

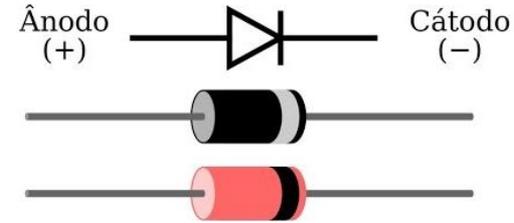
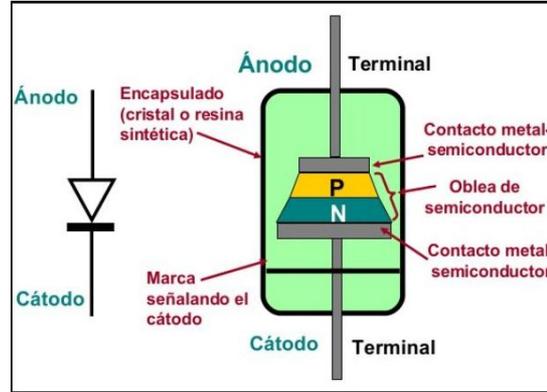
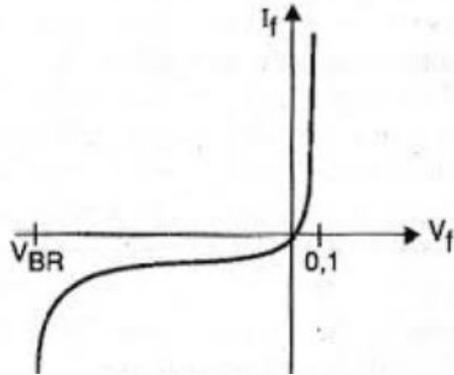
# Hardware para el laboratorio

Laboratorio II

Horacio Arnaldi

# Diodos

- Dispositivo semiconductor
- Unión PN

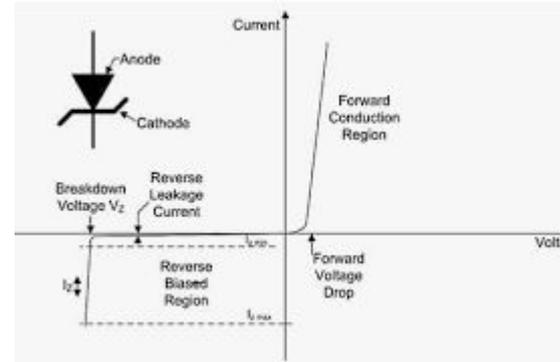
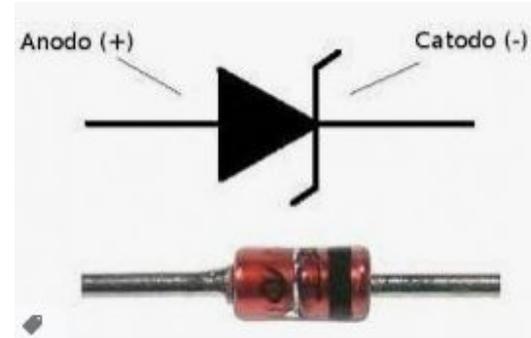
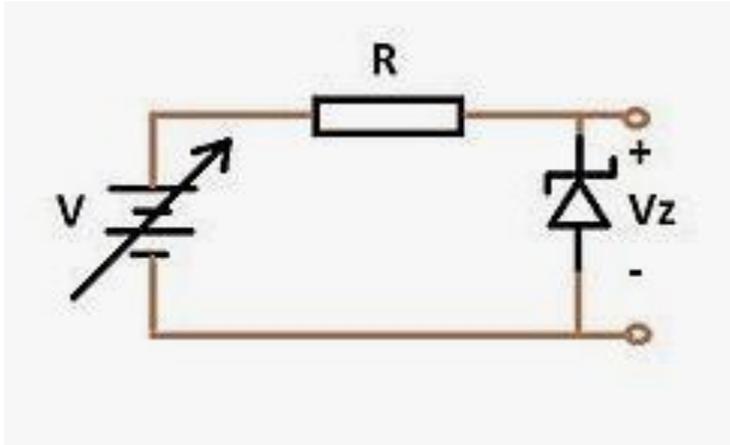


$$I = I_S e^{V_D / (nV_T)}$$

$$V_T = \frac{kT}{q}$$

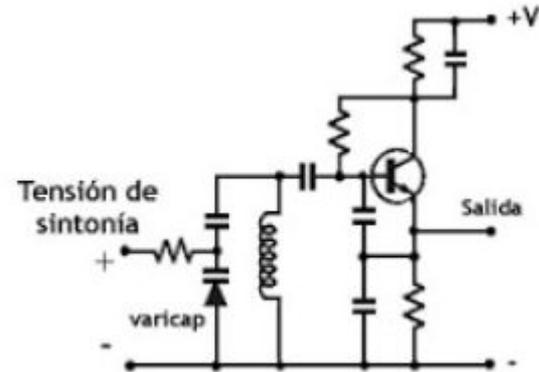
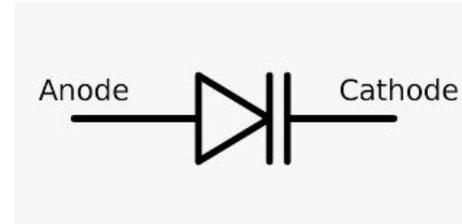
# Tipos de diodos: Zener

- Reguladores de tensión
- Trabajan polarizados en inversa



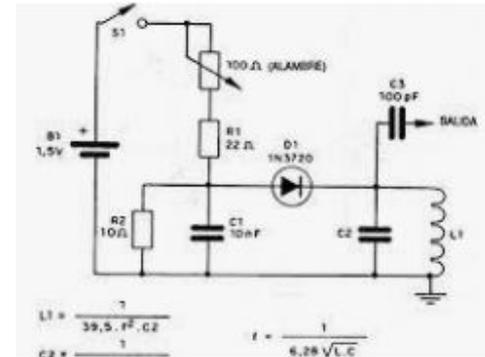
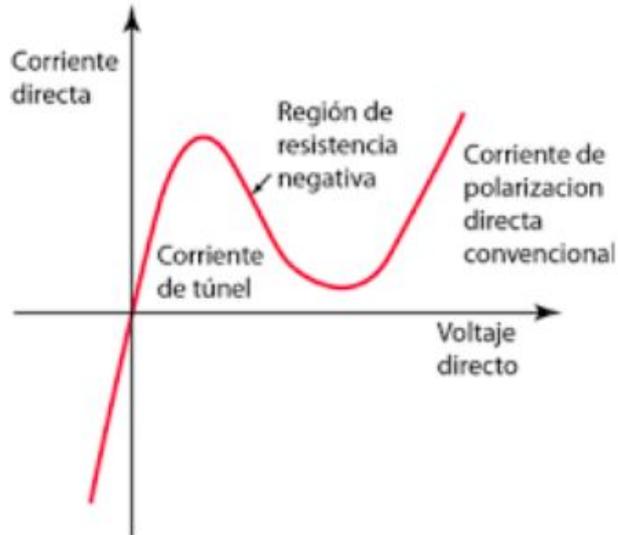
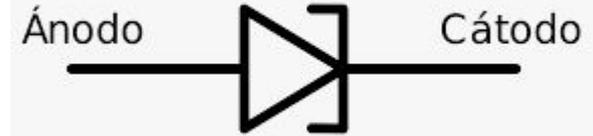
# Tipos de diodos: **Varactor**

- También llamado de capacidad variable o **varicap**
- Presenta una capacitancia variable con la tensión aplicada
- Se utiliza principalmente en los circuitos sintonizadores de TV y en los receptores de radio en FM



# Tipos de diodos: Túnel

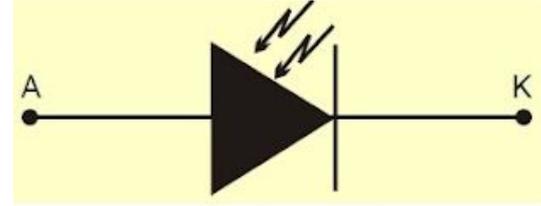
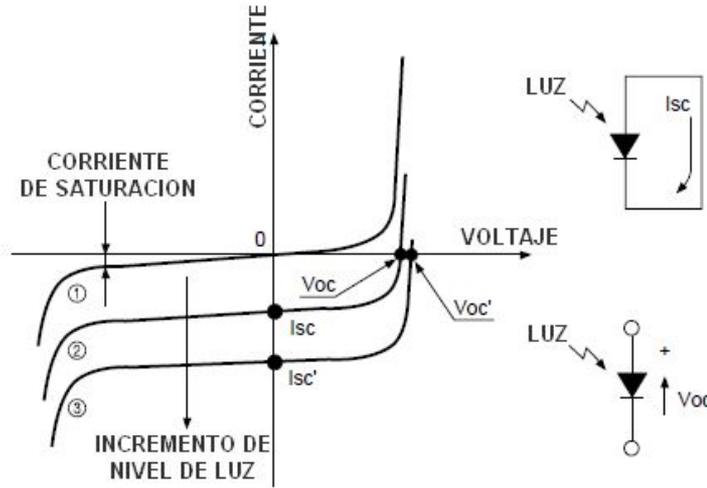
- La presencia del tramo de **resistencia** negativa permite su utilización como componente activo (amplificador/oscilador)
- Debido a la alta concentración de carga, los diodos túnel son muy rápidos, pueden usarse en **temperaturas muy bajas**, **campos magnéticos de gran magnitud** y en entornos con **radiación alta**



Oscilador con diodo túnel

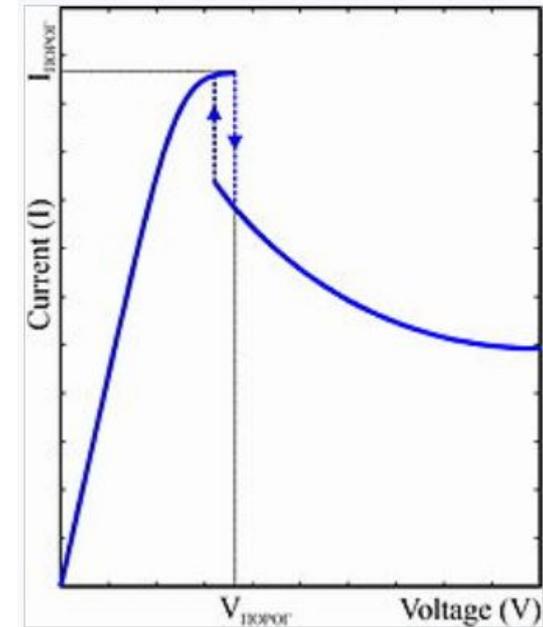
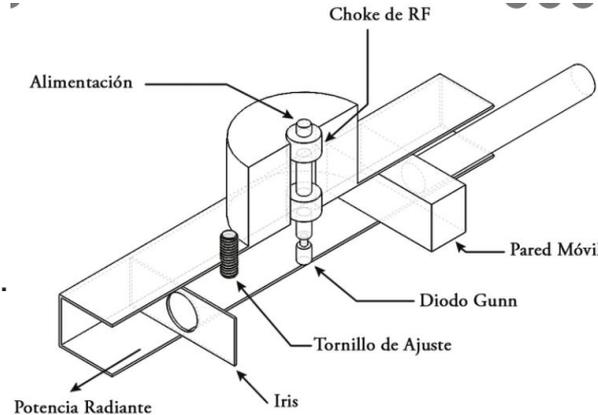
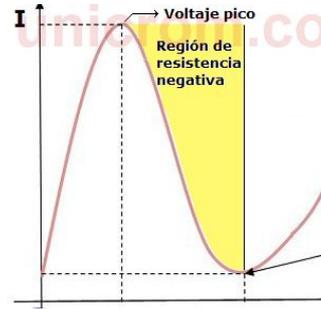
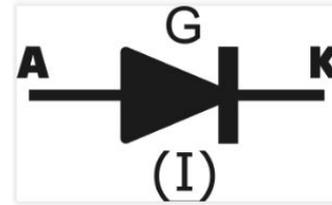
# Fotodiodo

- es un semiconductor construido con una unión PN, sensible a la incidencia de la luz **visible** o **infrarroja**



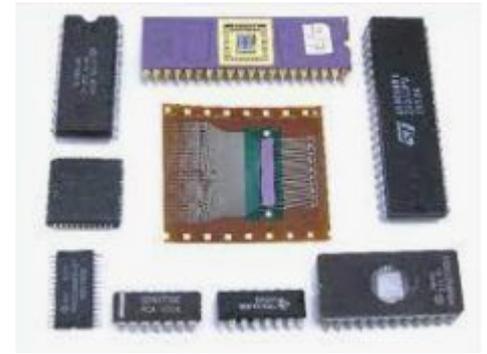
# Diodo Gunn

- Es usado en la electrónica de potencia y de alta frecuencia.
- A diferencia de los diodos ordinarios contruidos con regiones de dopaje P o N, **solamente tiene regiones del tipo N**, razón por lo que impropriadamente se le conoce como diodo.
- Son usados para construir osciladores en el rango de frecuencias comprendido entre los 10 Gigahertz y frecuencias aún más altas (hasta Terahertz).



# Familias Lógicas Digitales

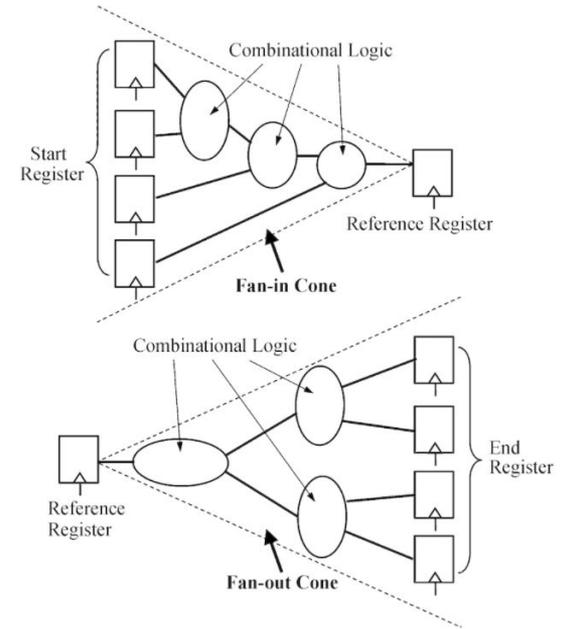
- La familia lógica indica el **tipo de circuito lógico utilizado** en el CI
- Una configuración de circuitos o un arreglo especial de los elementos de circuito en una manera especial resultará en una **familia lógica**
- El conjunto de CI digitales pertenecientes a la misma familia lógica son **compatibles eléctricamente**



# Características de las familias lógicas

Las principales características de las familias lógicas incluyen:

- Velocidad
- Fan-in
- Fan-out
- Inmunidad al ruido
- Disipación de potencia



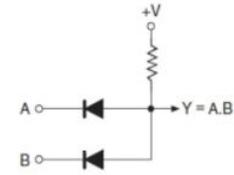
# Una clasificación general:

- Dispositivos bipolares
- Dispositivos semiconductores de metal-óxido
- Dispositivos híbridos

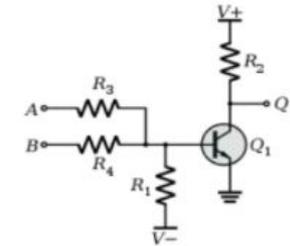
TTL (transistor-transistor-logic; LS: Low power Schottky)	CMOS (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor)
7408 – 74LS08 cuádruple AND – 2 entradas	4081 cuádruple AND – 2 entradas
7400 – 74LS00 cuádruple NAND – 2 entradas	4011 cuádruple NAND – 2 entradas
7432 – 74LS32 cuádruple OR – 2 entradas	4071 cuádruple OR – 2 entradas
7402 – 74LS02 cuádruple NOR – 2 entradas	4001 cuádruple NOR – 2 entradas
7404 – 74LS04 sextuple NOT	4069 sextuple NOT
7414 o 74LS14 sextuple NOT Schmitt-trigger	
74132 cuádruple NAND Schmitt-trigger – 2 ent	4093 cuádruple NAND Schmitt-trigger – 2 ent

# Tipos de familias bipolares:

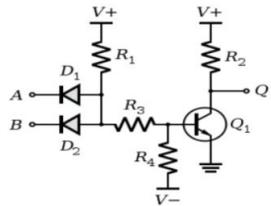
- Diode Logic (DL)
- Resistor Transistor Logic (RTL)
- Diode Transistor Logic (DTL)
- Transistor-Transistor Logic (TTL)
- Emitter Coupled Logic (ECL) o Current Mode Logic (CML)
- Integrated Injection Logic (IIL)



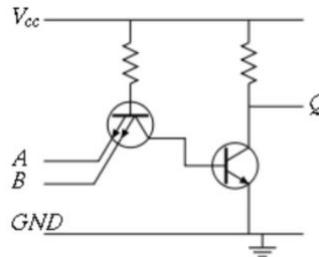
DL



RTL



DTL



TTL

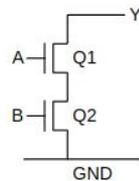


# Familias MOS

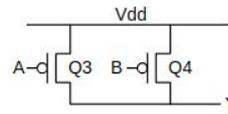
- MOS viene de **Metal Oxide Semiconductor**
- En estos, los **MOSFET** (Metal Oxide Semiconductor Field-Effect Transistor) son fabricados en chip
- Se utilizan en el campo LSI (**Large Scale Integration**) porque se pueden empaquetar más MOSFETs en el mismo área

## Tipos de familias CMOS:

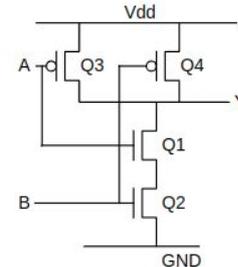
- Familia P-MOS
- Familia N-MOS
- Familia C-MOS



Series Connection  
Y <= GND when  
A and B = Vdd



Parallel Connection  
Y <= Vdd when  
A or B = GND



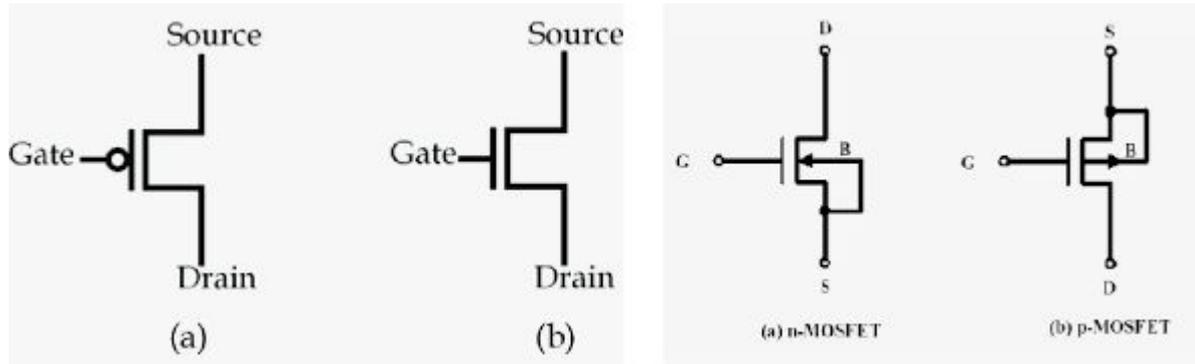
NAND Logic Gate Connection  
Y <= GND iff A and B = Vdd

A	B	Y
GND	GND	Vdd
GND	Vdd	Vdd
Vdd	GND	Vdd
Vdd	Vdd	GND

NAND Logic Gate  
Operation Table

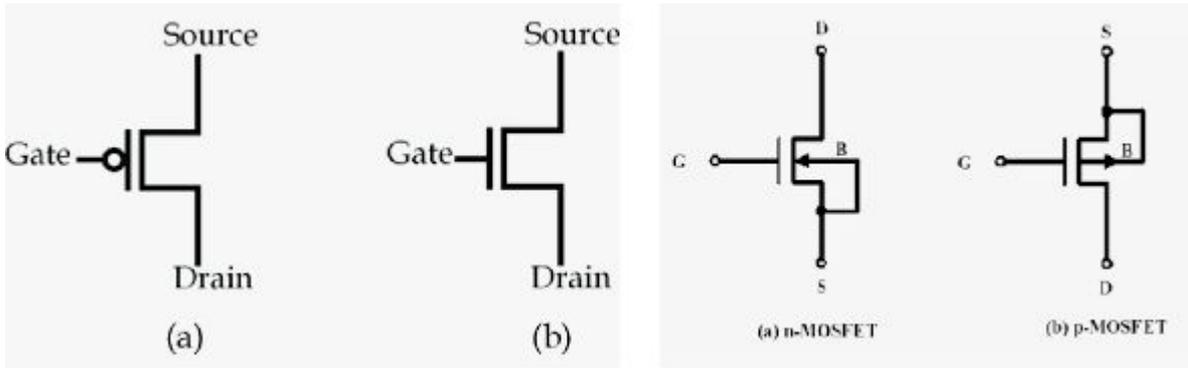
# PMOS

- P-MOS viene de **P-channel** MOSFET
- Hace uso de transistores MOSFET mejorados (enhancement) de canal P para formar los bloques de compuertas básicas
- No hay resistores en estos circuitos (incluso las polarizaciones se hacen con MOSFETs)



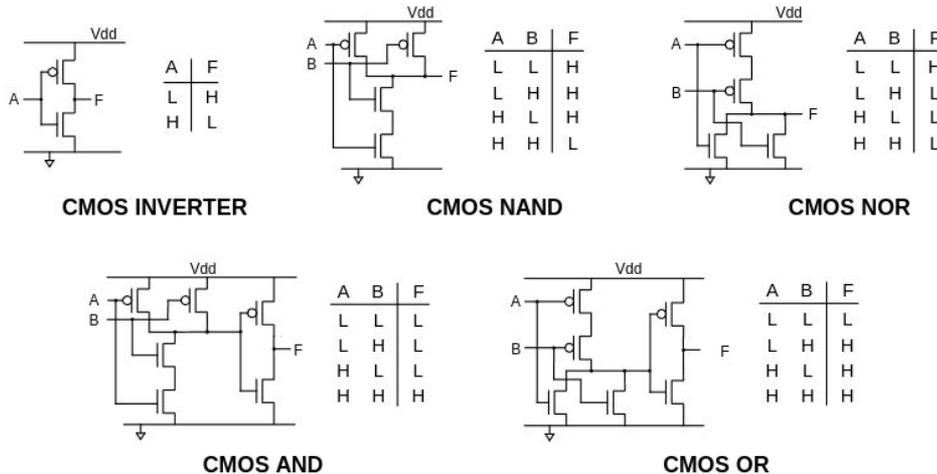
# NMOS

- N-MOS viene de **N-channel** MOSFET
- Los dispositivos N-MOS son **más comunes** porque **el proceso N-channel es más fácil de realizar que el proceso P-channel**
- Los N-MOS son utilizados ampliamente en microprocesadores y microcircuitos



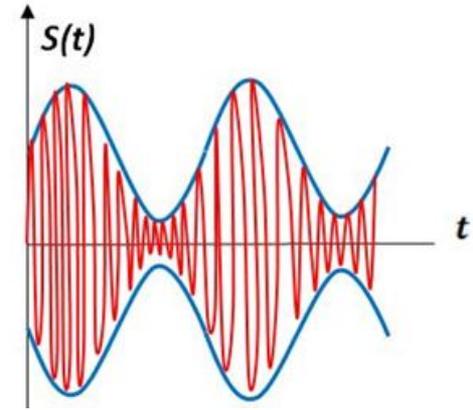
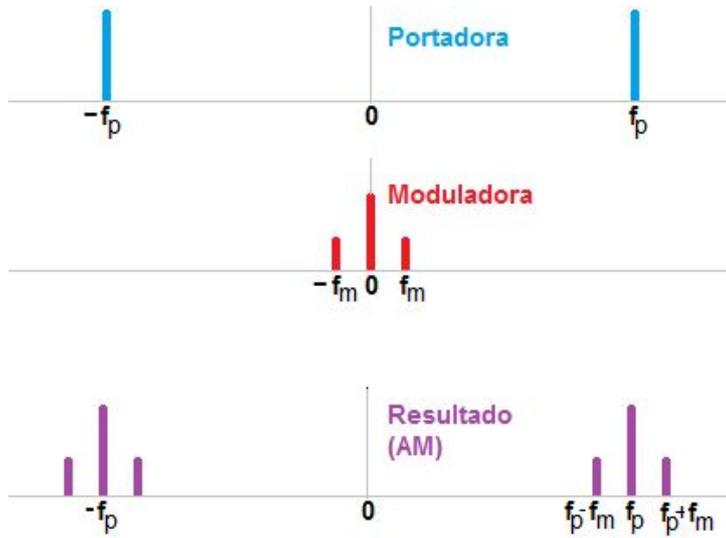
# CMOS

- CMOS viene de **Complementary MOSFET**
- Los dispositivos CMOS son chips en los cuales se conectan dispositivos P-channel y N-channel en una **configuración push-pull**
- Los CMOS son dispositivos simples, pequeños, baratos de fabricar y tienen muy poco consumo de potencia



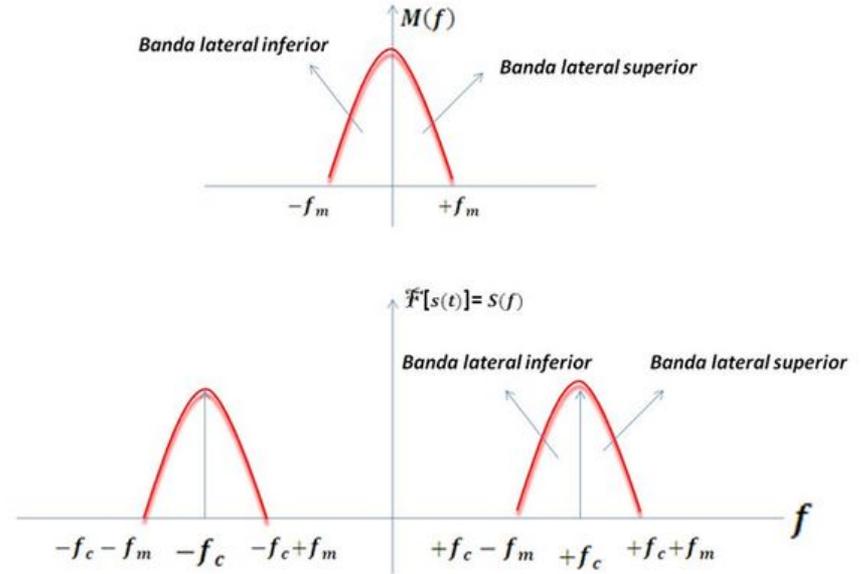
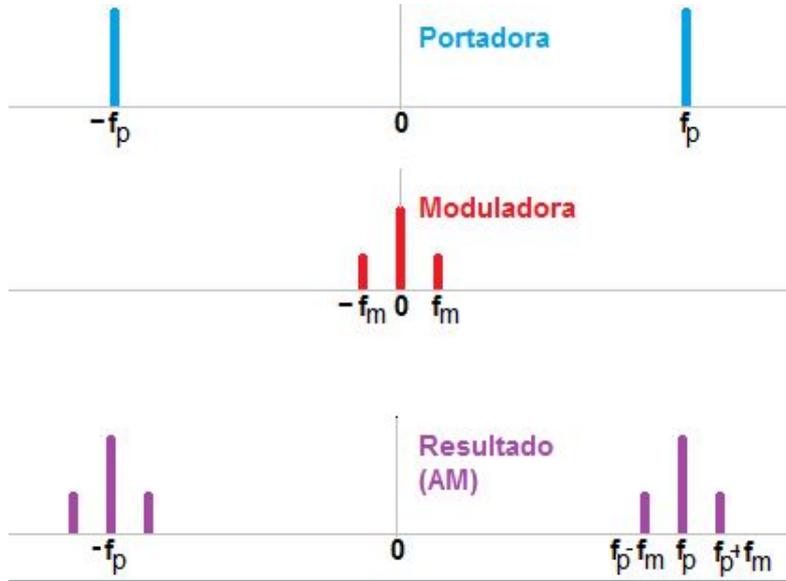
# Modulación de señales

- Una de las herramientas más importantes de un sistema de comunicación es la **modulación**
- es un proceso de **traslación de frecuencia**

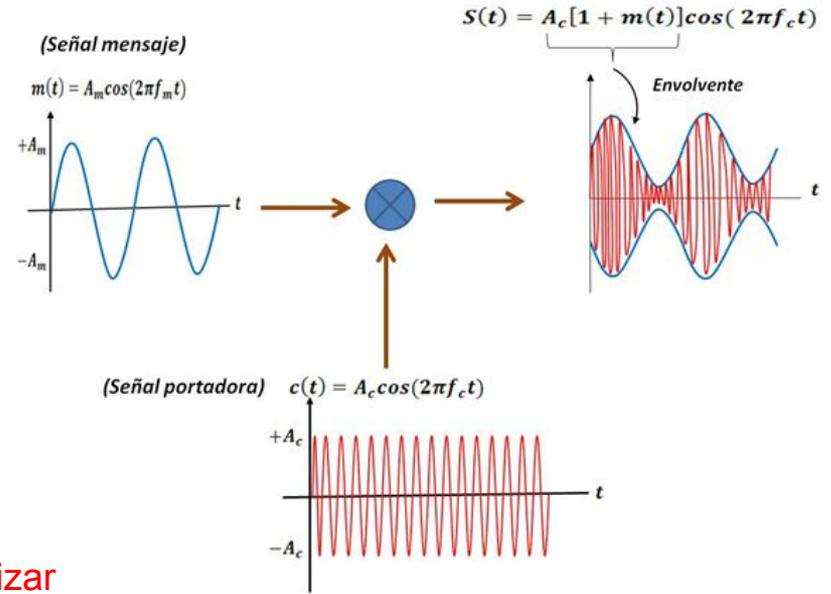
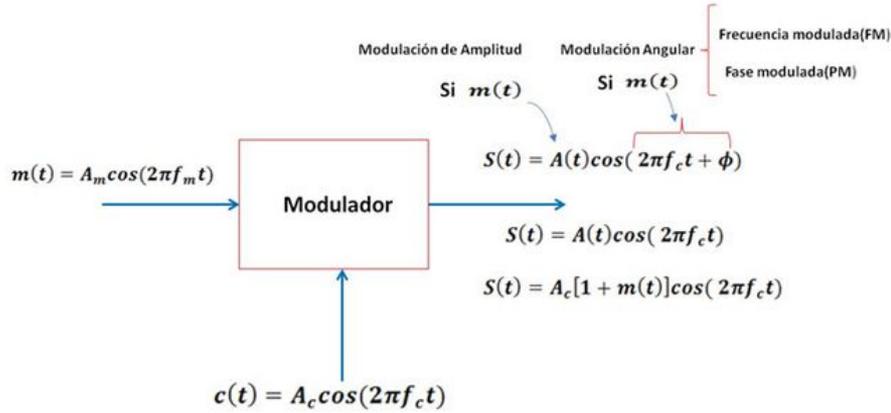


$$V_{am}(t) = \text{sen}(2\pi f_c t) + \frac{1}{2} \cos [2\pi(f_c - f_m)t] - \frac{1}{2} \cos [2\pi(f_c + f_m)t]$$

# Espectro de una señal modulada

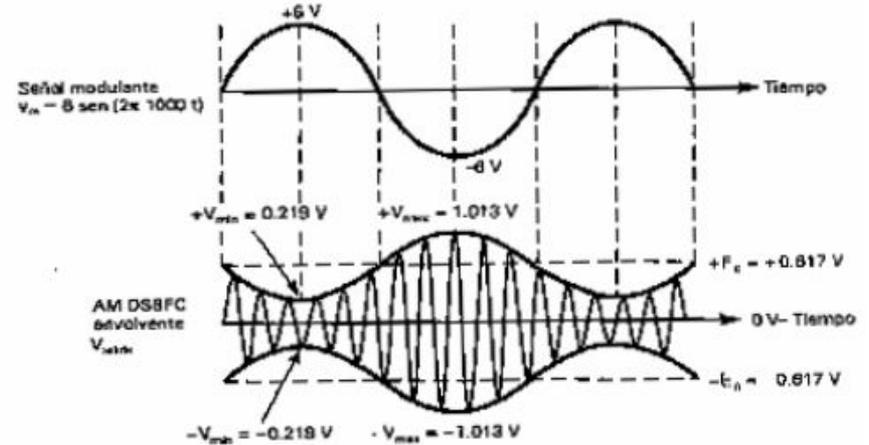
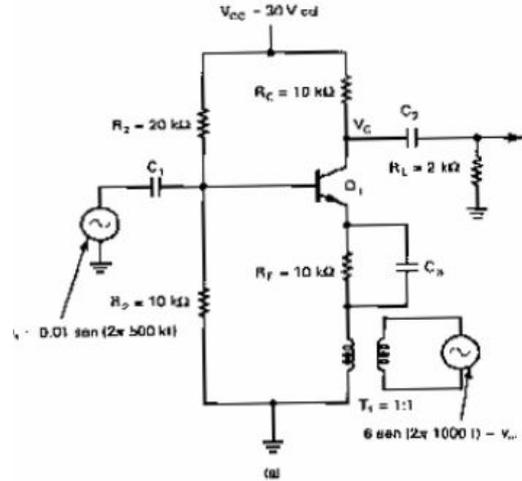


# Modulación de señales



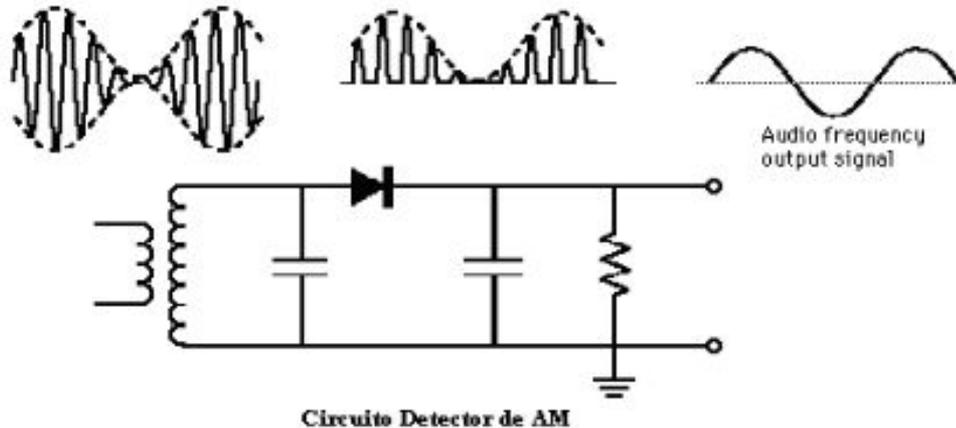
Necesidad de un dispositivo no-lineal para realizar la mezcla de señales

# Generación de AM: Modulador de emisor simple



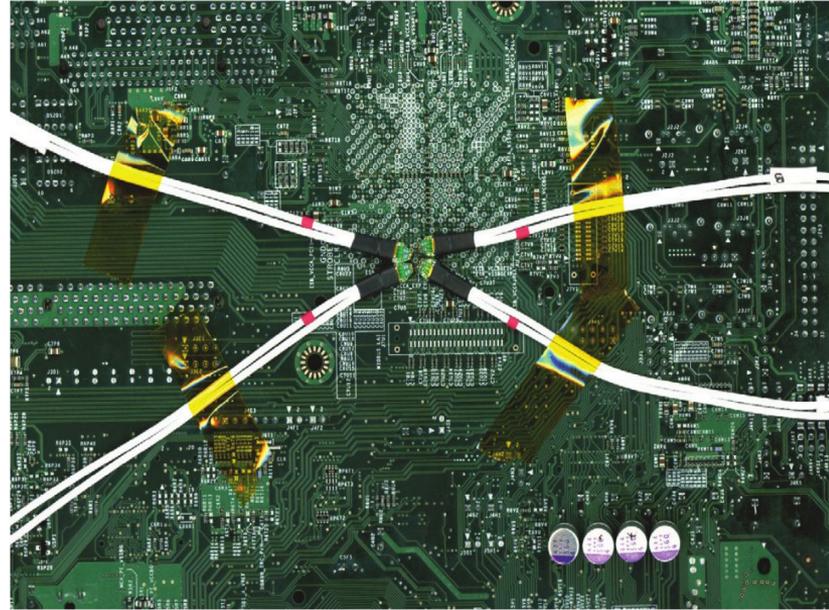
# Recepción de AM: detector con diodo

- es la forma más sencilla y efectiva de recepción de señales AM
- también llamado **detector de envoltente**



# Osciloscopios: puntas de prueba (sonda)

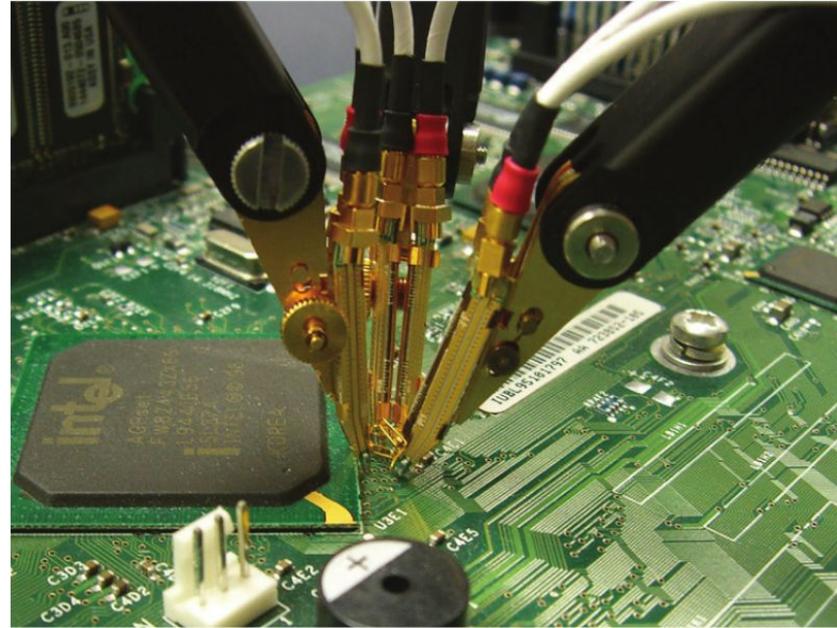
- Una sonda funciona junto con un osciloscopio como parte del sistema de medición.
- Las mediciones de precisión comienzan en la punta de la sonda.
- Las sondas **correctamente adaptadas** al osciloscopio y el dispositivo bajo prueba (DUT) no solo permiten que la señal llegue al osciloscopio de manera limpia, sino que también amplifican y preservan la señal para la mayor **integridad de la señal** y **precisión de medición**.





# Tipos de sondas: Activas

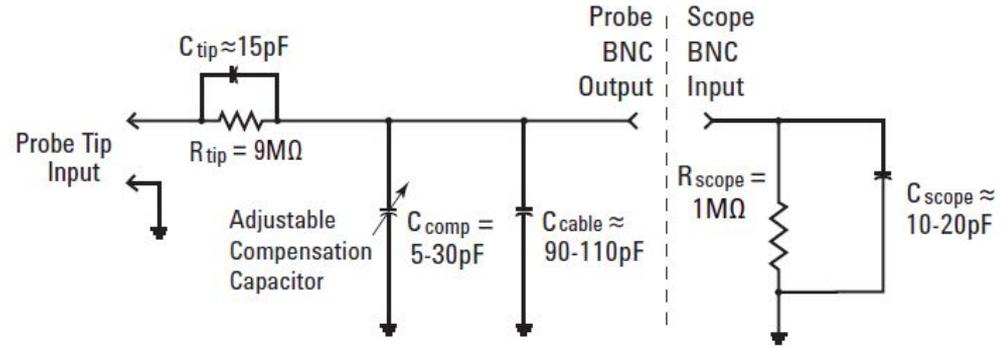
- El aumento de las **velocidades de señal** y las familias lógicas de **bajo voltaje** hacen que los resultados de medición precisos sean difíciles de lograr
- La fidelidad de la señal y la carga del dispositivo son problemas críticos
- Utilizan circuitos integrados especialmente desarrollados para **preservar la señal** durante el acceso y la transmisión al osciloscopio
- Pueden realizar mediciones diferenciales, **de un solo extremo** y en **modo común** desde la misma configuración de sonda.



# Tipos de sondas: puntas lógicas



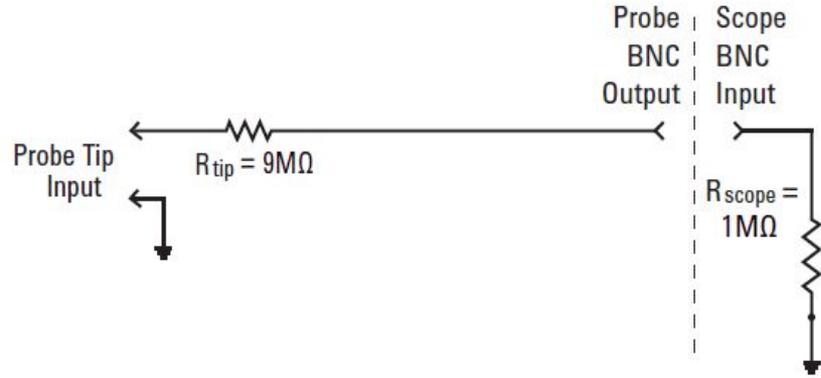
# Sonda 10:1 pasiva



Pasivo: no incluye elementos activos como transistores o amplificadores.

10 a 1: reduce la amplitud de la señal entregada a la entrada BNC del osciloscopio en un factor de 10. También aumenta la impedancia de entrada en 10X.

# Modelo DC/baja frecuencia

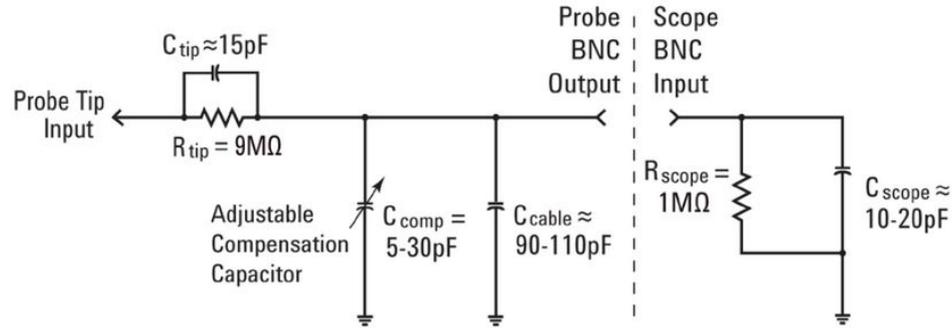


Modelo de baja frecuencia / DC: se simplifica a una resistencia de  $9\text{ M}\Omega$  en serie con la terminación de entrada de  $1\text{ M}\Omega$  del osciloscopio.

## Factor de atenuación de la sonda:

- Algunos osciloscopios detectan automáticamente sondas 10: 1 y ajustan todas las configuraciones verticales y mediciones de voltaje en relación con la punta de la sonda.
- Algunos osciloscopios requieren la entrada manual de un factor de atenuación de sonda 10: 1.

# Modelo AC/dinámico de la sonda



**Passive 10:1 Probe Model**

- ❖  $C_{scope}$  y  $C_{cable}$  son capacidades inherentes/parásitas (no diseñadas intencionalmente)
- ❖  $C_{tip}$  y  $C_{comp}$  están diseñados intencionalmente para compensar  $C_{scope}$  y  $C_{cable}$ .
- ❖ Con una compensación de sonda ajustada correctamente, la atenuación dinámica/CA debida a las reactancias capacitivas dependientes de la frecuencia debe coincidir con la atenuación del divisor de voltaje resistivo diseñado (10: 1).

$$\frac{1}{2\pi f C_{tip}} = \frac{9}{2\pi f C_{parallel}}$$

Donde  $C_{parallel}$  es la combinación paralela de  $C_{comp} + C_{cable} + C_{scope}$

# Compensando la sonda



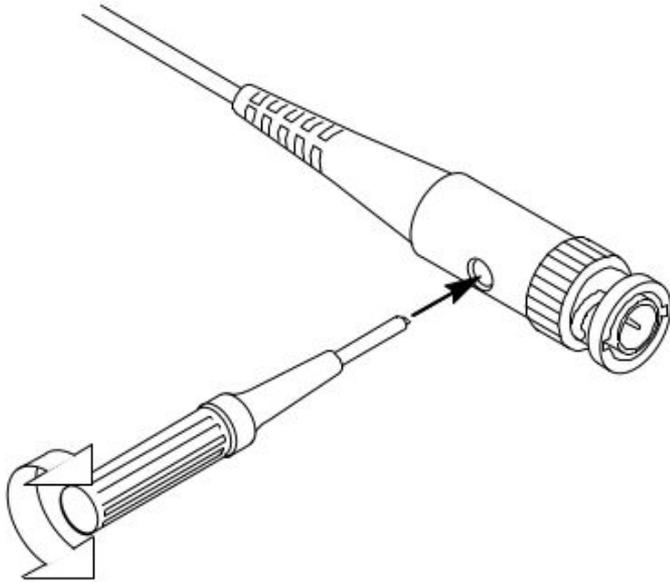
**Proper Compensation**



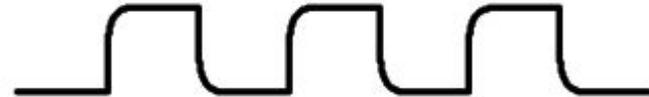
**Channel-1 (yellow) = Over compensated  
Channel-2 (green) = Under compensated**

- Conecte las sondas Channel-1 y Channel-2 al terminal "Probe Comp".
- Ajuste las perillas V/div y s/div para mostrar ambas formas de onda en la pantalla.
- Con un destornillador pequeño de punta plana, ajuste el condensador de compensación de sonda variable ( $C_{comp}$ ) en ambas sondas para obtener una respuesta plana (cuadrada).

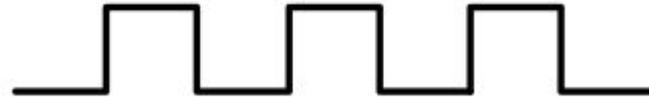
# Compensación manual de la sonda



Sobrecompensado



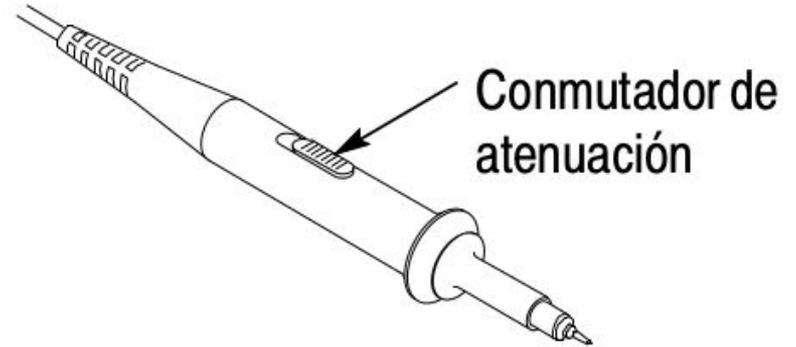
Infracompensado



Compensado correctamente

# Valor de atenuación de la sonda

- Existen sondas con distintos factores de atenuación que afectan a la escala vertical de la señal.
- Asegúrese de que el conmutador de atenuación de la sonda coincide con la opción Sonda del osciloscopio. Los valores de conmutador son 1X y 10X.



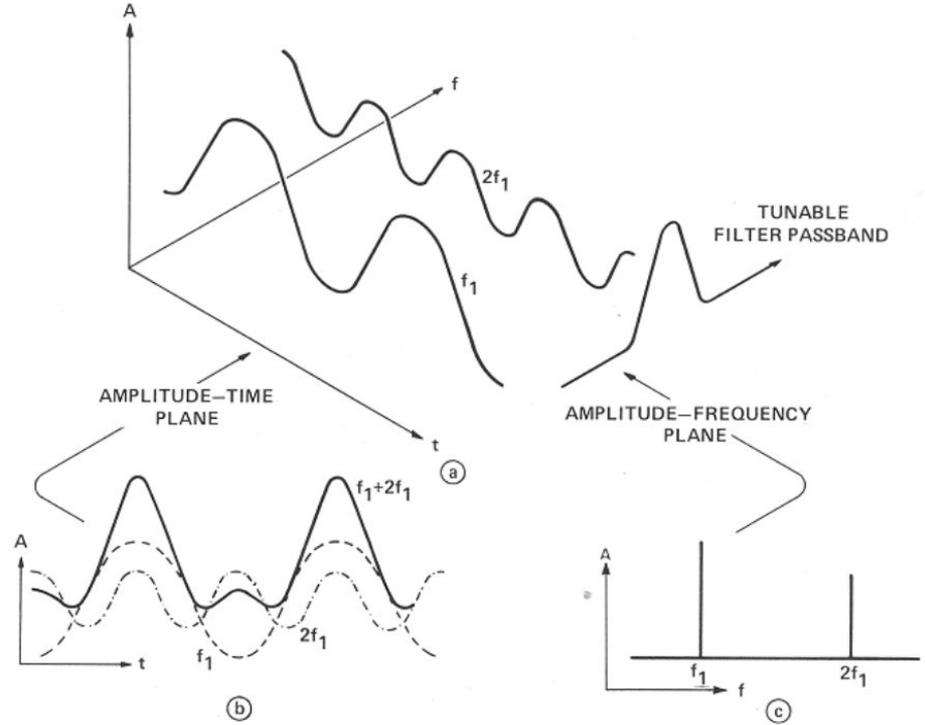
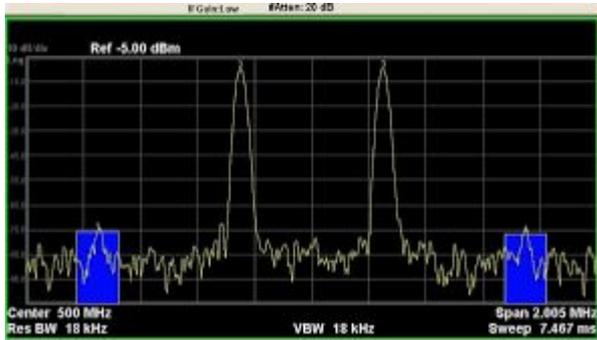
# El analizador de espectros

- Un analizador de espectro es un equipo de medición electrónica que permite visualizar en una pantalla las componentes espectrales en un espectro de frecuencias de las señales presentes en la entrada, pudiendo ser ésta cualquier tipo de ondas eléctricas, acústicas u ópticas



# El analizador de espectros

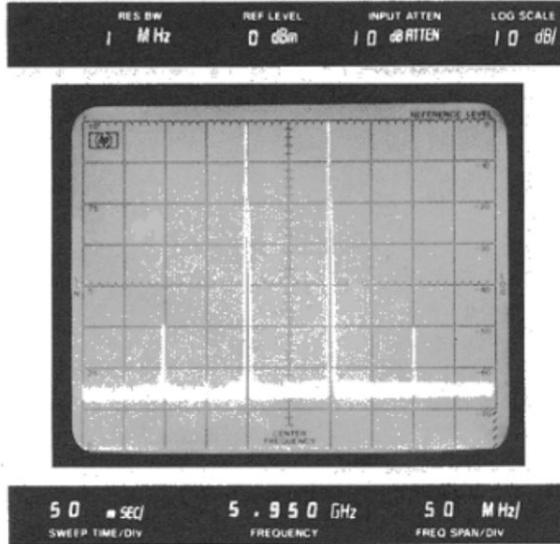
El analizador de espectro es un instrumento utilizado para analizar una señal en el dominio de la frecuencia así como un osciloscopio analiza una señal en el dominio del tiempo.



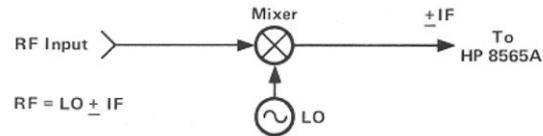
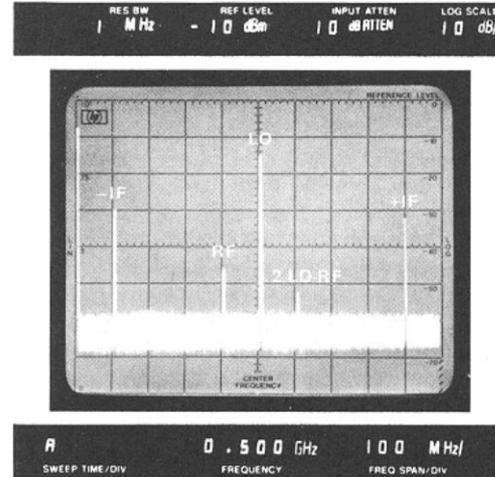
# Usos

Algunos de los más comunes:

Distorsión armónica, no armónica  
y productos de distorsión



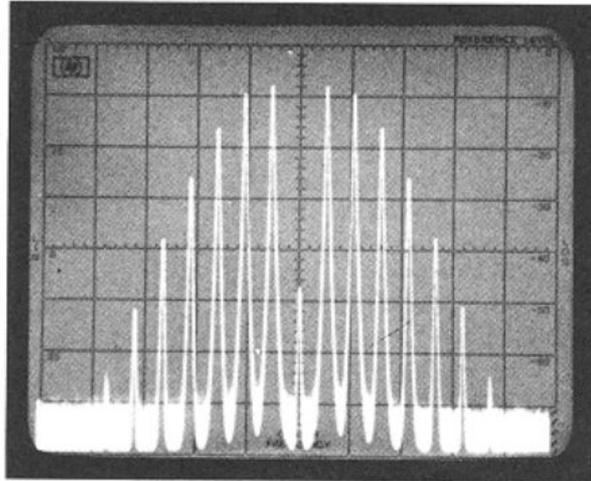
Señales presentes en mezcladores



# Usos

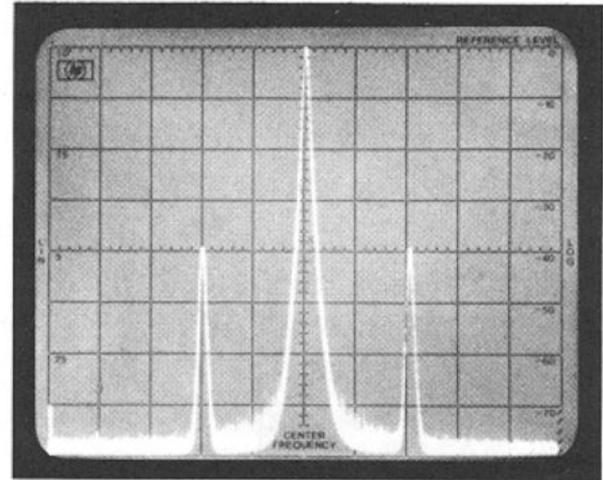
## Señales moduladas en AM y FM

RES BW 3 k Hz REF LEVEL -22 dBm INPUT ATTEN 10 dBATTEN LOG SCALE 10 dB/



1 SEC/ SWEEP TIME/DIV 0.098 GHz FREQUENCY 100 k Hz/ FREQ SPAN/DIV

RES BW 3 k Hz REF LEVEL -20 dBm INPUT ATTEN 0 dBATTEN LOG SCALE 10 dB/

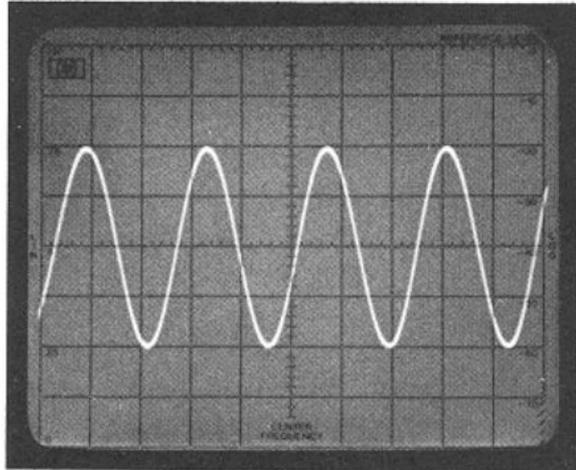


.2 SEC/ SWEEP TIME/DIV 1.067 GHz FREQUENCY 50 k Hz/ FREQ SPAN/DIV

# Usos

AM y FM demoduladas

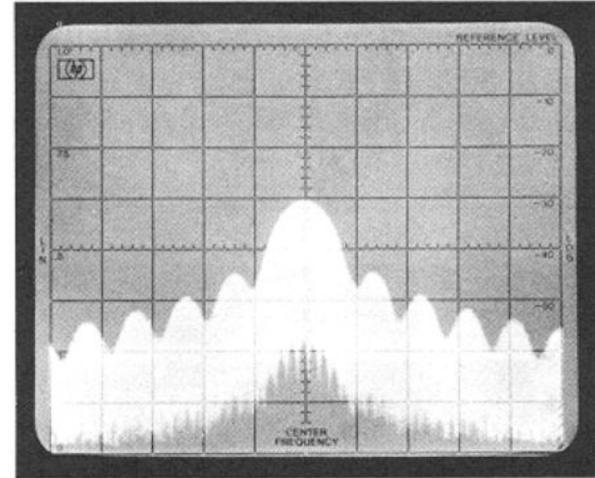
LIN RES BW 1 MHz REF LEVEL -18 dBm INPUT ATTEN 10 dBATTEN LOG SCALE



20  $\mu$  SEC/ SWEEP TIME/DIV 0.550 GHz FREQUENCY 0 k Hz/ FREQ SPAN/DIV

Pulsos

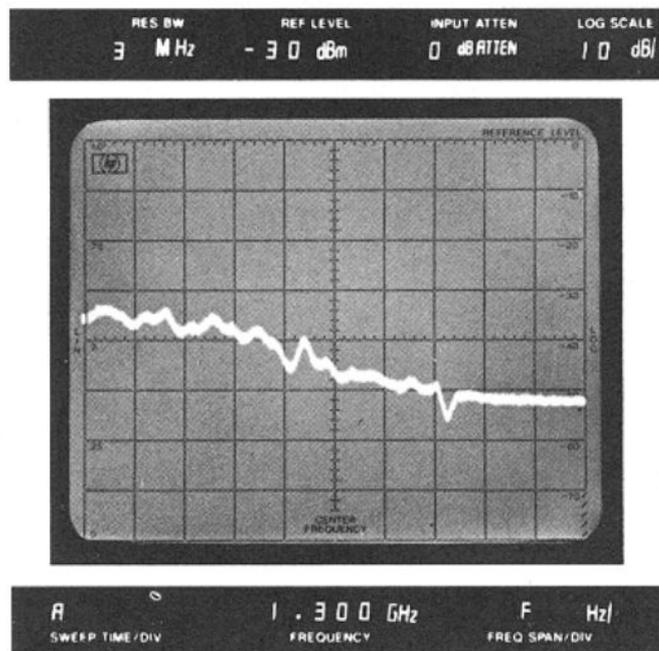
RES BW 30 kHz REF LEVEL -1 dBm INPUT ATTEN 20 dBATTEN LOG SCALE 10 dB/



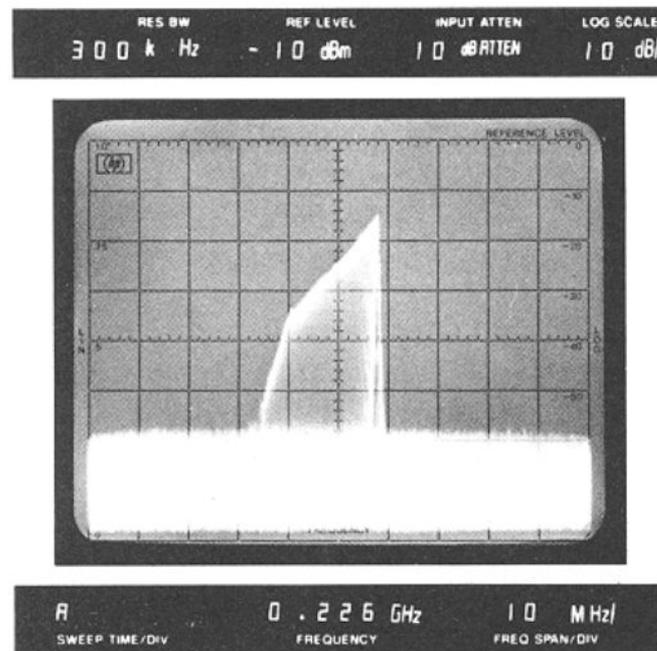
A SWEEP TIME/DIV 2.402 GHz FREQUENCY 100 k Hz/ FREQ SPAN/DIV

# Usos

Potencia de ruido



Radiaciones espurias



# Principio de funcionamiento

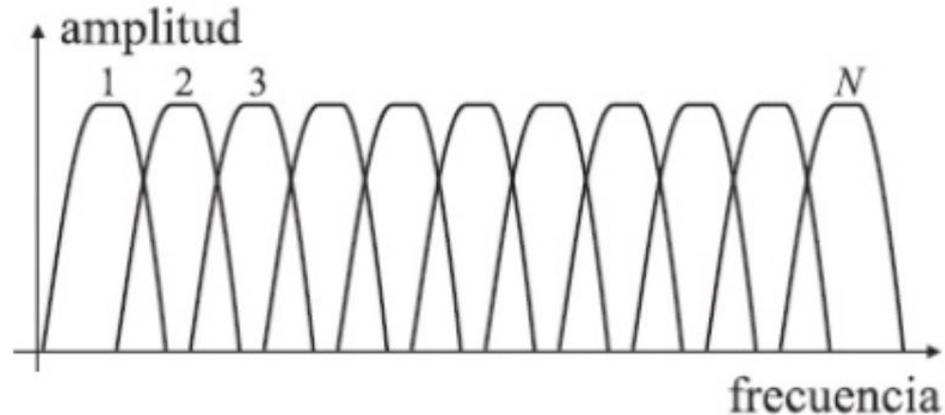
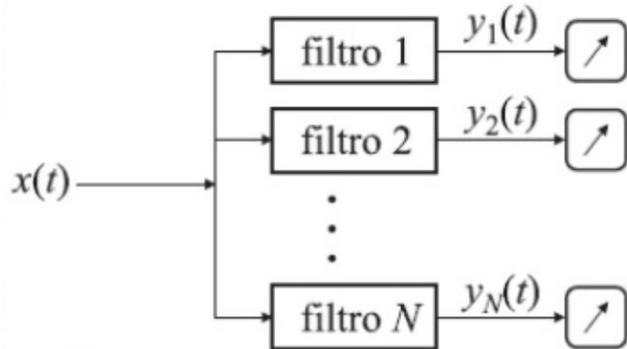
Se pueden clasificar de acuerdo a la técnica empleada para realizar el análisis espectral:

- **Analizador espectral simultáneo o de bancos de filtros**
- **Analizador espectral de barrido**
- **Analizador de barrido superheterodino**

# Analizador espectral simultáneo o de banco de filtros

El sistema está compuesto por un conjunto o banco de filtros pasabanda, relativamente selectivos, cada uno de ellos sintonizado a una frecuencia distinta. Si se mide la salida de cada uno de estos filtros se puede determinar la potencia en la porción del espectro comprendida por su ancho de banda. Eligiendo las frecuencias centrales y el ancho de banda de modo que las respuestas en frecuencia se solapen adecuadamente, se puede caracterizar completamente el rango del espectro cubierto por el conjunto de filtros.

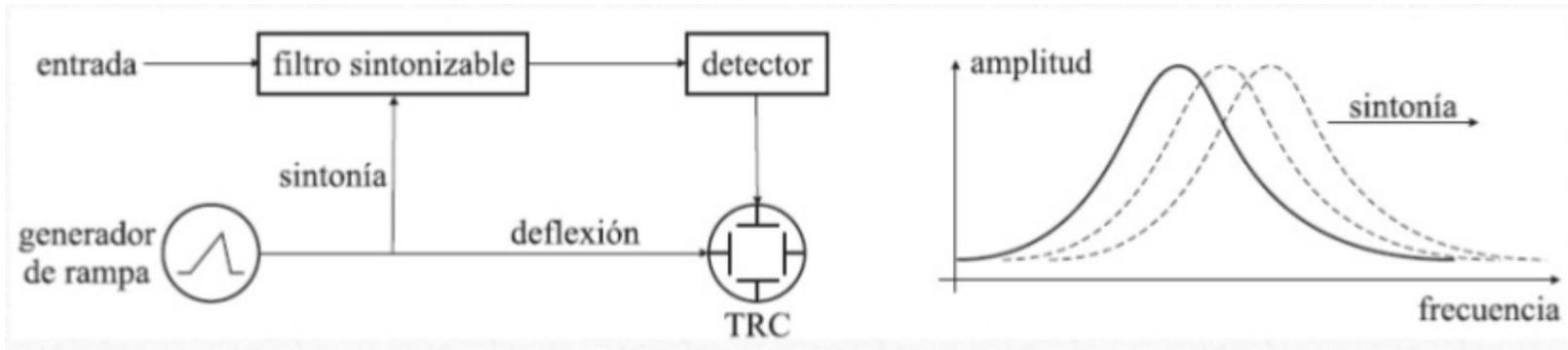
El número de filtros necesarios para cubrir el espectro depende de consideraciones económicas: para detectar líneas espectrales arbitrariamente próximas, debería utilizarse un elevado número de pasabanda muy angostos. El costo de cada filtro crece a medida que disminuye su ancho de banda, de modo que un analizador de alta resolución resulta muy oneroso. Los analizadores espectrales analógicos simultáneos o de bancos de filtros suelen utilizarse en aplicaciones de audio, donde es habitual utilizar 32 filtros, cada uno cubriendo un ancho de banda de un tercio de octava.



# Analizador espectral de barrido

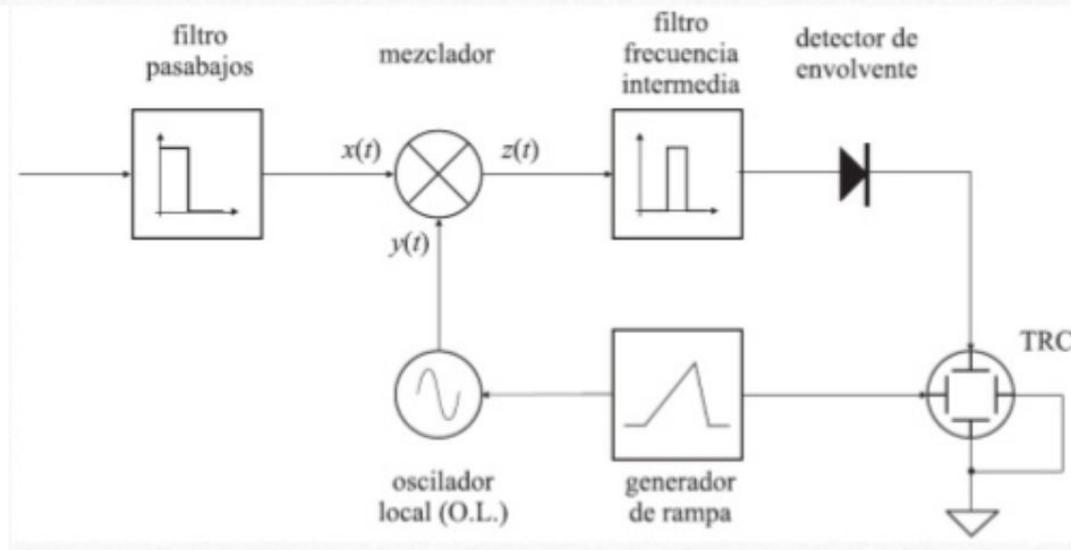
Una manera de evitar el empleo de un banco de filtros costosos es utilizando un único filtro pasabanda cuya frecuencia central pueda desplazarse dentro del rango de frecuencias de interés.

En la figura se grafica la amplitud de la salida de estado estacionario del filtro en función de la frecuencia a la que está sintonizado y así se obtiene el espectro de la señal de entrada.



# Analizador de barrido superheterodino

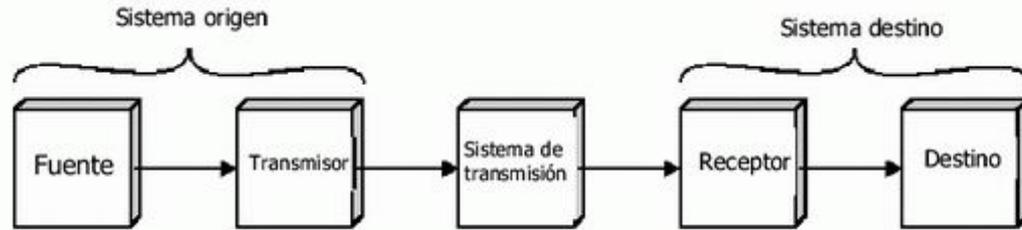
Aún cuando para un determinado ancho de banda de análisis el analizador espectral de barrido es más económico que el analizador de banco de filtros, también es extremadamente costoso debido a que es difícil diseñar un filtro pasabanda selectivo, de alta calidad cuya frecuencia central pueda ajustarse a voluntad sobre un amplio rango de frecuencias manteniendo un “Q” constante. Sin embargo, este inconveniente puede solucionarse en base a la propiedad de modulación de la transformada de Fourier.



# Protocolos de comunicación de datos

Todos los métodos de comunicación tienen tres elementos en común:

- Origen o emisor
- Destino o receptor
- Canal o medio



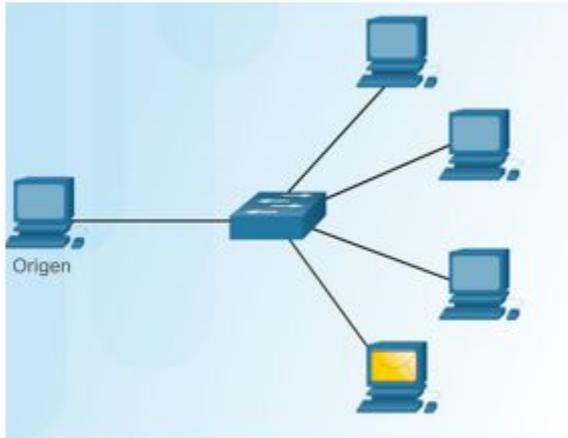
(a) Diagrama general de bloques



Las reglas

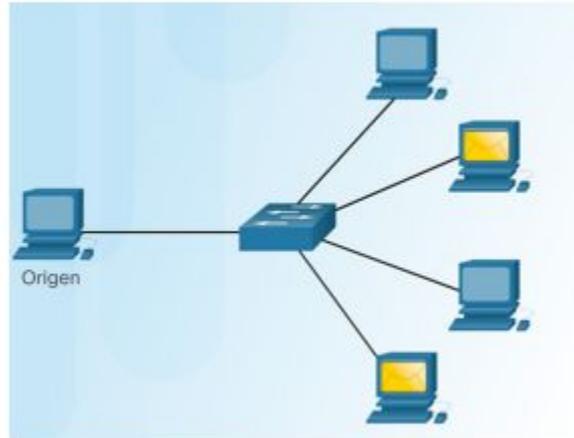
# Opciones de entrega de mensajes

Mensaje unidifusión



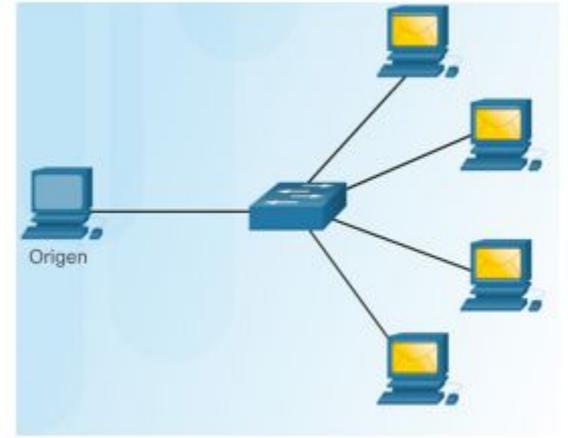
Entrega de uno a uno

Mensaje multidifusión



Entrega de uno a muchos

Mensaje de difusión

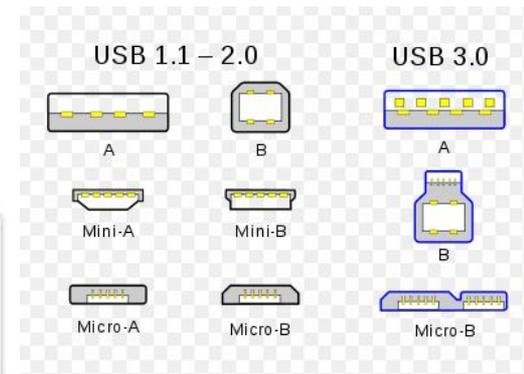
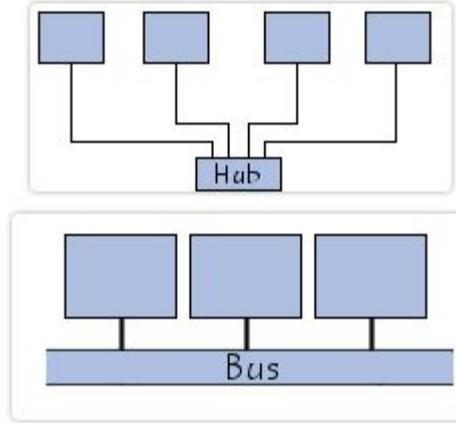


Entrega de uno a todos

# USB

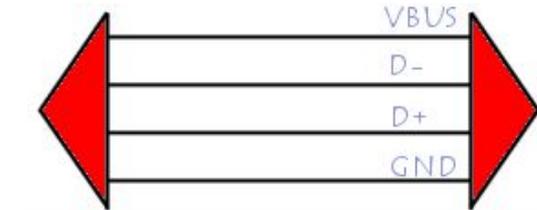
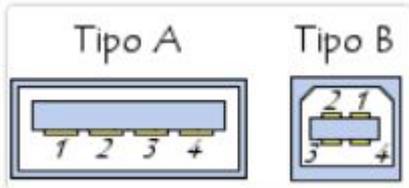


- Una interfaz para muchos dispositivos
- Configuración automática para clases conocidas
- Conexión en caliente
- **Conectividad:** Hasta 127 dispositivos diferentes pueden estar conectados simultáneamente y operando con el mismo computador
- **No requiere alimentación externa**



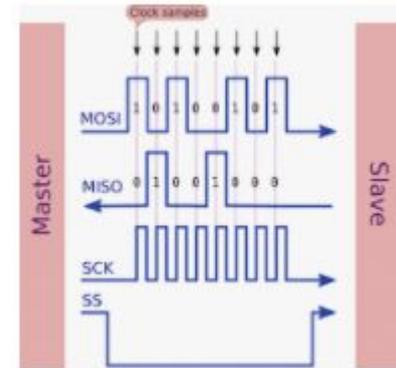
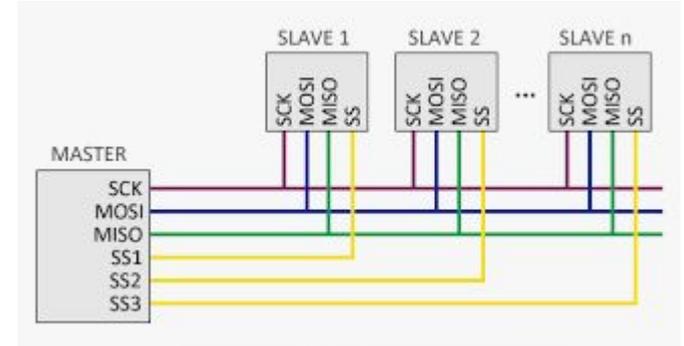
## Versiones

- **USB 1.1:** Dos velocidades de transmisión: **12 Mbps** llamada full-speed, con propósito de diseño para dispositivos que requieren grandes velocidades de transmisión. Low-speed de **1,5 Mbps** para dispositivos más lentos como son los mouse, teclados y joysticks.
- **USB 2.0:** La nueva velocidad que se incorpora se llama high-speed y es de **480 Mbps**, lo que es cuarenta veces más rápido que la antigua full speed.
- **USB 3.0:** Su capacidad de transferencia de datos llega a los **5 Gigabits** por segundo (equivalente a 625 Megabytes por segundo)



# SPI (Serial Peripheral Interface)

- Usado principalmente para la **transferencia de información entre circuitos integrados en equipos electrónicos**
- Incluye una línea de reloj, dato entrante, dato saliente y un pin de *chip select*, que conecta o desconecta la operación del dispositivo con el que uno desea comunicarse
- Opera a una velocidad de reloj de hasta 50 MHz



# I2C (Inter Chip Communication)

- El puerto incluye dos cables de comunicación, SDA y SCL
- permite conectar hasta 127 dispositivos esclavos
- velocidades de 100, 400 y 1000 kbits/s
- También es conocido como IIC ó TWI –  
**Two Wire Interface**

