

Apunte de Electrónica Aplicada III

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

Objetivos

El propósito de este capítulo es introducir al estudiante a los conceptos fundamentales de los *sistemas de telecomunicaciones electrónicas* y explicar algo de la terminología básica necesaria para entender los temas más complejos que serán analizados más adelante en esta materia.

En esencia, *telecomunicaciones electrónicas* son la transmisión, recepción y procesamiento de información usando circuitos electrónicos. La información se define como el conocimiento, la sabiduría o la realidad y puede ser en forma *analógica* (proporcional o continua), tal como la voz humana, información sobre una imagen de vídeo, o música, o en forma *digital* (etapas discretas), tales como números codificados en binario, códigos alfanuméricos, símbolos gráficos, códigos operacionales del microprocesador o información de base de datos. Toda la información debe convertirse a *energía electromagnética*, antes de que pueda propagarse por un sistema de comunicaciones electrónicas.

La figura 1-1a es un diagrama en bloques simplificado de un sistema de comunicaciones electrónicas mostrando la relación entre la *información de la fuente* original, el *transmisor*, el *medio de transmisión (conducto)*, el *receptor*, y la *información recibida* en el *destino*. Como se muestra en la figura, un sistema de comunicaciones electrónicas consiste de tres secciones primarias: un transmisor, un medio de transmisión y un receptor. El transmisor convierte la información original de la fuente a una forma más adecuada para la transmisión, el medio de transmisión proporciona un medio de conexión entre el transmisor y el receptor (tal como un conductor metálico, una fibra óptica o espacio libre), y el receptor convierte la información recibida a su forma original y la transfiere a su destino. La información original puede originarse de una variedad de fuentes diferentes y ser de forma analógica o digital. El sistema de comunicaciones mostrado en la figura 1-1a es capaz de transmitir información solamente en una dirección (de la estación A a la estación B), mientras que el sistema de comunicaciones mostrado en la figura 1-1b es capaz de transmitir información en ambas direcciones (de la estación A a la estación B y de la estación B a la estación A)

Facultad Regional Córdoba – Quinto Año Carrera Ingeniería Electrónica

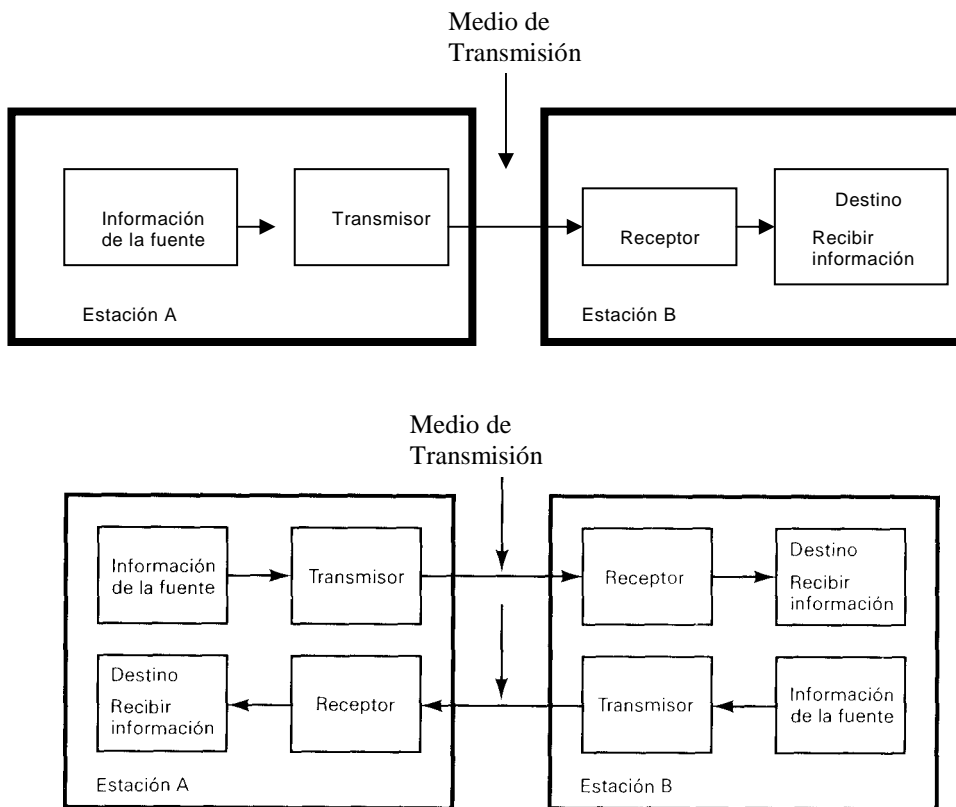


Figura 1-1 Diagrama a bloques simplificado de un sistema de comunicaciones: (a) de sólo una dirección; (b) ambas direcciones.

Cuando se transmite información a partir de muchas fuentes sobre un medio de transmisión común, la información debe combinarse en una señal de información compuesta sencilla. El proceso de combinar la información en una señal de información compuesta se le llama *multicanalización*, y al proceso de separar la información se le llama *desmulticanalización*.

Existen dos tipos básicos de sistemas de comunicaciones electrónicas: analógico y digital. Un *sistema de comunicaciones analógico* es un sistema en el cual la energía electromagnética se transmite y recibe en forma analógica (una señal variando continuamente tal como una onda senoidal) Los sistemas de radio comerciales emiten señales analógicas. Un *sistema de comunicaciones digital* es un sistema en el cual la energía electromagnética se transmite y recibe en forma digital (niveles discretos tal como +5 V y tierra) Los sistemas binarios utilizan señales digitales que sólo tienen dos niveles discretos (bi significa dos) Frecuentemente la información de la fuente original está en una forma que no es adecuada para la transmisión y debe convertirse en una forma más adecuada antes de la transmisión. Por ejemplo, con los sistemas de comunicaciones digitales, la información analógica se convierte a una forma digital antes de la transmisión, y con los sistemas de comunicaciones analógicas, la información digital se convierte a la forma analógica antes de la transmisión.

Los sistemas de comunicaciones analógicas fueron los primeros en desarrollarse; sin embargo, en los últimos años los sistemas de comunicaciones digitales se han hecho más comunes. Las razones del cambio de analógica a digital serán evidentes conforme el lector progrese en la materia.

La historia de las comunicaciones electrónicas

La teoría sobre las comunicaciones electrónicas comenzó a mediados del siglo XIX con el físico inglés, James Clerk Maxwell. Las investigaciones matemáticas de Maxwell indicaron que la electricidad y la luz viajan en forma de *ondas electromagnéticas*, y por lo tanto, están relacionadas una con otra. Maxwell predijo que era posible propagar ondas electromagnéticas por el *espacio libre* utilizando descargas eléctricas. Sin embargo, la propagación de ondas fue lograda hasta 1888 cuando Heinrich Hertz, un científico alemán, pudo radiar energía electromagnética desde una máquina que él llamaba *oscilador*. Hertz desarrolló el primer transmisor de radio y, usando estos aparatos, pudo generar radiofrecuencias entre 31 MHz y 1.25 GHz. Hertz también desarrolló la primera *antena* rudimentaria, la cual aún se usa de manera modificada hoy en día. En 1892, E. Branly, de Francia, desarrolló el *primer detector* de radio y, exactamente un año después un experimentador ruso, A. S. Popoff, grabó ondas de radio emanadas de relámpagos.

El primer sistema de comunicaciones electrónicas fue desarrollado en 1837 por Samuel Morse. Morse, usando la *inducción electromagnética*, pudo transmitir información en forma de puntos, guiones y espacios por medio de un cable metálico. Le llamó a su invento el *telégrafo*. En 1876, un canadiense educador y terapeuta del lenguaje llamado Alexander Graham Bell y su asistente, Thomas A. Watson (un inventor también muy conocido), transmitieron exitosamente una conversación humana a través de un *sistema telefónico* funcional usando cables metálicos como medio de transmisión.

En 1894, Guglielmo Marconi, un joven científico italiano, logró las primeras comunicaciones electrónicas inalámbricas cuando transmitió señales de radio a tres cuartos de milla por la atmósfera de la Tierra atravesando la propiedad de su padre. Por 1896, Marconi estaba transmitiendo señales de radio hasta dos millas desde los barcos a tierra, y en 1899 envió el primer mensaje inalámbrico por el Canal de la Mancha de Francia a Dover, Inglaterra. En 1902, las primeras señales trasatlánticas fueron enviadas de Poldu, Inglaterra, a Newfoundland. Lee DeForest inventó el *tubo de vacío de tríodo* en 1908, el cual permitió la primera amplificación práctica de las señales electrónicas. La emisión regular de la radio comenzó en 1920, cuando las estaciones de radio AM (Amplitud Modulada) WWJ en Detroit, Michigan y, KDKA en Pittsburgh, Pennsylvania, comenzaron las emisiones comerciales. En 1933, el mayor Edwin Howard Armstrong inventó la frecuencia modulada (FM), y la emisión comercial de las señales FM comenzó en 1936. En 1948, el transistor fue inventado en los Laboratorios de Teléfonos Bell por William Shockley, Walter Brattain y John Bardeen. El transistor llevó al desarrollo y refinamiento del circuito integrado en la década de 1960.

Aunque los conceptos generales de las comunicaciones electrónicas no han cambiado mucho desde su comienzo, los métodos por los cuales estos conceptos se han implantado han sufrido cambios dramáticos y sorprendentes recientemente. No hay realmente límites sobre las expectativas para los sistemas de comunicaciones electrónicas del futuro.

Modulación y desmodulación

Por razones que se explican más adelante, no es práctico propagar energía electromagnética de baja frecuencia por la atmósfera de la tierra. Por lo tanto, con las comunicaciones de radio, es necesario superponer una señal de inteligencia de frecuencia relativamente baja a una señal de frecuencia relativamente alta para la transmisión. En los sistemas de comunicaciones electrónicas analógicas, la información de la fuente (señal de inteligencia) actúa sobre o *modula* una señal senoidal de frecuencia única.

Modular simplemente significa variar, cambiar o regular. Por lo tanto, la información de la fuente de frecuencia relativamente baja se llama *señal de modulación*, la señal de frecuencia relativamente alta, sobre la cual se actúa (modulada) se llama la *portadora*, y la señal resultante se llama la *onda modulada* o señal. En esencia, la información de la fuente se transporta a través del sistema sobre la portadora.

Con los sistemas de comunicaciones analógicas, la *modulación* es el proceso de variar o cambiar alguna propiedad de una portadora analógica de acuerdo con la información original de la fuente. Recíprocamente, la *demodulación* es el proceso de convertir los cambios en la portadora analógica a la información original de la fuente. La modulación se realiza en el transmisor, en un circuito llamado *modulador*, y la demodulación se realiza en el receptor, en un circuito llamado *demodulador*. La señal de información que modula la portadora principal se llama *señal de banda base* o simplemente *banda base*. La banda base es una señal de información, como un canal telefónico sencillo, y la *señal de banda base compuesta* es la señal para la información total, como varios cientos de canales telefónicos. Las señales de banda base se convierten a partir de su banda de frecuencia original a una banda más adecuada para transmisión a través del sistema de comunicaciones. Las señales de banda base *se convierten en frecuencia alta* en el transmisor y *se convierten en frecuencia baja* en el receptor. La *traslación de frecuencia* es el proceso de convertir una frecuencia sencilla o una banda de frecuencias a otra ubicación en el espectro de la frecuencia total.

El término *canal* es comúnmente utilizado, cuando se refiere a una banda específica de frecuencias distribuidas, para un servicio en particular o transmisión. Por ejemplo, un canal estándar de banda de frecuencia para voz ocupa un ancho de banda de 3 kHz y se utiliza para la transmisión de señales de voz de calidad. Un canal de RF se refiere a una banda de frecuencias usadas para propagar señales de radiofrecuencia, tal como un canal sencillo y comercial de emisión FM que ocupa, aproximadamente, una banda de frecuencias de 200 kHz dentro de la banda total de 88 a 108 MHz asignada para la transmisión comercial de FM.

La ecuación 1-1 es la expresión general para una onda senoidal variante con el tiempo de voltaje, tal como una portadora analógica. Tres propiedades de una onda senoidal pueden ser variadas: la amplitud (V), la frecuencia (f), la fase (0), o cualquier combinación de dos o más de estas propiedades. Si la amplitud de la portadora es variada proporcionalmente a la información de la fuente, resulta la *amplitud modulada (AM)* Si la frecuencia de la portadora varía proporcionalmente a la información de la fuente, resulta la *frecuencia modulada (FM)* Si la fase de la portadora varía proporcionalmente a la información de la fuente, resulta la *fase modulada (PM)*

$$v(t) = V \text{ sen}(2\pi ft) + \Phi \tag{1-1}$$

en donde $v(t)$ =onda de voltaje que varía senoidalmente en el tiempo V =máxima amplitud (volts)
 f =frecuencia Hz)
 Φ =fase (radianes)

La figura 1-2 es un diagrama a bloques simplificado de un sistema de comunicaciones que muestra la relación entre la señal de modulación (información), la señal modulada (portadora), la onda modulada (resultante) y el ruido del sistema.

Hay dos razones importantes de porque es necesaria la modulación en un sistema de comunicaciones electrónicas. La primera es el hecho de que es extremadamente difícil irradiar señales a frecuencias bajas por la atmósfera de la Tierra en forma de energía electromagnética. Segundo, las señales de información frecuentemente ocupan la misma banda de frecuencia y, si son transmitidas en su forma original, interferirán. Un ejemplo de esto es la banda radiodifusora de FM comercial. Todas las estaciones FM emiten información de voz y música que ocupa la banda de frecuencias de audio de 0 a 15 kHz.

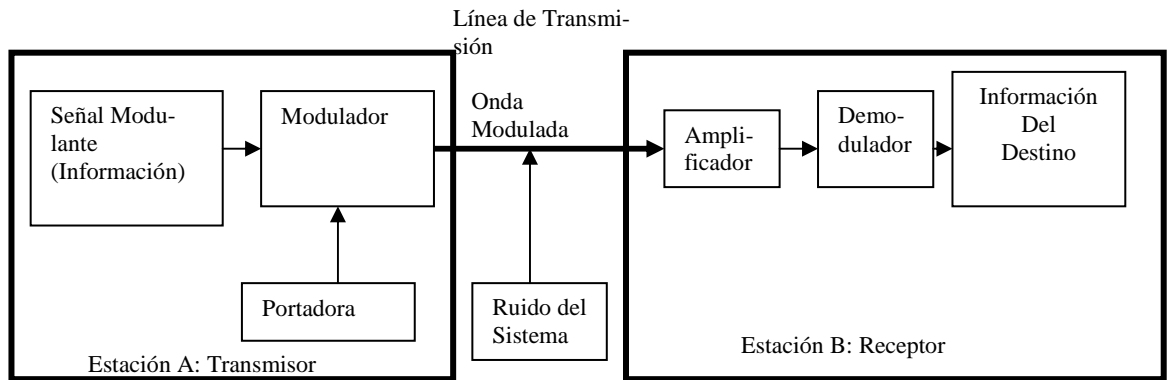


Figura 1-2 Diagrama a bloques del sistema de comunicaciones.

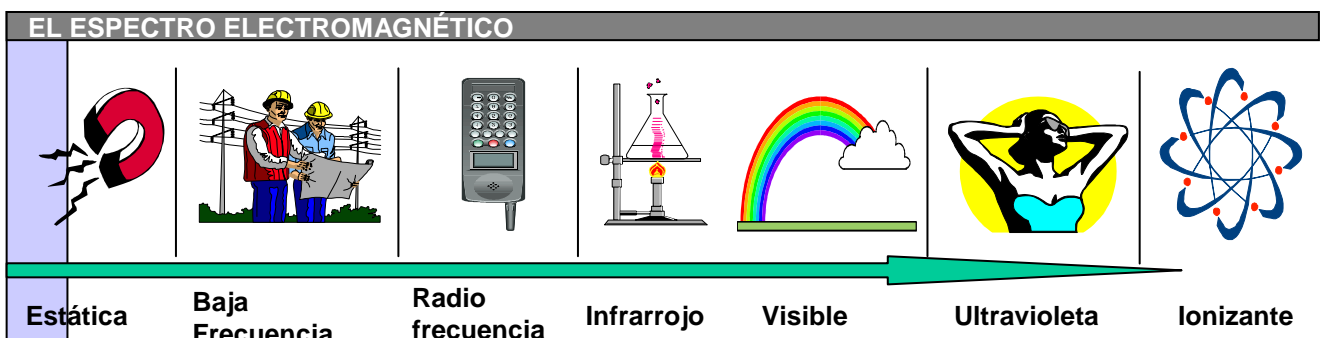
Cada estación traslada su información a una banda de frecuencia diferente (canal), para que sus transmisiones no interfieran con las transmisiones de las demás. Las razones para la modulación y demodulación se explican con detalle en los capítulos 3 y 4, cuando su propósito será más evidente.

EL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

El propósito de un sistema de comunicaciones electrónico es comunicar información entre dos o más ubicaciones (generalmente llamadas *estaciones*) Esto se logra convirtiendo la información de la fuente original a energía electromagnética y después transmitiendo la energía a uno o más destinos, en donde se convierte de nuevo a su forma original. La energía electromagnética puede propagarse en varios modos: como un voltaje o una corriente a través de un cable metálico, como ondas de radio emitidas por el espacio libre o como ondas de luz por una fibra óptica.

La energía electromagnética está distribuida a través de un rango de frecuencias casi infinito. El *espectro de frecuencias electromagnéticas* total que muestra las localizaciones aproximadas de varios servicios dentro de la banda se enseña en la figura 1-3. Puede verse que el espectro de frecuencias se extiende desde las frecuencias *subsónicas* (unos cuantos hertz) a los *rayos cósmicos*, (10^{22} Hz) Cada banda de frecuencias tiene una característica única que la hace diferente de las otras bandas.

Cuando se trata de ondas de radio, es común usar las unidades de la longitud de onda en vez de la frecuencia. La longitud de onda es la longitud que un ciclo de una onda electromagnética ocupa en el espacio (es decir, la distancia entre los puntos semejantes en una onda repetitiva) La longitud de onda es inversamente proporcional a la frecuencia de la onda y directamente proporcional a la velocidad de propagación (la velocidad de propagación de la energía electromagnética en el espacio libre se asume que sea la velocidad de la luz, 3×10^8 m/s)



La relación entre la frecuencia, velocidad y longitud de onda se expresa matemáticamente como

$$f = c / \lambda$$

en donde λ = longitud de onda (metros por ciclo)
 c = velocidad de la luz (300,000,000 m/s)
 f = frecuencia (hertz)

Se observa que frecuencias bajas tienen longitudes de onda largas y frecuencias altas longitudes de onda cortas.

EJEMPLO 1-1

Determine la longitud de onda para las siguientes frecuencias: 1 kHz, 100 kHz y 10 MHz.

Solución Sustituir en la ecuación 1-2.

$$\begin{aligned} - \frac{300.000.000}{1.000} &= 300.000 \text{ m} \\ - \frac{300.000.000}{100.000} &= 3000 \text{ m} \\ \frac{300.000.000}{10.000.000} &= 30 \text{ m} \end{aligned}$$

Frecuencias de transmisión

El espectro total de la frecuencia electromagnética está dividido en subsectores o bandas. Cada banda tiene un nombre y límites. En Estados Unidos, las asignaciones de frecuencias para la *propagación de radio en espacio libre*, son asignadas por la *Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) Idem en Argentina*. Por ejemplo, la banda de radiodifusión de FM comercial se extiende de 88 a 108 MHz. Las frecuencias exactas asignadas a transmisores específicos funcionando en las diversas clases de servicios están constantemente actualizándose y alterándose, para cubrir las necesidades de comunicaciones de la nación. Sin embargo, la división general del espectro de frecuencia totalmente utilizable se decide en las *Convenciones Internacionales de Telecomunicaciones*, las cuales son realizadas aproximadamente cada 10 años.

El espectro de *frecuencia de radio (RF)* totalmente utilizable se divide en bandas de frecuencia mas angostas, las cuales son asignadas con nombres descriptivos y números de banda. Las designaciones de banda del *Comité Consultivo Internacional de Radio (CCIR)*, se mencionan en la tabla 1-1. Varias de estas bandas se dividen en diversos tipos

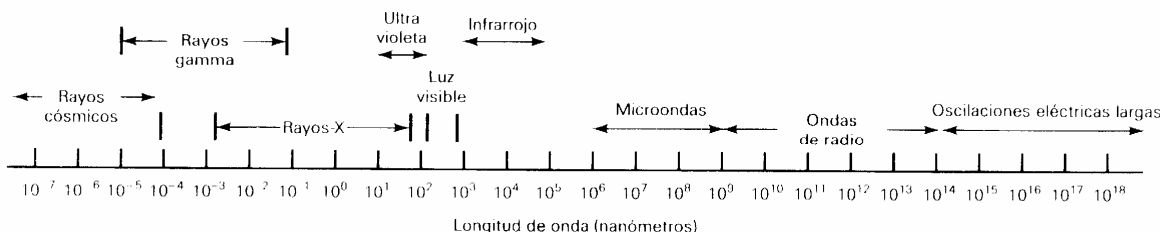


Figura 1-4 Espectro de la longitud de onda electromagnética.

TABLA 1-1 DESIGNACIONES DE LA BANDA DE CCIR

Número de la banda	Rango de frecuencia"	Designaciones
2	30-300 Hz	ELF (frecuencias extremadamente bajas)
3	0.3-3 kHz	VF (frecuencias de voz)
4	3-30 kHz	VLF (frecuencias muy bajas)
5	30-300 kHz	LF (frecuencias bajas)
6	0.3-3 MHz	MF (frecuencias medias)
7	3-30 MHz	HF (frecuencias altas)
8	30-300 MHz	VHF (frecuencias muy altas)
9	0.3-3 GHz	UHF (frecuencias ultra altas)
10	3-30 GHz	SHF (frecuencias superaltas)
11	30-300 GHz	EHF (frecuencias extremadamente altas)
12	0.3-3 THz	Luz infrarroja
13	3-30 THz	Luz infrarroja
14	30-300 THz	Luz infrarroja
15	0.3-3 PHz	Luz visible
16	3-30 PHz	Luz ultravioleta
17	30-300 PHz	Rayos-X
18	0.3-3 EHz	Rayos gamma
19	3-30 EHz	Rayos cósmicos

10⁰, hertz (Hz); 10³. kilohertz (kHz); 10⁶, megahertz (MHz); 10⁹ gigahertz (GHz); 10¹², terahertz (THz); 10¹⁵. petahertz (PHz); 10¹⁸, exahertz (EHz)

de **servicios, tales** como una búsqueda a bordo de un barco, microondas, satélite, búsqueda móvil basada en tierra, navegación de barco, aproximación de aeronaves, detección de superficie de aeropuerto, clima desde aeronaves, teléfono móvil y muchos más.

Clasificación de transmisores

Para propósito de licencias en Argentina y la mayoría de los países, los transmisores de radio están clasificados de acuerdo al ancho de banda, tipo de modulación y el tipo de información inteligente que llevan. Las *clasificaciones de emisiones* se identifican por un código de tres símbolos que contienen una combinación de letras y números, como se muestra en la tabla 1-2. El primer símbolo es una letra que designa el tipo de modulación de la portadora principal (amplitud, frecuencia, fase, pulso o sin modulación) El segundo símbolo es un número que identifica el tipo de emisión (analógica, digital etcétera.), y el tercer símbolo es otra letra que describe el tipo de información que está siendo transmitida (datos, telefonía, etcétera) Por ejemplo, la designación ME describe una señal modulada en amplitud, doble banda lateral y portadora completa llevando información telefónica (voz o música)

ANCHO DE BANDA Y CAPACIDAD DE INFORMACIÓN

Las dos limitaciones más significativas en el funcionamiento del sistema de comunicaciones son: el *ruido* y el *ancho de banda*. La importancia del ruido se analizará más adelante en este capítulo. El ancho de banda de un sistema de comunicaciones es la banda de paso mínima (rango de frecuencias) requerida para propagar la información de la fuente a través del sistema. El ancho de banda de un sistema de comunicaciones debe ser lo suficientemente grande (ancho) para pasar todas las frecuencias significativas de la información.

La *capacidad de información* de un sistema de comunicaciones es una medida de cuánta información de la fuente puede transportarse por el sistema, en un periodo dado de tiempo. La cantidad de información que puede propagarse a través de un *sistema de transmisión* es una función del ancho de banda del sistema y el tiempo de transmisión.

TABLA 1-2 CLASIFICACION DE EMISIONES DE FCC

SIMBOLO	LETRA	TIPO DE MODULACIÓN	
Primero	No modulada		
	N	Portadora no modulada	
	Modulación de Amplitud	A	Doble banda lateral, portadora completa (DSBFC)
		B	Banda lateral independiente, portadora completa (ISBFC)
		C	Banda lateral vestigial, portadora completa (SSBFC)
		H	Banda lateral única, portadora completa (SSBFC)
		J	Banda lateral única, portadora suprimida (SSBSC)
		R	Banda lateral única. Portadora reducida (SSBRC)
	Modulación Angular	F	Modulación en frecuencia (FM directa)
		G	Modulación en fase (FM indirecta)
		D	AM y FM simultáneos o en secuencia
	Modulación por pulsos	K	Modulación en amplitud de pulso (PAM)
		L	Modulación en ancho de pulso (PWM)
		M	Modulación en posición de pulso (PPM)
		P	Pulsos no modulados (datos binarios)
		Q	Angulo modulado durante pulsos
		V	Cualquier combinación de modulación de pulso
		W	Cualquier combinación de dos sistemas anteriores
		X	Casos no cubiertos
		Segundo	0
1			Portadora transmitida digitalmente
2	Tono transmitido digitalmente		
3	Analógico (sonido o vídeo)		
7	Dos o más de los canales digitales		
8	Dos o más de los canales analógicos		
9	Analógico y digital		
Tercero	A	Telegrafía manual	
	B	Telegrafía automática (teletipo)	
	C	Facsímil	
	D	Información, telemetría	
	E	Telefonía (Radiodifusión de sonido)	
	F	Televisión (Radiodifusión de vídeo)	
	N	Ninguna información transmitida	
W	Cualquier combinación de segunda letra		

La relación entre el ancho de banda, tiempo de transmisión y capacidad de información fue desarrollada en 1920 por R. Hartley de los Laboratorios Telefónicos Bell. De manera sencilla, la ley de Hartley es

$$I \propto B \times t \tag{1-3}$$

en donde I = capacidad de información
 B = ancho de banda (hertz)
 t = tiempo de transmisión (segundos)

La ecuación 1-3 muestra que la capacidad de información es una función lineal y directamente proporcional al ancho de banda del sistema y al tiempo de transmisión. Si se modifica el ancho de banda o el tiempo de transmisión, ocurrirá un cambio directamente proporcional en la capacidad de información.

Se requiere aproximadamente 3 kHz de ancho de banda para transmitir señales telefónicas con calidad de voz. Se requieren más de 200 kHz de ancho de banda para la transmisión de FM comercial de música de alta fidelidad y se necesita casi 6 MHz de ancho de banda para las señales de televisión con una calidad de radiodifusión (es decir, cuando mayor sea la cantidad de información por unidad de tiempo, mayor será la cantidad del ancho de banda requerida)

MODOS DE TRANSMISIÓN

Los sistemas de comunicaciones electrónicas pueden diseñarse para manejar la transmisión solamente en una dirección, en ambas direcciones pero sólo uno a la vez, o en ambas direcciones al mismo tiempo. Estos se llaman *modos de transmisión*. Cuatro modos de transmisión son posibles: *simplex*, *half-duplex*, *full-duplex*- y *full/full-duplex*.

Simplex (SX)

Con la operación simplex, las transmisiones pueden ocurrir sólo en una dirección. Los sistemas simplex son, algunas veces, llamados sistemas *de un sentido*, *sólo para recibir* o *sólo para transmitir*. Una ubicación puede ser un transmisor o un receptor, pero no ambos. Un ejemplo de la transmisión simplex es la radiodifusión de la radio comercial o de televisión; la estación de radio siempre transmite y el usuario siempre recibe.

Half-duplex (HDX)

Con una operación half-duplex, las transmisiones pueden ocurrir en ambas direcciones, pero no al mismo tiempo. A los sistemas half-duplex, algunas veces se les llaman sistemas con *alternativa de dos sentidos*, *cualquier sentido*, o *cambio y fuera*. Una ubicación puede ser un transmisor y un receptor, pero no los dos al mismo tiempo. Los sistemas de radio de doble sentido que utilizan los botones *opríma para hablar (PTT)*, para operar sus transmisores, como los radios de banda civil y de banda policiaca son ejemplos de transmisión half-duplex.

Full-duplex (FDX)

Con una operación full-duplex, las transmisiones pueden ocurrir en ambas direcciones al mismo tiempo. A los sistemas de full-duplex algunas veces se les llama *líneas simultánea de doble sentido*, *duplex* o de *ambos sentidos*. Una ubicación puede transmitir y recibir simultáneamente; sin embargo, la estación a la que está transmitiendo también debe ser la estación de la cual está recibiendo. Un sistema telefónico estándar es un ejemplo de una transmisión full-duplex.

Full/full-duplex (F/FDX)

Con una operación full/full-duplex, es posible transmitir y recibir simultáneamente, pero no necesariamente entre las mismas dos ubicaciones (es decir, una estación puede transmitir a una segunda estación y recibir de una tercera estación al mismo tiempo) Las transmisiones full/full-duplex se utilizan casi exclusivamente con circuitos de comunicaciones de datos. El Servicio Postal de Estados Unidos es un ejemplo de una operación full/full-duplex.

COMO TRANSMITIMOS LA INFORMACIÓN

Codificación de señales

- ◆ Tanto la información analógica como la digital pueden ser codificadas mediante señales analógicas o digitales. La elección de un tipo particular de codificación dependerá de los requisitos exigidos, del medio de transmisión, así como de los recursos disponibles para la comunicación. Los desafíos son los siguientes:
- ◆ *Datos digitales, señales digitales:* la forma más sencilla de codificar digitalmente datos digitales es asignar un nivel de tensión al uno binario y otro distinto para el cero. Para mejorar las prestaciones es posible utilizar otros códigos distintos al anterior, alterando el espectro de la señal y proporcionando capacidad de sincronización. En términos generales, el equipamiento para la codificación digital usando señales digitales es menos complicado y menos costoso que el equipamiento necesario para transmitir datos digitales con señales analógicas mediante modulación
- ◆ *Datos digitales, señales analógicas:* los modems convierten los datos digitales en señales analógicas de tal manera que se puedan transmitir a través de líneas analógicas. Las técnicas básicas son desplazamiento de amplitud (ASK, Amplitude-Shift Keying), desplazamiento de frecuencia (FSK, Frequency-Shift Keying), y desplazamiento de fase (PSK, Phase-Shift Keying). En todas ellas, para representar los datos digitales se modifican uno o más parámetros característicos de la señal portadora. algunos medios de transmisión, como, por ejemplo, la fibra óptica y los medios no guiados, sólo permiten la propagación de señales analógicas.
- ◆ *Datos analógicos, señales digitales:* los datos analógicos, como, por ejemplo, voz y vídeo, se digitalizan para ser transmitidos mediante sistemas digitales. La técnica más sencilla es la modulación por codificación de impulsos (PCM, Pulse Code Modulation), que implica un muestreo periódico de los datos analógicos y una cuantificación de las muestras. La conversión de los datos analógicos en digitales permite la utilización de las técnicas más recientes de equipos de conmutación para la transmisión digital.
- ◆ *Datos analógicos, señales analógicas:* los datos analógicos se modulan mediante una portadora para generar una señal analógica en una banda de frecuencias diferente, que se puede utilizar en un sistema de transmisión analógico. Las técnicas básicas son modulación en amplitud (AM, Amplitude Modulation), modulación en frecuencia (FM, Frequency Modulation), y modulación en fase (PM, Phase Modulation). Los datos analógicos de naturaleza eléctrica se pueden transmitir fácilmente y de una forma poco costosa en banda base. Esto por ejemplo es lo que se hace para la TRANSMISION de voz en líneas de calidad telefónica.

Término	Unidades	Definición
<i>Datos</i>	<i>Bits</i>	Un uno o cero binario
<i>Velocidad de transición</i>	<i>Bits por segundo (bps)</i>	Velocidad a la que se transmiten los datos
<i>Elemento de señalización</i>	<i>Digital: un pulso de tensión de amplitud constante. Analógico: un pulso de frecuencia, fase y amplitud constantes</i>	Aquella parte de la señal que ocupa el intervalo más corto correspondiente a un código de señalización
<i>Velocidad de señalización o modulación</i>	<i>Número de elementos de señalización por segundo (baudios)</i>	Velocidad a la que se transmiten los elementos de señalización

El **BER** es la medida más habitual para determinar la cantidad de errores en toda línea de transmisión de datos, y se define como la probabilidad de que un bit se reciba erróneamente. También se *denomina fracción de errores por bit*. Este último término es más esclarecedor, ya que el término *tasa* se refiere típicamente a una cantidad que varía con el tiempo. Desgraciadamente, la mayoría de los libros y documentos de normalización consideran a la “R” de BER como *Rate (tasa)*.

Datos digitales, señales digitales

1 = nivel bajo

No retorno a cero invertido (NRZI)

Bipolar-AMI

0 = no hay señal

1 = nivel positivo o negativo, alternante **Pseu-**

doternario

0 = nivel positivo a negativo, alternante 1 = no hay señal

Manchester

0 = transición de alto a bajo en mitad del intervalo

1 = transición de bajo a alto en mitad del intervalo

Manchester diferencial

Siempre hay una transición en mitad del intervalo

0 = transición al principio del intervalo

1 = no hay transición al principio del intervalo

B8ZS

Igual que el bipolar-AMI, excepto que cualquier cadena de ceros se reemplaza por una cadena que tiene dos violaciones de código.

HDB3

Igual que el bipolar-AMI, excepto que cualquier cadena de cuatro ceros se reemplaza por una cadena que contiene una violación de código.

Datos digitales, señales analógicas

En la red telefónica se usan los modems para producir señales en el rango de frecuencias de voz, si bien, las mismas técnicas se pueden usar para modems a frecuencias más altas (por ejemplo microondas o ADSL). En esta sección se presentan estas técnicas y se proporciona una breve discusión de las prestaciones de las distintas posibles alternativas.

Se ha mencionado que la modulación involucra a uno o más de los parámetros característicos de la señal portadora: la amplitud, la frecuencia y la fase. Por consiguiente, como se muestra en la Figura 5.7, hay tres técnicas básicas de codificación o de modulación, que transforman los datos digitales en señales analógicas:

Desplazamiento de amplitud (ASK, Amplitudes-Shift Keying)

Desplazamiento de frecuencia (FSK, Frequency-Shift Keying)

Desplazamiento de fase (PSK, Phase-Shift Keying)

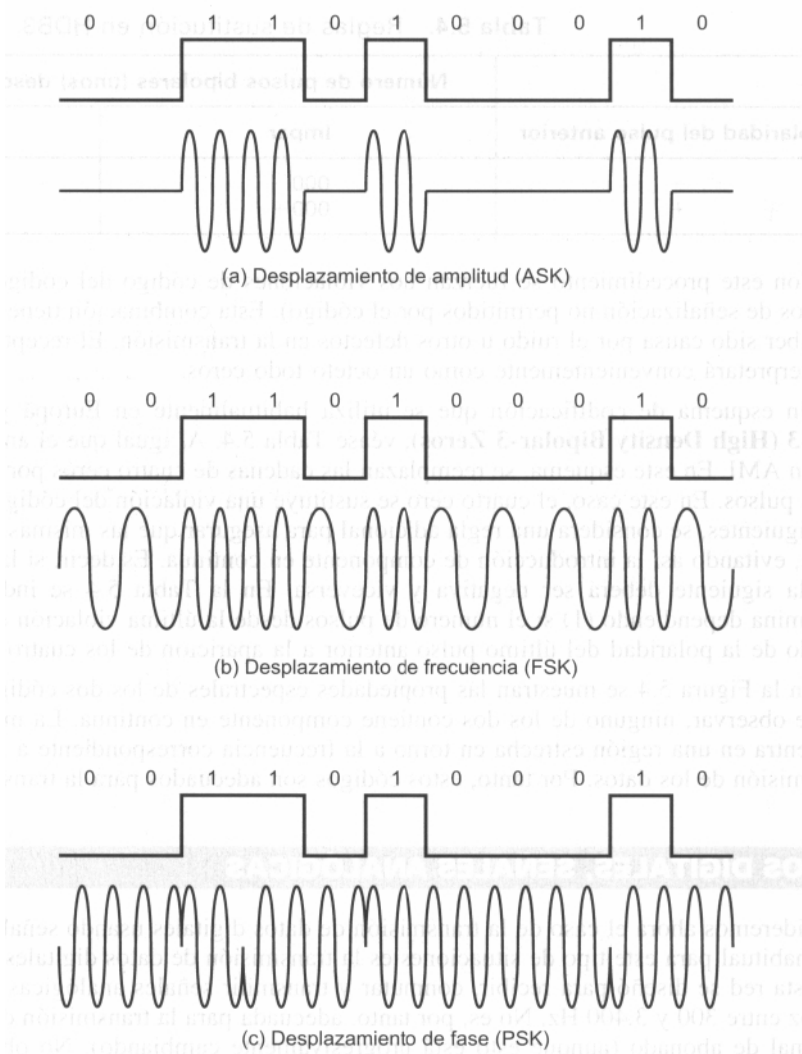


Figura 5-7 Modulación de datos digitales

En todos los casos, la señal resultante ocupa un ancho de banda centrado en torno a la frecuencia de la portadora.

- ◆ **En ASK**, los dos valores binarios se representan mediante dos amplitudes diferentes de la portadora. Es usual que una de las amplitudes sea cero; es decir, uno de los dígitos binarios se representa mediante la presencia de la portadora a amplitud constante, y el otro mediante la ausencia de portadora.

ASK es sensible a cambios repentinos de la ganancia, además es una técnica de modulación bastante ineficaz. En líneas de calidad telefónica, ASK se usa típicamente a 1.200 bps como mucho. La técnica ASK se usa para la transmisión de datos digitales en fibras ópticas. En los transmisores con LED, la expresión anterior sigue siendo válida. Es decir, un elemento de señal se representa mediante un pulso de luz, mientras que el otro elemento se representa mediante la ausencia de luz. Los transmisores láser tienen normalmente un valor de desplazamiento («bias») que hace que el dispositivo emita para el último caso una señal de baja intensidad. Este pequeño nivel será uno de los elementos de señalización, mientras que el otro será un haz de luz de mayor amplitud.

- ◆ **En FSK**, los dos valores binarios se representan mediante dos frecuencias diferentes próximas a la frecuencia de la portadora.

Se puede usar FSK en una transmisión full-duplex en una línea de calidad telefónica. Dicha figura corresponde a la serie de modems Bell System 108. Recuérdese que una línea de calidad telefónica deja aproximadamente pasar frecuencias en el rango de 300 a 3.400 Hz,

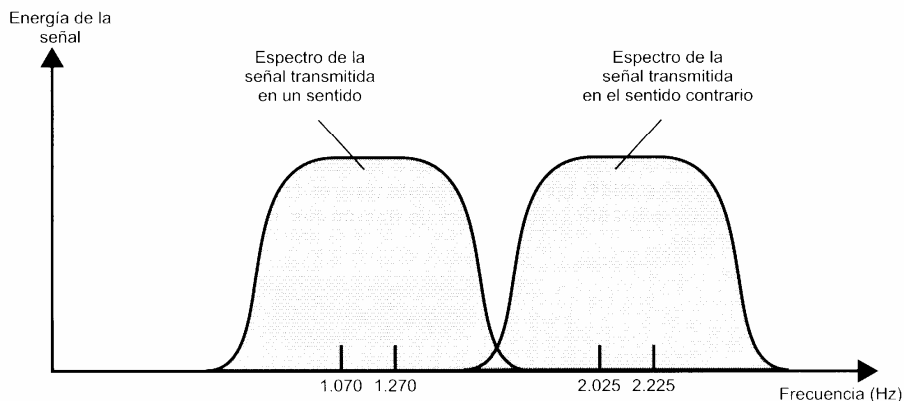


Figura 5-8 Transmisión full-duplex en una línea de calidad telefónica

FSK es menos sensible a errores que ASK. En líneas de calidad telefónica, se utiliza típicamente a velocidades de hasta 1.200 bps. También se usa frecuentemente en transmisión de radio a más altas frecuencias (desde 3 hasta 30 MHz). También se puede usar incluso a frecuencias superiores en redes de área local que utilicen cable coaxial.

En el esquema PSK, la fase de la señal portadora se desplaza para representar con ello a los datos digitales. En la parte inferior de la Figura 5.7 se muestra un ejemplo de un sistema que utiliza dos fases. En este sistema, un 0 binario se representa mediante la transmisión de una señal con la misma fase que la fase de la señal anteriormente enviada.

Datos analógicos, señales digitales – Modulación de Pulsos

La *modulación de pulsos* incluye muchos métodos diferentes para convertir información analógica a forma de pulsos para transferir pulsos de una fuente a un destino. Los cuatro métodos predominantes son:

- ◆ *modulación de ancho del pulso (PWM)*,
- ◆ *modulación de posición del pulso (PPM)*,
- ◆ *modulación de amplitud de pulsos (PAM) y*
- ◆ *modulación de Pulsos codificados (PCM)*

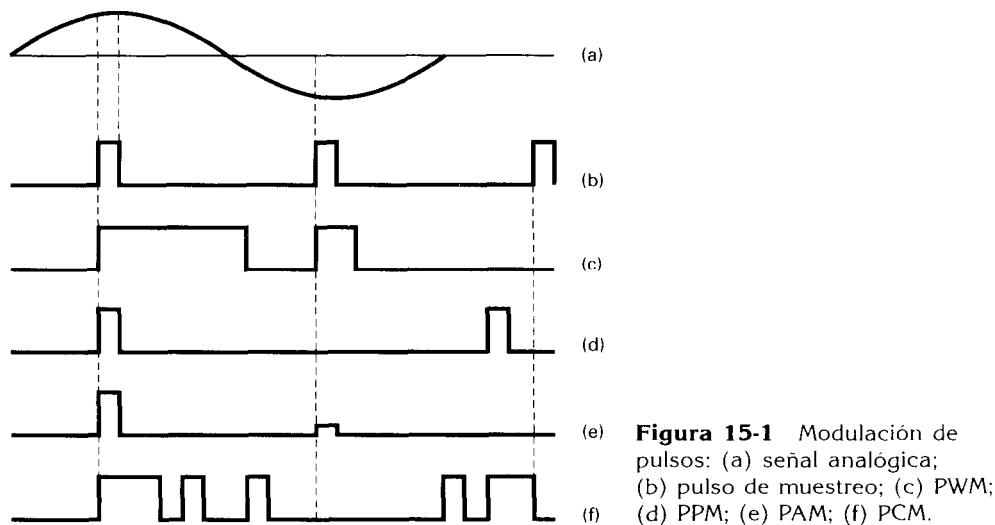
Los cuatro métodos, más comunes, de la modulación de pulsos se resumen a continuación y se muestran en la figura 15-1.

1. **PWM.** Este método a veces se llama modulación de duración del pulso (PDM) o modulación de longitud del pulso (PLM) El ancho del pulso (porción activa del ciclo de trabajo) es proporcional a la amplitud de la señal analógica.

2. **PPM.** Varía la posición de un pulso de ancho constante, dentro de una ranura de tiempo prescrita, de acuerdo a la amplitud de la señal analógica.

3. **PAM.** Varía la amplitud de un pulso de posición constante y de ancho constante de acuerdo a la amplitud de la señal analógica.

4. *PCM*. La señal analógica se prueba y se convierte a una longitud fija, número binario serial para transmisión. El número binario varía de acuerdo a la amplitud de la señal analógica.



La MIC o PCM en inglés es un método para llevar información analógica en forma digital. La conversión de la señal analógica en una digital se basa en los principios de *muestreo*, *cuantificación* y *codificación*.

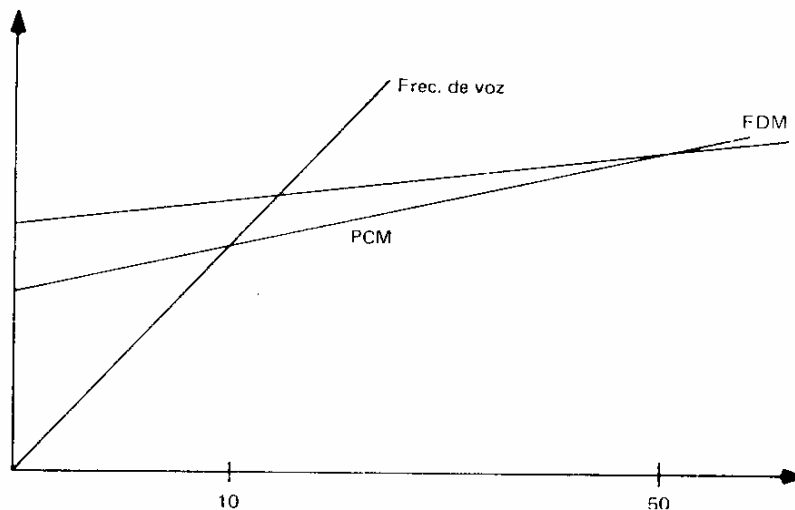
Los sistemas de transmisión PCM consisten de un transmisor, una línea de transmisión y un receptor. Para establecer un duplex cada sistema PCM requiere un transmisor/ receptor en cada terminal y una línea de transmisión de 4 alambres entre ellos. La línea de transmisión se equipa con repetidores regenerativos, los cuales regeneran los bits entrantes.

Para aumentar la capacidad los sistemas PCM usan multiplex por división de tiempo (TDM) Como el código generado por cada muestra puede ser transmitido rápidamente, las muestras viniendo de diferentes fuentes pueden compartir un camino de transmisión común, usando diferentes intervalos de tiempo. De esta manera se forma un sistema PCM básico de 1 er. orden.

El CCITT ha recomendado dos diferentes sistemas PCM de 1er. orden. El sugerido por la CEPT (usado en Argentina) de 32 ranuras de tiempo (time slots) de las cuales 30 son ranuras de tiempo de canal (llevan información), una es ranura de tiempo de señalización, y una es ranura de tiempo para sincronización y se lo conoce por sistema **E1**. El sugerido por ATT (usado en EE UU.) contiene 24 ranuras de tiempo y se lo conoce por **T1**.

Motivos de la transmisión MIC o PCM

- Mencionaremos algunos motivos para usar PCM en la red telefónica.
- *Calidad de transmisión casi independiente de la distancia.* Las señales digitales pueden ser regeneradas en puntos intermedios.
- *Multiplex por división de tiempo.* El principio TDM permite un aumento en la capacidad de los pares de un cable los cuales originalmente se usaban para un solo canal telefónico por par.
- *Economía para ciertos enlaces.* En ciertas aplicaciones la transmisión PCM ha mostrado ser competitiva con otros métodos de transmisión. La longitud de los enlaces de transmisión debe estar en la región intermedia donde los enlaces por frecuencias de voz tienden a ser largos y los enlaces FDM tienden a ser cortos.



Costo versus distancia para transmisión de frecuencia de voz, P.C.M. y F.D.M.

La distancia óptima depende de varios factores tales como densidad de abonados telefónicos, topología del país, etc. La figura es típica para sistemas PCM de 1er. orden.

- *Economía en combinación con la conmutación digital.* Una alta proporción del costo en sistemas PCM está en el costo del terminal. La introducción de la conmutación digital reduce este costo desde que la conmutación es realizada directamente sobre el tren de bits digitales y ningún costo adicional de conversión analógica/digital es necesario. Una combinación de transmisión y conmutación digital tenderá a bajar los costos.
- *Tecnología de circuitos integrados.* Esto reduce los costos y aumenta la confiabilidad.
- *Integración de servicios.* Como es un medio de transmisión digital un enlace PCM puede transmitir no sólo señales vocales sino también datos télex, información visual decodificada, etc.
- Un canal PCM tiene una capacidad de 64 Kbit/seg lo cual es un poderoso canal de datos.
- *Nuevos medios de transmisión.* Los medios de transmisión de banda ancha, tales como la guía de onda o la fibra óptica, son más convenientes para transmisión digital que analógica.

Datos analógicos, señales analógicas

MODULACIÓN DE AMPLITUD

Modulación de amplitud (AM) es el proceso de cambiar la amplitud de una portadora de frecuencia relativamente alta de acuerdo con la amplitud de la señal modulante (información) Las frecuencias que son lo suficientemente altas para radiarse de manera eficiente por una antena y propagarse por el espacio libre se llaman comúnmente radiofrecuencias o simplemente RF. Con la modulación de amplitud, la información se imprime sobre la portadora en la forma de cambios de amplitud. La modulación de amplitud es una forma de modulación relativamente barata y de baja calidad de modulación que se utiliza en la radiodifusión de señales de audio y vídeo. La banda de radiodifusión comercial AM abarca desde 535 a 1605 kHz. La radiodifusión comercial de televisión se divide en tres bandas (dos de VHF y una de UHF) Los canales de la banda baja de VHF son en-

tre 2 y 6 (54 a 88 MHz), los canales de banda alta de VHF son entre 7 y 13 (174 a 216 MHz) y los canales de UHF son entre 14 a 83 (470 a 890 MHz). La modulación de amplitud también se usa para las comunicaciones de radio móvil de dos sentidos tal como una radio de banda civil (CB) (26.965 a 27.405 MHz)

Un modulador AM es un aparato no lineal con dos señales de entrada de información: una señal portadora de amplitud constante y de frecuencia única, y una señal de información. La información actúa “sobre” o “modula” la portadora y puede ser una forma de onda de frecuencia simple o compleja compuesta de muchas frecuencias que fueron originadas de una o más fuentes. Debido a que la información actúa sobre la portadora, se le llama señal modulante. La resultante se llama onda modulada o señal modulada.

Bibliografía para toda la materia

Apuntes de clase Ing. José Nuñez	
Ruben Kustra	Principios de Transmisión de señales digitales
Paul M Chirlian	Análisis y diseño de Circuitos Electrónicos
Wayne Tomasi	Sistema de Comunicaciones Electrónicas
HC Krauss	Estado sólido en Ingeniería de Radiocomunicación
Willam Stallings	Comunicaciones y Redes de Computadoras
Carlson B	Sistemas de Comunicación
Taub y Schilling	Communication Principles
Reglamento de Radiocomunicaciones	UIT
Freeman R	Ingeniería de Sistemas de Telecomunicaciones
Apuntes de Clase de Ing Santa Cruz	
ARRL	Radio Amateur Handbook (Versión CD o libro)

PREGUNTAS DE REPASO

- 1-1. Defina *comunicaciones electrónicas*.
- 1-2. ¿Cuáles son los tres componentes fundamentales que integran un sistema de comunicaciones?
- 1-3. Defina *modulación*.
- 1-4. Defina *demodulación*.
- 1-5. Defina *señal portadora*.
- 1-6. Explique las relaciones entre la información de la fuente, la portadora y la onda modulada.
- 1-7. ¿Cuáles son las tres propiedades de una portadora analógica que pueden variar?
- 1-8. ¿Qué organización asigna frecuencias para la propagación de ondas radio en el PAÍS?
- 1-9. ¿Qué es el espectro electromagnético?
- 1-10. ¿Cuáles son las dos limitaciones más significativas en el funcionamiento de un sistema de comunicaciones?
- 1-11. Explique las diferencias entre las transmisiones SX, HDX, FDX y F-FDX.
- 1-12. Defina las cuatro formas de codificar señales según el medio.

EJEMPLOS DE SISTEMAS SIMPLEX Y DUPLEX

SISTEMAS SIMPLEX (unidireccionales)

1. Radiodifusión en AM y en FM. Las estaciones radiodifusoras comerciales transmiten música, noticias y reportes meteorológicos, así como otros programas e informaciones.
2. Televisión. Las estaciones televisoras comerciales transmiten una amplia variedad de programas de entretenimiento, informativos y de otras clases.

3. Televisión por cable. Difunde películas, eventos deportivos, entre otros programas, mediante compañías locales con servicio a suscriptores, por el sistema de cable coaxial. Estas estaciones producen parte de la programación, pero principalmente distribuyen "paquetes" de información que reciben vía satélite de servicios como HBO, CNN y las principales cadenas de televisión.
4. Control remoto inalámbrico. Es un sistema que controla misiles, satélites, robots y otros vehículos, o estaciones o plantas remotas. El control electrónico para abrir la puerta de una cochera es una forma especial de control a distancia que utiliza un diminuto radiotransmisor operado por pilas y montado en el automóvil, que acciona un receptor en el garaje, el cual activa el equipo para abrir o cerrar la puerta. Los controles remotos para televisor, las alarmas en automóviles que no usan llaves y los juguetes de radiocontrol son otros ejemplos.
5. Servicios de radiolocalización. Se basan en un sistema por radio para localizar personas, por lo general en relación con el trabajo. Estas personas llevan pequeños receptores accionados por pilas (llamados "beepers") que pueden captar señales de una estación de servicio local que recibe solicitudes telefónicas para ubicar y avisar a una persona que se le necesita.
6. Servicios de navegación y radiogoniométricos. Se basan en la transmisión por estaciones especiales de señales de radio que pueden captar receptores con antenas altamente direccionales, con objeto de determinar la localización exacta (latitud y longitud), o la dirección y/o la distancia a una estación. Dichos sistemas utilizan estaciones terrestres y de satélite.
7. Telemetría. Realiza la transmisión de mediciones a larga distancia. Los sistemas de telemetría utilizan sensores para determinar condiciones físicas (temperatura, presión, intensidad de flujo, voltaje, frecuencia, etcétera) en un lugar remoto. Los sensores modulan una señal portadora, que se envía a un receptor remoto que almacena y/o visualiza los datos para analizarlos. Los sistemas de telemetría permiten el monitoreo a distancia de sistemas y equipos, a fin de determinar su estado y condición. Ejemplos son satélites artificiales, cohetes, tuberías, plantas de energía y fábricas.
8. Radioastronomía. Prácticamente todos los cuerpos celestes, como estrellas y planetas, emiten señales de radio, así como radiación infrarroja. Mediante grandes antenas direccionales y receptores sensibles de alta ganancia, es posible captar estas señales y usarlas para localizar cuerpos celestes y estudiar el universo. La radioastronomía es una alternativa y complemento de la astronomía óptica tradicional.
9. Supervigilancia. Esta acción significa hacer un "monitoreo discreto" (espionaje). Las fuerzas policíacas, gobiernos y organismos militares, empresas e industrias, utilizan muchas técnicas electrónicas encubiertas para reunir información a fin de conseguir (o aplicar) ventajas competitivas. Las técnicas incluyen la telefonía intervenida, minúsculos micrófonos ocultos y radioestaciones de escucha clandestina, así como aviones y satélites de exploración.
10. Identificación de radiofrecuencias (RFID, radio-frequency identification). Los sistemas RFID contienen diminutos transmisores de circuitos integrados que envían códigos digitales a un receptor próximo para identificar, detectar o localizar paquetes, cajas o diversos tipos de vehículos (vagones de tren, camiones, etcétera)
11. Servicios de música. Realizan transmisión de música de fondo continua para consultorios médicos, establecimientos comerciales, elevadores, etcétera, por radiodifusoras de FM locales en ondas subportadoras especiales de alta frecuencia que no pueden captar los receptores comunes de FM.

SISTEMAS DUPLEX (bi direccionales)

12. Telefonía. Comunicación hablada de persona a persona a través de las extensas redes telefónicas a nivel mundial que emplean cableados, estaciones de radiorrelevo y satélites. Los teléfonos inalámbricos proporcionan una comunicación conveniente en distancias cortas sin los conductores limitantes. Los teléfonos celulares permite la comunicación telefónica en vehículos y para uso portátil.
13. Facsímil. Es la transmisión de material visual impreso a través de líneas telefónicas. Una máquina de facsímil, o fax, escanea fotografías u otros documentos y convierte las imágenes en señales electrónicas que se envían mediante el sistema telefónico para que sean reproducidas en su forma impresa original por otra máquina de fax situada en el otro extremo de la línea.
14. Radiocomunicación bidireccional. Sistemas de las comunicaciones comerciales, industriales y gubernamentales entre vehículos, o entre vehículos y una estación base. Ejemplos de usuarios son los cuerpos de policía y de bomberos, servicios de taxis, servicios forestales y compañías transportistas. En aplicaciones de aviación, marítimas, militares y espaciales se emplean otras formas de radiocomunicación bidireccional. Las aplicaciones gubernamentales son extensas y diversas, e incluyen las comunicaciones con embajadas, dependencias hacendarlas, servicios secretos, agencias de inteligencia, etcétera.
15. Radar. Es una forma especial de radiotransmisión que utiliza señales de microondas reflejadas para detectar barcos, aviones y misiles, así como para determinar su distancia, curso y velocidad. El radar se usa principalmente en aplicaciones militares, pero la aviación civil y los servicios marítimos también lo utilizan. La policía usa el radar para detectar si se exceden los límites de velocidad de tránsito.
16. Sonar. Transmisión bajo el agua en la que señales de banda base audibles usan el agua como medio de transmisión. Los submarinos y los barcos emplean el sonar para detectar la presencia de submarinos enemigos. El sonar pasivo utiliza receptores de audio para captar, entre otros, ruidos de oleaje y de hélices propulsoras. El sonar activo es como radar subacuático que usa reflexiones de un impulso de audio transmitido, para determinar el curso, distancia y velocidad de un objeto móvil bajo el agua.

17. Radiocomunicación de aficionados. Es una actividad de personas interesadas en las radiocomunicaciones. Los radioaficionados pueden convertirse en "operadores autorizados" para construir y operar equipo de radio bidireccional, a fin de establecer comunicación personal con otros operadores autorizados.
18. Radiocomunicación civil y familiar. La radiocomunicación de banda civil (CB) es un servicio especial que puede usar cualquier persona para establecer intercomunicación personal. La mayoría de los equipos de CB se usan en camiones y automóviles para intercambiar información acerca de condiciones del tránsito, congestiónamientos y urgencias. La radiocomunicación familiar es un servicio diseñado para ayudar a los miembros de familias a mantenerse en contacto en distancias cortas, con pequeños radios de mano, durante paseos familiares, viajes por automóvil, recorridos de compras, etcétera
19. Comunicaciones de datos. Corresponden a la radiotransmisión de datos binarios entre computadoras. Éstas utilizan frecuentemente el sistema telefónico como medio de comunicación. Los dispositivos llamados modems hacen compatibles las computadoras y las redes telefónicas. Las comunicaciones de datos también se realizan mediante enlaces de microondas terrestres y satelitales.
20. Redes de área local LAN (local area network). Interconexiones alámbricas (o inalámbricas) de varias PC, o de equipos PC y minicomputadoras o supercomputadoras en una oficina o edificio, a fin de compartir el almacenamiento masivo, equipos periféricos y datos.
21. Internet. El sistema Internet es una red de computación electrónica a nivel mundial que proporciona información y servicios a cualquier usuario de computadora. Las interconexiones incluyen el sistema telefónico y diversas redes alámbricas especiales, con cable de fibra óptica y conmutación.

RESUMEN CAPITULO INTRODUCCION

1. Los tres campos principales de la electrónica son telecomunicación, control e informática. El área de la computación es el más extenso y le siguen las comunicaciones.
2. La comunicación es el proceso de intercambiar información.
3. La mayor parte de la comunicación humana es hablada, pero gran parte de la misma también está en forma escrita (o impresa).
4. Las dos barreras principales para la comunicación son el idioma y la distancia.
5. Los importantes descubrimientos eléctricos a mediados y fines del siglo XIX posibilitaron el desarrollo de las comunicaciones electrónicas a grandes distancias.
6. El telégrafo (1844) y el teléfono (1876) fueron los dos primeros sistemas de comunicaciones a larga distancia.
7. La radio se descubrió en 1887, y en 1895 apareció la telegrafía inalámbrica.
8. Las comunicaciones electrónicas tienen una función vital en nuestra vida y son esenciales para el éxito de nuestra sociedad de información.
9. Los elementos principales de un sistema de comunicación son un transmisor (que envía un mensaje), un medio de comunicación (que lo transfiere), y un receptor (que capta el mensaje). Se presenta también el ruido.
10. Los tres principales medios de comunicación son los conductores, el espacio libre y las fibras ópticas.
11. Las ondas de radio constan de campos eléctricos y magnéticos que se propagan a grandes distancias.
12. Ruido es cualquier interferencia que altera la transmisión inteligible de una señal. El ruido lo producen la atmósfera, cuerpos celestes, equipos eléctricos y la agitación térmica en los componentes electrónicos.
13. El canal o medio de comunicación atenúa y degrada en alto grado la señal transmitida.
14. Las comunicaciones electrónicas pueden ser unidireccionales o bidireccionales. La transmisión unidireccional se llama simplex o difusora.
15. Las comunicaciones bidireccionales se denominan duplex. En las comunicaciones semiduplex, sólo una de las dos partes puede transmitir a la vez. En la full duplex, ambas partes pueden transmitir y recibir en forma simultánea.
16. Las señales de información pueden ser analógicas o digitales. Las señales analógicas son variaciones de voltaje continuas y alisadas, como las señales de voz o video.
17. Muchas veces la señal de información, llamada señal de banda base, se transmite en forma directa por el medio de comunicación.
18. En la mayoría de los sistemas de comunicación, la señal de banda base sirve para modular una portadora de frecuencia más alta, que se transmite por radio.
19. Modulación es el proceso de hacer que una señal de información modifique de algún modo una señal portadora. Ejemplos comunes son la AM y la FM.
20. La señal de banda base en general no se transmite a través del espacio por radio, debido a que las antenas requeridas serían demasiado grandes, y a que dichas señales de banda base múltiples que fueran transmitidas de manera simultánea, se interferirían.
21. La multiplexión es el proceso de transmitir al mismo tiempo dos o más señales a través del mismo canal o medio.
22. Además de la televisión, existen otros métodos para transmitir información visual o gráfica, como el facsímil, videotexto y teletexto.
23. La transmisión simplex de señales especiales enviadas desde estaciones terrestres o de satélite espacial se emplea por barcos y aeroplanos en la navegación.

24. La telemetría es la realización de mediciones a distancia. Sensores convierten las características físicas en señales eléctricas que modulan una portadora transmitida a un lugar remoto.
25. La radioastronomía complementa la astronomía óptica al permitir la localización y el mapeo de estrellas por las ondas de radio que emiten.
26. El radar utiliza la reflexión de ondas de radio provenientes de objetos remotos, para detectar su presencia, curso y velocidad.
27. El radar subacuático se llama sonar activo. El sonar pasivo sólo es escuchar bajo el agua para detectar objetos de interés.
28. Dos formas de servicios de comunicaciones personales son la radio de banda civil (CB) y la radio de banda de aficionados, que es un pasatiempo técnico a la vez que un servicio de telecomunicación.
29. La comunicación de datos es la transmisión de datos digitales de computadora o de otras fuentes, en el sistema telefónico, enlaces de microondas o satélites,
30. Los dispositivos llamados modems permiten la transmisión de datos digitales a través de redes telefónicas analógicas,
31. Las interconexiones de varias computadoras personales (PC) para el intercambio de información se llaman redes de área local.
32. El espectro electromagnético es la sucesión de frecuencias que va desde casi 30 Hz hasta la luz o radiación visible; en ella tienen lugar las comunicaciones electrónicas.
33. La porción más grande del espectro abarca las ondas de radio, que son campos eléctricos y magnéticos oscilantes, que se radian a través de grandes distancias.
34. La longitud de onda (λ) es la distancia (en metros) entre puntos correspondientes en ciclos sucesivos de una onda periódica: $\lambda = 300/f$ (para f en megahertz). También es la distancia que recorre una onda electromagnética en el tiempo requerido para un ciclo de oscilación.
35. El intervalo de audición humana es de alrededor de 20 Hz a 20 000 Hz. El intervalo de las frecuencias de voz es de 300 Hz a 3 000 Hz.
36. La radiodifusión de amplitud modulada ocurre en el intervalo de MF, de 300 kHz a 3 MHz.
37. El intervalo de alta frecuencia (3 MHz a 30 MHz), u onda corta, se usa para comunicaciones bidireccionales a nivel mundial y para radiodifusión.
38. Las transmisiones de televisión ocurren en los intervalos VHF y UHF.
39. Las frecuencias superiores a 1 GHz se denominan microondas.
40. Las bandas SHF y EHF se usan principalmente para comunicaciones vía satélite -y radar:
41. Las frecuencias que están inmediatamente arriba de 300 GHz se llaman ondas milimétricas.
42. Las señales electromagnéticas producidas por fuentes de calor se denominan infrarrojas.
43. Un micrómetro (o micra) es un millonésimo de metro.
44. La luz o radiación visible ocupa la región situada arriba del infrarrojo. Su longitud de onda es de 4 000 Å a 8 000 Å.
45. Un ángstrom, (Å) es una diezmilésima de micrómetro.
46. El ancho de banda es el espacio espectral ocupado por una señal; el intervalo de frecuencias de una señal transmitida, o el de frecuencias aceptadas por un receptor. Es la diferencia entre la frecuencia superior y la inferior del intervalo en cuestión.
47. Existe más espacio espectral disponible en las frecuencias más altas. Para una señal con un ancho de banda dado, es posible incluir más canales en las frecuencias altas.
48. El radioespacio espectral es un recurso natural muy valioso.
49. En Argentina, la CNC regula el uso del espectro y la mayoría de las formas de comunicaciones electrónicas, según la Ley de Comunicaciones de 1972.
50. La mayoría de los países pertenecen a la UIT, una organización para la cooperación y la negociación mundiales sobre el uso del espectro electromagnético.
51. La CNC coordina las comunicaciones gubernamentales, civiles y militares en Argentina.

GUÍA DE ESTUDIO Y PAUTAS PARA LA MATERIA

Las mismas propenden a desarrollar los hábitos, habilidades y actitudes requeridas no sólo para esta asignatura sino para la práctica profesional.

1. Para cada tema, formular 20 preguntas conceptuales por escrito cuya respuesta se sepa, y dar también por escrito las respuestas.
2. Para cada tema, formular por escrito 20 dudas (es decir, preguntas cuya respuesta no se encuentre) y evacuarlas con los docentes de la cátedra en los horarios de consulta.

3. Para cada tema, formular por escrito no menos de 10 relaciones con cada uno de los temas anteriores.
4. Para cada tema buscar bibliografía específica y no específica. Para ello hojear libros, catálogos, manuales, hojas de datos, revistas, etc., tanto propios como en la Biblioteca.
5. Analizar el material obtenido en el punto anterior. Por ejemplo, buscar circuitos en revistas y manuales, y analizar su funcionamiento.
6. Para cada tema proponer un mínimo de dos problemas originales, es decir que no sean una mera reproducción de problemas encontrados en el material disponible con cambios numéricos (sí pueden ser el resultado de combinar bloques hallados en otras fuentes). Resolverlos.
7. Escribir una monografía sobre cada tema en la cual se presente en forma concisa pero orgánica el resultado de las actividades anteriores.

NOTAS:

1. Lo anterior debe complementarse con la forma tradicional de estudio, realizando los trabajos propuestos por la cátedra (ya sean problemas o trabajos de laboratorio), además de un estudio detallado y minucioso del material sugerido.
2. Es importante entrenarse para ejecutar la resolución de problemas y diseños contra reloj. La rapidez mental es una ayuda inestimable en la vida profesional, en la que todo se requiere "para ayer"; cuanto antes se aprenda, mejor.
3. También es sumamente importante ejercitar y desarrollar la memoria. Aunque no es bueno estudiar y aprender *exclusivamente* de memoria, sí lo es el poder recordar una gran cantidad de hechos, datos, fórmulas, circuitos, etc., ya que permite conexiones mentales mucho más ágiles y rápidas. Esto redundará en una mayor efectividad en la resolución de los problemas. No hay que olvidar que los grandes genios han sido también enciclopedistas. De la misma manera, conviene acostumbrarse a realizar frecuentemente cálculos mentales estimativos. Esto facilita la verificación rápida de la consistencia de los resultados de un cálculo.
4. Finalmente, es muy conveniente desarrollar la capacidad de interesarse por todo, no sólo aquellos temas vinculados a una materia o profesión dada, sino los de interés general: políticos, humanísticos, sociales, científicos o tecnológicos vinculados a otras disciplinas, etc. No sólo mejora la cultura general sino que hace al individuo mucho más abierto a generar, aceptar o considerar propuestas o soluciones novedosas o aún revolucionarias en su propia profesión.