

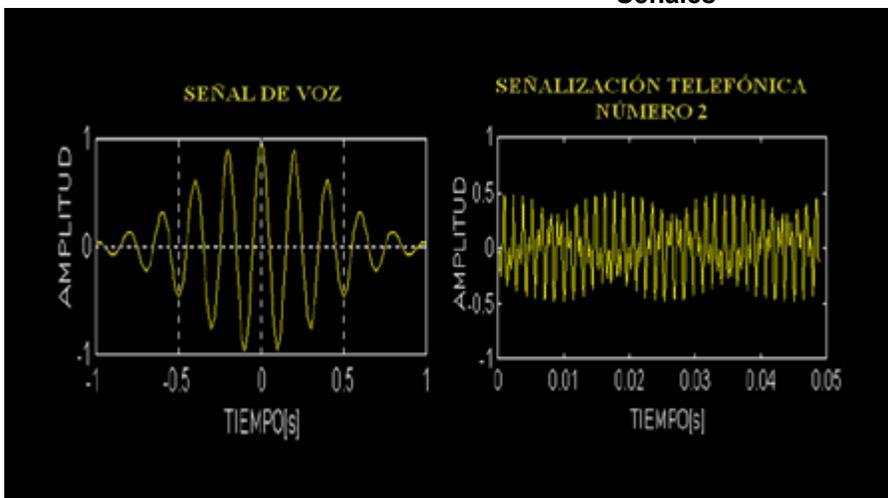
- **SISTEMAS DE COMUNICACIONES. Conceptos Básicos.**

- Los sistemas de comunicación están compuestos por tres partes principales: **transmisor**, **medio o canal de comunicación** y **receptor**.



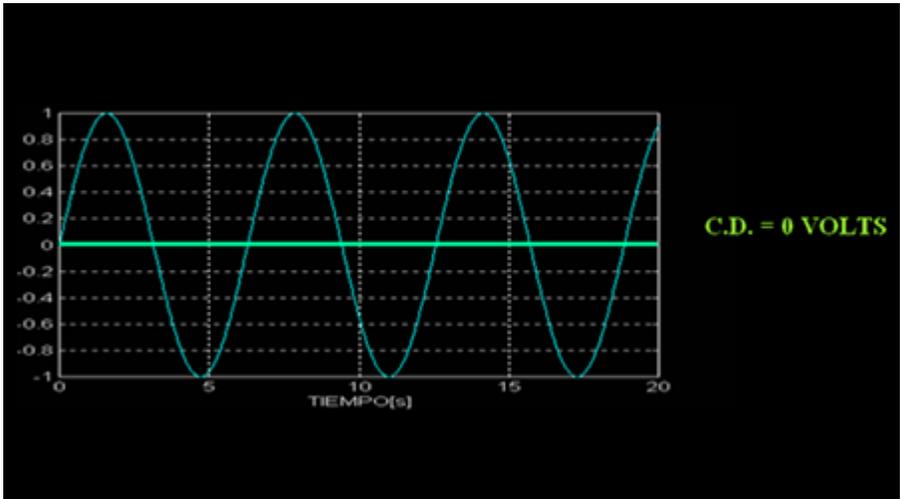
- En un **sistema de comunicación**, el mensaje puede ser la voz de un locutor, una imagen fija o en movimiento, un fax, un archivo de computadora, un mensaje de correo electrónico o cualquier otro tipo de información.
- El transmisor se encarga de convertir el mensaje en una señal adecuada para transmitirse a través del canal de comunicación. La **modulación** de la señal es la operación más importante del transmisor.
- El **medio o canal de comunicación** es el enlace eléctrico entre el transmisor y el receptor. El aire, el agua, el vacío, la fibra óptica, el cable coaxial y los cables de cobre son algunos ejemplos de canales de comunicación comunes.
- El **receptor** se encarga de tomar la señal del canal y de reconstruir con ella el mensaje original. La **demodulación** (o detección) de la señal es la operación fundamental del receptor.

Señales



- El **“valor promedio”** es considerado un parámetro importante de las señales del tiempo.
- Al valor promedio de una señal eléctrica se le conoce como su **valor de corriente directa** (o valor de c.d.).

Representación de **Señales en el tiempo**



Subir

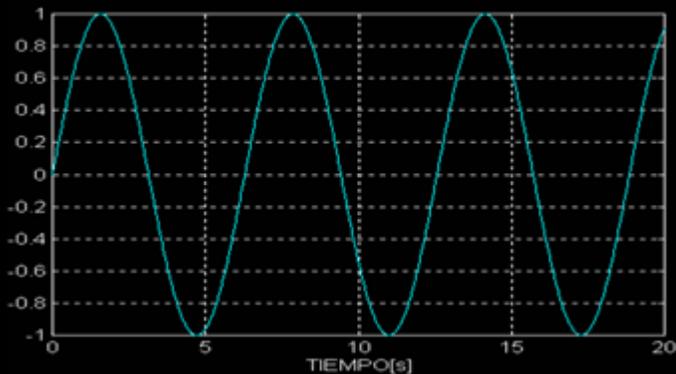
Señales Sinusoidales

- Si los valores de una señal se repiten en intervalos iguales de tiempo, se dice que la señal es **periódica**.
- El periodo de la señal es el tiempo que tarda en repetirse por primera vez.
- Unas de las funciones periódicas más utilizadas son las señales “sinusoidales” (funciones seno o coseno).
- Las señales sinusoidales se representan por:

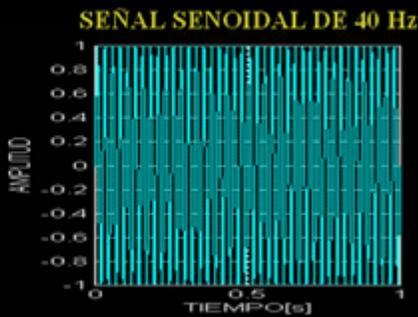
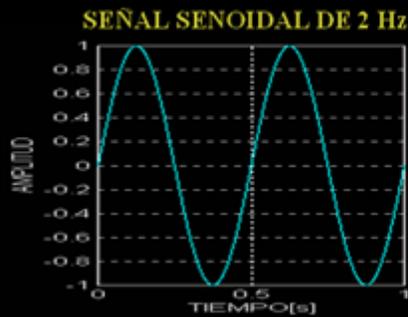
$$s(t) = A \text{ sen } [\omega t + \phi]$$

- Donde ‘A’ es la amplitud, ‘ ω ’ es la frecuencia angular, y ‘ ϕ ’ es la fase de la señal.
- La figura representa una **señal senoidal** con amplitud y frecuencia angular unitarias y fase cero.

Señal Senoidal



- La “**frecuencia**” de una señal periódica se refiere al número de ciclos que recorre en un segundo.
- La unidad de frecuencia es el **hertz (Hz)** que es igual a un ciclo por segundo.



- LA "Frecuencia angular" (ω) de una señal periódica se define como el ángulo, medido en Radianes, que la señal recorre en un segundo.
 - La frecuencia angular se mide en "radianes por segundo" (rad/s).
 - Si en un ciclo la señal recorre 2π radianes, entonces f Hz equivalen a $2\pi f$ rad/s.
 - La conversión de Hz a rad/s se obtiene al multiplicar los hertz por 2π , es decir: $\omega = 2\pi f$
- Ejemplo:** Una señal senoidal con una frecuencia de 10 Hz tiene una frecuencia angular de:

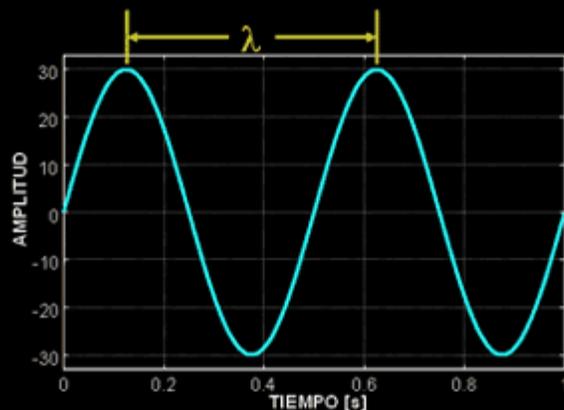
$$\omega = 2\pi (10) = 62.8 \text{ rad/s}$$

- La representación de valores grandes de frecuencia se realiza utilizando múltiplos decimales de la unidad básica:
 1 KILOHERTZ (KHz) = 1,000 Hz
 1 MEGAHERTZ (Mhz) = 1,000 MHz = 1,000,000 Hz
 1 GIGAHERTZ (Ghz) = 1,000 MHz = 1,000,000 KHz = 1,000,000,000 Hz
- Nota: los prefijos "mega" (M) y "giga" (G) se escriben con mayúsculas; sin embargo, el prefijo "kilo" (K) debe siempre escribirse en minúsculas.

Señales sinusoidales. Longitud de onda

- La longitud de onda (λ) de una señal sinusoidal es la distancia, en metros, que existe entre dos crestas consecutivas de la onda.

Longitud de onda



- LA **LONGITUD DE ONDA** Y LA **FRECUENCIA** DE UNA SEÑAL ESTÁN RELACIONADAS A TRAVÉS DE:

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

DONDE 'c' ES LA VELOCIDAD DE LA LUZ ($c = 3 \times 10^8$ m/s), 'f' ES LA FRECUENCIA DE LA SEÑAL EN Hz Y 'λ' ES LA LONGITUD DE ONDA EN METROS.

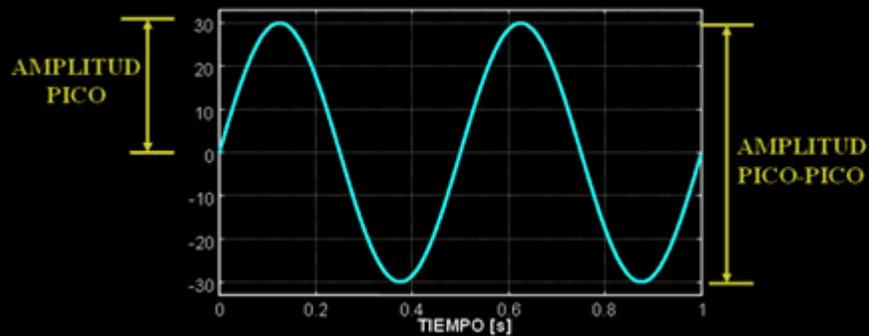
EJEMPLO: LA LONGITUD DE ONDA DE UNA SEÑAL DE 6 MHz ES DE:

$$\lambda = \frac{300000000}{6000000} = 50 \text{ m}$$

ESTA SEÑAL ES UNA ONDA DECAMÉTRICA

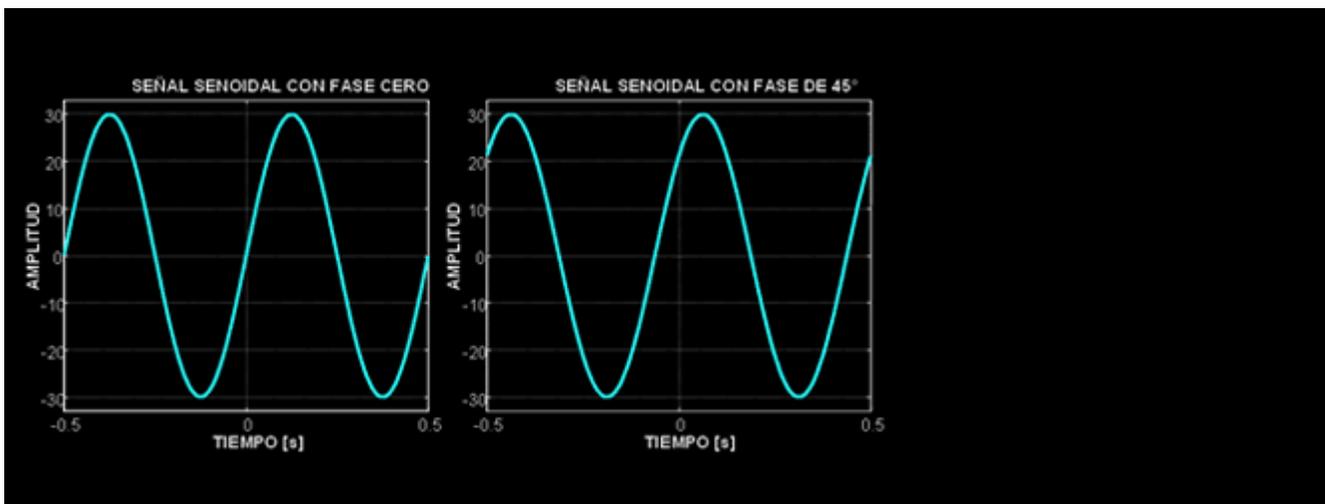
Señales sinusoidales. Amplitud

- La "amplitud" de una señal sinusoidal se refiere al valor máximo que ésta alcanza, a partir de su valor promedio.
- La **amplitud pico-pico** de una señal se refiere a la distancia entre una cresta y un valle.



Señales sinusoidales. Fase

- El "ángulo de fase" o "fase" de una señal se refiere a su desplazamiento hacia la derecha o la izquierda con respecto a una referencia.



Fase

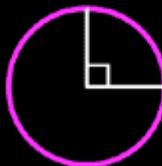
- LA FASE DE UNA SEÑAL SE MIDE EN **GRADOS** (°) O EN **RADIANES** (rad).
- UN CICLO COMPLETO TIENE **360°** O **2π rad**.
- LA RELACIÓN ENTRE GRADOS Y RADIANES ESTÁ DADA POR:

$$360^\circ = 2\pi \text{ rad}$$

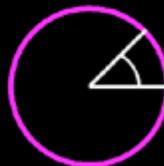
DONDE π ES APROXIMADAMENTE IGUAL A 3.1416



180° = π Rad



90° = π/2 Rad



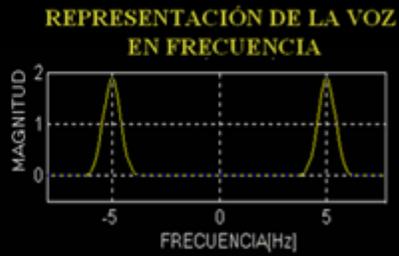
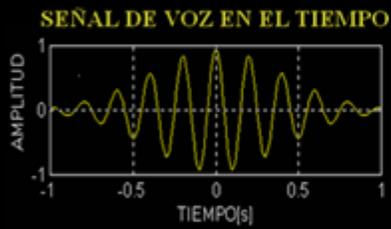
45° = π/4 Rad

Representación de Señales en la frecuencia:

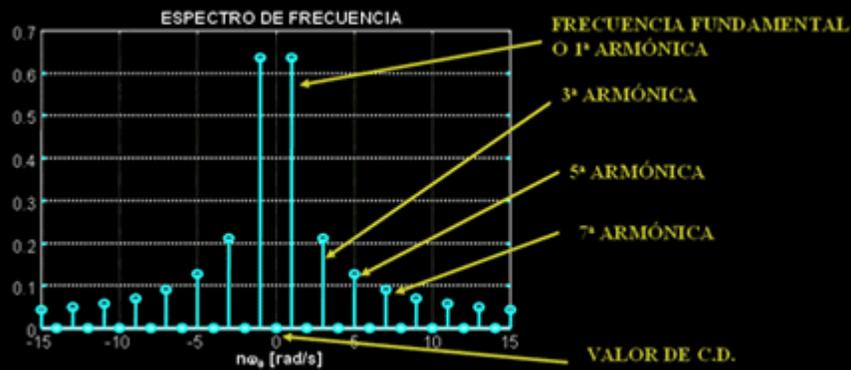
Otra representación importante de las señales es en el “dominio de la frecuencia”.

- La representación en el dominio de la frecuencia de una señal permite conocer la variación de la señal en función de la frecuencia.

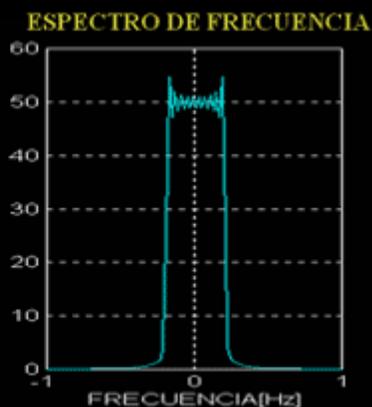
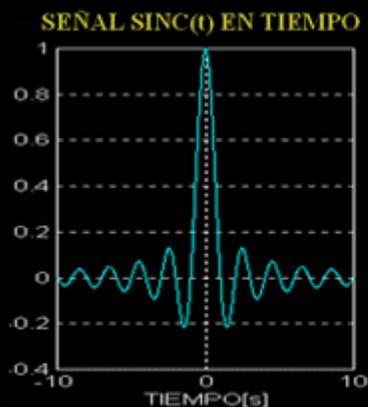




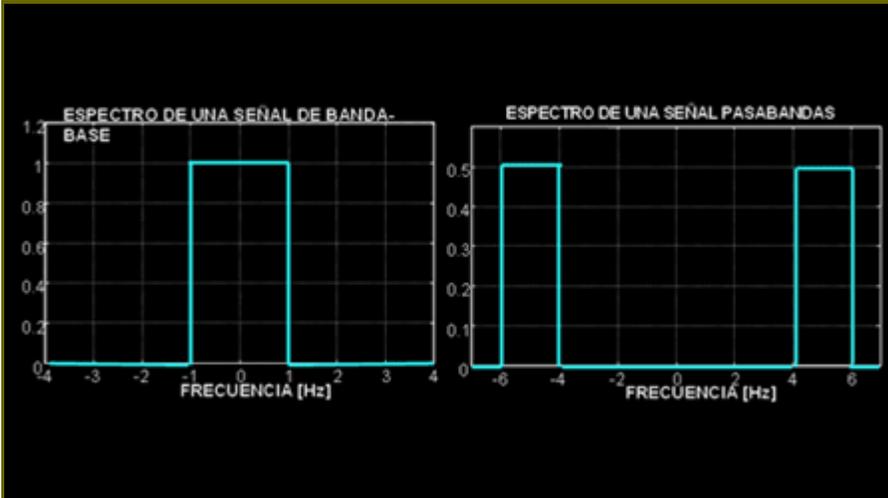
- La representación en frecuencia de las señales periódicas consiste en una frecuencia fundamental ω_0 (o 1ª armónica) y en múltiplos enteros de ella o frecuencias armónicas.



- La representación en frecuencia de una señal no periódica es una función continua.



- Si el espectro de frecuencia de una señal se localiza alrededor de la frecuencia $f = 0$ Hz, se dice que la señal es de “**banda base**”.
- Si el espectro de frecuencia de una señal se localiza alrededor de una frecuencia $f_c \gg 0$ Hz, se dice que la señal es “**pasa bandas**”.



Potencia

La potencia de una señal se define como la cantidad de trabajo que puede realizar (energía) por unidad de tiempo.

- La unidad de la potencia es el **watt**.
- En unidades eléctricas, la “**potencia promedio**” que disipa una resistencia ‘R’, se define como:

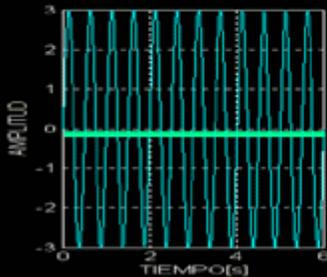
$$P = \frac{V^2}{R} = I^2 R$$

Donde ‘V’ es el voltaje promedio, e ‘I’ es la corriente promedio de la señal eléctrica

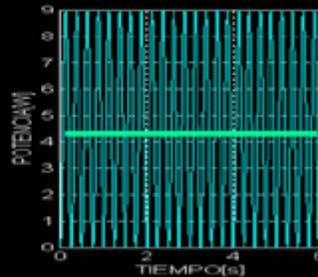
- Si consideramos que $r = 1 \Omega$, la “potencia normalizada promedio” está dada por $P = V^2 = I^2$.
- La potencia de una señal definirá, entre otros factores, el alcance de la misma.
- La “**potencia normalizada promedio**” es el valor promedio del cuadrado de la señal.

EJEMPLO: LA POTENCIA NORMALIZADA PROMEDIO DE LA SEÑAL $v(t) = 3 \text{ sen}(4\pi t)$ ES $P = 4.5W$.

SEÑAL SENOIDAL $v(t) = 3 \text{ sen}(4\pi t)$



POTENCIA DE LA SEÑAL SENOIDAL



DECIBELES

- El decibel (dB) es una medida logarítmica del cociente de dos potencias.
- La “ganancia en decibeles” de un circuito eléctrico está dada por:

$$G_{dB} = 10 \log \frac{P_{SAL}}{P_{ENT}}$$

Donde P_{SAL} y P_{ENT} representan las potencias promedio de salida y de entrada del circuito, respectivamente. ejemplo: si el cociente de dos potencias es igual a 0.5, su ganancia en decibeles será de:

$$G_{dB} = 10 \log 0.5 = -3.01 \text{ dB.}$$

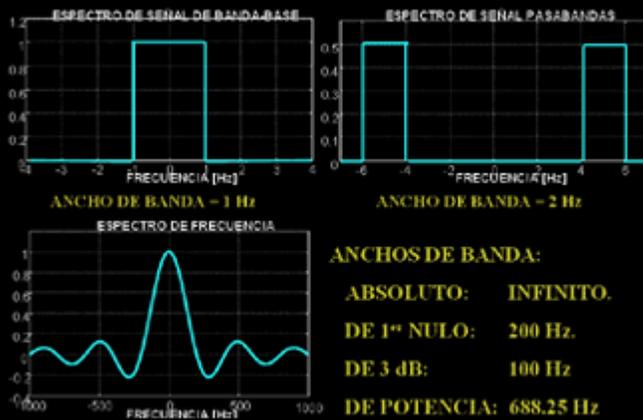
RELACIÓN SEÑAL A RUIDO

- Para poder detectar una señal en un determinado punto, se requiere que la potencia de la señal tenga un nivel mínimo respecto del nivel de potencia medio del ruido.
- Para evaluar la calidad de una transmisión se utiliza, comúnmente, el parámetro conocido como “relación señal a ruido” (SRN, por sus siglas en inglés).
- La SRN es el cociente de la potencia promedio de la señal entre la potencia promedio del ruido.
- Mientras más grande es el valor de la SRN, mayor será la capacidad del receptor para detectar una transmisión.

Ancho de Banda

El “ancho de banda” (Bw) de una señal es el espacio que ocupa en frecuencia.

- El ancho de banda se define como un rango de frecuencias positivas.
- El ancho de banda se puede clasificar en:
 - **Bw absoluto:** rango de frecuencia fuera del cual el espectro de frecuencia de la señal vale cero.
 - **Bw de 3dB:** rango de frecuencia en donde la potencia de la señal cae 50% de su máximo valor.
 - **Bw de potencia:** rango de frecuencia en donde se concentra el 99% de la potencia de la señal.
 - **Bw de primer nulo:** rango de frecuencia por debajo del primer cruce por cero del espectro de frecuencia.



" Algunos valores importantes de anchos de banda son:

- Oído humano:..... 20 kHz (20Hz a 20 kHz)
- Voz:Hasta 5 kHz
- Canal telefónico:.....3.1 kHz (300hz a 3.4 kHz)
- Señal de audio de alta fidelidad:15 kHz
- Señal de video:4.2 MHz (FORMATO NTSC)
- Canal de audio (F.M.):200 kHz
- Canal de televisión:.....6 MHz (FORMATO NTSC)
- Redes de cable:330 MHz a 1 GHz

Atenuación

La “atenuación” de una señal se define como la disminución progresiva de su potencia conforme se incrementa la distancia del punto emisor.

- En los **sistemas de comunicación**, la atenuación de la señal tiende a ser muy grande, por lo que los equipos receptores deben trabajar con una relación señal a ruido muy pequeña.

Por ejemplo, una **red de cable** debe entregar a la entrada de un receptor de televisión un nivel superior a **1 mV** (una milésima de volt) para poder detectar la señal correctamente.

- Para contrarrestar la atenuación, las redes de cable utilizan **amplificadores en cascada** que restauran los niveles de la señal.

Contaminantes en sistemas de comunicación

La “distorsión” es la alteración de la señal debida a la respuesta imperfecta del sistema de comunicación a ella misma.

- Si un componente de un **sistema de comunicación** modifica la forma de la señal, entonces le produce una distorsión.
- En los sistemas de comunicación es deseable que no se distorsionen los componentes de frecuencia que nos interesan.

por ejemplo, en una red de cable, los **amplificadores** no deben distorsionar las distintas señales de los servicios que presta.

- La siguiente figura muestra la **distorsión** causada por un canal telefónico por el que se desea transmitir

una señal de pulsos cuadrados.



- A diferencia del ruido y de la interferencia, la distorsión desaparece cuando la señal se deja de aplicar.

INTERFERENCIA

- La "interferencia" de una señal se define como la contaminación producida por señales extrañas, generalmente artificiales y similares a la señal.
- La "diafonía" es un ejemplo común de interferencia.
- La diafonía se percibe en una conversación telefónica cuando es posible escuchar otra conversación no deseada en forma simultánea.
- Para poder eliminar la **interferencia** se requiere eliminar la señal interferente o su fuente.

RUIDO

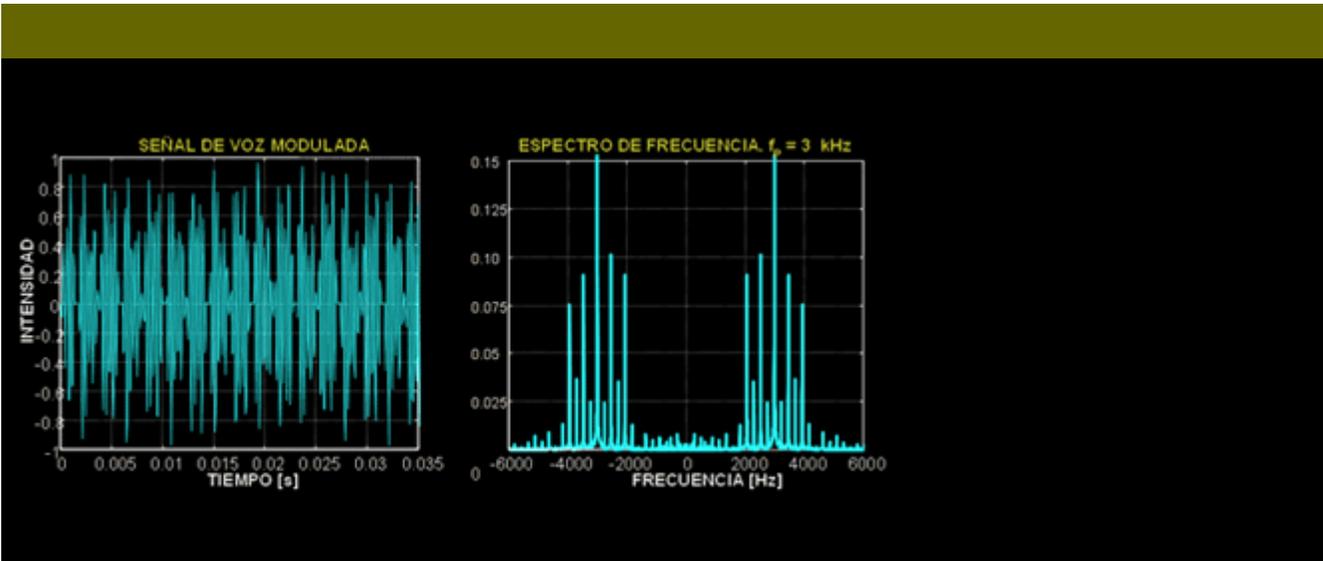
- El "ruido" se puede entender como las señales aleatorias o impredecibles de tipo eléctrico que se originan en forma natural dentro o fuera del sistema de comunicación.
- Cuando el **ruido** se agrega a la señal portadora de la información, ésta puede quedar en gran parte oculta o eliminarse totalmente.
- El **ruido** no puede eliminarse por completo, por lo que representa uno de los problemas más importantes de las comunicaciones eléctricas.

El Proceso de Modulación

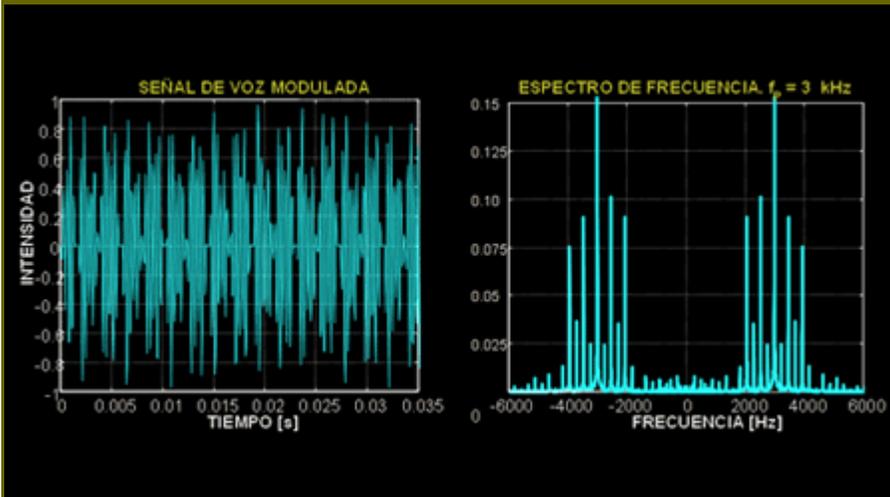
La "modulación" es el método de procesar una señal de forma que se adecue a las características de propagación del canal de comunicación.

- La modulación consiste en variar una característica (amplitud, frecuencia o fase) de una señal (**portadora**) en función de una segunda señal (**moduladora o modulación**).
- La **modulación en amplitud** (A.M.) y la **modulación en frecuencia** (F.M.) son los dos tipos de modulación más comunes.
- Adicionalmente a la A.M. y a la F.M., existen también métodos de modulación en fase (como PSK) y en cuadratura (como QAM).
- La **señal moduladora** es una señal de banda base que contiene la información a transmitir (voz, música, video, datos, etc.)
- La **señal portadora** es una señal sinusoidal de alta frecuencia que sirve para transportar la información de la señal moduladora.

- La modulación tiene el efecto de trasladar el **espectro de frecuencia** de la señal moduladora a una banda de frecuencia superior, alrededor de la frecuencia portadora f_c .
- Al trasladarse el espectro de la señal moduladora, ésta pasa de ser una señal de **banda base** a una señal **pasabandas**.
- La frecuencia de la señal portadora f_c se conoce como “**frecuencia portadora**”.
- La **frecuencia portadora** es la que sintonizamos en los receptores para escuchar las transmisiones de un estación de radio.



- Las figuras siguientes muestran los espectros de las señales de **banda base** (izquierda) y **pasabandas** (derecha) de una señal de audio.
- La **frecuencia de la portadora** es = 3 kHz.

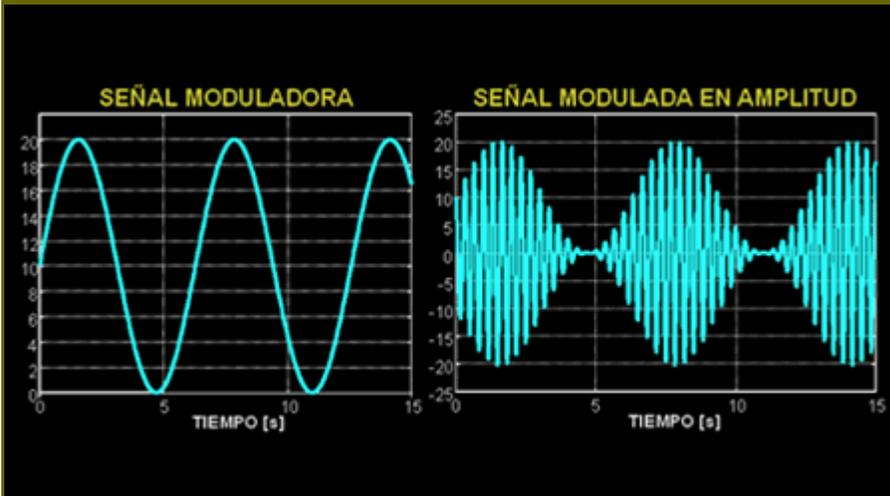


- **Ventajas** de la modulación:
 - Permite **transmisiones más eficientes** de la señal moduladora (mensaje).
 - Consigue una **reducción del ruido** y de la **interferencia** a la que se enfrenta la señal.
 - Posibilita la asignación de distintas **frecuencias portadoras**. Esto permite, por ejemplo, seleccionar distintos canales de televisión que se transmiten en forma simultánea a través de una red de cable.
 - Permite la **transmisión simultánea** de múltiples señales en un solo canal, utilizando

subportadoras con una frecuencia portadora común.

MODULACIÓN EN AMPLITUD

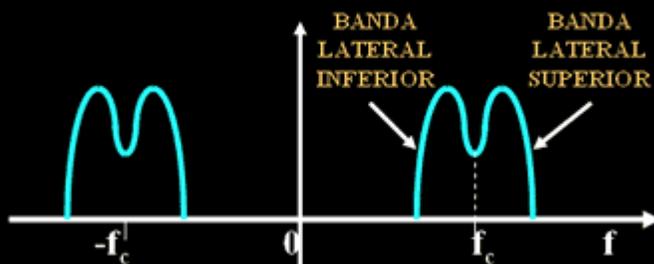
- La **modulación en amplitud** consiste en variar la amplitud de la señal portadora en proporción directa a las variaciones de la señal moduladora.



A.M. DE BANDA VESTIGIAL

- Una señal de **A.M. de banda vestigial** (o banda residual) se utiliza en sistemas en los que se desea hacer un uso más eficiente del ancho de banda, como en la transmisión de televisión.
- En la modulación de banda vestigial no se transmiten las dos bandas laterales completas, sino sólo una **banda lateral** y parte de la otra.

ESPECTRO DE UNA SEÑAL DE DOBLE BANDA LATERAL

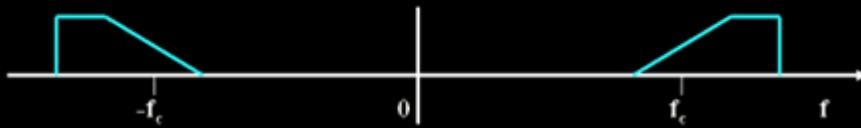


- El precio que hay que pagar por el ahorro en ancho de banda es que los moduladores de banda vestigial son más complejos y costosos que los de doble banda lateral.

ESPECTRO DE UNA SEÑAL DE DOBLE BANDA LATERAL



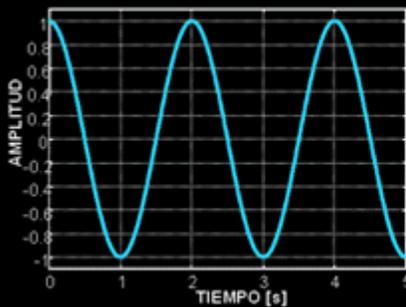
ESPECTRO DE UNA SEÑAL DE BANDA VESTIGIAL



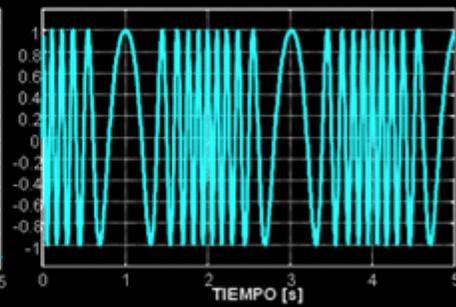
MODULACIÓN EN FRECUENCIA

- La **modulación en frecuencia** consiste en variar la frecuencia instantánea de la señal portadora en proporción directa a las variaciones de la señal moduladora.

SEÑAL MODULADORA

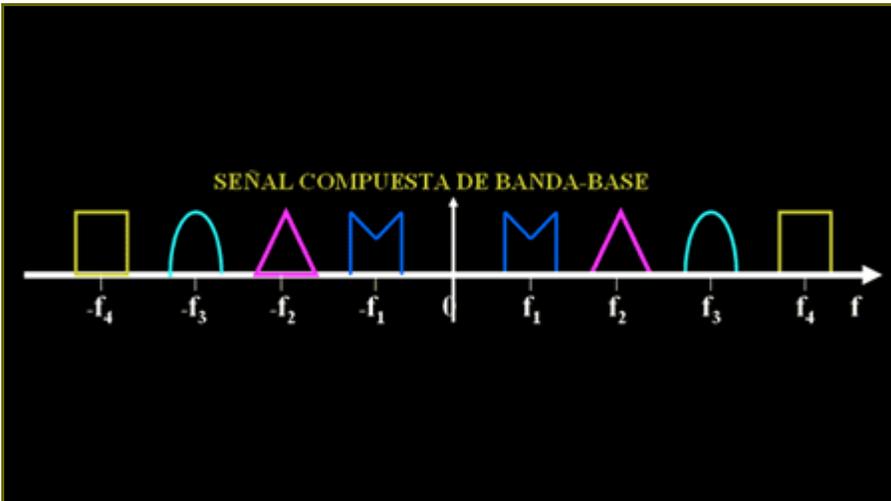


SEÑAL MODULADA EN FRECUENCIA



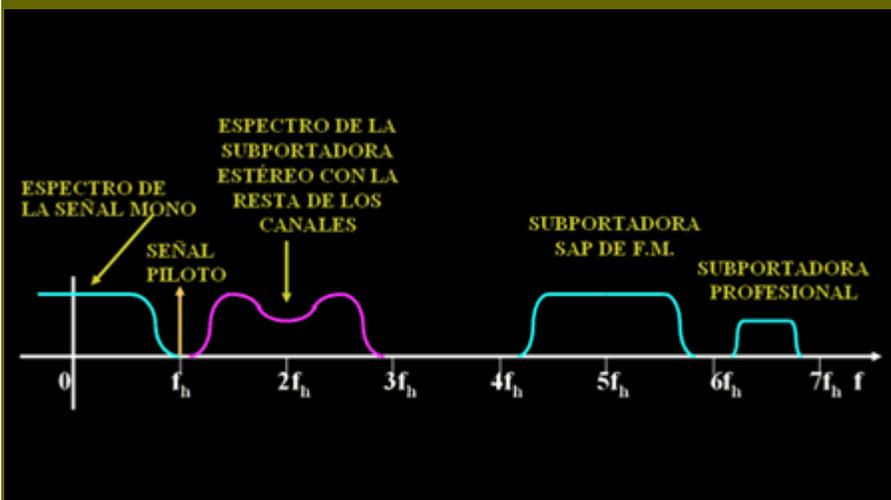
MULTICANALIZACIÓN POR DIVISIÓN EN FRECUENCIA

- La "**multicanalización por división en frecuencia**" (FDM, por sus siglas en inglés) consiste en la transmisión simultánea de varios mensajes a través de un canal de banda ancha.
- Las distintas señales modulan a subportadoras, formando un señal compuesta de banda base.
- La señal compuesta de banda base modula a una portadora principal para generar la señal FDM que se transmitirá a través del canal de banda ancha.

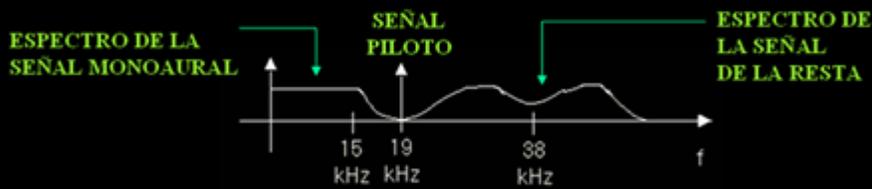


F.M. ESTÉREO

- La técnica de **multicanalización por división en frecuencia (FDM)** se emplea para generar la señal estereofónica de F.M. (F.M. estéreo).
- Para generar la **señal estéreo**, la señal de banda base se divide en una señal de canal derecho y en otra de canal izquierdo.
- A partir de estas señales, se genera una señal con la suma y otra con la resta de estos canales.
- La señal de la suma de los canales derecho e izquierdo corresponde a la **señal monoaural**.
- Con las dos señales se genera la señal compuesta de banda base que se modula en frecuencia.
- El espectro de la **señal compuesta** de banda base consiste en la combinación del espectro de la suma de los canales derecho e izquierdo (señal mono), del espectro de la resta de los canales y de una señal piloto.



- El **receptor** recupera los canales derecho e izquierdo sumando y restando las señales de la suma y de la resta.
- La **señal piloto** sirve para que los receptores de F.M. estéreo desplieguen una señal que le indique al radioescucha que la estación que sintoniza se transmite en estéreo.



- Teóricamente, podría utilizarse **cualquier tipo de modulación** en cualquier rango de frecuencias.
- Por razones políticas, comerciales y de orden, los gobiernos establecen regulaciones para especificar el **tipo de modulación**, el **ancho de banda** y el **tipo de información** que puede ser transmitido sobre una banda de frecuencia específica.
- A nivel internacional, la “**Unión Internacional de Telecomunicaciones**” (UIT) se encarga de expedir recomendaciones sobre el uso del espectro electromagnético.
- El **espectro electromagnético** se ha dividido en rangos o bandas de frecuencias específicas.
- A cada banda de frecuencia se le ha asignado un nombre, de acuerdo con sus siglas en inglés.
- La siguiente figura muestra la **distribución de las bandas** del espectro electromagnético con sus siglas distintivas.



- Los distintos servicios de telecomunicaciones se distribuyen en **bandas determinadas** del espectro.
- El servicio de **televisión abierta** en México se encuentra atribuido a las siguientes bandas:

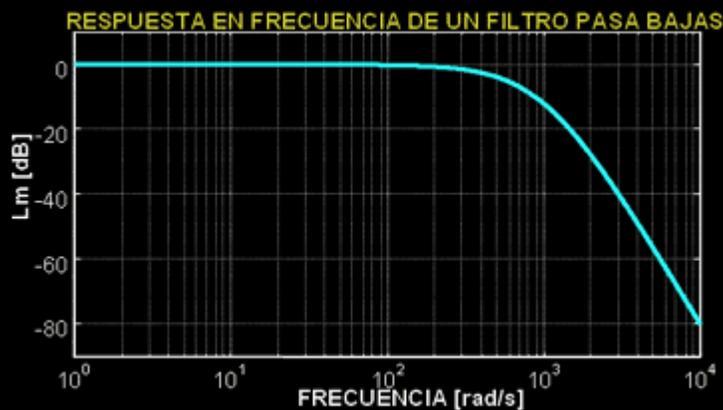


Filtros FILTROS

- Un “**filtro**” es un dispositivo selectivo en frecuencia.
- Los filtros se utilizan para permitir el paso de un rango de frecuencias y rechazar otro u otros rangos no deseables.
- Al **rango de frecuencias** que permite pasar un filtro se le conoce como “**banda de paso**”.
- Por el tipo de frecuencias que seleccionan, los filtros pueden clasificarse como:
 - **Pasa bajas.**
 - **Pasa altas.**
 - **Pasa bandas.**
 - **Rechaza bandas.**

FILTRO PASA BAJAS

- Un filtro pasa bajas permite el paso de bajas frecuencias y rechaza las frecuencias altas.

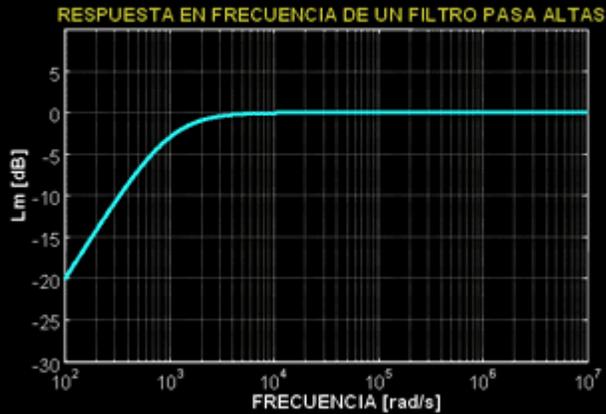


Maximizar

- Al valor de frecuencia en que la potencia de la señal cae 50% de su valor máximo se le conoce como “**frecuencia de corte**”

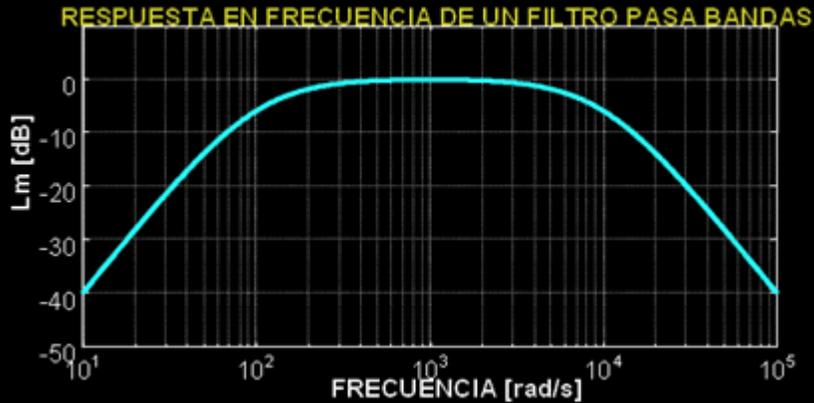
FILTRO PASA ALTAS

- Un filtro **pasa altas** permite el paso de frecuencias altas y rechaza las bajas frecuencias.



Maximizar

- Un filtro **pasa bandas** permite el paso de un rango específico de frecuencias mucho mayores que cero Hz.



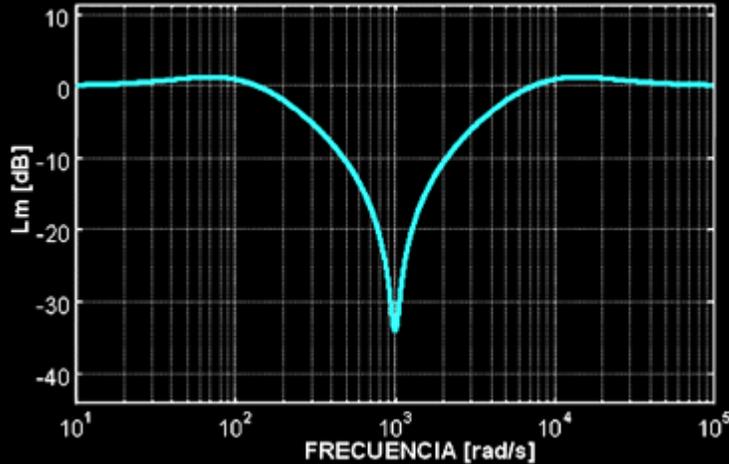
Interactivo



Maximizar

- El valor de frecuencia que se encuentra al centro de la banda de paso de un filtro pasa bandas se le conoce como "**frecuencia central**"
- Un filtro **rechaza bandas** rechaza el paso de una banda específica de frecuencias, pero permite el paso de frecuencias fuera de esa banda.

RESPUESTA EN FRECUENCIA DE UN FILTRO RECHAZA BANDAS



Maximizar

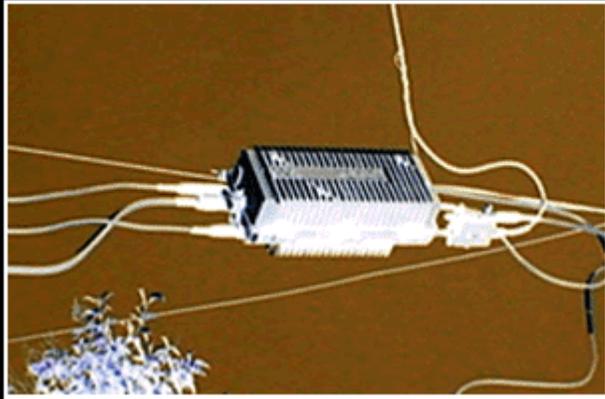
FILTROS

- En las **redes de cable** se utilizan filtros de distintos tipos para:
 - Separar un servicio de otro (como el servicio de **internet** del de **televisión**).
 - Bloquear secciones del espectro de frecuencia que contienen programación no autorizada para algún usuario particular (**trampas**).
 - **Aislar un canal** en particular dentro de la banda de canales de televisión.
 - Separar las bandas de flujo de información hacia el usuario de la banda de **retorno**.

AMPLIFICADORES

- Un **amplificador** es un dispositivo que le da ganancia a una señal.
- Si la señal de salida de un amplificador es 'K' veces la señal de entrada, se dice que el amplificador tiene una ganancia 'K'.
- En los sistemas de comunicación es indispensable el uso de dispositivos amplificadores.
- En equipos **transmisores**, los amplificadores se utilizan para darle a la señal un valor adecuado de potencia de salida.
- En los **receptores**, los amplificadores le dan ganancia a la señal de entrada para poder detectarla y amplifican la señal demodulada.
- Las **redes de cable** utilizan amplificadores tanto en las líneas troncales como en las de distribución.
- Los **amplificadores** se colocan a las separaciones adecuadas para mantener los niveles de señal convenientes a la entrada de los televisores en las instalaciones de los suscriptores.

Amplificador de Distribución

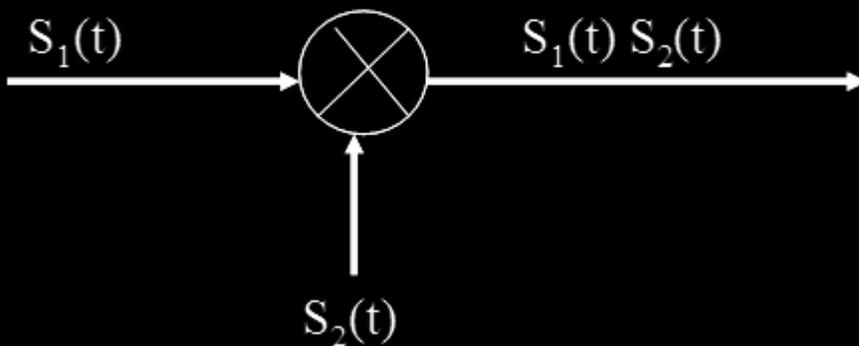


Maximizar

MEZCLADORES

- Un **mezclador** es un dispositivo que realiza el producto matemático de dos señales.
- Los mezcladores se utilizan tanto en las operaciones de **modulación** como de **demodulación** de señales.

MEZCLADOR

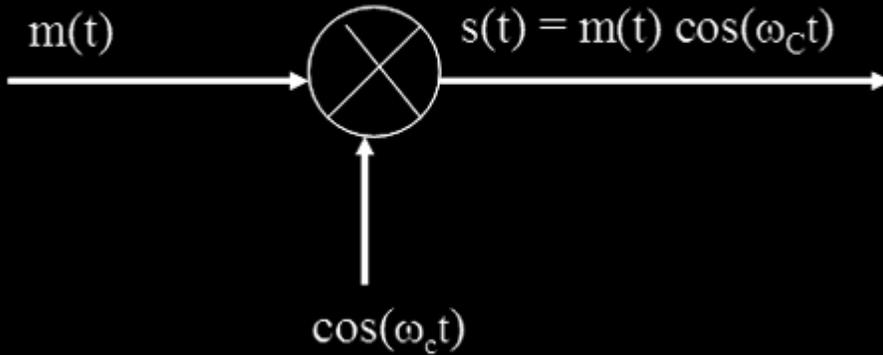


Maximizar

- Si en el mezclador se utilizan como entradas una señal moduladora $m(t)$ (MENSAJE) y una señal portadora $\cos(\omega_c t)$, el resultado será una señal modulada en amplitud:

$$s(t) = A \text{ sen } [\omega t + \phi]$$

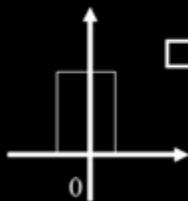
MODULADOR DE AM



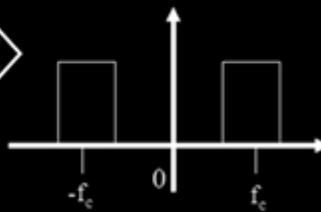
Maximizar

- Al multiplicar una señal moduladora en banda base $m(t)$ por una señal portadora cosenoidal $\cos(\omega_c t)$, el efecto es recorrer el espectro de frecuencia de la señal moduladora original a $\pm f_c$ Hertz.

ESPECTRO DE LA SEÑAL MODULADORA



ESPECTRO DE LA SEÑAL MODULADA EN AMPLITUD

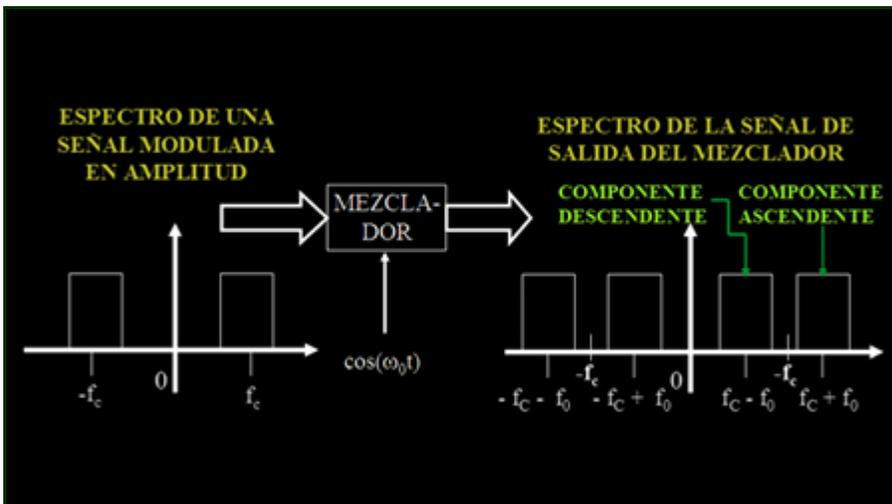


$\cos(\omega_c t)$



Maximizar

- Los mezcladores generan una “componente de conversión ascendente” y una “componente de conversión descendente”



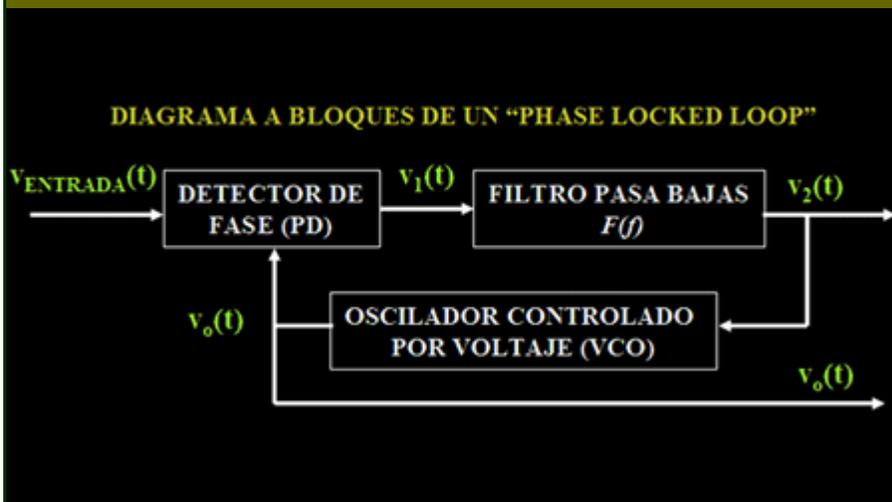
Maximizar

DETECTORES

- El **detector** o **demodulador** es un dispositivo que realiza la demodulación de una señal modulada.
- Según el tipo de modulación de la señal será el tipo de detector específico a utilizar.
- Existen **detectores** para modulación en amplitud, en frecuencia y en fase.
- Los detectores se clasifican en dos grandes grupos: “**coherentes**” y “**no coherentes**”.
- Los **detectores coherentes** requieren de una señal de referencia para demodular la señal.
- Los **detectores no coherentes** no requieren de una referencia, pero son menos eficientes.

PHASE LOCKED LOOP (PLL)

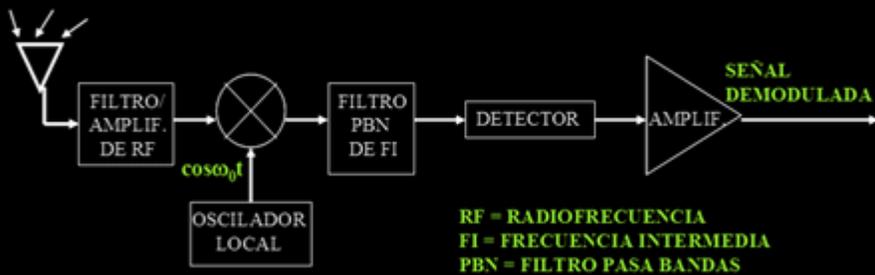
- El **PLL (dispositivo de amarre de fase)** es un sistema de control basado en la detección sensible de la fase mediante la diferencia de fase entre la señal de entrada y la señal de salida del oscilador local.



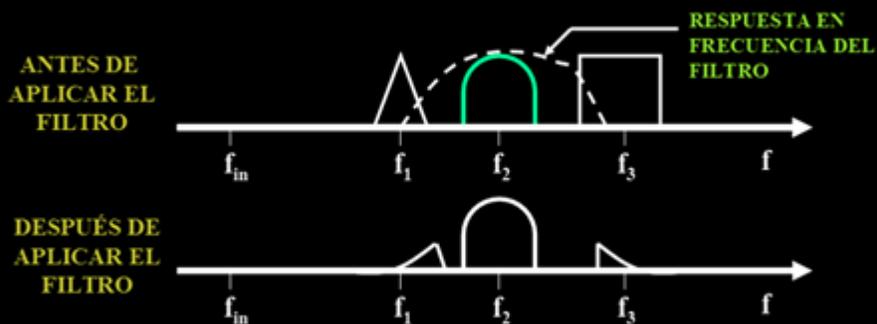
El receptor superheterodino

receptor superheterodino

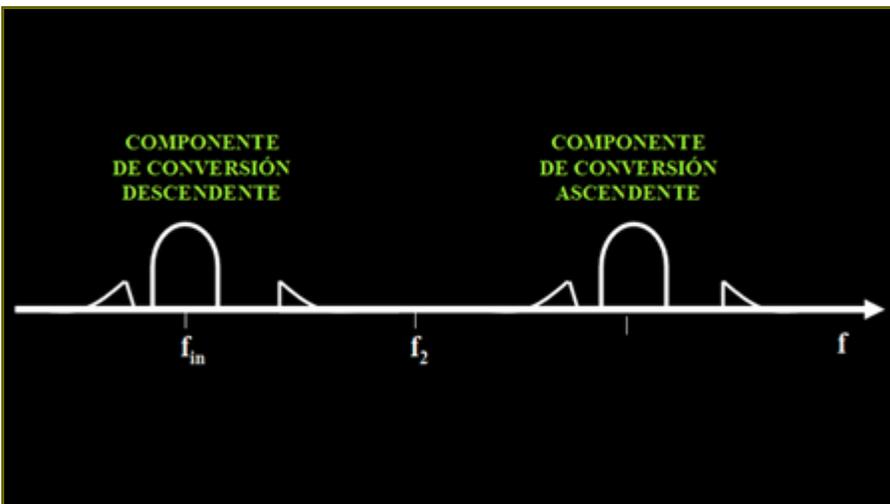
SEÑALES MODULADAS



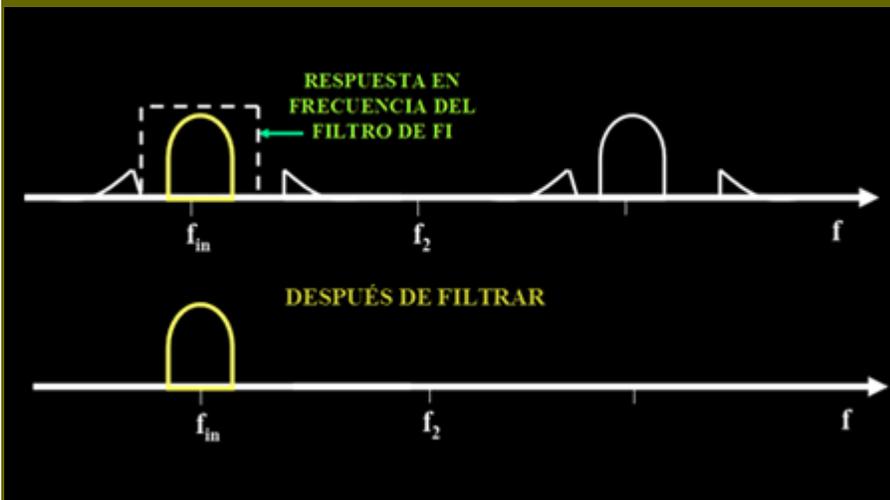
- En el receptor superheterodino el **filtro/ amplificador** de rf (radiofrecuencia) aísla la señal que deseamos recibir del resto de las señales que llegan a la antena.
- Este **filtro pasabandas** es genérico, por lo que tiene poca selectividad en frecuencia.



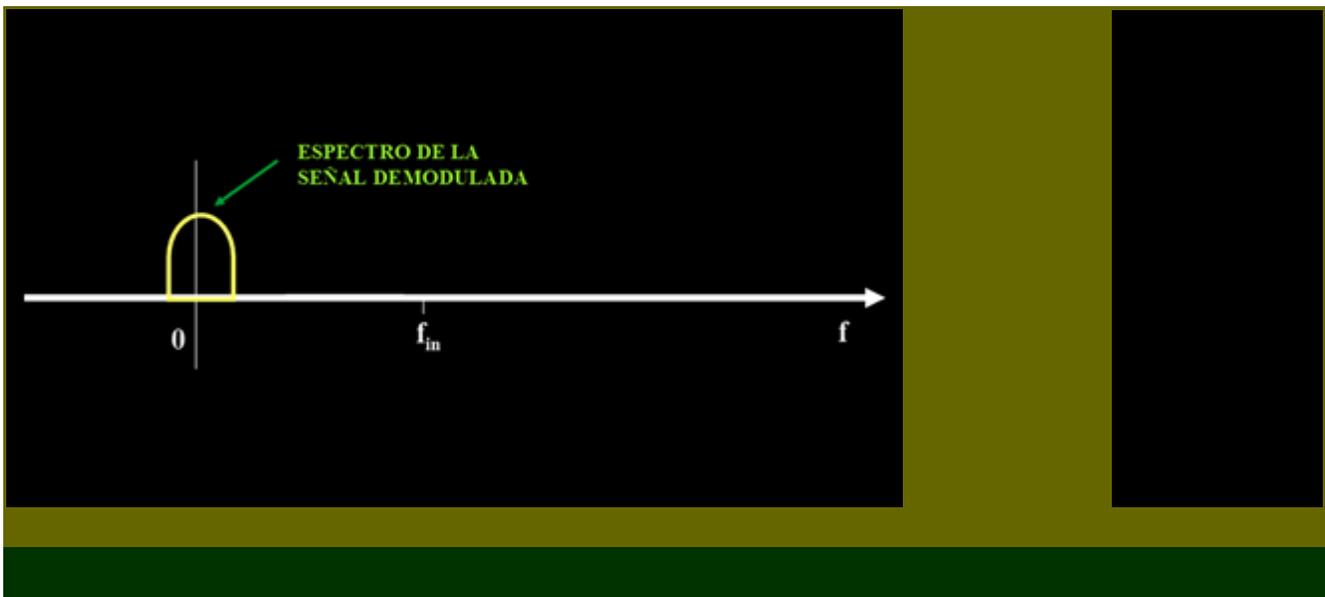
- El **mezclador** recorre el espectro en frecuencia de la señal filtrada, centrándolo alrededor de la "**frecuencia intermedia**" (f_{in}).
- Para desplazar el espectro, el mezclador utiliza la componente de conversión **ascendente** o **descendente**, según convenga.



- El **filtro de frecuencia intermedia** aísla perfectamente la señal a demodular, ya que es un filtro de alta selectividad en frecuencia.



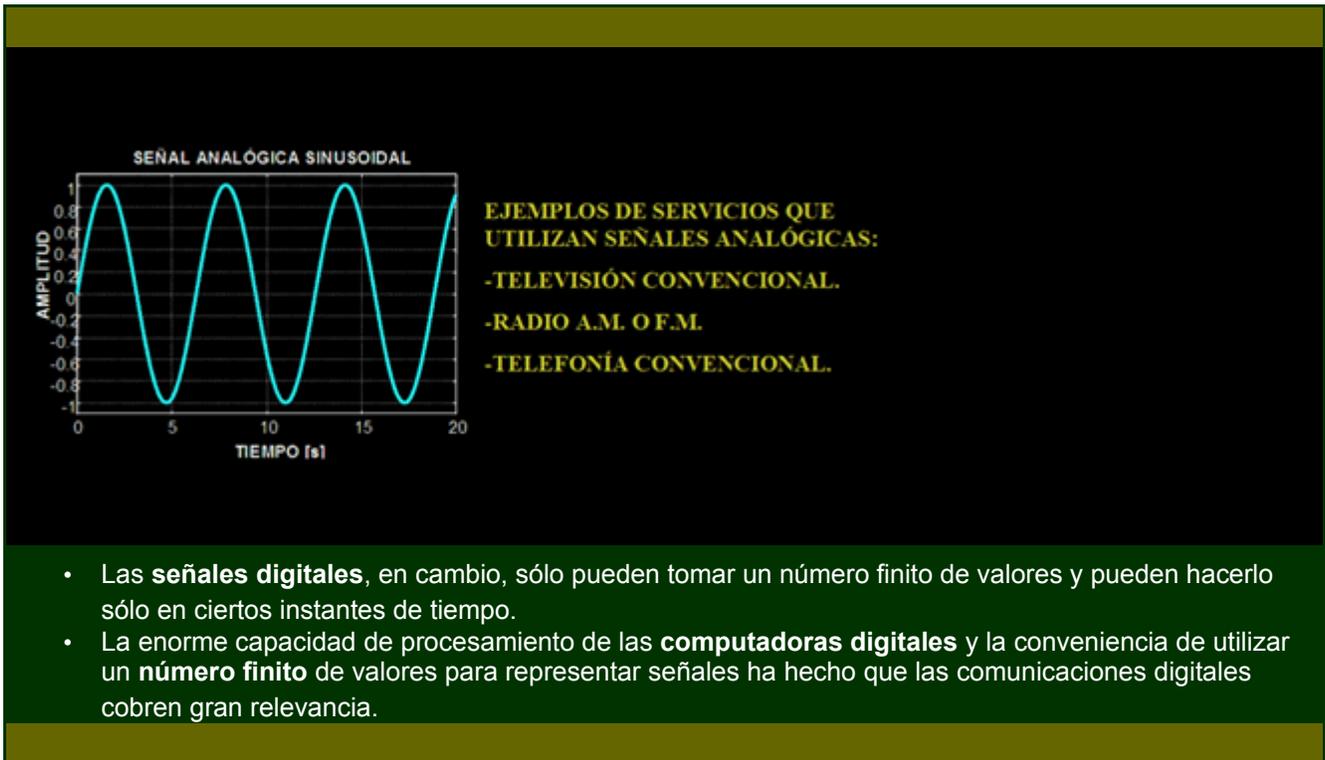
- El **detector** demodula la señal de frecuencia intermedia (es decir, recupera el espectro de la señal original) y el **amplificador** le da a la señal de salida la ganancia que necesita.



Señales Digitales

Muchos de los nuevos servicios que pueden prestarse a través de las redes de cable utilizan señales digitales en lugar de señales analógicas, como la de la televisión convencional.

- Una señal analógica puede tomar cualquier valor, dentro de un rango determinado, en **cualquier instante de tiempo**.



- Las **señales digitales**, en cambio, sólo pueden tomar un número finito de valores y pueden hacerlo sólo en ciertos instantes de tiempo.
- La enorme capacidad de procesamiento de las **computadoras digitales** y la conveniencia de utilizar un **número finito** de valores para representar señales ha hecho que las comunicaciones digitales cobren gran relevancia.

RELEVANCIA.

EJEMPLOS DE SERVICIOS QUE UTILIZAN SEÑALES DIGITALES:

- INTERNET.
- TRANSMISIÓN DE DATOS.
- TELEFONÍA DIGITAL.
- TELEVISIÓN DIGITAL.

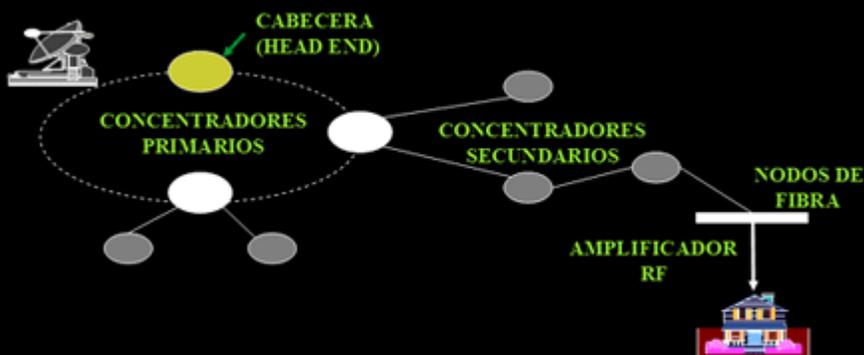


- Las **señales digitales** utilizan un **código binario** ('ceros' y 'unos') para representar a la información que se va a transmitir.
- La técnica '**PCM**' (modulación por codificación de pulsos, por sus siglas en inglés) es un método de conversión de señales analógicas a digitales que se utiliza comúnmente para representar señales de video y de audio.
- Varias señales digitales que tengan un origen distinto (video, audio y datos, por ejemplo) pueden **combinarse** dentro de un mismo canal de comunicación.
- La tendencia va hacia la **digitalización** de todos los servicios de comunicaciones incluyendo a la **televisión**.
- Las **señales digitales** pueden transmitirse a través de las redes de cable si se utilizan técnicas de modulación digital.
- Las **técnicas de modulación digital** comúnmente utilizadas en las redes de cable son "**QPSK**" (**señalización por corrimiento de fase**) y "**QAM**" (**modulación en amplitud en cuadratura**).
- Para poder recuperar las señales analógicas que utilizan los equipos terminales como los televisores, es necesario contar con equipos **decodificadores** que conviertan las señales digitales de regreso a sus representaciones analógicas originales.
- Los sistemas de cable que proveen servicios digitales requieren utilizar "**cajas decodificadoras**" en las casas de los suscriptores.

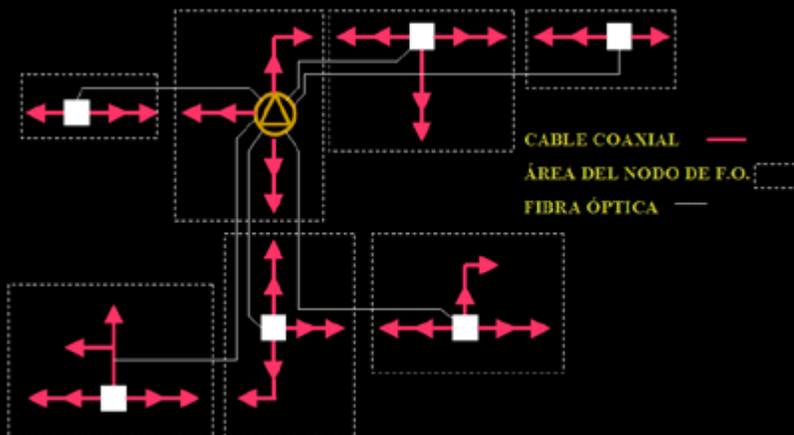
Redes HFC

Las **redes HFC** (redes híbridas fibra-coaxial) son una combinación de fibra óptica en la red troncal y de cable coaxial en la red de distribución y en la acometida.

- La siguiente figura muestra un ejemplo de una arquitectura de red HFC metropolitana.



- Las **señales de video** analógicas o digitales de diversas fuentes como los transpondedores de los satélites, la televisión abierta, y los servidores de video son multicanalizadas y transmitidas a través de fibra óptica desde la cabecera de la red de cable hacia los **concentradores primarios**.
- Del concentrador primario la señal pasa a concentradores secundarios, los cuales son utilizados para la distribución y multicanalización de las señales analógicas y digitales de video.
- En el **nodo de fibra** la señal óptica se convierte en señal eléctrica y se transmite al suscriptor a través del cable coaxial, utilizando diferentes tipos de **amplificadores de RF** y **taps**.
- En las redes **HFC** la red troncal une a cada nodo de la red con la cabecera con fibra óptica.



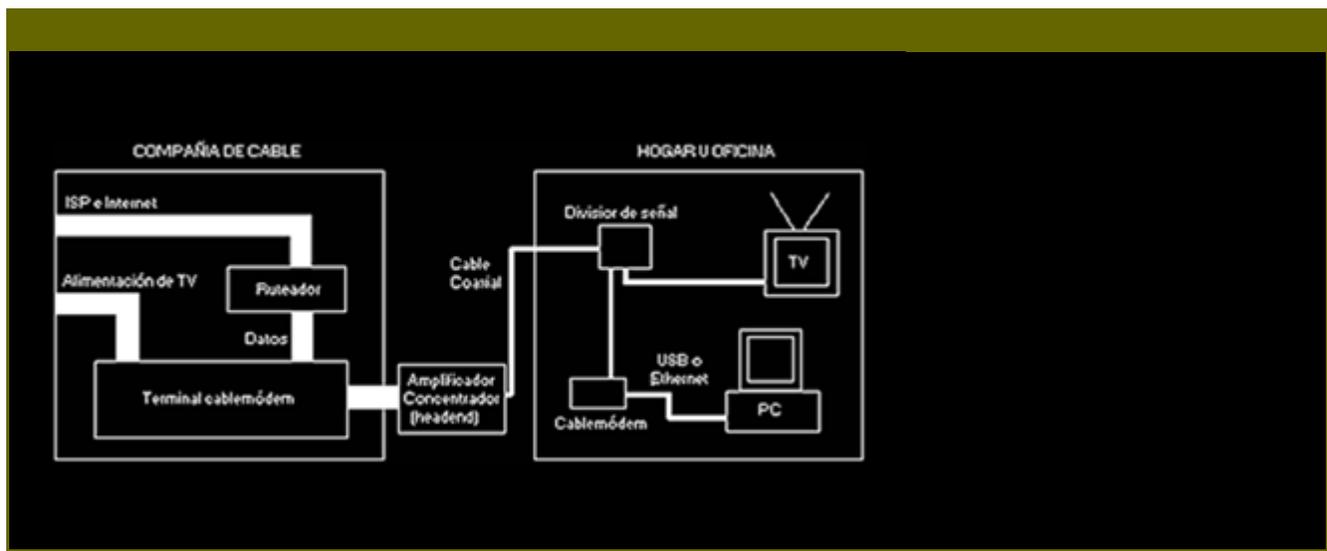
- A través de las redes HFC se pueden ofrecer servicios tanto **digitales** como **analógicos**:
- **Video analógico** y a veces voz.
- **Video digital** y datos.
- Tipos de **aplicaciones** utilizando redes HFC:
- **Televisión analógica (actual)**.
- **Redes locales de alta velocidad para transporte de datos**.
- **Servicios de telefonía**.
- **Video por demanda**.
- **Canales de compras**.
- **Video juegos**.

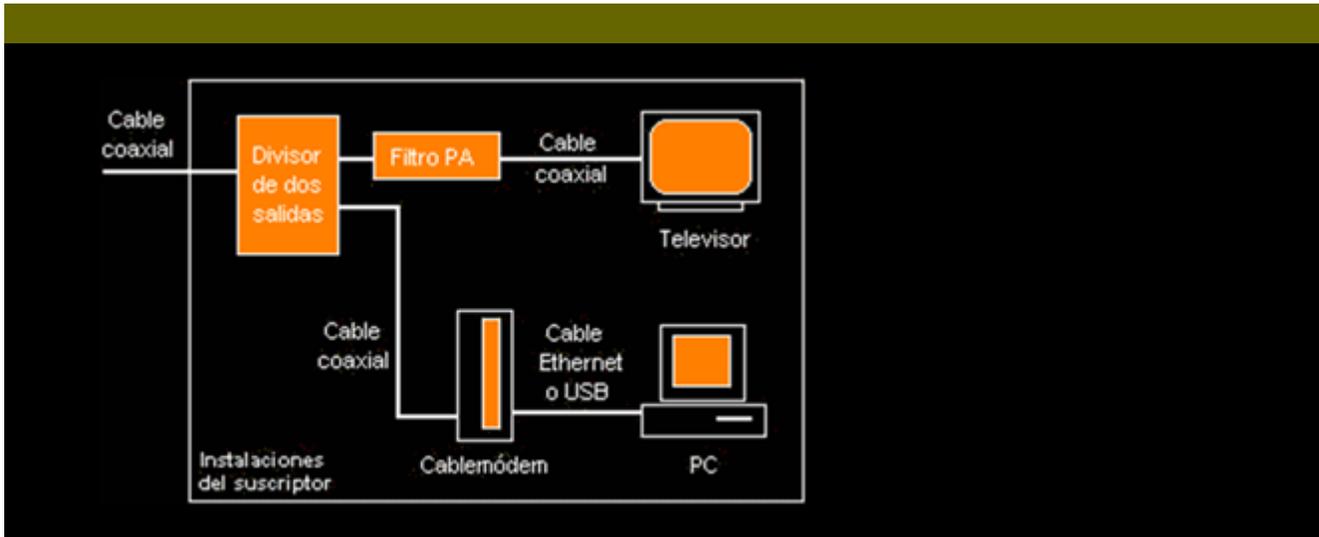
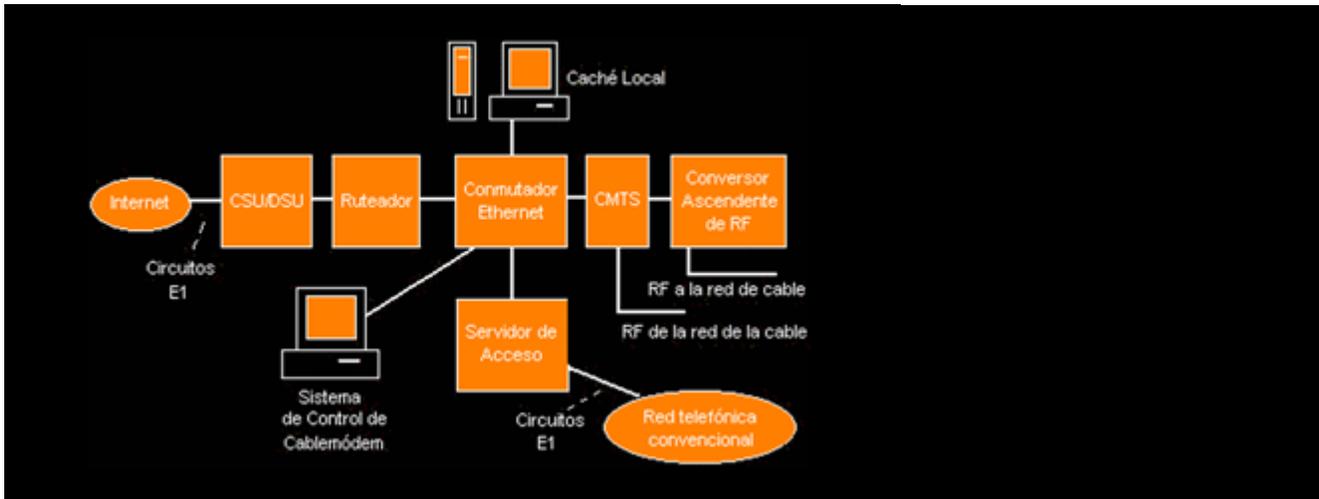
- **Canales de pago por evento.**

Transmisión de Datos en redes de Cable (cable-módem)

a transmisión de datos de una estación de trabajo a otra de una forma rápida es un requerimiento en toda corporación.

- Muchos cable-operadores actualmente tienen la capacidad de controlar las transferencias de datos a altas velocidades.
- La **transferencia de datos** se utiliza para las transmisiones de señales digitales a través de **cablemódems** para televisión digital (dtv), para internet y para selecciones de pago por evento.
- Las **redes de cable** tienen que encaminar sus operaciones no sólo a la provisión de programas de televisión, sino también a servicios de interconexión con computadoras dirigidos a un mundo digital.
- La provisión de servicios de transmisión de datos requiere, por lo general, de **redes bidireccionales**, en las que la información pueda viajar en ambos sentidos.
- Las redes tradicionales de cable fueron diseñadas para transmitir **señales de televisión** desde la cabecera hacia los suscriptores, por lo que no contaban con un “**canal de retorno**”.
- Para ofrecer servicios interactivos, las **redes de cable tienen que** modificarse para incluir la capacidad de transmitir datos hacia el usuario y desde el usuario.
- La conversión de una red de cable convencional a una red bidireccional implica un importante **reto técnico** y una **fuerte inversión** en equipo.
- Para la provisión de servicios de datos bidireccionales en las redes de cable se han establecido **estándares técnicos** y se han desarrollado **tecnologías apropiadas**.
- Dentro del espectro de frecuencias que utilizan las redes de cable, se ha separado la banda de **0 Hz a 40 MHz** para el “**canal de retorno**”.
- La transmisión de datos a través de las redes de cable se realiza utilizando “**cablemódems**”.
- Los cablemódems (que utilizan modulaciones **QPSK** y **QAM**) adecuan los datos digitales a la red de cable y consiguen tasas de transmisión hacia el suscriptor de hasta **2 Mbps** (millones de bits por segundo).
- La siguiente figura muestra la disposición general de un sistema de transmisión de datos por cable utilizando cablemódems.





- Es posible combinar **servicios digitales** de transmisión de datos con **servicios analógicos** de televisión en una misma red de cable.
- Por lo general, se asigna el equivalente a **un canal de televisión** (6 MHz.) para la transmisión de datos hacia el usuario.
- Tanto en la cabecera como en las instalaciones del suscriptor se colocan **filtros** que separan las señales de televisión de las de los datos.
- Con la finalidad de que los suscriptores cuenten con equipos terminales (cablemódems) de distintos fabricantes que sean compatibles entre sí, “**cablelabs**” ha diseñado una especificación técnica y operativa conocida como “**docsis**” (especificación de la interfaz del servicio de datos por cable), a la que deben apearse.

Telefonía

Existen dos formas en las que los cable operadores pueden participar en el servicio de telefonía: como competidor directo de una compañía local o como distribuidor de señales para otras compañías.

- La **telefonía** por cable funciona en forma similar a la línea telefónica residencial, pero se estima que tendrá una penetración del 5% del mercado.
- En la telefonía sobre redes HFC, los teléfonos locales están conectados por un par trenzado convencional a una caja dentro de la casa, generalmente llamada "**unidad de interfaz de red**" (NIU, por sus siglas en inglés).
- El establecimiento del servicio telefónico a través de las redes de cable impone varios retos a los cable operadores:
 - Se debe tomar en cuenta la forma en la que se suministrará la **energía eléctrica** para operar los aparatos receptores.
 - Es importante contar con los **respaldos adecuados** en caso de que el suministro de energía eléctrica falle.
 - Es importante considerar los parámetros de "**calidad de servicio**" del servicio telefónico que son mucho más rigurosos que los de la televisión por cable.
 - Un parámetro importante en la telefonía es la "**norma de los 4 nueves**", que se refiere a que el servicio deberá estar disponible el 99.99% del tiempo.
- Existen dos modalidades distintas para proveer el servicio telefónico a través de las redes de cable:
 - **Telefonía convencional en redes HFC.**
 - **Telefonía sobre IP (protocolo de internet).**
- La telefonía convencional requiere del establecimiento de costosas centrales telefónicas en las redes de cable.
- La telefonía sobre IP está siendo una alternativa mucho más atractiva para las futuras redes de cable, aprovechando la migración de las redes hacia la provisión de **servicios digitales**.
- Las especificaciones de docsis establecen parámetros para que pueda prestarse telefonía sobre IP, utilizando cablemódems debidamente certificados.

Tomado de <http://www.cableeducacion.org.mx/micrositios/redes2/>