

[Área personal](#) / Mis cursos / [2021 - Comunicaciones K4051](#) / [General](#) / [2P](#)

Comenzado el Wednesday, 7 de July de 2021, 18:45

Estado Finalizado

Finalizado en Wednesday, 7 de July de 2021, 20:06

Tiempo 1 hora 21 minutos

empleado

Comentario - Muy bien.

Pregunta 1

Finalizado

Puntúa como
2,00

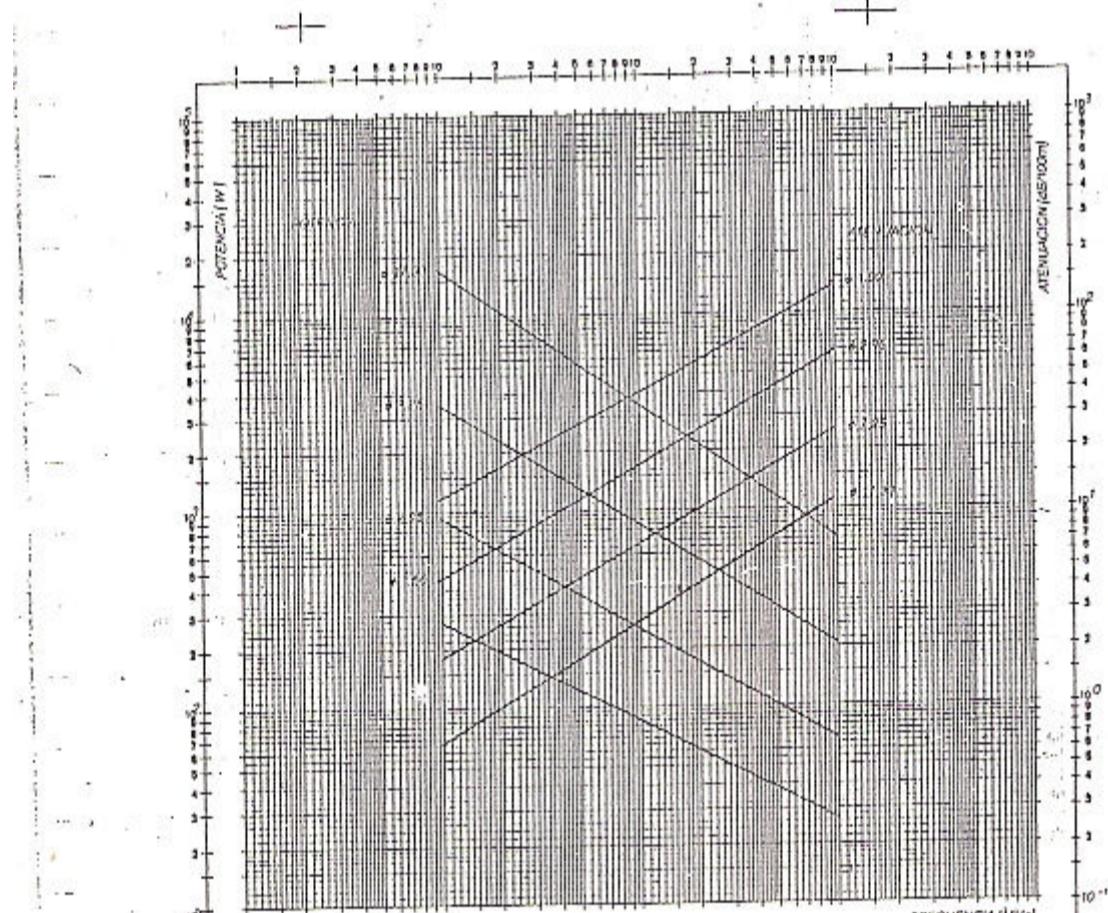
Dado un enlace radioeléctrico a la frecuencia de 90 MHz,

- A qué banda del espectro electromagnético de la UIT corresponde?
- Cuál es la longitud necesaria de las antenas Tx y Rx para un buen rendimiento si las mismas son de un cuarto de longitud de onda?
- Si la distancia entre el equipo de radio y la antena es de 25 metros, cuál se usará como línea de transmisión: el coaxil RG 214/U o el RG 177/U? Justifique. Usar el folleto técnico.
- Considerando los datos anteriores para el Tx y Rx, siendo la potencia del transmisor de 100W y la atenuación en el espacio libre con onda directa de 40 dB, qué potencia en mW se recibiría en el receptor suponiendo que la ganancia de cada antena en el Tx y Rx es de 10 dB?



CARACTERISTICAS: (tabla 2)

COAXIAL TIPO	Eléctricas				Operativas					
	IMPEDANCIA $Z_s = [\Omega]$ $\pm 2 \Omega$	CAPACIDAD $C = [pF/m]$	VELOC. PROP. $V_s = [\%]$	TENSION MAX. $U_{mu} = [KV]$	ATENUACION A 20°C $\alpha = [dB/100 m]$					
					10	50	100	200	400	1000
RG 174 A/U	50	101	66	1,5	12,8	23	29,2	39,4	61	98,4
RG 122/U	50	101	66	1,9	5,9	14,2	23	36,1	56	95,2
RG 58 C/U	50	101	66	1,9	4,9	12	17	26	38	65
RFA 58 C/U	50	101	66	1,9	4,3	10	14	20	29	45
RG 223/U	50	101	66	1,9	3,9	9,5	15,0	23	33	54,2
RG 213/U	50	101	66	5	2	4,9	6,9	10,3	15,5	27,5
RFA 9 B/U	50	101	66	5	2,2	5,4	7,6	11,5	17,5	30
RG 214/U	50	101	66	5	2,2	5,4	7,6	10,9	17	28,9
RG 218/U	50	101	66	11	0,7	1,8	2,8	4,3	6,8	13
RG 177/U	50	101	66	11	0,8	1,8	3,1	4,9	7,9	14,5



- Pertenece a la banda del espectro de MAF, Muy Alta Frecuencia (30MHz - 300MHz)
- La longitud necesaria de la antena será de 0.83m
- La Atenuación a 25m del RG214 es de 1.79Db, mientras que para el RG177 es de 0.71Db, por lo tanto utilizaría el RG177 ya que atenúa menos.
- $SRx = 721.1 \text{ mW}$

[Ejercicio 1.pdf](#)

Comentario:

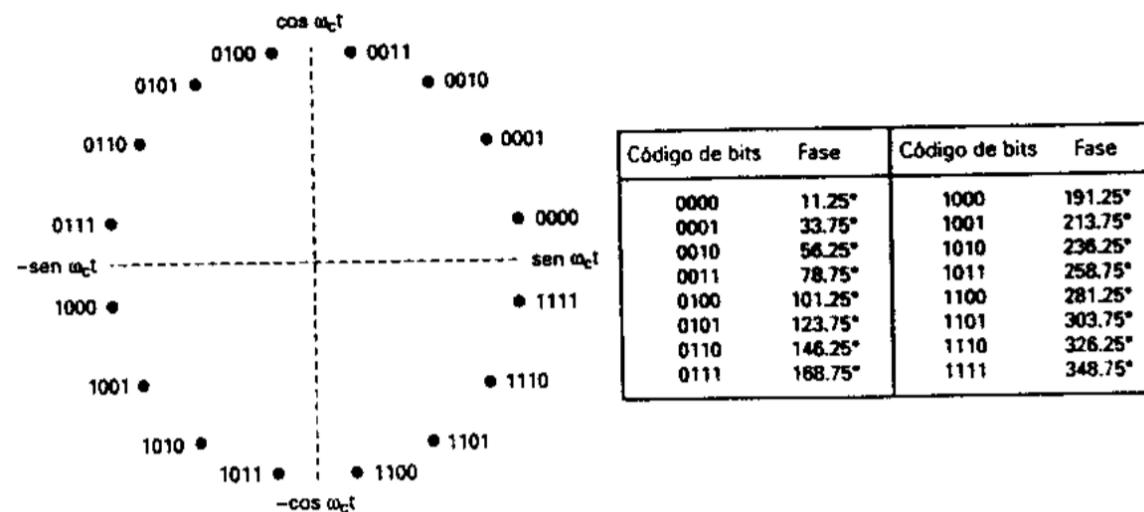
Pregunta 2

Finalizado

Puntúa como
2,00

Para realizar una compra de módem se solicita la descripción técnica del mismo recibiéndose gráfico que se observa a continuación.

1. Qué información es la que se está dando? Qué modulación es la usada en el módem?
2. Encuentra alguna observación a realizar al proveedor del equipo en función de la teoría desarrollada en clase? Qué consecuencia resulta de ella en la operación?
3. Suponiendo una velocidad de 2400 baudios, cuál es la velocidad de transmisión? Cómo se comporta frente a la probabilidad de error de una modulación que obtenga una velocidad de transmisión de 4800 bps.



1. Se brinda un diagrama fasorial en el cual se visualiza la relación entre estados y fases de una modulación 16-PSK.
2. No se realizó correctamente el código de Gray, por lo tanto hay mayor diferencia de bits que uno entre estados adyacentes.
3. Vtx = 9600bps. 16PSK tiene mayor probabilidad de error que 4PSK, ya que 16PSK tiene menor distancia entre estados que 4PSK.

[Ejercicio 2.pdf](#)

Comentario:

Pregunta 3

Incorrecta

Puntúa como
1,00

Qué técnica de multiplexión es la más moderna y con mayores prestaciones de las mencionadas?

Seleccione una o más de una:

- a. CDM
- b. FDM
- c. TDM
- d. Ninguna de las anteriores
- e. WDM

Respuesta incorrecta.

La respuesta correcta es: WDM

Pregunta 4

Finalizado

Sin calificar

Adjuntar una "selfi" con el mismo aspecto que se tuvo en la sala de reunión previo al inicio del cuestionario.

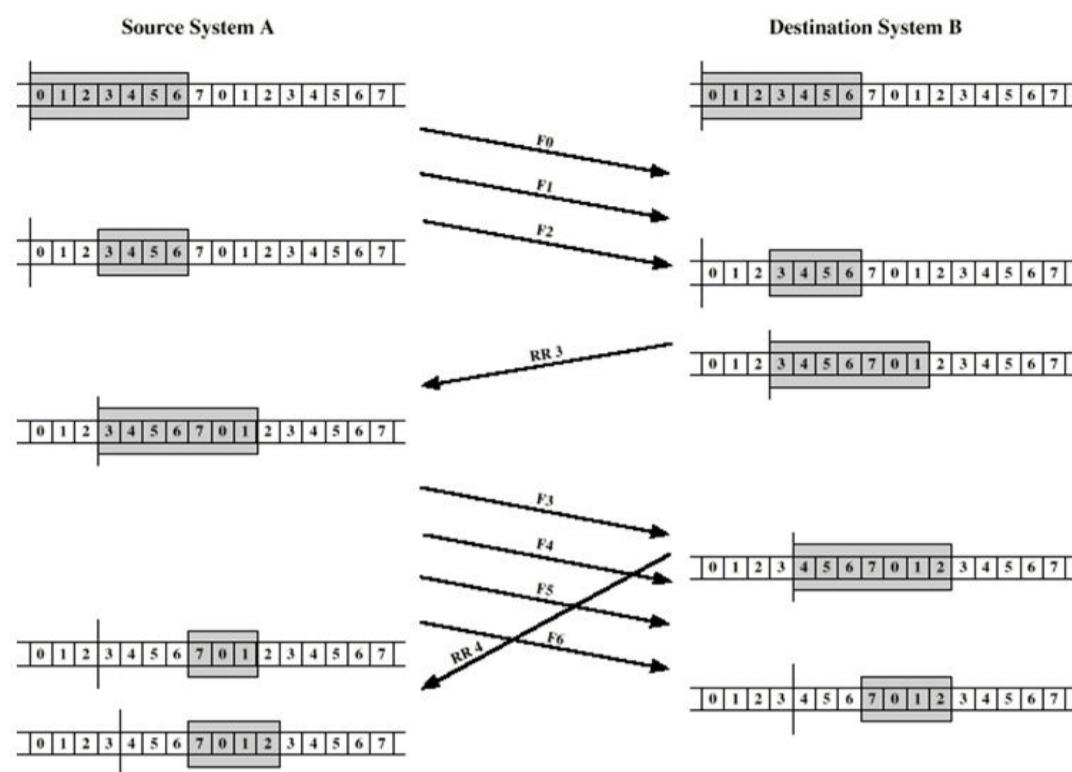
[selfie \(2\).jpeg](#)

Pregunta 5

Incorrecta

Puntúa como
1,00

Qué afirmaciones se pueden asumir como correctas respecto del ARQ aplicado en el intercambio de paquetes del siguiente gráfico?



Seleccione una o más de una:

- a. Del lado de origen se observa en alguna instancia una ventana de 5
- b. Se opera con tamaño de ventana máximo de 8
- c. Del lado destino se observa en alguna instancia una ventana de 3
- d. Ninguna de las anteriores ✗
- e. Del lado origen la ventana no es deslizante

Respuesta incorrecta.

La respuesta correcta es: Se opera con tamaño de ventana máximo de 8

Pregunta 6

Correcta

Puntúa como
1,00

Qué opciones constituyen términos relacionados correctamente?

Seleccione una o más de una:

- a. Banda base - modulación
- b. Cablemodem - GPON
- c. HDSL - asimétrico
- d. E2 - PDH ✓
- e. Ninguno de los anteriores

Respuesta correcta

La respuesta correcta es: E2 - PDH

Pregunta 7

Correcta

Puntúa como
1,00

Qué afirmación sobre cableado UTP es correcta, teniendo en cuenta el folleto técnico adjunto?

PERFORMANCE DATA												
Frequency (MHz)	.772	1	4	8	10	16	20	25	31.25	62.5	100	
Attenuation*	Nominal	1.6	1.8	3.6	5.3	6.1	7.5	8.5	9.5	10.8	15.7	20.2
[dB/100m]	Maximum	1.8	2.0	4.1	5.8	6.5	8.2	9.3	10.4	11.7	17.0	22.0
NEXT (dB)*	[Worst Case]	64	62	53	48	47	44	42	41	40	35	32
Impedance*	100 Ohms +/- 7% typical (+/- 15% maximum) 1-100 MHz											
Mutual Capacitance:	13.5 pF/ft nom.											
DC Resistance:	9.38 ohms/100m max.											

*Measurements are performed using swept-frequency testing.

ORDERING DATA

PLenum	UL LISTED	CMP	CSA	PCC	ET6/R42
Part No.	AWG	No. Pairs	Diameter	Lbs/kft.	Jacket
230205	24 BC	2	.142	11	Polymer Alloy
230247	24 BC	4	.149	18	Fluoropolymers
230292	24 BC	4	.161	21	Polymer Alloy
230316	24 BC	8[2 x 4] ¹	.149 x .340	43	Polymer Alloy
230356	24 BC	8[2 x 4] ²	.149 x .325	39	Polymer Alloy

¹ CAT 5 - CAT 5; ² CAT 5 - CAT 3

RISER	UL LISTED	CMR	CSA	PCC	ET6/R42
Part No.	AWG	No. Pairs	Diameter	Lbs/kft.	Jacket
530121	24	2	.185	16	FR-PVC
530123	24	4	.199	22	FR-PVC
530141*	24	4	.187	20	FR-PVC
530131*	24	4	.255	29	FR-PVC
540121†	24 [7]	4	.215	23	FR-PVC

*UL Listed Only

† TIA/EIA-568-B

† Category 5 Patch Cable per TIA/EIA-568A.

**Berk-Tek**

Premises Networking &
Interconnection Technology
Products Division
132 White Oak Road
New Holland, PA 17557
P/717/354-6200
F/717/354-7944

J - 8 0 0 - B E R K - T E K

Selección una o más de una:

- a. La atenuación nominal es de 4,875 dB a 7 MHz ✓
- b. La diafonía NEXT es de 57,67 dB a 10 MHz
- c. Ninguna de las anteriores
- d. La diafonía NEXT es de 57,67 dB a 6 MHz
- e. La impedancia es de 100 ohms operando a 1 GHz

Respuesta correcta

La respuesta correcta es: La atenuación nominal es de 4,875 dB a 7 MHz

Pregunta 8

Correcta

Puntúa como
1,00

En la digitalización de señales analógicas, ¿ qué opción incluye a todos los procesos necesarios y en el orden correspondiente?

Seleccione una:

- a. Muestreo, cuantificación, codificación ✓
- b. Muestreo, cuantificación, señalización
- c. Muestreo, codificación, cuantificación
- d. Ninguno de los anteriores
- e. Modulación, cuantificación, codificación

Respuesta correcta

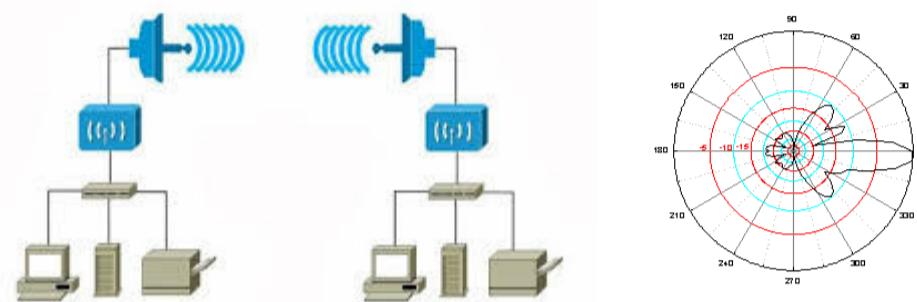
La respuesta correcta es: Muestreo, cuantificación, codificación

Pregunta 9

Correcta

Puntúa como
1,00

El diagrama de radiación que se observa corresponde a las antenas de este radioenlace.



Seleccione una:

- Verdadero ✓
- Falso

Es un diagrama unidireccional apropiado para el radioenlace.

La respuesta correcta es 'Verdadero'

Pregunta 10

Finalizado

Sin calificar

Pregunta para redactar justificación o subir imágenes.

Adjunto justificaciones.

[Justificaciones - Maximiliano Feldman.pdf](#)

[◀ Orientación 2do parcial COMUNICACIONES](#)

[Ir a...](#)

[Introducción a la Teleinformática ►](#)



Página Principal ► 2020 - Comunicaciones - K4572 ► General ► R2P

Navegación Por El Cuestionario

1 2 3 4 5 6 7
8 9

Mostrar una página cada vez

Finalizar revisión

Comenzado el Friday, 11 de December de 2020, 19:05

Estado Finalizado

Finalizado en Friday, 11 de December de 2020, 20:17

Tiempo empleado 1 hora 11 minutos

Calificación 4,75 de 10,00 (48%)

Pregunta 1

Dado el siguiente código compuesto por 4 mensajes:

000 110 011 101

Cuántos errores detecta y cuantos corrige?

Se indica número detección, número corrección. Ejemplo: 3,2

Seleccione una o más de una:

- a. 2,1
- b. 2,0
- c. Ninguna de las anteriores
- d. 1,1
- e. 1,0 ✓

La respuesta correcta es: 1,0

(1526) nuevos mensajes

Ir a mensajes Ignorar

Pregunta 2

Finalizado

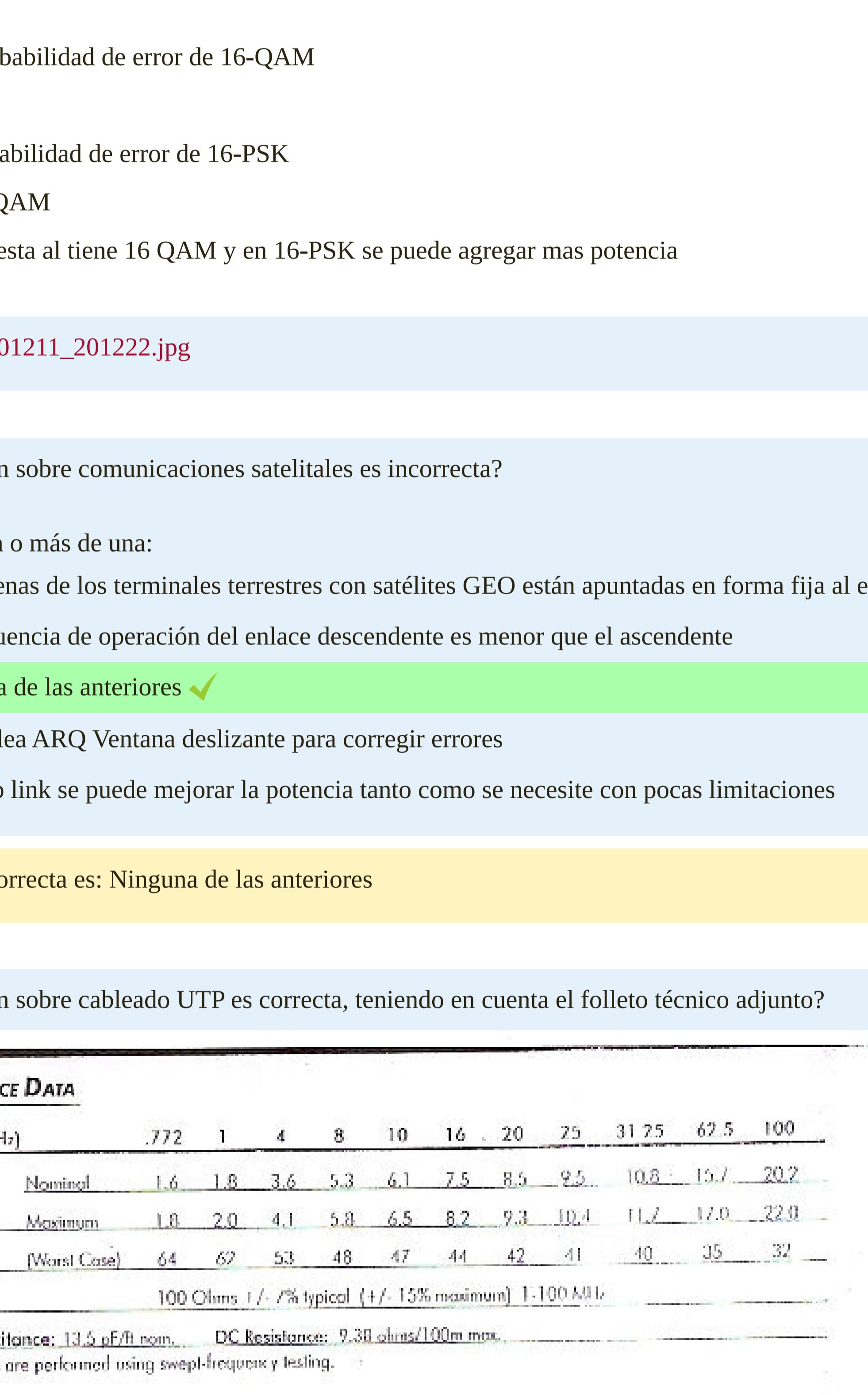
Puntúa 1,25 sobre 2,00

Marcar pregunta

Dado un enlace radioeléctrico a la frecuencia de 20 MHz,

1. A qué banda del espectro electromagnético de la UIT corresponde?
2. Cuál es la longitud necesaria de las antenas Tx y Rx para un buen rendimiento si las mismas son de media longitud de onda?
3. Si la distancia entre el equipo de radio y la antena es de 25 metros, cuál se usará como línea de transmisión: el coaxial RG 223 C/U o el RG 214/U? Justifique. Usar el folleto técnico.
4. Considerando los datos anteriores para el Tx y Rx, siendo la potencia del transmisor de 100W y la atenuación en el espacio libre con onda ionosférica de 40 dB, qué potencia en mW se recibiría en el receptor suponiendo que la ganancia de cada antena en el Tx y Rx es de 10 dB?

COAXIAL TIPO	Eléctricas					Operativas					
	IMPEDANCIA $Z_0 = [Ω]$	CAPACIDAD $C = [\text{pF/m}]$	VELOC. PROP. $V_s = [\%]$	TENSION MAX. $U_{\text{max}} = [\text{kV}]$	ATENUACION A 20°C $\alpha = [\text{dB/100 m}]$	10	50	100	200	400	1000
RG 174 A/U	50	101	68	1,5	12,8	23	29,2	35,4	61	90,4	112
RG 122 U	50	101	68	1,9	5,9	14,2	23	36,1	55	95,2	112
* RG 58 C/U	50	101	68	1,9	4,9	12	17	26	38	65	112
RFA 58 C/U	50	101	68	1,9	4,3	10	14	20	29	45	112
RG 223 U	50	101	68	1,9	3,9	9,5	15,0	23	33	54,2	112
* RG 213 U	50	101	68	5	2	4,9	6,9	10,3	15,5	27,5	112
RFA 9 B/U	50	101	68	5	2,2	5,4	7,6	11,5	17,5	30	112
RG 214 U	50	101	68	5,1	2,2	5,4	7,6	10,9	17	28,9	112
RG 218 U	50	101	68	11	0,7	1,8	2,8	4,3	6,8	13	112
RG 177 U	50	101	68	11	0,8	1,8	3,1	4,9	7,9	14,5	112



- 1) corresponde al HF en el intervalo de 3 a 30 MHz
- 2) sea L2: longitud de antena de media onda de antenas Tx y Rx

$$L2 = c/(10MHz) * 1/2 = 3 \cdot (10^8) \text{ m/s} * (1/20 \cdot 10^6 \text{ Hz}) * 1/2$$

$$L2 = 15 \text{ m} * 1/2$$

$$L2 = 7,5 \text{ metros}$$

- 3) y 4) adjunto dos fotos

Pregunta 3

Finalizado

Puntúa 1,00 sobre 2,00

Marcar pregunta

Se quiere transmitir por un canal telefónico, que permite una velocidad de modulación de 1200 baudios, información a una velocidad de transmisión de 2400 bps. Se cuenta con un módem que opera con modulación M-PSK.

- Cuantas fases se emplean y qué cantidad de bits se necesitan para su codificación. Proponer el diagrama de estados y el cuadro con la mejor asignación de combinación de bits a cada fase. Cómo se llama la modulación empleada?
- Si se quisiera transmitir a 4800 bps: cuántos saltos de fase de la portadora se emplearían, qué cantidad de bits se necesitan para la codificación de cada una y qué consideración cabría sobre la probabilidad de error respecto a la anterior velocidad no variando las condiciones.
- Si pasamos con la misma cantidad de estados a una modulación M-QAM cuál tiene mejor respuesta frente a la probabilidad de errores?

- a) adjunto una foto

- b) esta en la misma foto que de a)

- c) si en M-QAM

con $M=16$

sea

P16QAM=Probabilidad de error de 16-QAM

y

P16PSK=Probabilidad de error de 16-PSK

P16PSK>P16QAM

la mejor respuesta al tiene 16 QAM y en 16-PSK se puede agregar mas potencia

Pregunta 4

Parcialmente correcta

Puntúa 0,50 sobre 1,00

Marcar pregunta

Qué afirmación sobre comunicaciones satelitales es incorrecta?

Seleccione una o más de una:

- a. Las antenas de los terminales terrestres con satélites GEO están apuntadas en forma fija al espacio

- b. La frecuencia de operación del enlace descendente es menor que el ascendente

- c. Ninguna de las anteriores ✓

- d. Se emplea ARQ Ventana deslizante para corregir errores

- e. En el up link se puede mejorar la potencia tanto como se necesite con pocas limitaciones

La respuesta correcta es: Ninguna de las anteriores

Pregunta 5

Parcialmente correcta

Puntúa 0,50 sobre 1,00

Marcar pregunta

Qué afirmación sobre cableado UTP es correcta, teniendo en cuenta el folleto técnico adjunto?

Frequency (MHz)	.772	1	4	8	10	16	20	25	31.25	62.5	100
Attenuation* Nominal	1,6	1,8	3,6	5,3	6,1	7,5	8,5	9,5	10,8	15,7	20,2
Attenuation* Maximum	1,6	2,0	4,1	5,8	6,5	8,2	9,3	10,4	11,7	17,0	22,0
NEXT [dB]* Nominal	64	67	53	48	47	44	42	41	40	35	32
Impedance*	100 Ohms										
Mutual Capacitance: 13.5 pF/ft nom. DC Resistance: 9.30 ohms/100m max.											

Measurements are performed using swept frequency testing.

Part No.	AWG	No. Pairs	CMR	CSA	PCC	F/UTP/CS
230205	24 AWG	2		.142	11	Polymer Alloy
230247	24 AWG	4		.149	18	Polymer
230292	24 AWG	4		.161	21	Polymer Alloy
230316	24 AWG	8(2 x 4) ¹		.149 x .340	43	Polymer Alloy
230356	24 AWG	8(2 x 4) ²		.149 x .325	35	Polymer Alloy

¹ CAT 3 - CAT 5; ² CAT 5 - CAT 5.¹ Category 5 Patch Cable per TIA/EIA 568A.² Category 5 Patch Cable per TIA/EIA 568A.

Measurements are performed using swept frequency testing.

J - 8 0 0 - B E R K - T E K

La respuesta correcta es: Ninguna de las anteriores

Pregunta 6

Incorrecta

Puntúa 0,00 sobre 1,00

Marcar pregunta

Qué opciones constituyen términos relacionados correctamente?

Seleccione una o más de una:

- a. Ninguno de los anteriores ✓

- b. La diafonía NEXT es de 59,25 dB a 7 MHz

- c. La resistencia a la corriente continua supera los 10 ohms dentro de los 100 m

- d. La impedancia es de 100 ohms operando a 1 GHz

- e. La diafonía NEXT es de 57,67 dB a 6 MHz

La respuesta correcta es: Plesiocrono - PDH

Pregunta 7

Parcialmente correcta

Puntúa 0,50 sobre 1,00



Navegación Por El Cuestionario

1 2 3 4 5 6 7

8 9

Mostrar una página cada vez

Finalizar revisión

Comenzado el	Wednesday, 25 de November de 2020, 19:10
Estado	Finalizado
Finalizado en	Wednesday, 25 de November de 2020, 20:17
Tiempo empleado	1 hora 7 minutos
Calificación	1,00 de 10,00 (10%)

Pregunta 1

Finalizado

Puntúa 0,00 sobre 2,00

▼ Marcar pregunta

Se quiere transmitir por un canal telefónico, que permite una velocidad de modulación de 1200 baudios, información a una velocidad de transmisión de 3600 bps. Se cuenta con un módem que opera con modulación M-PSK.

- Cuantas fases se emplean y qué cantidad de bits se necesitan para su codificación. Proponer el diagrama de estados y el cuadro con la mejor asignación de combinación de bits a cada fase. Cómo se llama la modulación empleada?
- Si se quisiera transmitir a 9600 bps: cuántos saltos de fase de la portadora se emplearían, qué cantidad de bits se necesitan para la codificación de cada una y qué consideración cabría sobre la probabilidad de error respecto a la anterior velocidad no variando las condiciones.
- Si pasamos con la misma cantidad de estados a una modulación M-QAM cuál tiene mejor respuesta frente a la probabilidad de errores?

Pregunta 2

Incorrecta

Puntúa 0,00 sobre 1,00

▼ Marcar pregunta

Qué opciones constituyen términos relacionados correctamente?

Seleccione una o más de una:

- a. Módem banda vocal - 4 KHz
- b. STDM - XDSL
- c. SONET - FDM
- d. HDSL - 2 Mbps
- e. Ninguno de los anteriores

La respuesta correcta es: HDSL - 2 Mbps, Módem banda vocal - 4 KHz

Pregunta 3

Incorrecta

Puntúa 0,00 sobre 1,00

▼ Marcar pregunta

Qué técnica de multiplexión es la más moderna y con mayores prestaciones de las mencionadas?

Seleccione una o más de una:

- a. WDM
- b. FDM
- c. CDM
- d. TDM
- e. Ninguna de las anteriores ✕

La respuesta correcta es: WDM

Pregunta 4

Incorrecta

Puntúa 0,00 sobre 1,00

▼ Marcar pregunta

En la digitalización de señales analógicas, la etapa en la que se pasa de analógico a digital es:

Seleccione una o más de una:

- a. en la codificación ✕
- b. en la cuantificación
- c. en el muestreo
- d. cuando se tiene una señal PAM
- e. Ninguno de los anteriores

La respuesta correcta es: en la cuantificación

Pregunta 5

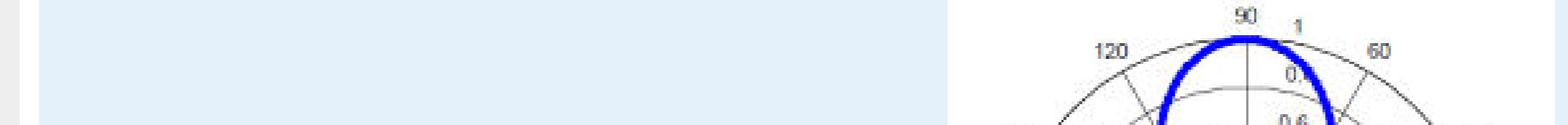
Finalizado

Puntúa 0,00 sobre 2,00

▼ Marcar pregunta

Dado un enlace radioeléctrico a la frecuencia de 20 MHz,

- A qué banda del espectro electromagnético de la UIT corresponde?
- ¿Cuál es la longitud necesaria de las antenas Tx y Rx para un buen rendimiento si las mismas son de media longitud de onda?
- Si la distancia entre el equipo de radio y la antena es de 25 metros, cuál se usará como línea de transmisión: el coaxial RG 223 C/U o el RG 214/U? Justifique. Usar el folleto técnico.
- Considerando los datos anteriores para el Tx y Rx, siendo la potencia del transmisor de 100W y la atenuación en el espacio libre con onda ionosférica de 40 dB, qué potencia en mW se recibiría en el receptor suponiendo que la ganancia de cada antena en el Tx y Rx es de 10 dB?



Pregunta 6

Finalizado

Sin calificar

▼ Marcar pregunta

Pregunta para redactar justificación o subir imágenes.

pregunta 7)

debería de tener un lobulo y no dos

por que en radio enlace por que consta de un transmisor y de un receptor

pregunta 9)

se digitaliza cuando se pasa a código de linea o de banda base

FEC es una tecnicade corrección hacia adelante o hacia atrás

el ARQ es aplicable si se trabaja en la variante sliding windows

la suma de bits de paridad tiene una capacidad del 50%, pero aun asi sirve para detectar error

pregunta 3)

es SDH y PDH

Pregunta 9

Incorrecta

Puntúa 0,00 sobre 1,00

▼ Marcar pregunta

Qué afirmación es correcta respecto de control de errores?

Seleccione una o más de una:

- a. ARQ es aplicable a una comunicación punto a multipunto ✕
- b. FEC es una técnica de corrección de errores hacia atrás
- c. CRC es una técnica de corrección de errores ✕
- d. Ninguna de las anteriores
- e. Suma de verificación aplica bits de paridad ✕

La respuesta correcta es: Ninguna de las anteriores

Finalizar revisión

Dirección de Educación a Distancia

Brinda servicios y asesoramiento para la puesta en marcha de propuestas educativas a distancia y de apoyo a la presencialidad, el uso de tecnologías en las aulas de la Universidad y de Organismos externos.

La producción de los materiales de la Dirección de Educación a Distancia, salvo expresa aclaración, se comparten bajo una Licencia Creative 4.0 Internacional. Pueden utilizarse mencionando su autoría, sin realizar modificaciones y sin fines comerciales.

Comenzado el Wednesday, 7 de July de 2021, 18:45

Estado Finalizado

Finalizado en Wednesday, 7 de July de 2021, 20:14

Tiempo 1 hora 28 minutos

empleado

Comentario - Muy bien.

Pregunta **1**

Parcialmente correcta

Puntúa como 1,00

Qué opciones constituyen términos relacionados correctamente?

Seleccione una o más de una:

- a. Ninguno de los anteriores
- b. Cablemodem - GPON
- c. Banda base - modulación ✗
- d. E2 - PDH ✓
- e. HDSL - asimétrico

Respuesta parcialmente correcta.

Ha seleccionado demasiadas opciones.

La respuesta correcta es: E2 - PDH

Comentario:

Pregunta **2**

Correcta

Puntúa como 1,00

Qué afirmación es correcta respecto de [control de errores](#)?

Seleccione una o más de una:

- a. Ninguna de las anteriores ✓
- b. Suma de verificación aplica bits de paridad
- c. FEC es una técnica de corrección de errores hacia atrás
- d. ARQ es aplicable a una comunicación punto a multipunto
- e. CRC es una técnica de corrección de errores

Respuesta correcta

La respuesta correcta es: Ninguna de las anteriores

Pregunta 3

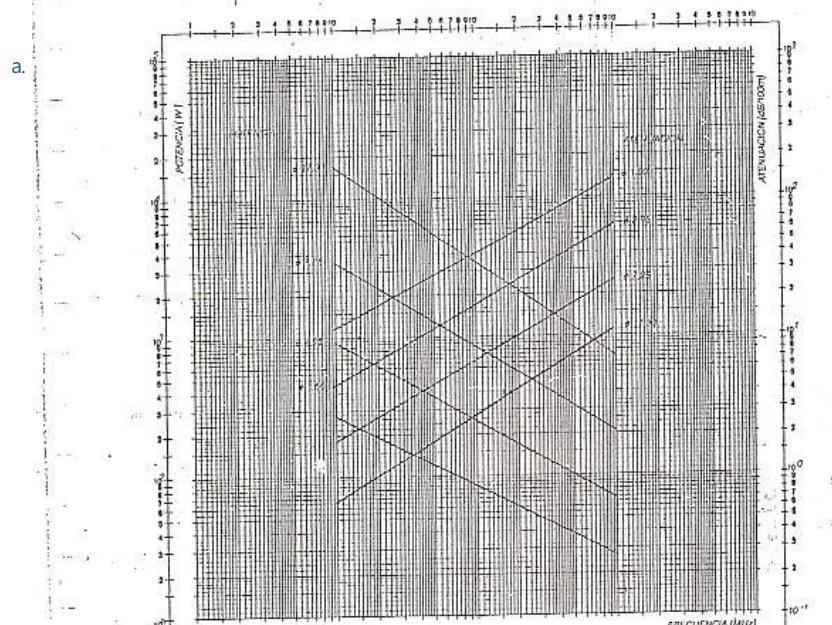
Finalizado

Puntúa como
2,00

Dado un enlace radioeléctrico a la frecuencia de 15 MHz,

- A qué banda del espectro electromagnético de la UIT corresponde?
- Cuál es la longitud necesaria de las antenas Tx y Rx para un buen rendimiento si las mismas son de media longitud de onda?
- Si la distancia entre el equipo de radio y la antena es de 25 metros, cuál se usará como línea de transmisión: el coaxil RG 58 C/U o el RG 213/U? Justifique. Usar el folleto técnico.
- Considerando los datos anteriores para el Tx y Rx, siendo la potencia del transmisor de 100W y la atenuación en el espacio libre con onda ionosférica de 40 dB, qué potencia en mW se recibiría en el receptor suponiendo que la ganancia de cada antena en el Tx y Rx es de 10 dB?

COAXIAL TIPO	Eléctricas				Operativas					
	IMPEDANCIA $Z_s = [\Omega]$	CAPACIDAD $C = [\mu F/m]$	VELOC. PROP. $V_s = [\%]$	TENSION MAX. $U_{max} = [kV]$	ATENUACION A 20°C $\alpha = [dB/100 m]$					
					10	50	100	200	400	1000
					1/f = [MHz]					
RG 174 A/U	50	101	66	1,5	12,8	23	29,2	39,4	61	98,4
RG 122/U	50	101	66	1,9	5,9	14,2	23	36,1	55	95,2
RG 58 C/U	50	101	66	1,9	4,9	12	17	26	38	65
RFA 58 C/U	50	101	66	1,9	4,3	10	14	20	29	45
RG 223/U	50	101	66	1,9	3,9	9,5	15,8	23	33	54,2
RG 213/U	50	101	66	5	2	4,9	6,9	10,3	15,5	27,5
RFA 9 B/U	50	101	66	5	2,2	5,4	7,6	11,5	17,5	30
RG 214/U	50	101	66	5	2,2	5,4	7,6	10,9	17	29,9
RG 218/U	50	101	66	11	0,7	1,8	2,8	4,3	6,8	13
RG 177/U	50	101	66	11	0,8	1,8	3,1	4,9	7,9	14,5



Dado un enlace radioeléctrico a la frecuencia de 15 MHz,

- Corresponde a la banda del espectro electromagnético de Alta frecuencia (siglas en inglés HF). La misma está definida entre los 3MHz y los 30MHz.
- La longitud necesaria de una antena de media longitud de onda en una frecuencia de 15MHz es de 1 metro.
- Según el folleto técnico, elijo el RG 213/U ya que tiene menor atenuación respecto del RG 58 C/U para los mismos niveles de frecuencia.
- La potencia que recibiría el receptor sería de 762mW.

[ejercicio3.jpeg](#)

Comentario:

Es incorrecta la longitud de la antena.

Pregunta 4

Correcta

Puntúa como
1,00

Qué técnica de multiplexión es la más moderna y con mayores prestaciones de las mencionadas?

Seleccione una o más de una:

- a. Ninguna de las anteriores
- b. FDM
- c. WDM ✓
- d. CDM
- e. TDM

Respuesta correcta

La respuesta correcta es: WDM

Pregunta 5

Correcta

Puntúa como
1,00

En la digitalización de señales analógicas, ¿qué opción incluye a todos los procesos necesarios y en el orden correspondiente?

Seleccione una:

- a. Ninguno de los anteriores
- b. Muestreo, cuantificación, señalización
- c. Muestreo, codificación, cuantificación
- d. Muestreo, cuantificación, codificación ✓
- e. Modulación, cuantificación, codificación

Respuesta correcta

La respuesta correcta es: Muestreo, cuantificación, codificación

Pregunta 6

Correcta

Puntúa como
1,00

Qué afirmación sobre comunicaciones satelitales es correcta?

Seleccione una o más de una:

- a. En el down link se puede mejorar la potencia tanto como se necesite con pocas limitaciones
- b. La frecuencia de operación del enlace descendente es mayor que la ascendente
- c. La frecuencia de operación del enlace descendente es igual al ascendente
- d. Se emplea ARQ Stop & Wait para corregir errores
- e. Ninguna de las anteriores ✓

Respuesta correcta

La respuesta correcta es: Ninguna de las anteriores

Pregunta 7

Finalizado

Sin calificar

Adjuntar una "selfi" con el mismo aspecto que se tuvo en la sala de reunión previo al inicio del cuestionario.



Pregunta **8**

Finalizado

Puntúa como
2,00

Se transmite por un canal que permite una velocidad de modulación de 4800 baudios con una modulación 8-PSK.

1. Qué velocidad de transmisión se alcanza? Proponer el diagrama de estados y el cuadro con la mejor asignación de combinación de bits a cada fase.
2. Si se empleara la modulación 16-PSK no variando las condiciones, cuál sería la velocidad de transmisión? Compare la probabilidad de error de ambas modulaciones. Cómo se resuelven las diferencias respecto de este parámetro?
3. Si pasamos del 16 PSK con la misma cantidad de estados a una modulación M-QAM cuál tiene mejor respuesta frente a la probabilidad de errores? Justifique.

1. La velocidad de transmisión que se alcanza es de 14400 bps. El diagrama se realiza en la hoja adjunta.
2. La velocidad de transmisión para la modulación 16-PSK con una velocidad de modulación de 4800 baudios es de 76800 bps. Con respecto a la probabilidad de error, la 16-PSK tiene mayor probabilidad ya que los ángulos de fase son más pequeños, y por lo tanto los estados están más juntos, de esta manera habría más probabilidad de error. Para poder igualar la probabilidad de error de habría que aumentar la potencia (y en consecuencia la amplitud) de la modulación 16-PSK hasta lograr que la distancia entre estados sea igual a la de la modulación 8-PSK y de esta manera, con diferentes amplitudes, ambas modulaciones tendría el mismo BER (bits erróneos / bits transmitidos).
3. La modulación PSK tiene un solo nivel de amplitud, en cambio la modulación QAM permite tener diferentes niveles de amplitud por lo que hace que los estados estén más alejados y la probabilidad de error sea menor que la modulación PSK para el mismo M (cantidad de saltos de fase). Se adjunta diagramas con la diferencia.

 [ejercicio8_1.jpeg](#)

 [ejercicio8_2.jpeg](#)

Comentario:

Pregunta **9**

Finalizado

Sin calificar

Pregunta para redactar justificación o subir imágenes.

 [ejercicio3.jpeg](#)

 [ejercicio8_1.jpeg](#)

 [ejercicio8_2.jpeg](#)

Pregunta 10

Correcta

Puntúa como
1,00

Qué afirmación sobre cableado UTP es correcta, teniendo en cuenta el folleto técnico adjunto?

PERFORMANCE DATA												
Frequency (MHz)	.72	1	4	8	10	16	20	25	31.25	62.5	100	
Attenuation*	Nominal	1.6	1.8	3.6	5.3	6.1	7.5	8.9	9.5	10.8	15.7	20.2
[dB/100m]	Maximum	1.8	2.0	4.1	5.8	6.5	8.2	9.3	10.4	11.7	17.0	22.9
NEXT [dB]*	(Worst Case)	64	62	53	48	47	44	42	41	40	35	32
Impedance*	100 Ohms +/- 1% typical (+/- 15% maximum) 1-100 MHz											
Mutual Capacitance	13.5 pF/ft nom. DC Resistance: 9.30 ohms/100m max.											

*Measurements are performed using swept-frequency testing.

ORDERING DATA

PLAUM	UL LISTED	CMR	CSA	PCC	FIRE TEST
Part No.	AWG	No. Pairs	Diameter	Lbs/lft.	Jacket
230205	24 BC	2	.142	11	Polymer Alloy
230247	24 BC	4	.149	18	Fluoropolymer
230292	24 BC	4	.161	21	Polymer Alloy
230316	24 BC	8[2 x 4] ¹	.149 x .340	43	Polymer Alloy
230356	24 BC	8[2 x 4] ²	.149 x .325	35	Polymer Alloy

¹CAT 5 - CAT 5; ²CAT 5 - CAT 3

RISER	UL LISTED	CMR	CSA	PCC	FIRE TEST
Part No.	AWG	No. Pairs	Diameter	Lbs/lft.	Jacket
530121	24	2	.185	16	FR PVC
530123	24	4	.199	22	FR PVC
530141*	24	4	.187	20	FR PVC
530131*	24	4	.255	22	FR PVC
540121†	24 [7]	4	.215	23	FR PVC

*UL listed only

†TIA/EIA-568-B

¹Category 5 Patch Cable per TIA/EIA-568A.

APPLICATION NOTE

Hyper Grade cables are designed and ideally suited for TIA/EIA-568A horizontal network cabling installations.

Berk Tek's Ultra Grade, Category 5, 25 pair, Power Sum NEXT cables are also available.

The information contained herein is believed to be reliable. Berk Tek makes no warranties, express or implied, concerning the accuracy or completeness of the information contained herein.

© 2003 Berk Tek



Berk-Tek

Premises Networking &
Interconnection Technology
Products Division
132 White Oak Road
New Holland, PA 17557
P/717/354-6700
F/717/354-7944

1-800-BERK-TEK

Seleccione una o más de una:

- a. La atenuación nominal es de 4,875 dB a 7 MHz ✓
- b. La diafonía NEXT es de 57,67 dB a 6 MHz
- c. La impedancia es de 100 ohms operando a 1 GHz
- d. Ninguna de las anteriores
- e. La diafonía NEXT es de 57,67 dB a 10 MHz

Respuesta correcta

La respuesta correcta es: La atenuación nominal es de 4,875 dB a 7 MHz

① GPON corresponde a la técnica de multiplexión FDM (por división de frecuencia) en el orden superior

HDSL es simétrico para modem xDSL.

② Checksum aplica una secuencia de bits que corresponde a la suma de los valores de checksum
FEC es corrección hacia adelante

ARQ es punto a punto

ERC es técnica de detección

④ la técnica WDM por sus prestaciones es usada en comunicación óptica

⑤ don luna es desde el satélite y se necesita optimizar potencia. Por lo tanto se usa la menor posible.

El enlace descendente es menor al ascendente por lo explicado anteriormente.

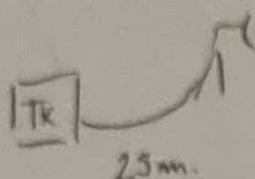
~~Algo se perdió, es para corregir errores~~

~~→ El tránsito de datos es más lento
debido a tener que cruzar la atmósfera~~

$$③ b) \lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{15 \text{ MHz}} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{15 \cdot 10^6 \text{ Hz}} = \frac{300 \text{ m}}{15} = 20 \text{ m}$$

$$\lambda = 2 \text{ m} \rightarrow |\lambda/2 = 1 \text{ m}| \quad 10 \text{ m}$$

c)



$$P_{TX} = 10 \log_{10} 100.000 \text{ mW}$$

$$P_{TX} =$$

$$d) S_{RX} = P_{TX} + G_{S_{TX}} - P_{S_{TX}} - P_{S_{\text{Entornos}}} + G_{S_{RX}} - P_{S_{RX}} - FD$$

$$S_{TX} = 50 \text{ dBm} + 10 \text{ dB} - \left(\frac{2,3625 \text{ dB}}{100 \text{ m}} \cdot 25 \text{ m} \right) - 40 \text{ dB} + 10 \text{ dB} - \left(\frac{2,3625 \text{ dB}}{100 \text{ m}} \cdot 25 \text{ m} \right)$$

$$S_{TX} = 50 \text{ dBm} + 10 \text{ dB} - 0,59 \text{ dB} - 40 \text{ dB} + 10 \text{ dB} = 0,59 \text{ dB}$$

$$S_{RX} = 28,82 \text{ dB} \Rightarrow 28,82 \text{ dB} = 10 \log_{10} S_{RX}$$

$$S_{RX} = 10^{2,882} = 762 \text{ mW}$$

interpolacion:

$$y = y_1 + \frac{(y_2 - y_1)}{(x_2 - x_1)} \cdot (x - x_1)$$

$$y = 2 + \frac{(4,9 - 2)}{50 - 10} \cdot (15 - 10) = 2 + \frac{2,9}{40} \cdot 5 = 2 + 0,3625 = 2,3625$$

$$\text{At } (15 \text{ MHz}) = 2,3625 \text{ dB/100 m}$$

(8)

$$V_{tx} = V_{mod} \cdot n \quad \wedge \quad n = \log_2 M \quad \wedge \quad M - \text{PSK}$$

8-PSK

1)

$$V_{tx} = V_{mod} \cdot \log_2 M$$

 $M = 8$

$$V_{tx} = 4800 \text{ bau} \log_2 8$$

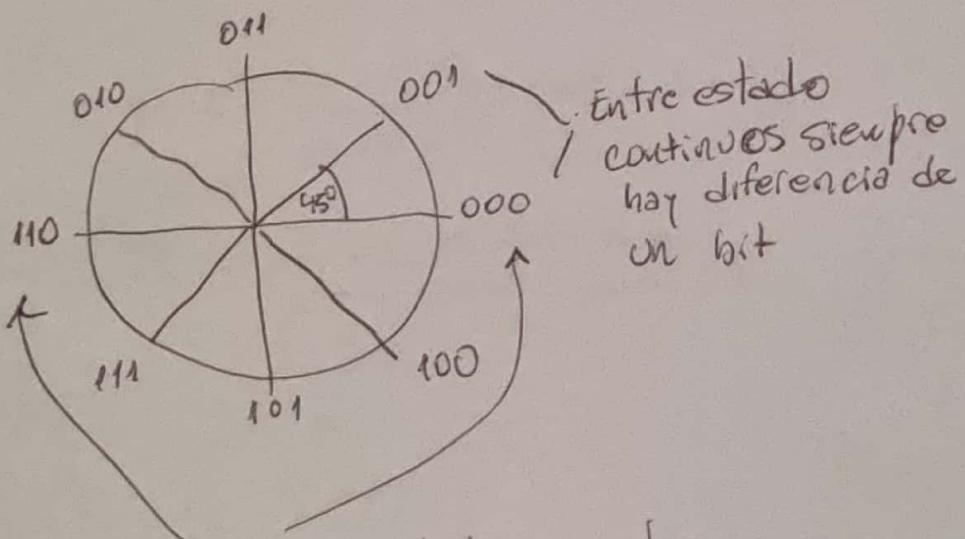
$$\underline{V_{tx} = 4800 \text{ bau} \cdot 3 = 14400 \text{ bps} = 14,4 \text{ Kbps}}$$

$$8\text{-PSK} \rightarrow 8 \text{ estados} \quad \wedge \quad \theta_{fase} = \frac{2\pi}{M} = \frac{\pi}{4} = 45^\circ$$

Estados	θ_{fase}	Sequencia bits
1	0	000
2	45	001
3	90	011
4	135	010
5	180	110
6	225	111
7	270	101
8	315	100

código gray/ciclo

1	0	0	0
2	0	0	1
3	0	1	1
4	0	1	0
5	1	1	0
6	1	1	1
7	1	0	1
8	1	0	0

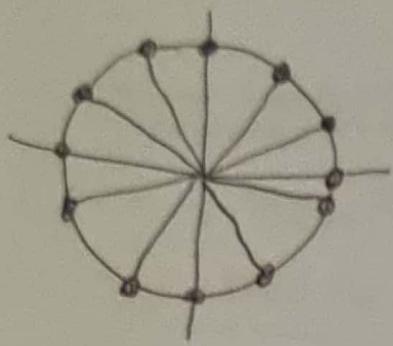


Entre estados opuestos siempre hay diferencia de dos bits.

2) 16-PSK

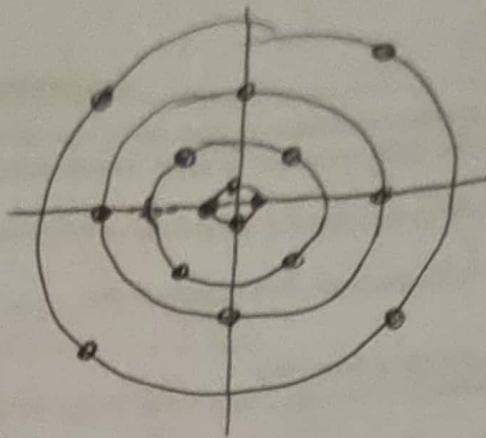
$$\underline{V_{tx} = V_{mod} \cdot \log_2 16 = 76800 \text{ bps}}$$

16 - PSK



→

16 - QAM



10) interpolacion

a) $y = y_1 + \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \cdot (x - x_1)$

$$y = 3,6 + \frac{(5,3 - 3,6)}{8 - 4} \cdot (7 - 4) = 3,6 + \frac{1,7}{4} \cdot 3 = 3,6 + 1,275$$

$$y = 4,875.$$

b)

$$y = 53 + \frac{(48 - 53)}{8 - 4} \cdot (6 - 4) = 53 - 1,25 \cdot 2$$

$$y = 53 - 2,5 = 50,5$$

c) la impedancia no depende de la declarada es en 1 - 100 MHz

e) la distorsión Next a 10MHz es de 47 dB.

Comenzado el Wednesday, 25 de November de 2020, 19:10

Estado Finalizado

Finalizado en Wednesday, 25 de November de 2020, 20:33

Tiempo empleado 1 hora 23 minutos

Calificación 8,25 de 10,00 (83%)

Pregunta 1 Dado el siguiente código compuesto por 4 mensajes:

Correcta 000 110 011 101

Puntúa 1,00 sobre 1,00 Cuántos errores detecta y cuantos corrige?

Marcar pregunta Se indica número detección, número corrección. Ejemplo: 3,2

Seleccione una o más de una:

- a. 2,1
- b. Ninguna de las anteriores
- c. 1,1
- d. 1,0
- e. 2,0 ✓
-

La respuesta correcta es: 1,0

Pregunta 2 Qué afirmación sobre comunicaciones satelitales es incorrecta?

Incorrecta

Puntúa 0,00 sobre 1,00

Marcar pregunta

Seleccione una o más de una:

- a. En el up link se puede mejorar la potencia tanto como se necesite con pocas limitaciones
- b. Se emplea ARQ Ventana deslizante para corregir errores ✗
- c. Ninguna de las anteriores
- d. La frecuencia de operación del enlace descendente es menor que el ascendente
- e. Las antenas de los terminales terrestres con satélites GEO están apuntadas en forma fija al espacio ✗

La respuesta correcta es: Ninguna de las anteriores

Pregunta 3 Qué opciones constituyen términos relacionados correctamente?

Correcta

Puntúa 1,00 sobre
1,00

▼ Marcar
pregunta

Seleccione una o más de una:

- a. Banda base - modulación
- b. Cablemodem - GPON
- c. E2 - PDH ✓
- d. Ninguno de los anteriores
- e. HDSL - asimétrico

La respuesta correcta es: E2 - PDH

Pregunta 4

Correcta

Puntúa 1,00 sobre
1,00

▼ Marcar
pregunta

El tiempo máximo de muestreo de una señal analógica en un ancho de banda de frecuencia máxima de 3 KHz es de:

Seleccione una o más de una:

- a. 125 microsegundos
- b. 137 microsegundos
- c. 150 microsegundos
- d. 167 microsegundos ✓
- e. Ninguno de los anteriores

La respuesta correcta es: 167 microsegundos

Pregunta 5

Qué afirmación sobre cableado UTP es correcta, teniendo en cuenta el folleto técnico adjunto?

Correcta

Puntúa 1,00 sobre
1,00

▼ Marcar
pregunta

PERFORMANCE DATA

Frequency (MHz)	.772	1	4	8	10	16	20	25	31.25	62.5	100	
Attenuation*	Nominal	1.6	1.8	3.6	5.3	6.1	7.5	8.5	9.5	10.8	15.7	20.2
[dB/100m]	Maximum	1.8	2.0	4.1	5.8	6.5	8.2	9.3	10.4	11.7	17.0	22.0
NEXT (dB)*	(Worst Case)	64	62	53	48	47	44	42	41	40	35	32
Impedance*		100 Ohms	1 +/- 1% typical	(+/- 15% maximum)	1-100 MHz							

Mutual Capacitance: 13.5 pF/ft nom. DC Resistance: 9.30 ohms/100m max.

*Measurements are performed using swept-frequency testing.

ORDERING DATA

PLenum	UL Listed	CMP	CSA	PCC	ET6/ET43
Part No.	AWG	No. Pairs	Diameter	lbs/kft.	Jacket
230205	24 BC	2	.142	11	Polymer Alloy
230247	24 BC	4	.149	18	Fluoropolymer
230292	24 BC	4	.161	21	Polymer Alloy
230316	24 BC	8[2 x 4] ¹	.149 x .340	43	Polymer Alloy
230356	24 BC	8[2 x 4] ²	.149 x .325	35	Polymer Alloy

¹CAT 5 - CAT 5; ²CAT 5 - CAT 3

Riser	UL Listed	CMR	CSA	PCC	ET6/ET43
Part No.	AWG	No. Pairs	Diameter	lbs/kft	Jacket
530121	24	2	.185	16	FR-PVC
530123	24	4	.199	27	FR-PVC
530141*	24	4	.187	20	FR-PVC
530131*	24	4	.235	29	FR-PVC
540121*	24 [7]	4	.215	23	FR-PVC

^{*}UL Listed only¹ Cat 5² Category 5 Patch Cable per TIA/EIA-568A**APPLICATION NOTE**

Hyper Grade cables are designed and ideally suited for TIA/EIA-568A horizontal network cabling installations.

Berk-Tek's Ultra Grade, Category 5, 25 pair, Power Sum NEXT cables are also available.

For information on our other Berk-Tek® products, see our website at www.berk-tek.com.

1-800-253-1195

**Berk-Tek**

Premises Networking &
Interconnection Technology
Products Division
132 White Oak Road
New Holland, PA 17557
P/17/154-6200
F/17/154-7944

1-800-BERK-TEK

Seleccione una o más de una:

- a. Ninguna de las anteriores
- b. La impedancia es de 100 ohms operando a 1 GHz
- c. La atenuación nominal es de 4,875 dB a 7 MHz ✓
- d. La diafonía NEXT es de 57,67 dB a 6 MHz
- e. La diafonía NEXT es de 57,67 dB a 10 MHz

La respuesta correcta es: La atenuación nominal es de 4,875 dB a 7 MHz

Pregunta 6

Correcta

Puntúa 1,00 sobre
1,00

Marcar pregunta

En la modulación PCM 30 se emplea el método de multiplexión:

Seleccione una o más de una:

- a. Por división de longitud de onda
- b. Ninguna de las anteriores ✓
- c. Por división de espacio
- d. Por división de código
- e. Por división de frecuencia

La respuesta correcta es: Ninguna de las anteriores

Pregunta 7

Finalizado

Puntúa 1,25 sobre
2,00

Marcar pregunta

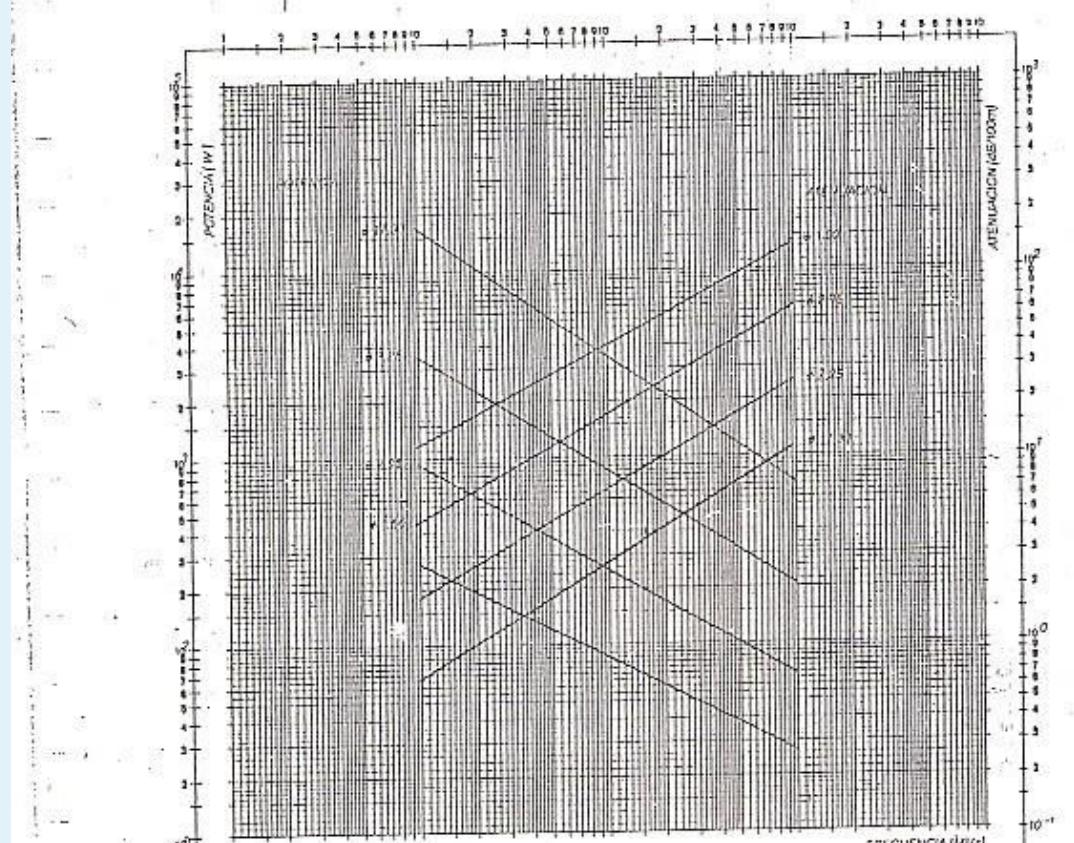
Dado un enlace radioeléctrico a la frecuencia de 20 MHz,

1. A qué banda del espectro electromagnético de la UIT corresponde?
2. Cuál es la longitud necesaria de las antenas Tx y Rx para un buen rendimiento si las mismas son de media longitud de onda?
3. Si la distancia entre el equipo de radio y la antena es de 25 metros, cuál se usará como línea de transmisión: el coaxil RG 223 C/U o el RG 214/U? Justifique. Usar el folleto técnico.

4. Considerando los datos anteriores para el Tx y Rx, siendo la potencia del transmisor de 100W y la atenuación en el espacio libre con onda ionosférica de 40 dB, qué potencia en mW se recibiría en el receptor suponiendo que la ganancia de cada antena en el Tx y Rx es de 10 dB?

CARACTERISTICAS: (tabla 2)

COAXIAL TIPO	Eléctricas				Operativas					
	IMPEDANCIA $Z_s = [\Omega]$	CAPACIDAD $C = [\mu\text{F/m}]$	VELOC. PROP. $V_s = [\%]$	TENSION MAX. $U_{\text{máx}} = [\text{kV}]$	ATENUACION A 20°C $\alpha = [\text{dB}/100 \text{ m}]$					
					10	50	100	200	400	1000
RG 174 A/U	50	101	66	1,5	12,8	23	29,2	39,4	61	98,4
RG 122/U	50	101	66	1,9	5,9	14,2	23	35,1	55	95,2
RG 58 C/U	50	101	66	1,9	4,9	12	17	26	38	65
RFA 58 C/U	50	101	66	1,9	3,9	9,5	15,8	23	33	54,2
RG 223/U	50	101	66	1,9	2	4,9	6,9	10,3	15,5	27,5
RG 213/U	50	101	66	5	2,2	5,4	7,6	11,5	17,5	30
RFA 9 B/U	50	101	66	5	2,2	5,4	7,6	10,9	17	28,9
RG 214/U	50	101	66	5	0,7	1,8	2,8	4,3	6,8	13
RG 218/U	50	101	66	11	0,8	1,8	3,1	4,9	7,9	14,5
HG 177/U	50	101	66	11						



Justificacion Página 4

Pregunta 8

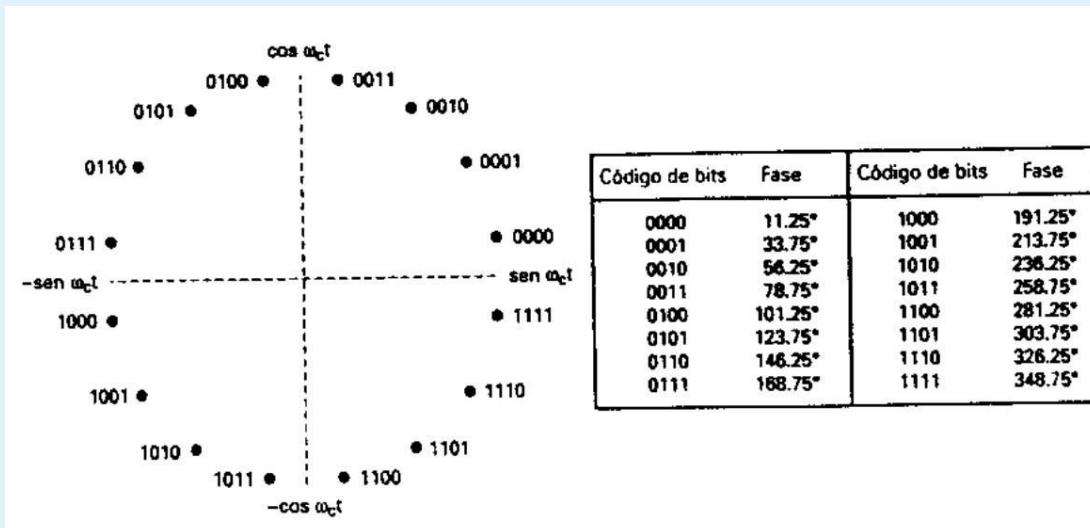
Finalizado

Puntúa 2,00 sobre
2,00

Marcar pregunta

Para realizar una compra de módem se solicita la descripción técnica del mismo recibiéndose gráfico que se observa a continuación.

1. Qué información es la que se está dando? Qué modulación es la usada en el módem?
2. Encuentra alguna observación a realizar al proveedor del equipo en función de la teoría desarrollada en clase? Qué consecuencia resulta de ella en la operación?
3. Suponiendo una velocidad de 2400 baudios, cuál es la velocidad de transmisión? Cómo se comporta frente a la probabilidad de error de una modulación que obtenga una velocidad de transmisión de 4800 bps.



Justificacion Pág 6

**Pregunta 9**

Finalizado

Sin calificar

Marcar pregunta

Pregunta para redactar justificación o subir imágenes.

Se sube desarrollo de parcial en pdf.

**Finalizar revisión**

Navegación Por El Cuestionario

[1](#) [2](#) [3](#) [4](#) [5](#) [6](#) [7](#) [8](#) [9](#)

Mostrar una página cada vez

Finalizar revisión

Dirección de Educación a Distancia

Brinda servicios y asesoramiento para la puesta en marcha de propuestas educativas a distancia y de apoyo a la presencialidad, el uso de tecnologías en las aulas de la Universidad y de Organismos externos.

La producción de los materiales de la Dirección de Educación a Distancia, salvo expresa aclaración, se comparten bajo una Licencia Creativa 4.0 Internacional. Pueden utilizarse mencionando su autoría, sin realizar modificaciones y sin fines comerciales.



Pregunta 8

Sin contestar

Puntuía como 1.00

Marcar pregunta

Qué afirmación sobre cableado UTP es correcta, teniendo en cuenta el folleto técnico adjunto?

PERFORMANCE DATA

Frequency (MHz)	.772	1	4	8	10	16	20	25	31.25	62.5	100	
Absorption*	Nominal	1.6	1.6	3.6	5.3	6.1	7.5	8.5	9.5	10.8	15.7	20.2
1dB/100m†	Measures	1.8	2.0	4.1	5.8	6.5	8.2	9.1	10.4	11.7	17.0	22.9
NEXT [dB]‡	[Worst Case]	64	62	51	48	47	48	42	41	40	35	32

Impedance* 100 Ohms +/- 2% typical [+/- 15% maximum] 1-100 MHz

Mutual Capacitance: 11.5 pF/ft max. DC Resistance: 7.30 ohms/100m max.

*Measurements are performed using semi-frequency testing.

ORDERING DATA

Part No.	UL Listed	CMP	CSA	PCC	F10/F10C
230205	24 AWG	No. Pairs	Diameter	lbs./ft.	Jacket
230247	24 AWG	2	.147	.11	Polymer Alloy
230292	24 AWG	4	.149	.16	Fluoropolymer
230316	24 AWG	4	.161	.21	Polymer Alloy
230356	24 AWG	102 + 41 [§]	.149 x .345	.43	Polymer Alloy
230358	24 AWG	102 + 41 [§]	.149 x .375	.35	Polymer Alloy

*CAT 5, CAT 5e, *CAT 5, CAT 3

Part No.	UL Listed	CMP	CSA	PCC	F10C
530121	24	2	.185	.16	TE PVC
530123	24	4	.199	.27	TE PVC
530141*	24	4	.186	.29	TE PVC
530131*	24	4	.255	.27	TE PVC
540121*	24 (7)	4	.215	.23	TE PVC

*UL Listed Cables

*TIA/EIA-568-B

† ± 10% of 5 Pair/Cable per TIA/EIA-568A

APPLICATION NOTE

Hyper Grade cables are designed and ideally suited for TIA/EIA-568A horizontal network cabling installations.

Berk-Tek's Ultra Grade, Category 5, 25 pair, Power Sum NEXT cables are also available.

Hyper Grade cables are designed and ideally suited for TIA/EIA-568A horizontal network cabling installations.

510003/7500195

**Berk-Tek**

Provides Networking &
Interconnection Technology
Products Division
122 White Oak Road
Knoxville, TN 37557
P: (865) 524-6200
F: (865) 524-7744

J - 000 - B E R K - T E K

Seleccione una o más de una:

- a. La diafonía NEXT es de 57,67 dB a 6 MHz
- b. Ninguna de las anteriores
- c. La impedancia es de 100 ohms operando a 1 GHz
- d. La atenuación nominal es de 4,875 dB a 7 MHz
- e. La diafonía NEXT es de 57,67 dB a 10 MHz

La respuesta correcta es: La atenuación nominal es de 4,875 dB a 7 MHz

Pregunta 9

Incorrecta

Puntuía 0.00 sobre 1.00

Marcar pregunta

Qué afirmación es correcta respecto de control de errores?

Seleccione una o más de una:

- a. ARQ es aplicable a una comunicación punto a multipunto X
- b. FEC es una técnica de corrección de errores hacia atrás
- c. CRC es una técnica de corrección de errores X
- d. Ninguna de las anteriores
- e. Suma de verificación aplica bits de paridad X

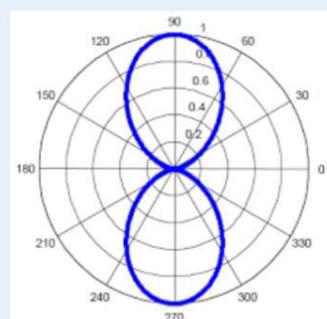
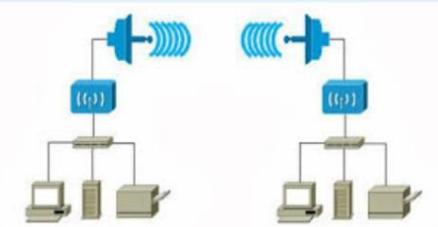
La respuesta correcta es: Ninguna de las anteriores

Pregunta 7

Correcta

Puntúa 1,00 sobre
1,00 Marcar
pregunta

El diagrama de irradiación que se observa corresponde a las antenas de este radioenlace.



Seleccione una:

 Verdadero Falso ✓

La respuesta correcta es 'Falso'

Pregunta 4

Incorrecta

Puntúa 0,00 sobre
1,00 Marcar
pregunta

En la digitalización de señales analógicas, la etapa en la que se pasa de analógico a digital es:

Seleccione una o más de una:

- a. en la codificación ✗
- b. en la cuantificación
- c. en el muestreo
- d. cuando se tiene una señal PAM
- e. Ninguno de los anteriores

La respuesta correcta es: en la cuantificación

Pregunta 1

Dado el siguiente código compuesto por 4 mensajes:

Correcta

000 110 011 101

Puntúa 1,00 sobre
1,00

Marcar
pregunta

Cuántos errores detecta y cuantos corrige?

Se indica número detección, número corrección. Ejemplo: 3,2

Seleccione una o más de una:

a. 2,1

- b. Ninguna de las anteriores
- c. 1,1
- d. 1,0
- e. 2,0 ✓
-

La respuesta correcta es: 1,0

Pregunta 2

Qué afirmación sobre comunicaciones satelitales es incorrecta?

Incorrecta

Puntúa 0,00 sobre
1,00

Marcar
pregunta

Seleccione una o más de una:

a. En el up link se puede mejorar la potencia tanto como se necesite con pocas limitaciones

- b. Se emplea ARQ Ventana deslizante para corregir errores ✗

- c. Ninguna de las anteriores

- d. La frecuencia de operación del enlace descendente es menor que el ascendente

- e. Las antenas de los terminales terrestres con satélites GEO están apuntadas en forma fija al ✗ espacio



La respuesta correcta es: Ninguna de las anteriores

Puntúa 1,00 sobre
1,00

Marcar
pregunta

Seleccione una o más de una:

- a. Banda base - modulación

- b. Cablemodem - GPON

- c. E2 - PDH ✓

- d. Ninguno de los anteriores

- e. HDSL - asimétrico

La respuesta correcta es: E2 - PDH

Pregunta 4

Correcta

Puntúa 1,00 sobre
1,00▼ Marcar
pregunta

El tiempo máximo de muestreo de una señal analógica en un ancho de banda de frecuencia máxima de 3 KHz es de:

Seleccione una o más de una:

- a. 125 microsegundos
- b. 137 microsegundos
- c. 150 microsegundos
- d. 167 microsegundos ✓
- e. Ninguno de los anteriores

La respuesta correcta es: 167 microsegundos

Pregunta 6

Correcta

Puntúa 1,00 sobre
1,00▼ Marcar
pregunta

En la modulación PCM 30 se emplea el método de multiplexión:

Seleccione una o más de una:

- a. Por división de longitud de onda
- b. Ninguna de las anteriores ✓
- c. Por división de espacio
- d. Por división de código
- e. Por división de frecuencia

La respuesta correcta es: Ninguna de las anteriores

Dado el siguiente código compuesto por 4 mensajes:

000 110 011 101

Cuántos errores detecta y cuantos corrige?

Se indica número detección, número corrección. Ejemplo: 3,2

Dado el siguiente código compuesto por 4 mensajes:

000 110 011 101

Cuántos errores detecta y cuantos corrige?

Se indica número detección, número corrección. Ejemplo: 3,2

Seleccione una o más de una:

- a. 2,1
- b. 2,0
- c. Ninguna de las anteriores
- d. 1,1
- e. 1,0 ✓

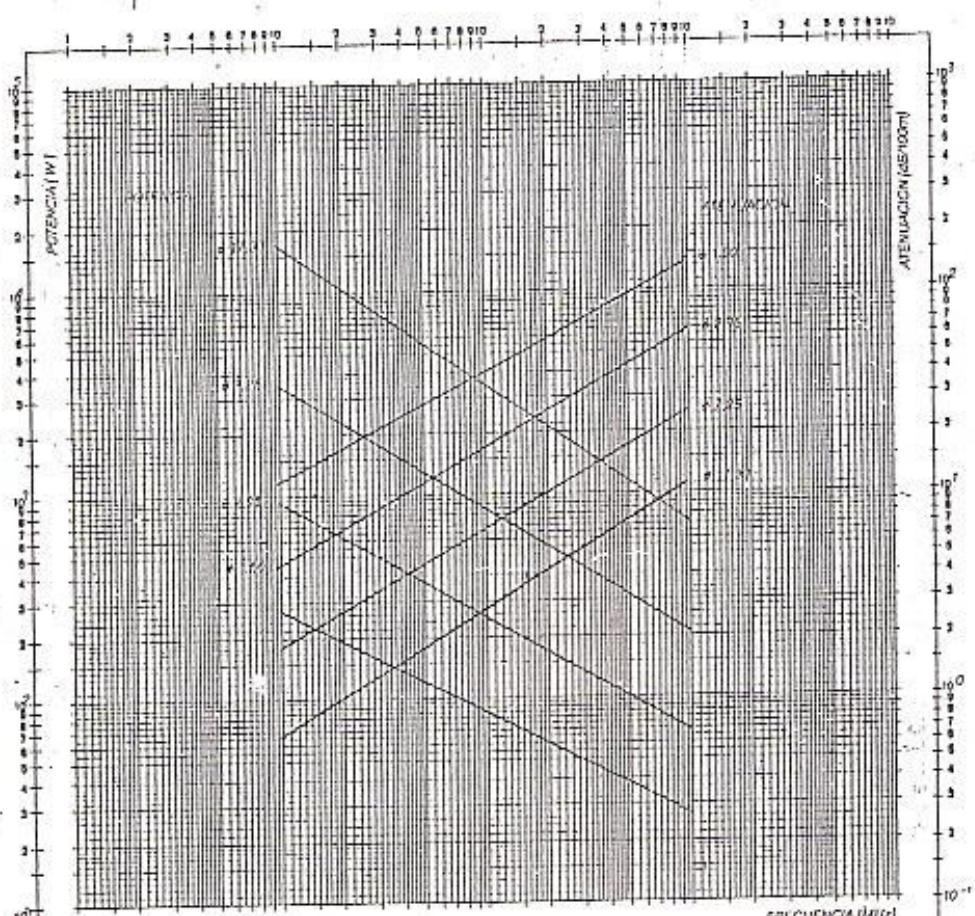
La respuesta correcta es: 1,0

Dado un enlace radioeléctrico a la frecuencia de 20 MHz,

1. A qué banda del espectro electromagnético de la UIT corresponde?
2. Cuál es la longitud necesaria de las antenas Tx y Rx para un buen rendimiento si las mismas son de media longitud de onda?
3. Si la distancia entre el equipo de radio y la antena es de 25 metros, cuál se usará como línea de transmisión: el coaxil RG 223 C/U o el RG 214/U? Justifique. Usar el folleto técnico.
4. Considerando los datos anteriores para el Tx y Rx, siendo la potencia del transmisor de 100W y la atenuación en el espacio libre con onda ionosférica de 40 dB, ¿qué potencia en mW se recibiría en el receptor suponiendo que la ganancia de cada antena en el Tx y Rx es de 10 dB?

CARACTERISTICAS: (tabla 2)

COAXIAL TIPO	Eléctricas				Operativas					
	IMPEDANCIA $Z_s = [\Omega]$ $\pm 2 \Omega$	CAPACIDAD $C = [\mu\text{F}/\text{m}]$	VELOC. PROP. $V_s = [\%]$	TENSION MAX. $U_{max} = [\text{kV}]$	ATENUACION A 20°C $\alpha = [\text{dB}/100 \text{ m}]$					
					10	50	100	200	400	1000
RG 174 A/U	50	101	66	1,5	12,8	23	29,2	39,4	61	98,4
RG 122/U	50	101	66	1,9	5,9	14,2	23	36,1	56	95,2
* RG 58 C/U	50	101	66	1,9	4,9	12	17	26	38	65
RFA 58 C/U	50	101	66	1,9	4,3	10	14	20	29	45
RG 223/U	50	101	66	1,9	3,9	9,5	15,8	23	33	54,2
* RG 213/U	50	101	66	5	2	4,9	6,9	10,3	15,5	27,5
RFA 9 B/U	50	101	66	5	2,2	5,4	7,6	11,5	17,5	30
RG 214/U	50	101	66	5	2,2	5,4	7,6	10,9	17	28,9
RG 218/U	50	101	66	11	0,7	1,8	2,8	4,3	6,8	13
RG 177/U	50	101	66	11	0,8	1,8	3,1	4,9	7,9	14,5



Pregunta 2

Finalizado

Puntúa 1,25 sobre
2,00

Marcar pregunta

Dado un enlace radioeléctrico a la frecuencia de 20 MHz,

1. A qué banda del espectro electromagnético de la UIT corresponde?
2. Cuál es la longitud necesaria de las antenas Tx y Rx para un buen rendimiento si las mismas son de media longitud de onda?
3. Si la distancia entre el equipo de radio y la antena es de 25 metros, cuál se usará como línea de transmisión: el coaxil RG 223 C/U o el RG 214/U? Justifique. Usar el folleto técnico.
4. Considerando los datos anteriores para el Tx y Rx, siendo la potencia del transmisor de 100W y la atenuación en el espacio libre con onda ionosférica de 40 dB, qué potencia en mW se recibiría en el receptor suponiendo que la ganancia de cada antena en el Tx y Rx es de 10 dB?

1) corresponde al HF en el intervalo de 3 a 30 MHz

2) sea L2: longitud de antena de media onda de antenas Tx y Rx

$$L2 = c/(20\text{MHz}) * 1/2 = 3.(10^8) \text{ m/s} * (1/ 20*(10^6)\text{Hz}) * 1/2$$

$$L2 = 15 \text{ m} * 1/2$$

$$L2 = 7,5 \text{ metros}$$

3) y 4) adjunto dos fotos

Se quiere transmitir por un canal telefónico, que permite una velocidad de modulación de 1200 baudios, información a

una velocidad de transmisión de 2400 bps. Se cuenta con un módem que opera con modulación M-PSK.

a. Cuantas fases se emplean y qué cantidad de bits se necesitan para su codificación. Proponer el diagrama de estados y el cuadro con la mejor asignación de combinación de bits a cada fase. Cómo se llama la modulación empleada?

b. Si se quisiera transmitir a 4800 bps: cuántos saltos de fase de la portadora se emplearían, qué cantidad de bits se necesitan para la codificación de cada una y qué consideración cabría sobre la probabilidad de error respecto a la anterior velocidad no variando las condiciones.

c. Si pasamos con la misma cantidad de estados a una modulación M-QAM cuál tiene mejor respuesta frente a la probabilidad de errores?

Pregunta 3

Finalizado

Puntúa 1,00 sobre
2,00

Marcar pregunta

Se quiere transmitir por un canal telefónico, que permite una velocidad de modulación de 1200 baudios, información a una velocidad de transmisión de 2400 bps. Se cuenta con un módem que opera con modulación M-PSK.

- Cuantas fases se emplean y qué cantidad de bits se necesitan para su codificación. Proponer el diagrama de estados y el cuadro con la mejor asignación de combinación de bits a cada fase. Cómo se llama la modulación empleada?
- Si se quisiera transmitir a 4800 bps: cuántos saltos de fase de la portadora se emplearían, qué cantidad de bits se necesitan para la codificación de cada una y qué consideración cabría sobre la probabilidad de error respecto a la anterior velocidad no variando las condiciones.
- Si pasamos con la misma cantidad de estados a una modulación M-QAM cuál tiene mejor respuesta frente a la probabilidad de errores?

a) adjunto una foto

b) esta en la misma foto que de a)

c) si en M-QAM

con M=16

sea

P_{16QAM} =Probabilidad de error de 16-QAM

y

P_{16PSK} =Probabilidad de error de 16-PSK

$P_{16PSK} > P_{16QAM}$

la mejor respuesta al tiene 16 QAM y en 16-PSK se puede agregar mas potencia

¿Qué afirmación sobre comunicaciones satelitales es incorrecta?

Seleccione una o más de una:

- Las antenas de los terminales terrestres con satélites GEO están apuntadas en forma fija al espacio
- La frecuencia de operación del enlace descendente es menor que el ascendente
- Ninguna de las anteriores
- Se emplea ARQ Ventana deslizante para corregir errores
- En el up link se puede mejorar la potencia tanto como se necesite con pocas limitaciones

Pregunta 4

Parcialmente correcta

Puntúa 0,50 sobre
1,00

Marcar pregunta

Qué afirmación sobre comunicaciones satelitales es incorrecta?

Seleccione una o más de una:

- a. Las antenas de los terminales terrestres con satélites GEO están apuntadas en forma fija al espacio
- b. La frecuencia de operación del enlace descendente es menor que el ascendente
- c. Ninguna de las anteriores ✓
- d. Se emplea ARQ Ventana deslizante para corregir errores
- e. En el up link se puede mejorar la potencia tanto como se necesite con pocas limitaciones

La respuesta correcta es: Ninguna de las anteriores

Qué afirmación sobre cableado UTP es correcta, teniendo en cuenta el folleto técnico adjunto?

Pregunta 5

Parcialmente correcta

Puntúa 0,50 sobre
1,00

 Marcar pregunta

Qué afirmación sobre cableado UTP es correcta, teniendo en cuenta el folleto técnico adjunto?

PERFORMANCE DATA

Frequency (MHz)	.772	1	4	8	10	16	20	25	31.25	62.5	100
Attenuation*	Nominal	1.6	1.8	3.6	5.3	6.1	7.5	8.5	9.5	10.8	13.7

PERFORMANCE DATA

Frequency (MHz)	.772	1	4	8	10	16	20	25	31.25	62.5	100
Attenuation*	Nominal	1.6	1.8	3.6	5.3	6.1	7.5	8.5	9.5	10.8	15.7
[dB/100m]	Maximum	1.8	2.0	4.1	5.8	6.5	8.2	9.3	10.4	11.7	17.0
NEXT [dB]*	(Worst Case)	64	62	53	48	47	44	42	41	40	35

Impedance* 100 Ohms +/- 1% typical (+/- 15% maximum) 1-100 MHz

Mutual Capacitance: 13.5 pF/ft nom. DC Resistance: 9.30 ohms/100m max.

*Measurements are performed using swept-frequency testing.

ORDERING DATA

PLenum	UL Listed	CMP	CSA	PCC	FT6/FT43
Part No.	AWG	No. Pairs	Diameter	lbs/ft ft	Jacket
230205	24 BC	2	.142	11	Polymer Alloy
230247	24 BC	4	.149	19	Fluoropolymer
230292	24 BC	4	.161	21	Polymer Alloy
230316	24 BC	8(2 x 4) ¹	.149 x .340	43	Polymer Alloy
230356	24 BC	8(2 x 4) ²	.149 x .325	35	Polymer Alloy

¹ CAT 5 - CAT 5; ² CAT 5 - CAT 3

RISER	UL Listed	CMR	CSA	PCC	FT6/FT43
Part No.	AWG	No. Pairs	Diameter	lbs/ft ft	Jacket
530121	24	2	.185	16	FR PVC
530123	24	4	.199	22	FR PVC
530141*	24	4	.187	20	FR PVC
530131*	24	4	.255	29	FR PVC
540121†	24 (7)	4	.215	23	FR PVC

*UL Listed Only

*Cat 5

†Category 5 Patch Cable per TIA/EIA 568A.

APPLICATION NOTE

Hyper Grade cables are designed and ideally suited for TIA/EIA-568A horizontal network cabling installations.

Berk-Tek's Ultra Grade, Category 5, 25 pair, Power Sum NEXT cables are also available.

The performance characteristics listed in this table are Berk-Tek's best estimates. Other manufacturers' specifications for these products contain prior information.

† 51K003/25K0195



Berk-Tek

Premises Networking &
Interconnection Technology
Products Division
132 White Oak Road
New Holland, PA 17557
P/717/354-6200
F/717/354-7944

1-800-BERK-TEK

Seleccione una o más de una:

- a. Ninguna de las anteriores
- b. La diafonía NEXT es de 59,25 dB a 7 MHz
- c. La resistencia a la corriente continua supera los 10 ohms dentro de los 100 m
- d. La impedancia es de 100 ohms operando a 1 GHz
- e. La diafonía NEXT es de 57,67 dB a 6 MHz

Seleccione una o más de una:

- a. Ninguna de las anteriores ✓
- b. La diafonía NEXT es de 59,25 dB a 7 MHz
- c. La resistencia a la corriente continua supera los 10 ohms dentro de los 100 m
- d. La impedancia es de 100 ohms operando a 1 GHz
- e. La diafonía NEXT es de 57,67 dB a 6 MHz

La respuesta correcta es: Ninguna de las anteriores

¿Qué opciones constituyen términos relacionados correctamente?

Seleccione una o más de una:

- a. Ninguno de los anteriores
- b. Cablemodem - GPON
- c. ADSL - TDM
- d. Plesiócrono - PDH
- e. Banda base – modulación

Pregunta 6

Incorrecta

Puntúa 0,00 sobre
1,00

▼ Marcar pregunta

Qué opciones constituyen términos relacionados correctamente?

Seleccione una o más de una:

- a. Ninguno de los anteriores ✗
- b. Cablemodem - GPON
- c. ADSL - TDM
- d. Plesiócrono - PDH
- e. Banda base - modulación

La respuesta correcta es: Plesiócrono - PDH

El método de modulación en el cual se varía la frecuencia de la portadora según la información es el:
Seleccione una o más de una:

- a. PSK
- b. PAM
- c. Ninguna de las anteriores
- d. ASK
- e. PDM

Pregunta 7

Parcialmente correcta

Puntúa 0,50 sobre
1,00

 Marcar pregunta

El método de modulación en el cual se varía la frecuencia de la portadora según la información es el:

Seleccione una o más de una:

- a. PSK
- b. PAM
- c. Ninguna de las anteriores ✓
- d. ASK
- e. PDM

La respuesta correcta es: Ninguna de las anteriores

Qué técnica de multiplexión es la más moderna y con mayores prestaciones de las mencionadas?

Seleccione una o más de una:

- a. Ninguna de las anteriores
- b. CDM
- c. FDM
- d. WDM
- e. TDM

Pregunta 8

Parcialmente correcta

Puntúa 0,50 sobre
1,00

 Marcar pregunta

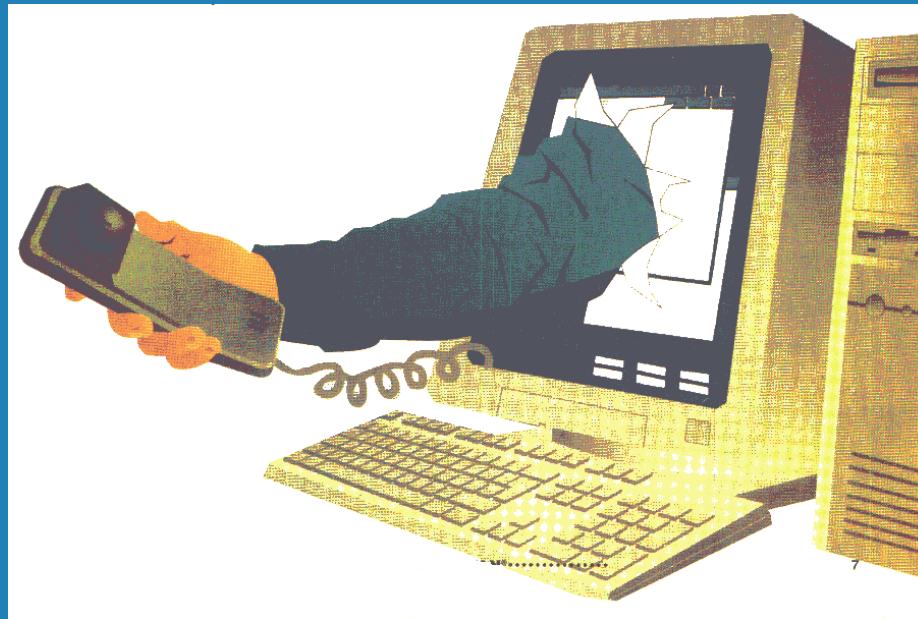
Qué técnica de multiplexión es la más moderna y con mayores prestaciones de las mencionadas?

Seleccione una o más de una:

- a. Ninguna de las anteriores
- b. CDM
- c. FDM
- d. WDM ✓
- e. TDM

La respuesta correcta es: WDM

COMUNICACIONES



UT N° 9 **INTRODUCCIÓN A LAS REDES DE** **TELECOMUNICACIONES**

Ingeniero ALEJANDRO ECHAZÚ
aechazu@comunicacionnueva.com.ar

MODELO OSI

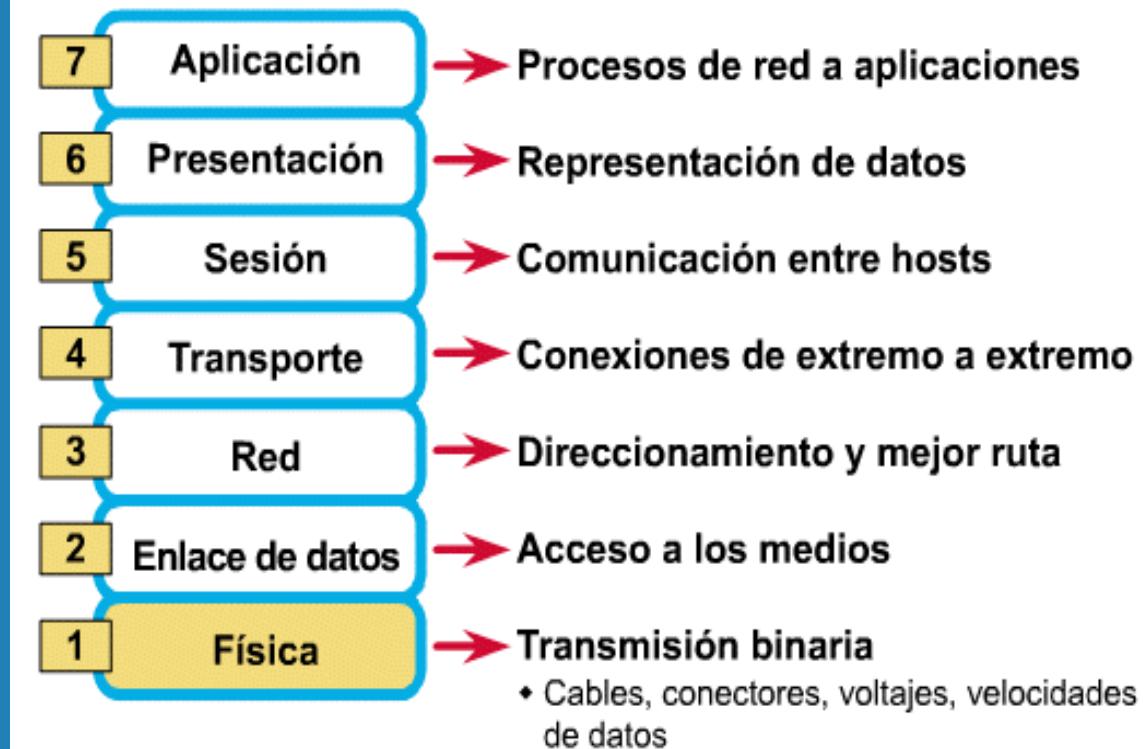
INTERCONEXIÓN DE SISTEMAS ABIERTOS

ISO

ORGANISMO DE ESTANDARIZACIÓN INTERNACIONAL

- **ES UNA ABSTRACCIÓN, NORMA DE LA ISO**
- **MODELO DE REFERENCIA BASADO EN CAPAS**
- **LAS CAPAS AGRUPAN FUNCIONES PARA PERMITIR LA COMUNICACIÓN ENTRE SISTEMAS ABIERTOS Y HETEROGÉNEOS**

Las 7 capas del modelo OSI



MODELO DE REFERENCIA OSI

**Complejidad de la comunicación
entre sistemas abiertos**

Heterogéneos
Distintos proveedores
y tecnologías



Modelo de capas



Modularidad

Es una abstracción que constituye una NORMA de la ISO.

Agrupa funciones en capas.



• Dependientes de la red

• Orientadas a las aplicaciones

MODELO DE REFERENCIA OSI

COMUNICACIÓN



Entre capas iguales



Protocolos

Entre capas adyacentes



Interfases

Servicios



Provisto por la capa inferior a la superior

Entidades



Elementos activos de una capa.
Provee y usa servicios

PROTOCOLO

Es un conjunto de procedimientos necesarios para el intercambio de información.

Es un lenguaje que incluye sintaxis y semántica

Unidad de Datos de Protocolo (PDU)

PCI (N)

SDU (N)

PCI = Información de control del protocolo

SDU = Unidad de datos del servicio

Primitiva de servicio: es la información que se intercambia entre entidades (una da y otra recibe servicios).

INTERFASES

Se localiza por medio de **Puntos de Acceso al Servicio (SAP)**

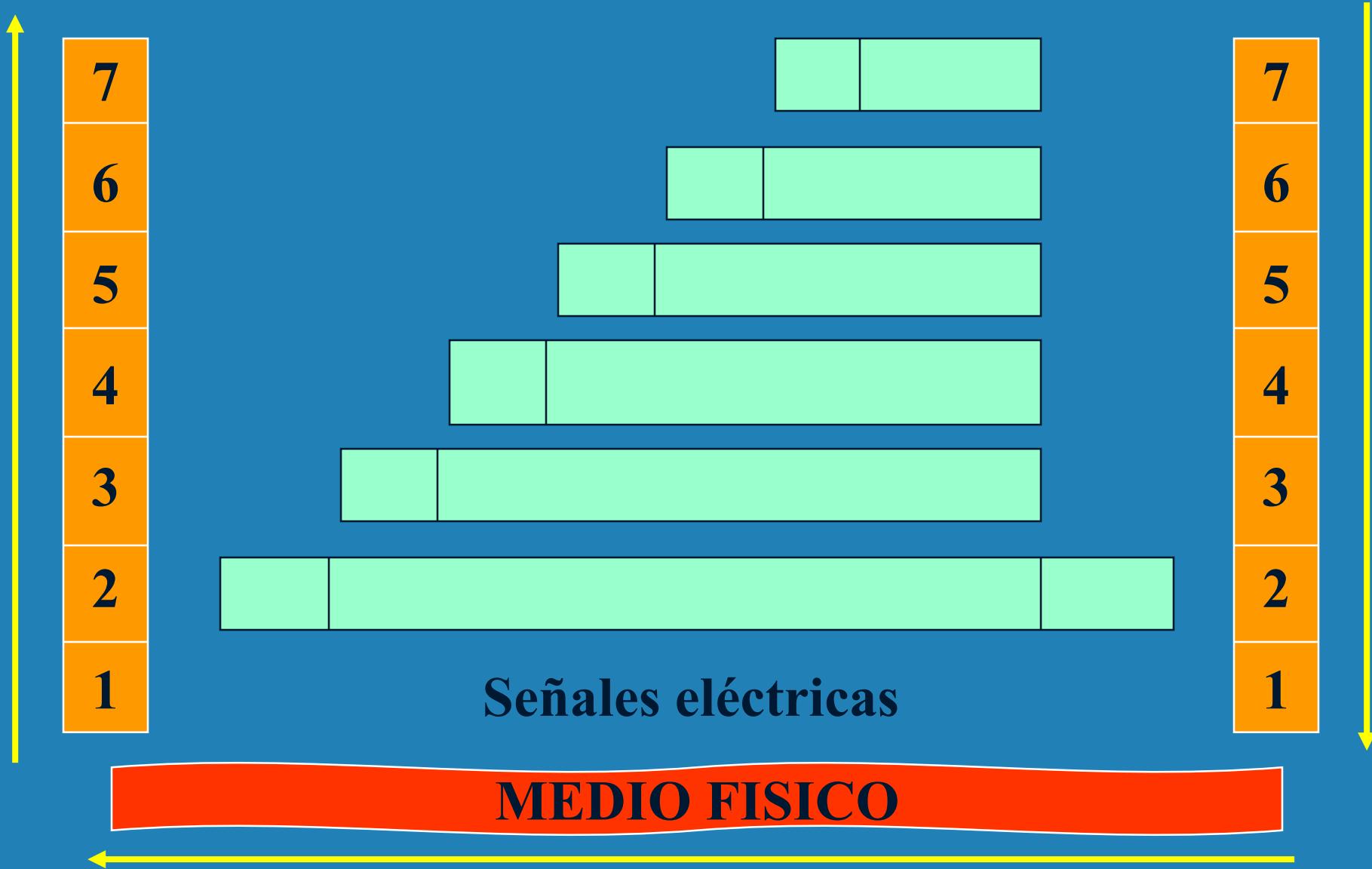


- Tiene un dirección específica.
- Puede haber varios en una Interfase.
- Está en la parte superior de una capa.

La **conexión lógica** (CL) une un elemento de servicio de una capa con el de otra.

Multiplexión es cuando pueden existir varias CL, diferentes según los elementos de servicio que se unen entre entidades.

COMUNICACIÓN ENTRE SISTEMAS ABIERTOS



FORMACIÓN DE PDU(S)

DATOS ORIGINALES

FRAGMENTACIÓN

PDU (N+1)

PCI (N+1)

SDU (N+1)

PDU (N)

PCI (N)

SDU (N)

PDU (N-1)

PCI (N-1)

SDU (N-1)

PDU = UNIDAD DE DATOS DE PROTOCOLO

SDU = UNIDAD DE DATOS DE SERVICIO

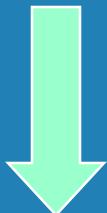
PCI = INFORMACIÓN CONTROL DE PROTOCOLO

SERVICIOS

ORIENTADO



A LA CONEXIÓN



A LA NO CONEXIÓN
(SIN CONEXIÓN)

CON ORDEN DE
LLEGADA

COMO UN TUBO

TRANSF LIBRE
ERRORES

CIRCUITO VIRTUAL

SIN ORDEN DE
LLEGADA

ENCAMINAMIENTO
INDEP.

ENFOQUE MEJOR
INTENTO

DATAGRAMA

NIVEL 1: FISICO

Servicio:

Conexión física al medio transmisor

Funciones:

Definición de las características mecánicas, eléctricas, funcionales y de procedimientos.

Ejemplo:

Interfaz RS 232

NIVEL 2: ENLACE

Servicio:

Establecer, mantener y liberar conexiones del N3

Funciones:

Control de errores y de flujo de datos.

Delimitar secuencia de bits, asegurando transparencia.

Resolver problemas de daño, pérdidas y duplicidad.

Ejemplo:

Protocolo HDLC

NIVEL 3: RED

Servicio:

Servicio orientado a la conexión o sin conexión al N4

Funciones:

Encaminamiento.

Tratamiento de congestión y facturación.

Reenvío por sistemas intermedios.

Interconexión de redes heterogéneas.

Ejemplo:

Protocolos IP, IPX

NIVEL 4: TRANSPORTE

Servicio:

Conexión extremo a extremo sin errores.

Calidad de funcionamiento Q o S.

Funciones:

Ocultar detalles de capas inferiores a las superiores.

Multiplexión.

Regular flujo de datos.

Ejemplo:

Protocolos TCP, SPX

NIVEL 5: SESIÓN

Servicio:

Gestionar el control del diálogo.

Sincronización y administración del testigo.

Funciones:

Establecimiento y liberación de conexión.

Usuarios de distintas máquinas establezcan sesión.

Mejorar servicios.

NIVEL 6: PRESENTACION

Servicio:

Codificación de datos.

Manejo de abstracciones y conversiones.

Compresión y criptografía.

Funciones:

Permite comunicación entre equipos con distintas representaciones.

Adecua sintaxis.

No necesariamente entiende sobre la semántica.

NIVEL 7: APLICACION

- Funciones:
- Definición de un terminal virtual para permitir diálogo entre terminales incompatibles.
 - Proporciona interfaz de usuario.
 - Establece autorizaciones.
 - Autenticidad de datos.
 - Determinación de la disponibilidad actual.
 - Correo Electrónico.
 - Transferencia de archivos.

COMPARACIÓN ENTRE MODELO OSI Y TCP/IP

MODELO OSI

APLICACION

PRESENTACION

SESION

TRANSPORTE

RED

ENLACE DE DATOS

FISICO

MODELO TCP/IP

APLICACIÓN

TRANSPORTE

INTERNET

INTERFAZ DE RED

HARDWARE

PROTOCOLOS TCP/IP

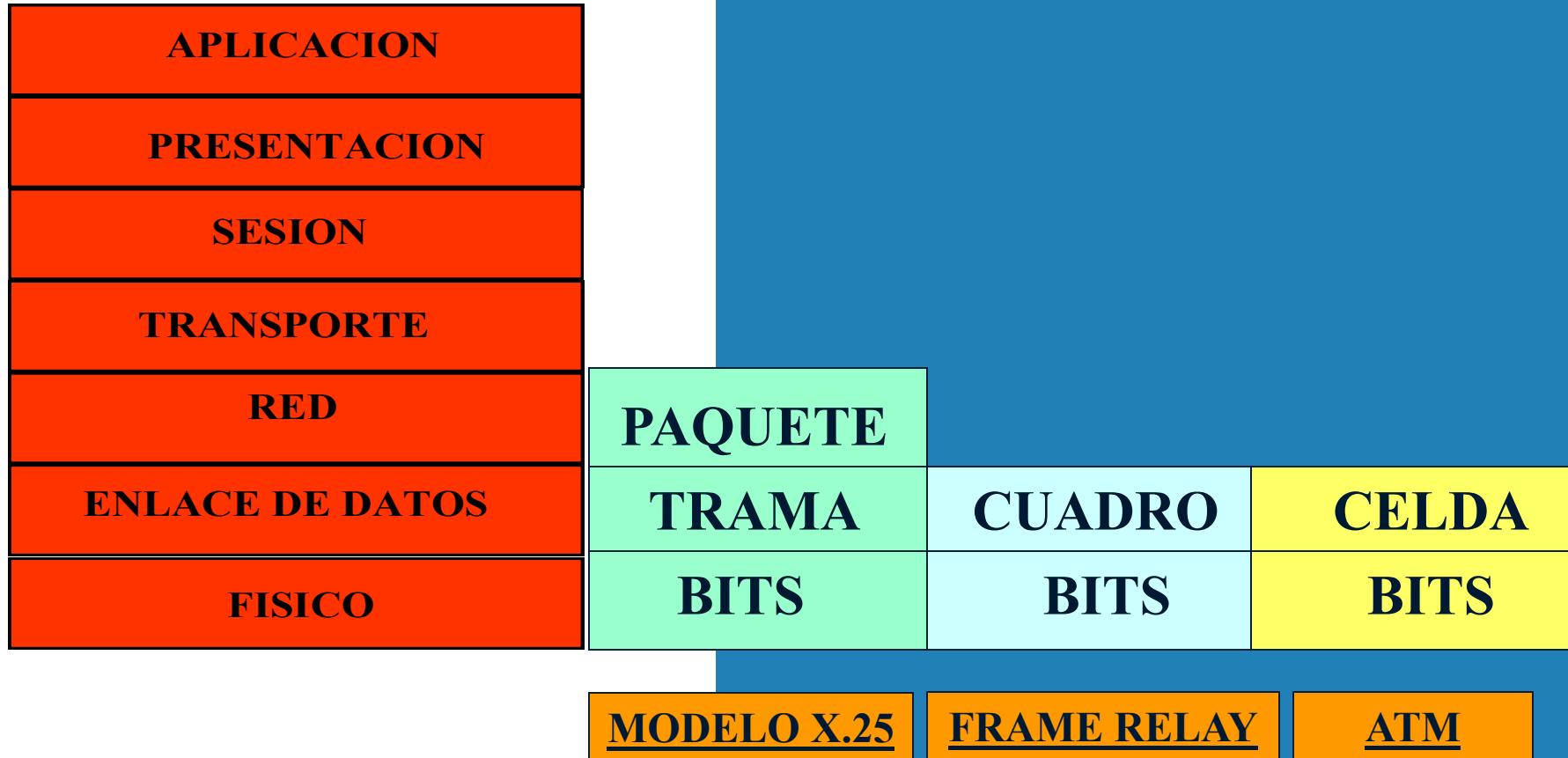
FTP TELNET SMTP
NSP SNMP

TCP UDP

IP ICMP

ARP RARP

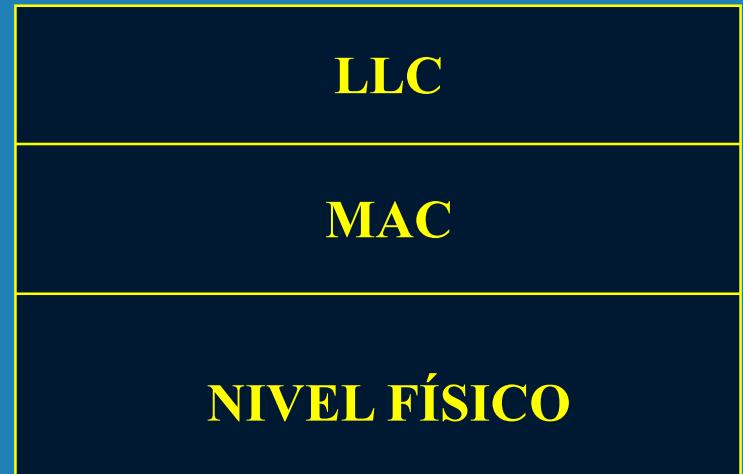
EL MODELO DE REFERENCIA OSI



MODELO OSI Y REDES LAN



OSI



LAN

MAC (MEDIUM ACCESS CONTROL)

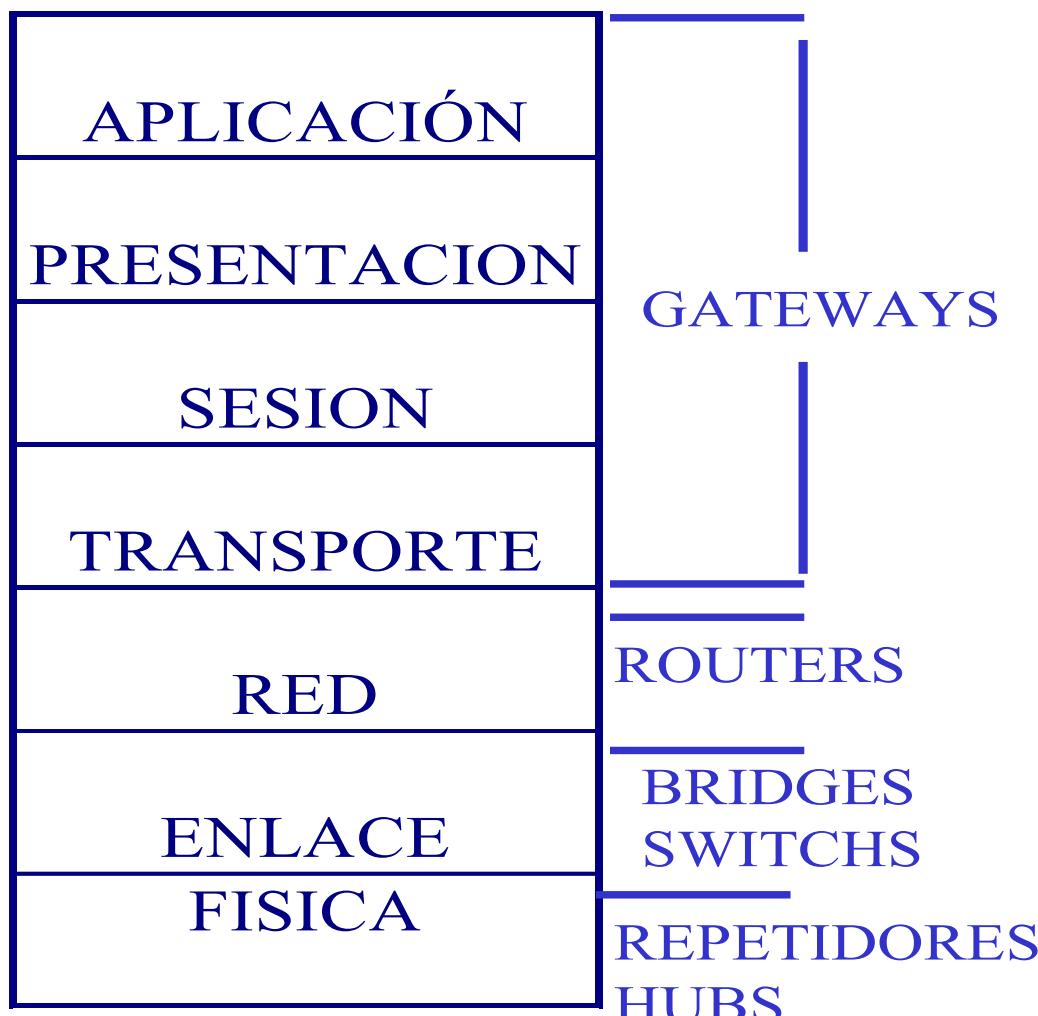
LLC (LOGICAL LINK CONTROL)

IMPORTANCIA EN EL EMPLEO DE LOS CANALES DE
DIFUSIÓN (BROADCAST)

CONCEPTO DE DIRECCIÓN MAC



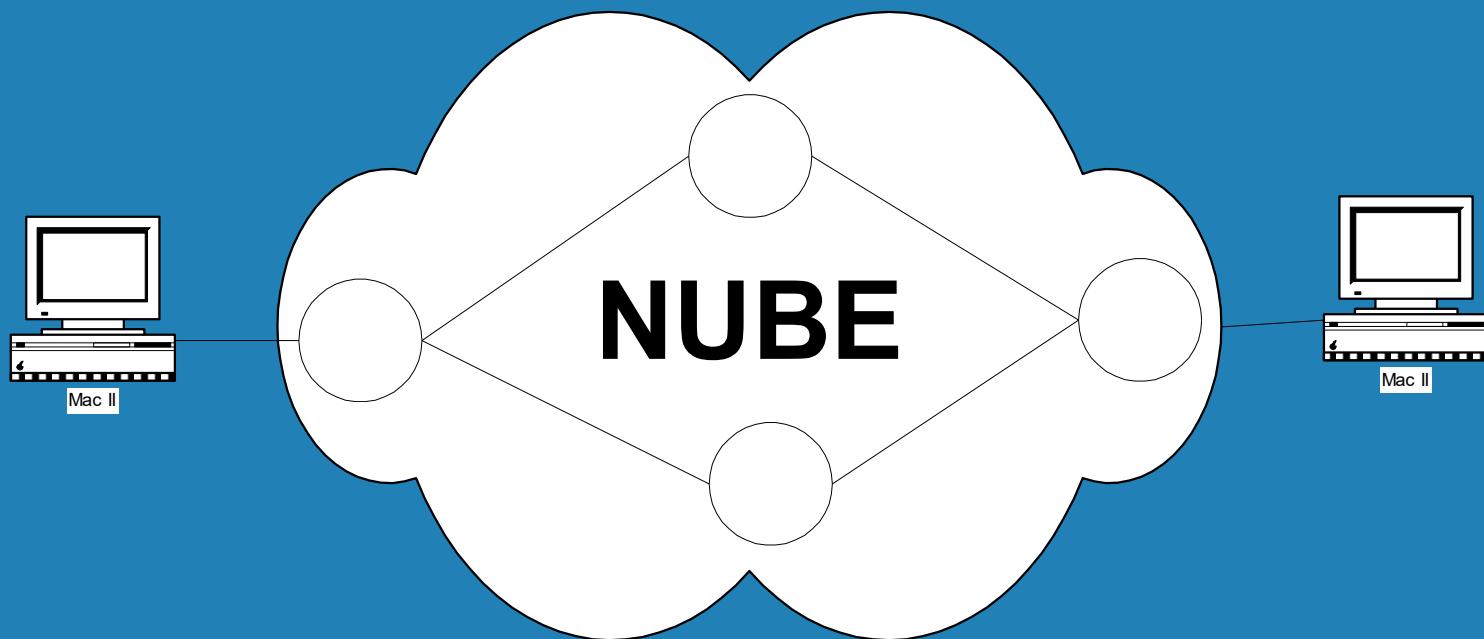
COMPARACION DE DIVERSOS DISPOSITIVOS DE RED CON LOS NIVELES DE PROTOCOLOS OSI



REDES DE TELECOMUNICACIONES

COMPOSICIÓN

ENLACES DE COMUNICACIONES
NODOS DE RED
EQUIPOS TERMINALES

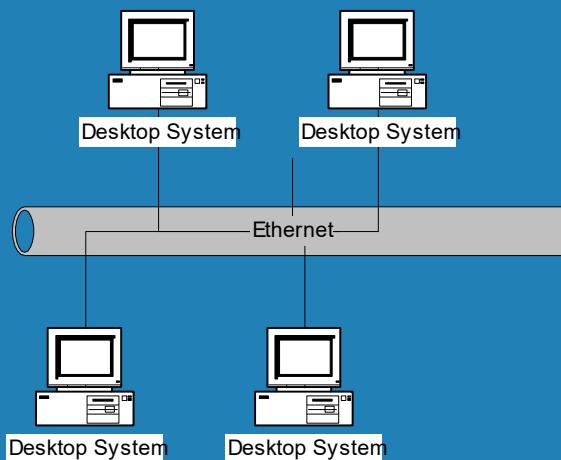


Punto a punto

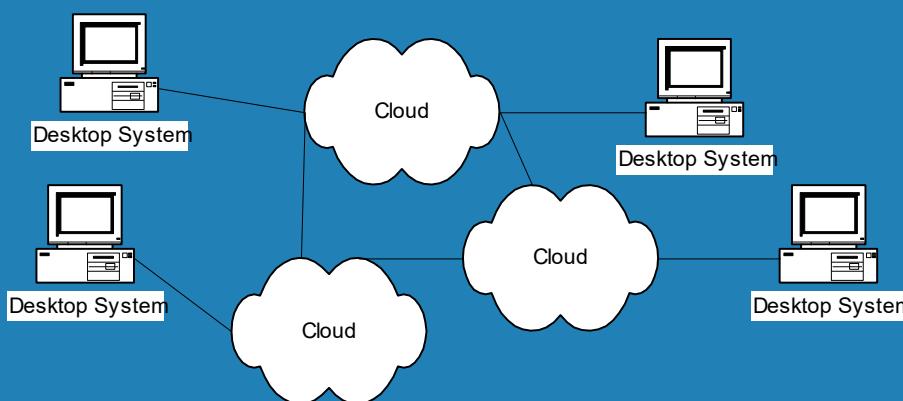
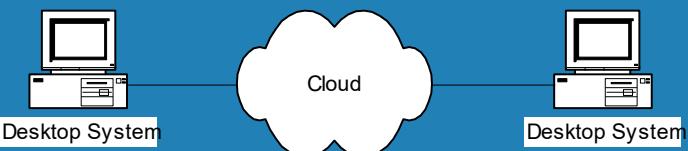


R
E
D
E
S

Difusión multipunto



Conmutada

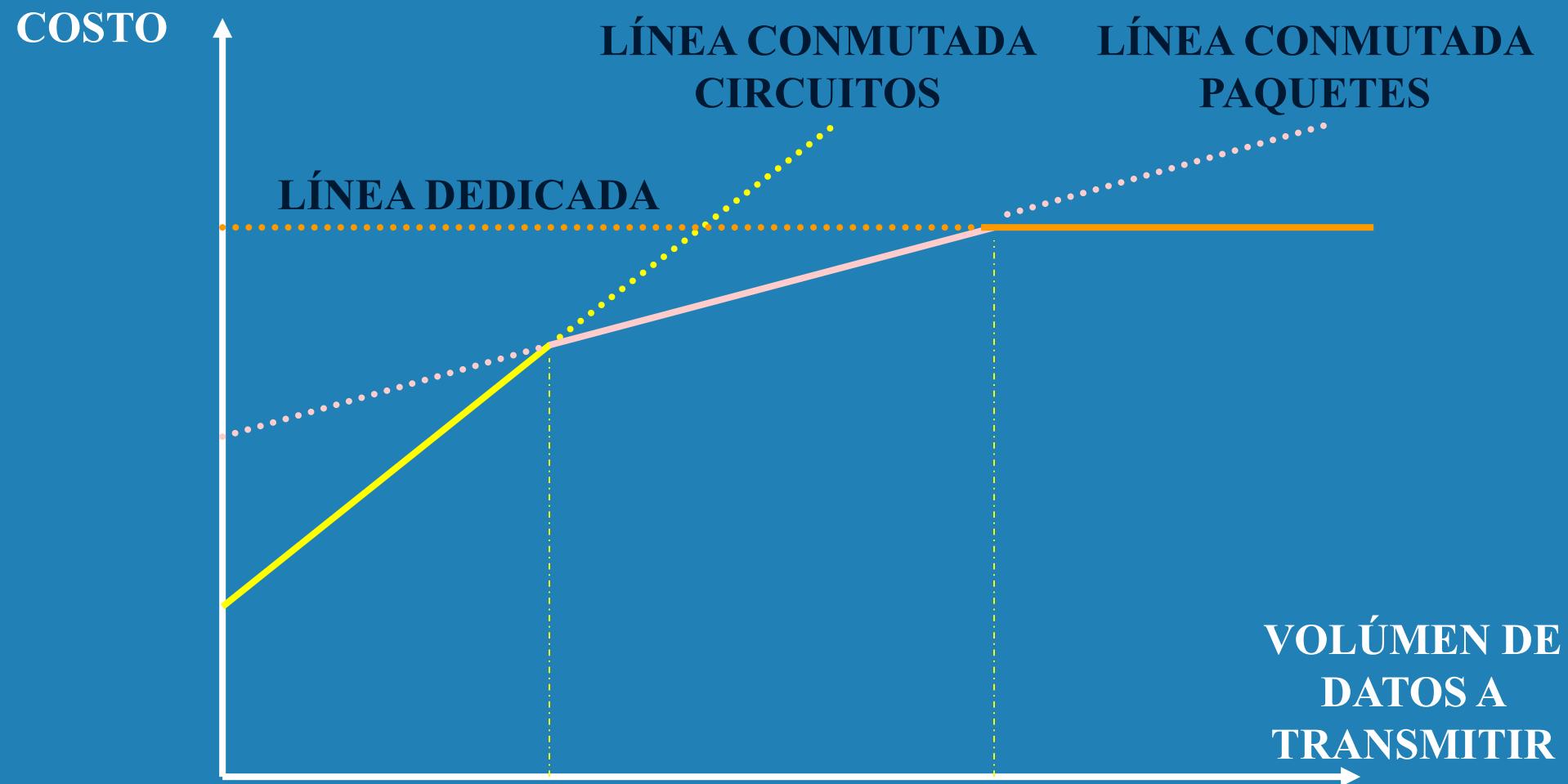


Internet

ENLACES DE COMUNICACIONES



CUADRO COMPARATIVO COSTOS VS VOLUMEN DE DATOS



Conmutación

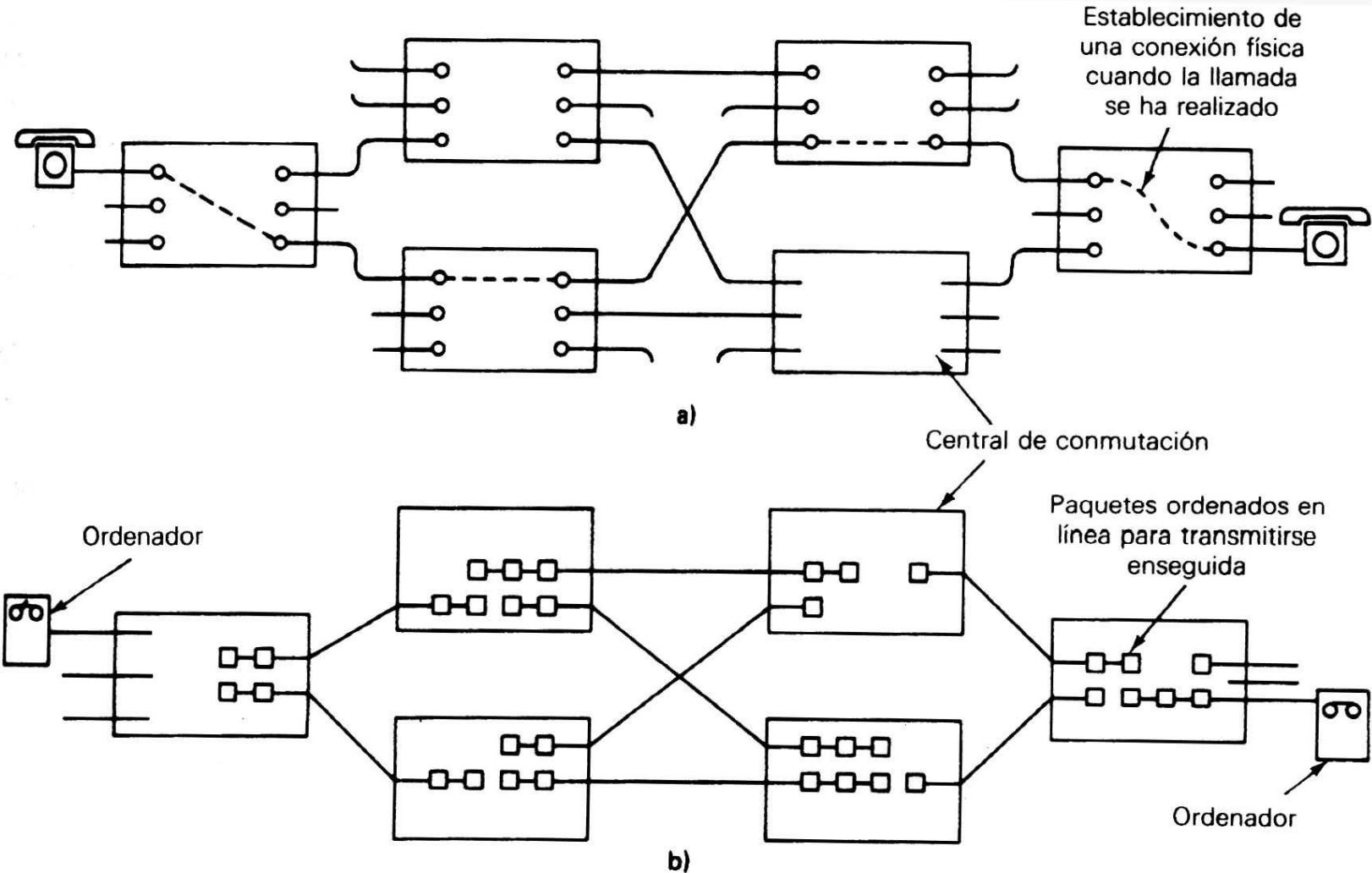
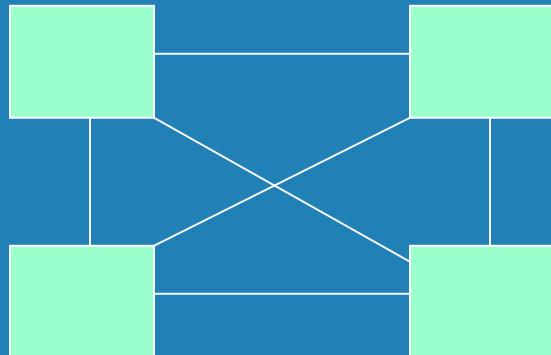


Fig. 2-21. a) Conmutación de circuitos. b) Conmutación de paquetes.

TOPOLOGÍAS REDES

- MALLA

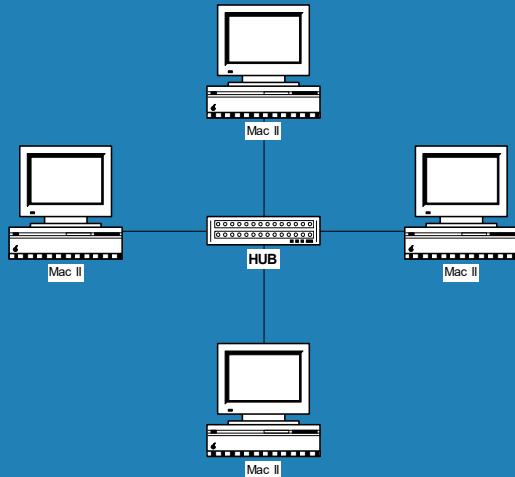


$$Ne = n \times (n - 1) / 2$$

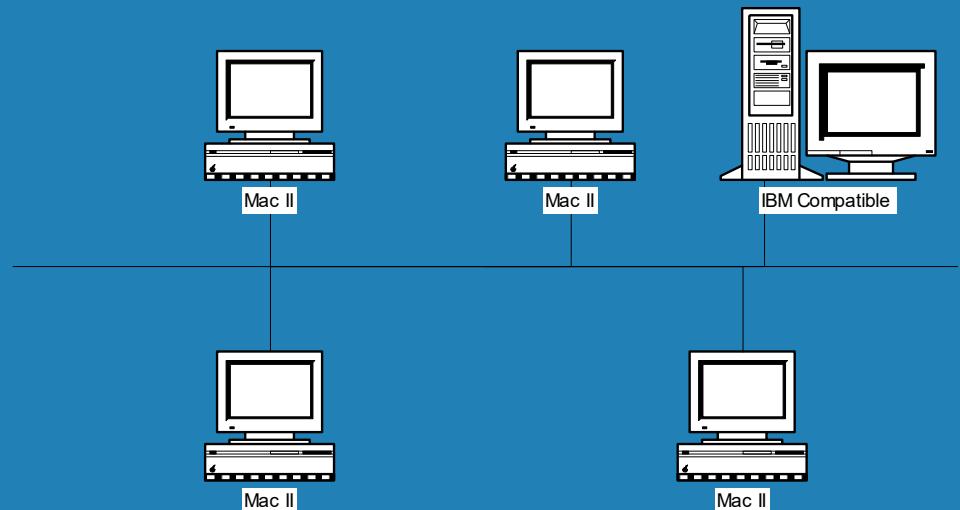
Ne (Nro de enlaces)

n (Nro de nodos)

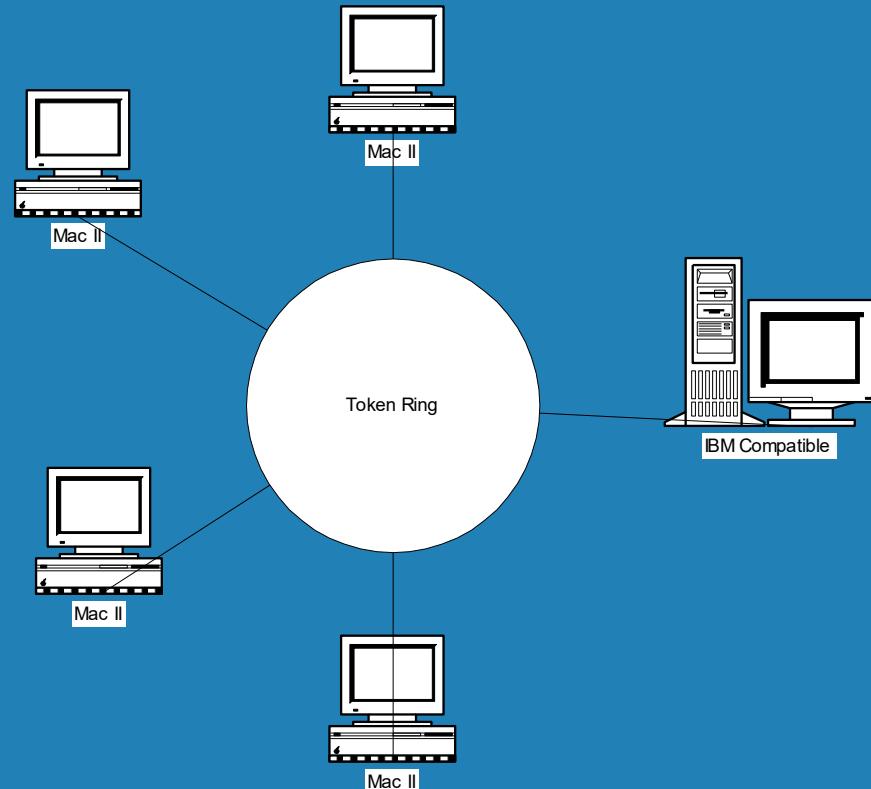
- ESTRELLA



- BUS O LINEAL



- RING O ANILLO

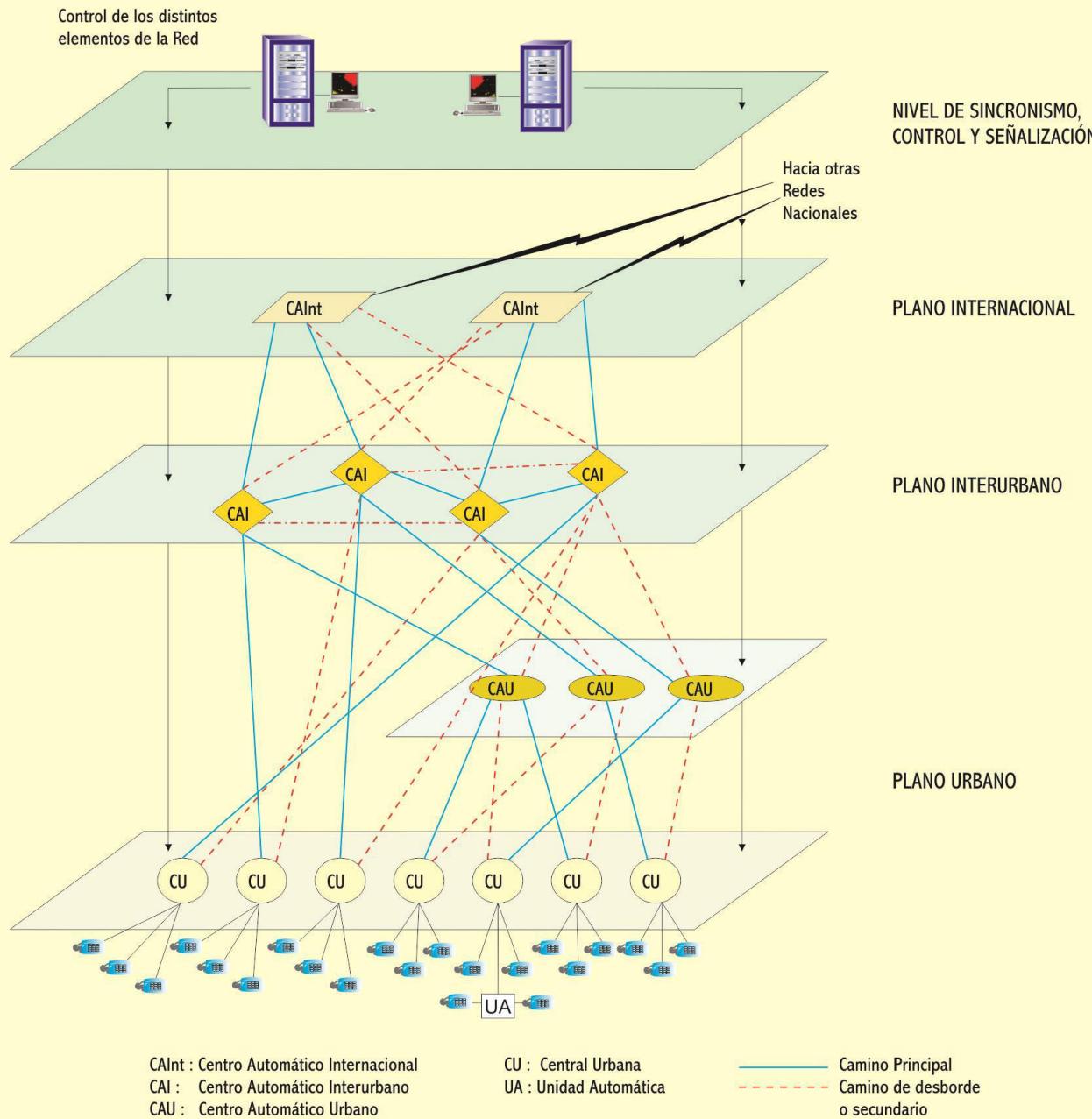


- HÍBRIDAS

Cuadro comparativo

CARACTERISTICA	ESTRELLA	MALLA	ANILLO	BUS
Número de nodos	*Bajo / Medio	Alto	Medio / Alta	Medio / Alta
Confiabilidad	Media	Media	Baja	Media
Facilidad de reconfiguración de la red	Baja	Alta	Baja	Alta
Facilidad de localización de las fallas	Alta	Baja	Alta	Baja
Cantidad de enlaces necesarios	Alta	Alta	Baja	Baja

RED TELEFÓNICA



Red Pública

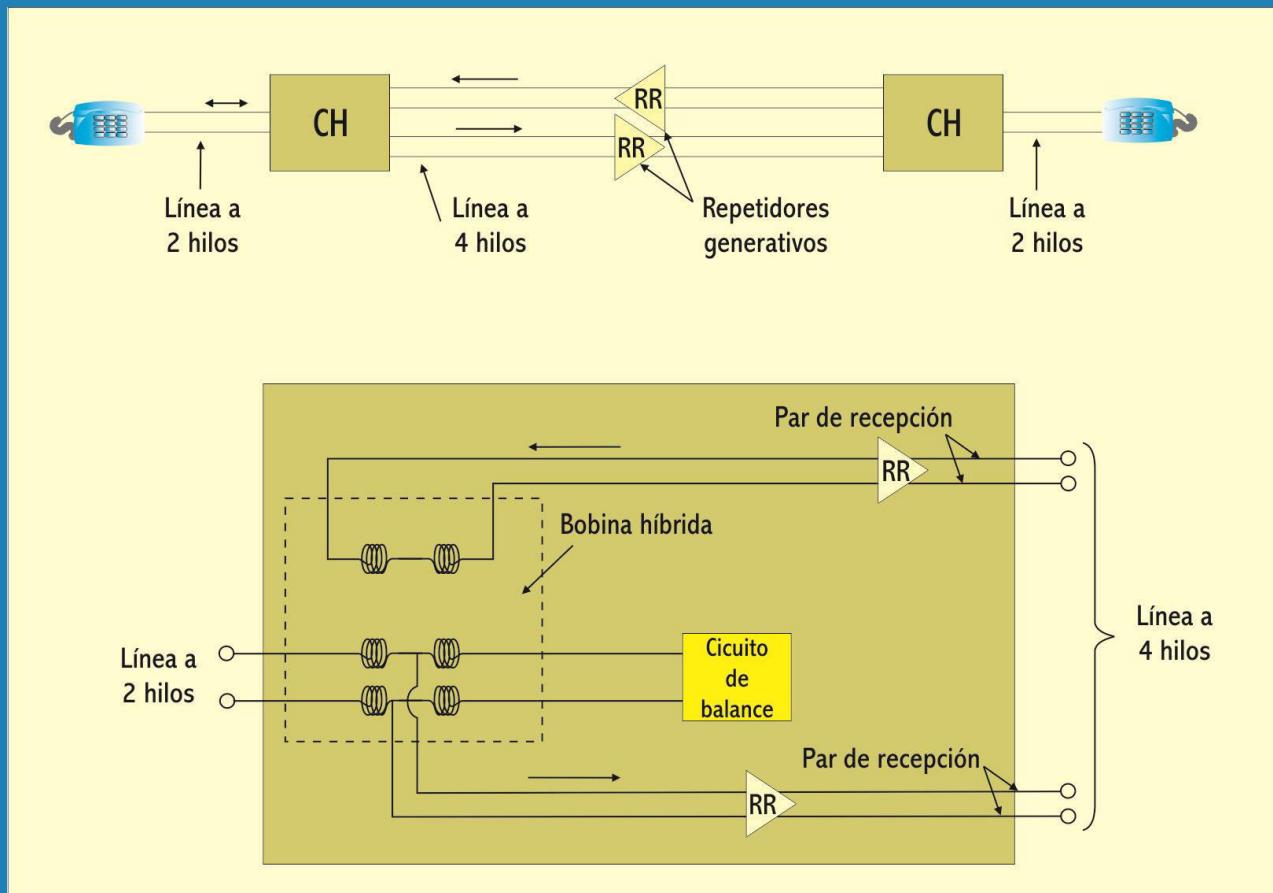
PSTN

Red Privada
PABX o PBX

RED TELEFÓNICA

Lazo de abonado o última milla.

Circuitos de 2 hilos (2H) y de 4 hilos (4H).

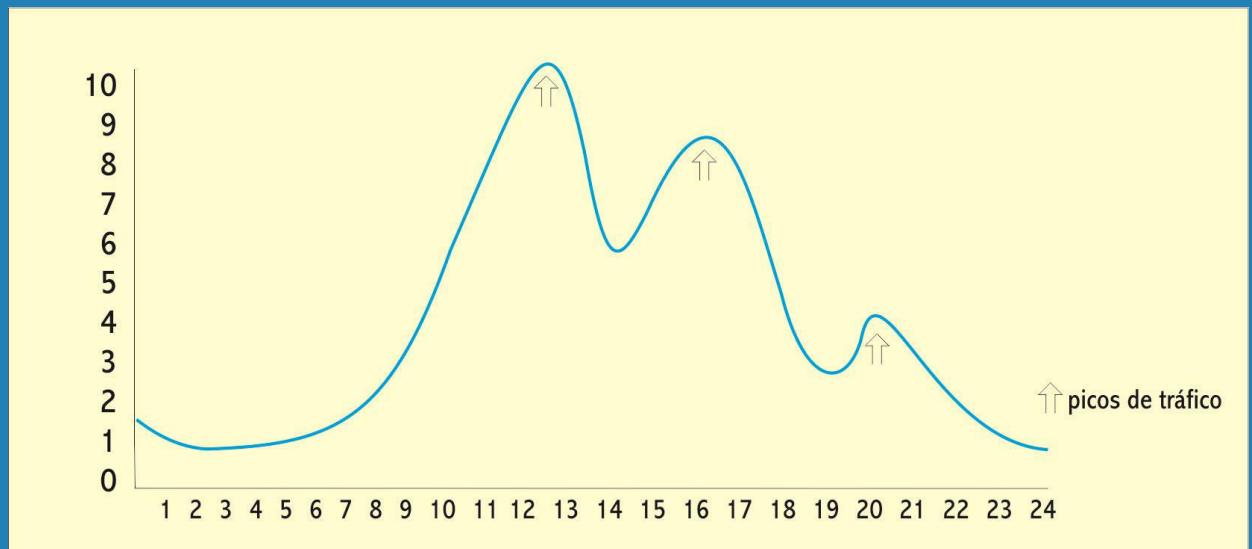


RED TELEFÓNICA

Señalización → asociada al canal (SAC) (A)
→ por canal común (SCC) (D)

Ingeniería de tráfico

$$A = C \times TR$$

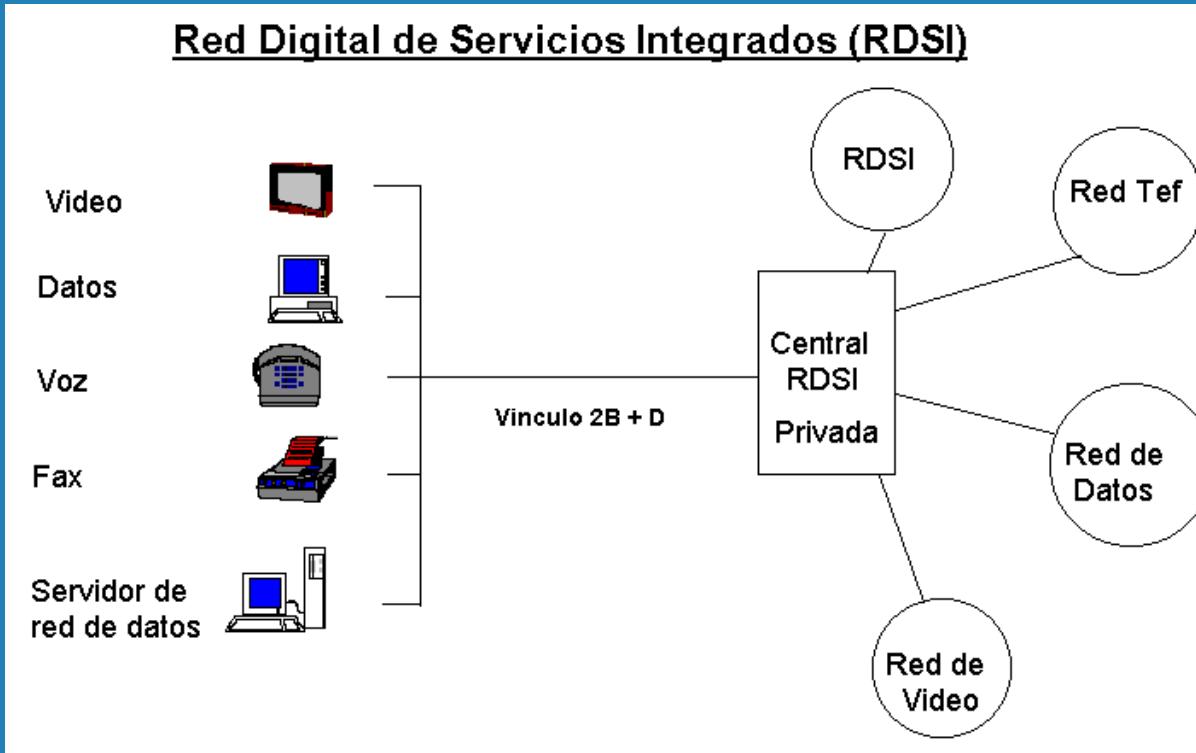


A = Flujo de Tráfico (Erlang)

C = Intensidad de Tráfico (nº de llamadas por hora)

TR = Tiempo de Retención (horas por llamada)

RDSI (ISDN)



- MULTIPLEXIÓN POR DIVISIÓN DE TIEMPO (TDM)
- MODULACIÓN PCM-30 Y PCM-24
- MULTIPLEXIÓN DE ORDEN SUPERIOR
- JERARQUÍA DIGITAL PLESIÓCRONA (PDH). CASI SINCRONA.
- JERARQUÍA DIGITAL SINCRÓNICA (SDH) Y SONET.

DEPARTAMENTO INGENIERIA EN SISTEMAS DE INFORMACION

COMUNICACIONES

GUIA DE TRABAJOS PRACTICOS

AÑO 2021

TRABAJO PRÁCTICO N° 6

Tratamiento de los errores en las redes de datos.

1. Indicar las principales causas de errores en las redes de datos.
2. Que políticas se emplean para el tratamiento de los errores en las redes de datos.
3. Como incide la corrección de errores en la calidad de servicios de las redes.
4. En una red de transmisión de datos se reciben 20 bits erróneos en 200.000 bits totales. Cuál es el BER?
5. La medición anterior se ha realizado sobre una LAN-ETHERNET. ¿Qué comportamiento puede esperarse de dicha red ?
6. Dado el siguiente mensaje a transmitir [M(x)] y teniendo como polinomio generador $G(x) = x^4 + x + 1$. Aplicar el método para detección de errores CRC determinando la información a transmitir.

$$M(x) = 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1$$

Repetir el procedimiento del lado del receptor. Extraer conclusiones.

7. Cite por lo menos cuatro protocolos que emplean para la detección de errores el CRC.
8. Cite por lo menos cuatro protocolos que emplean para la detección de errores el método de suma de verificación.
9. Cuando se emplean códigos correctores de errores, cite ejemplos.
10. Como se manifiesta el error en la redes de datos y como se mide?



UD N° 6

Tratamiento de los Errores

Que es un Error en Teleinformatica?

Es toda alteración que hace que un MM recibido no sea una réplica del MM transmitido.

TIPOS DE ERRORES

Errores aislados o simples.

Errores en ráfagas.

Errores agrupados.



TIPOS DE ERRORES

Errores aislados: afectan a 1 solo bit c/vez y son independientes entre si.

Errores en ráfagas: afectan a varios bits consecutivos y ocurren en períodos indeterminados de tiempo.

Errores agrupados: ocurren en tandas sucesivas de cierta duración y que afectan a varios bits no necesariamente

PRINCIPALES CAUSAS DE ERRORES

- Ruido.
- Atenuación.
- Distorsión.
- AB insuficiente.
- $T > C$

POLITICAS P/ EL TRATAMIENTO DE ERRORES

- DETECCION
- CORRECCION



CALIDAD DE SERVICIO

BER = bits erróneos Rx / bits transmitidos

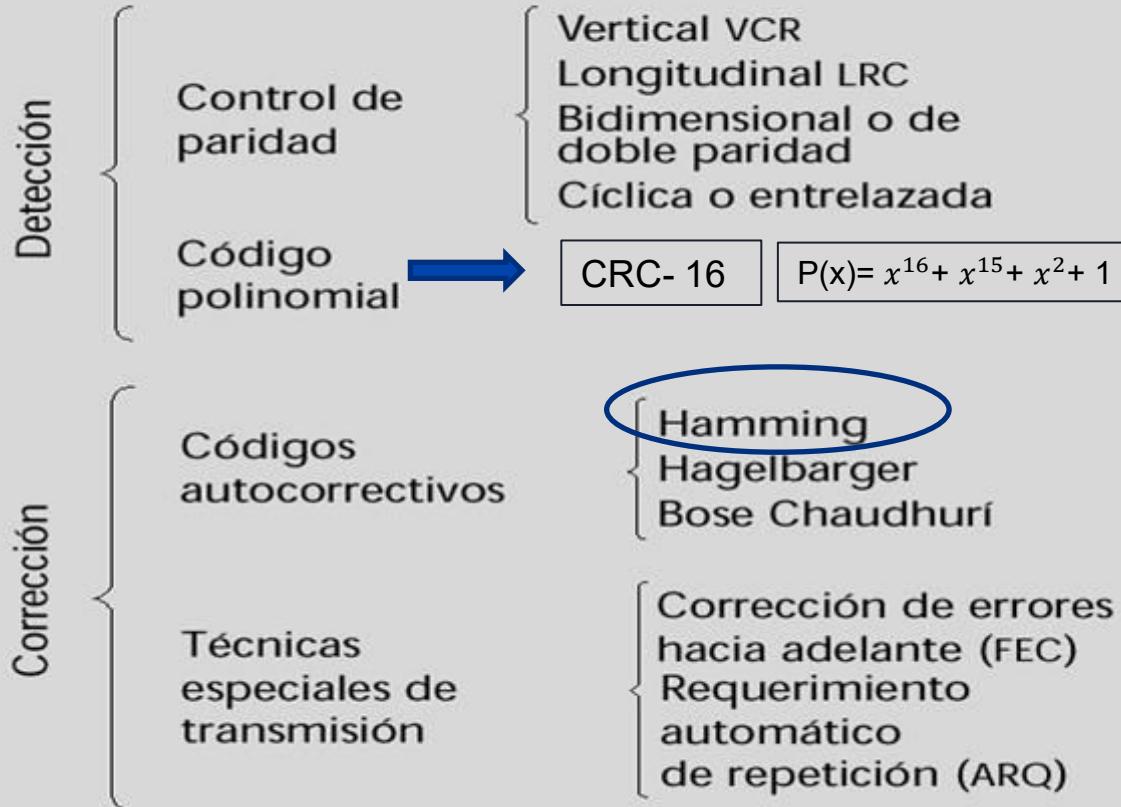
Ej: Red LAN $\Rightarrow 10^{-9}$; Red Telef $\Rightarrow 10^{-6}$

S/N (dB) \Rightarrow Normalmente para señales analógicas.

DETECCION Y CORRECCION DE ERRORES

Métodos de detección y corrección de errores

Detección y corrección de errores





DETECCIÓN

DETECCION- CONTROL DE PARIDAD - VCR

Paridad par e impar ejemplos

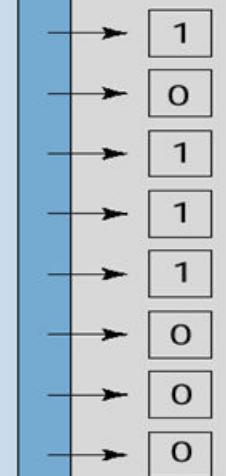
Según cantidad
de UNOS

Paridad par será 0, carácter resultante	0	01101101100
Paridad impar será 1, carácter resultante	1	01101101100

DETECCION- CONTROL DE PARIDAD- LCR

Ejemplo de control de paridad longitudinal
paridad par

	Dato 1	Dato 2	Dato 3	Dato 4	Dato 5
Bit n° 1	1	1	0	1	0
Bit n° 2	1	1	0	1	1
Bit n° 3	1	1	0	1	0
Bit n° 4	0	0	0	0	1
Bit n° 5	0	0	0	1	0
Bit n° 6	1	0	1	1	1
Bit n° 7	0	0	1	1	0
Bit de paridad vertical	0	1	0	0	1



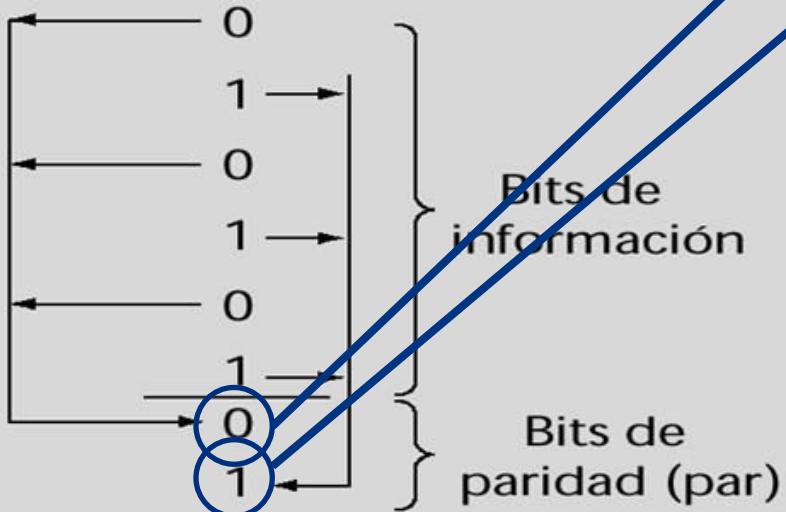
BCC

DETECCION- CONTROL DE PARIDAD- CICLICA

Prueba de paridad cíclica

Carácter transmitido: 010101

Generación de la paridad cíclica



1er Bit Paridad: 1ro, 3ro, 5to Bit

2do Bit Paridad: 2do, 4to, 6to Bit

DETECCION- CODIGOS POLINOMIALES

ALGORITMO : $M(x) = 01001000100101$

1. Polinomio : $M(x)$ de grado n
2. Polinomio generador : $G(x)$ de grado r
3. Polinomio auxiliar : X^r grado r (igual grado que $G(x)$)
4. $M(x).X^r / G(x) = C(x)$ y $R(x)$
5. $T(x) = M(x)$ y $R(x)$

Lado Receptor:

1. $M(x)$ y $R(x) / G(x)$
2. Si $R(x) = 0 \Rightarrow$ Se recibió sin Errores.



CORRECCIÓN

CORRECCION- RETRANSMISION

1RO DETECCIÓN (PARIDAD, CRC U OTROS METODOS)

2DO CORRECCIÓN ⇒ EL RECEPTOR SOLICITA AL TX LA RETRANSMISION DEL MENSAJE, TANTAS VECES SEAN NECESARIAS HASTA QUE LO RECIBA S/ERRORES. PROBLEMA: el canal estaría permanentemente ocupado. Para Tx MM en claro.



CORRECCION- FEC (Corrección hacia Adelante)

1RO DETECCIÓN (PARIDAD, CRC U OTROS METODOS)

2DO CORRECCIÓN ⇒ Entre dos o más Estaciones.

Doble envío del Mensaje en Tiempo Diferido (*Diversidad en Tiempo*), o sea se envía DOS veces el MM en distintos intervalos de tiempo. El Rx tiene dos oportunidades de recibir correctamente el MM.

Problema: la redundancia en la Tx, se paga con un delay!



CORRECCION- ARQ (Req.Automático de Rep.)

1RO DETECCIÓN (PARIDAD, CRC U OTROS METODOS)

2DO CORRECCIÓN ⇒ Entre dos Estaciones.

Consiste en la repetición de bloques de datos, en forma similar a la retransmisión, excepto que este proceso se realiza hasta 32 veces, pasado ese número el equipo se resetea y se pierde la información. Problema: la redundancia en la Tx, se paga con un delay.



CORRECCION- CODIGOS AUTOC. - HAMMING

d_H \Rightarrow Es el número de bits en los que difieren dos secuencias. Comparar dos sec. bits de igual peso.

$d_{H \min}$ \Rightarrow Es la menor distancia H en un código determinado.

$$\text{Detec} = (d_{H \min} - 1)$$

$$\text{Correc} = <(d_{H \min} - 1) / 2$$

Código 1

000

$$d_{H \min} = 3$$

111

D2 C1

Código 2

000

$$d_{H \min} = 2$$

011

D1 C0

110

101

CORRECCION- CODIGOS AUTOC. - HAMMING

Distancias de Hamming
tomadas para la secuencia
correspondiente al símbolo B

Conjunto	Representa	Secuencia binaria	Distancia de Hamming
S ₁	B	0100001	-
S ₂	C	1100001	1
S ₃	D	0010001	2
S ₄	E	1010001	3
S ₅	U	1010101	4

Detección y corrección de errores
en función del valor de H

Distancia de Hamming	Errores	
	Detección	Corrección
1	no	no
2	uno	no
3	dos	uno
4	tres	uno

UNIDAD TEMATICA NRO 6 - RESPUESTAS

1. Causas de Errores

- Ruido.
- Atenuación.
- Distorsión.
- AB insuficiente.
- T > C

2.

- DETECCION
- CORRECCION

3. Cuanto mayor es la CORRECCION de errores detectados, más alta es la calidad de los servicios de las redes. Se mide en BER o S/N.

BER: Red LAN $\Rightarrow 10^{-9}$; Red Telef $\Rightarrow 10^{-6}$

4. **BER = bits erróneos Rx / bits totales transmitidos**

$$BER = 20/200.000 = 10^{-4}$$

5. La Red tiene una alta tasa de errores (10^{-4}), se puede esperar una pérdida de paquetes de datos importante.

6. **M(x)= 1 0 1 1 0 1 0 1 1 0 1 \Rightarrow**

$$- M(x) = x^{10} + 0x^9 + x^8 + x^7 + 0x^6 + x^5 + 0x^4 + x^3 + x^2 + 0x^1 + 1$$

$$- G(x) = x^4 + x^1 + 1 \Rightarrow 1 0 0 1 1$$

- Auxiliar = x^4
- $M(x) \cdot X^r / G(x) = C(x) \text{ y } R(x)$
- $10110101101 \quad \boxed{0000} / 10011 = C(x) \text{ y } R(x)$
- $T(x) = M(x) \text{ y } R(x)$



Comprobación lado del Receptor:

- $M(x) \text{ y } R(x) / G(x)$

Si $R(x) = \text{todos ceros} \Rightarrow \text{Se recibio SIN ERRORES}$

7. Los siguientes protocolos:

- a. **PPP (Protocolo Punto a Punto)**: se emplea a nivel de capa de enlace (capa 2).
- b. **ETHERNET**: (Es un standard que se emplea en las redes LAN, para definir características de cableado, señalización, formato de tramas, etc).
- c. **HDLC(Control de Enlace de Alto Nivel)**: es un protocolo de comunicaciones en la capa de enlace.
- d. **FRAME RELAY**: es una técnica de transmisión de comunicaciones mediante la conmutación de paquetes, permitiendo la Tx de tamaños variados de tramas de datos y de voz).
- f. **MPLS: (Multiprotocolo de conmutacion de paquetes)**: es una técnica de TX de comunicaciones de paquetes de distintos tamaños y de facilidades.

8. Los siguientes protocolos:

- a. **TCP**: Protocolo de capa de transporte en el modelo capas OSI.
- b. **IP**: protocolo de INTERNET.
- c. **PDU**: protocolo de Unidad de Datos: se utiliza para el armado de la información del cabezal de un paquete, en el modelo capas OSI.
- d. **ICMP** (Protocolo de control de mensajes en internet): Es utilizado para enviar mensajes de error e información operativa indicando, por ejemplo, que un host no puede ser localizado o que un servicio que se ha solicitado no está disponible.

- 9.** Se utilizan en transmisiones muy particulares donde no se puede aplicar el método de retransmisión del paquete dañado. Se emplea en transmisiones donde la información va ENCRYPTADA y no en CLARO. Ej: la información que se cursa entre terminales bancarias.
- 10.** Se manifiesta por la pérdida de paquetes. Se mide en porcentajes de paquetes perdidos en un determinado tiempo, lo podemos medir a través del BER, o sea la tasa de bit error.

DEPARTAMENTO INGENIERIA EN SISTEMAS DE INFORMACION

COMUNICACIONES

GUIA DE TRABAJOS PRACTICOS

AÑO 2021

TRABAJO PRÁCTICO N° 7



UTN - FRBA

Departamento de Sistemas

MATERIA: Comunicaciones

NIVEL: Cuarto

Medios físicos de comunicación.

1. Un equipo radiotransmisor se vincula a su antena mediante la llamada línea de transmisión que se ocupa de la transferencia de energía en un sentido u otro con la menor pérdida y distorsión. Estas líneas pueden ser coaxiales. Suponer el empleo de coaxial RG 213/U. El transceptor (transmisor y receptor) tiene una potencia a la salida del equipo de 35 W operando a la frecuencia de 400 Mhz, la longitud de la línea es de 30 metros. ¿Cuál es la potencia aplicada a la antena debido a la atenuación introducida por la línea? Ver tabla 7-20 de la página 446.

Frecuencia de operación [MHz]	10	50	100	200	400	1000
RG 213/U - At [dB/100m] -	2	4.9	7	10.5	15.5	26

2. Para el ejercicio anterior calcular la sensibilidad del receptor si éste último se construye con el mismo tipo coaxial del transmisor y la misma distancia entre antena y receptor (30m). Ambas antenas tienen una ganancia de 30dB y se encuentran separadas entre sí 1Km.
3. Dado un enlace radioeléctrico funcionando a la frecuencia de 300MHz, ¿Cuál es la longitud necesaria de las antenas para un buen rendimiento si las mismas son de media longitud de onda?
4. ¿Cuál debería ser la longitud de la antena de un teléfono celular cuya portadora opera a la frecuencia de 1 GHz ? La antena es de media longitud de onda.
5. Si un receptor de FM utiliza una antena de 75cm, ¿ De qué tipo de antena se trata ?. La banda de FM corresponde a 88 - 108 MHz.
6. ¿Qué longitud debería tener una antena de media onda para que pueda transmitir voz humana en su espectro original? Tomar como referencia el ancho de banda del canal telefónico. Extraiga conclusiones.
7. Calcular el retardo total que ocasiona la transmisión satelital para los satélites de órbita baja, media y alta respectivamente.



UTN - FRBA

Departamento de Sistemas

MATERIA: Comunicaciones

NIVEL: Cuarto

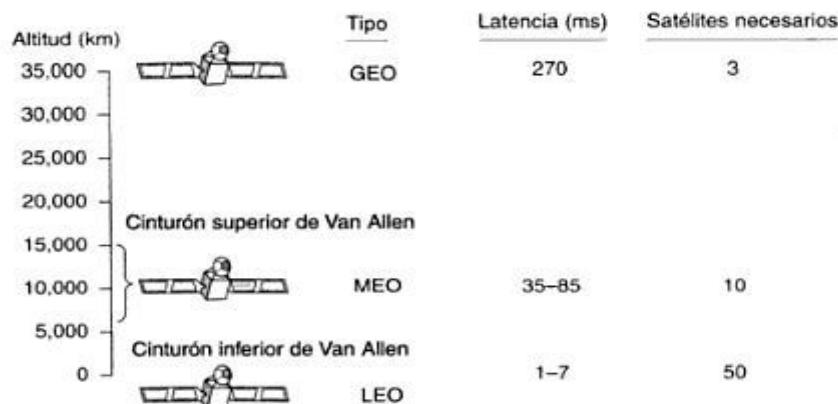


Figura 2-15. Satélites de comunicaciones y algunas de sus propiedades, entre ellas: altitud sobre la Tierra, tiempo de duración de un viaje de ida y vuelta y la cantidad de satélites necesarios para abarcar toda la Tierra.

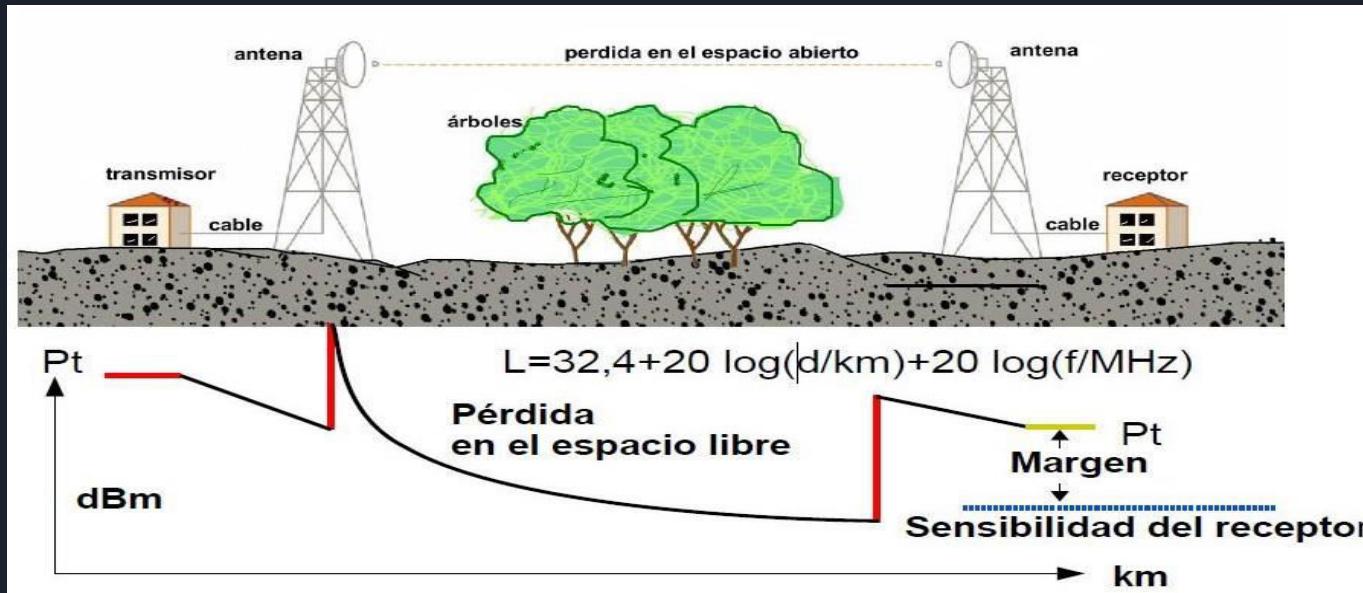
8. Dada una línea telefónica con los siguientes parámetros distribuidos :
L = 2 micro Hy / km;
C = 0,058 μ F / km;
¿A qué frecuencia la impedancia es resistiva?

The background features a dark blue gradient with a subtle circular motion blur effect. Overlaid on the left side is a graphic composed of three large, overlapping triangles: a blue triangle pointing down and left, a green triangle pointing down and right, and a grey triangle pointing up and right. In the bottom-left corner, there is a circular inset showing a close-up of a printed circuit board (PCB) with various electronic components like resistors, capacitors, and a central processing unit (CPU).

UD N° 7

Medios Físicos de Comunicaciones

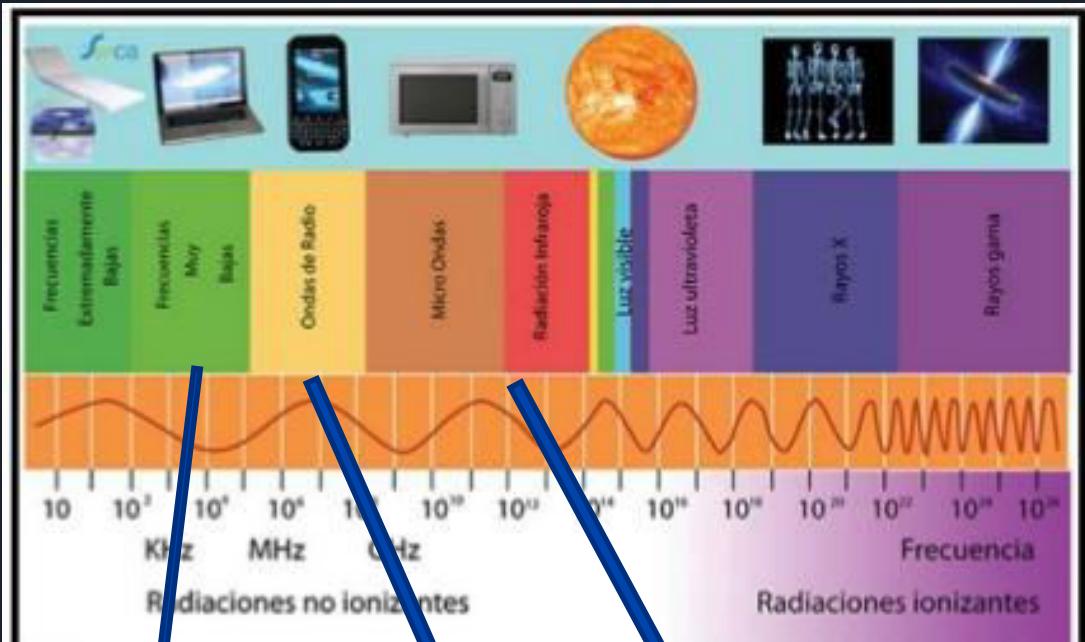
Calculo de Enlace en un sistema de radio con onda directa (Radioenlace)



$$P_{Tx} - P_{Tx} \text{ dB} (\alpha_{\text{vinculo}} + \alpha_{\text{conectores}}) + G_{Tx} \text{ dB} - L_p \text{ dB} + G_{Rx} \text{ dB} - P_{Rx} \text{ dB}$$
$$(\alpha_{\text{vinculo}} + \alpha_{\text{conectores}}) - FD \text{ dB} = S_{Rx} \leftarrow$$

dBm+/-dB= dB

Espectro Electromagnético



Hertz = c/seg

Khz = 10³ hz

Mhz = 10⁶ hz

Ghz = 10⁹ hz

Thz = 10¹² hz

BANDA DE FRECUENCIAS

1000 km	Miriamétricas	Kilométricas	Hectométricas	Decimétricas	Métricas	Decimétricas	Centimétricas	Milmétricas	
ELF	VLF	LF	MF	HF	VHF	UHF	SHF	EHF	
300Hz	3000Hz	30Khz	300Khz	3MHz	30MHz	300MHz	3GHz	30GHz	300GHz

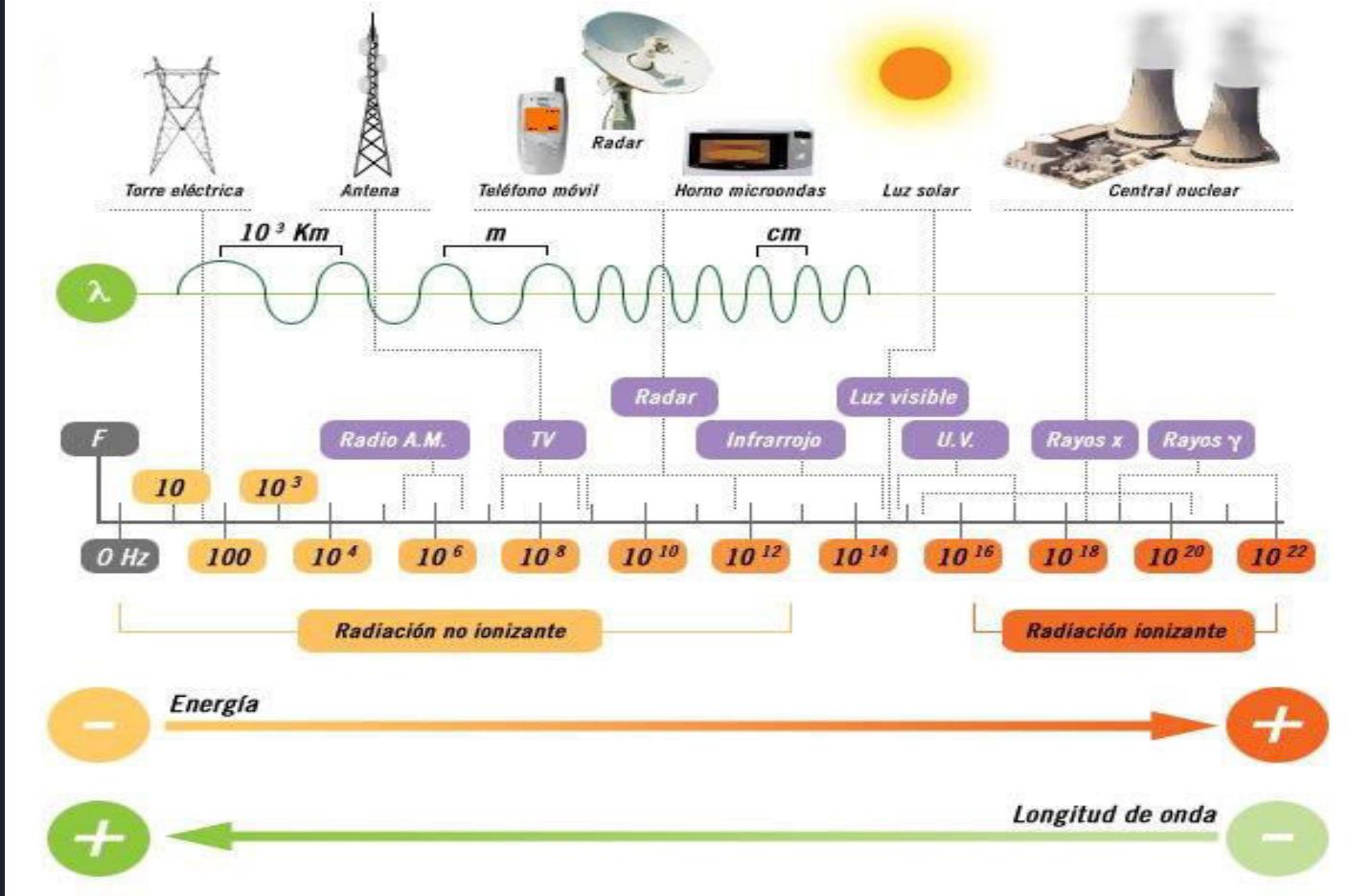
$$\lambda = c/f$$

λ = Long onda (m)

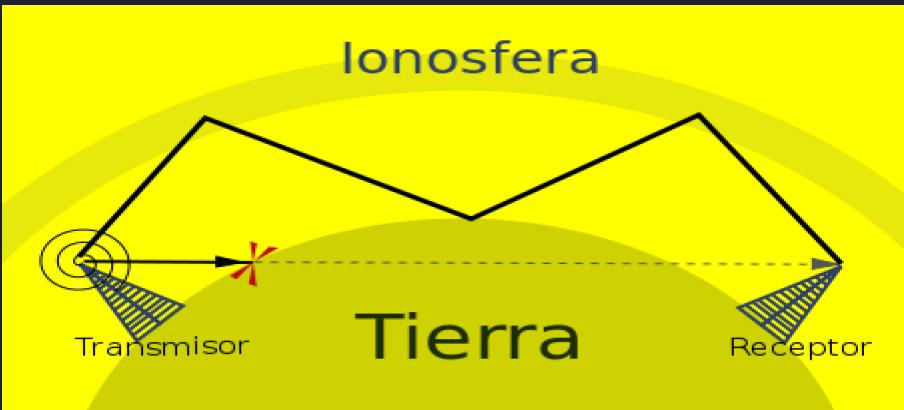
C = 3×10^8 m/sec

f = frecuencia (Hz)

El espectro de frecuencias.



Modos de Propagación



ONDA IONOSFÉRICA



Onda Directa

Onda reflejada en la
Superficie de la Tierra

Onda de Superficie

ONDA TERRESTRE

Onda ionosférica

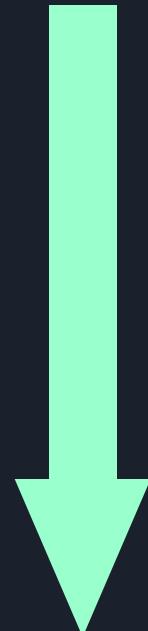
Capas de la Atmósfera:

Tropósfera

Estratosfera

Ionósfera (60 a 350 km)

- D
- E
- F F1 F2

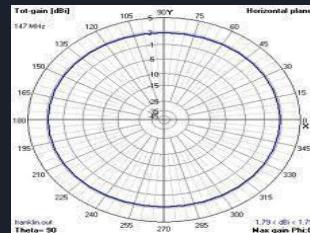


Altura respecto de
la corteza terrestre

+++

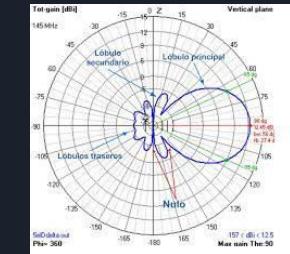
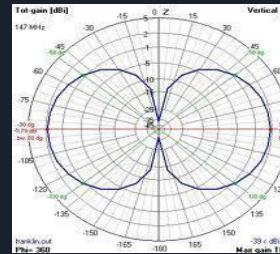
Irradiantes (antenas)

Omnidireccionales



Diagramas de irradiación
Ganancia y Directividad

Direccionales



Antena

Cálculo de longitud

(metros)

75 / f (MHz)

$$C = \lambda * f$$

¼ de onda

½ de onda

150 / f (MHz)

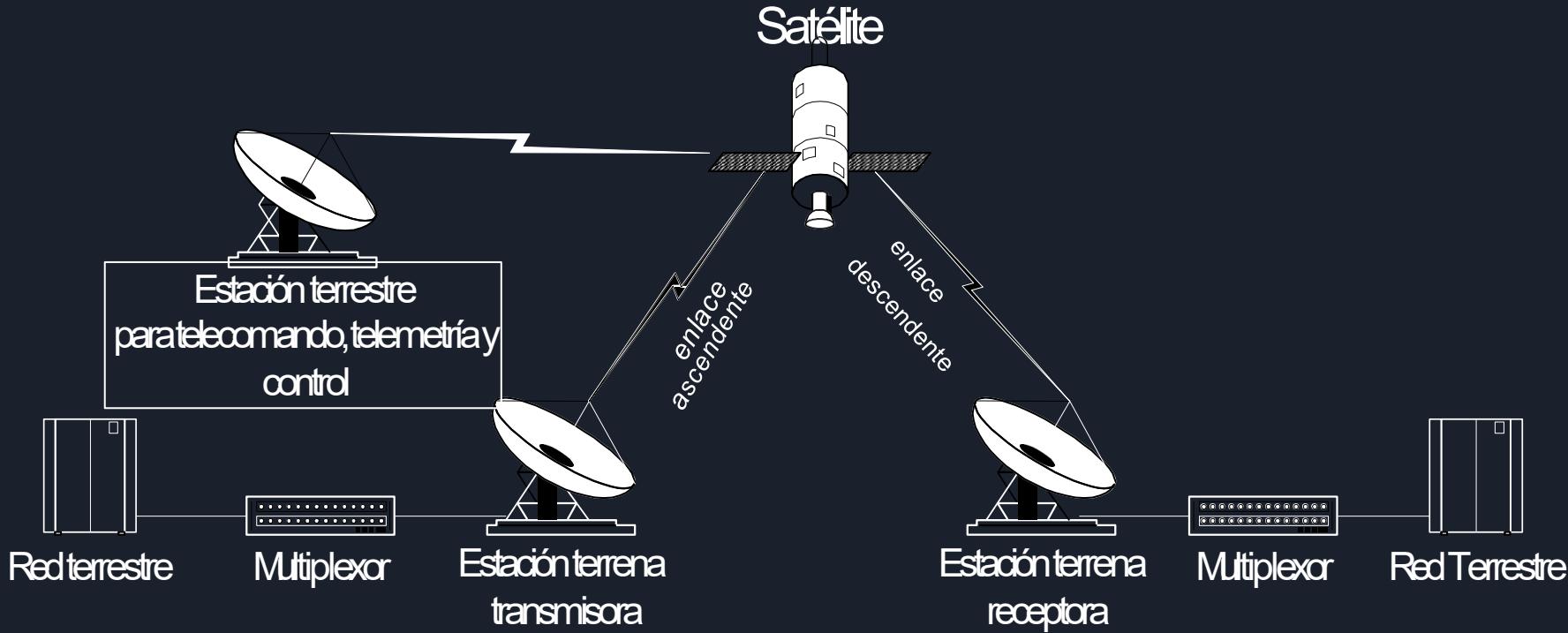
$$\lambda = C / f$$

Onda completa

300 / f (MHz)

COMUNICACIONES SATELITALES

Componentes de una comunicación satelital



TIPOS DE SATÉLITES DE COMUNICACIONES

- ➡ • De órbita baja (**LEO - Low Earth Orbit**), con altura entre 150 y 5000 km, dan la vuelta a la Tierra en aproximadamente 1,5 horas, permaneciendo a la vista de una estación terrena durante alrededor de un cuarto de hora.
- ➡ • De órbita media (**MEO - Medium Earth Orbit**), con altura entre 9000 y 18000 km, tiene un período de rotación comprendido entre 5 y 12 horas, permaneciendo a la vista de una estación terrena entre 2 y 4 horas.
- ➡ • **Geoestacionarios (GEO - Geosynchronous Earth Orbit)**, con altura de 36000 km, tiene un período de rotación de 24 horas por lo que se llaman geosincrónicos también.

SISTEMAS SATELITALES

Retardos Satelitales

$$Vp = H / T$$

$$T = H / Vp$$

$$R = 2 T$$

VP = Velocidad Propagación: $3 \cdot 10^8$ m/seg

H = Altura del satélite en (m).

T = Tiempo de subida o bajada (seg).

R = Retardo total o delay (seg).

TIPOS DE SATÉLITES DE COMUNICACIONES

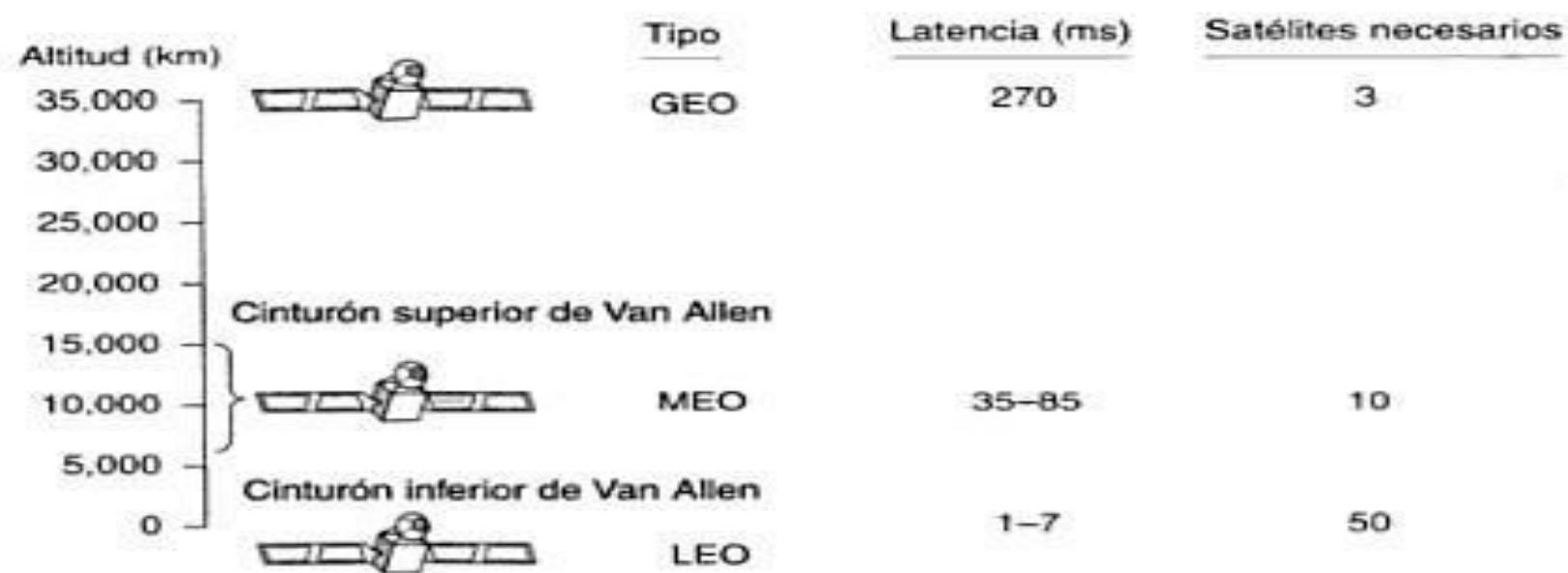
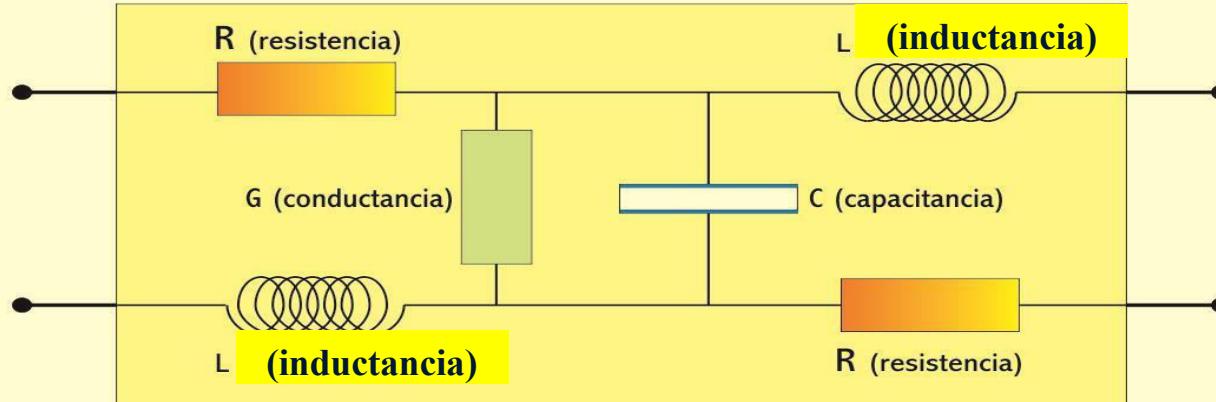


Figura 2-15. Satélites de comunicaciones y algunas de sus propiedades, entre ellas: altitud sobre la Tierra, tiempo de duración de un viaje de ida y vuelta y la cantidad de satélites necesarios para abarcar toda la Tierra.

TRANSMISIÓN EN MEDIOS CONDUCTORES

Características eléctricas



$$Z = R + j (X_L - X_C) \quad \text{ohms}$$

$$R = \rho L/S \quad X_L = \omega L \quad X_C = 1 / \omega C$$

Comunicaciones Clase 7

Medios alámbricos

1

CABLES DE COBRE

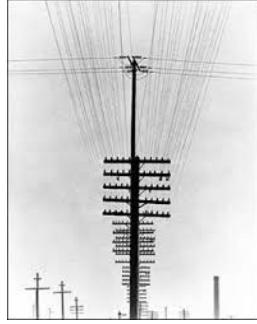
Son el medio de comunicaciones más usado en sus distintas variantes:

- Líneas abiertas de cobre desnudo.
- Cables de par trenzados.
- Cables multipares.
- Cables coaxiales.
- Cables submarinos de cobre.

2

LINEAS ABIERTAS DE COBRE DESNUDO

Cada circuito son dos alambres con aisladores cerámicos montados en travesaños horizontales sobre postes de palmera.



- Se usaron para telegrafía y para telefonía, pero se abandonaron por:
- Alto costo de mantenimiento.
 - Ancho de banda limitado.
 - Sufren vandalismo
 - Capta ruido externo
 - Presenta diafonía.

CABLES DE PAR TRENZADO

- Cada circuito son dos alambres con una vaina aislante que se trenzan entre sí.
- Las interferencias externas se cancelan entre los dos hilos.

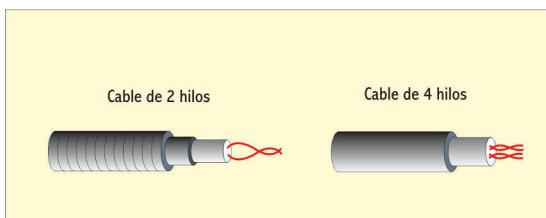


Las corrientes circulan en sentido contrario creando campos electromagnéticos opuestos que se anulan entre sí.

4

CABLES MULTIPARES

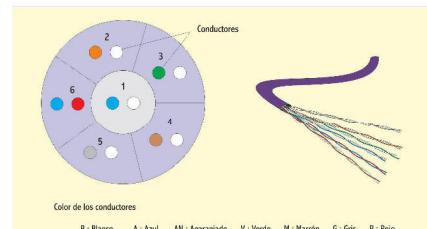
Varios pares se reúnen en conjuntos para formar un cable con elementos que soportan la tracción y una cubierta que los protege del medio.



Se usan para telefonía y para transmisión de datos.

5

La aislación sigue un código de colores para identificar cada par.



Color de los conductores
B : Blanco A : Azul AN : Anaranjado V : Verde M : Marrón G : Gris R : Rojo

Par Número	Color del aislación	Conductor N° 1	Conductor N° 2
1	Blanco	Azul	
2	Blanco	Anaranjado	
3	Blanco	Verde	
4	Blanco	Marrón	
5	Blanco	Gris oscuro	
6	Rojo	Azul	

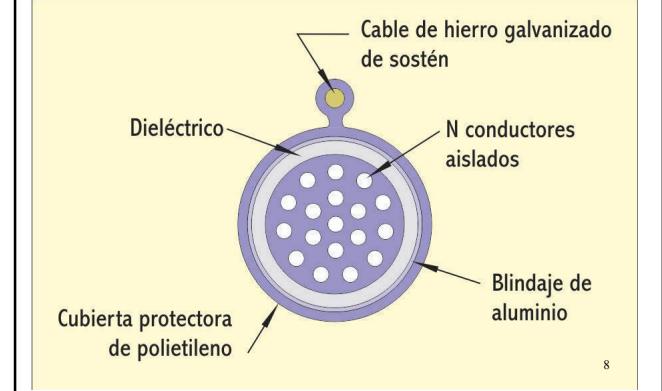
6

CABLES TELEFONICOS

Son cables multipares que responden bien en la banda vocal.

- Los alambres tienen entre 0,3 y 1 mm
- Hay cables normalizados de 6, 10, 18, 20, 30, 50, 80, 100, 150, 200, 300, 400, 600, 900, 1200, 1500, 1800 ó 2200 pares.
- Hasta 300 pares pueden usarse en tendidos aéreos suspendidos en postes, con cubiertas que soportan la radiación UV.
- Los cables subterráneos tienen cubiertas que lo protegen del agua y pueden tener mallas metálicas para protección mecánica.

7



8

CARACTERISTICAS ELECTRICAS

La impedancia y la atenuación de un par depende de las dimensiones y material de los conductores y del dieléctrico que los separa.

La resistencia eléctrica de los conductores se mide en corriente continua a 20°C de temperatura.

Diámetro del conductor (mm)	Resistencia óptima (Ohms/km) Promedio máximo
0,40	143,0
0,50	91,4
0,65	54,5
0,80	35,7
0,90	28,2

9

Dada la proximidad entre los conductores de los pares existe una capacidad entre ellos denominada capacidad mutua.

Nº de pares (para todos los calibres de conductores)	Capacidad mutua(microfaradio/km) Promedio máximo
Cables de hasta 10 pares	0,058
Cables con más de 10 pares	0,056

10

La resistencia de aislación de cada conductor se mide contra todos los demás, unidos entre si, y también contra el blindaje de aluminio del cable.

Aplicando 500 V de corriente continua debe ser mayor que 15 MΩ x km.

CABLES COAXILES

Son dos conductores concéntricos: uno interno o central y uno externo, que lo rodea.

Todavía se usan para:

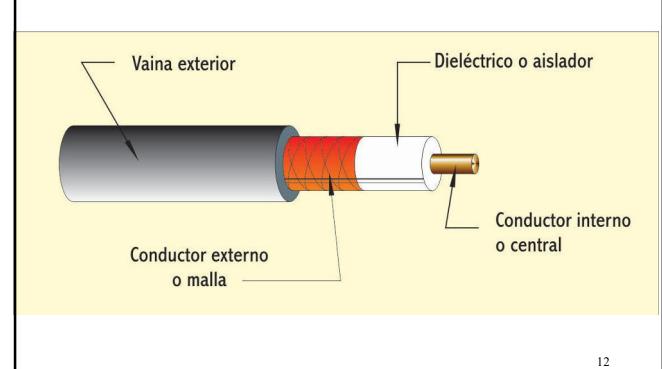
- Conectar un trasmisor con su antena
- Distribuir de señales de televisión por cable (CATV)

Antes se usaron:

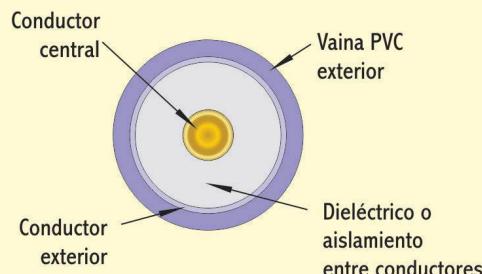
- En las redes de datos internas desde los 80 y hasta los 90, pero fueron reemplazados por cables de pares trenzados.
- En las redes interurbanas entre los 60 y los 90, pero fueron reemplazados por cables de fibra óptica.

11

Componentes



12



13

CODIFICACION DE CABLES COAXILES

Norma **MIL C -17 E** de las Fuerzas Armadas de EE.UU:

Para cada tipo de cable hay una sigla:

- las letras **RG** (**radiofrecuencia/gobierno**)
- un número progresivo para cada tipo de cable
- la letra **U** (**universal**)

Para la elección de cada cable coaxil se deben tener en cuenta los siguientes tres parámetros :

- Impedancia característica.
- Frecuencia de trabajo.
- Atenuación máxima.

14

Los fabricantes publican estas características en el folleto de cada cable y sirven para seleccionar el más adecuado para cada aplicación.

Coaxial tipo	Eléctricas				Operativas						
	Impedancia $Z_0 = [\Omega] \pm 2$	Capacidad $C[\text{pF/m}]$	Velocidad de Propagación $V_s = [\%]$	Tensión máxima $U_{\max} = [\text{kV}]$	Atenuación a 20°C $\alpha = [\text{dB}/100\text{m}]$						
					1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Rg174 A/U	50	101	66	1,5	12,80	23,0	29,2	39,4	61,0	98,4	
RG122 /U	50	101	66	1,9	5,90	14,2	23,0	36,1	56,0	95,2	
RG58 C/U	50	101	66	1,9	4,90	12,0	17,0	26,0	38,0	65,0	
RG223 /U	50	101	66	1,9	4,30	10,0	14,0	20,0	29,0	45,0	
RG223 /U	50	101	66	1,9	3,90	9,5	15,8	23,0	33,0	54,2	
RG 213 /U	50	101	66	5,0	2,00	4,9	7,0	10,5	15,5	26,0	
RG9 B/U	50	101	66	5,0	2,20	5,4	7,6	11,5	17,5	30,0	
RG21 4/U	50	101	66	5,0	2,20	5,4	7,6	10,9	17,0	28,9	
RG21 8/U	50	101	66	11,0	0,75	1,8	3,0	4,6	7,0	12,0	
RG17 7/U	50	101	66	11,0	0,78	1,8	3,1	4,6	7,9	14,5	

15

CARACTERISTICAS ELECTRICAS DE CABLES COAXILES

La **capacidad** y la **inductancia** por unidad de longitud se pueden calcular por medio de las siguientes expresiones, donde:

- D es el diámetro de la malla
- d es el diámetro del conductor central

$$\text{Capacidad} = \frac{24,16 E}{\log \frac{D}{d}} \left[\frac{\text{pF}}{\text{m}} \right]$$

$$\text{Inductancia} = 0,463 \log \frac{D}{d} + 0,522 \cdot 10^{-6} \frac{R}{f} \left[\frac{\mu\text{H}}{\text{m}} \right]$$

16

La **impedancia característica** se define como la relación entre la **tensión** aplicada y la **corriente** absorbida en un cable de longitud infinita.

Se puede calcular en base a:

- la relación entre los diámetros de los conductores
- la constante dieléctrica del material aislante.

La **atenuación** es la pérdida de potencia a una determinada frecuencia expresada en dB por cada kilómetro de cable.

Atenuación dB/km	Frecuencia MHz
0,59	0,06
1,27	0,30
2,32	1,00
8,01	12,00
14,67	60,00
40,7	300,00

17

CABLES COAXILES CON SEÑALES DIGITALES

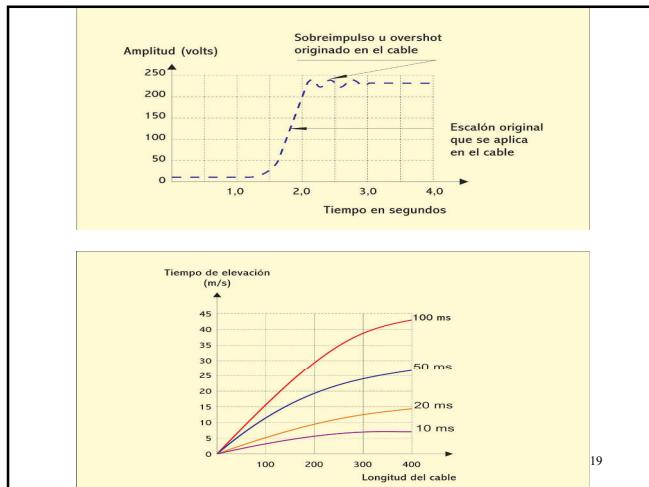
Cuando se transmiten pulsos a través de los cables coaxiles se producen distorsiones en la transmisión.

Tiempo de crecimiento de un pulso es el intervalo para que crezca desde un 10% hasta 90% del valor máximo.

Si el cable fuese ideal:

- el tiempo de crecimiento debería ser cero
- no habría distorsión del pulso.

18



VELOCIDAD DE PROPAGACIONES DE LAS SEÑALES

Está determinada por la constante dieléctrica del material aislante que separa al conductor central del conductor exterior. La velocidad se expresa como un porcentaje de la velocidad de propagación de la luz en el espacio libre.

Cable coaxial con material dieléctrico	Tiempo de retardo (m seg/Ft)	Velocidad (%)
Poliétileno sólido	1,54	65,9
Poliétileno espumoso	1,27	80,0
Poliétileno y aire	1,15 - 1,21	84 a 88
Teflón sólido	1,46	69,4
Elastipar	1,50	66
Teflón expandido	1,27	85

20

CABLES DE PAR TRENZADO PARA DATOS

Se usan cables de cuatro pares con una vaina plástica exterior.

Hay cables de tres tipos:

UTP (unshielded twisted pair): no tiene blindaje.

FTP (foiled twisted pair): hay una hoja de aluminio que envuelve a los cuatro pares debajo de la vaina para protegerlos de la interferencia externa.

STP (shielded twisted pair): cada par tiene un blindaje para protegerlo de la interferencia de los otros pares.

21

NORMALIZACION DE CABLES DE DATOS

Las especificaciones están normalizadas por la TIA y por la ISO. Normas TIA los dividen por categoría y las ISO por clases.

Categorías según TIA:

Con un solo par de cables de cobre trenzados:

- **Categoría 1:** telefonía analógica, no apto para datos.

Con cuatro pares de cables de cobre trenzados:

- **Categoría 2:** telefonía analógica y digital hasta 4 Mbps.

- **Categoría 3:** telefonía analógica, redes LAN Token Ring (4 Mbps) o Ethernet (10 Mbps).

- **Categoría 4:** telefonía analógica, digital, redes LAN Token Ring (16 Mbps) o Ethernet (10 Mbps).

22

- **Categoría 5:** redes LAN Fast Ethernet (100 Mbps).
- **Categoría 5e:** permite algunas aplicaciones a 1 Gbps.
- **Categoría 6:** especialmente diseñada para 1 Gbps

Para aplicaciones especiales hay otras categorías: 6A, 7, 7A. Cada categoría tiene características especiales:

Parámetros	Categoría - Clases				
	5e / D	6 / E	6A / E _A	7 / F	7A / F _A
Frecuencia [MHz]	1 - 100	1 - 250	1 - 500	1 - 600	1 - 1000
Atenuación [dB] (1)	24	21,3 / 21,7	20,9	20,8	20,3
Pérdida NEXT [dB] (2)	30,1	39,9	39,9	62,9	65
Pérdida ACRF [dB] (2)	17,4	23,3	23,3 / 25,5	44,4	47,4
Pérdida Retorno [dB] (2)	10	12	12	12	12
Delay de propagación [ns]	548	548	548	548	548

CABLEADO ESTRUCTURADO

Las instalaciones en los edificios de oficinas deben ofrecer en cada puesto de trabajo conexión con:

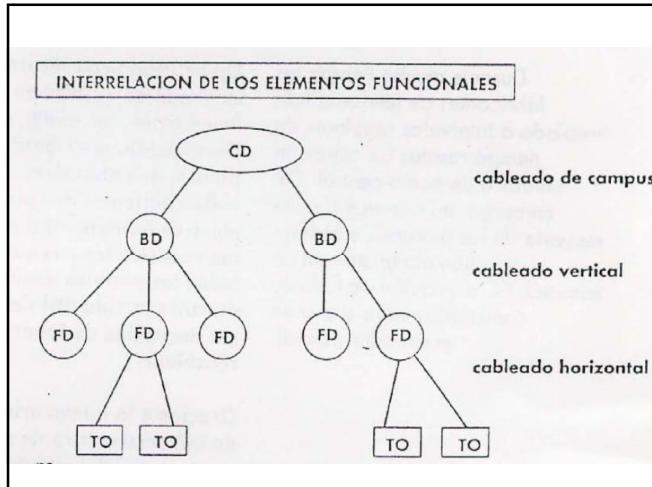
- la **Red de Área Local**
- la **Red Telefónica**
- la **Red de Energía Eléctrica**

Antes había redes separadas para voz, video y datos, pero la tecnología converge a un solo tipo de red para todos los servicios.

Las redes de datos están normalizadas por la EIA/TIA 568.

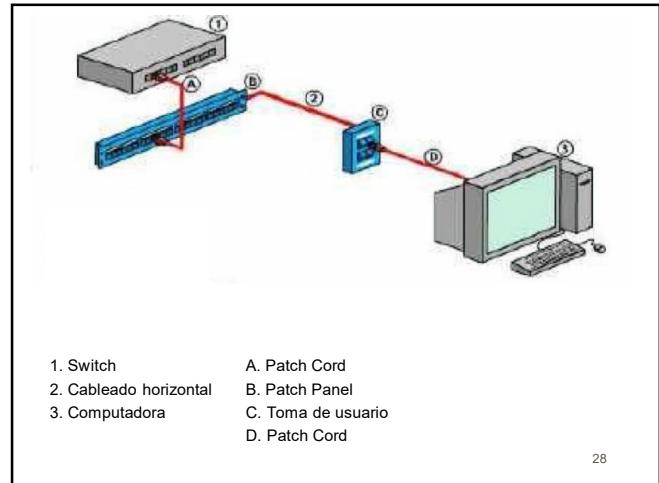
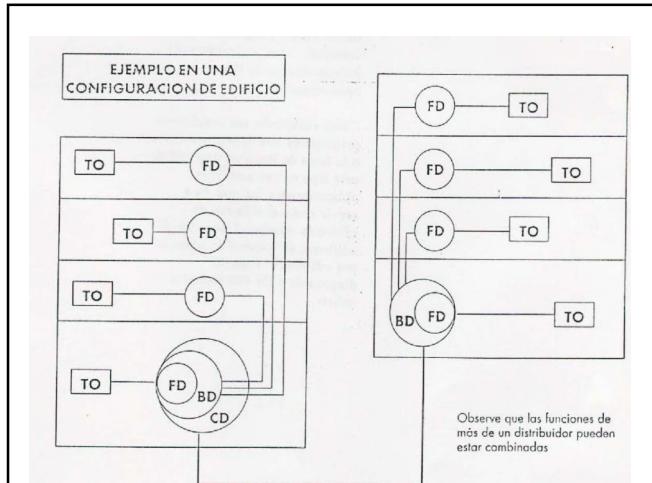
Las redes de distribución eléctrica están normalizadas por la Asociación Electrotécnica Argentina.

24

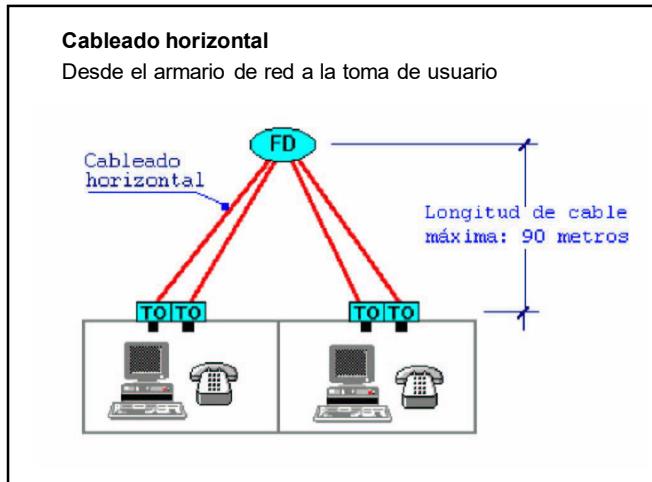
**Estructura**

- Cableado de campus: cableado de todos los distribuidores de edificios al distribuidor de campus.
- Cableado vertical: cableado de los distribuidores del piso al distribuidor del edificio.
- Cableado horizontal: cableado desde el distribuidor de piso a los puestos de usuario.
- Cableado de usuario: cableado del puesto de usuario a los equipos

26



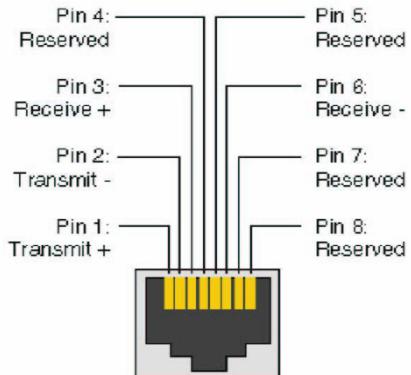
28



- No se permiten puentes, derivaciones y empalmes a lo largo de todo el trayecto del cableado.
- Se debe considerar su proximidad con el cableado eléctrico que genera altos niveles de interferencia electromagnética (motores, elevadores, transformadores, etc.) y cuyas limitaciones se encuentran en el estándar ANSI/EIA/TIA 569.
- La máxima longitud permitida independientemente del tipo de medio de Tx utilizado es 100m
 $= 90 \text{ m} + 3 \text{ m usuario} + 7 \text{ m patch panel}$.

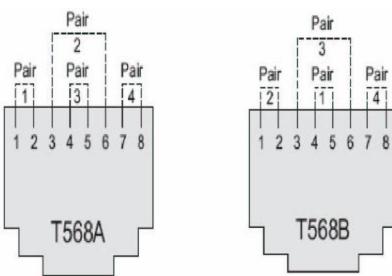
30

El conector normalizado es el RJ45

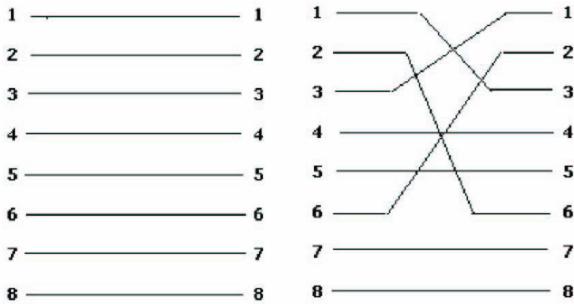


31

Hay dos formas de cablear los pines



Cable (patch cord) derecho y cruzado



- Un cable directo se usa para conectar:

- Router con un Switch.
- Router con un Hub.
- Hub con un Switch.
- Hub con una PC.
- Switch con una PC.

- Un cable cruzado se usa para conectar:

- Router con un Router
- Hub con un Hub.
- Switch con un Switch.
- PC con una PC.
- Router con una PC.

34

Patch Panel



35

Cableado vertical

- Interconexión entre los armarios de red, sala de equipos y entrada de servicios.
- Cables:
 - Par trenzado
 - Fibra óptica multimodo
- Distancia máximas:
 - Par trenzado: 800 metros.
 - Fibra MM 62.5/125µm: 2000 metros.

36

SALAS DE EQUIPOS

- Espacio donde residen los equipos comunes de un edificio (central telefónica, central de video, servidores, etc.)
- Solo se admiten equipos directamente relacionados con los sistemas de telecomunicaciones.
- En su diseño se debe prever tanto para equipos actuales como para equipos a implementar en el futuro.
- Si un edificio es compartido por varias empresas, la sala de equipos puede ser compartida.

37

DATA CENTER

- Concepto moderno que incluye especificaciones para:
 - la sala de servidores
 - la sala de comunicaciones
 - la sala de energía
 - instalaciones del edificio
- La norma TIA 942 regula la armonía entre las instalaciones y el desempeño esperado en términos de confiabilidad, con varios niveles (Tier) de diseño.

38

MEDICIONES DE CABLEADO ESTRUCTURADO

- La certificación de las instalaciones se hace con un equipo adecuado para cada categoría.
- Hasta la categoría 5 nos interesan:
 - Mapa de cableado: verifica concordancia entre pines y pares en ambos extremos
 - Resistencia/Impedancia
 - Longitud/retardo
 - Atenuación (en dB)
 - NEXT (diafonía entre pares)

39

Factores de la atenuación

- Características eléctricas del cable
- Materiales y construcción.
- Perdidas de inserción debido a terminaciones y imperfecciones
- Reflejos por cambios en la impedancia
- Frecuencia de trabajo
- Temperatura
- Longitud del enlace
- Humedad
- Envejecimiento

40

NEXT

- Near end cross talk: es la diafonía o interferencia entre pares, medida en el mismo extremo
- El peor caso que puede ocurrir es que el par de transmisión en el conector que transmite interfiera la señal en el par de recepción, donde la sensibilidad de la recepción es más alta.
- Se calcula como $10 \log (\text{Pot par tx}/\text{Pot par rx})$
- La diafonía depende de:
 - Calidad de la mano de obra
 - Desarmado de las trenzas
 - La frecuencia (o la velocidad)
- La dificultad de la diafonía es el poder determinar el punto exacto donde ocurre

41

MEDICIONES AVANZADAS

- Para categorías mayores se usa transmisión en paralelo por más de un par
- Se miden adicionalmente
 - FEXT (Far end cross talk) o diafonía entre dos transmisiones en el extremo receptor
 - Pérdidas de retorno: medida de desadaptación respecto de la impedancia nominal de la línea
- En 10 Gbps se habla de Alien crosstalk (AXT) que ocurre entre pares de diferentes cables.

42

CABLES SUBMARINOS DE COBRE

Fueron cables multipares o coaxiales con cubiertas especiales para tendidos bajo la superficie del mar que vincularon continentes.

- 1850: cable entre Inglaterra y el continente europeo.
- 1866: cable entre Europa y América.

Son obsoletos y fueron reemplazados por cables submarinos de fibra óptica.

43

FIBRAS OPTICAS

Revolucionaron las telecomunicaciones por su mayor capacidad, que llega a varios Tbps.

Este medio es un fino hilo conductor de vidrio que trasporta luz en la banda de los infrarrojos (no visible).

Se usa ampliamente en cables de hasta cientos de fibras ópticas en tendidos:

- aéreos (postes o líneas de alta tensión)
- subterráneos (rutas entre ciudades)
- submarinos (entre continentes)

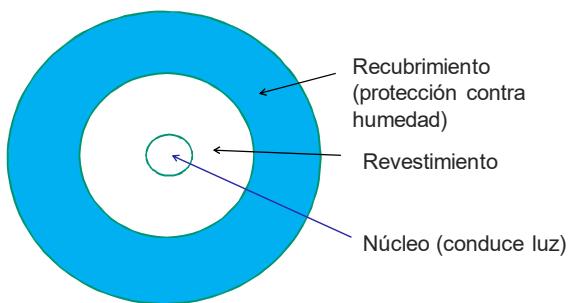
Las nuevas aplicaciones son:

- fibra hasta el hogar (distribución de TV e Internet)
- fibra hasta el puesto de trabajo (reemplaza pares de cobre en el cableado estructurado)

44

DETALLE CONSTRUCTIVO

Son dos capas de Silicio: núcleo (core) y revestimiento (clad) con distinto índice de refracción.



45

MEDIDAS TIPICAS

- Recubrimiento: 245 μm
- Revestimiento: 125 μm
- Núcleo en fibras monomodo: 9 μm
- Núcleo en fibras multimodo: 50 ó 62,5 μm
- Longitud de fabricación: 50 km

46

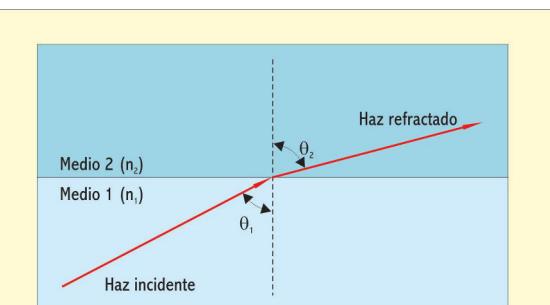
PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

- El núcleo y el revestimiento tienen distintas densidades
- La luz ingresa al núcleo y rebota en la unión entre núcleo y revestimiento por el fenómeno de reflexión total



47

Ley de Snell: $n_1 \cdot \operatorname{sen} \theta_1 = n_2 \cdot \operatorname{sen} \theta_2$

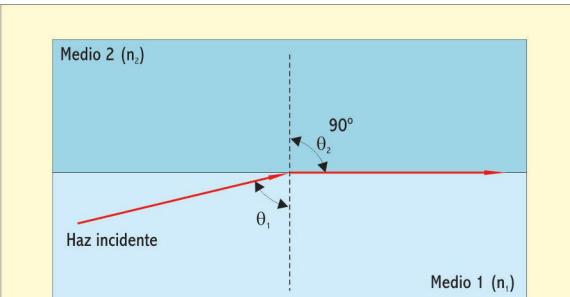


θ_1 : Ángulo de incidencia

θ_2 : Ángulo de refracción

48

Refracción total:



θ_1 : Ángulo de incidencia

θ_2 : Ángulo de refracción

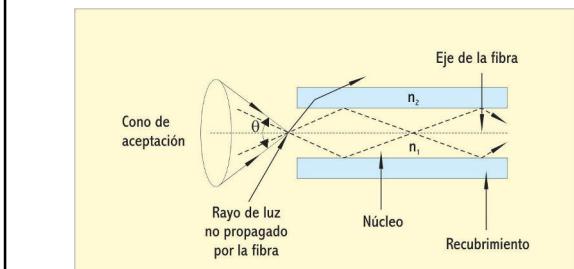
49

Cono de aceptación

Contiene a las direcciones de los haces de luz para los cuales hay reflexión total.

Es función de los índices de refracción.

Apertura de la fibra es el ángulo formado por la dirección del núcleo de la fibra y una de las generatrices del cono.



50

TIPOS DE FIBRA

- Monomodo:** como las dimensiones del núcleo son comparables a la longitud de onda de la luz, hay un solo modo de propagación y no hay dispersión.
- Multimodo:** núcleo de mayor diámetro, permite varios modos de propagación y hay dispersión.

A su vez, se subdividen en:

- Índice escalón:** bajo costo, poco ancho de banda
- Índice gradual:** más costosas, gran ancho de banda.

51

PARAMETROS DE TRASMISION DE LA FIBRA

Hay cuatro parámetros que definen su uso:

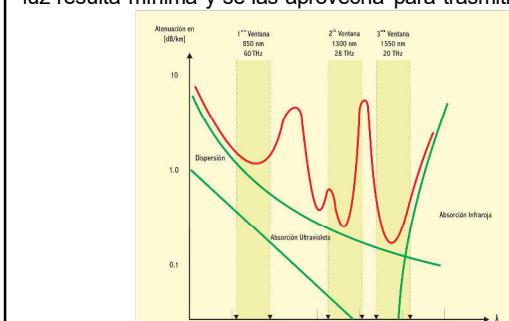
- Atenuación
- Dispersión cromática
- Dispersión por modos de propagación.
- Ancho de banda

53

Atenuación

Es la pérdida de la potencia óptica del haz de luz que viaja por la fibra, se mide en dB/km y es función de la longitud de onda.

En ciertas longitudes de onda (ventanas) la atenuación de la luz resulta mínima y se las aprovecha para trasmisir.



54

Pérdidas en las fibras ópticas

Las pérdidas disminuyen la potencia de luz, con atenuaciones del orden de:

0,2 dB/km para fibras monomodo

0,4 dB/km para fibras multimodo

Las pérdidas por absorción están causadas por las impurezas agregadas al silicio para obtener índices de refracción diferentes entre el núcleo y el recubrimiento.

Hay imperfecciones como dobleces, discontinuidades, que originan radiaciones indeseadas que disminuyen la potencia. En la construcción se trabaja el silicio en un estado sólido plástico que al solidificarse produce irregularidades submicroscópicas.

Cuando reciben un rayo de luz producen **difracción** (pérdidas de Rayleigh).

55

Pérdidas por dispersión modal

Es importante en las fibras multimodo por la diferencia en los tiempos de propagación de los rayos de luz (modos), que toman diferentes caminos.

El pulso se ensancha y hay menor amplitud.

Aparece por las deformaciones del cable al montarlo.

Pérdidas por dispersión cromática

Se produce si el emisor no genera luz monocromática, ya que el índice de refracción depende de la longitud de onda.

Al emitirse diferentes longitudes de onda, viajan a velocidades diferentes.

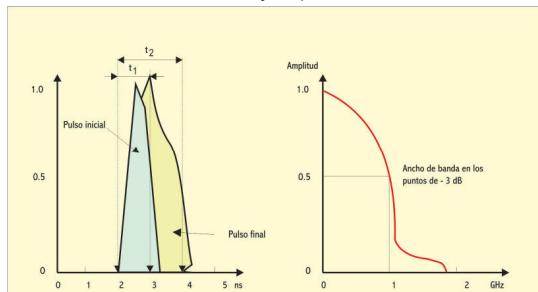
Hay ensanchamiento del pulso y disminución de su amplitud, pero menor que la dispersión modal.

56

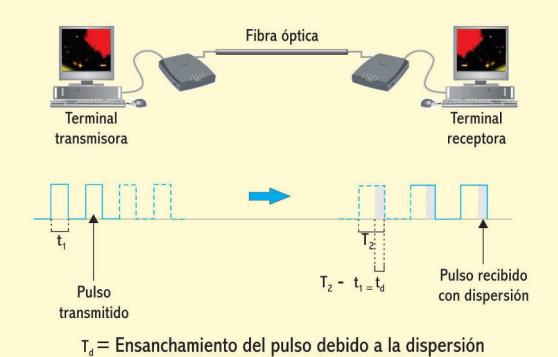
Dispersión del pulso de luz es el ensanchamiento a medida que se propaga por la fibra, ya que los rayos de luz llegan con tiempos de arriba diferentes.

Este proceso limita el ancho de banda de la fibra.

Hay relación entre ancho de banda, la capacidad de transmisión de información y el perfil del índice de refracción.



57



58

Ancho de banda

Los límites de espectro de las fibras no se expresan en frecuencia (Hz) sino en longitudes de onda (nanómetros).

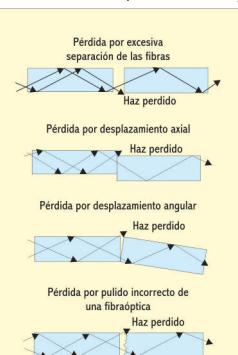
El ancho de banda útil en cada ventana disminuye a medida que nos alejamos de la fuente, debido a fenómenos de dispersión de la luz (modal y cromática).

El ancho de banda se expresa en [GHz . km]

59

Pérdidas por acoplamiento

Se deben al desacoplamientos entre distintas partes del circuito óptico: transmisor/fibra, fibra/fibra y fibra/receptor.



60

COMPONENTES OPTOELECTRONICOS

Son los trasmisores y detectores que convierten señales eléctricas en ópticas.

Hay longitudes de onda normalizadas:

- ventana 1: 850 nm
- ventana 2: 1300 nm
- ventana 3: 1550 nm

Hay dos tipos de emisores de luz: LED y laser.

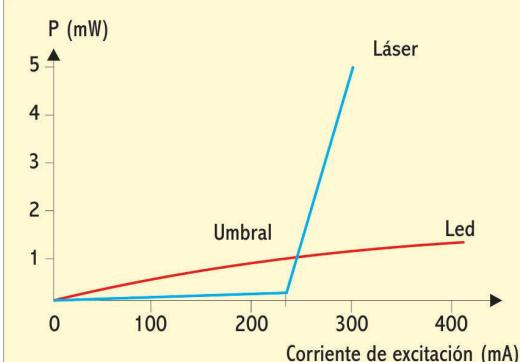
Hay varios tipos de detectores de luz: APD, PIN, PIN/FET

61

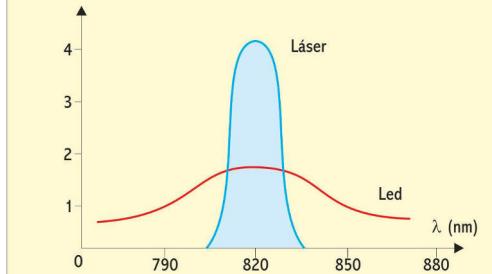
Emisores de luz

Característica técnica	LED	LASER
Tipo de luz emitida	Incoherente	Coherente
Potencia óptima emitida	Baja (Fig. 5 - 49)	Alta (Fig. 5 - 49)
Potencia frente a longitud de onda. (Ancho espectral)	Grande (Fig. 5 - 50)	Pequeño (Fig. 5 - 50)
Direccionamiento de la luz	Menor	Mayor
Tiempo de crecimiento		
Tiempo necesario para que la tensión pase de 10% al 90% de ese valor típico	100 ns	1 ns
Confiabilidad	Mayor	Menor
Vida útil	Aprox. 10^5 h	Aprox. 10^5 h
Necesidad de circuitos estabilizadores y de enfriamiento	No	SI
Ruido modal (Distorsión de amplitud)	Bajo	Alto
Costo	Bajo	Alto

62



63



64

Receptores de luz

Son semiconductores de estado sólido con juntura P – N que genera una corriente eléctrica proporcional al número de fotones que capta.

Los detectores más comunes son:

- Diodo: PIN.
- Fotodiodo de avalancha: APD.
- Fotodetector y transistor por efecto de campo: PIN/FET.
- La eficiencia de un fotodetector APD es mucho mayor que la correspondiente a un PIN.

65

Características técnicas de los fotodetectores

- Eficiencia cuántica: número de electrones generados por efecto cuántico al incidir un cierto número de fotones en un detector.
- Corriente de pérdida: la que circula por la juntura sin la presencia de luz.
- Potencia de ruido equivalente (PRE): mínima señal que es posible detectar.
- Ruido cuántico: debido a la conversión fotón/electrón, depende de la potencia óptica incidente.
- Tiempo de crecimiento (*rise time*): lo que tarda la señal desde el 10% hasta el 90% del valor final (tiempo de respuesta).

66

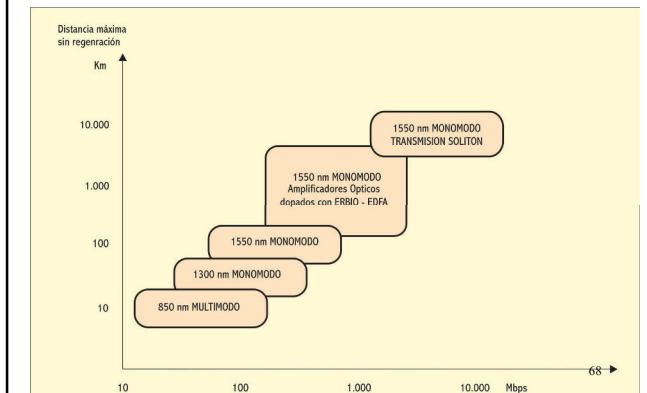
Elementos accesorios de una instalación óptica

Aparte del transmisor, del receptor y la fibra óptica se necesitan los siguientes elementos accesorios:

- Conectores.
- Patch cords
- Distribuidores
- Empalmes.
- Acopladores.
- Repetidores.

67

Alcance óptico



68 ►

Empalmes

Son conexiones permanentes entre fibras ópticas. Los núcleos deben estar alineados con el emisor y el receptor.

Dos tipos de técnicas para el empalme:

- **Por fusión:** une y calienta las fibras hasta que se fusionan
Pérdidas de 0,1 dB.
- **Mecánico:** une fibras con extremos cortados y limpios pasando luz de una fibra a otra.
Pérdidas de 0,5 dB.

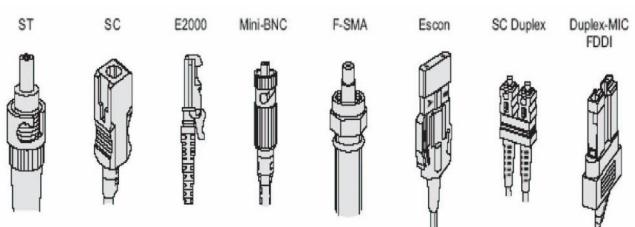
69

Conectores

Permiten uniones desconectables.

Las superficies de las fibras deben ser planas y estar enfrentadas entre si en forma paralela.

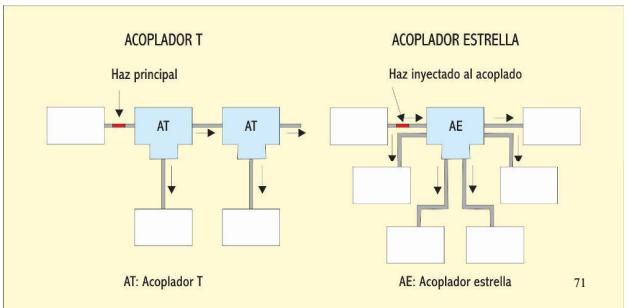
Conectores a tope: con extremos cortados y limpios la pérdida es 0,5 dB.



Acopladores

Distribuyen la luz que circula por una fibra entre otras.

- Acoplador T: extrae un haz de luz del haz principal.
- Acoplador Estrella: la luz inyectada por una fibra sale por todas las otras.



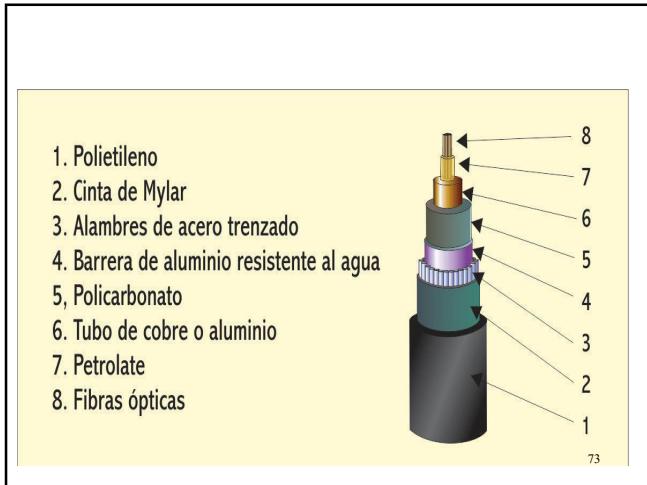
71

CABLES SUBMARINOS DE FIBRA OPTICA

Construcción

- núcleo con muchas fibras
- capa de polietileno (aislante para prevenir la penetración de agua o hidrógeno).
- tubo de cobre (lleva corriente eléctrica a los repetidores o monitorea el sistema)
- capa de alambres de acero (armazón para resistencia mecánica)
- capa de polietileno impermeabilizante.

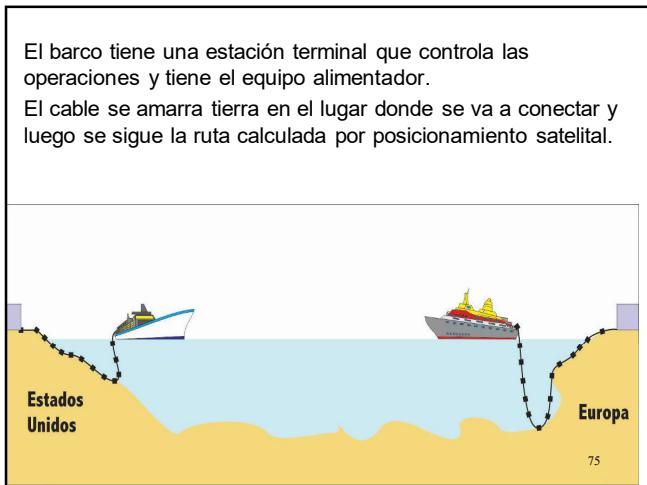
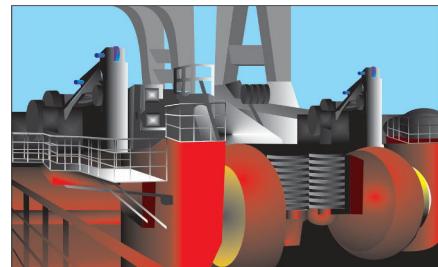
72



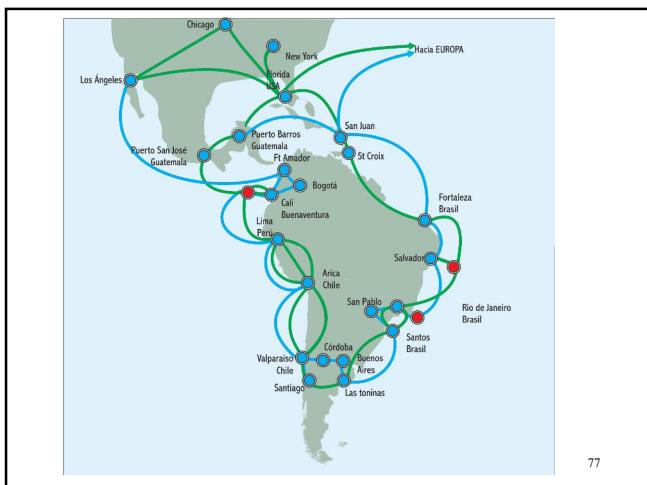
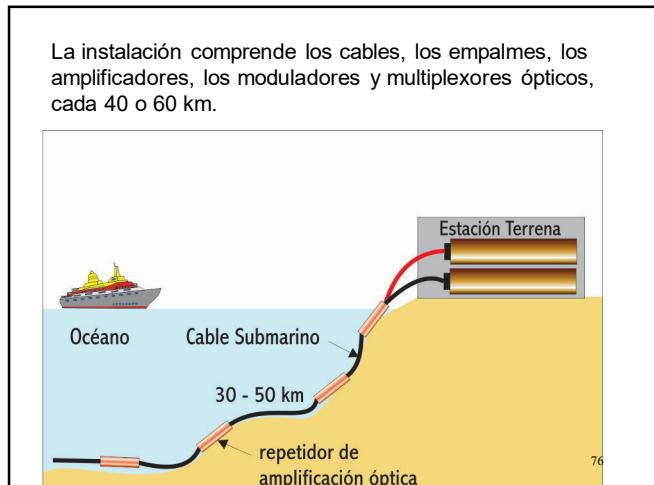
Proceso de instalación

El tendido y el mantenimiento son complejos y tienen alto costo (hay corrientes submarinas, terremotos, anclas y las redes de arrastre).

El cable y los repetidores son elementos muy caros y el tendido lo realizan barcos especiales en una operación controlada por computadores.



El barco tiene una estación terminal que controla las operaciones y tiene el equipo alimentador. El cable se amarra tierra en el lugar donde se va a conectar y luego se sigue la ruta calculada por posicionamiento satelital.



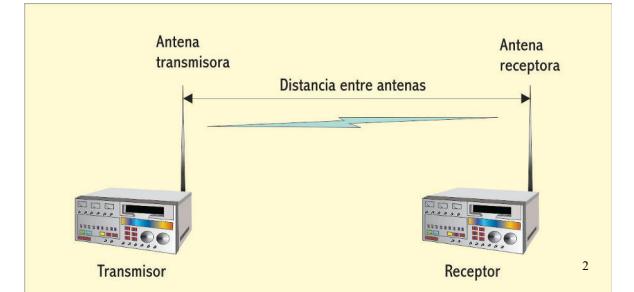
Comunicaciones Clase 8

Medios inalámbricos

1

COMUNICACIONES POR RADIO

Se intercambia información mediante la transmisión y recepción de ondas electromagnéticas que utilizan el aire o el vacío como medio.



2

Espectro de frecuencias de radio

Nombre	Abreviatura ITU	Intervalo de frecuencias	Longitud de Onda	Servicios
Baja frecuencia Low Frequency	LF	30 - 30 kHz	10 - 1 km	Móvil marítimo - Radionavegación Radio faros
Media frecuencia Median Frequency	MF	300 - 3000 kHz	1 km - 100 m	Radiodifusión
Alta frecuencia High Frequency	HF	3 - 30 MHz	100 - 10 m	Radioaficionados Comunicaciones Onda corta
Muy alta frecuencia Very high Frequency	VHF	30 - 300 MHz	10 - 1 m	TV - Radio FM Radio llamadas Radioaficionados
Ultra alta frecuencia Ultra high Frequency	UHF	300 - 3000 MHz	1 m - 100 mm	Microondas - Comunicaciones móviles TV
Súper alta frecuencia Super high Frequency	SHF	3 - 30 GHz	100 - 10 mm	Microondas Satélites
Extra alta frecuencia Extremely high Frequency	EHF	30 - 300 Ghz	10 - 1 mm	Satélites - Radionavegación Radionavegación Satelital

3

CARACTERISTICAS DE LAS ONDAS DE RADIO

Cuando se aplica una señal a una antena:

- aparece una tensión en bornes que genera un campo eléctrico
- circula una corriente eléctrica que produce un campo magnético

Los campos eléctricos y magnéticos resultantes se modifican siguiendo las variaciones de la señal, generando una onda electromagnética que se propaga en el aire y en el vacío a una velocidad de $300.000 \text{ km/s} = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

4

PROPAGACION

Son fenómenos por el cual las ondas electromagnéticas enlazan puntos geográficos distantes a través de medios no conductores.

Las ondas de radio se propagan según su frecuencia de emisión de acuerdo a los siguientes modos:

- Propagación por onda terrestre
- Propagación por onda reflejada espacial o ionosférica
- Propagación por onda directa

5

PROPAGACION POR ONDA TERRESTRE

Es una combinación de la propagación por **onda de superficie** y por **onda espacial**.

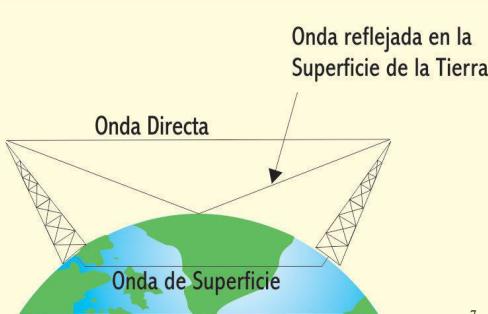
La **onda espacial** tiene dos componentes:

- onda directa** (o transmisión por línea de vista)
- onda reflejada en la superficie de la Tierra**.

Ambas parten en forma simultánea de la antena transmisora.

6

El rayo que se refleja en la tierra llega a la antena receptora con retraso y según sea la diferencia de distancias, su fase se puede sumar o restar al rayo directo (interferencia de ondas).



7

Antenas para onda terrestre

Esta propagación se usa en bajas frecuencias hasta 2 MHz. Usada para la banda de onda media (radios de AM entre 550 y 1650 kHz) que pueden alcanzar unos 300 km.

Las antenas son del tipo monopolo vertical de cuarto de onda ($\lambda/4$) alimentado por la base.

Para calcular la longitud de onda:

$$\lambda \text{ (m)} = 300/f \text{ (MHz)}$$

En 2 MHz son 37,5 m

8

PROPAGACION POR ONDA REFLEJADA

La ionósfera es la zona alta de la atmósfera causada por las ondas electromagnéticas provenientes del Sol.

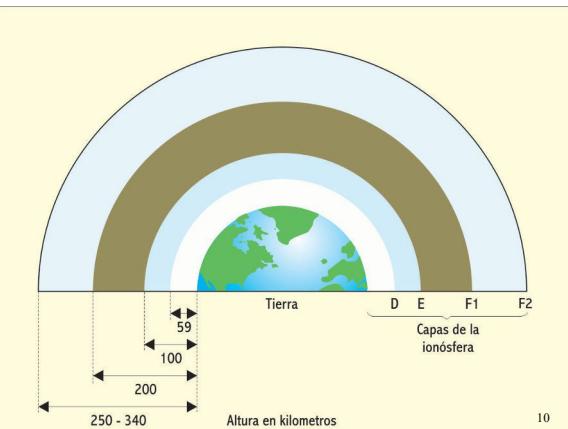
Cuando una onda ultravioleta choca contra los átomos de los gases existentes en la atmósfera, algunos electrones salten a una órbita exterior absorbiendo energía.

Si se desprende el electrón de su átomo, el núcleo queda cargado (**ion positivo**).

La densidad de iones depende de la radiación solar y de la densidad de la atmósfera.

Las capas ionizadas de la atmósfera (**ionósfera**) forman un casquete esférico alrededor de la superficie terrestre que reflejan las señales de radio.

9



10

Las antenas emiten radiación electromagnética que se dirige a la ionosfera con un **ángulo incidente** (α).

Cada antena tiene un diagrama de radiación con direcciones de mayor intensidad.

La propagación depende de la frecuencia, el ángulo de emisión, y la altura y densidad de la ionosfera.

Durante el recorrido por el interior de la ionosfera hay refracción aumentando el ángulo de emisión a según la ley de Snell.

La propagación ionosférica varía a lo largo del día y del año.

11

La propagación ionosférica depende de la frecuencia. Hay una frecuencia crítica superada la cual el haz no rebota.



12

Antenas para onda reflejada

Esta propagación se usa en frecuencias de 2 a 20 MHz. Usada para radios de onda corta en varias bandas que pueden dar la vuelta al mundo.

Las antenas son del tipo dipolo horizontal de media onda ($\lambda/2$) alimentado por el centro.

Para calcular la longitud de onda:

$$\lambda \text{ (m)} = 300/f \text{ (MHz)}$$

Para 20 MHz son 7,5 m

13

PROPAGACION POR ONDA DIRECTA

La onda viaja por la atmósfera sin tocar el terreno.

- **Distancia al horizonte:** Es la distancia cubierta por una onda que se propaga en línea recta hasta rozar tangencialmente la superficie de la Tierra.
- **Distancia de alcance visual:** Es la máxima distancia a la cual pueden instalarse dos antenas, de alturas determinadas sobre la superficie de la Tierra, si se desea que se establezca entre ambas una comunicación en línea recta.

14

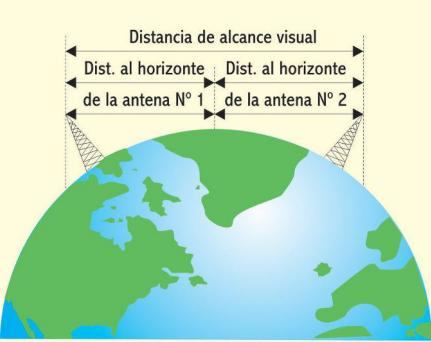


(Por efecto de la difracción atmosférica el factor pasa a 4,14)

Donde:
D: Distancia al horizonte en kilómetros
H: Altura de la antena en metros

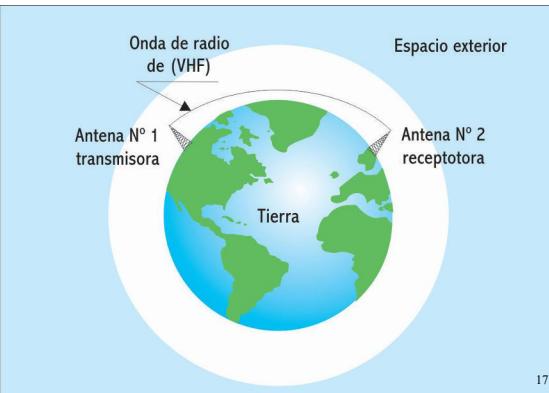
15

La máxima distancia del enlace es la suma de las distancias al horizonte de cada estación.



16

Se pueden producir conductos transitorios que permiten mayor alcance.



17

Antenas para onda directa

Esta propagación se usa en frecuencias de 20 a 800 MHz. El alcance es de unos 60 km.

Se usa para:

- Radio de frecuencia modulada (FM): de 88 a 108 MHz
- TV analógica (54 a 216 MHz)
- TV digital (470 a 862 MHz)

Las antenas son del tipo monopolo vertical o dipolo horizontal.

18

MICROONDAS

Trabajan en la banda de UHF, SHF y EHF (300 MHz a 50 GHz). Usan un haz radioeléctrico como si fuera un rayo de luz para establecer un enlace punto a punto con visión directa entre dos estaciones.

Si no están en la misma visual deben utilizar estaciones repetidoras intermedias. Se pueden armar circuitos de varios miles de kilómetros.

La curvatura de la Tierra o la topografía del lugar limita el alcance del haz directo. La Tierra difracta las señales y pueden alcanzar distancias más allá del horizonte.

La capacidad es elevada y multiplexando el ancho de banda se pueden transmitir señales a velocidades muy elevadas.

19

Como el espectro radioeléctrico es un bien escaso, el uso de las frecuencias está regulado por las administraciones nacionales siguiendo las normas internacionales del UIT-R.

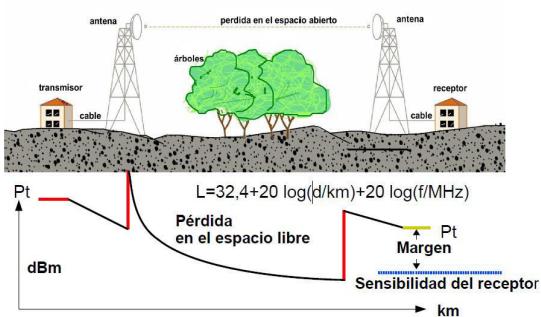
Las frecuencias en nuestro país las asigna el ENACOM en función de la distancia del enlace.

<u>Distancia de enlace</u>	<u>Banda de frecuencias</u>
menos de 5 km	23 GHz
entre 5 y 7 km	18 GHz
entre 7 y 12 km	15 GHz
más de 12 km	7/8 GHz

20

Propagación

La atenuación depende de la frecuencia y la distancia.



21

Ecuación del enlace

Potencia del Tx [dBm]

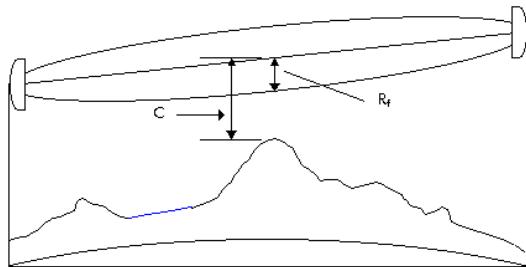
- Pérdidas del cable Tx [dB]
- + Ganancia antena Tx [dB]
- Pérdidas en espacio libre [dB]
- + Ganancia antena Rx [dB]
- Pérdidas del cable Rx [dB]
- Factor de diseño [dB]
- = Señal de Rx [dBm]

El proyecto incluye:

- calcular la altura de las antenas para evitar obstáculos
- calcular el diámetro de las antenas para compensar las pérdidas

22

En el cálculo de la altura de las antenas se tiene en cuenta los obstáculos y el despejamiento necesario para permitir las variaciones del haz cuando cambia el índice de refracción de la atmósfera.



REPETIDORAS

- Repetidoras pasivas: dos antenas parabólicas conectadas entre sí por un trozo de guía de onda. No se amplifica la señal recibida, no necesita alimentación. Reflectores pasivos: son de mayor rendimiento y están constituidas por una lámina de aluminio de varios m².
- Repetidoras activas: están constituidas por dos antenas y equipos que amplifican la señal recibida antes de retransmitirla a la estación siguiente.

24

MODULACION

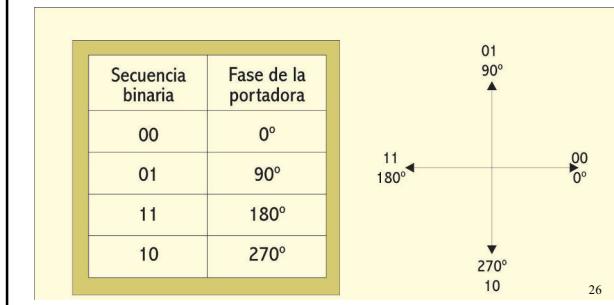
Antes había microondas analógicas, pero ahora son digitales.
Los métodos de modulación son los siguientes:

- **2 PSK, 4 PSK y 8 PSK**
- **16 QAM, 64 QAM, 128 QAM, 256 QAM y 512 QAM.**

25

PSK (Phase Shift Keying) es modulación por desplazamiento de fase.

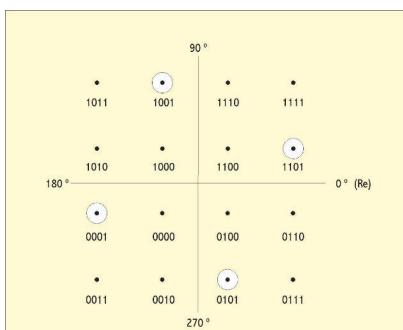
Ejemplo: 4 PSK con cuatro opciones permite transmitir dos bits con cada variación de la fase de la portadora.



26

QAM es modulación en cuadratura, combina el desplazamiento de fase y amplitud.

Ejemplo: sistema 16QAM con 16 opciones, cada una transmite cuatro bits con una sola transición.



27

Sistema de modulación	Ancho de banda necesario (MHz)			
	34 Mbps	68 Mbps	100 Mbps	140 Mbps

34 Mbps 68 Mbps 100 Mbps 140 Mbps

34 Mbps x2 34 Mbps x3 34 Mbps x4

2 PSK	34,4	68,8	103,2	139,3
4 PSK	17,2	34,4	51,6	69,7
8 PSK	11,5	22,9	34,4	46,4
16 QAM	8,6	17,2	25,8	34,8
64 QAM	5,7	11,5	17,2	23,2

28

Método de modulación	Número de bits por baudio	Ancho de banda necesario
2 PSK	1	140 MHz
4 PSK	2	70 MHz
8 PSK	3	47 MHz
16 QAM	4	35 MHz
32 QAM	5	28 MHz
64 QAM	6	23 MHz
128 QAM	7	20 MHz
256 QAM	8	14 MHz
512 QAM	9	10 MHz

29

ANTENAS DE MICROONDAS

Omnidireccionales: irradian energía en todos los sentidos con igual intensidad

Se emplean en estaciones centrales que deben transmitir en distintas direcciones.

Direccionales: la energía es concentrada en un delgado haz. Permiten transmitir con muy baja potencia.

Las antenas Yagui tienen varios dipolos en paralelo para aumentar la ganancia y el ancho de banda.



30

Antenas parabólicas

Proporcionan una ganancia y una directividad muy alta. Mayores dimensiones aumentan la ganancia y el costo.

Están compuestas por:

- el alimentador o elemento activo, que recibe la señal del transmisor por la guía de onda
- el reflector tiene la forma de un plato con curvatura de segundo grado (reflector parabólico).

La ganancia de las antenas parabólicas depende de la relación entre su diámetro y la longitud de onda:

$$G_a [\text{dB}] = 10 \log (0,6 \pi^2 D^2 / \lambda^2)$$

31



32

MASTILES Y TORRES

Las antenas son los elementos irradiantes y deben estar a una determinada altura, soportadas por estructuras.

Hay dos tipos de estructuras:

- mástiles con riendas
- torres autosoportadas.

Las grandes paráolas deben instalarse en torres muy resistentes, porque además del peso de la parábola deben soportar la carga debida a la presión del viento.

33

CONFIGURACIONES

Hay instalaciones simples, sin redundancia de equipos.

Se instalan equipos de reserva para aumentar la confiabilidad.

Sistemas 1 + 1: un equipo operando y otro en reserva.

En caso de falla del equipo principal, el secundario toma la transmisión (hot stand by).

Para reducir los cortes por problemas de propagación se usa:

- Diversidad de frecuencia (dos enlaces en paralelo en frecuencias separadas)
- Diversidad de espacio (dos antenas en la misma estructura separadas en altura)

34

GUIAS DE ONDA

Conduce señales de longitudes de onda micrométrica en distancias cortas.

Conecta la antena y los equipos transmisores.

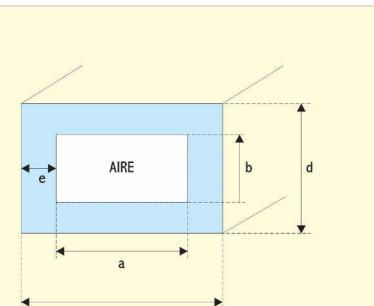
Las frecuencias del orden de varios GHz tienen altas pérdidas en cables de cobre ya que:

- los cables irradian energía
- la corriente tiende a circular solamente por la superficie (efecto pelicular).

35

Características

Son tubos huecos, de una longitud de 5 a 15 m de largo y de secciones tales que permitan la propagación de las ondas electromagnéticas en su interior.



36

Propagación

La transmisión de la energía no es por las paredes de la guía sino por su dieléctrico, normalmente aire.

La energía se propaga por ondas electromagnéticas que se van reflejando en las paredes de la guía en zigzag.

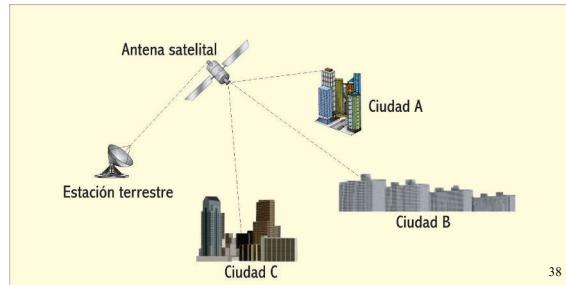
Las leyes de propagación son las de los campos eléctrico y magnético (Leyes de Maxwell).

Para evitar que la humedad se acumule en el interior, las guías son presurizadas con aire seco.

37

SATELITES

Son estaciones que orbitan alrededor de la tierra a gran altura y son usados como repetidora para llegar a un punto distante sin alcance visual.



38

Orbitas

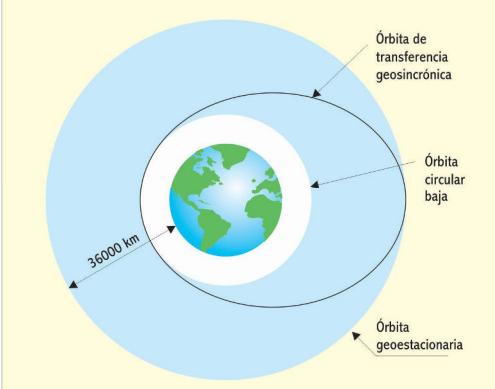
El satélite está en órbita cuando la velocidad de rotación genera una fuerza centrífuga igual a la fuerza de atracción hacia la Tierra causada por la gravedad.

Los satélites orbitan alrededor de la Tierra en órbitas ecuatoriales y polares a diferentes alturas.

Hay satélites geoestacionarios, de órbita media y de órbita baja.

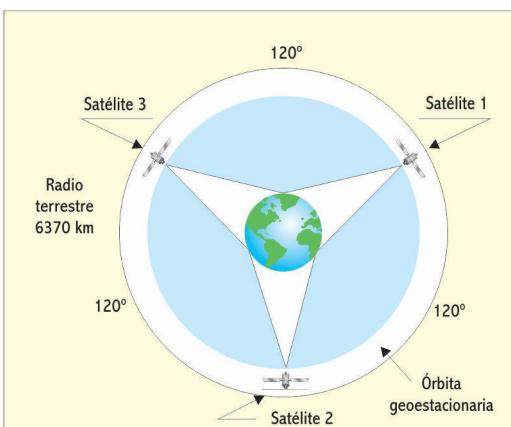
Cuando la órbita es ecuatorial y se cumple en 24 hs en el sentido de rotación de la Tierra, el satélite aparece como suspendido en el espacio (órbita geoestacionaria).

39



40

Con tres satélites geoestacionarios se cubre la Tierra.



41

Satélites geoestacionarios

- Orbitan a 36.000 km de altura
- Usan antenas omnidireccionales.
- Aptos para las comunicaciones personales móviles.
- La cantidad de satélites que pueden operar en la órbita geoestacionaria está limitada por las interferencias de los satélites ubicados a ambos lados.
- Los lanzamientos tienen costos muy elevados.
- Retardo muy alto (unos 300 ms) lo que genera ecos indeseados en telefonía y obliga a usar canceladores de eco.
- Según su ubicación potencia y directividad de las antenas la cobertura llega a un área determinada de la Tierra, denominada "huella".

42

Satélites de órbita media

- Orbitan a más de 2.000 km de altura y necesitan seis a ocho horas para dar la vuelta, por lo que cada punto permanece visible entre una y dos horas.
- Para un servicio continuo de cobertura mundial son necesarios diez satélites en dos planos a 45° respecto del Ecuador.
- Lanzamientos de costos menores que los satélites geoestacionarios, pero mayores a los de órbitas bajas.
- El retardo está en el orden de los 70 ms.

43

Satélites de órbita baja (LEOS)

- Orbitan a unos 800 km de altura y necesitan 90 minutos para dar una vuelta completa a la Tierra.
- Para una estación terrestre permanece solo unos pocos minutos visible, y es necesario contar con muchos satélites .
- Requieren bajas potencias de transmisión y antenas omnidireccionales, por lo que son aptos para móviles.
- Por la baja altura hay poco retardo (10 ms) lo que favorece las comunicaciones de datos.

44

Frecuencias usadas en satélites

Son frecuencias de microondas que comparten el espectro con las estaciones terrestres en bandas asignadas.

<u>Banda</u>	<u>Frecuencias (GHz)</u>
C	3,4 a 8,4
Ku	12,4 a 18
K	18 a 26,5
Ka	26,5 a 40

45

Organización

Los servicios satelitales están operados por varios consorcios internacionales:

- Intelsat (desde 1965)
- Intersputnik (desde 1971) del bloque socialista
- Arabsat (desde 1976)
- Inmarsat (desde 1979) para ayuda a la navegación
- Eutelsat (desde 1977)
- Asiasat (desde 1998)

Esos consorcios venden paquetes que son comercializados por empresas de comunicaciones como complemento a las redes terrestres.

46

COMPONENTES DEL SISTEMA SATELITAL

Satélite

- Trasmisores y receptores de comunicaciones
- Paneles solares y baterías
- Motores y combustible para estabilizar la posición (la vida útil del satélite depende de la cantidad de combustible)

Estación terrena

- Antena parabólica y trasmisor para cada usuario.

Telepuerto

- Controla la posición del satélite en su órbita y envía comandos al motor de estabilización
- Recibe las comunicaciones de los usuarios y las distribuye por redes terrestres.

47

SERVICIOS SATELITALES

Servicios fijos: para enlaces punto a punto, o punto multipunto

Servicios de difusión: para distribución de emisoras de radio o TV a usuarios finales o a empresas de cable

Servicios móviles: un móvil accede por satélite a la red fija (red Iridium)

48

FORMAS DE ACCESO

Hay limitaciones por la capacidad y cantidad de satélites. Cada satélite tiene canales (trasmisores) de 36 MHz que deben distribuirse entre los servicios de los usuarios.

Single Channel Per Carrier (SCPC): una sola señal de voz, radio, datos o video modula una portadora satelital.

Multi Channel Per Carrier (MCPC): varias señales de voz y datos son multiplexados por división de frecuencia en la estación terrena, para modular una portadora satelital.

Companded Frequency Division Multiplex (CFDM): los canales de voz son comprimidos en amplitud y modulados, lo que permite ampliar la capacidad hasta casi el doble.

Time Division Multiplexer Asynchronous (TDMA): cada portadora satelital es compartida en el tiempo por varias estaciones terrenas.

49

LASER

Hay equipos ópticos e inalámbricos con emisores de un haz de luz coherente que permite transmitir señales.

Son enlaces ópticos sin cables punto a punto dentro de ciudades.

Está limitado por la distancia máxima de propagación del haz de luz en la atmósfera (pocos kilómetros).

Permite gran capacidad de transmisión.

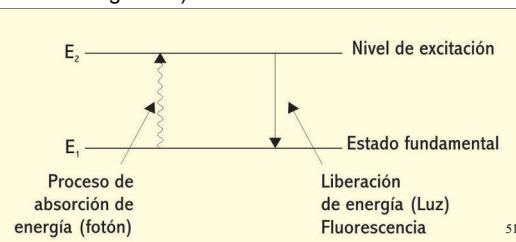
50

Principio de funcionamiento del láser

Un átomo en reposo tiene una energía E_1 .

Recibe una cantidad de energía ΔE por el bombardeo con un fotón y salta a un nivel E_2 (nivel de excitación).

En ese nivel es inestable y regresa al estado inicial E_1 , emitiendo un quantum de energía de luz (fluorescencia que dura pocos milisegundos).



51

Si un átomo está en el nivel de excitación E_2 y otro fotón lo bombardea, ocurre un proceso denominado emisión estimulada (hay emisión de un fotón sin esperar el retorno al nivel E_1 de reposo).

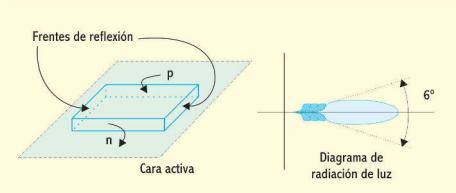
Características:

Frecuencia (MHz)	Longitud de onda (cm)	Dimensiones exteriores (cm)	Atenuación (dB/m)
26500 - 40000	0,9	0,71 x 0,355	0,51 - 0,58
8200 - 12400	3,2	2,28 x 1,03	0,10 - 0,15
2600 - 3950	10,0	7,22 x 3,49	0,02 - 0,05
1120 - 1700	25,0	16,50 x 8,25	0,01 - 0,07

52

Tipos de láser

- Láser gaseoso: mezclas de helio ($He/2$) y neón ($Ne/10$) en tubos de vidrio y excitados por descargas eléctricas.
- Láser líquido: fluidos orgánicos estimulados por luz de alta potencia.
- Láser sólido: cristales como el rubí excitado por lámparas de tungsteno ($W/74$).
- Láser semiconductor: junturas p-n excitadas por corriente eléctrica.

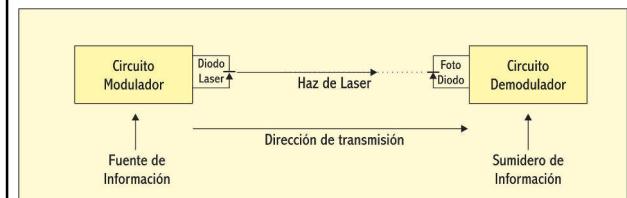


Equipos de comunicaciones láser

- Los enlaces de comunicación óptica en el espacio libre (FSO) son fáciles de instalar y usan frecuencias no reguladas, en longitudes de onda entre los 780 y 1550 nm.

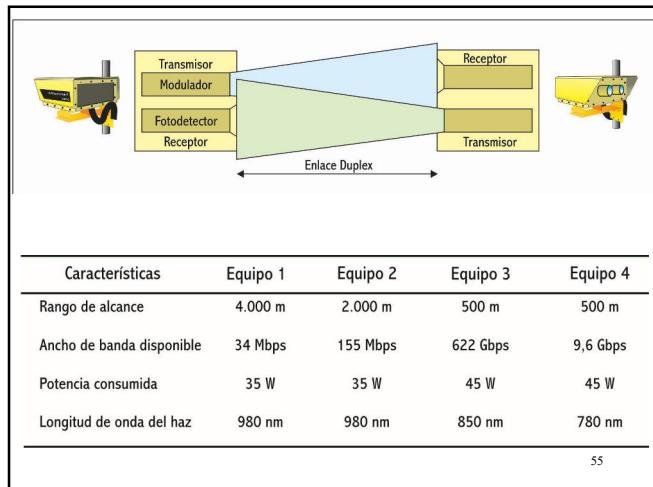
- Los equipos de uso comercial alcanzan 5 km, los militares superan los 10 km.

- Son inmunes a las interferencias radioeléctricas, aunque son afectados por la niebla, lluvia o nieve.



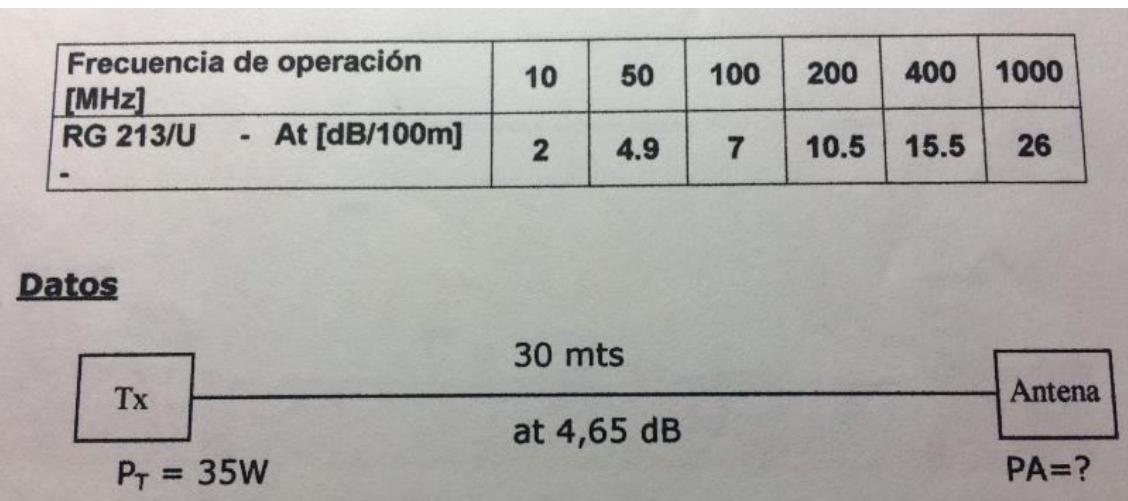
Características	Equipo 1	Equipo 2	Equipo 3	Equipo 4
Rango de alcance	4.000 m	2.000 m	500 m	500 m
Ancho de banda disponible	34 Mbps	155 Mbps	622 Gbps	9,6 Gbps
Potencia consumida	35 W	35 W	45 W	45 W
Longitud de onda del haz	980 nm	980 nm	850 nm	780 nm

55



UNIDAD TEMATICA NRO 7 - RESPUESTAS

1.



$$P_{tx} - P_{total \text{ en } dB} (\alpha_{vinculo} + \alpha_{conectores} + \alpha_{empalmes} + FD) + Gen \text{ dB} = S_{Rx}$$

$$P_{tx} - P_{total \text{ en } dB} (\alpha_{vinculo}) = S_{Rx}$$

$$\alpha_{vinculo} = 30 \text{ m} * \frac{15.5 \text{ dB}}{100 \text{ m}} = 4.65 \text{ dB}$$

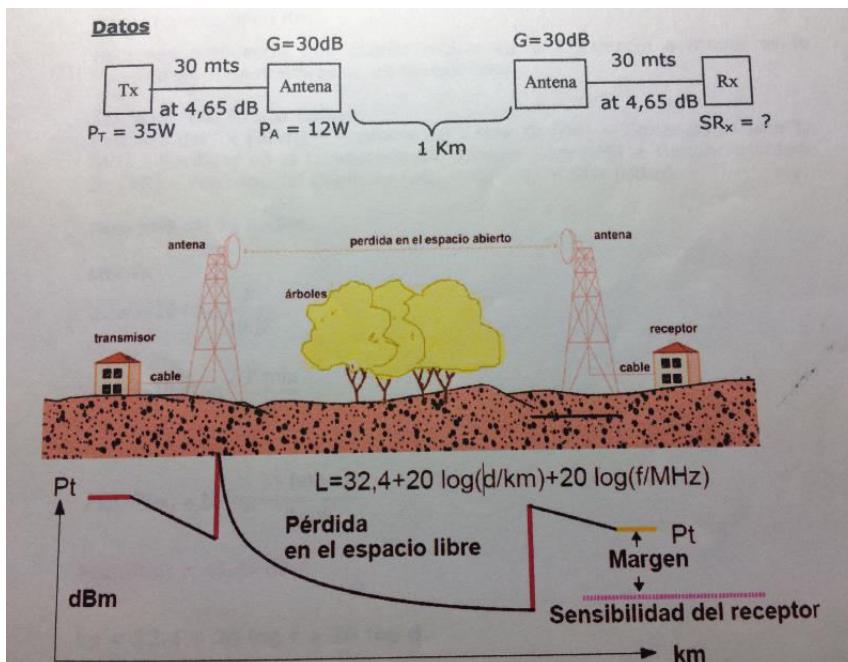
$$P_{tx} = 10 * \log 35000 = 45.44 \text{ dBm}$$

$$S_{Rx} = 45.44 \text{ dBm} - 4.65 \text{ dB} = 40.7 \text{ dBm}$$

$$S_{Rx} = 40.7 \text{ dBm} = 10 * \log P_i = 10^{40.7/10} = 11748 \text{ mW} = 12 \text{ W}$$

RTA: 40,7 dBm= 12 W

2.



Datos:

SRx = XX dBm

PTx = 45,44 dBm

$\alpha_{\text{vinculo en 30m}}$ = 4,65 dB

Gantena = 30 dB

$$\text{PTx} - P_{\text{Tx}} \text{ dB } (\alpha_{\text{vinculo}} + \alpha_{\text{conectores}}) + G_{\text{Tx}} \text{ dB} - L_p \text{ dB} + G_{\text{Rx}} \text{ dB} - P_{\text{Rx}} \text{ dB } (\alpha_{\text{vinculo}} + \alpha_{\text{conectores}}) - FD \text{ dB} = S_{\text{Rx}}$$

$$L_p = 32,4 + 20 \log(D \text{ en Km}) + 20 \log(f \text{ en Mhz})$$

$$L_p = 32,4 + 20 \log 1 + 20 \log 400$$

$$L_p = 32,4 + 0 + 52,04 ; L_p = 84,44 \text{ dB}$$

$$45,44 \text{ dBm} - 4,65 \text{ dB} + 30 \text{ dB} - 84,44 \text{ dB} + 30 \text{ dB} - 4,65 \text{ dB} - 0 \text{ dB} = S_{\text{Rx}}$$

$$S_{\text{Rx}} = 11,7 \text{ dBm}$$

$$\text{RTA: } 11,7 \text{ dBm}$$

3.**Datos**

$$AB = 300 \text{ Mhz} = 300 \times 10^6 \text{ Hz o } (1/\text{s})$$

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$c = \lambda * f$$

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

λ = Longitud de onda

c = Velocidad de la luz

f = Frecuencia de la señal

$$\lambda = \frac{c}{f(\text{Hz})} ; \lambda = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/seg}}{3 \cdot 10^8 \text{ Hz}} ; \lambda = 1 \text{ m} ,$$

$$\lambda / 2 = 0,5 \text{ m}$$

$$\text{RTA: } 0,5 \text{ m}$$

(Podría ser un equipo de comunicaciones en la banda de HF/VHF, va de 30 a 300 MHz, Equipo que el frente de onda se propaga a través de la ionosfera/ Onda terrestre)

4.

<u>Datos</u>
$AB=1 \text{ Ghz} = 1 \times 10^9 \text{ Hz o } (1/\text{s})$
$c=3 \times 10^8 \text{ m/s}$
$c = \lambda * f$
$\lambda = \frac{c}{f}$
$\lambda = \text{Longitud de onda}$
$c = \text{Velocidad de la luz}$
$f = \text{Frecuencia de la señal}$

$$\lambda = \frac{c}{f(\text{Hz})} ; \quad \lambda = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/seg}}{1 \cdot 10^9 \text{ Hz}} ; \quad \lambda = 0,3 \text{ m ,}$$

$$\lambda/2 = 0,15 \text{ m}$$

RTA: 0,15m

(Podría ser un teléfono celular en la banda de UHF, va de 300 a 3000 MHz)

5. Emisoras de FM banda VHF (de 88 a 108 Mhz).

$$\lambda = \frac{c}{f(\text{Hz})}$$

Antena de 75cm del receptor (o sea la correspondiente al equipo del oyente).

Se toma el promedio del rango de frecuencias, a fin de obtener una recepción razonablemente buena para las estaciones que están por encima y por debajo del punto medio.

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/seg}}{98 \cdot 10^6 \text{ Hz}} ; \quad \lambda = 3 \text{ m (redondeando, onda completa)}$$

$$\frac{\lambda}{2} = \frac{3 \text{ m}}{2} ; \quad \frac{\lambda}{2} = 1,5 \text{ m (media onda)}$$

$$\frac{\lambda}{4} = \frac{3 \text{ m}}{4} ; \quad \frac{\lambda}{4} = 0,75 \text{ m (cuarta de onda, antena tipo varilla, radiación del frente de onda omnidireccional).}$$

RTA: $\frac{\lambda}{4} = 0,75 \text{ m}$

6.

Datos
Analógico: AB = 300 Hz a 4300 Hz
AB=4000 Hz = 4×10^3 Hz o (1/s)
c=3x10 ⁸ m/s
$c = \lambda * f$
$\lambda = \frac{c}{f}$
λ = Longitud de onda
c= Velocidad de la luz
f = Frecuencia de la señal

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/seg}}{4 \cdot 10^3 \text{ Hz}} ; ; \lambda = 75.000 \text{ m (onda completa)}$$

Pero como me piden que sea una antena de media onda:

$$\frac{\lambda}{2} = \frac{75.000 \text{ m}}{2} ; \frac{\lambda}{2} = 37.500 \text{ m (media onda)}$$

RTA: $\frac{\lambda}{2} = 37.500 \text{ m (media onda)}$

CONCLUSIONES:

- El sonido de la voz humana produce vibraciones en su transmisión por el aire en forma de señales sinusoidales cuyo espectro se encuentra entre 100 y 10.000 Hz.
- Los sonidos de muy baja frecuencia, son casi imperceptibles al sentido humano, concretamente por debajo de los 50 Hz y por encima de los 17Hz.
- El sistema de telefonía trabaja con un sistema de ancho de banda de 4000Hz.
- Por todo lo expresado, vemos que cuando la frecuencia disminuye la longitud de onda aumenta o viceversa.

7.

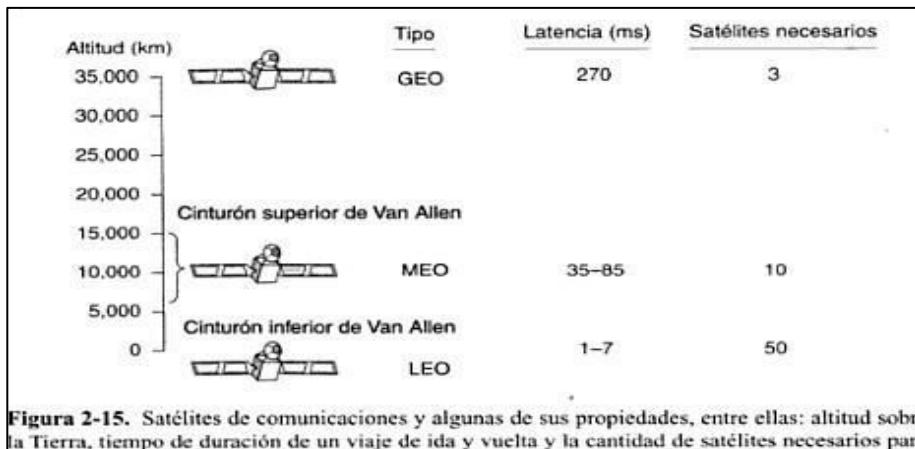


Figura 2-15. Satélites de comunicaciones y algunas de sus propiedades, entre ellas: altitud sobre la Tierra, tiempo de duración de un viaje de ida y vuelta y la cantidad de satélites necesarios para abarcar toda la Tierra.

a. ORBITA BAJA:

$$V_p = H/T ; \quad T = H/V_p ; \quad R = 2T$$

$$T = \frac{5000 \cdot 10^3 m}{3 \cdot 10^8 m/\text{seg}} = 1,66 \cdot 10^{-2} \text{ seg} \text{ (camino de ida)}$$

$$R = 2T ; \quad R = 3,33 \cdot 10^{-2} \text{ seg} = 33 \text{ msec}$$

RTA: Retardo Total 33 msec

b. ORBITA MEDIA:

$$V_p = H/T ; \quad T = H/V_p ; \quad R = 2T$$

$$T = \frac{15000 \cdot 10^3 m}{3 \cdot 10^8 m/\text{seg}} = 0,05 \text{ seg} \text{ (camino de ida)}$$

$$R = 2T ; \quad R = 0,1 \text{ seg} = 100 \text{ msec}$$

RTA: Retardo Total 100 msec

c. ORBITA GEOESTACIONARIA:

$$V_p = H/T ; \quad T = H/V_p ; \quad R = 2T$$

$$T = \frac{35000 \cdot 10^3 m}{3 \cdot 10^8 m/\text{seg}} = 0,1166 \text{ seg} \text{ (camino de ida)}$$

$$R = 2T ; \quad R = 0,233 \text{ seg} = 233 \text{ msec}$$

RTA: Retardo Total 233 msec

8.

$$\cdot Z = R + j(X_L - X_C)$$

$$\cdot R = \rho L/S \quad \cdot X_L = \omega L , \quad X_C = 1/\omega C$$

$$\cdot Z = R \Rightarrow X_L = X_C$$

$$\omega L = 1/\omega C ; \quad \omega^2 = 1/L * C$$

$$2\pi f = \frac{1}{\sqrt{LC}} ; \quad f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} ; \quad f = 467,295 \text{ Hz};$$

RTA: 467,295 Hz;

DEPARTAMENTO INGENIERIA EN SISTEMAS DE INFORMACION

COMUNICACIONES

GUIA DE TRABAJOS PRACTICOS

AÑO 2021

TRABAJO PRÁCTICO N° 8

Modulacion, multiplexacion digital: PDH,SDH y SONET..

1. Se tiene que transmitir una señal analógica que pasa a través de un filtro de 4000 Hz de ancho de banda. Dicha señal entra a un modulador PCM donde se toman muestras cada 125 microsegundos, codificándose cada muestra según un proceso de cuantificación de 128 niveles. Hallar la capacidad que debe tener el vínculo de salida del modulador. Cuál sería dicha capacidad si fueran 256 niveles cuánticos?
2. Se dispone de un modem que trabaja con el tipo de modulación 16-PSK
Calcule el desfasaje entre estados que adopta la señal modulada.
3. Qué relación hay entre la velocidad de transmisión V_t y la velocidad de modulación V_m , con respecto al ejercicio anterior?
4. Se tiene un modem cuyo tipo de modulación es 8-PSK. Indicar:
 - De la señal moduladora, portadora y modulada, cuáles son analógicas y cuáles digitales?
 - Proponer una asignación de fases a secuencias de bits y realizar el diagrama de fases.
 - Qué relación existe entre la velocidad de modulación y la velocidad de transmisión?
5. Se quiere transmitir por un canal telefónico a 9600 bps y se cuenta con un modem de 2400 baudios que opera con transmisión multinivel y modulación PSK. Hallar:
 - Qué tipo de modulación PSK debe emplearse para transmitir a la velocidad de transmisión requerida.
 - El diagrama vectorial y la asignación de fases correspondiente.
6. Una portadora de 100 Mhz se modula en frecuencia con una señal sinusoidal de 10 KHz (fm) de manera tal que la desviación máxima de frecuencia (Δf) es de 1 Mhz. Determinar el ancho de banda aproximado de la señal de FM en este caso.



7. Confeccione un cuadro resumen de los tipos de modulación especificando para cada uno si la señal moduladora, portadora y modulada son analógicas o digitales.
8. Qué tipos de modulación se ven menos afectados por el ruido y por qué?
9. Qué tipo de señales (analógicas o digitales) se obtienen después de un proceso de multiplexión FDM y TDM?
10. Confeccione un cuadro comparativo entre el multiplexor con sus variantes FDM, TDM y STDM.

The background features a dark blue gradient with a subtle circular motion blur effect. Overlaid on the left side is a graphic element consisting of three overlapping triangles: a blue triangle pointing down and left, a green triangle pointing down and right, and a grey triangle pointing up and right. In the bottom left corner, there is a circular inset showing a close-up of a printed circuit board (PCB) with various electronic components like resistors, capacitors, and a central microchip.

UD N° 8

Modulación y

Multiplexación

MODULACION

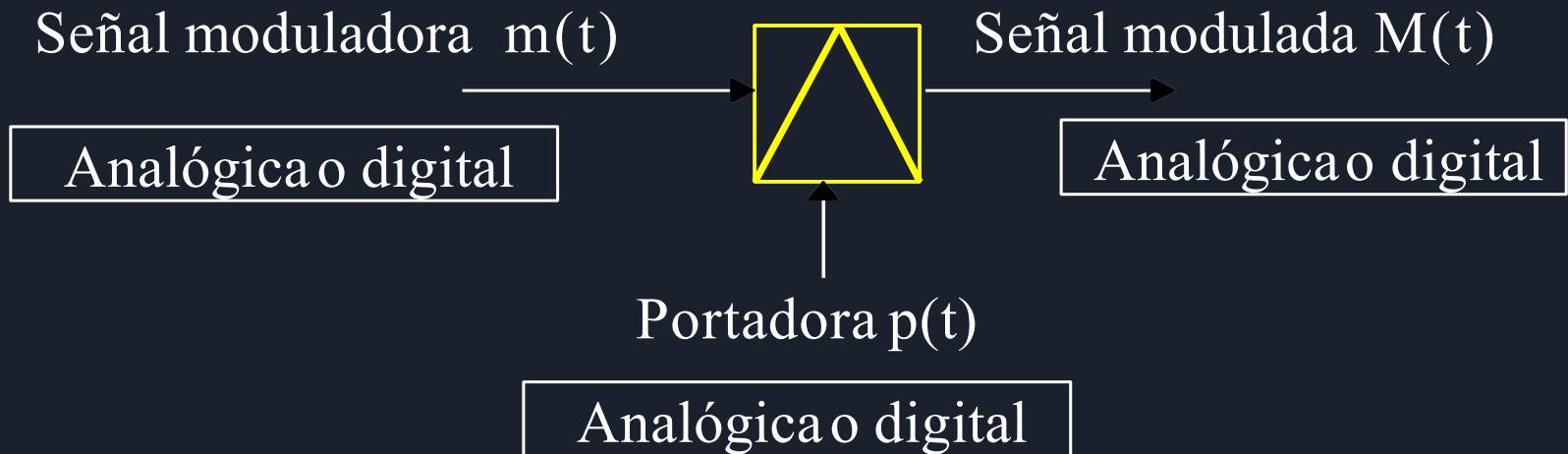
La modulación es un proceso que consiste en transformar una señal (que representa información) en otro tipo de señal adecuada para su transmisión por un medio de comunicación, sin modificar sustancialmente la información que ella representaba.

SEÑALES INTERVINIENTES

Mediante un **modulador**, una señal llamada **portadora** $p(t)$ (oficial de transporte) es transformada por una señal llamada **moduladora** $m(t)$ (**la que contiene la información**), obteniéndose como producto una señal que se conoce como **modulada** $M(t)$.

La operación de recuperación de la señal original es llevada a cabo por un **demodulador**.

ESQUEMA BÁSICO DE MODULACIÓN



The background features a dark grey gradient. On the left, there's a circular inset showing a close-up of a printed circuit board (PCB) with various electronic components like resistors and capacitors. Overlaid on the top left are two large, overlapping triangles: one blue and one green, both pointing towards the center. In the top right corner, there's a stylized, layered graphic resembling a circuit board or a series of interconnected lines.

METODOS DE MODULACION

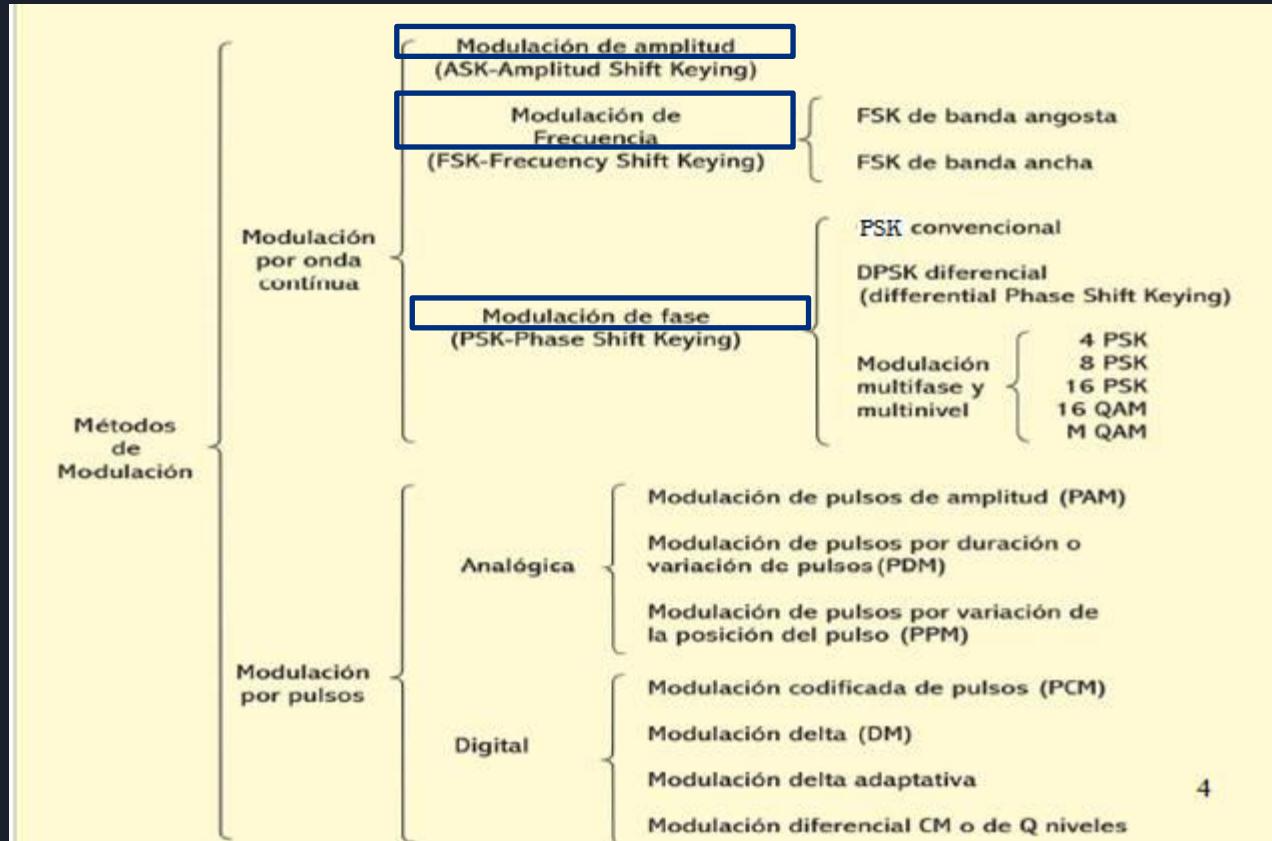
MODULACION POR ONDA CONTINUA

Es aquel proceso por el cual la señal portadora (se caracteriza por ser una señal sinusoidal), va a ser modificado alguno de sus parámetros característicos (A, fr, fase), por medio de la señal moduladora, siendo esta A o D. Según el parámetro a modificar, será el tipo de modulación.

MODULACION POR PULSOS

Es aquel proceso por el cual la señal portadora (se caracteriza por ser un tren de pulsos), va a ser modificado alguno de sus parámetros característicos (A, Duración o Posición), por medio de la señal moduladora, siendo esta A o D. Según el parámetro a modificar, será el tipo de modulación.

Clasificación de las Técnicas de Modulación

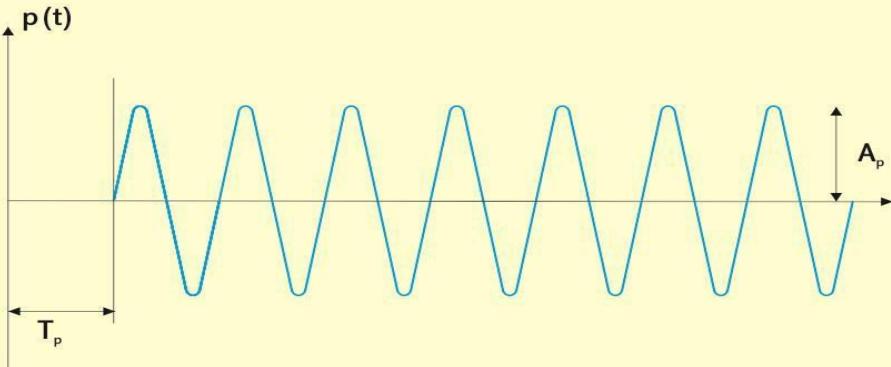


TIPOS DE MODULACION

Tipo de modulación	Moduladora	Portadora	Modulada	Nombre de la modulación
Continua	Analógica	Analógica	Analógica	AM
				FM
				PM
Continua	Digital	Analógica	Analógica	ASK
				FSK
				PSK DPSK M-
				PSK M-QAM
Por pulsos	Analógica	Digital	Analógica	PAM
				PDM
				PPM
Por pulsos	Digital	Digital	Digital	PCM (MIC)
				DPCM DELTA
				DELTAADAPTIVA

MODULACIÓN POR ONDA CONTINUA

PORTADORA $p(t) = A_p \operatorname{sen}(\omega_p t + \theta_p)$



$f_p = \frac{1}{T_p}$ = frecuencia de la portadora

A_p = amplitud máxima de la portadora

T_p = período de la portadora

$\omega_p = 2\pi f_p$ = pulsación de la portadora

θ_p = fase de la portadora

$p(t)$ = amplitud máxima de la portadora

CON LA MODULACIÓN SE MODIFICAN ALGUNO DE LOS SIGUIENTES PARÁMETROS DE LA MODULADORA:

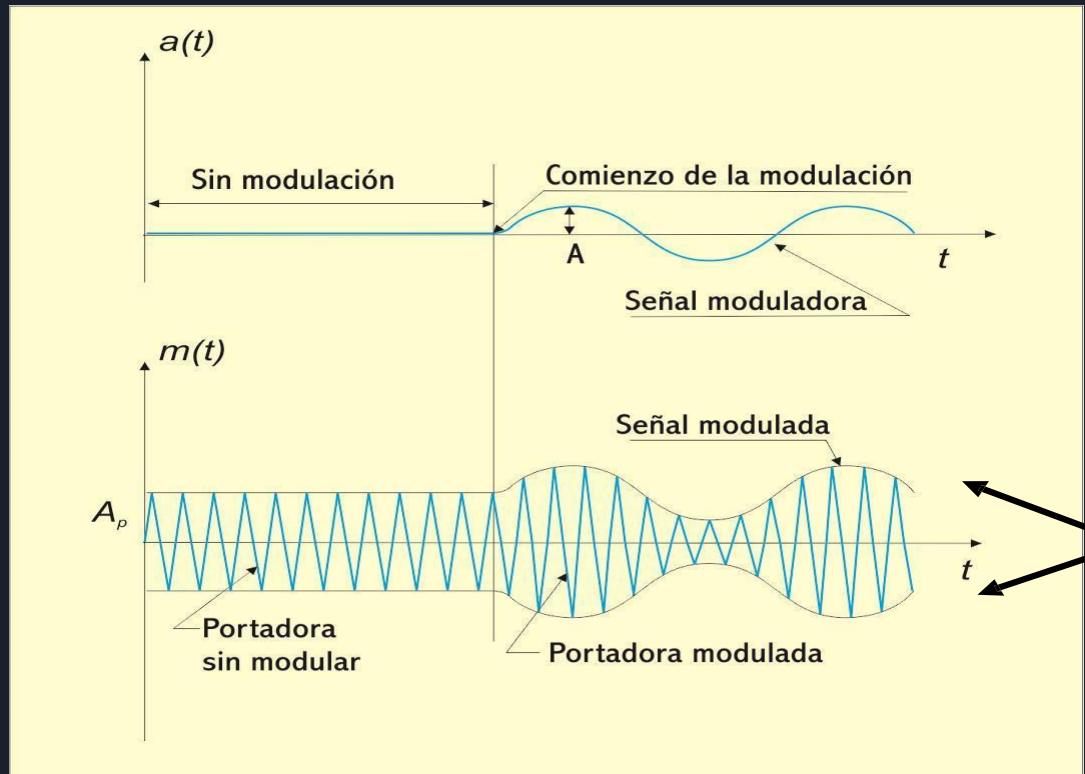
- **AMPLITUD**
- **FRECUENCIA**
- **FASE**

MODULACION - AM

MODULADORA: $a(t) = A \operatorname{sen}(\omega_a t + \theta_a)$

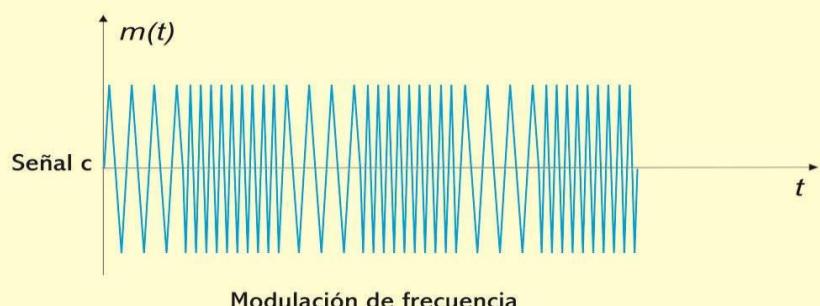
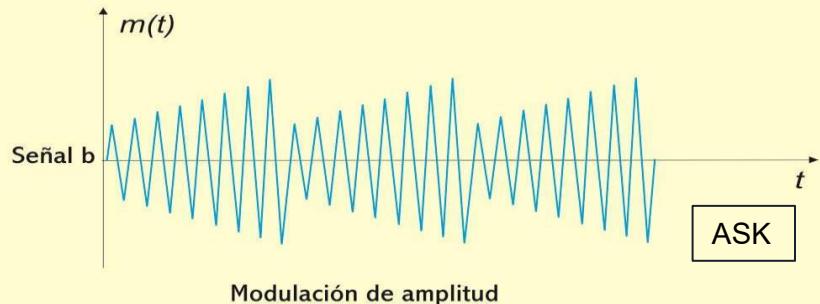
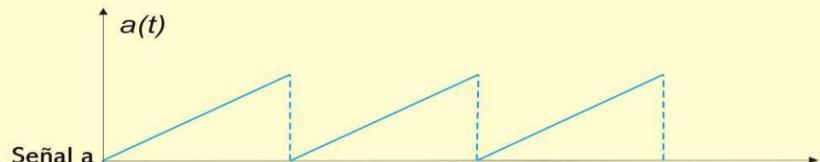
PORTADORA: $p(t) = P \operatorname{sen}(\omega_p t + \theta_p)$

$$\omega_a \ll \omega_p$$



Envolvente de modulación

MODULACION - FM



SEÑAL MODULADA

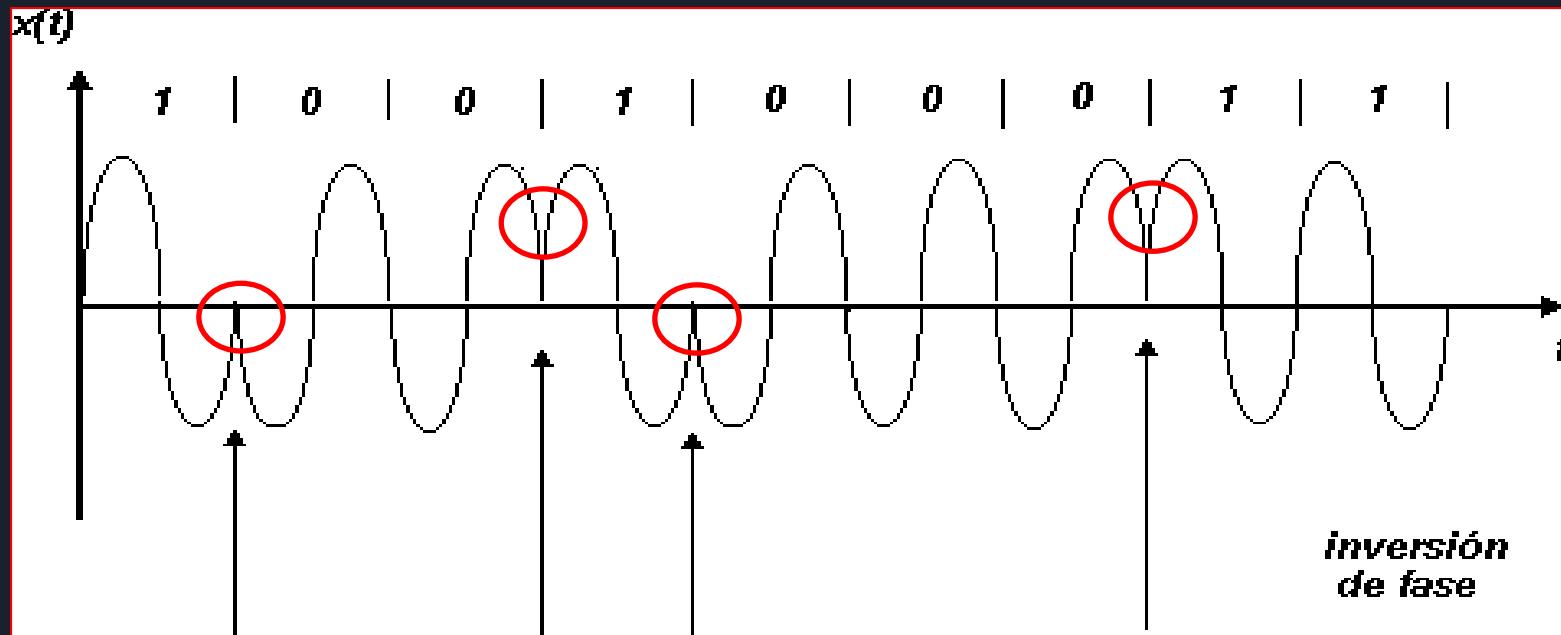
$$M(t) = A_p \sin (\varpi_p t + \beta \sin \varpi_a t + \theta_p)$$

$$\beta = \Delta\varpi / \varpi_a \text{ (índice de modulación)}$$

$$\Delta\varpi = k A_a \text{ (desviación de freq)}$$

$$\beta = k A \text{ (circuito y amplitud de moduladora)}$$

MODULACION DE FASE - SEÑAL 2-PSK / B-PSK



DOS SALTOS DE FASE
EN ESTE CASO ($0^\circ-180^\circ$)

ASIGNACION DE SECUENCIA DE BITS Y DE ESTADOS

DIAGRAMA DE FASES MODULACION 4-PSK / Q-PSK

Cuadro de asignación

Nro Secuencia	Secuencia de Bits	Fase Asignada
1	00	0°
2	01	90°
3	11	180°
4	10	270°

$$\theta = \frac{2\pi}{M}$$

M-PSK

Se aplica Código Reflejo o de Gray

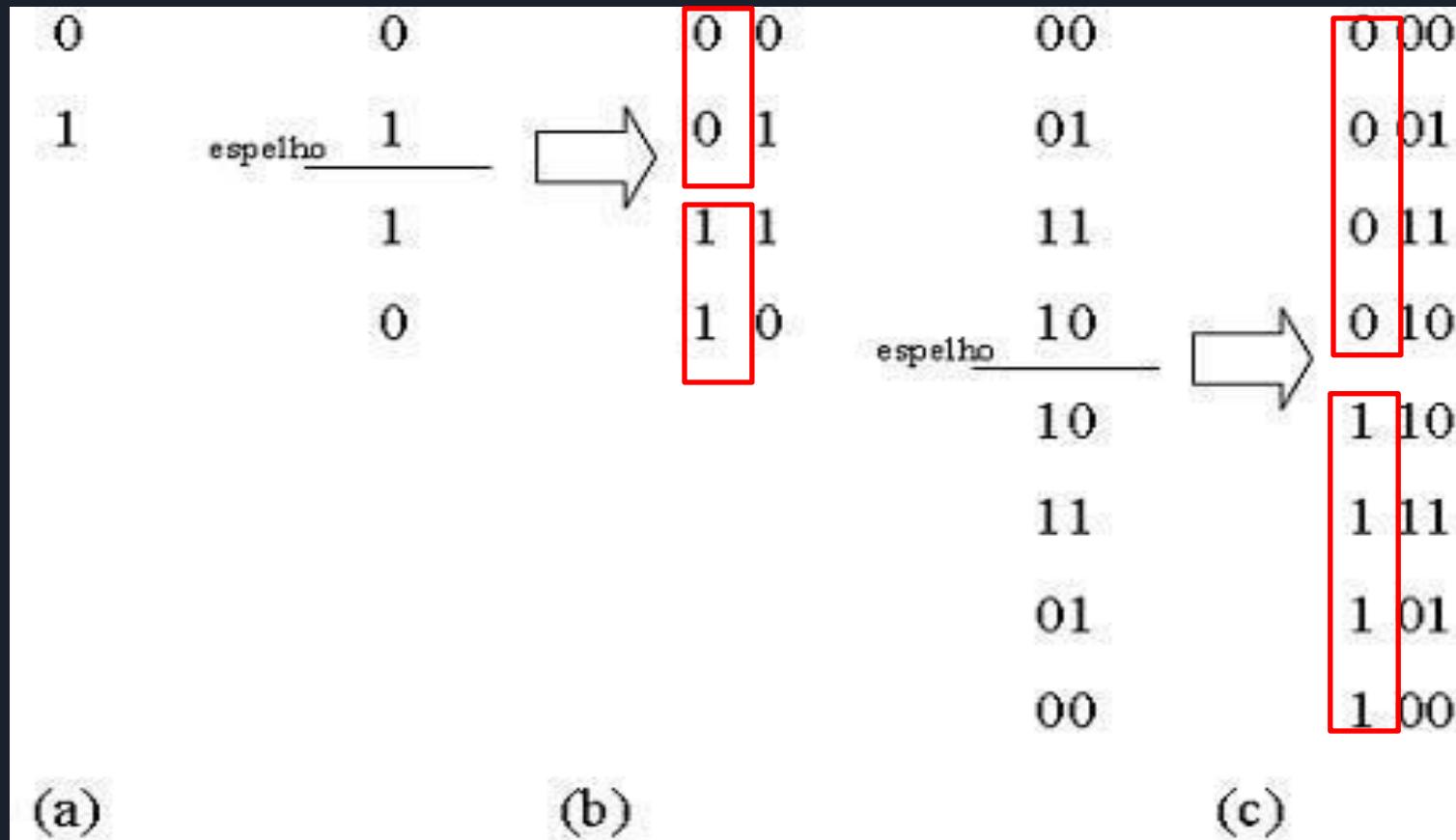
Diagrama de Estados,
De Fases o Vectorial.



	Secuencia de Bits
0	00
0	01
	1er espejo
0	11
0	10
	2do espejo
1	10
1	11
1	01
1	00

CONSTRUCCIÓN DEL CÓDIGO DE GRAY

EJEMPLO CON 3 BITS



MODULACION M-PSK

$$\theta = \frac{2\pi}{M}$$

M saltos de fase, con un ángulo θ entre fase y fase

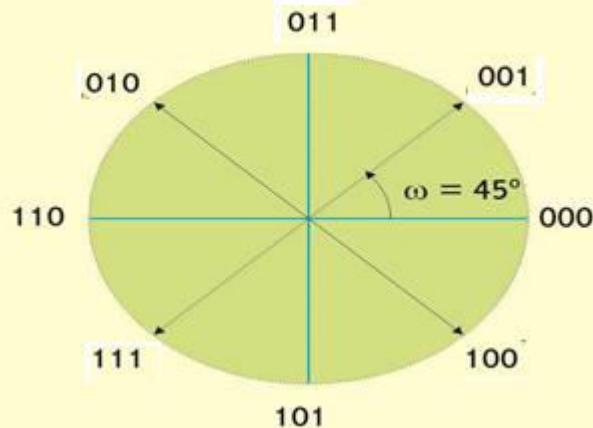
$$n = \log_2 M$$

$$V_{tx} = V_{mod} \times n$$

Cada salto lleva “n” bits

Relación entre ambas velocidades a través de “n”

8-PSK



Nº de Secuencia	Dígitos binarios	Fase asignada
1	000	0°
2	001	45°
3	011	90°
4	010	135°
5	110	180°
6	111	225°
7	101	270°
8	100	315°

MULTIPLEXACION

Es una técnica que permite agrupar en un mismo medio de com (s) distintos canales de distintos servicios , a fin de aprovechar la totalidad del AB disponible y hacer más eficiente el uso del canal de comunicaciones.

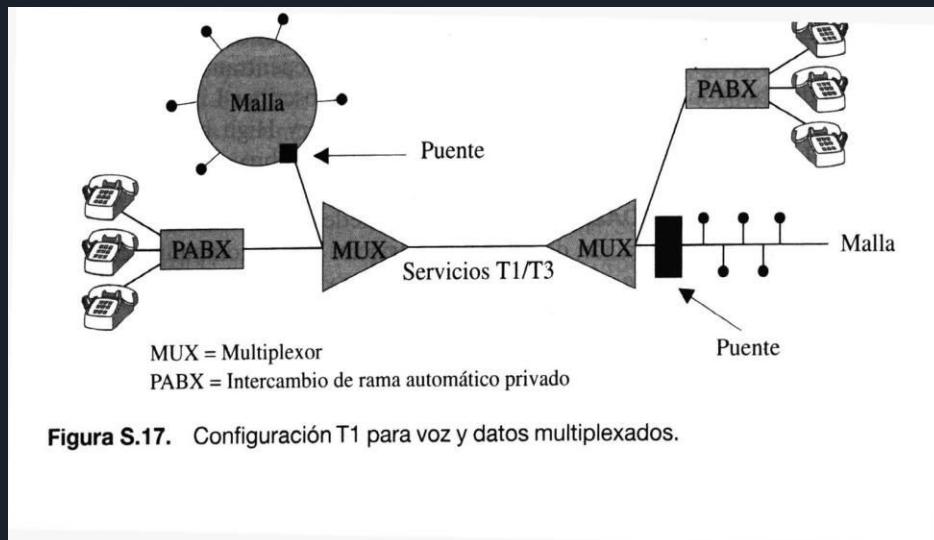


Figura S.17. Configuración T1 para voz y datos multiplexados.

MULTIPLEXACION: VOZ / DATOS

MULTIPLEXOR ⇒ Selector Rotativo Electrónico.

MULTIPLEXACION - Distintas TÉCNICAS:

POR DIVISIÓN DE FRECUENCIA (*FDM*)

POR DIVISIÓN DE TIEMPO (*TDM*)

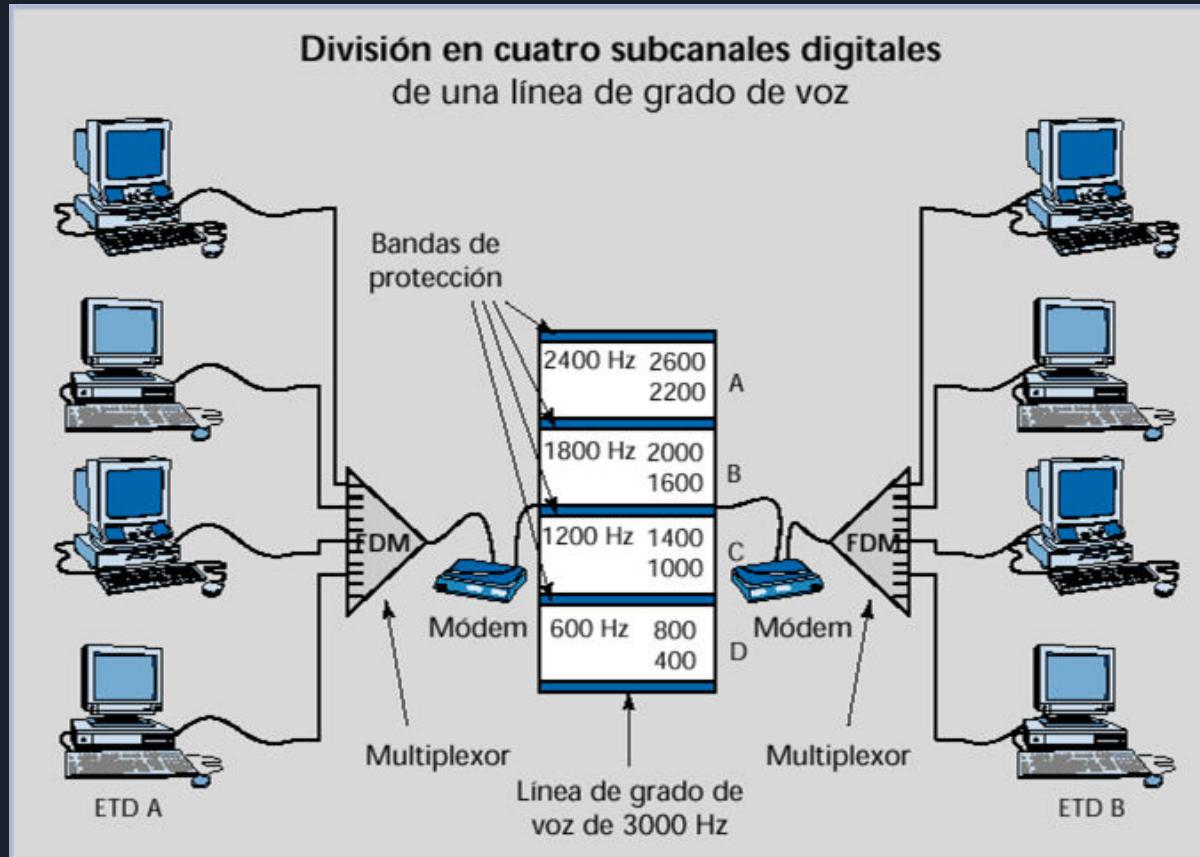
POR DIVISIÓN DE TIEMPO ESTADÍSTICA (*STDM*)

POR DIVISIÓN DE LONGITUD DE ONDA (*WDM*)

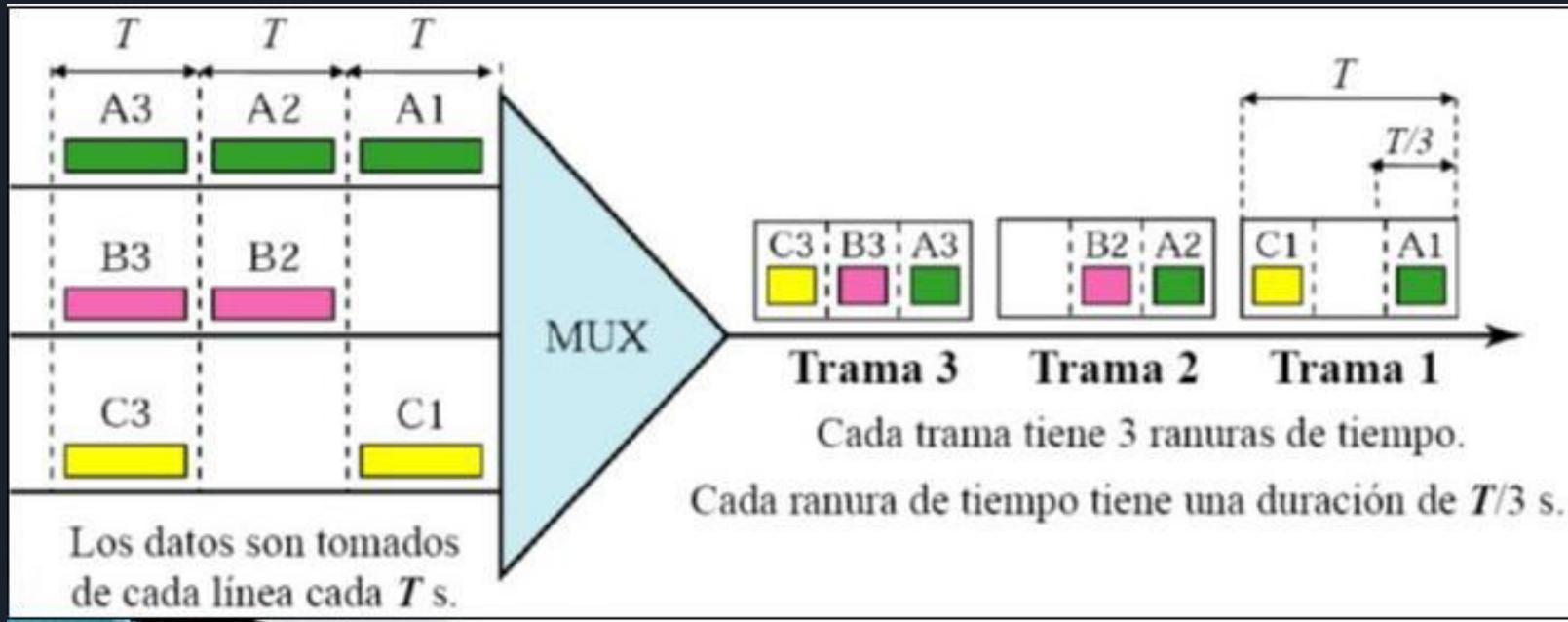
POR DIVISIÓN DE CÓDIGO (*CDM*)



MULTIPLEXACION: FDM

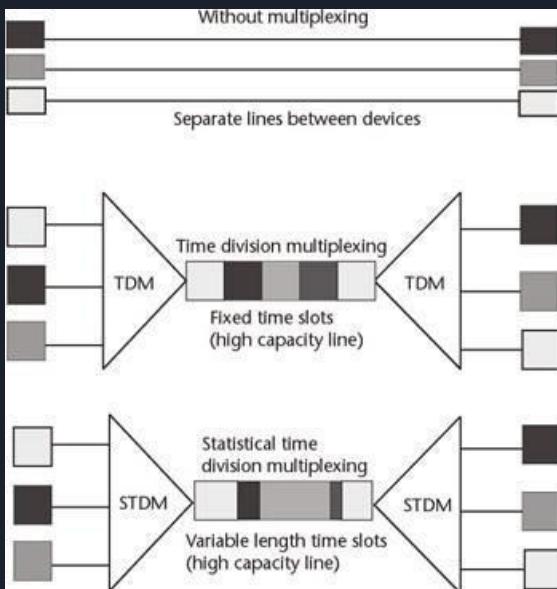


MULTIPLEXACION: TDM



MULTIPLEXACION: STDM

- *ASIGNACIÓN ESTADÍSTICA*
- *APROVECHA TODOS LOS TIEMPOS.*
- *ASIGNACIÓN POR DEMANDA DE RANURAS.*
- *TAMBIÉN SE DENOMINA MUX ASINCRÓNICA (ATDM).*



COMPARACIÓN TDM STDM

MULTIPLEXACION: FDM-WDM-TDM

Existen tres técnicas básicas

(Forouzan, 2007)

TIPOS DE MULTIPLEXACIÓN

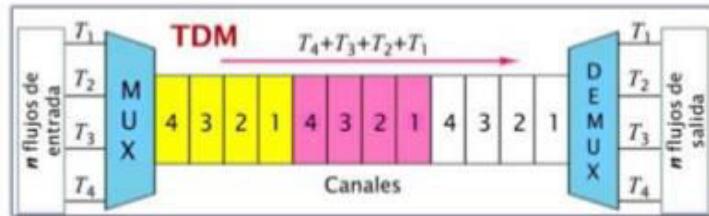
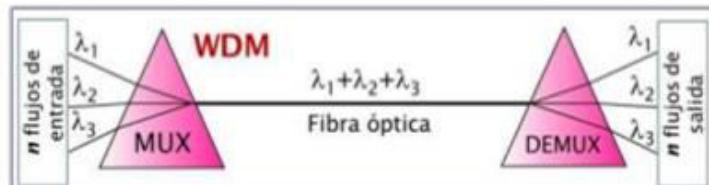
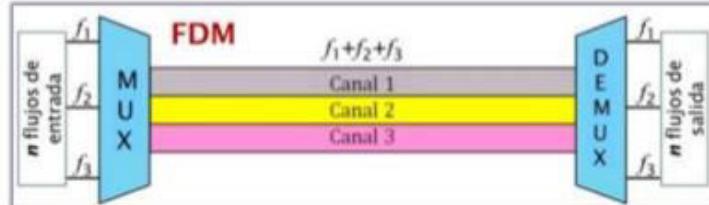
Descripción

● Existen **tres técnicas** básicas de multiplexación.

● **FDM**. Multiplexación por división de frecuencia. Es una técnica analógica que combina señales analógicas.

● **WDM**. Multiplexación por división de longitud de onda. Es una técnica analógica que combina señales ópticas.

● **TDM**. Multiplexación por división de tiempo. Es una técnica digital que combina varios canales de baja tasa en uno de alta tasa.



Comunicaciones

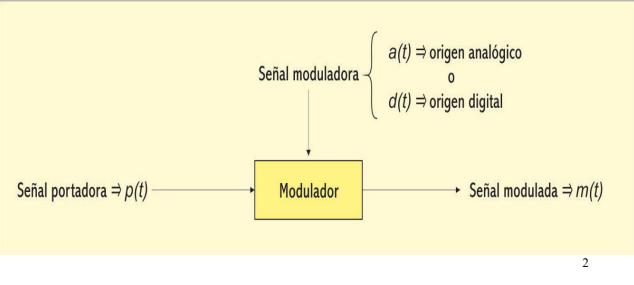
Clase 9

Modulación y digitalización de señales

1

MODULACION

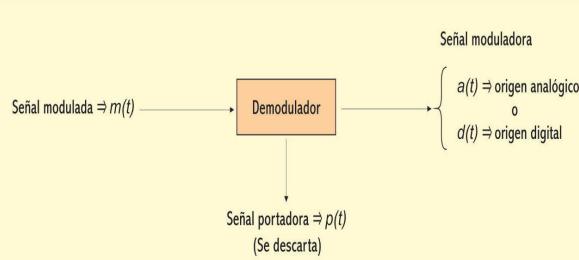
Ciertas características de una onda (portadora) se modifican en función de otra onda (moduladora), que contiene la información a transmitir resultando una onda (modulada) que será trasmisita.



2

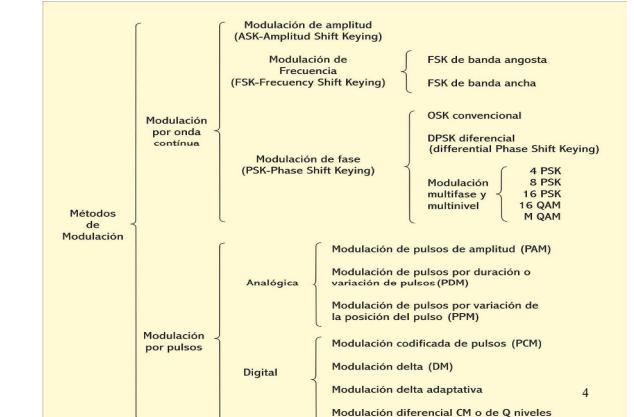
DEMODULACION

Es el proceso inverso por el cual la señal modulada recibida es procesada, recuperando la señal moduladora que contiene la información.



3

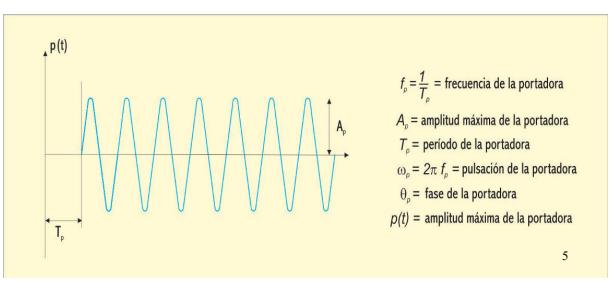
Clasificación de las técnicas de modulación



4

SEÑAL PORTADORA

Tiene una frecuencia apta para su trasmisión por el canal. Es una onda sinusoidal con tres características (amplitud, frecuencia o fase), una de las cuales se modifica en función de la señal moduladora (que es la señal útil, pero su frecuencia no es apta para la trasmisión por el canal).



5

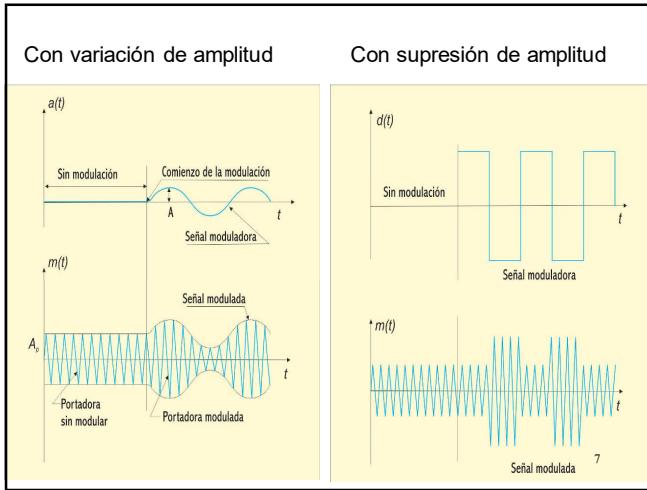
MODULACION DE AMPLITUD (AM)

El parámetro de la señal portadora que se hace variar es la amplitud.

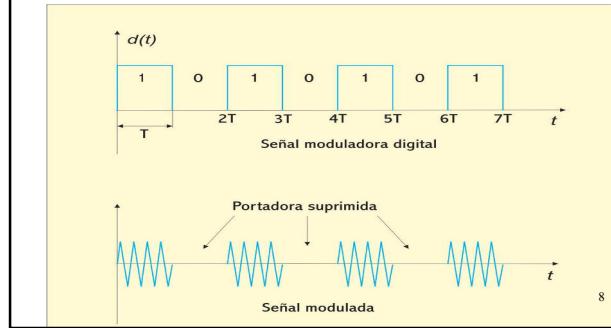
Hay dos tipos de modulación de amplitud:

- Por variación del nivel de la onda portadora: usada para trasmisir la voz en radios de ondas medias.
 - La frecuencia de la señal moduladora debe ser mucho menor que la frecuencia de la portadora
 - La señal moduladora es la envolvente de la modulada
- Por supresión de onda portadora: usada para trasmisir señales digitales

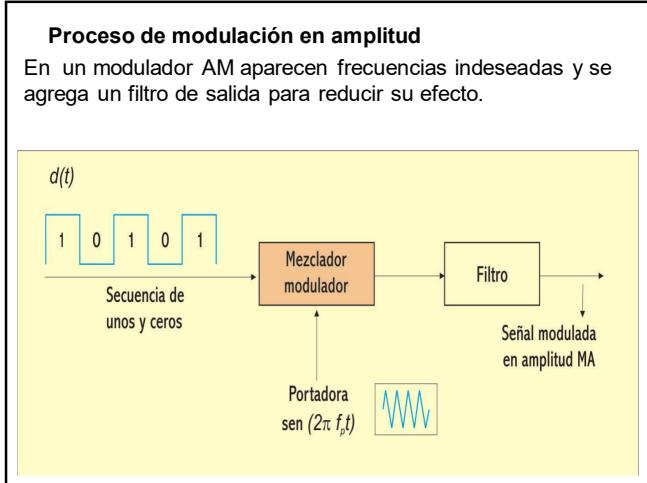
6



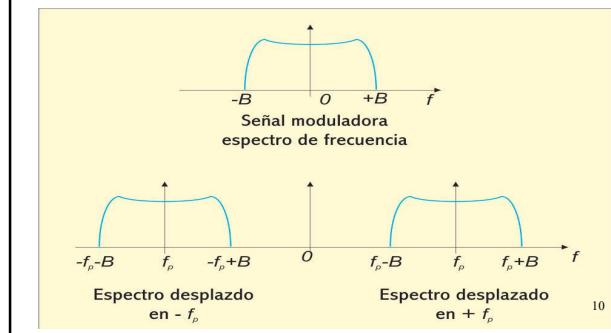
MODULACION ASK (Amplitude Shift Keying)
 Usada en sistemas telegráficos, donde la señal modulada tiene:
 - la misma amplitud de la portadora para enviar el 1
 - la supresión de la portadora para enviar el 0.



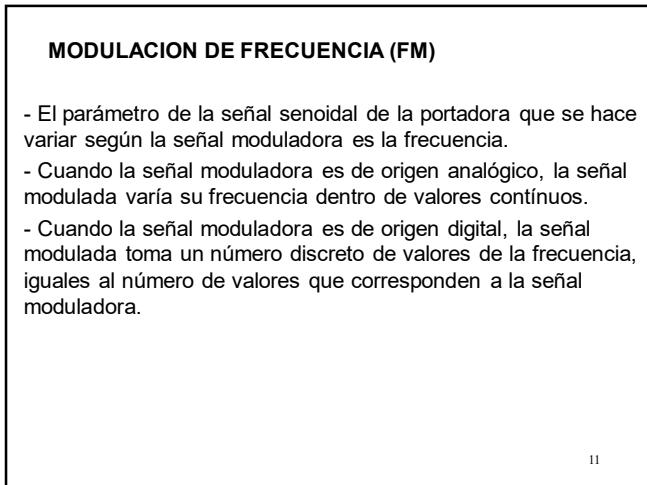
8



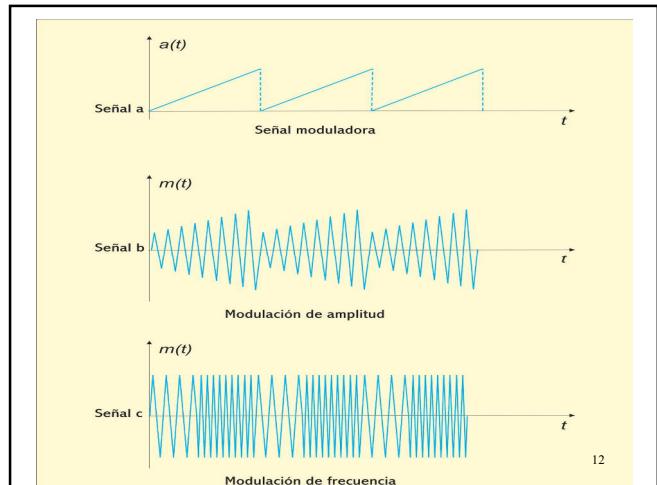
Hay un desplazamiento en frecuencia del espectro de la señal moduladora generando dos bandas laterales a ambos lados de la portadora.
 El ancho de banda de la señal modulada duplica el de la señal moduladora.



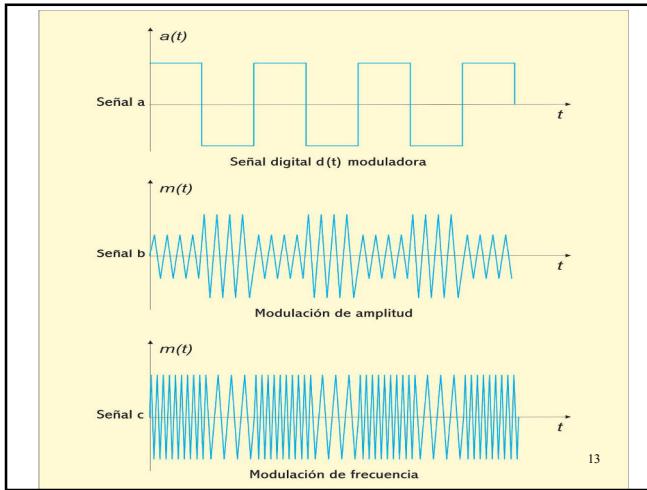
10



11



12



Proceso de modulación en frecuencia

La frecuencia y la pulsación están relacionadas: $\omega = 2 \pi f$
 En una señal modulada en frecuencia, la frecuencia es diferente a cada instante, y la señal modulada no puede representarse mediante una expresión sinusoidal ordinaria: $f(t) = A \cdot \sin(\omega t)$ sino por una función sinusoidal generalizada: $f(t) = A \cdot \sin \theta(t)$.

El ángulo $\theta(t)$ se modula en frecuencia por la señal:

$$a(t) = A \cdot \sin \omega_a t$$

La frecuencia instantánea es: $\omega_i = \omega_p + \Delta\omega \cdot \cos \omega_a t$

Definimos desviación de frecuencia: $\Delta\omega = k \cdot \omega_a \cdot A$

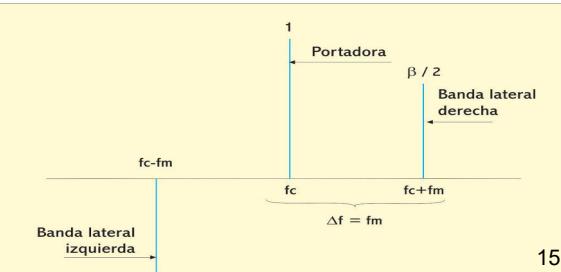
Definimos índice de modulación: $\beta = \Delta\omega / \omega_a$

14

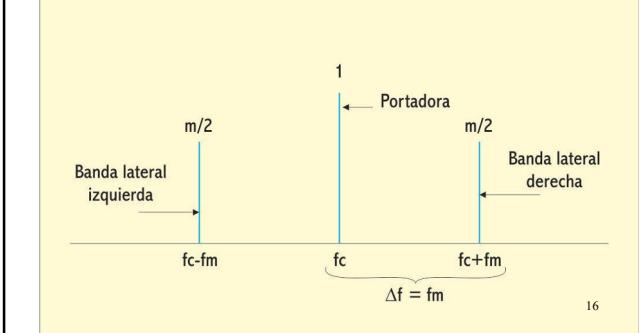
Modulación de frecuencia de banda angosta

Si el índice de modulación es pequeño ($\beta < \pi/2$) se tiene una señal de modulación de frecuencia de banda angosta.

Hay una diferencia con el espectro de modulación en amplitud: las bandas laterales están en cuadratura de fase con respecto a la portadora.



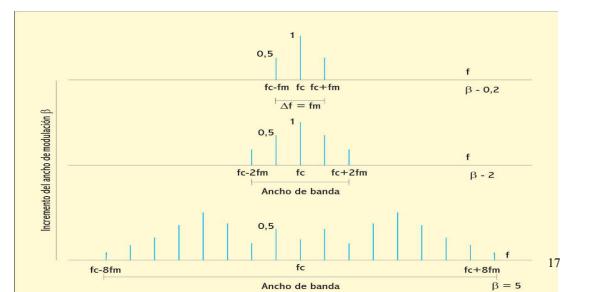
El ancho de banda de la modulación de frecuencia de banda angosta, es igual al de la modulación de amplitud y vale $2 fm$.
 fm : máxima componente de frecuencia de la señal modulante



Modulación de banda ancha

Las ventajas de la modulación FSK sobre el método ASK se hacen importantes cuando β es grande ($\beta > \pi/2$).

Esto aumenta la protección contra el ruido e interferencias, superando a la modulación de amplitud, pero usando mayor ancho de banda.



El ancho de banda se calcula con la regla de Carson:

- Para una señal portadora senoidal modulada en frecuencia la mayor parte de la energía está dentro de un ancho de banda dado por:

$$B = 2 (\Delta f + fm)$$

donde:

Δf es la máxima desviación de frecuencia que sufre la señal portadora

fm es la máxima frecuencia de la señal moduladora

18

MODULACION DE FASE (PM)

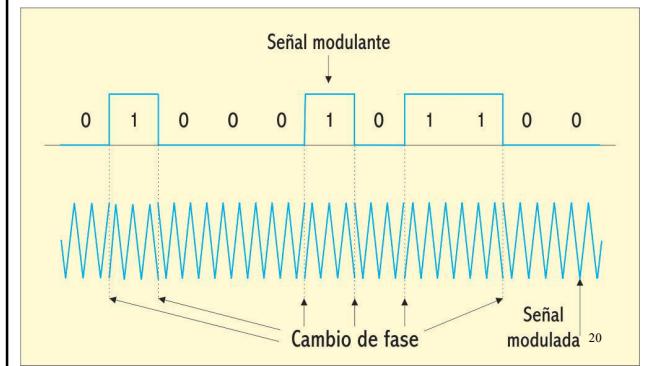
El parámetro de la portadora que se hace variar es la fase. La amplitud y la frecuencia de la portadora permanecen constantes.

Dos alternativas:

- PSK convencional: las variaciones de fase se refieren a la fase de la portadora sin modular.
- PSK diferencial: las variaciones de fase se refieren a la fase de la portadora del estado inmediatamente anterior al considerado.

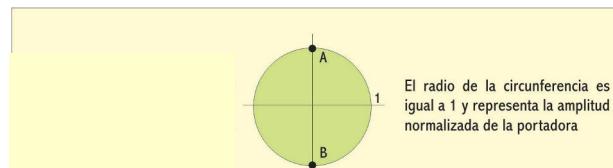
19

En la señal portadora hay discontinuidades de fase al comienzo y al final de cada intervalo T (son las transiciones de 0 a 1 ó de 1 a 0 producidas por la señal moduladora).



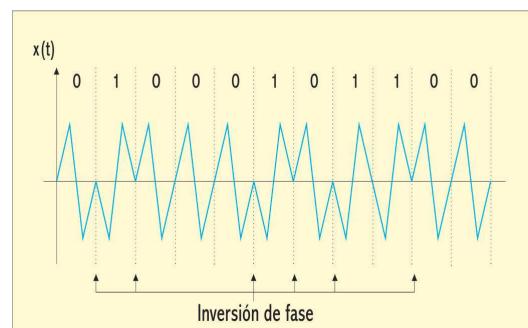
Modulación en 2 PSK

Es una llave electrónica controlada por la señal de datos (binaria) que conmuta entre la portadora y su versión invertida (desfasada 180°).



21

Forma de onda de la portadora modulada en 2 PSK



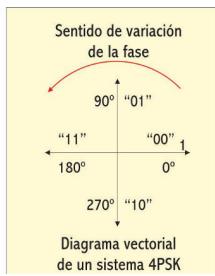
22

Modulación multifase

La fase de la onda portadora puede tomar secuencialmente M valores posibles separados entre sí por un ángulo definido por la expresión:

$$\theta = \frac{2\pi}{M}$$

Si $M = 4$ tenemos el método 4 PSK o QPSK.

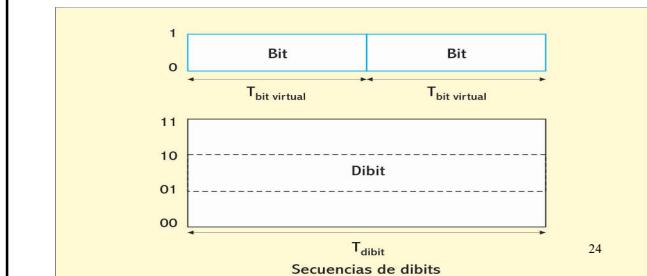


Nº de Secuencia	Secuencia de bits	Fase asignada
1	00	0°
2	01	90°
3	11	180°
4	10	270°

En un periodo de transmisión de un díbit se están transmitiendo en realidad dos bits.

Comparando 2 PSK con 4 PSK se ve que el ancho de banda de este último es la mitad.

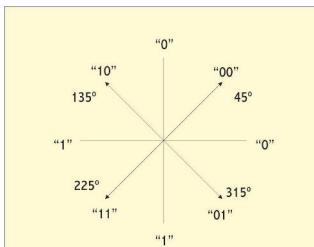
El sistema 4 PSK es más sensible a los fenómenos de interferencia y aumenta la tasa de error.



24

Modulación en 8 PSK

Cada fase representa un grupo de 3 dígitos binarios o tribits. Se usa el código de Gray (estados vecinos difieren en un bit). El diagrama de los estados posibles se llama "constelación".

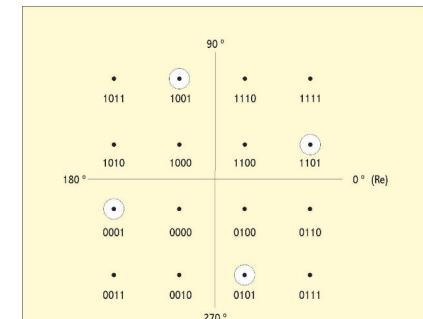


Nº de Secuencia	Dígitos binarios	Fase asignada
1	011	0°
2	010	45°
3	000	90°
4	001	135°
5	101	180°
6	100	225°
7	110	270°
8	111	315°

25

QAM es modulación en cuadratura, combina el desplazamiento de fase y amplitud.

Ejemplo: constelación del sistema 16QAM con 16 opciones, cada una transmite cuatro bits con una sola transición.



26

MODEMS

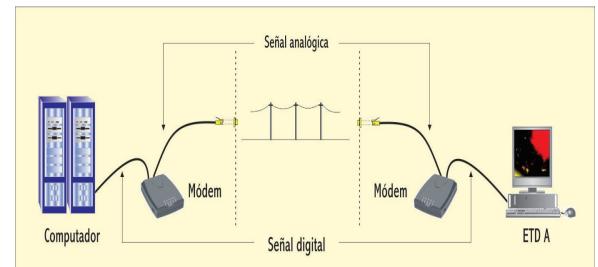
Hay distintos tipos:

- Módem de rango vocal.
- Módem banda base.
- Cable módem.
- Módem ADSL.
- Equipos excitadores de línea o driver.

27

Módem de rango vocal

Convierte las señales digitales provenientes de una computadora en señales analógicas aptas para ser transmitidas por la red telefónica.



28

Funciones básicas de los módems

- **Codificación y decodificación:** mediante códigos de línea se adaptan la señal digital a la línea de transmisión.
- **Modulación y la demodulación:** las señales digitales son transformadas en analógicas para pasar por el canal.
- **Recepción y transmisión de señales:** intercambio de datos a través de una interfaz digital estándar
- **Técnicas de control del flujo:** compensa las diferencias entre la velocidades a las que recibe los datos y a las que transmite
- **Ecualización:** permite brindar un nivel de salida constante e independiente de la frecuencia que se está transmitiendo.
- **Protecciones:** absorbe picos de tensión en la línea

29

Funciones especiales de los módems

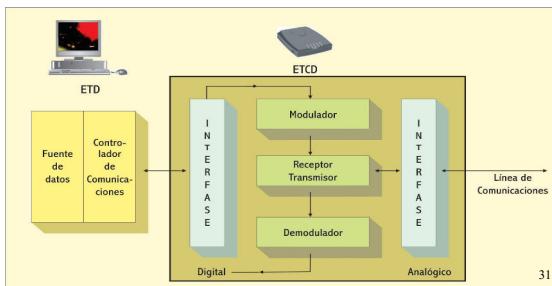
- Discado y recepción automática de llamadas
- Almacenamiento y procesamiento de la información (reducido)
- Detección y corrección de errores
- Compresión de datos
- Servicios de voz
- Servicios de fax
- Multiplexado de canales

30

Sincronismo de los módems

Los módems de datos de frecuencia de voz pueden enviar datos asincrónicos o sincrónicos.

Los modems sincrónicos usan señales de reloj en las interfaces digitales (lo genera o lo toman de la recepción).



31

Control del flujo de datos

La información entre la interfaz y la línea puede estar a distintas velocidades por lo que poseen una memoria intermedia (*buffer*).

Las razones de estas diferencias de velocidades son:

- corrección de errores de recepción
- compresión y descompresión de datos

Se hace por hardware (operando la señal RTS en la interfaz) o por software:

- enviando los códigos ASCII 17 y 19 (XON y XOFF)
- enviando las señales pedido (ENQ) y aceptación (ACK)

32

Detección y corrección de errores

Recomendación V.42: procedimientos de corrección de errores para los ETC que utilizan la conversión de modo asincrónico a modo síncrono.

La comunicación con el computador es en modo asincrónico, mientras que la comunicación de modem a modem es sincrónica usando protocolos HDLC.

Utiliza el procedimiento CRC para detección de errores.

Otra función es la compresión de datos para reducir los tiempos de transmisión (muy útil para trasmisir imágenes).

33

Normas de módems

La principal normalización es la del UIT-T.

Los módems de frecuencia van de 300 a 56 kbps.

Están ordenados por recomendaciones de la serie V.

34

Resumen de las principales normas de módems

Norma	V_M	$V_{T\max}$	F_p	Modulación	Modo	Tipo	Enlace
V.21	300 baudios	300 bps	Canal N° 1: 1800 Hz Canal N° 2: 1750 Hz	FSK	Asincrónico	Dúplex	RTC
V.22	600 baudios	1200 bps	Canal N° 1: 1200 Hz Canal N° 2: 2400 Hz	PSK	Asincrónico Síncrono	Dúplex	RTC
V.22 bis	600 baudios	2400 bps	Canal N° 1: 1200 Hz Canal N° 2: 2400 Hz	QAM	Asincrónico	Dúplex	RTC
V.23	1200 baudios 75 baudios	2400 bps	Canal N° 1: 1700 Hz Canal N° R _c : 390 Hz Canal N° R _c : 450 Hz	FSK	Asincrónico Síncrono	Dúplex	RTC
V.26	1200 baudios	2400 bps	Canal N° 1: 1700 Hz	PSK	Síncronico	Dúplex	4 hilos
V.26 bis	1200 baudios	2400 bps	Canal N° 1: 1800 Hz	PSK	Síncronico	Semi-dúplex	RTC
V.26 ter	1200 baudios 75 baudios	2400 bps	Canal N° 1: 1800 Hz Canal N° R _c : 390 Hz Canal N° R _c : 450 Hz	PSK	Asincrónico Síncrono	Dúplex	RTC
V.27	1600 baudios	4800 bps	Canal N° 1: 1800 Hz	DPSK	Síncronico	Dúplex	2 hilos
V.27 bis	1600 baudios	4800 bps	Canal N° 1: 1800 Hz	DPSK	Síncronico	Dúplex	2 hilos
V.27 ter	1600 baudios	4800 bps	Canal N° 1: 1800 Hz	DPSK	Síncronico	Dúplex	RTC
V.29	2400 baudios	9600 bps	Canal N° 1: 1700 Hz	QAM	Síncronico	Dúplex	4 hilos
V.32	2400 baudios	9600 bps	Canal N° 1: 1800 Hz	QAM/TCM	Asincrónico	Dúplex	RTC

35

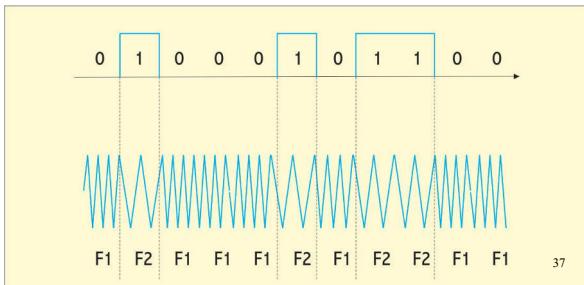
Norma	V_M	$V_{T\max}$	F_p	Modulación	Modo	Tipo	Enlace
V.32 bis	2400 baudios	14400 bps	Canal N° 1: 1800 Hz	QAM/TCM	Asincrónico	Dúplex	RTC
V.33	2400 baudios	14400 bps	Canal N° 1: 1800 Hz	QAM/TCM	Asincrónico	Dúplex	4 hilos
V.34	3429 baudios	33600 bps	Varios	QAM/TCM	Síncronico	Dúplex	RTC

36

Recomendación V.21

Los antiguos módems utilizaban este tipo de modulación para 300 bps en un canal a dos hilos con:

- portadoras en 1.080 y 1.750 Hz (una para trasmisión y otra para recepción)
- desviaciones de 100 Hz hacia ambos extremos (el cero es frecuencia alta)



37

Recomendación V.29

Permiten obtener velocidades de hasta 9600 bps a través de líneas dedicadas a cuatro hilos, con señales multivuelo de 16 valores (cuatro bits por Baudio o cuadribits) usando la modulación en cuadratura QAM.

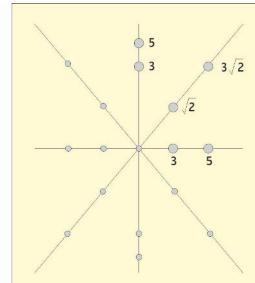
El tren de datos se divide en grupos de cuatro bits (cuadribits).

El primer bit (Q1) determina la amplitud de la señal. Los siguientes (Q2, Q3 y Q4), se codifican mediante un cambio de fase con relación a la fase del elemento precedente.

38

FASE ABSOLUTA	AMPLITUD RELATIVA	Q1	Q2	Q3	Q4	CAMBIO DE FASE
0°	3	0	0	0	1	0°
5	1	0	0	1		
45°	$\sqrt{2}$	0	0	0	0	
$3\sqrt{2}$	1	0	0	0	0	45°
90°	3	0	0	1	0	90°
5	1	0	1	0		
135°	$\sqrt{2}$	0	0	1	1	135°
$3\sqrt{2}$	1	0	1	1	1	
180°	3	0	1	1	1	180°
5	1	1	1	1	1	
225°	$\sqrt{2}$	0	1	1	0	225°
$3\sqrt{2}$	1	1	1	0		
270°	3	0	1	0	0	270°
5	1	1	0	0		
315°	$\sqrt{2}$	0	1	0	1	315°
$3\sqrt{2}$	1	1	0	1		

39

Constelación para la Recomendación V.29.

Cuadribits	Cambio de fase	Amplitud relativa	Cuadribits	Cambio de fase	Amplitud relativa
0001	0°	3	1001	0°	5
0000	+ 45°	$\sqrt{2}$	1000	+ 45°	$3\sqrt{2}$
0010	+ 90°	3	1010	+ 90°	5
0011	+ 135°	2	1011	+ 135°	$3\sqrt{2}$
0111	+ 180°	3	1111	+ 180°	5
0110	+ 225°	2	1110	+ 225°	$3\sqrt{2}$
0100	+ 270°	3	1100	+ 270°	5
0101	+ 315°	$\sqrt{2}$	1101	+ 315°	$3\sqrt{2}$

40

Recomendación V.32

Funcionamiento en modo dúplex a dos hilos.

Usa de técnicas de compensación de eco para la separación de los canales en ambos sentidos.

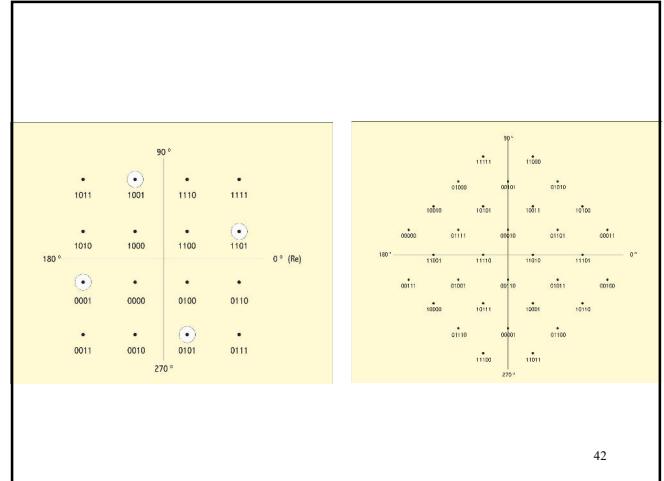
Modulación de amplitud en cuadratura para cada canal con transmisión síncrona en línea a 2400 Baudios.

A la velocidad de transmisión máxima de 9.600 bps permite utilizar dos esquemas de modulación:

-clásico con 16 estados de portadora y cuatro bit por Baudio (2400 x 4 = 9600 bps)

-otro con codificación entrelazada con 32 estados de portadora (cinco bits por Baudio).

41



42

Recomendación V.90 o V.92

Son los modems usados para conectarse a Internet por la red telefónica antes del ADSL.

La conexión es asimétrica (velocidades distintas).

- el lado servidor transmite en alta velocidad (bajada)
- el lado cliente transmite en baja velocidad (subida)

Se utiliza modulación QAM, con codificación entrelazada o *Trellis Coded Modulation*.

43

Configuración de modems

Tienen un microprocesador para hacer funciones automáticas o preprogramadas por *hardware* o por *software*.

Hardware: con llaves (DIP switches) para elegir opciones.

Software: comandos Hayes (desarrollados por *Hayes Microcomputer Incorporated*, desde la interfaz mandando la secuencia AT.

44

COMANDO	FUNCIONES GENERALES	PARTICULARES
A	Facilita el modo de respuesta en forma manual.	
B	Selecciona el tono de respuesta y la velocidad de trabajo.	B0 = UIT - T. B1 = Normas Bell. B _x = Distintas velocidades.
D	Selecciona el modo de discar por la red telefónica.	DP = Por públicos. DT = Por telcos. D _x = Otras variantes.
E	Habilita o deshabilita el eco en la pantalla.	E0 = Sin eco. E1 = Con eco.
F	Permite seleccionar modo Dúplex o Semidúplex.	
H	Fuerza al módem a simular colgar o descolgar el micrófono.	E0 = Colgar. E1 = Descolgar.
I	Solicita información sobre el equipo.	I0 = Código de identificación del producto. I _x = Otra información de la ROM. I _y = Otras informaciones. I0 = Mínimo. I _x = Otros valores intermedios. I4 = Máximo.
L	Regula el volumen del parlante del equipo.	
M	Activa o desactiva el parlante.	
O	Permite volver a conectar la línea.	
Q	Habilita o deshabilita el envío de códigos de resultado.	
S	Permite leer y mostrar el valor almacenado en un registro.	
V	Muestra los códigos de resultado en forma numérica o escrita.	
X	Habilita un conjunto de facilidades del equipo. Siempre el valor de default es el máximo.	X= = Incluye un conjunto mínimo de prestaciones. X _x = Agrega prestaciones al conjunto mínimo. X4 = Conjunto máximo de prestaciones.
Y	Activa o desactiva señales de respuesta, o pausas.	
Z	Permite reinicializar el equipo.	

45

Ajuste de velocidad

Los módem pueden trabajar a diferentes velocidades.

Al establecer el enlace, tratará siempre de conectarse a la máxima velocidad posible y bajaría a medida que la calidad del canal sea menor.

Procedimiento de negociación: se realiza un sondeo de línea con instrucciones denominadas "Secuencias INFO" cuyo resultado fija la velocidad de modulación y de transmisión más convenientes.

La velocidad de modulación puede ser diferente en cada sentido de la comunicación (velocidades asimétricas).

46

ACCESOS DE BANDA ANCHA

El concepto de Acceso de Banda Ancha se aplica a velocidades no inferiores a 2 Mbps.

Se usan redes ya desplegados de amplia cobertura geográfica y con llegada a los usuarios finales ya establecidas:

- cables de cobre utilizados en la red telefónica (tecnologías denominadas xDSL)
- cables coaxiales empleados en las redes de distribución de señales de televisión (normas DOCSIS con equipos cable módem).

47

ABREVIATURA DENOMINACIÓN

ABREVIATURA	DENOMINACIÓN
ADSL/DSL2+	Línea Digital de Abonado Asimétrica Asymmetric Digital Subscriber Line
RADSI	Línea Digital de Abonado Asimétrica de Velocidad Variable Rate Adaptive Asymmetric Digital Subscriber Line
HDSL/HDSL1	Línea de Abonado de Alta Velocidad High Bit Rate Digital Subscriber Line
SDSL	Línea Digital de Abonado Simétrica Symmetric Digital Subscriber Line
VDSL	Línea de Digital Abonado de Muy Alta Velocidad Very High-Speed Digital Subscriber Line

48

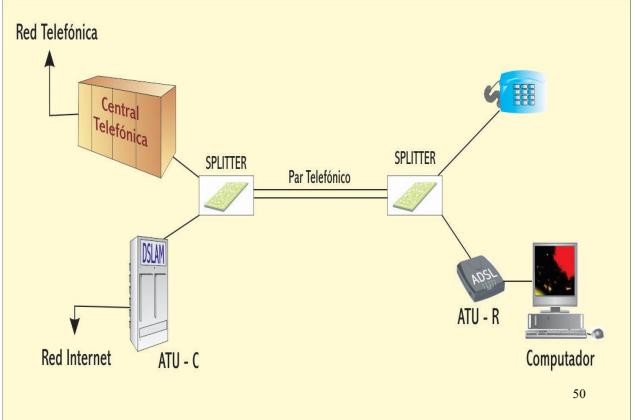
TECNOLOGIA ADSL

ADSL se presta sobre un único par de cobre por el que se brinda el servicio telefónico.

El canal descendente tiene mayor velocidad que el canal ascendente (asimétrico) ya que en Internet el volumen de información recibida es mucho mayor que la enviada desde el usuario.

Velocidades mayores a los módems de datos de rango vocal
Solución de bajo costo para conectar a una LAN a la Red Internet.

49

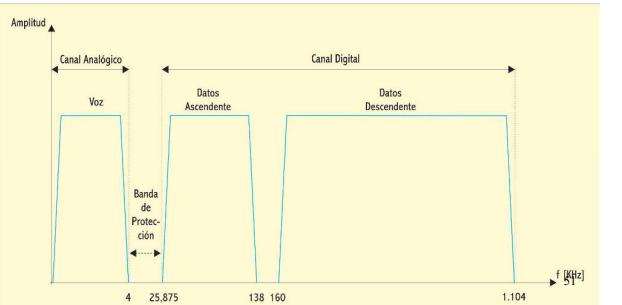


50

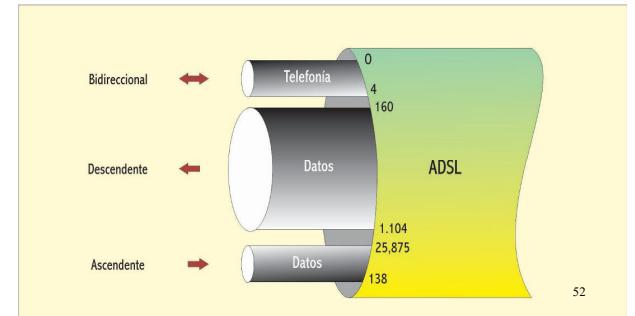
Recomendación UIT G.992.1

Divide el ancho de banda en tres canales diferentes.

- Un canal de voz analógico separado por splitters.
- Dos canales digitales (ascendente y descendente).

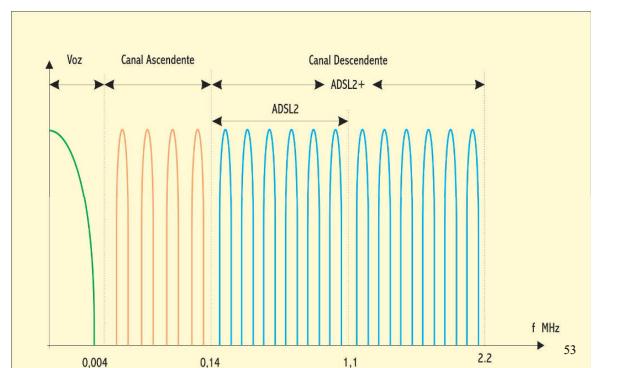


La tecnología ADSL usa código de línea **DMT**, también conocida como **OFDM** (divide el ancho de banda en un conjunto de subportadoras ortogonales de diferentes frecuencias, cada una se modula con QAM o PSK).



52

ADSL2 plus: aumenta la velocidad descendente hasta 24 Mbps (evolución del sistema ADSL y ADSL2).



Distribución de frecuencias y velocidades máximas:

ADSL2+ Anexo A	Tel	Canal ascendente = 0,8 Mbps	Canal descendente = 24 Mbps	2.208 KHz
			25 138	
ADSL2+ Anexo L	Tel	Canal ascendente = 2,5 Mbps	Canal descendente = 20 Mbps	2.208 KHz
			25 276	
ADSL2+ Anexo J		Canal ascendente = 2,5 Mbps	Canal descendente = 20 Mbps	2.208 KHz
			0 276	

54

Ventajas y desventajas de ADSL

- Permite la operación telefónica y navegar por la Red Internet.
- No requiere una infraestructura especial, reusando la planta externa existente.
- Menor costo del servicio y del tiempo de instalación.
- Velocidad mayor que con módems de frecuencia vocal.
- Respecto de **Cable Módem** tiene velocidad constante e independiente de los usuarios conectados.
- Permite la telefonía IP a costos mucho menores que la telefonía clásica.
- Los enlaces ADSL pueden ser usados como red de *back-up* de redes WAN empresariales.

55

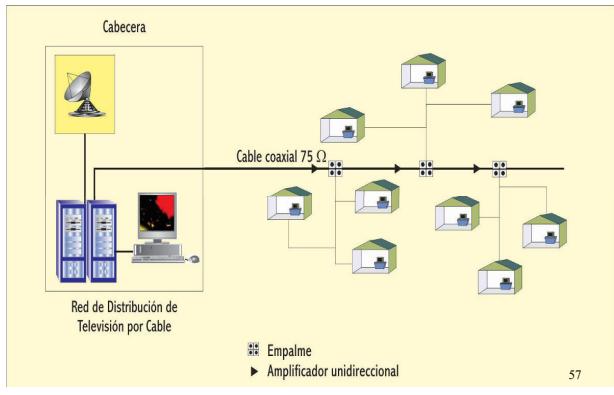
CABLE MODEM

Para la conexión con Internet se utilizan las redes de distribución de señales de televisión por cable.

Las primeras redes tenían cables coaxiales de cobre, luego se formaron redes híbridas con transporte de fibra óptica y distribución en cobre.

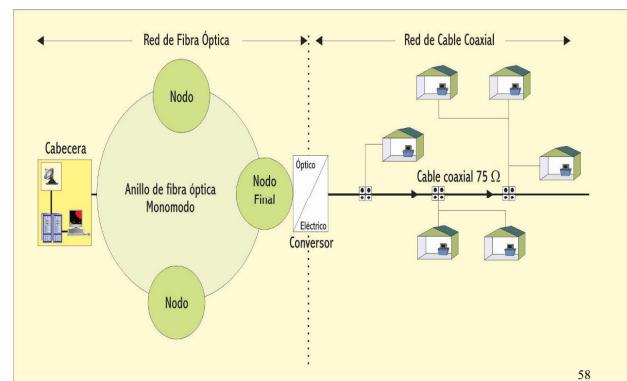
56

Red de TV por cable de cobre



57

Red de TV híbrida (por cables de fibra y de cobre)



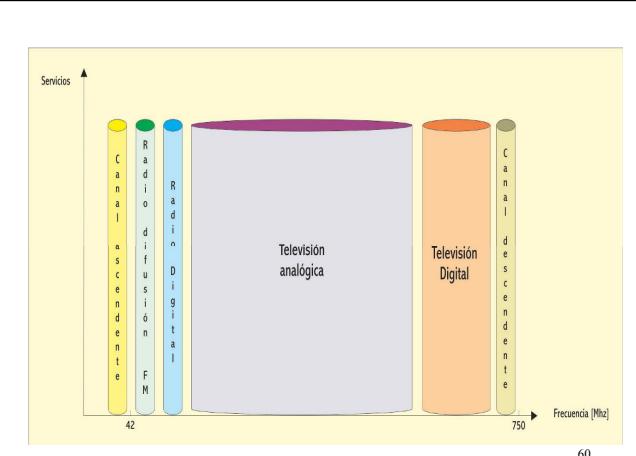
58

Servicios

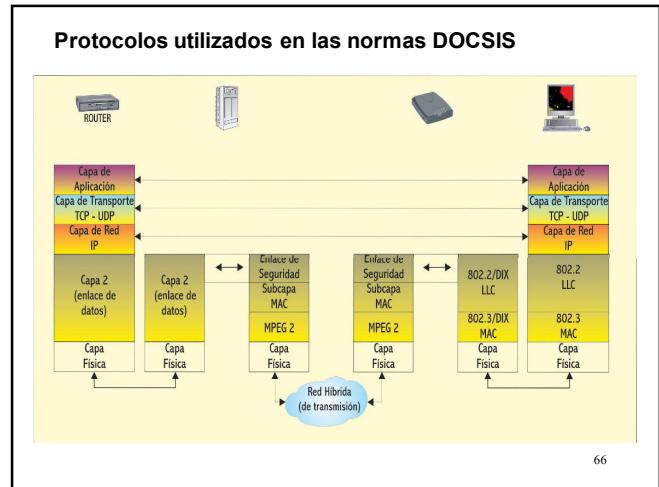
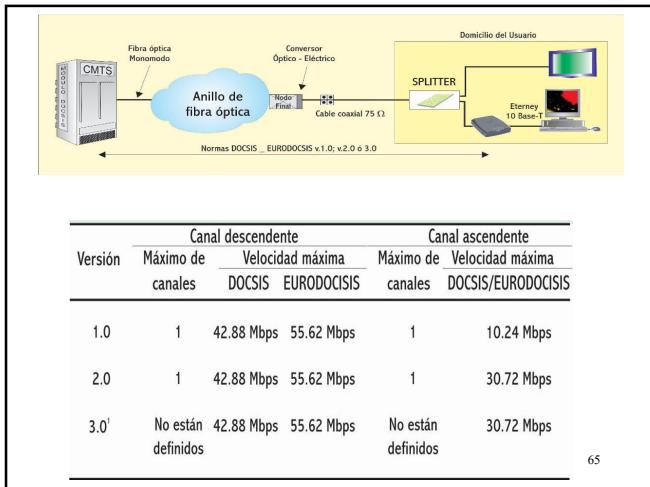
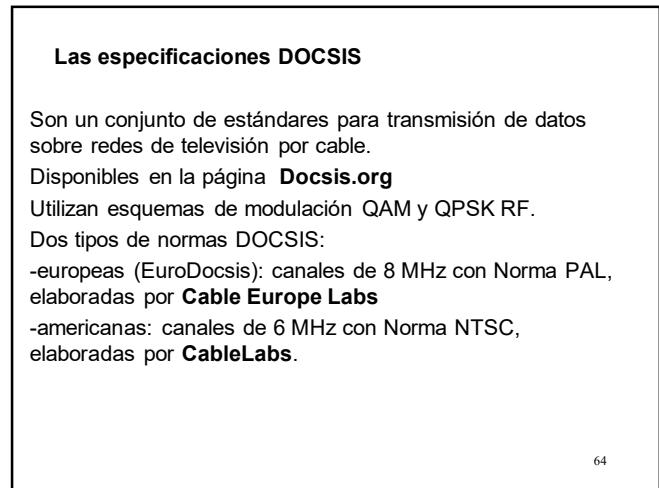
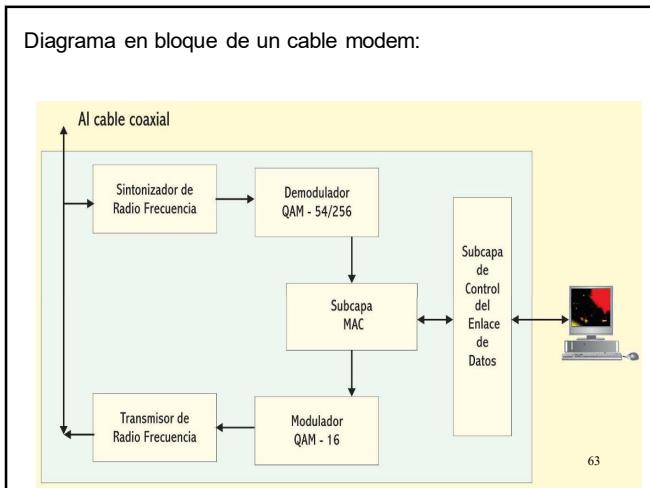
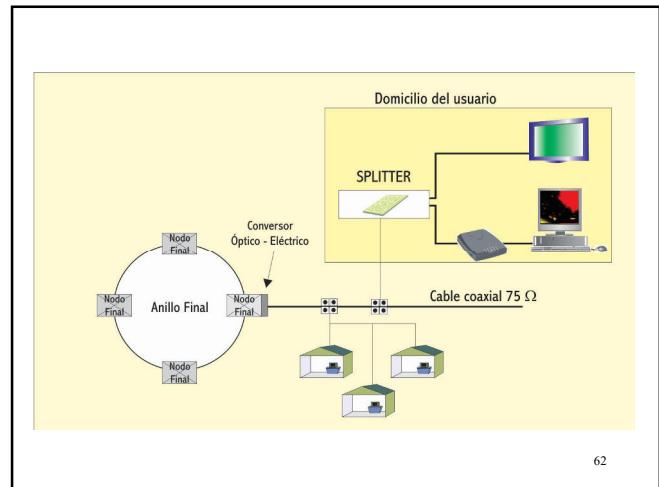
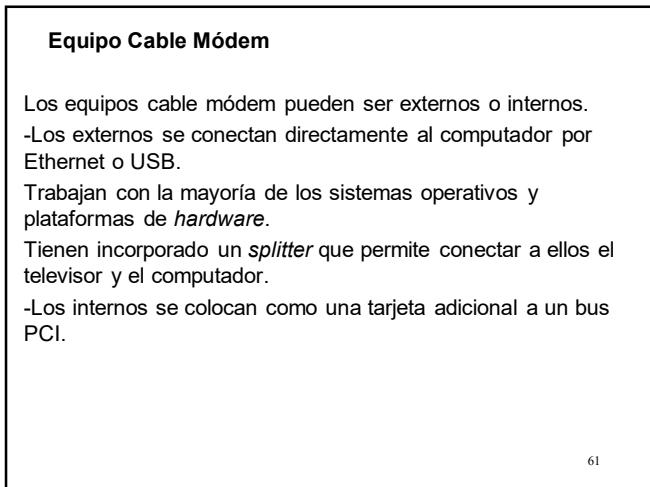
El Cable Modem permite proveer servicios con protocolos que establecen un canal transparente entre la cabecera y el usuario final:

- Televisión analógica.
- Televisión Digital.
- Radio difusión FM.
- Radio digital.
- Acceso a la Red Internet.
- Telefonía.
- Servicios multimedia con calidad de servicio.
- Administración de los servicios.

59



60



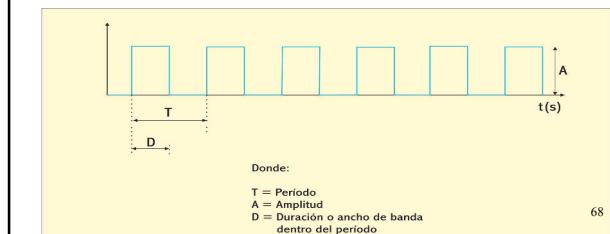
Comparación entre la tecnología XDSL y Cable Módem		
CARACTERÍSTICA	CABLE MÓDEM	ADSL
Fecha de desarrollo	1990	1987
Cableado utilizado	Coaxial 75 Ω más fibra óptica	Par telefónico
Multiplexación	Si - TDMA	No
Codificación	QAM	DMT
Ancho de banda utilizado	Descendente (NTSC) 6 MHz Descendente (PAL) 8 MHz Ascendente 2 Mhz	Descendente 160 a 1.104 kHz Ascendente 2 Mhz
Velocidades máximas	55,62 Mbps . EURODOCSIS	20 mbps (ADSL2+ - Anexo J)
Requiere amplificadores	Si - Bidireccional	No
Soporte de QoS	Si	Si
Telefonía	Si	Si
Alcance geográfico	Teóricamente ilimitado	± 6 km según el par
Servicios adicionales posibles	Si	No - Solo telefonía
Es alternativa a redes WAN	No	Si 67

MODULACION POR PULSOS

La señal moduladora modifica una señal portadora constituida por un tren de pulsos.

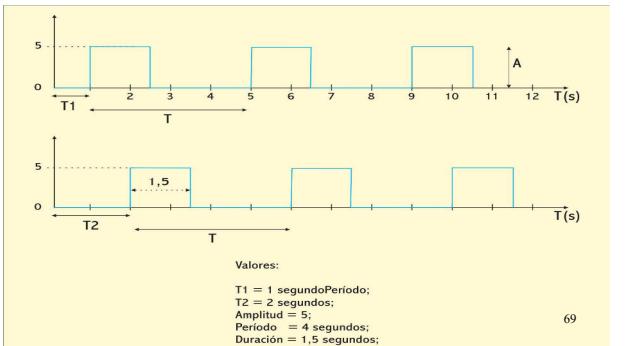
Los parámetros que pueden ser alterados son los siguientes:

- Amplitud.
- Período.
- Posición del pulso.



t: tiempo entre el inicio de un período y el comienzo de un pulso.

Dos trenes de pulsos de idéntica amplitud y período, con distintas posiciones de pulsos. (t_1 y t_2).



Clasificación de la modulación por pulsos

Modulación por pulsos analógica

El tren de pulsos puede ser modulado tomando infinitos valores, según tres métodos:

- PAM (Modulación de Amplitud de Pulso)
- PDM (Modulación por Duración de Pulso)
- PPM (Modulación por Posición de Pulso)

Modulación por pulsos digital

El tren de pulsos puede ser modulado tomando un número finito de valores, según tres métodos:

- PCM (Modulación por Pulsos Codificados)
- Modulación Delta
- Modulación Delta Diferencial.

70

Comparación con la modulación por onda continua

Ventajas

La potencia transmitida puede estar concentrada en ráfagas cortas, en lugar de entregarse en forma continua (hay almacenamiento y retransmisión a alta velocidad).

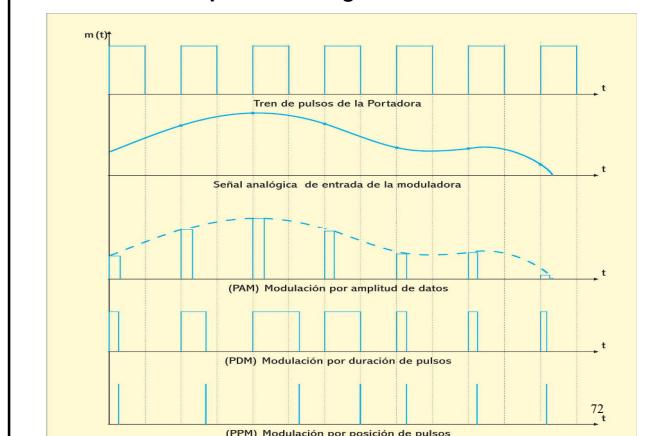
- Permiten realizar procesos de multiplexado.
- Mayor nivel de calidad que los otros procedimientos de modulación vistos antes.

Desventajas:

- Las señales analógicas deben ser convertidas en digitales y luego nuevamente en analógicas.
- Las transmisiones digitales requieren un mayor ancho de banda para transmitir señales analógicas.
- Las señales digitales requieren sincronización del transmisor y receptor.

71

Modulación de pulsos analógica



Tipos de modulación

PAM (Modulación de pulsos por amplitud): la señal de salida varía su amplitud siguiendo la señal moduladora, sin cambiar la duración de los pulsos o su ubicación.

PDM (Modulación de pulsos por variación del ancho del pulso): la señal de salida varía la duración de su periodo siguiendo la señal moduladora, sin cambiar la amplitud de los pulsos o su ubicación. Requiere mayor ancho de banda.

PPM (Modulación de pulsos por modificación de la posición del pulso): la señal de salida se retarda o avanza siguiendo la señal moduladora, sin cambiar el ancho y la amplitud de los pulsos.

- PDM y PPM se utilizan en comunicaciones especiales, y en aplicaciones militares.

73

DIGITALIZACION DE SEÑALES

La irrupción de la electrónica digital y los computadores en los sistemas de comunicaciones ha llevado a la migración de las redes analógicas hacia las digitales.

Se deben convertir en digitales las señales analógicas:

- Vídeo
- Música de alta fidelidad
- Imágenes

Hay tres pasos en la digitalización:

- Muestreo
- Cuantificación
- Codificación

74

Teorema de Nyquist o del muestreo

Dada una función cuya energía está enteramente contenida en un ancho de banda cuya frecuencia máxima es f_{max} , si se muestrea a una frecuencia igual o mayor a $2 f_{max}$, la función original puede ser totalmente recuperada por medio de un filtro pasa bajos ideal.

La frecuencia mínima de muestreo será $f_{m_{min}} = 2 f_{max}$

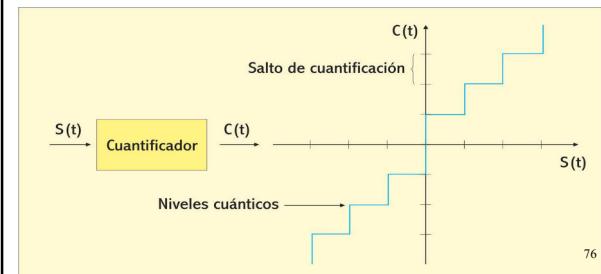
La $f_{m_{min}}$ es la "frecuencia de Nyquist".

Después del muestreo de una señal senoidal quedan muestras cuya amplitud representa la amplitud de la señal en los momentos de ser muestreada (señal PAM).

75

Cuantificación

Es la transformación de los niveles de amplitud continuos de la señal muestreada en un conjunto de niveles discretos establecidos (nivel cuántico o escalón) que son potencias de 2 (64, 128 o 256).



76

Error de cuantificación

La cuantificación implica una pérdida de información y será imposible reconstruir exactamente la señal analógica original a partir de la señal cuantificada.

No es un problema porque el oído humano solo puede percibir diferencias finitas de intensidad.

Error de cuantificación es la diferencia entre:

- la señal de entrada $S(t)$ y
- su versión cuantificada $C(t)$.

También se lo denominar ruido de cuantificación o distorsión por cuantificación.

77

Tipos de cuantificación

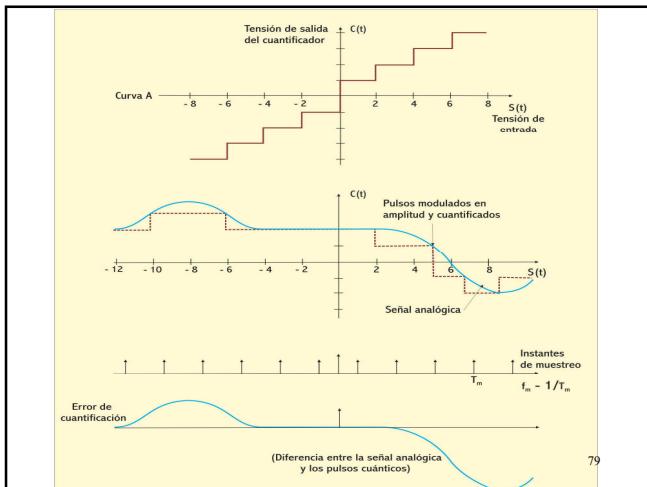
Hay dos tipos: uniforme y no uniforme

Cuantificación uniforme o lineal: los distintos niveles cuánticos tienen la misma medida.

El error de cuantificación es constante e independiente de la señal.

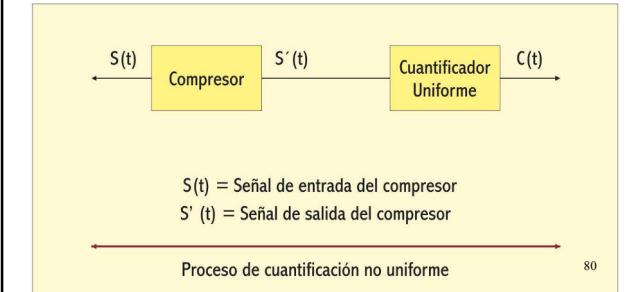
No es apta para señales de bajo nivel porque el error de cuantificación constante es del orden de la señal.

78



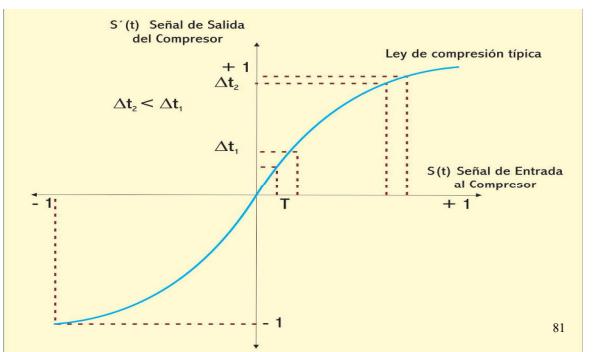
Cuantificación no uniforme: los distintos niveles cuánticos se comprimen en proximidades al valor cero y se expanden hacia los extremos.

Equivale a hacer pasar la señal por un compresor y luego por un cuantificador uniforme.



Compansión

Consiste en comprimir la señal en la fuente y expandirla en el destino mediante una ley del tipo logarítmica.



Leyes de Cuantificación

Se usan dos tipos de leyes de características logarítmicas denominadas Ley μ y Ley A.

Están definidas por el UIT – T en la norma G.711.

En la práctica se usa una aproximación por trazos que divide las curvas en segmentos de recta (Ley A en 13, Ley μ en 15).

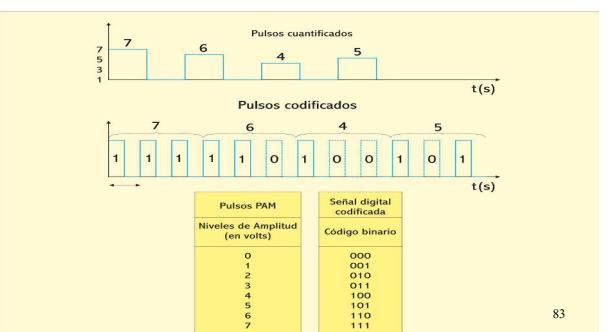
El objetivo es tener una relación señal/ruido de cuantificación constante para todo nivel de señal, para lo cual se debe utilizar una cuantificación no uniforme.

- Cuando la señal es pequeña se toman más niveles cuánticos, reduciéndose dicho ruido.
- Cuando la señal es alta se toman menos niveles, el ruido aumenta y la relación señal/ruido es la misma.

82

Codificación

Convierte los pulsos cuantificados en un grupo de pulsos binarios de amplitud constante siguiendo un código dado por una tabla.



Modulación por pulsos codificados (MIC)

Transmisión de información analógica en forma de señales digitales mediante un proceso continuo de muestreo, cuantificación y codificación.

Conocida por la sigla en inglés (PCM).

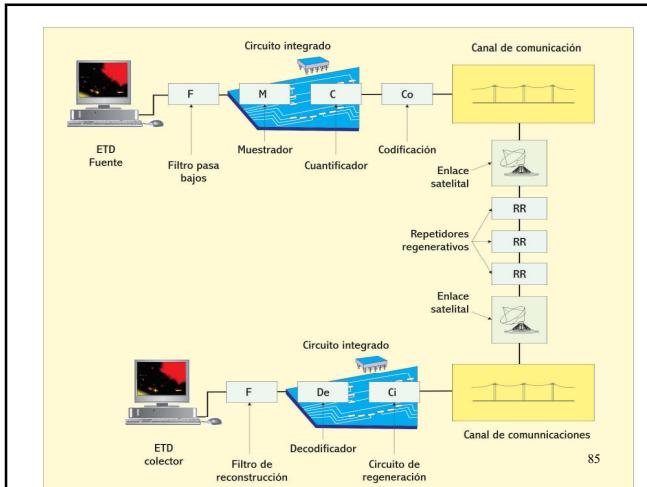
El transmisor tiene cuatro etapas:

- Sistema de filtros pasa bajos.
- Muestreador.
- Cuantificador.
- Codificador.

El receptor tiene tres etapas:

- Regeneración
- Decodificador
- Filtro de reconstrucción de la señal original.

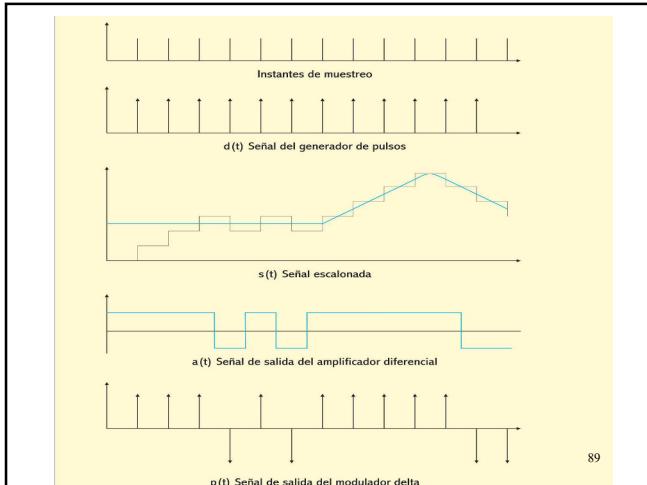
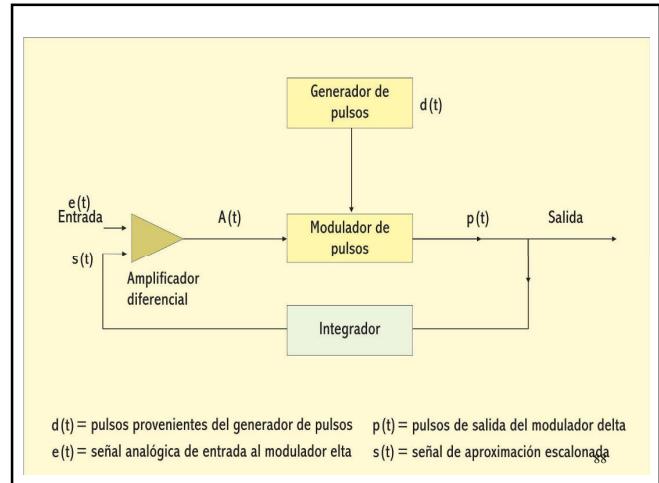
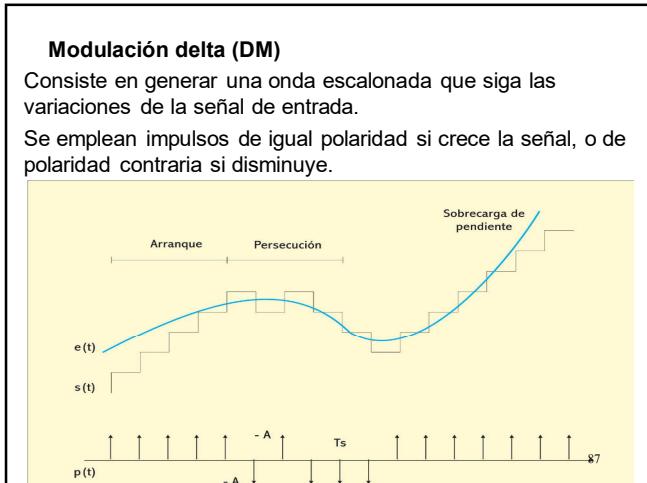
84



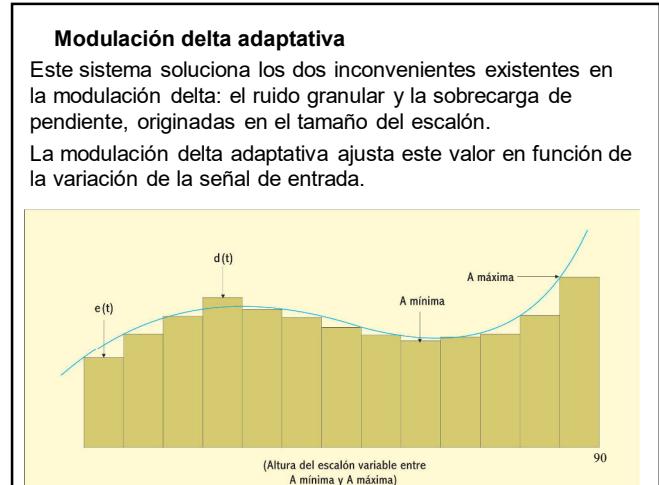
Cálculo de la velocidad de trasmisión en PCM

- 1) La señal analógica se filtra en 4 kHz porque las frecuencias superiores tienen poco nivel.
 - La señal se puede muestrear a $2 \times 4 \text{ kHz} = 8 \text{ kHz}$ (Nyquist)
 - Se generan 8.000 muestras por segundo
- 2) En los sistemas **europeos** cada muestra es cuantificada entre 256 niveles (2^8)
 - Cada muestra es codificada con 8 bits
 - Cada segundo se generan $8.000 \times 8 \text{ bits} = 64 \text{ kbps}$
- 3) En los sistemas **americanos** cada muestra es cuantificada entre 128 niveles (2^7)
 - Cada muestra es codificada con 7 bits
 - Cada segundo se generan $8.000 \times 7 \text{ bits} = 56 \text{ kbps}$

86



89



90

Modulación PCM diferencial

Combina la modulación delta con la codificación PCM.
Reemplaza el modulador de pulsos por un dispositivo cuantificador – muestreador que genera pulsos iguales en polaridad que los de salida de un modulador delta, pero con amplitud proporcional a la diferencia entre la señal de entrada y la señal escalonada.
Dicha señal, correspondiente a cada muestra de error cuantificada, es transmitida como una palabra código de n bits.

Comunicaciones

Clase 10

Transporte de señales

1

Mejoras de la capacidad de un canal

- Transmisiones multinivel: limitado por la relación señal ruido.
- Aumentar la velocidad de modulación
- Enviar varias comunicaciones simultáneas usando multiplexación
- Utilizar al máximo el ancho de banda disponible en el medio con el hardware necesario.

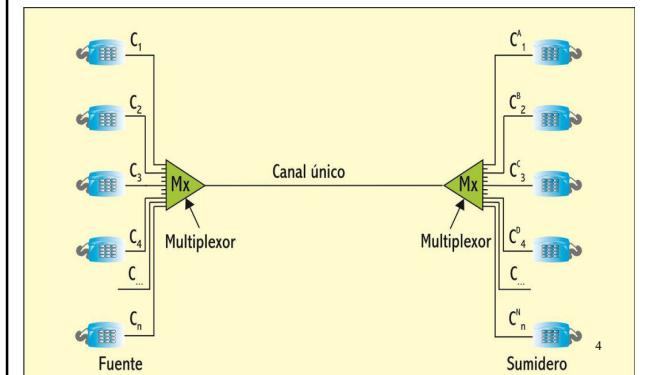
2

MULTIPLEXACION

Técnica que permite que por un único canal físico se cursen varias comunicaciones simultáneas sin interferirse entre sí. Se utilizan equipos **multiplexores**.

3

Multiplexar es repartir un único canal de comunicaciones de capacidad C entre n subcanales de entrada de capacidades C_i cuya suma de velocidades no puede superar el valor C .



Técnicas de multiplexación

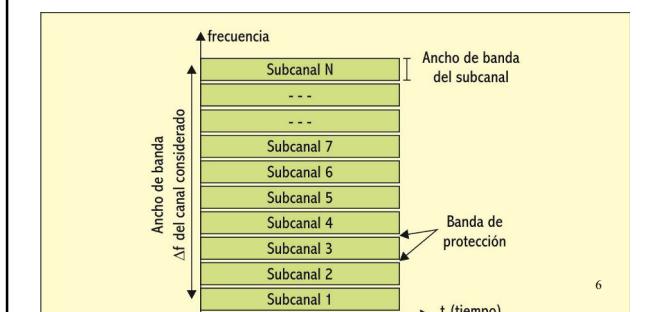
- Multiplexado por división de frecuencia (**FDM - Frequency Division Multiplexing**).
- Multiplexado por división de tiempo (**TDM - Time Division Multiplexing**).
- Multiplexado por división de tiempo estadístico (**STDM - Statistical Time Division Multiplexing**).

5

Multiplexación por división de frecuencia (FDM)

Divide el ancho de banda disponible en varios subcanales independientes con una banda útil de 300 a 3.400 Hz.

Cada subcanal está separado del anterior y del posterior por una banda de protección, con una banda total de 4.000 Hz.



6

Formación de un grupo primario

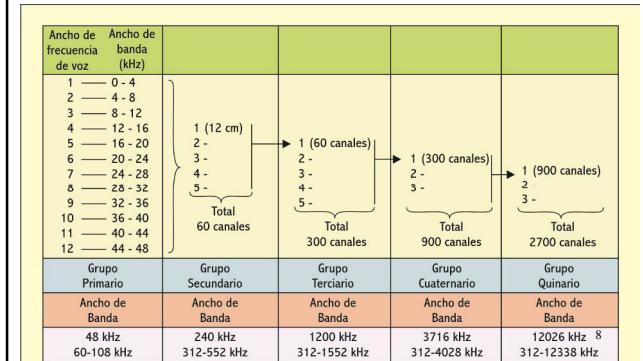
Hay doce canales de 4 kHz y cada uno es modulado en amplitud con una portadora diferente.

Se forma un grupo primario de 60 a 108 kHz.

CANAL DE VOZ	FRECUENCIA DE LA PORTADORA	ANCHO DE BANDA USADO
Canal 1	64 KHz	60 a 64 KHz
Canal 2	68 KHz	64 a 68 KHz
Canal 3	72 KHz	68 a 72 KHz
Canal 4	76 KHz	72 a 76 KHz
Canal 5	80 KHz	76 a 80 KHz
Canal 6	84 KHz	80 a 84 KHz
Canal 7	88 KHz	84 a 88 KHz
Canal 8	92 KHz	88 a 92 KHz
Canal 9	96 KHz	92 a 96 KHz
Canal 10	100 KHz	96 a 100 KHz
Canal 11	104 KHz	100 a 104 KHz ⁷
Canal 12	108 KHz	104 a 108 KHz

Formación de grupos superiores de las jerarquías analógicas

Los grupos básicos se van modulando para obtener grupos superiores que transportan hasta 2.700 canales telefónicos.



Acceso múltiple por división de frecuencia

Divide el ancho de banda en varios canales en función del servicio.

Se accede al medio a través de uno de los canales disponibles.

Los usuarios usan el ancho de banda asignado sin interferirse. Esta técnica es utilizada en sistemas GSM (telefonía móvil de segunda generación).

9

Multiplexación por división de frecuencias ortogonales

La técnica OFDM envía un conjunto de subcanales con ondas portadoras ortogonales de diferentes frecuencias separadas por anchos de banda pequeños.

Al ser ortogonales no se interfieren a pesar de la cercanía.

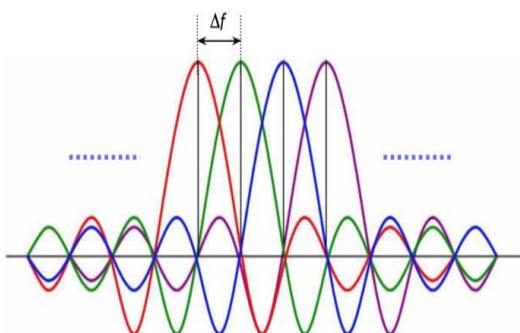
Cada una se puede modular por QAM o PSK.

Aplicaciones:

- Redes inalámbricas IEEE 802.11a, g y n (Wi-Fi).
- Redes de telefonía celular de cuarta generación (4G).
- Acceso de banda ancha móvil: IEEE 802.16e (WiMax).
- Sistemas para transmisión digital de señales de vídeo (TVDT).

10

Señal OFDM



Multiplexación por división de tiempo (TDM)

Divide el tiempo de transmisión de una secuencia de datos transmitida por un único canal de comunicaciones en subcanales de comunicaciones independientes entre sí, donde a cada subcanal se le asigna un segmento de dicho tiempo.

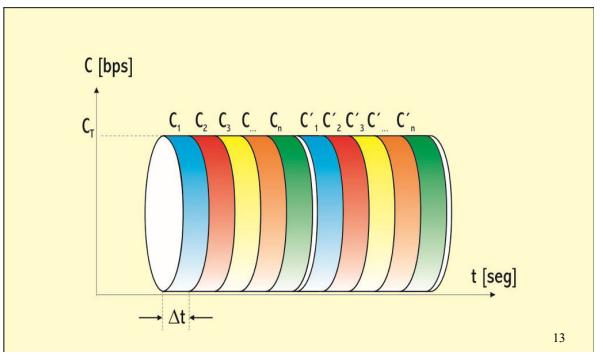
Se crean **ranuras de tiempo** que el multiplexor adjudica a los subcanales o señales de entrada.

Con los datos aportados por los subcanales se armar una **trama** que se envía a la línea de transmisión.

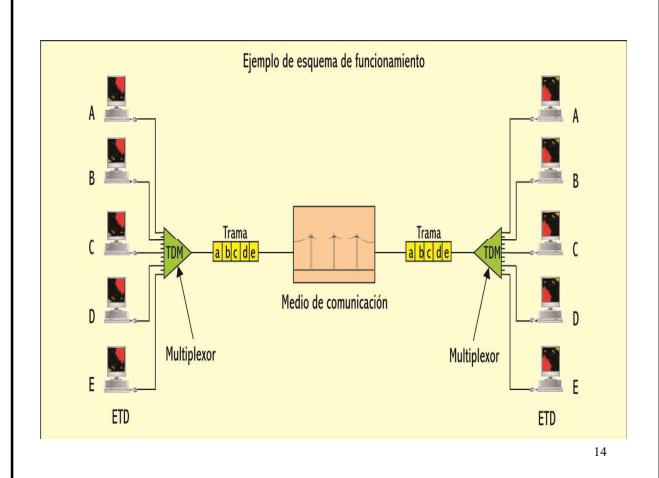
Es esencial que el trasmisor y el receptor estén sincronizados para armar y desarmar la trama, compuesta por la información de los usuarios y por información de control del sistema.

12

En la TDM los equipos terminales toman todo el ancho de banda del canal, una parte del tiempo.



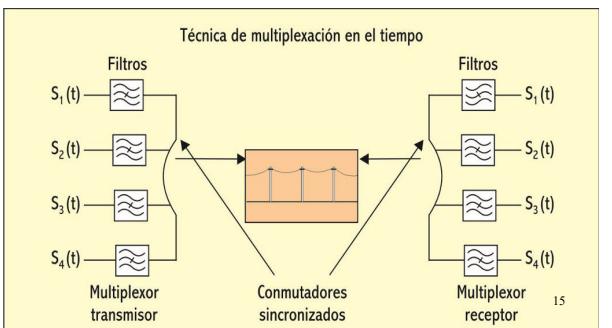
13



14

Funcionamiento de la TDM

La podría hacer un conmutador rotativo electrónico en el trasmisor, que tome secuencialmente muestras de cada señal. En el receptor existirá otro conmutador rotativo similar, sincronizado con el del transmisor.

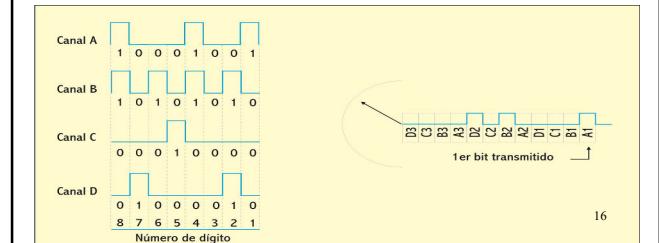


15

Armado de las tramas

Hay dos formas para adjudicar las ranuras de tiempo o *slots*:
Entramado de bits: cada período de tiempo o *slot* se ajusta para que transporte un solo bit de cada terminal (dígito por dígito). Cada trama está formada por los bits de sincronismo y por un bit de cada terminal.

Es económico en electrónica, no requiere almacenamiento

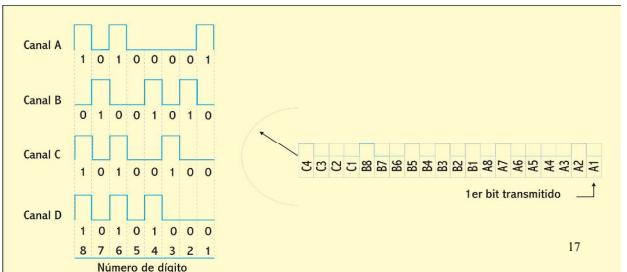


16

Entramado de caracteres: se usa para señales compuestas por un grupo de caracteres que deben mantener su integridad.

La llave rotativa del multiplexor deberá detenerse en cada entrada de canal mientras está siendo transferido el carácter.

Requiere almacenamiento local mientras se espera la siguiente transferencia.



17

Formación de grupos básicos

En la norma europea las señales de voz se codifican en PCM en 64 kbit/s (canal E0).

Se forman grupos de 30 canales de voz y dos canales adicionales para sincronismo y señalización.

$32 \times 64 = 2.048$ kbit/s, aproximadamente 2 Mbits/s (canal E1).

En la norma americana las señales de voz se codificaban en PCM en 56 kbit/s pero luego pasaron a 64 kbit/s(canal T0).

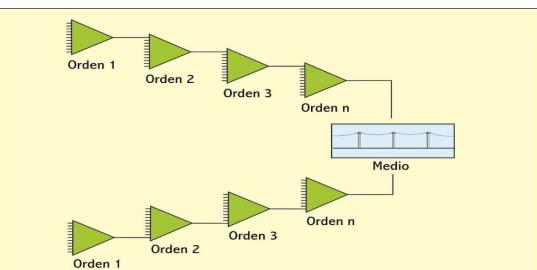
Se forman grupos de 24 canales de voz con un sincronismo resultando 1.544 kbit/s, aproximadamente 1.5 Mbits/s (canal T1).

18

Formación de órdenes superiores de multiplexación

La primera generación de TDM son los Sistemas Plesiochronos (casi sincrónicos) porque tienen una tolerancia amplia con las tramas (pueden variar 50 ppm).

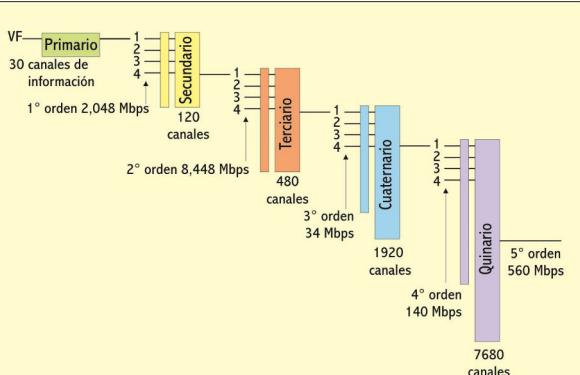
El conjunto de los distintos niveles forma la **Jerarquía Digital Plesiocrona** (UIT - T en Recomendación G.701).



19

Orden	Velocidad de transmisión	Cantidad de bits por trama	Duración de la trama μs	Nº de Canales
1	2,048 Mbps	256	125,00	30
2	8,448 Mbps	848	100,38	120
3	34,368 Mbps	1536	44,69	480
4	139,264 Mbps	2904	20,85	1920
5	564,992 Mbps	2688	4,70	7680

20



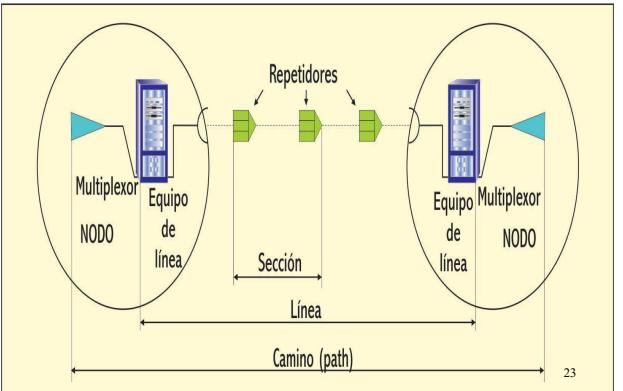
21

JERARQUIA DIGITAL SINCRONICA (SDH)

Transporta las señales tributarias PDH y nuevos servicios. Hay cinco niveles jerárquicos que parten de una velocidad básica 155,22 Mbps.

Denominación	Velocidad exacta	N	Número de canales	Velocidad simplificada
STM - 1	155,520 Mbps	1	1.890	155 Mbps
STM - 4	622,060 Mbps	4	7.560	620 Mbps
STM - 16	2488,320 Mbps	26	30.240	2,5 Gbps
STM - 64	9953,280 Mbps	64	120.960	10 Gbps
STM - 256	39813,120 Mbps	256	483.840	40 Gbps ²²

Esquema de sistema SDH



23

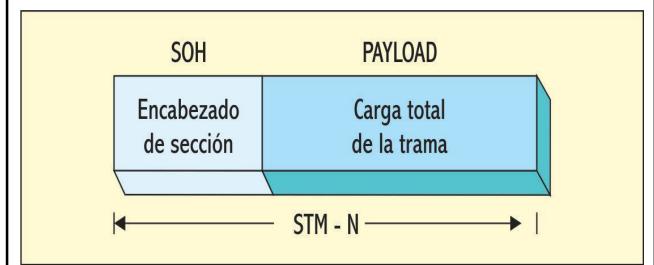
Tramas SDH

Las tramas SDH se analizan en dos dimensiones.

La trama STM - N (Módulo para el Transporte Sincrónico para el nivel N) tiene dos secciones:

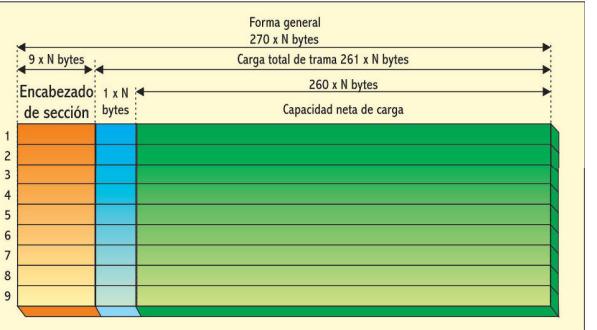
-Section Overhead - SOH (encabezado de sección)

-Payload (capacidad total de carga de la trama).



Módulo de Transporte Sincrónico STM - 1

- tiene 270 columnas de 9 bytes = 2.430 bytes/trama
- hay 8 bits por byte y 8.000 tramas por segundo
- luego son $2.430 \times 64.000 = 155,520$ Mbps



Contenedores virtuales

El sistema SDH puede transportar señales multiplexadas por equipos PDH mediante Contenedores Virtuales (VC) que permiten transportar la información útil (Capacidad Neta de Carga).

Número	Designación del Contenedor	Velocidad de la multiplexación PDH
1	VC - 11	1,544 Mbps
2	VC - 12	2,048 Mbps
3	VC - 2	6,048 Mbps
4	VC - 3	34,368 y 44,736 Mbps
5	VC - 4	139,264 Mbps

La capacidad total neta de carga de una trama se podrá llenar con variadas combinaciones de contenedores que podrán transportar sistemas tributarios plesiochronos de orden inferior.

Se pueden formar contenedores de orden superior con combinaciones de orden inferior.

Contenedor Virtual	Combinaciones posibles con otros valores
VC - 4 - 139,264 Mbps	Una señal cuaternaria plesiocrona de igual valor Tres contenedores VC - 3 (34,368 ó 44,736 Mbps)
	7 contenedores VC - 2
VC - 3 - 34,368 ó 44,736 Mbps	28 contenedores VC - 11 21 contenedores VC - 12
	Combinaciones de los anteriores, sin superar el valor máximo

27

SONET

Es la versión americana del SDH con distintas tramas y velocidades.

La jerarquía SONET comienza en STS-1 (51,84 Mbps). Los niveles se denominan "OC - n" (Optical Carrier).

NIVELES		VELOCIDADES		
OPTICO	ELECTRICO	ENCABEZAMIENTO	UTIL	TOTAL
OC - 1	STS - 1	1,728 Mbps	50,112 Mbps	51,840 Mbps
OC - 3	STS - 3	5,184 Mbps	150,336 Mbps	155,520 Mbps
OC - 9	STS - 9	15,552 Mbps	451,008 Mbps	466,560 Mbps
OC - 12	STS - 12	20,736 Mbps	601,334 Mbps	622,080 Mbps
OC - 18	STS - 18	31,104 Mbps	902,016 Mbps	933,120 Mbps
OC - 24	STS - 24	41,472 Mbps	1.202,688 Mbps	1.244,160 Mbps
OC - 36	STS - 36	62,208 Mbps	1.804,032 Mbps	1.866,240 Mbps
OC - 48	STS - 48	82,994 Mbps	2.405,376 Mbps	2.488,320 Mbps
OC - 96	STS - 96	165,888 Mbps	4.810,752 Mbps	4.976,640 Mbps
OC - 192	STS - 192	331,776 Mbps	9.621,504 Mbps	9.953,280 Mbps
OC - 768	STS - 768	1.327,104 Mbps	38.486,016 Mbps	39.813,120 Mbps

Multiplexación por división de tiempo estadística

Statistical Time Division Multiplexing (STDM), es una variante de la TDM que trata de aprovechar los tiempos muertos de transmisión en las líneas.

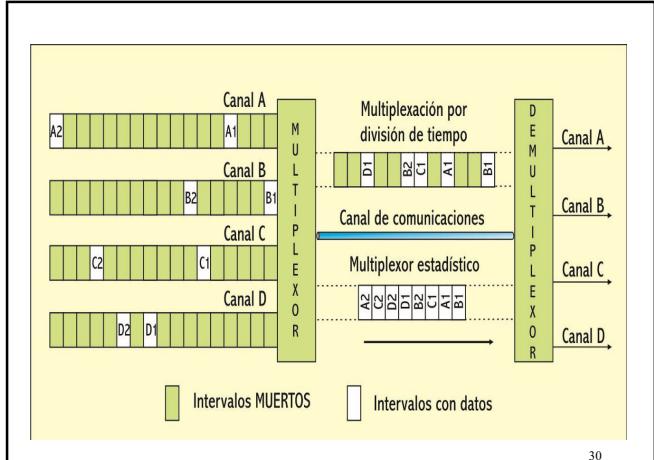
Se denominan **estadísticos** por asignar un régimen de tiempo de transmisión a los terminales según una base estadística y no igual valor temporal para cada equipo terminal.

La base estadística se determina en función de la actividad de los terminales.

Se pueden aprovechar todos los segmentos de transmisión.

Se reduce el número de caracteres de sincronismo utilizando tramas largas.

29

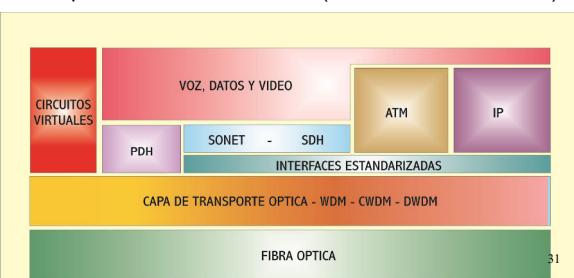


30

REDES OPTICAS

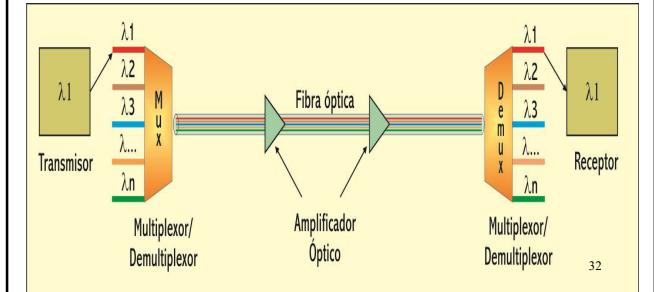
Nodos interconectados por enlaces de fibra óptica que proporcionan funciones de transporte, multiplexación, enrutamiento y gestión (Capa de Transporte Óptica).

Sobre la misma funcionan diversas tecnologías que la usan como Capa Física del Modelo OSI (Recomendación G.872).



La Capa de Transporte Óptico permite brindar servicio a distintas capas de diferentes protocolos (ATM, IP, SDH).

La Capa de Transporte Óptico requiere fibras ópticas, transponder (conversores de longitud de onda), multiplexores ópticos, amplificadores, preamplificadores y otros dispositivos.



Ventajas de las redes ópticas

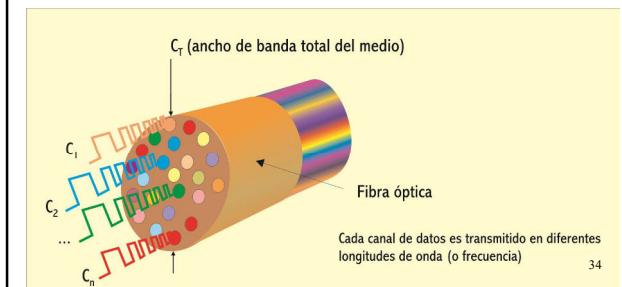
- Grandes anchos de banda.
- Compatibles con los servicios de voz, datos y video.
- Avances tecnológicos continuos, en especial en DWDM.
- Cables construidos con muchas fibras .
- Son inmunes a las interferencias electromagnéticas.
- Poseen tasas de errores reducidas.
- Atenuación muy baja, permite grandes distancias sin amplificadores.
- Mayor seguridad que los enlaces de cable de cobre o los inalámbricos.

33

Multiplexación por división de longitud de onda

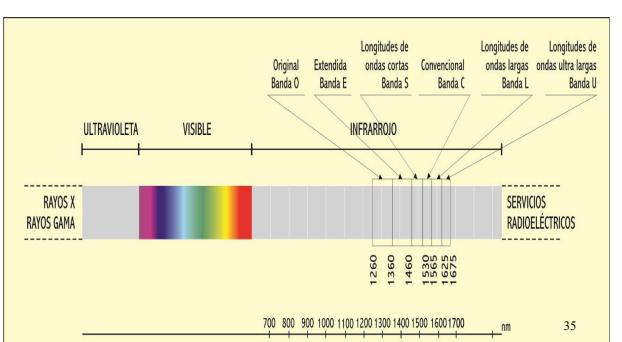
En el rango de las frecuencias muy elevadas usadas para los rayos de luz, se habla de la longitud de onda más que de la frecuencia.

Se puede enviar por una única fibra óptica varios canales diferentes, cada uno con su propia longitud de onda.

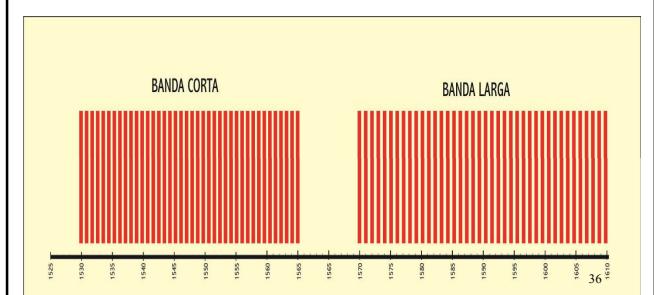


Sistemas ópticos WDM

Hacen multiplexación por división de longitud de onda para tener muchos canales por la misma fibra.



Con atenuación media de 0,2 dB/km se logra 200 Mbps en enlaces de 43 a 50 km en modo bidireccional (un par de fibras). Se puede multiplexar la longitud de onda inicialmente en ocho canales, posteriormente en diez y luego a cuarenta operando en la banda C (tercera ventana).



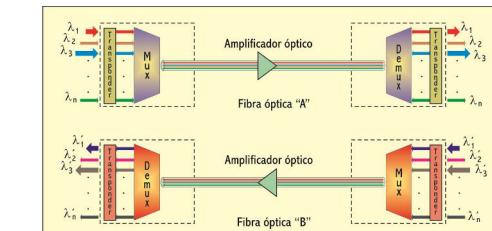
Los sistemas WDM sobre una única fibra pueden funcionar en forma unidireccional o bidireccional (en dos ventanas)

Usando una sola ventana para la transmisión en ambos sentidos se deben utilizar dos fibras: una para transmisión y otra para recepción.

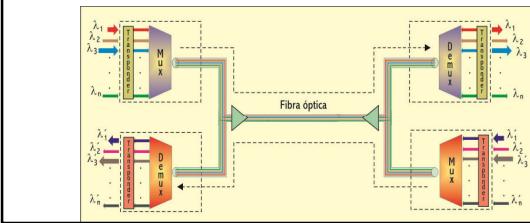
Las normas que utilizan los fabricantes se denominan:

- DWDM (*dense*) Multiplexación Densa
- CWDM (*coarse*) Multiplexación Gruesa

37



38



Capacidad de las fibras

DWDM permite distintas configuraciones:

- 40 canales separados a 100 GHz
- 80 canales separados a 50 GHz
- 160 canales separados a 25 GHz.

Cuanto mayor es el número de canales, menor es la velocidad a la que se puede transmitir por cada uno.

Hay sistemas de distintos fabricantes:

- 80 canales de 2,5 Gbps (200 Gbps en total)
- 40 canales de 10 Gbps (400 Gbps)
- 80 canales de 10 Gbps (800 Gbps).

39

Amplificadores ópticos

La propagación a través del sistema sufre atenuaciones debido a las fibras, los acopladores, multiplexores, *transponder*, etc.

Para restaurar el nivel de calidad se utilizan regeneradores que convierten señales ópticas a eléctricas y nuevamente en ópticas.

Actualmente se usan **amplificadores ópticos** que no requieren la conversión óptica- eléctrica–óptica y permite transmitir señales ópticas a distancias mucho mayores.

Hay de tres tipos:

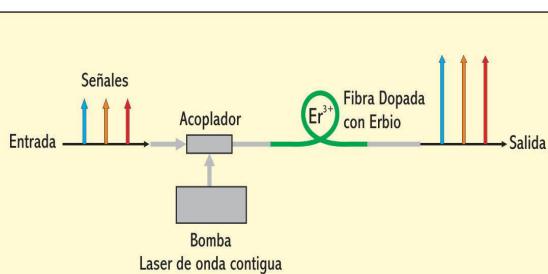
- de fibra dopada
- Raman
- semiconductores

40

Amplificador de fibra dopada con Erbio (EDFA)

Usan fibras dopadas con tierras raras, en particular erbio ionizado en forma trivalente (erbio Er³⁺).

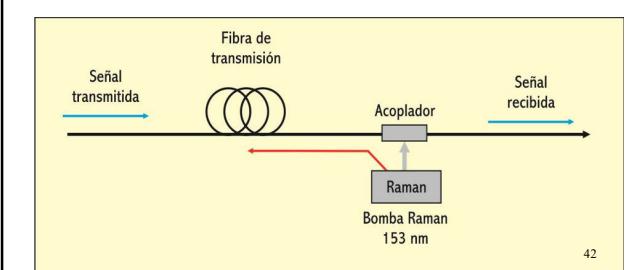
Utilizan el fenómeno de emisión estimulada, que se concentra en la misma dirección y sentido del haz de luz que actúa como estímulo.



Amplificador de Raman

Utilizan el efecto Raman que es una interacción no lineal entre la señal óptica y una señal generada por una bomba de gran potencia implementada con diodos láser.

Las fibras monomodo usadas con amplificadores Raman no requieren ser dopadas con tierras raras.

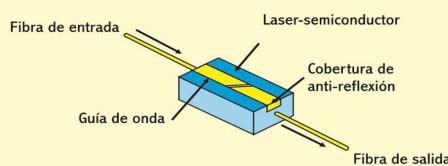


42

Amplificador óptico de semiconductores

Son diodos láser sin espejos finales con fibras unidas en cada extremo. Poseen una capa antireflectante y una guía de onda cortada en ángulo para evitar que se comporte como un láser.

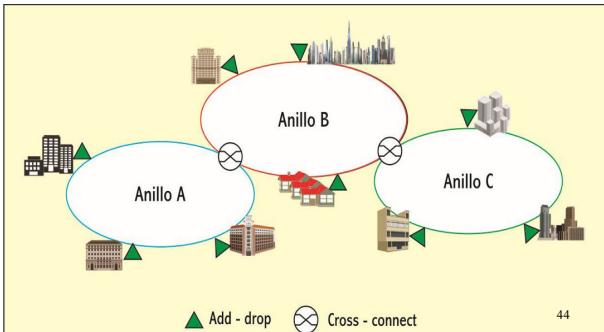
Comparados con los EDFA, tienen menos ganancia, altas perdidas por acoplamiento, mayor factor de ruido, fuerte dependencia de la polarización y un comportamiento alineal.



43

Comunicaciones por redes ópticas

Las fibras ópticas se utilizan en Redes de Área Local, en anillos ópticos y en enlaces punto a punto.



44

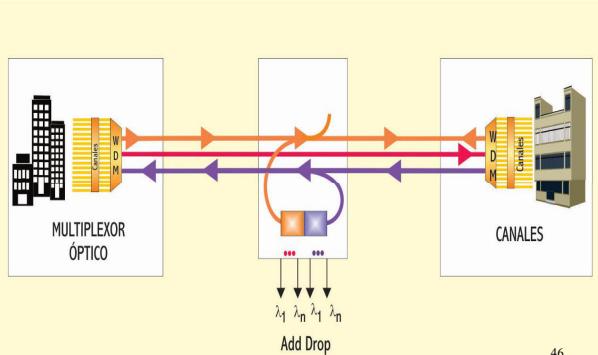
En enlaces punto a punto donde las fibras usen WDM en cada extremo se instalan terminales multiplexores para extraer los canales que transporta cada fibra.

Hay equipos **crossconnect** y **add/drop** con un anillo óptico.



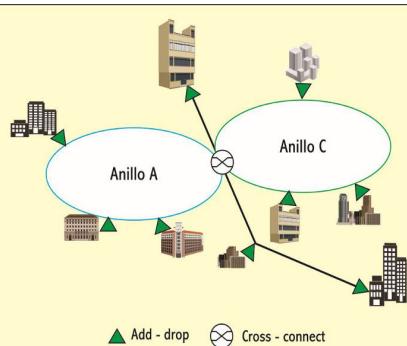
45

Enlaces punto a punto con derivaciones add/drop en la mitad del recorrido.



46

Enlace con derivaciones usando equipos cross-connect y add/drop.



47

Funciones de transporte y conmutación

Las redes con anillos ópticos permiten que ante un corte en una parte del anillo, el tráfico automáticamente se redirecciona para que las dos partes en las que el anillo quedó dividido permanezcan con servicio.

Los tiempos para esta conmutación son menores a los 50 milisegundos.

Los equipos cross-connect permiten:

- la conmutación de las tramas, o parte de ellas
- transportar tramas desde un anillo hacia otro anillo adyacente

48

Clasificación de las redes ópticas de transporte

La clasificación clásica es en área local (LAN), metropolitana (MAN) y extensa (WAN).

Esto no coincide con los criterios de las redes ópticas, donde mayor cubrimiento geográfico supone mayor capacidad posible.

Diferentes tipos de redes:

- Redes de Acceso.
- Redes Metropolitanas.
- Redes Regionales (LH) Alta Capacidad o de Larga Distancia.
- Redes Continentales o Submarinas (ULH) de muy Alta Capacidad o de Ultralarga Distancia.

49

