internet Protocol), Uno IP Voz es gestionado extremo a extremo por Telefónica Data.

Además de acceder a las redes públicas de voz y datos, Uno IP Voz permite realizar llamadas interprovinciales de voz y fax a cualquier usuario de la RTC y acceder a un conjunto de facilidades y Servicios de Valor Añadido soportados sobre la Red IP, como por ejemplo, la conexión a Internet.

Algunas de las características descriptivas del servicio Uno IP Voz son:

- Disponibilidad. En una primera fase, está dirigido a clientes del servicio Ibercom.
- Equipo Terminal. Inicialmente orientado a comunicaciones teléfono - teléfono.
- Cobertura. Nacional, a través de accesos dedicados Frame Relay.
- Facturación. Para datos: tarifa plana. Para voz y fax: en función del escenario de comunicaciones o tarifa plana.

#### • **InfoVía Plus Voz**

El servicio InfoVía Plus Voz de Telefónica Data proporciona acceso conmutado para la transmisión interprovincial de voz y fax sobre la Red IP.

InfoVía Plus Voz le permite establecer comunicaciones interprovinciales con las altas prestaciones de la Red IP y atractivos descuentos sobre las tarifas de la RTC.

Además, como complemento del servicio Uno IP Voz, representa una solución económica para ser accedido por usuarios no pertenecientes a su entorno corporativo, como clientes, teletrabajadores, proveedores, etc.

El servicio InfoVía Plus Voz está dirigido a cualquier usuario de la RTC que sea autorizado por un cliente Uno IP Voz.

InfoVía Plus Voz complementa el servicio Uno IP Voz ofreciéndole una eficaz solución de transmisión de voz sobre la Red IP sin necesidad de invertir en equipamiento, líneas punto a punto, etc.

InfoVía Plus Voz permite establecer llamadas de voz y fax en el entorno interprovincial, mediante facturación por uso y en base a unas tarifas sensiblemente inferiores a las establecidas para la RTC.

Además, como complemento del servicio Uno IP Voz, le permite ser accedido, previa autorización suya, por usuarios conectados a la RTC, ampliando considerablemente el entorno de aplicación de las comunicaciones de voz y fax de su red.

Las características principales del servicio son:

- Equipo Terminal: teléfono convencional (no hace falta un PC con tarjeta de sonido, ni software específico).
- Facturación: por duración (pts/seg).
- Cobertura: nacional.

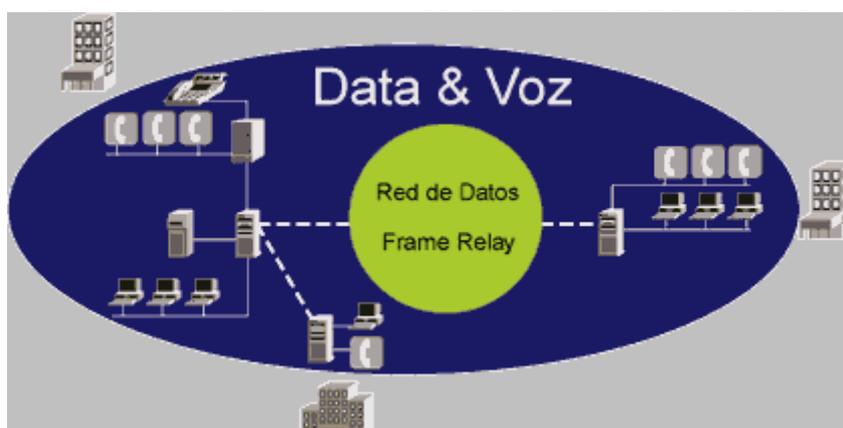
#### • **Data & Voz**

El servicio Data & Voz de Telefónica Data permite integrar en una sola línea la transmisión de voz y datos entre las sucursales de su empresa.

Data &Voz reduce notablemente los costes globales de telecomunicación. Además, al ser un servicio con tarifa plana, los hace fácilmente controlables y planificables.

Data & Voz es un servicio gestionado extremo a extremo que satisface eficazmente las necesidades de comunicaciones de voz y datos en empresas con oficinas geográficamente dispersas.

Estas sucursales son enlazadas a través de accesos a la red Frame Relay de Telefónica Data. Alternativamente, la conexión puede realizarse mediante un circuito Punto a Punto.



El equipamiento dedicado en exclusiva e instalado en las dependencias de su empresa permite integrar una amplia y diversa gama de servicios sobre una única red de transporte.

Las facilidades del servicio Data & Voz incluyen:

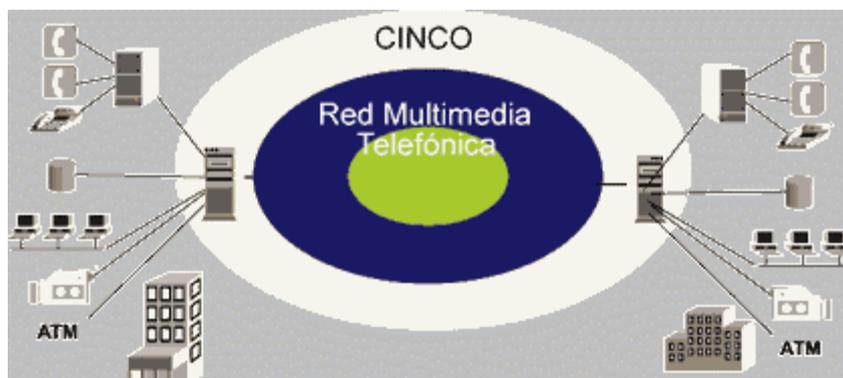
- La gestión remota de las líneas y equipos instalados en sus oficinas.
- El mantenimiento y el soporte técnico.
- La entrega mensual de informes de utilización y de cumplimiento de compromisos de calidad de servicio.

Gracias a la facturación por tarifa plana, Data & Voz permitirá a su empresa conseguir importantes ahorros en los costes globales de comunicación.

## • CINCO

El servicio CINCO (Comunicaciones Integrales Corporativas) proporciona a su empresa comunicación multimedia de altas prestaciones.

Basado en la avanzada tecnología ATM, el servicio CINCO transmite voz, datos e imágenes en base al concepto de Red Privada Virtual Multimedia.



El servicio CINCO de Telefónica Data es un servicio integrado de transmisión de voz, datos e imágenes. Proporciona altas prestaciones y simplifica al máximo la gestión y el mantenimiento.

El servicio CINCO se basa en el concepto de Red Privada Virtual, con recursos dedicados en exclusiva, una infraestructura de red compartida y un medio de acceso único a la red. La integración se consigue gracias al despliegue en sus oficinas de un equipo integrador dedicado.

Los servicios soportados sobre CINCO son los siguientes:

- Servicios de datos. El servicio CINCO integra todos los servicios de datos de Telefónica Data.
- Servicios de voz. Servicios de voz. CINCO facilita la interconexión de centralitas, permitiendo la creación de redes privadas virtuales de voz. Las técnicas de compresión de voz y supresión de silencios permiten optimizar el ancho de banda ocupado. Además, la tecnología ATM permite que la voz coexista con otros servicios sin que su calidad se vea afectada.
- Servicios de imagen. El servicio CINCO proporciona un avanzado medio de transporte para la interconexión de equipos de imagen, para establecer, por ejemplo, una videoconferencia.

## **5. SERVICIOS DE COMUNICACIÓN DE FAX**

- **Megafax**

El servicio Megafax de Telefónica Data supone para su empresa contar con una central de distribución de fax que agiliza, simplifica y hace más económicos los envíos multidestino.

Usted sólo debe enviar una vez el documento maestro, como normalmente envía un fax, el servicio Megafax se encarga de distribuirlo a los destinos especificados en las listas que usted nos haya entregado y que puede modificar o ampliar en cualquier momento.

Además de no requerir ninguna inversión inicial y de mejorar sensiblemente la calidad de transmisión, el servicio Megafax reúne múltiples características y funciones que multiplican su eficacia en comparación con los más avanzados terminales de fax. Megafax transmite la información a través de una red digital libre de errores soportada por líneas de alta velocidad de fibra óptica o conexiones vía satélite. Esta avanzada infraestructura permite disponer de un elevado caudal y ofrecer una gran nitidez y calidad en la transmisión de los documentos.

La implantación del servicio Megafax es realmente sencilla y no requiere ninguna inversión inicial. Tampoco exige ninguna formación inicial, ya que el documento a distribuir se envía como un fax habitual.

## **6. APLICACIÓN EN RED Y PRESENCIA ON-LINE**

- **Infom@il**

Infom@il es el servicio de Mensajería Electrónica Multimedia orientado a profesionales y empresas que permite el intercambio de información en distintos formatos (texto, audio, vídeo) en el ámbito de Info Vía Plus, Red IP o Internet de una forma sencilla, económica y rápida.

Adicionalmente, Infom@il le proporciona servicios de directorio para la localización de profesionales o empresas con los que desee comunicarse.

- **InfoHost**

Son susceptibles de disponer del Servicio InfoHost Dinámico todas aquellas empresas que deseen disponer de páginas dinámicas para dar a conocer información sobre sus servicios o productos a todos los usuarios de Red IP e Internet, así como el acceso a Bases de Datos y la posibilidad de interactuar con las del cliente.

El servicio InfoHost proporciona a los clientes un medio eficiente y económico de almacenamiento presencia y publicación de contenidos por Internet y la Red IP de Telefónica Data hasta los usuarios finales.

Distinguimos al cliente del servicio, que es el dueño del contenido y que contrata el servicio, del usuario final del servicio que es quien en último término accede al contenido depositado en la Red.

La naturaleza del servicio InfoHost radica en el almacenamiento, presencia y publicación ("Hosting") de contenidos.

Los elementos básicos que caracterizan el servicio son los siguientes:

- Desarrollo del servicio (Creación de los contenidos).
- Análisis de la información factible de publicar por parte de la empresa.
- Diseño y realización de contenidos dinámicos.
- Identificación de los usuarios.
- Puesta en marcha de los servidores de acceso a Internet
- Explotación del servicio (Puesta en la red) en el Servidor de Telefónica Data.
- Servicios de Centro de Proceso de Datos.
- Infraestructura técnica.
- Operación del sistema y red.
- Estadísticas del servicio.
- Centro Integrado de Atención al Usuario (CIAU).
- Servicios de contratación, facturación y cobro.
- Un buzón de correo electrónico Infom@il

## • **Housing**

Housing es el Servicio de Alojamiento, Conexión, Gestión y Administración (a diversos niveles) de equipos informáticos (ya sean adquiridos por Telefónica Data o por el cliente) en instalaciones de Telefónica Data, operados, explotados y mantenidos por personal propio y/o del cliente, con el fin de desarrollar y explotar servicios avanzados de telecomunicaciones según las necesidades y requerimientos del cliente. Un servicio orientado a empresas que permite obtener la máxima eficiencia de las máquinas y prestar servicios de conectividad al ser integradas en la avanzada arquitectura tecnológica de Telefónica Data y gestionadas por un experto grupo de profesionales.

## • **EDI**

El servicio EDI de Telefónica Data facilita el intercambio entre ordenadores de documentos comerciales normalizados, de modo que la información pueda ser procesada sin intervención manual.

El servicio EDI (Electronic Data Interchange) asigna a su empresa un buzón para recibir y recuperar la información enviada por sus interlocutores.

El servicio EDI permite agilizar los procesos, ahorrar en costes de administración, disminución de stocks y, en definitiva, contribuye a mejorar la capacidad productiva de su empresa.

## **7. SERVICIOS VÍA SATÉLITE**

### • **Redes Corporativas Vía Satélite**

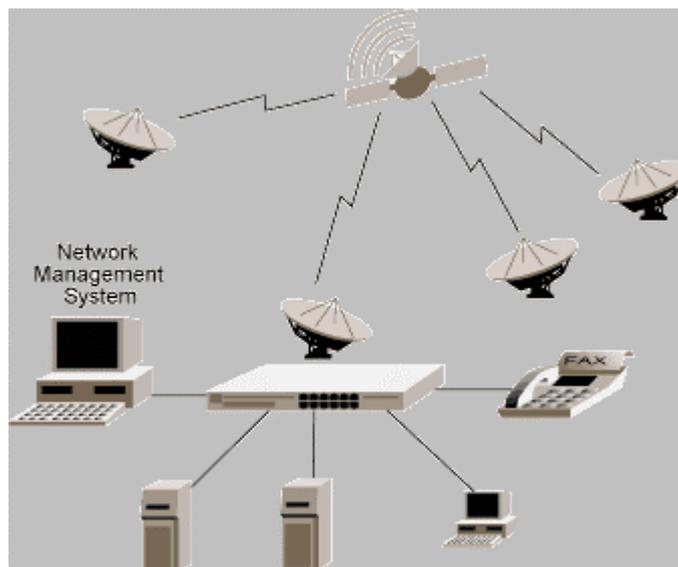
Utilizando tecnología VSAT (Very Small Aperture Terminal), Telefónica Data proporciona a las empresas una solución de red privada para cubrir sus necesidades en comunicaciones corporativas

Una red VSAT es una red privada de comunicaciones con una topología en estrella diseñada para el tráfico bidireccional. Las oficinas centrales o centros de información se comunican con cientos o miles de sitios remotos geográficamente dispersos o con oficinas sucursales. Se suministra conectividad central de host a terminal remoto y de terminal remoto a terminal remoto. El sistema soporta TCP/IP, incluyendo multicast IP (transmisión de noticias, entretenimiento, bases de datos, distribución y actualización de software, distribución de información financiera en audio y vídeo), X-25, SDLC, SNA, interconexión de redes locales, voz corporativa de alta calidad, comunicación de fax y conexión de PABX.

Los componentes de la red son los siguientes:

- Una estación terrena maestra e instalaciones de control o Hub.
- Una serie de terminales VSAT ubicados en los sitios remotos de cliente constituidos por una pequeña antena exterior, una unidad externa de baja potencia y una unidad interna.
- Canales vía satélite que suministran el medio de transmisión para interconectar el Hub con los VSATs.

Las redes VSAT pueden ser de baja velocidad: para aplicaciones de monitorización, control de datos o aplicaciones medioambientales, o de media/alta velocidad: para interconexión de redes de área local y aplicaciones de comunicación corporativa.



## ANEXO - D

### DIRECCIONES INTERESANTES EN INTERNET

DIRECCION	DESCRIPCION	IDIOMA
<b>ORGANIZACIONES</b>		
<a href="http://www.map.es/csi/silice/unidades.html">http://www.map.es/csi/silice/unidades.html</a>	Guías sobre redes LAN, MAN, WAN, cableado, etc.	Esp.
<a href="http://www.ansi.org/">http://www.ansi.org/</a>	Instituto nacional americano de normalización	Ing.
<a href="http://www.cmt.es/cmt/index.htm">http://www.cmt.es/cmt/index.htm</a>	Comisión nacional del mercado de las telecomunicaciones	Esp.
<a href="http://www.etsi.org/">http://www.etsi.org/</a>	Instituto europeo de estandarización de las telecomunicaciones	Ing.
<a href="http://www.iso.ch/">http://www.iso.ch/</a>	Organización internacional para la estandarización	Ing.
<a href="http://www.ieee.org/">http://www.ieee.org/</a>	Instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos de EE.UU.	Ing.
<a href="http://www.eia.org/">http://www.eia.org/</a>	Asociación de industrias de electrónica	Ing.
<a href="http://www.itu.int/">http://www.itu.int/</a>	Unión Internacional de telecomunicaciones	Ing.
<a href="http://www.atmforum.com/">http://www.atmforum.com/</a>	ATM forum, información sobre ATM	Ing.
<a href="http://www.frforum.com/">http://www.frforum.com/</a>	Frame Relay forum, información sobre Frame Relay	Ing.
<a href="http://www.adsl.com/">http://www.adsl.com/</a>	ADSL forum, información sobre ADSL	Ing.
<b>VARIOS</b>		
<a href="http://www.ibw.com.ni/~alanb/tecno/thpage.htm">http://www.ibw.com.ni/~alanb/tecno/thpage.htm</a>	Descripción de algunas tecnologías de datos.	Esp.
<a href="http://www.redestelecom.com/">http://www.redestelecom.com/</a>	Información sobre telecomunicaciones	Esp.
<a href="http://www.adobe.com/products/acrobat/readstep.html">http://www.adobe.com/products/acrobat/readstep.html</a>	Adobe Acrobat Reader lector de documentos electrónicos "*.PDF"	Ing./Esp.
<a href="http://www.um.es/~eutsum/escuela/Apuntes_Informatica/Enlaces_Interes/Cable.htm">http://www.um.es/~eutsum/escuela/Apuntes_Informatica/Enlaces_Interes/Cable.htm</a>	Enlaces de interés sobre cables	Esp.
<a href="http://www.cft.gob.mx/html/la_era/info_tel/it1.html">http://www.cft.gob.mx/html/la_era/info_tel/it1.html</a>	Información variada y artículos sobre telecomunicaciones	Esp.
<b>MODEM</b>		
<a href="http://808hi.com/56k/trouble.htm">http://808hi.com/56k/trouble.htm</a>	Información sobre módem a 56 Kbps	Ing.
<a href="http://www.ibw.com.ni/~alanb/modem/modem.html">http://www.ibw.com.ni/~alanb/modem/modem.html</a>	Comunicaciones por módem.	
<b>EMPRESAS</b>		
<a href="http://www.telefonica-data.com/esp/html/servicios/frame-familias.htm">http://www.telefonica-data.com/esp/html/servicios/frame-familias.htm</a>	Telefónica Data, información sobre servicios de datos ofrecidos	Esp.
<a href="http://www.ict.es/spanish/home.html">http://www.ict.es/spanish/home.html</a>	En el apartado Formación -> Tecnología existe información sobre diversas tecnologías	Esp.
<a href="http://www.3com.es/">http://www.3com.es/</a>	Diversa información sobre redes y equipos de datos	Esp./Ing.
<a href="http://www.cisco.com/es/">http://www.cisco.com/es/</a>	Diversa información sobre redes y equipos de datos	Esp./Ing.
<a href="http://www.wg.com/techlibrary/">http://www.wg.com/techlibrary/</a>	Documentos sobre diversas tecnologías	Ing.

REDES		
<a href="http://www.nuia.com.ar/nuia19/100mb.htm">http://www.nuia.com.ar/nuia19/100mb.htm</a>	Descripción redes 100VG-ANYLan	Esp.
<a href="http://www.geocities.com/SiliconValley/Horizon/2118/index.html">http://www.geocities.com/SiliconValley/Horizon/2118/index.html</a>	Descripción redes Fast Ethernet	Esp.
<a href="http://wwwhost.ots.utexas.edu/ethernet/">http://wwwhost.ots.utexas.edu/ethernet/</a>	Información sobre redes Ethernet	Ing.
<a href="http://www.ciudadfutura.com/macedonia/aulal.htm">http://www.ciudadfutura.com/macedonia/aulal.htm</a>	Descripción de redes	Esp.
<a href="http://info.telecom-co.net/capacita/agenda/lan/index.htm">http://info.telecom-co.net/capacita/agenda/lan/index.htm</a>	Tutorial sobre redes LAN	Esp.
<a href="http://ntrg.cs.tcd.ie/4ba2/">http://ntrg.cs.tcd.ie/4ba2/</a>	Modelo de referencia de la ISO	Ing.
<a href="http://www4.uji.es/~al019803/Tcpip.htm">http://www4.uji.es/~al019803/Tcpip.htm</a>	Información sobre el conjunto de protocolos TCP/IP	Esp.
<a href="http://personales.mundivia.es/jtoledo/angel/">http://personales.mundivia.es/jtoledo/angel/</a>	Información sobre RDSI	Esp.
<a href="http://www.ictnet.es/%2bjtrujillo/">http://www.ictnet.es/%2bjtrujillo/</a>	Descripción de distintas redes: ATM, RDSI,	Esp.
<a href="http://www.sangoma.com/ss-comm.htm">http://www.sangoma.com/ss-comm.htm</a>	Tutoriales sobre distintas tecnologías y protocolos de red	Ing.
<a href="http://www1.gratisweb.com/ivanherrera/redes.htm">http://www1.gratisweb.com/ivanherrera/redes.htm</a>	Enlaces a distintas páginas relacionadas con redes de datos y telecomunicaciones	Esp.
<a href="http://tid.telefonica.es/infovia/infovia.html">http://tid.telefonica.es/infovia/infovia.html</a>	Documentación sobre infovía	Esp.
<a href="http://www.ibw.com.ni/%7Ealanb/frame-relay/cfrtec.htm">http://www.ibw.com.ni/%7Ealanb/frame-relay/cfrtec.htm</a>	Información sobre Frame Relay	Esp.
<a href="http://www.geocities.com/CapeCanaveral/5312/redes2.htm">http://www.geocities.com/CapeCanaveral/5312/redes2.htm</a>	Descripción de redes LAN	Esp.

---

## BIBLIOGRAFIA

SISTEMAS TELEMATICOS. José Manuel Huidobro Moya  
ITP Paraninfo – 1999.

REDES DE ORDENADORES. Uyles Black  
RA-MA – 1995.

REDES DE ORDENADORES. Andrew S. Tanenebaum  
Prentice-Hall – 1991.

REDES PARA PROCESO DISTRIBUIDO. Jesús García Tomás  
RA-MA – 1996.

REDES DE BANDA ANCHA. José Manuel Caballero.  
Marcombo – 1997.

Revistas: elektor número: 213, Electronics World, enero de 2000.

## **SOLUCIONES A LOS EJERCICIOS DE AUTOEVALUACION**

### **TEMA 1.**

1-b, 2-c, 3-c, 4-c, 5-c, 6-b, 7-b.

### **TEMA 2.**

1-c, 2-c, 3-b, 4-c, 5-a, 6-b, 7-c, 8-a, 9-c, 10-b, 11-b, 12-a.

### **TEMA 3.**

1-a, 2-a, 3-c, 4-b, 5-c, 6-a, 7-b, 8-c, 9-a, 10-b, 11-a.

### **TEMA 4.**

1-c, 2-b, 3-a, 4-a, 5-c, 6-c, 7-c, 8-b, 9-b, 10-a.

### **TEMA 5**

1-c, 2-c, 3-a, 4-b, 5-b, 6-c, 7-c, 8-c, 9-c, 10-b.