

ELEMENTOS BÁSICOS DE COMUNICACIÓN DE DATOS

2.1 ENLACES DE DATOS

Iniciamos este capítulo definiendo qué es un enlace de datos.

Un enlace directo de datos es el que establece una trayectoria de transmisión entre dos estaciones sobre la cual las señales se propagan directamente del transmisor al receptor sin otros dispositivos intermedios, excepto amplificadores/repetidores que aumentan la fuerza de la señal.

Los enlaces directos de datos se clasifican de la siguiente manera:

2.1.1 POR SU CONFIGURACIÓN

En la figura 2.1 se presenta este tipo de enlaces. Estos son:

2.1.1.1 Enlace punto a punto

Proporciona un enlace directo entre dos estaciones, las cuales son las únicas que comparten el medio.

2.1.1.2 Enlace multipunto

Más de dos estaciones comparten el medio. También es conocido como enlace multicáida (*multidrop*).

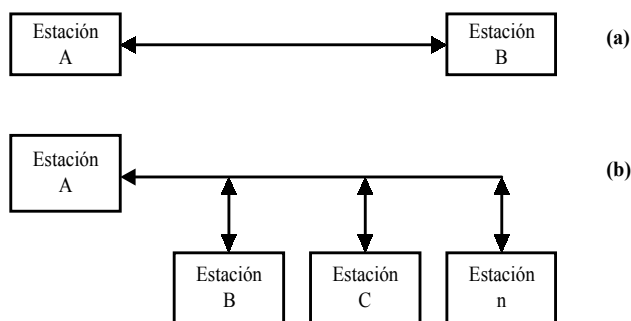


Figura 2.1 Configuraciones de enlace:
(a) Punto a punto (b) Multipunto

2.1.2 POR DISPONIBILIDAD:

2.1.2.1 Línea dedicada

Es aquella usada exclusivamente por un usuario en forma privada, por un pago mensual fijo. Se le conoce también como línea alquilada (*leased line*).

2.1.2.2 Líneas conmutadas

Es aquella que se establece a través de centrales de conmutación, en especial centrales telefónicas. Esta línea está disponible cuando se produce la conexión de los dos extremos como resultado de una llamada exitosa y se factura de acuerdo al uso.

2.1.3 CLASIFICACIÓN DE CIRCUITOS

Los circuitos se clasifican por su número de hilos, modo de funcionamiento y tipos de transmisión.

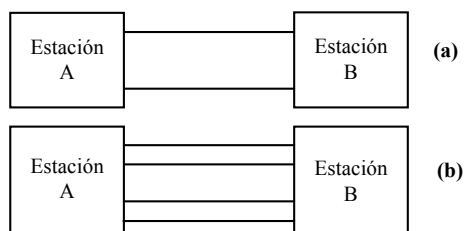


Figura 2.2 Tipos de circuitos
(a) a 2 hilos (b) a 4 hilos

2.1.3.1 POR EL NÚMERO DE HILOS DE COMUNICACIÓN

a) Circuito a 2 hilos

Este circuito tiene sólo dos hilos, usados para transmitir y recibir. Esta comunicación puede ser diferida en el tiempo (semiduplex) o se puede separar la transmisión de la recepción dentro del ancho de banda del canal usando el multiplexaje por división de frecuencia (FDM).

b) Circuito de 4 hilos

Éste dispone de dos hilos para transmitir en sentido opuesto. Permite operar a los enlaces de *full duplex*. Conocido también como *full duplex* a 4 hilos.

2.1.3.2 POR EL MODO DE FUNCIONAMIENTO

Éstos se ven en la figura 2.3

a) Simplex

Las señales se transmiten en una sola dirección, tal como las señales que emite un sensor de telemetría a su estación base.

b) Semiduplex (*Half duplex*)

Ambas estaciones transmiten, pero sólo una a la vez, es decir lo hacen alternadamente, diferidas en el tiempo.

c) Full duplex

Aquí ambas estaciones pueden transmitir y recibir a la vez.

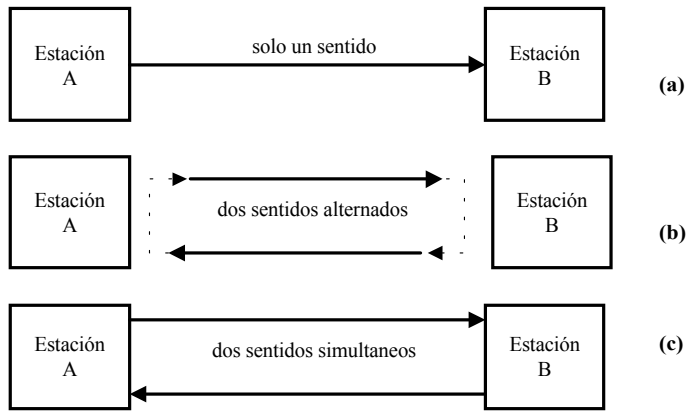


Figura 2.3 Funcionamiento de circuitos (a) Simplex (b) Half duplex (c) Full duplex

2.1.3.3 POR EL TIPO DE TRANSMISIÓN

Éstos se ven en la figura 2.4

a) Transmisión asíncrona

Es un método de enviar datos en el cual el intervalo entre los caracteres puede ser de diferente duración. Como se usan caracteres asíncronos, no se requiere una sincronización adicional o que se envíe una información de temporización. Conocida también como transmisión *start-stop*, contrasta con la transmisión síncrona. Requiere un bit de arranque (*start*) que indique al receptor el inicio de un carácter y uno o dos (a veces 1,5 bits) que notifiquen el término del carácter. En la siguiente página, la figura 2.5 muestra el carácter asíncrono en detalle.

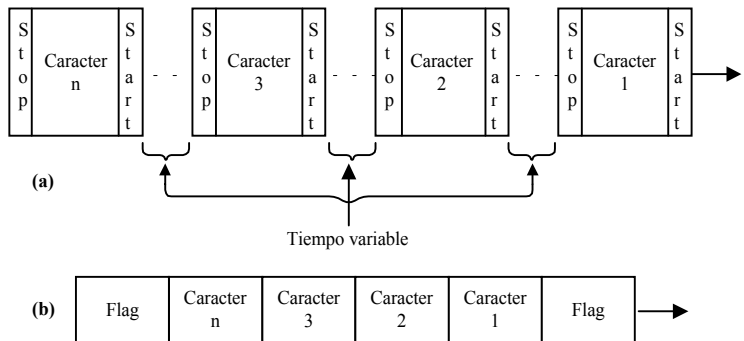


Figura 2.4 Tipos de transmisión (a) asíncrona (b) síncrona

b) Transmisión Síncrona

Es aquella en la cual los caracteres y bits se transmiten a una velocidad fija, con el transmisor y receptor sincronizados. De esta manera se elimina la necesidad de bits de arranque (*start*) y de parada (*stop*) alrededor de cada carácter, lográndose mayor eficiencia.

Los sistemas de transmisión de datos que usan las líneas telefónicas fueron diseñadas y construidas sobre la base de la voz humana, la cual está constituida por señales analógicas, continuas en el tiempo. En cambio, las computadoras, módems, terminales y otros dispositivos de comunicación de datos utilizan señales digitales, que son señales discretas.

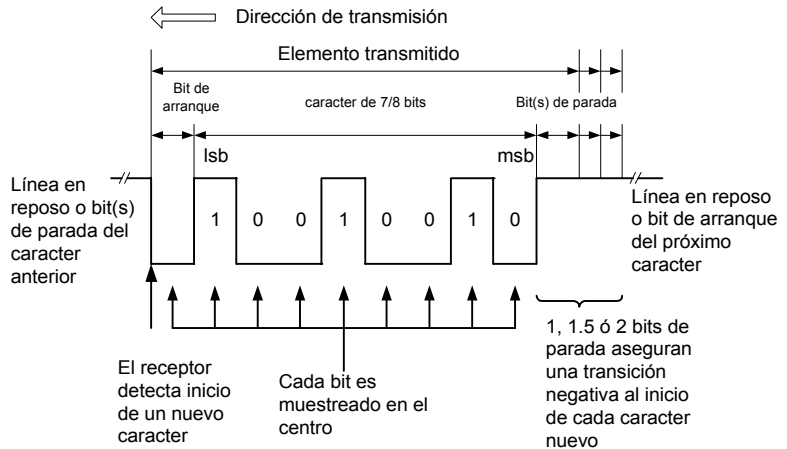


Figura 2.5 Carácter asíncrono

2.2 SEÑALES ANALOGICAS Y DIGITALES

A continuación definimos las señales analógicas y las señales digitales.

2.2.1 SEÑAL ANALÓGICA

Es una señal continua en el tiempo y debe cumplir la ecuación:

$$\lim_{t \rightarrow a} s(t) = s(a) \text{ para cuando } t \text{ tiende a } a.$$

En otras palabras no hay cortes o discontinuidades en la señal.

2.2.2 SEÑAL DIGITAL

Es una señal discreta, es decir que sólo tiene un número finito de valores y puede representar a los dígitos binarios **1** y **0**.

2.2.3 SEÑAL PERIÓDICA

Una señal $s(t)$ es periódica y sólo si: $s(t + T) = s(t) \quad -\infty < t < +\infty$

donde la constante T es el periodo de la señal. De otra manera la señal es aperiódica.

En la figura 2.6 se pueden apreciar porciones de dos señales periódicas: la señal sinusoidal y la onda cuadrada.

Las características más importantes de una señal periódica son la amplitud, la frecuencia y la fase. La amplitud es el va-

lor instantáneo de la señal en cualquier momento. Debido a que las señales que tratamos en este documento son señales eléctricas, su unidad de medida es el voltio. La frecuencia es la inversa del periodo ($1/T$) y viene a ser el número de repeticiones del período por segundo. Ésta se expresa en ciclos por segundos o Hertz (Hz). La fase es la medida de la posición relativa en el tiempo dentro de un solo período de una señal.

La relación de grados y radianes es la siguiente:

$$2\pi \text{ radianes} = 360^\circ = 1 \text{ período}$$

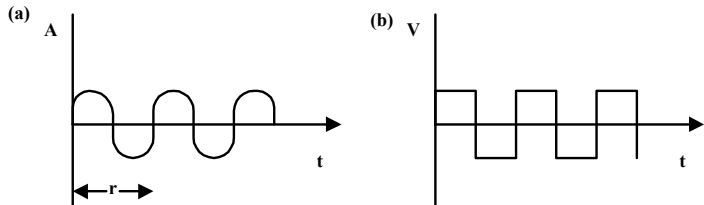


Figura 2.6 Tipos de señales (a) señal sinusoidal (b) onda cuadrada

De esta manera expresamos a una onda sinusoidal:

$$s(t) = A \sin(2\pi ft + \theta)$$

donde A es la máxima amplitud, f es la frecuencia y θ es la fase. Nótese que la onda sinusoidal de la figura 2.3 puede ser expresada tanto por:

$$s(t) = A \sin(2\pi ft) \quad \text{o} \quad s(t) = A \cos(2\pi ft - \pi/2)$$

2.3 ORGANIZACIONES GENERADORAS DE NORMAS

Es bien aceptado en la industria de comunicaciones que las normas son requeridas para gobernar las características físicas, eléctricas y de procedimientos de los equipos de comunicaciones. A lo largo de este libro describiremos las normas más importante que están siendo usadas en varios aspectos de las comunicaciones de datos.

2.3.1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS NORMAS

El proceso de generar normas tiene ventajas y desventajas, según veremos a continuación:

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Una norma permite a los productos de diversos vendedores a comunicarse entre ellos, dando flexibilidad para elegir equipos al comprador. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Las normas tienden a congelar la tecnología. Paralelamente, mientras se desarrollan, revisan y promulgan, aparecen tecnologías más eficientes.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Una norma asegura que habrá mercado para un determinado equipo o software. Esto anima a la producción en masa y también al uso de circuitos integrados de muy gran escala. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hay muchas normas para una misma cosa, creando áreas en conflicto. Afortunadamente, en años recientes estas organizaciones normativas cooperan más estrechamente

2.3.2 PRINCIPALES ORGANIZACIONES NORMATIVAS

Seguidamente describiremos brevemente a las principales organizaciones generadoras de normas.

2.3.2.1 Organización Internacional para Normalización (ISO)

Es una organización normativa voluntaria no gubernamental cuyos miembros son cuerpos de normas designados de las naciones participantes y organizaciones observadoras sin capacidad de voto. Fundada en 1946, ha emitido más de 5000 normas en un amplio rango de áreas. Promueve el desarrollo de la normalización para facilitar el intercambio internacional de bienes y servicios. Además desarrolla la cooperación en el área de actividades intelectuales científicas, tecnológicas y económicas. Las normas emitidas cubren asuntos diversos desde hilos de tornillos hasta energía solar.

El Comité Técnico TC97 de la ISO, encargado de las Tecnologías de Información, desarrolló el modelo OSI y las normas de cada capa en la arquitectura OSI. El miembro representante de Estados Unidos de América para la OSI es la ANSI descrita más adelante. En 1987 las ISO y la Comisión Internacional de Electrotecnia (IEC) formaron el Comité Técnico Unido 1 (*Joint Technical Committee 1 - JTC 1*), el cual tiene la responsabilidad de desarrollar los documentos que en definitiva vienen a ser normas ISO (y también IEC) en el área de tecnología de información.

2.3.2.2 Instituto Nacional Americano de Normas (*American National Standards Institute - ANSI*)

Es una organización, fundada en 1918, no lucrativa y no gubernamental norteamericana, compuesta por mas de 1400 fabricantes, grupos de consumidores, portadores de comunicaciones, sociedades profesionales, asociaciones de compra, cuerpos gubernamentales y de regulación. Su principal objetivo trata sobre las redes LANs y WANs.

La ANSI no desarrolla normas directamente, pero acredita aquellas generadas por otras organizaciones, aprobándolas y asignándoles números al publicarlas. Ha acreditado a cuatro comités acreditados de normas: **IEEE**, **EIA**, **ECSA** (*Exchange Carriers Standards Association*) y **CBEMA** (*Computer Business Equipment Manufacturers Association - Comité X3*).

2.3.2.3 Instituto Nacional de Normas y Tecnología
(National Institute of Standards and Technology – NIST)

Este instituto era conocido anteriormente como el *National Bureau of Standards* (NBS). En 1968 el gobierno norteamericano le encargó coadyuvar a la utilización eficaz de su vasta base de computadoras y de equipo de tecnología de información, y para desarrollar las normas FIPS (*Federal Information Processing Standards*).

Muchas FIPS han sido desarrolladas y publicadas. El ejemplo más conocido es el de la encriptación de datos (FIPS46), adoptada por la ANSI como la norma X3.92 y que está siendo desarrollada aún más por otros cuerpos de normalización internacionales.

2.3.2.4 ITU – T (antes Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía - CCITT)

La ITU-T es un cuerpo normativo, que fue formalizado como parte de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) en 1956, de la cual actualmente es un comité. La ITU fue formada en 1865, y es miembro de la Organización de Naciones Unidas (ONU). De aquí que los miembros del ITU-T sean 187 gobiernos y 400 miembros, que son las Agencias Privadas Operadoras Reconocidas (*Recognized Private Operating Agencies - RPOA*) tales como MCII, WUI y operadores de redes de servicios de valor agregado (VAN) y vendedores.

El objeto del ITU-T es estudiar y emitir recomendaciones sobre aspectos técnicos, operativos y tarifarios relacionados con telegrafía y telefonía. Está organizado en 17 grupos de estudio, los cuales generan recomendaciones. Las recomendaciones (también conocidas como normas) son muy usadas. Antes se publicaban cada 4 años en una serie de libros, identificados por el color de su cubierta en el siguiente orden: rojo, azul, banco, verde, anaranjado y amarillo. Respecto a la frecuencia de su publicación ocurrió un cambio importante en Melbourne. El ciclo habitual de 4 años se eliminó y las recomendaciones se publican con más frecuencia con el voto aprobatorio mínimo del 70 por ciento de sus miembros. Los libros azules fueron los últimos en publicarse (1988). En la tabla 2.1 se aprecian estas series con sus alcances.

Serie	ALCANCE DE LA SERIE
A	Organización del CCITT.
B	Definiciones, símbolos, clasificaciones.
C	Estadísticas generales de telecomunicaciones.
D	Principios generales de tarifas.
E	Red Telefónica: Operación, administración de red e ingeniería de tráfico.
F	Servicios de telegrafía, telemática, mensajería y directorio.
G	Sistemas y medios de transmisión. Redes y sistemas digitales.
H	Transmisión en línea de señales no telefónicas (radio y televisión).
I	Red Digital de Servicios Integrados.
J	Transmisión de radioprogramas y señales de televisión.
K	Protección contra perturbaciones.
L	Construcción, instalación y protección de cables. Elementos de planta externa.
M	Mantenimiento: Circuitos internacionales de transmisión, circuitos telefónicos, circuitos telegráficos, circuitos arrendados y facsímil.
N	Mantenimiento: Transmisiones radiofónicas y circuitos de televisión.
O	Especificaciones de instrumentos de medición.
P	Calidad de transmisión telefónica.
Q	Conmutación y señalización telefónicas.
R	Transmisión telegráfica.
S	Equipos terminales para servicios de telegrafía.
T	Equipo terminal y protocolos para los servicios de telemática.
U	Conmutación telegráfica.
V	Transmisión de datos sobre Red Telefónica Conmutada (RTC).
X	Redes de comunicación de datos.
Z	Lenguajes de programación.

Tabla 2.1 Recomendaciones del CCITT

2.3.2.5 Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos
(Institute of Electrical and Electronic Engineers - IEEE)

Es una sociedad profesional que integra la ANSI. Se formó en 1963 por la unión del *American Institute of Electrical Engineers* – AIEE (formado en 1884) y del *Institute of Radio Engineers*. Tiene 320.000 miembros en 147 países. Su principal objetivo es avanzar en la teoría y la práctica de la ingeniería dentro de las disciplinas de electricidad y electrónica, las cuales incluyen la tecnología de información y telecomunicaciones. Tiene divisiones especializadas como:

- Circuitos y dispositivos
- Aplicaciones industriales
- Tecnología de comunicaciones
- Electromagnetismo y Radiación
- Computación
- Ambientes de ingeniería y humanos
- Ingeniería de potencia
- Señales y sus aplicaciones
- Sistemas y Control

Se ocupó de las capas 1 y 2 del modelo OSI (nivel físico y enlace). Desarrolló las normas IEEE 802 para las redes de área local (LAN).

2.3.2.6 Asociación de Industrias Electrónicas (*Electronic Industries Association - EIA*)

Es una asociación de firmas electrónicas e integrante de la ANSI. Sus miembros varían de tamaño desde proveedores de pequeños componentes a organizaciones multinacionales que sirven a la industria de defensa. Fue fundada en 1924 como la *Radio Manufacturers Association*. Se ocupa de normas de comunicación de datos que se encuentran en la capa física del modelo OSI (nivel 1), es decir en el hardware. La más conocida es la norma RS-232-C que se utiliza en las interfaces de computadoras en el ámbito mundial.

2.3.2.7 Asociación de Industrias de Telecomunicaciones (*Telecommunications Industries Association - TIA*)

En 1988 el sector de telecomunicaciones de la EIA se integró con la *US Telecommunications Suppliers Association* (USTSA) para formar la TIA. Sus principales normas son la TIA 568 A y la TIA 568 B, que rige el cableado estructurado de redes de computadoras.

2.3.2.8 Comisión Federal de Comunicaciones (*Federal Communications Commission – FCC*)

Esta institución tiene la responsabilidad de regular el tráfico generado a nivel alámbrico o por radio en los Estados Unidos. Se encarga de emitir las licencias dentro de dicho país, y ha generado particularmente la norma de espectro expandido (*Spread Spectrum*).

2.3.2.9 ATM Forum

Es un consorcio de vendedores con el principal objetivo de normar sobre ATM. Tiene 880 miembros, que incluyen vendedores, portadoras y consultantes.

2.3.2.10 Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (*European Telecommunications Standards Institute - ETSI*)

Este cuerpo de normalización de telecomunicaciones – establecido en Sophia Antipolis, Francia – tiene 410 miembros a tiempo completo, 25 miembros asociados y 84 observadores. Fue creado en 1988 para establecer las normativas europeas en cuestión de telecomunicaciones y en colaboración la Unión Europea de Radiodifusión (EBU) y el CEN/CENELEC respectivamente, radiodifusión y tecnologías de información. Los comités de la ETSI son:

- Telecomunicaciones Empresariales
- Métodos de medida y Especificaciones
- Transmisión y Multiplexaje
- Señalización, Protocolos y Comunicación
- Aspectos de red
- Equipos y Sistemas de Radio
- Ingeniería de Equipos
- Grupo Móvil Especial
- Sistemas de Satélite y Estaciones Terrestres
- Factores Humanos

El ETSI nació como fruto del reconocimiento de que una estructura paneuropea de telecomunicaciones con total interoperatividad era la única base sobre la que podría prosperar el mercado europeo de equipos y servicios de comunicaciones. Su objetivo es acelerar el proceso de la armonización técnica. Es un foro que agrupa a operadores de redes, proveedores de servicios, fabricantes, administraciones, usuarios e investigadores.

2.3.2.11 Frame Relay Forum

Este es un consorcio de 300 miembros conformados por vendedores y portadores. Se encarga de normar e impulsar el *Frame Relay*.

2.3.2.12 GEA (Gigabit Ethernet Alliance)

Es un consorcio de vendedores, con 85 miembros, que incluyen consultores. Su foco principal es la normatividad e impulso del Gigabit Ethernet.

2.3.2.13 Internet Engineering Task Force (IETF)

Es un cuerpo de normalización sobre la Internet y tecnologías relacionadas. Los fabricantes están muy fuertemente involucrados.

2.3.2.14 Network Management Forum

Es un consorcio de vendedores dedicados al desarrollo de la administración de las redes (*Net Management*). Lo integran 200 miembros de los cuales el 80 % son compañías de telecomunicaciones y sus proveedores.

2.3.2.15 World Wide Web Consortium (W3C)

Esta organización mundial es un consorcio de 160 miembros, de los cuales 135 son vendedores. Se encarga de desarrollar la tecnología del *World Wide Web* (WWW).

2.4 BIBLIOGRAFÍA – DIRECCIONES WWW

Las direcciones en Internet de las principales organizaciones normativas son:

	NOMBRE	SIGLA	URL
1	American National Standards Institute	ANSI	http://www.ansi.org
2	ATM Forum		http://www.atmforum.com
3	European Telecommunications Standards Institute	ETSI	http://www.etsi.fr
4	Frame Relay Forum		http://www.frforum.com
5	Gigabit Ethernet Alliance	GEA	http://www.gigabit-ethernet.org
6	Institute of Electrical and Electronic Engineers	IEEE	http://www.ieee.org
7	Internet Engineering Task Force	IETF	http://www.ietf.org
8	International Organization for Standardization	ISO1	http://www.iso.ch
9	International Telecommunications Union - Telecommunications	ITU-T	http://www.itu.ch
10	Network Management Forum		http://www.nmf.org
11	World Wide Web Consortium	W3C	http://www.w3.org

Tabla 2.2 Organizaciones normativas seleccionadas