

Contenido

Capítulo 1

Las comunicaciones. Conceptos básicos	1	1.9 Los procesos de estandarización y los organismos de normalización	59
1.1 Reseña histórica del telégrafo.....	2	1.9.1 Consideraciones generales	59
1.2 Reseña histórica de la telefonía.....	5	1.9.2 Los organismos de estandarización.....	61
1.5 La computación y las comunicaciones - C&C.....	18	1.9.2.1 Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)	61
1.5.1 Breve historia de la computadora.....	18	1.9.2.2 Organización Internacional de Estándares (ISO)	61
1.5.2 La revolución informática.....	20	1.9.2.3. Sociedad Internet (ISOC).....	62
1.5.3 La incorporación de las comunicaciones al fenómeno informático	22	1.9.2.4. Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE)	62
1.5.4 La teleinformática y las tecnologías de la información	23	1.9.3 Otros organismos vinculados a estas actividades	62
1.6 La Sociedad del conocimiento	24	1.9.3.1 American National Standards Institute (ANSI)	62
1.6.1 Las fuerzas de cambio.....	24	1.9.3.2 Electronic Industries Alliance (EIA).....	63
1.6.2 Análisis de las fuerzas de cambio	26	1.9.3.3 ADSL Forum	63
1.6.2.1 Los cambios tecnológicos y las nuevas tecnologías.....	26	1.9.3.4 MFA Forum	63
1.6.2.2 Las nuevas ideas en la economía	29	1.10 Resumen	63
1.6.2.3 El marco regulatorio de las telecomunicaciones: El proceso de globalización.....	31	1.11 Ejercicios propuestos	64
1.6.2.4 Las fuerzas sociales.....	34	1.12 Temas a desarrollar por el lector.....	64
1.7 Convergencia.....	36	1.13 Contenido de la página Web de apoyo	64
1.7.1 Conceptos generales	36	1.13.1 Mapa conceptual del capítulo.....	64
1.7.2 Análisis del concepto de convergencia.....	36	1.13.2 Línea de tiempo.....	64
1.7.3 Convergencia y la globalización de la economía	39	1.13.3 Videotutorial: La sociedad del conocimiento	64
1.8 La red Internet	40	1.13.4 Autoevaluación	64
1.8.1 Consideraciones generales	40	1.13.5 Presentaciones*	64
1.8.2 Antecedentes históricos	41	1.13.6 Ejercicios resueltos*	64
1.8.3 Funcionamiento de la red.....	43	Capítulo 2	
1.8.3.1 Definición de la red Internet	43	Transmisión de señales	65
1.8.3.2 Equipos que integran Internet y esquema de su topología..	43	2.1 Señales analógicas y señales digitales	66
1.8.3.3 Identificación de los equipos en la red.....	44	2.1.1 Introducción.....	66
1.8.4 Organizaciones que trabajan para Internet.....	49	2.1.2 Definiciones	66
1.8.4.1 La Internet Society.....	49	2.2 Transmisión de señales analógicas y digitales	66
1.8.4.2 Internet Architecture Board (IAB).....	51	2.3 Características de la transmisión de señales	69
1.8.4.3 Internet Engineering Task Force (IETF).....	51	2.4 Características de las señales utilizadas para la transmisión de señales	72
1.8.4.4 Internet Engineering Steering Group (IESG).....	52	2.4.1 Aspectos generales.....	72
1.8.4.5 Internet Research Task Force (IRTF)	53	2.4.2 Función senoidal armónica simple	73
1.8.4.6 Internet Research Steering Group (IRSG)	53	2.4.3 Función onda cuadrada.....	77
1.8.4.7 RFC Editor	53	2.4.4 Valor eficaz y valor medio de una señal senoidal: factor de forma	77
1.8.4.8 Proceso utilizado en Internet para la aprobación de normas y recomendaciones.....	53	2.4.5 Representación de señales armónicas mediante la serie de Fourier.....	80
1.8.4.9 Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN)	56		
1.8.4.10 Internet Assigned Numbers Authority (IANA).....	56		

2.4.5.1 Conceptos generales.....	80	2.8.5.4 Polar con retorno a cero (RZ).....	122
2.4.5.2 Condiciones de Dirichlet.....	80	2.8.5.5 Bipolar con retorno a cero.....	122
2.4.5.3 Desarrollo de la serie y cálculo de los coeficientes.....	80	2.8.5.6 Bipolar sin retorno a cero.....	123
2.4.5.4 Expresión compleja de la serie de Fourier.....	82	2.8.5.7 Codificación diferencial.....	123
2.4.5.5 Espectro de amplitud y de fase de una función periódica ...	82	2.8.5.8 Código Manchester.....	123
2.4.5.6 Análisis del espectro de amplitud de la señal del ejemplo 2-4.....	84	2.8.5.9 Código Manchester diferencial BIFASE.....	125
2.4.5.7 Concepto inicial de ancho de banda.....	86	2.8.5.10 Código MILLER.....	125
2.5 Unidades de medida usadas en las telecomunicaciones.....	87	2.8.5.11 Código HDB-3.....	128
2.5.1 Introducción.....	87	2.8.5.12 Regla de formación del código.....	128
2.5.2 Ganancia de un amplificador.....	87	2.8.5.13 Código 4B - 3T (4 binario - 3 ternario).....	129
2.5.3 Pérdida.....	88	2.8.6 Códigos normalizados por el UIT-T.....	129
2.5.4 Amplificadores o atenuadores en cascada.....	88	2.9 Filtros.....	130
2.5.5 El decibel.....	90	2.9.1 Introducción.....	130
2.5.6 El dBm.....	94	2.9.2 Definición.....	130
2.5.7 El dBu.....	94	2.9.3 Clasificación de los filtros.....	130
2.5.8 El dBmV.....	95	2.9.3.1 Generalidades.....	130
2.5.9 El Neper.....	95	2.9.4 Diseño de filtros.....	132
2.6 La transmisión de señales.....	95	2.9.4.1 Filtros de bobina y condensador.....	132
2.6.1 La transmisión en medios dieléctricos.....	95	2.9.4.2 Filtros de cristal.....	132
2.6.2 El espectro de frecuencias electromagnéticas.....	98	2.9.4.3 Filtros activos.....	133
2.6.2.1 Longitud de onda.....	98	2.11 Ejercicios propuestos.....	134
2.6.2.2 Espectro de frecuencia.....	100	2.10 Resumen.....	134
2.6.2.3 Bandas y gráfica del espectro de frecuencia.....	101	2.12 Temas a desarrollar por el lector.....	136
2.6.3 La transmisión en medios conductores.....	102	2.13 Contenido de la página Web de apoyo.....	136
2.6.3.1 Características de la propagación en medios conductores	102	2.13.1 Mapa conceptual del capítulo.....	136
2.6.3.2 Efecto pelicular.....	104	2.13.2 Autoevaluación.....	136
2.7 Ancho de banda.....	108	2.13.3 Presentaciones*.....	136
2.7.1 Definición de ancho de banda.....	108	2.13.4 Ejercicios resueltos*.....	136
2.7.2 Concepto de ancho de banda.....	108	Capítulo 3	
2.7.3 Capacidad de un canal de comunicaciones.....	111	Técnicas de la transmisión de la información.....	137
2.7.4 Curva de ganancia de un amplificador.....	112	3.1 Introducción.....	138
2.8 Señales en banda base.....	113	3.2. Elementos sobre la transmisión de la información.....	138
2.8.1 Definición.....	113	3.2.1 Introducción a las redes de telecomunicaciones.....	138
2.8.2 Señales unipolares, polares y bipolares.....	113	3.2.2 Estructura general de una red de telecomunicaciones...	140
2.8.2.1 Señal unipolar.....	113	3.2.3. Definiciones utilizadas en comunicaciones.....	142
2.8.2.2 Señal polar.....	114	3.2.4 Teleinformática.....	143
2.8.2.3 Señal bipolar.....	114	3.2.4.1 Definición y concepto de teleinformática.....	143
2.8.3 Transmisión en banda base.....	115	3.2.4.2 Sistemas teleinformáticos.....	144
2.8.3.1 Características generales de las transmisiones en banda base.....	115	3.2.5 Conceptos utilizados en transmisión de datos.....	145
2.8.3.2 Características particulares de las transmisiones en banda base.....	115	3.2.5.1 Definición y concepto de transmisión de datos.....	145
2.8.4 Clasificación de las señales en banda base.....	118	3.2.5.2. Definición y concepto de enlace y circuito de datos....	148
2.8.4.1 De acuerdo con el ancho de pulso.....	118	3.2.6 Definiciones utilizadas en Informática.....	153
2.8.4.2 Según la polaridad.....	118	3.2.6.1 Definición de byte.....	153
2.8.5 Códigos usados para señales en banda base.....	119	3.2.6.2 Definición de palabra.....	153
2.8.5.1 Conceptos generales.....	119	3.2.6.3 Concepto de bloque.....	154
2.8.5.2 Sin retorno a cero (NRZ).....	120	3.3 Medidas de la velocidad en la transmisión de información ...	154
2.8.5.3 Polar sin retorno a cero (NRZ).....	121	3.3.1 Definiciones.....	154

3.3.1.1 Velocidad de modulación	154	3.8.3.1 Introducción.....	193
3.3.1.2 Velocidad binaria o velocidad de transmisión, o de información.....	155	3.8.3.2 Ruido blanco, gaussiano o de Johnson	194
3.3.1.3 Velocidad de transmisión en señales multinivel.....	157	3.8.3.3 Ruido impulsivo	197
3.3.1.4 Velocidad de transferencia de datos.....	158	3.8.3.4 Ruido de intermodulación.....	198
3.3.1.5 Definición de tasa de errores	158	3.8.3.5 Diafonía	198
3.3.1.6 Velocidad real de transferencia de datos.....	159	3.8.3.6. Ruido de línea o simple	199
3.3.1.7 Eficiencia o rendimiento de un sistema de transmisión de datos.....	159	3.9 Distorsión	199
3.4 Características de un enlace de datos	162	3.9.1 Definición y conceptos generales.....	199
3.4.1 Utilización del ancho de banda	162	3.9.2 Distorsión por atenuación	199
3.4.2 Relación entre ancho de banda y velocidad de modulación. Transmisión multinivel.....	163	3.9.3 Distorsión por retardo de grupo.....	203
3.4.3 La medida del ancho de banda en canales digitales.....	164	3.9.4 Distorsión por efectos meteorológicos (enlaces inalámbricos).....	204
3.4.4 Conceptos de retardo, latencia y jitter. Su relación con el ancho de banda	165	3.10 Errores en el proceso de transmisión de datos	205
3.5 Canales de comunicaciones	168	3.10.1 Conceptos generales.....	205
3.5.1 Conceptos generales.....	168	3.10.1.1 Definición	205
3.5.2 Canal físico.....	169	3.10.1.2 De operador a operador	206
3.5.3 Canal de información.....	171	3.10.1.3 De máquina a máquina.....	206
3.5.4 Canal ideal y canal real	171	3.10.2 Tipos de errores	206
3.5.5 Canales analógicos y canales digitales	172	3.10.3 Tratamiento de los errores	207
3.5.6 Concepto de relación señal a ruido. Factor de ruido.....	173	3.10.4 Detección de errores por métodos de control de paridad.....	207
3.5.7 Acondicionamiento de los canales de comunicaciones .	174	3.10.4.1 Consideraciones generales	207
3.5.7.1 Aspectos generales.....	174	3.10.4.2 Control de la paridad vertical.....	208
3.5.7.2 Eco.....	174	3.10.4.3 Control de paridad longitudinal o bidimensional	209
3.5.7.3 Ecuilización	176	3.10.4.4 Control de paridad entrelazada o cíclica	210
3.6 Capacidad de un canal.....	176	3.10.5 Detección de errores por adición de información redundante.....	211
3.6.1 Elementos de teoría de la información. Medida de la información.....	176	3.10.5.1 Conceptos generales.....	211
3.6.2 Entropía.....	180	3.10.5.2 Detección de errores por el método de suma de verificación (checksum).....	212
3.6.2.1 Fuente de memoria nula	180	3.10.5.3 Detección de errores por el método de control por redundancia cíclica (CRC).....	213
3.6.2.2 Definición de entropía	181	3.11 Corrección de errores	216
3.6.2.3 Propiedades de la entropía.....	181	3.11.1 Consideraciones generales.....	216
3.6.3 Capacidad de un canal	184	3.11.2 Técnicas de corrección de errores	216
3.6.4 Tasa de información o velocidad de información	184	3.11.2.1 Consideraciones generales	216
3.6.4.1 Definición y conceptos básicos.....	184	3.11.2.2 Corrección hacia atrás	217
3.6.4.2 Relación entre la capacidad de un canal y la velocidad de transmisión.....	185	3.11.2.3 Corrección hacia adelante.....	217
3.6.5 Uso de la medida de la información	186	3.11.3 Corrección de errores mediante el uso de técnicas especiales de transmisión.....	217
3.7 Concepto de velocidad máxima de transmisión	187	3.11.3.1 Retransmisión de los datos erróneos	217
3.7.1 Teorema de Nyquist.....	187	3.11.3.2 Requerimiento automático de repetición.....	218
3.7.2 Teorema de Shannon-Hartley	188	3.11.3.3 Corrección de errores hacia adelante	218
3.7.3 Consideraciones particulares sobre el teorema de Shannon-Hartley	190	3.11.4 Corrección de errores mediante el empleo de códigos autocorrectores	219
3.8 Ruido	192	3.11.4.1 Introducción.....	219
3.8.1 Aspectos generales.....	192	3.11.4.2 Distancia de Hamming	220
3.8.2 Clasificación del ruido con respecto al sistema de comunicaciones	193	3.11.4.3 Código de Hamming	222
3.8.3 Distintos tipos de ruido	193	3.11.4.4. Código de Hagelbarger	223
		3.11.4.5 Código de Bose-Chaudhuri	224

3.11.5 Influencia de la tasa de error en el diseño de un sistema de transmisión de datos	224	4.3.4.1 Descripción del modelo	250
3.12 Resumen	225	4.3.4.2 Principios considerados para la determinación del número de capas	251
3.14 Temas a desarrollar por el lector	227	4.3.4.3 Relaciones entre las distintas capas	252
3.15 Contenido de la página Web de apoyo	227	4.3.4.4 El modelo de la ISO y la arquitectura TCP/IP	254
3.15.1 Mapa conceptual del capítulo	227	4.3.5 Funciones y servicios de capa	255
3.15.2 Videotutorial: Capacidad de un canal	227	4.3.5.1 Introducción	255
3.15.3 Autoevaluación	227	4.3.5.2 Capa física	255
3.15.4 Presentaciones*	227	4.3.5.3 Capa de enlace	255
3.15.5 Ejercicios resueltos*	227	4.3.5.4 Capa de red	255
		4.3.5.5 Capa de transporte	256
		4.3.5.6 Capa de sesión	256
		4.3.5.7 Capa de presentación	256
		4.3.5.8 Capa de aplicación	257
Capítulo 4		4.4 Funciones ejecutadas por las redes de telecomunicaciones ..	258
Redes de telecomunicaciones	229	4.4.1 Introducción	258
4.1 Introducción	230	4.4.2 Conmutación	258
4.1.1 Aspectos generales	230	4.4.2.1 Conceptos generales	258
4.1.2 Clasificaciones de las redes según su modo de administrarlas	231	4.4.2.2 Conmutación de circuitos	260
4.1.3 Clasificación de las redes telefónicas públicas	232	4.4.2.3 Conmutación de mensajes	262
4.1.4 Clasificación de las redes de computadoras	232	4.4.2.4 Conmutación de paquetes	263
4.1.5 Utilización de las redes de telecomunicaciones	233	4.4.3 Transmisión	266
4.1.6 Factores de los que depende la eficacia de la comunicación	234	4.5 La red telefónica conmutada	269
4.2 Topología de las redes de telecomunicaciones	234	4.5.1 Aspectos generales	269
4.2.1 Elementos constitutivos de una red	234	4.5.2 Características particulares de la red telefónica	276
4.2.1.1 Nodo	234	4.5.3 Digitalización de la red	276
4.2.1.2 Vínculos	235	4.6 Características de la voz	277
4.2.1.3 Equipo terminal	236	4.6.1 Definiciones	277
4.2.2 Concepto de topología de una red	236	4.6.2 Propagación, intensidad y potencia del sonido	277
4.2.3 Aspectos generales que hacen a las distintas topologías	236	4.6.3 Percepción del sonido	280
4.2.4 Topologías básicas	238	4.6.4 Transmisión de la voz por la red telefónica	283
4.2.4.1 En estrella	238	4.7 Función conmutación en la red telefónica	286
4.2.4.2 En malla	239	4.7.1 Características del proceso de conmutación	286
4.2.4.3 En anillo	240	4.7.2 Distintos tipos de conmutadores	287
4.2.4.4 En bus o barra	242	4.7.3 Proceso de conmutación en la red telefónica	288
4.2.4.5 Características comparativas de las topologías básicas	243	4.7.4 Plan de numeración	290
4.2.5 Topologías híbridas	243	4.7.4.1 Aspectos generales	290
4.2.5.1 Aspectos generales	243	4.7.4.2 Plan de Numeración Telefónico	292
4.2.5.2 Estrella/malla	244	4.8 Equipos terminales conectados a la red telefónica	294
4.2.5.3 Jerárquica (estrella/estrella)	244	4.8.1 Introducción	294
4.2.5.4 Anillo/estrella	245	4.8.2 Teléfonos	294
4.2.5.5 Red bus/estrella	245	4.8.3 Facsímiles	297
4.2.5.6 Estrella/Anillo	246	4.9 Distintos usos de la red telefónica	298
4.3 Arquitecturas de comunicaciones	247	4.9.1 Consideraciones generales	298
4.3.1 Aspectos generales	247	4.9.2 Circuitos conmutados	298
4.3.2 Concepto de conectividad	247	4.9.2.1 Aspectos generales	298
4.3.3 Clasificación de las arquitecturas de comunicaciones	248	4.9.2.2 Características especiales de los circuitos conmutados	299
4.3.3.1 Arquitecturas propietarias	249	4.9.3 Los circuitos arrendados	300
4.3.3.2 Arquitecturas abiertas	250	4.9.3.1 Aspectos generales	300
4.3.4 El modelo de la ISO	250		

4.9.3.2 Características especiales de los circuitos arrendados.....	300	4.14.3.2 Grado de servicio.....	328
4.9.4 Red soporte.....	301	4.14.3.3 Determinación del grado de servicio.....	329
4.9.5 Análisis de costos entre servicios conmutados y servicios permanentes.....	301	4.15 Resumen.....	330
4.10 Circuitos de dos y de cuatro hilos.....	303	4.16 Ejercicios propuestos.....	331
4.11 Señalización en la red telefónica.....	305	4.17 Temas a desarrollar por el lector.....	332
4.11.1 Conceptos generales.....	305	4.18 Contenido de la página Web de apoyo.....	332
4.11.2 Definición.....	307	4.18.1 Mapa conceptual del capítulo.....	332
4.11.3 Funciones que cumple la señalización.....	307	4.18.2 Autoevaluación.....	332
4.11.4 Características de las señales transmitidas.....	307	4.18.3 Presentaciones*.....	332
4.11.5 Funcionamiento de los sistemas de señalización en la red telefónica.....	308	4.18.4 Ejercicios resueltos*.....	332
4.11.5.1 Generalidades.....	308	Capítulo 5	
4.11.5.2 Señalización en el par telefónico entre el teléfono y la central.....	308	Medios de comunicación.....	333
4.11.5.3 Señalización en los enlaces troncales entre centrales.....	309	5.1 Introducción.....	334
4.11.6 Sistema de señalización por canal común.....	312	5.1.1 Conceptos generales.....	334
4.11.6.1 Características generales.....	312	5.1.2 Elementos caracterizantes de los medios de comunicaciones.....	335
4.11.6.2 Características particulares.....	312	5.1.2.1 Ancho de banda.....	335
4.11.6.3 Arquitectura de protocolos.....	313	5.1.2.2 Forma de transmitir las señales.....	336
4.11.6.4 Tareas que realizan los protocolos del sistema.....	314	5.1.3 Distintos medios de comunicaciones.....	338
4.11.6.5 Red de señalización.....	315	5.1.3.1 Transmisión por conducción eléctrica.....	338
4.12 Red Inteligente.....	316	5.1.3.2 Transmisión por medios ópticos u ondas electromagnéticas.....	338
4.12.1 Conceptos generales.....	316	5.2 Cables de cobre.....	339
4.12.2 Definición, objetivo y alcance.....	317	5.2.1 Definición y distintos tipos.....	339
4.12.2.1 Definición.....	317	5.2.2 Los medios de transmisión basados en conductores de cobre.....	339
4.12.2.2 Objetivo.....	317	5.3 Líneas de cobre desnudos.....	340
4.12.2.3 Alcance.....	317	5.3.1 Características generales.....	340
4.12.3 Funcionamiento.....	318	5.3.2 Detalles constructivos y operativos.....	340
4.12.3.1 Conceptos generales.....	318	5.4 Cables de par trenzados.....	341
4.12.3.2 Estructura de funcionamiento.....	318	5.4.1 Características generales.....	341
4.12.4 Servicios.....	319	5.4.2 Características eléctricas.....	341
4.12.4.1 Conceptos generales.....	319	5.4.3 Detalles constructivos y operativos.....	343
4.12.4.2 Clases y tipos de servicios.....	320	5.4.3.1 Estructura general.....	343
4.13 Redes privadas virtuales.....	321	5.4.3.2 Empleo y características de los conductores.....	344
4.13.1 Concepto y definición.....	321	5.5 Cables multipares.....	345
4.13.2 Características principales.....	322	5.5.1 Definición y uso.....	345
4.13.2.1 Físicas.....	322	5.5.2 Distintos tipos.....	345
4.13.2.2 Lógicas.....	322	5.5.3 Cables multipares subterráneos o para instalación en ductos.....	345
4.14 Ingeniería de tráfico.....	322	5.5.3.1 Definición y uso.....	345
4.14.1 Consideraciones generales.....	322	5.5.3.2 Detalles constructivos.....	345
4.14.1.1 Definiciones.....	322	5.5.3.3 Procedimientos de prueba de los cables.....	349
4.14.1.2 Ejecución de las tareas de ingeniería de tráfico.....	324	5.5.4 Cables multipares aéreos.....	351
4.14.2 Medida del tráfico.....	325	5.5.4.1 Definición y uso.....	351
4.14.2.1 Definiciones y parámetros utilizados.....	325	5.5.4.2 Detalles constructivos.....	351
4.14.2.2 Concepto de hora pico.....	325	5.6 Cables coaxiales.....	352
4.14.2.3 Unidades de medida del flujo de tráfico.....	326		
4.14.3 Congestionamiento y grado de servicio.....	328		
4.14.3.1 Concepto de congestionamiento.....	328		

5.6.1 Definición y uso.....	352	5.10.4.3 Satélites de órbita media	386
5.6.2 Detalles constructivos.....	353	5.10.4.4 Satélites de órbita geoestacionaria.....	387
5.6.3 Características eléctricas	354	5.10.4.5 Satélites de órbitas altamente elípticas	388
5.6.3.1 Capacidad e inductancia.....	354	5.10.5 Componentes de un sistema de comunicaciones por satélite	389
5.6.3.2 Impedancia característica de los cables coaxiales.....	355	5.10.5.1 Aspectos generales.....	389
5.6.3.3 Atenuación.....	355	5.10.5.2 Segmento espacial o satélite.....	390
5.6.4 Respuesta de los cables coaxiales a la transmisión de señales digitales	356	5.10.5.3 Segmento terrestre o estaciones terrestres.....	392
5.6.5 Velocidad de propagación de las señales	358	5.10.5.4 Sistemas de seguimiento, telemetría y control	393
5.6.6 Designación de los cables coaxiales.....	358	5.10.6 Características de los sistemas de comunicaciones satelitales.....	394
5.6.7 Cables Coaxiales de Varios Conductores.....	358	5.10.6.1 Servicios fijos, con o sin conmutación.....	394
5.6.7.1 Definición y uso.....	358	5.10.6.2 Servicios de difusión (broadcast capacity)	394
5.6.7.2. Detalles constructivos.....	359	5.10.6.3 Servicios móviles	394
5.7 Cables de pares trenzados blindados y sin blindar.....	359	5.10.7 Formas de acceso al satélite.....	395
5.7.1 Conceptos generales sobre el cableado estructurado....	359	5.10.7.1 Aspectos generales.....	395
5.7.2 Características Generales de los Cables UTP y STP	362	5.10.7.2 Single Channel Per Carrier - SCPC.....	395
5.7.3 Características particulares de los cables UTP y STP.....	363	5.10.7.3 Multi Channel Per Carrier - MCPC.....	396
5.7.3.1 Aspectos generales.....	363	5.10.7.4 Companded Frequency Division Multiplex - CFDM... 396	
5.7.3.2 Cables de las categorías 1 a 4.....	363	5.10.7.5 Time Division Multiplexer Asynchronous – TDMA.....	396
5.7.3.3 Cables para uso en velocidades de 100 Mbps o mayores..	364	5.10.7.6 Satellite Switched/Time Division Multiplexer Asynchronous - SS TDMA	397
5.7.3.4 Características de cada norma.....	364	5.10.8 Eco.....	397
5.7.3.5 Parámetros más representativos de cada categoría o clase..	366	5.11 Microondas	397
5.8 Cables submarinos de cobre	366	5.11.1 Definición y uso.....	397
5.8.1 Definición y uso.....	366	5.11.2 Características generales	397
5.8.2 Breve reseña histórica.....	366	5.11.3 Microondas analógicas.....	398
5.8.3 Detalles constructivos.....	367	5.11.3.1 Aspectos generales.....	398
5.9 Radiocomunicaciones.....	367	5.11.3.2 Estaciones repetidoras	399
5.9.1 Definición y uso.....	367	5.11.4 Microondas digitales	399
5.9.2 Características de las ondas de radio	369	5.11.4.1 Aspectos generales.....	399
5.9.3 Propagación de las Ondas de Radio.....	370	5.11.4.2 Métodos de modulación para señales digitales	399
5.9.3.1 Definición y conceptos generales	370	5.11.4.3 Los métodos PSK y QAM	399
5.9.3.2 Propagación por onda terrestre	371	5.11.4.4 Relación entre el método de modulación y el ancho de banda	400
5.9.3.3 Propagación por onda reflejada espacial o ionosférica ...	372	5.11.4.5 Características de las microondas digitales	401
5.9.3.4 Propagación por onda directa	379	5.11.5 Características de las antenas de microondas	401
5.10 Satélites.....	381	5.11.6 Equipo de reserva	402
5.10.1 Definición y uso.....	381	5.12 Guías de onda	402
5.10.2 Referencia histórica.....	381	5.12.1 Definición y uso.....	402
5.10.3 Las Organizaciones Internacionales para la Provisión de Servicios Satelitales.....	383	5.12.2 Características generales	402
5.10.3.1 Aspectos generales.....	383	5.12.3 Aspectos técnicos.....	403
5.10.3.2 Consorcio INTELSAT.....	383	5.13 Láser	404
5.10.3.3 INTERSPUTNIK.....	384	5.13.1 Definición y uso.....	404
5.10.3.4 INMARSAT	384	5.13.2 Características generales	405
5.10.3.5 ARABSAT	385	5.13.3 Principio de funcionamiento del láser.....	405
5.10.3.6 EUTELSAT	385	5.13.3.1 Fluorescencia.....	405
5.10.3.7 ASIASAT	385	5.13.3.2 Emisión estimulada.....	406
5.10.4 Clasificación de los distintos tipos de satélites.....	385	5.13.4 Distintos tipos de láser	406
5.10.4.1 Aspectos generales.....	385	5.13.5 Evolución futura del láser	407
5.10.4.2 Satélites de órbita baja.....	386		

5.13.6 Equipos de comunicaciones láser.....	407	5.16 Resumen.....	434
5.13.6.1 Características generales.....	407	5.17 Ejercicios propuestos.....	434
5.13.6.2 Estructura de un enlace.....	408	5.18 Temas a desarrollar por el lector.....	435
5.13.6.3 Características del equipamiento.....	409	5.19 Contenido de la página Web de apoyo.....	435
5.14 Fibras ópticas.....	409	5.19.1 Mapa conceptual del capítulo.....	435
5.14.1 Definición.....	409	5.19.2 Videotutorial: Fibras ópticas.....	435
5.14.2 Uso.....	409	5.19.3 Autoevaluación.....	435
5.14.3 Detalles constructivos de la fibra óptica.....	410	5.19.4 Presentaciones*.....	435
5.14.4 Principios de funcionamiento.....	411	5.19.5 Ejercicios resueltos*.....	435
5.14.4.1 La propagación de la luz.....	411		
5.14.4.2 Cono de aceptación.....	412		
5.14.4.3 Atenuación de la luz.....	413		
5.14.4.4 Ancho de banda de una fibra óptica.....	414		
5.14.5 Tipos de fibra óptica.....	416		
5.14.6 Pérdidas en las fibras ópticas.....	418		
5.14.6.1 Aspectos generales.....	418		
5.14.6.2 Pérdidas por dispersión modal.....	418		
5.14.6.3 Pérdidas por cromática.....	419		
5.14.6.4 Pérdidas por absorción y radiación.....	419		
5.14.6.5 Pérdidas por acoplamientos.....	419		
5.14.6.6 Pérdidas por dispersión de Rayleigh.....	420		
5.14.7 Cables ópticos mono y multifibra.....	421		
5.14.8 Sistema optoelectrónico.....	422		
5.14.8.1 Definición de sistema optoelectrónico.....	422		
5.14.8.2 Emisores de luz: LED y LASER.....	422		
5.14.8.3 Características del transmisor.....	423		
5.14.8.4 Receptores de luz: APD, PIN, PIN/FET.....	424		
5.14.8.5 Características técnicas de los fotodetectores APD, PIN, y PIN - FET.....	424		
5.14.8.6 Características del receptor.....	424		
5.14.8.7 Elementos accesorios en una instalación optoelectrónica.....	425		
5.14.8.8 Repetidores.....	425		
5.14.8.9 Empalmes.....	426		
5.14.8.10 Conectores.....	426		
5.14.8.11 Acopladores.....	427		
5.14.9 Aplicaciones especiales en las redes de datos.....	427		
5.14.9.1 Aspectos generales.....	427		
5.14.9.2 Fibra oscura.....	427		
5.14.9.3 Fibras con tecnología WDM, DWDM y CWDM.....	428		
5.14.9.4 Características de estas tecnologías.....	429		
5.15 Cables submarinos de fibra óptica.....	429		
5.15.1 Definición y estructura.....	429		
5.15.2 Tipos de cables submarinos y accesorios.....	429		
5.15.3 Elementos accesorios del cable.....	430		
5.15.3.1 Repetidores.....	430		
5.15.3.2 Derivador de ramales (Branch Unit).....	430		
5.15.3.3 Cajas de empalme.....	430		
5.15.4 Proceso de instalación del cable submarino.....	430		
5.15.5 Futuro del cable submarino.....	433		
		Capítulo 6	
		La capa física.....	437
		6.1 Introducción.....	438
		6.1.1 Conceptos generales.....	438
		6.1.2 Restricciones que se han de tener en cuenta para el transporte de señales.....	440
		6.1.3 Evolución en el concepto de redes y servicios de telecomunicaciones.....	441
		6.1.4 Características técnicas de las señales utilizadas en las redes NGN.....	442
		6.1.4.1 Generalidades.....	442
		6.1.4.2 Voz, video y señales isócronas.....	443
		6.1.4.3 Voz, video y señales isócronas comprimidas.....	443
		6.1.4.4 Datos confiables/Aplicaciones de misión crítica.....	443
		6.1.4.5 Datos no confiables (correo, navegación en Internet, etc.).....	444
		6.2 Tipos de transmisión.....	444
		6.2.1 Método símplex.....	444
		6.2.2 Método semidúplex.....	445
		6.2.3 Método dúplex.....	445
		6.3 Modos de transmisión.....	446
		6.3.1 Introducción.....	446
		6.3.2 Transmisión en modo paralelo.....	447
		6.3.2.1 Definición.....	447
		6.3.2.2 Características de la transmisión en modo paralelo.....	447
		6.3.3 Transmisión en modo serie.....	448
		6.3.3.1 Definición.....	448
		6.3.3.2 Características de la transmisión en modo serie.....	449
		6.3.3.3 Receptor-Transmisor Asíncrono Universal (UART).....	450
		6.4 La capa física.....	450
		6.4.1 Generalidades.....	450
		6.4.2 Normalización de las interfaces de la capa física.....	451
		6.4.2.1 Aspectos generales.....	451
		6.4.2.2 Niveles de normalización.....	451
		6.5 Interfaces y buses en modo paralelo.....	453
		6.5.1 Generalidades.....	453
		6.5.2 Características técnicas de algunas interfaces o buses en modo paralelo.....	454
		6.5.2.1 Interfaz ATA.....	454
		6.5.2.2 Interfaz IEEE 1284 – Centronics.....	455

6.6 Buses e interfaces en modo serie.....	458	6.7.5.2 Características de calidad los relojes patrones	502
6.6.1 Recomendaciones RS 232–V.24	458	6.7.6 Transmisión asincrónica.....	502
6.6.1.1 Consideraciones generales.....	458	6.7.6.1 Introducción.....	502
6.6.1.2 Características técnicas principales.....	459	6.7.6.2 Descripción del procedimiento asincrónico.....	502
6.6.1.3 Principales limitaciones que presenta.....	459	6.7.6.3 Características de la transmisión asincrónica	503
6.6.1.4 Características de normalización para el nivel mecánico	460	6.8 Resumen.....	504
6.6.1.5 Características de normalización para el nivel eléctrico	461	6.7.7 Transmisión sincrónica	505
6.6.1.6 Características de normalización para el nivel lógico....	461	6.7.7.1 Introducción.....	505
6.6.1.7 Descripción de algunos procedimientos de esta recomendación	466	6.7.7.2 Descripción del procedimiento sincrónico.....	505
6.6.2 Recomendación V.35	468	6.7.7.3 Características de la transmisión sincrónica	505
6.6.2.1 Aspectos generales	468	6.9 Ejercicios propuestos.....	506
6.6.2.2 Características de normalización para el nivel mecánico ...	469	6.10 Temas a desarrollar por el lector	507
6.6.2.3 Características de normalización para el nivel eléctrico	469	6.11 Contenido de la página Web de apoyo	507
6.6.2.4 Características de normalización para el nivel lógico...	469	6.11.1 Mapa conceptual del capítulo	507
6.6.3 Recomendación X.21.....	470	6.11.2 Autoevaluación	507
6.6.3.1 Consideraciones generales.....	470	6.11.3 Presentaciones*	507
6.6.3.2 Características de normalización para el nivel mecánico	471	6.11.4 Ejercicios resueltos*.....	507
6.6.3.3 Características de normalización para el nivel eléctrico	471	Capítulo 7	
6.6.3.4 Características de normalización para el nivel lógico...	472	Modulación y digitalización de señales.....	509
6.6.4 Interfaz USB	475	7.1 Introducción.....	510
6.6.4.1 Consideraciones generales.....	475	7.1.1 Conceptos generales	510
6.6.4.2 Características particulares	476	7.1.2 Particularidades del proceso de modulación	510
6.6.4.3 Características técnicas	477	7.1.3 Particularidades del proceso de digitalización.....	511
6.6.4.4 Características de normalización para el nivel mecánico ..	477	7.2 Modulación.....	513
6.6.4.5 Características de normalización para el nivel eléctrico ...	480	7.2.1 Definición	513
6.6.4.6 Características de las señales en banda base que utiliza ...	481	7.2.2 Clasificación de las técnicas de modulación.....	514
6.6.4.7 Conexión de dispositivos a través de hub.....	481	7.3 Modulación por onda continua	516
6.6.4.8 Características de normalización para el nivel lógico...	483	7.3.1 Introducción.....	516
6.6.4.9 Tipos de transmisión	486	7.3.2 Modulación de amplitud	517
6.6.4.10 Características principales de la versión USB 3.0.....	486	7.3.2.1 Definición	517
6.6.4.11 Diferencias significativas entre las versiones 2.0 y 3.0.....	487	7.3.2.2 Variación del nivel de la onda portadora	517
6.6.5 Interfaz FireWire-IEEE 1394.....	487	7.3.2.3 Por supresión de la onda portadora.....	519
6.6.5.1 Consideraciones generales.....	487	7.3.2.4 Proceso de un modulador en amplitud.....	519
6.6.5.2 Características particulares	488	7.3.2.5 Fundamentos teóricos del proceso de modulación en AM..	520
6.6.5.3 Características técnicas del cable y los conectores	488	7.3.3 Modulación de frecuencia	523
6.6.5.4 Diferentes estándares.....	489	7.3.3.1 Definición	523
6.6.6 Comparación entre USB y IEEE 1394.....	491	7.3.3.2 Fundamentos teóricos del proceso de modulación en frecuencia.....	525
6.7 Sincronismo	492	7.3.3.3 Caso práctico de modulación en frecuencia de una señal digital	527
6.7.1 Concepto de sincronismo	492	7.3.3.4 Modulación de frecuencia de banda angosta	528
6.7.2 La escala del tiempo.....	493	7.3.3.5 Modulación de banda ancha	528
6.7.3 Las funciones de las distintas señales de tiempo	494	7.3.4 Modulación de fase	529
6.7.4 Distintos tipos de sincronismo.....	495	7.3.4.1 Definición	529
6.7.4.1 Sincronismo de bit.....	495	7.3.4.2 Fundamentos teóricos del proceso de modulación de fase (PM).....	530
6.7.4.2 Sincronismo de byte	498	7.3.4.3 Modulación multifase - MPSK - Multi Phase Shift Keying....	531
6.7.4.3 Sincronismo de trama.....	498	7.3.4.4 Modulación multinivel.....	535
6.7.4.4 Sincronismo de paquetes.....	499		
6.7.4.5 Sincronismo de red.....	500		
6.7.5 Los relojes utilizados en la red.....	500		
6.7.5.1 Los relojes patrones.....	500		

7.4 Equipos Módem	536	7.7.3.1 DOCSIS, Cable Labs Europa y CableLabs	592
7.4.1 Distintos tipos de equipos módem	536	7.7.3.2 Características generales del estándar DOCSIS.....	594
7.4.2 Características de los módem de rango vocal.....	536	7.7.3.3 Características de la prestación del servicio de conectividad a la Red Internet.....	594
7.4.2.1 Introducción	536	7.7.3.4 Esquemas de protocolos utilizados en las normas DOCSIS.....	596
7.4.2.2 Definición de módem de rango vocal	537	7.7.4 Comparación entre la tecnología XDSL y Cable Módem .	597
7.4.3 Funciones de los módem de rango vocal.....	537	7.8 Modulación por pulsos	597
7.4.3.1 Funciones básicas.....	537	7.8.1 Definición	597
7.4.3.2 Funciones complementarias.....	539	7.8.2 Clasificación de la modulación por pulsos.....	599
7.4.3.3 Funciones especiales	541	7.8.2.1 Modulación por pulsos analógica.....	599
7.4.4 Los canales telefónicos analógicos.....	543	7.8.2.2 Modulación por pulsos digital.....	599
7.4.4.1 Características de los canales telefónicos.....	543	7.8.3 Ventajas de la modulación por pulsos.....	599
7.4.4.2 Utilización de módem en los canales telefónicos analógicos	543	7.8.4 Modulación de pulsos analógica	600
7.4.4.3 El sincronismo de los módems.....	544	7.8.4.1 Concepto general	600
7.4.4.4 Módems de baja velocidad.....	545	7.8.4.2 Modulación de pulsos por amplitud - PAM	601
7.4.5 Módems de media y alta velocidad	547	7.8.4.3 Modulación de pulsos por variación del ancho del pulso - PDM.....	601
7.4.5.1 La Red Internet y la necesidad de equipos modem más veloces	547	7.8.4.4 Modulación de pulsos por modificación de la posición del pulso - PPM.....	601
7.4.5.2 Características particulares de la Recomendación V.34	548	7.9 Digitalización	602
7.4.6 Módems de muy alta velocidad inteligentes (<i>smart modem</i>).....	552	7.9.1 Introducción a las redes digitales	602
7.4.6.1 Aspectos generales.....	552	7.9.2 Antecedentes del muestreo: el Teléfono de Reis.....	604
7.4.6.2 Características principales	554	7.9.3 Muestreo de señales	604
7.4.6.3 Funciones que prestan los módems inteligentes.....	555	7.9.3.1 Proceso de muestreo	604
7.4.7 Características técnicas y operativas de un módem ..	569	7.9.3.2 Aplicación del Teorema de Nyquist o del Muestreo.....	606
7.5 Módem banda base	569	7.9.3.3 Diferentes procesos de muestreo.....	607
7.6 Redes de acceso utilizando tecnologías xDSL	570	7.9.4 Cuantificación	609
7.6.1 Concepto de redes de banda ancha.....	570	7.9.4.1 Conceptos generales y definición.....	609
7.6.2 Características de la red de cables de cobre.....	571	7.9.4.2 Error de cuantificación	610
7.6.3 Las Tecnologías xDSL.....	573	7.9.4.3 Distintos tipos de cuantificación	610
7.6.4 Tecnología ADSL	574	7.9.4.4 Compansión.....	612
7.6.4.1 Generalidades	574	7.9.4.5 Leyes de Cuantificación	614
7.6.4.2 Arquitectura ADSL.....	575	7.9.5 Codificación	616
7.6.4.3 Funcionamiento del ADSL.....	577	7.10 Modulación digital de pulsos	619
7.6.4.4 Las últimas versiones del estándar ADSL.....	580	7.10.1 Diferentes tipos	619
7.6.4.5 Características del estándar ADSL: ventajas y desventajas. .	582	7.10.2 Ventajas de la modulación digital.....	619
7.7 Cable Módem	583	7.10.3 Modulación por pulsos codificados - PCM.....	620
7.7.1 Introducción.....	583	7.10.3.1 Definición	620
7.7.1.1 Las redes de distribución de señales de televisión por cable.....	583	7.10.3.2 Descripción	620
7.7.1.2 Los servicios que presta una Red de Distribución de Señales de Televisión por Cable	586	7.10.3.3 Ruido en los sistemas PCM.....	622
7.7.2 Arquitectura de una red híbrida de cable para la transmisión de televisión, datos, voz y otros servicios	587	7.10.3.4 Características técnicas de los sistemas PCM.....	622
7.7.2.1 Consideraciones generales	587	7.10.4 Variantes de la modulación por pulsos codificados ...	623
7.7.2.2 Estructura del circuito de datos con cable módem.....	588	7.10.4.1 Conceptos generales.....	623
7.7.2.3 Equipo del Sistema de Terminación del Cable Módem - CMTS.....	589	7.10.4.2 Modulación delta	623
7.7.2.4 Equipo Cable Módem.....	590	7.10.4.3 Modulación delta adaptativa	626
7.7.3 Las especificaciones DOCSIS	592	7.10.4.4 Modulación PCM diferencial	626
		7.11 Resumen	627
		7.12 Ejercicios propuestos	627

7.13 Temas a desarrollar por el lector.....	628	8.5.1 Introducción	654
7.14 Contenido de la página Web de apoyo	628	8.5.2 Esquema de funcionamiento de la multiplexación por división de tiempo estadística.....	654
7.14.1 Mapa conceptual del capítulo	628	8.6 Redes ópticas.....	655
7.14.2 Autoevaluación.....	628	8.6.1 Introducción	655
7.14.3 Presentaciones*.....	628	8.6.1.1 Reseña histórica	655
7.14.4 Ejercicios resueltos*	628	8.6.1.2 Definición y características	658
Capítulo 8		8.6.1.3 Ventajas de las redes ópticas.....	660
Tecnologías para el transporte de señales.....	629	8.6.2 Sistemas ópticos WDM, CWDM y DWDM	660
8.1 Introducción	630	8.6.2.1 Fibras ópticas	660
8.1.1 La crisis del ancho de banda.....	630	8.6.2.2 Sistemas de transmisión por fibras.....	662
8.1.2 Exaflood: un fenómeno de las crisis del ancho de banda.....	631	8.6.2.3 Sistemas unidireccionales y bidireccionales.....	663
8.1.3 Los requerimientos de ancho de banda de distintos sectores	632	8.6.2.4 Capacidad de las fibras	664
8.1.4 Distintas variantes para mejorar la capacidad de un canal.....	633	8.6.2.5 Atenuación en la propagación de las señales ópticas.....	665
8.1.5 La idea de multiplexar	634	8.6.2.6 Amplificador de Fibra Dopada con Erblio - EDFA.....	665
8.2 Multiplexación.....	634	8.6.2.7 Amplificador Raman	667
8.2.1 Definición de multiplexación	634	8.6.2.8 Amplificador óptico de semiconductores.....	668
8.2.2 Uso de las técnicas de multiplexación	635	8.6.2.9 Funciones que realizan los distintos tipos de hardware óptico	668
8.2.3 Técnicas de multiplexación	636	8.7 Transmisión sincrónica	669
8.3 Multiplexación por división de frecuencia (FDM).....	636	8.7.1 Introducción	669
8.3.1 Definición y breve reseña histórica.....	636	8.7.2 Historia y características	672
8.3.2 Esquemas de funcionamiento de la multiplexación por división de frecuencia.....	637	8.8 Comunicaciones por redes ópticas.....	674
8.3.3 Formación del esquema básico de multiplexación por división de frecuencia.....	638	8.8.1 Topología de las redes ópticas de comunicaciones.....	674
8.3.4 Formación de órdenes superiores de multiplexación de las jerarquías analógicas.....	640	8.8.2 Funciones de transporte y conmutación en redes ópticas	676
8.3.5 Utilización del concepto de multiplexación por división de frecuencia en otras aplicaciones.....	641	8.8.3 Clasificación de las Redes ópticas de Transporte	677
8.3.5.1 Acceso múltiple por división de frecuencia - FDMA	641	8.9 Jerarquía digital sincrónica	678
8.3.5.2 Utilización del espectro para los servicios de radiodifusión	641	8.9.1 Características generales	678
8.3.5.3 Multiplexación por división de longitud de onda - WDM, DWDM y CWDM.....	642	8.9.2 Estructura de las tramas SDH	680
8.3.5.4 Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales .	642	8.9.3 Contenedores Virtuales: Transporte de Señales PDH	682
8.4 Multiplexación por división de tiempo - TDM.....	643	8.10 SONET - Synchronous Optical Network.....	684
8.4.1 Introducción y definición.....	643	8.11 Interrelación entre SONET y SDH	685
8.4.2 Esquema de funcionamiento de la multiplexación por división de tiempo	644	8.12 El futuro de las redes ópticas	686
8.4.2.1 Procedimiento general.....	644	8.13 Resumen.....	687
8.4.2.2 Armado de las tramas.....	645	8.14 Ejercicios propuestos	687
8.4.3 Formación del esquema básico de multiplexación digital.....	647	8.15 Temas a desarrollar por el lector	687
8.4.4 Sincronización	650	8.16 Contenido de la página Web de apoyo.....	688
8.4.5 Formación de órdenes superiores de multiplexación de la Jerarquía Digital Plesiócroma	650	8.16.1 Mapa conceptual del capítulo	688
8.5 Multiplexación por división de tiempo estadística - (STDM)...	654	8.16.2 Videotutorial: Tecnologías para el transporte de señales	688
		8.16.4 Autoevaluación	688
		8.16.5 Presentaciones*	688
		8.16.6 Ejercicios resueltos*.....	688
		Siglas, acrónimos y abreviaturas.....	689
		Bibliografía	695
		Índice analítico	699