

# **Electricidad y Electrónica Básica**

## **Transistores y Amplificación**

Pablo Josue Rojas Yepes  
2023-2

# Agenda

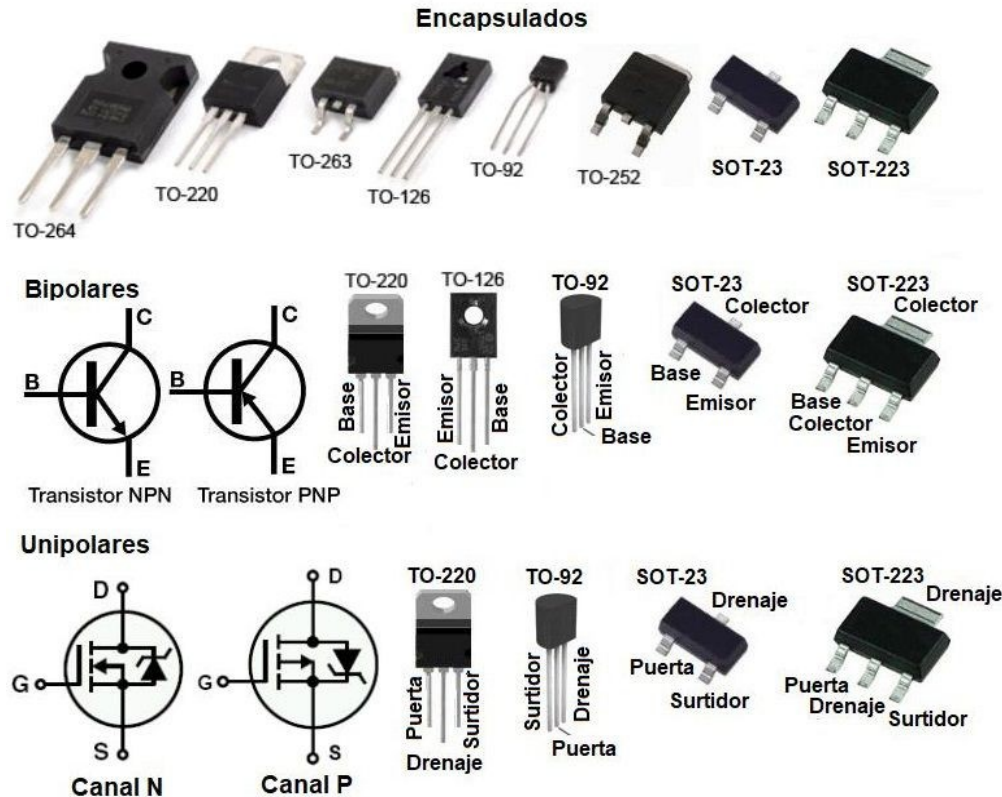
Tipos de transistores

Amplificación de señales

Configuración básica de amplificadores



# Que son los transistores?

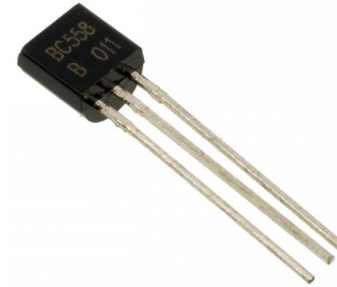
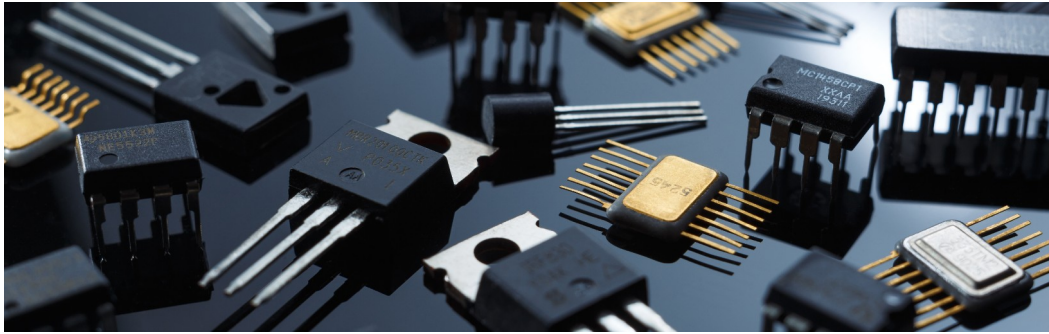


Son dispositivos electrónicos semiconductores que pueden amplificar o controlar el flujo de corriente eléctrica en un circuito.

Funcionan como interruptores electrónicos y forman la base de la electrónica moderna.

# Tipos Comunes de Transistores.

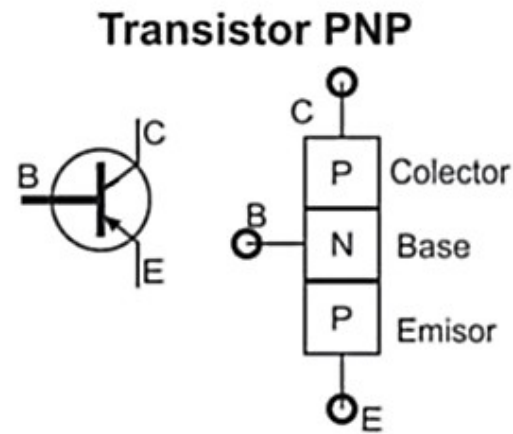
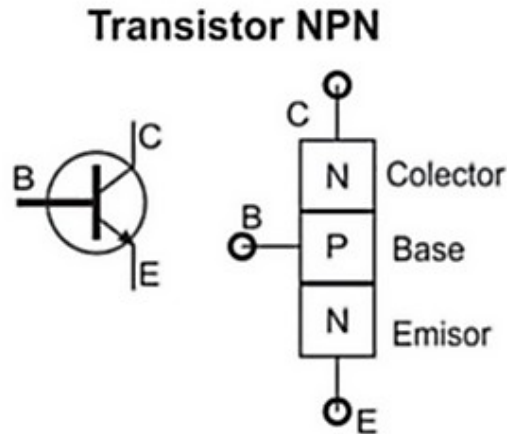
Hay varios tipos de transistores, pero los dos tipos más comunes son los transistores de unión bipolar (BJT) y los transistores de efecto de campo (FET).



# Transistor de Unión Bipolar (BJT):

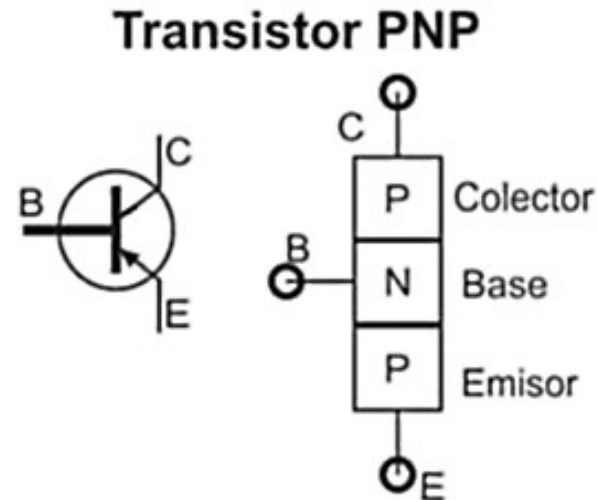
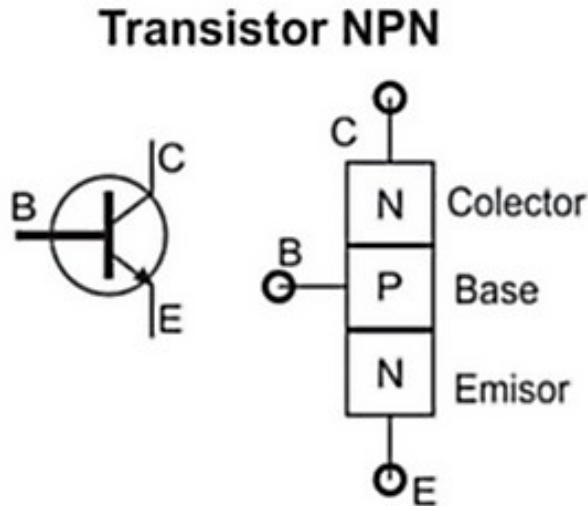
Es un dispositivo semiconductor compuesto por tres capas de material semiconductor. Tiene tres terminales: emisor (E), base (B) y colector (C).

Funciona controlando el flujo de corriente entre el colector y el emisor a través de la corriente aplicada a la base.



# Transistor de Unión Bipolar (BJT):

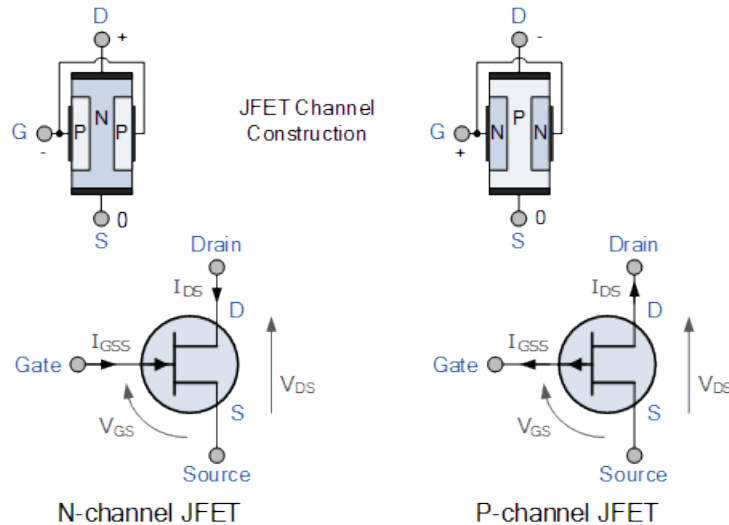
Hay dos tipos principales de BJT: NPN (negativo-positivo-negativo) y PNP (positivo-negativo-positivo), que se diferencian por la polaridad de las capas semiconductoras.



# Transistor de Efecto de Campo (FET):

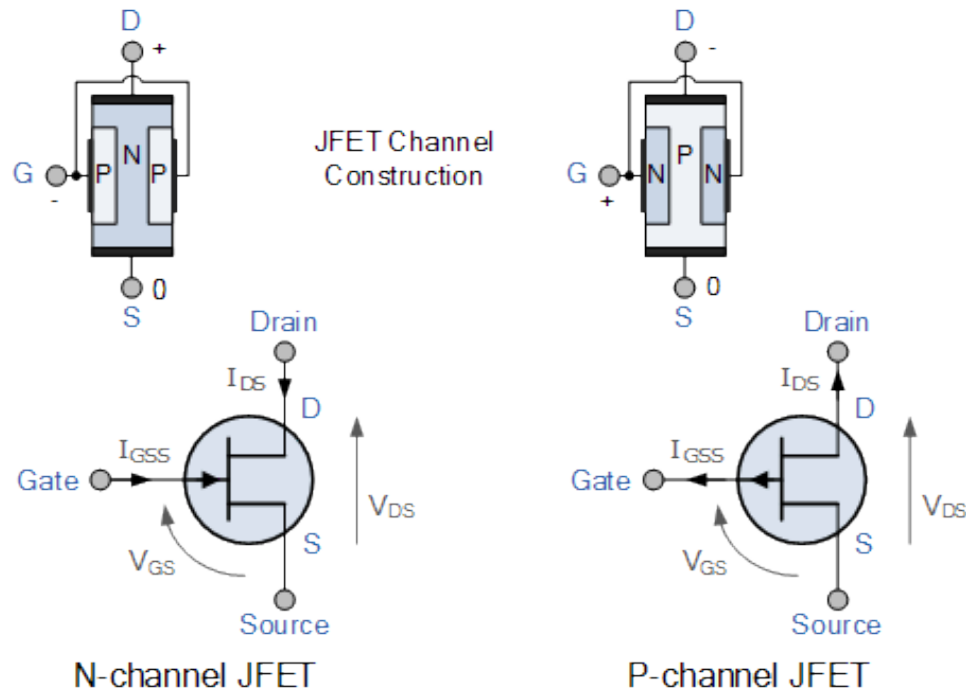
El FET es otro tipo de transistor que utiliza campos eléctricos para controlar el flujo de corriente entre el drenador (D) y la fuente (S).

El FET no requiere corriente en la compuerta para controlar la corriente entre el drenador y la fuente.



# Transistor de Efecto de Campo (FET):

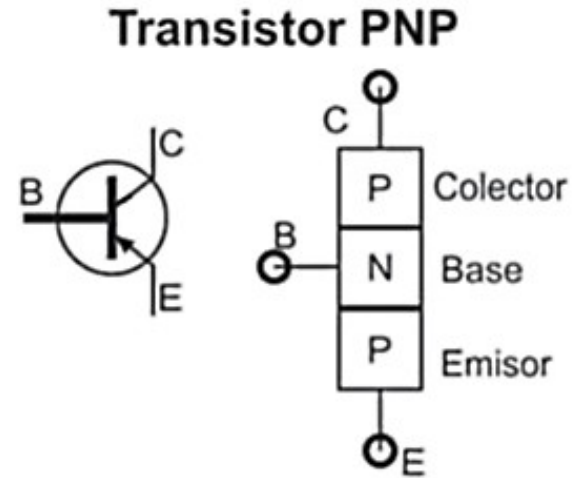
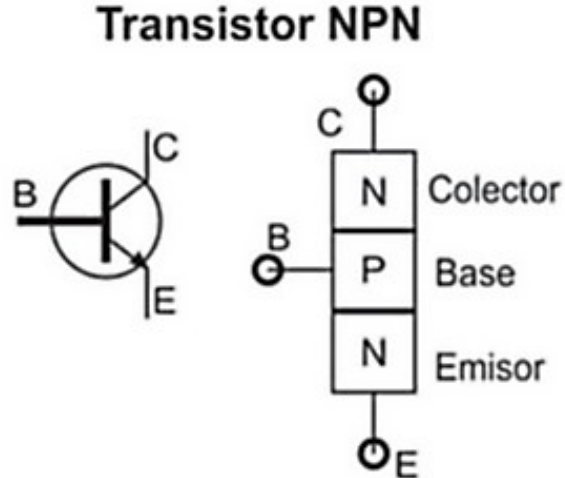
Utiliza un voltaje aplicado a la compuerta para controlar el campo eléctrico en el canal semiconductor.





# Estructura - BJT

Un transistor BJT consta de tres capas de material semiconductor, dos de las cuales están dopadas de un tipo (P o N) y la tercera está dopada del tipo opuesto. Hay dos tipos de BJT, el NPN y el PNP.



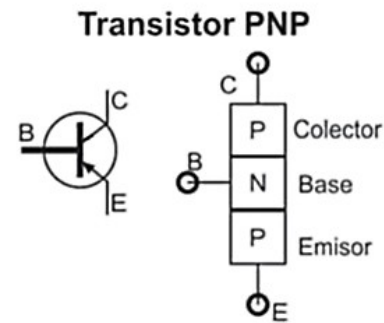
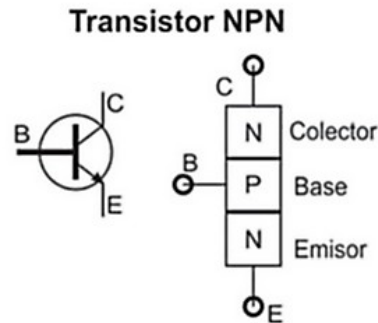
# Estructura – BJT - NPN

La capa central (base) es de tipo P (positiva) y está flanqueada por dos capas de tipo N (negativa).

Terminal del Emisor (E): Conectado a la capa N del extremo izquierdo.

Terminal de la Base (B): Conectado a la capa P en el centro.

Terminal del Colector (C): Conectado a la capa N del extremo derecho.



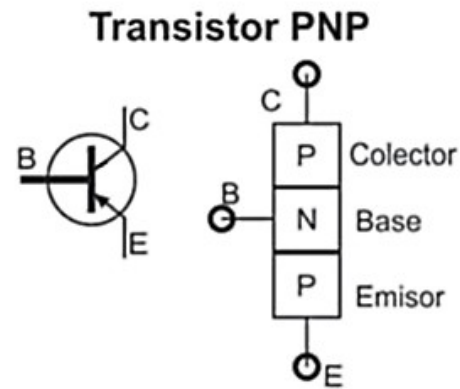
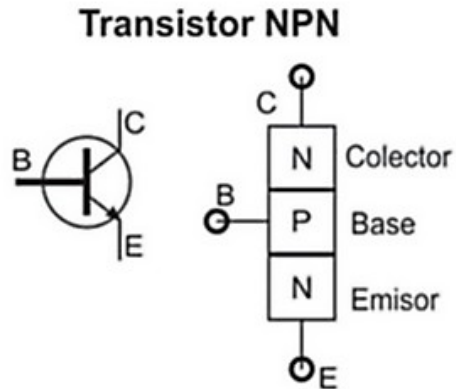
# Estructura – BJT - PNP

La capa central (base) es de tipo N y está flanqueada por dos capas de tipo P.

Terminal del Emisor (E): Conectado a la capa P del extremo izquierdo.

Terminal de la Base (B): Conectado a la capa N en el centro.

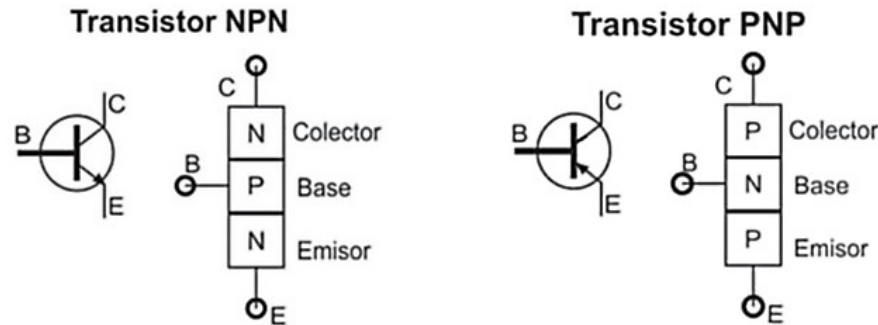
Terminal del Colector (C): Conectado a la capa P del extremo derecho.



# Funcionamiento – BJT

Polarización y Corriente de Base ( $I_B$ ): Cuando una pequeña corriente de base ( $I_B$ ) se aplica a través de la base-emisor, permite el flujo de portadores de carga desde el emisor hacia la base.

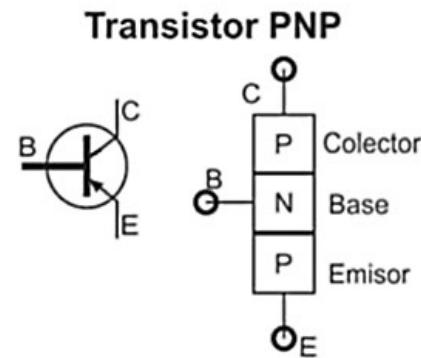
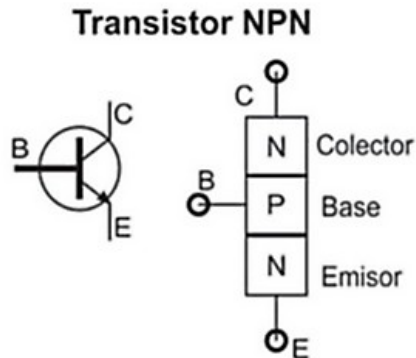
Inyección de Portadores: En un BJT NPN, electrones (portadores de carga negativos) son inyectados desde el emisor hacia la base. En un PNP, se inyectan huecos (portadores de carga positivos).



# Funcionamiento – BJT

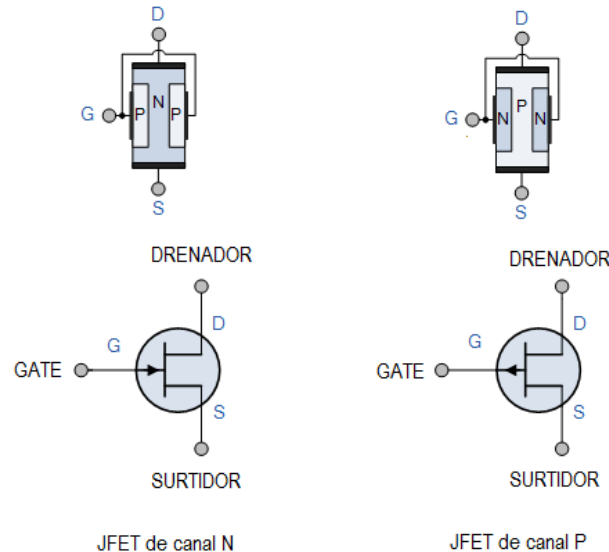
Región de Transición o Juntura de Base: En esta región, los electrones (o huecos) se recombinan con portadores de carga opuestos. Esto crea una región desierta de carga llamada "zona de deplexión".

Colectores de Portadores de Carga: La mayoría de los portadores de carga (electrones o huecos) son atraídos hacia el colector, que tiene una mayor concentración de portadores de carga opuestos.



# Estructura - FET

El FET tiene una estructura diferente. Consiste en un canal semiconductor entre dos terminales, llamados la compuerta (G), y el drenador (D). Una tercera terminal llamada fuente (S) conecta al canal en un extremo.



# Estructura - FET N-Channel

El canal conductor es de tipo N, lo que significa que está dopado con átomos que aportan electrones adicionales. Sus componentes principales:

Fuente (Source, S): Es el terminal a través del cual entra la corriente al canal del FET.

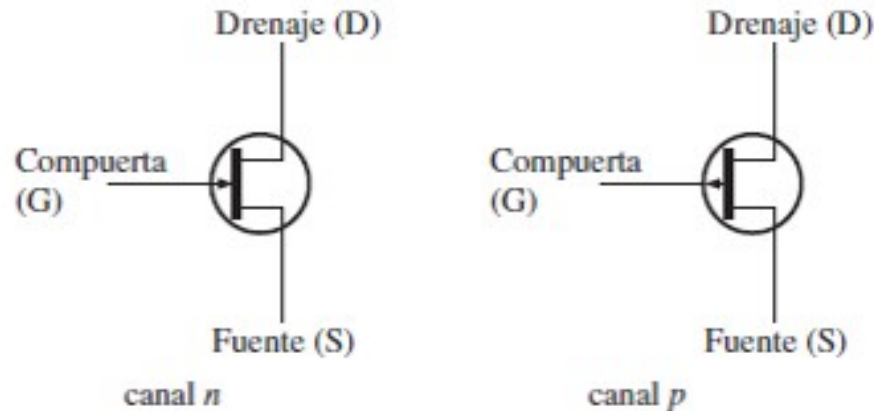
Drenador (Drain, D): Es el terminal a través del cual sale la corriente del canal del FET.

Compuerta (Gate, G): Es el terminal que controla el flujo de corriente entre el drenador y la fuente. Al aplicar un voltaje a la compuerta, se forma un campo eléctrico que controla la conductividad del canal entre el drenador y la fuente.

# Estructura - FET P-Channel

El canal conductor es de tipo P, lo que significa que está dopado con átomos que crean "huecos" o ausencia de electrones adicionales en el material.

Los componentes principales son los mismos (fuente, drenador y compuerta), pero las polaridades de los voltajes aplicados son opuestas a las de un FET N-Channel.

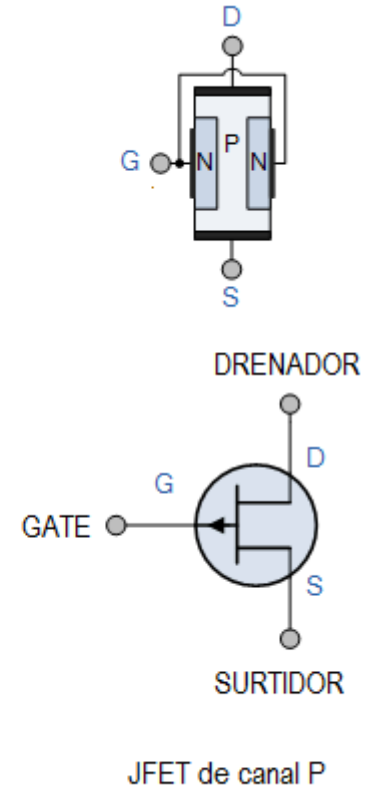
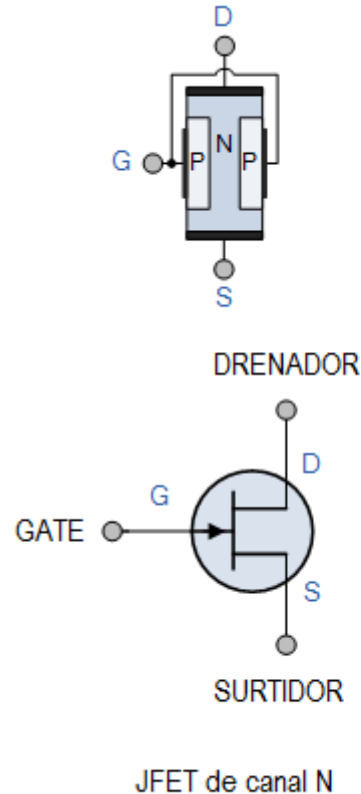




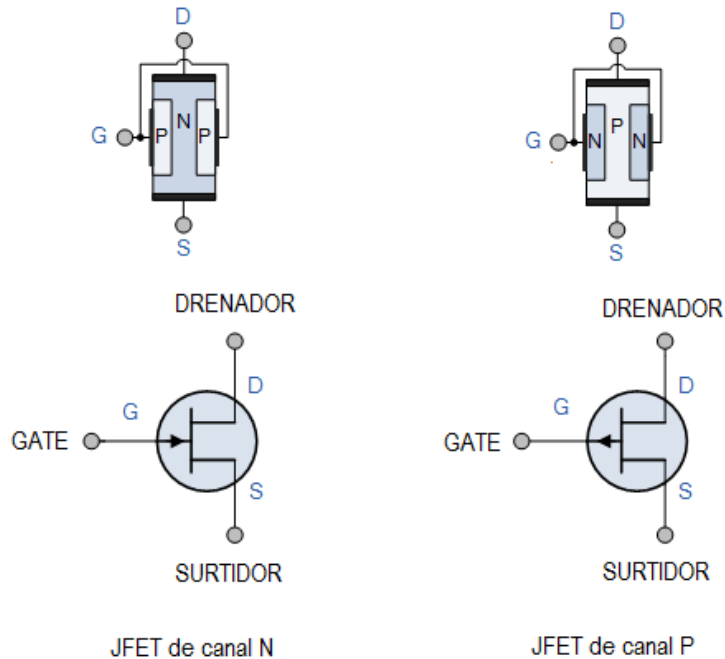
# Funcionamiento FET N-Channel

Cuando se aplica un voltaje positivo a la compuerta (en relación con la fuente), crea un campo eléctrico que atrae electrones hacia el canal, permitiendo que fluya corriente desde el drenador hasta la fuente.

El FET N-Channel es un dispositivo de conducción cuando se aplica un voltaje positivo adecuado a la compuerta. Permite que la corriente fluya entre el drenador y la fuente.



# Funcionamiento FET P-Channel



Para activar un FET P-Channel, se aplica un voltaje negativo a la compuerta (en relación con la fuente). Esto crea un campo eléctrico que atrae "huecos" hacia el canal, permitiendo el flujo de corriente desde la fuente hacia el drenador.

El FET P-Channel es un dispositivo de conducción cuando se aplica un voltaje negativo adecuado a la compuerta.

Es decir, permite que la corriente fluya en sentido contrario, desde la fuente hacia el drenador.

# Polarización de un Transistor BJT

La polarización adecuada de un BJT implica aplicar voltajes y corrientes de manera que el transistor funcione en su región de operación lineal y pueda amplificar una señal de entrada.

Terminal de Emisor (E): Conéctalo a través de una resistencia de emisor ( $R_E$ ) a tierra (GND). Esto establece un punto de referencia para la polarización.

Terminal de Base (B): Conéctalo a través de una resistencia de base ( $R_B$ ) a una fuente de voltaje ( $V_{BB}$ ). Esto proporciona la corriente base ( $I_B$ ) necesaria para activar el transistor.

Terminal de Colector (C): Conéctalo a través de una resistencia de colector ( $R_C$ ) a una fuente de voltaje ( $V_{CC}$ ). Esto establece una tensión colector-emisor ( $V_{CE}$ ) adecuada.

# Operación en Régimen Activo - BJT

Una vez polarizado, el transistor NPN estará en su región de operación activa cuando se cumplan las siguientes condiciones:

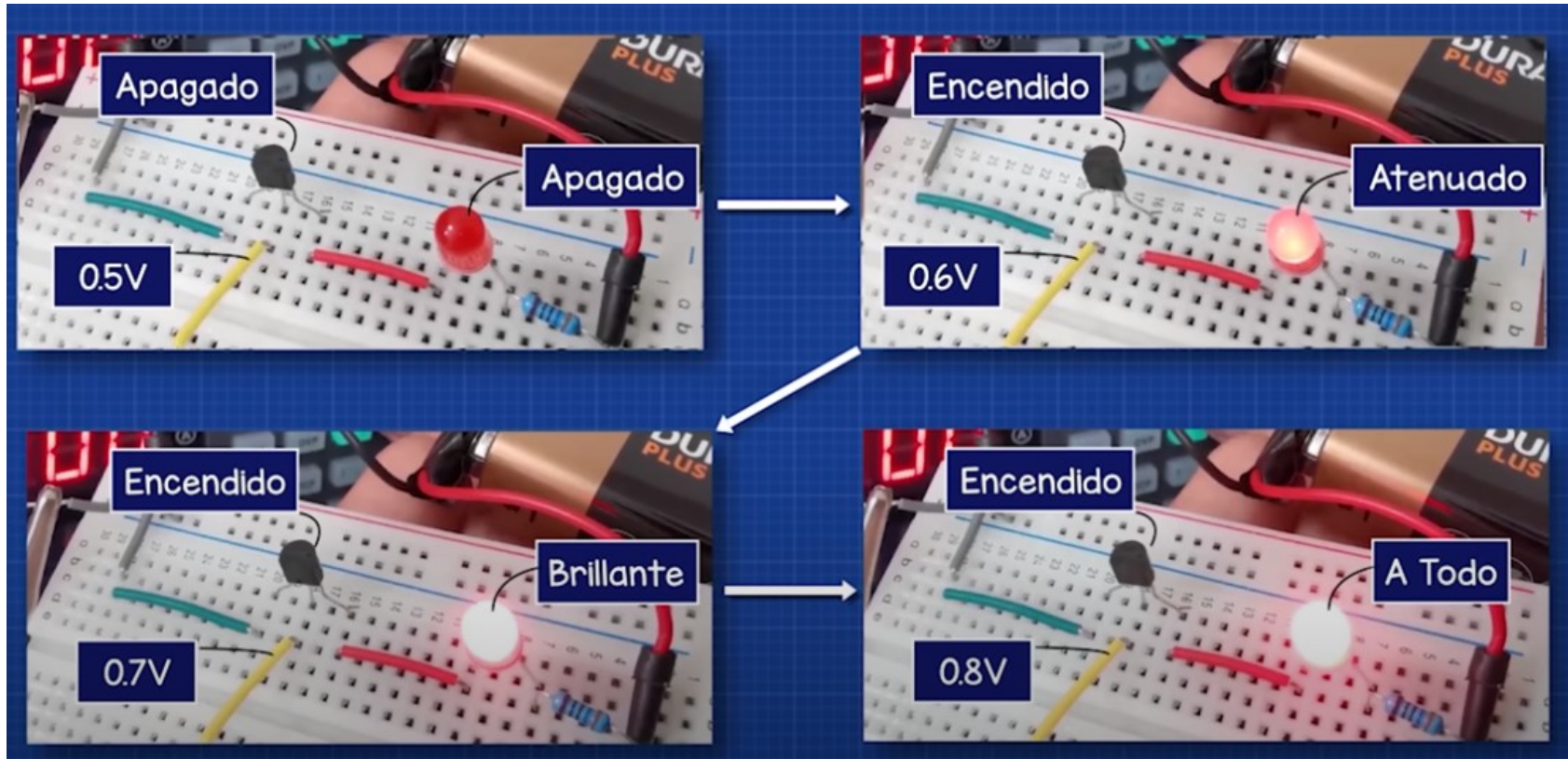
La corriente de base ( $I_B$ ) es suficiente para activar el transistor, pero no es tan grande como para llevarlo a la saturación.

La corriente de colector ( $I_C$ ) fluye desde el colector hacia el emisor, y es proporcional a la corriente de base ( $I_C = \beta * I_B$ , donde  $\beta$  es la ganancia de corriente del transistor).

La tensión colector-emisor ( $V_{CE}$ ) es mayor que la tensión de saturación ( $V_{CEsat}$ ) pero menor que la tensión máxima especificada por el fabricante.

El transistor está funcionando dentro de los límites de potencia y corriente especificados en su datasheet.

# Operación en Régimen Activo - BJT



# Notas Importantes:

La selección de los valores de resistencias ( $R_E$ ,  $R_B$  y  $R_C$ ) es crucial para una polarización adecuada.

Deben elegirse de acuerdo con las especificaciones del transistor y la aplicación.

Es importante que la fuente de alimentación ( $V_{CC}$ ) y el voltaje de polarización de base ( $V_{BB}$ ) estén dentro de los límites especificados para el transistor.

La estabilización térmica es crucial para mantener la operación en régimen activo en condiciones de temperatura variable.

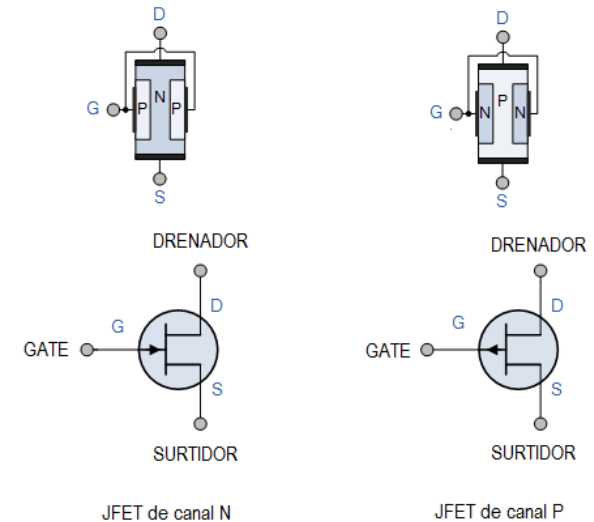
La simulación y prueba en el laboratorio son esenciales para verificar el correcto funcionamiento y la estabilidad del circuito.

# Polarización FET N-Channel

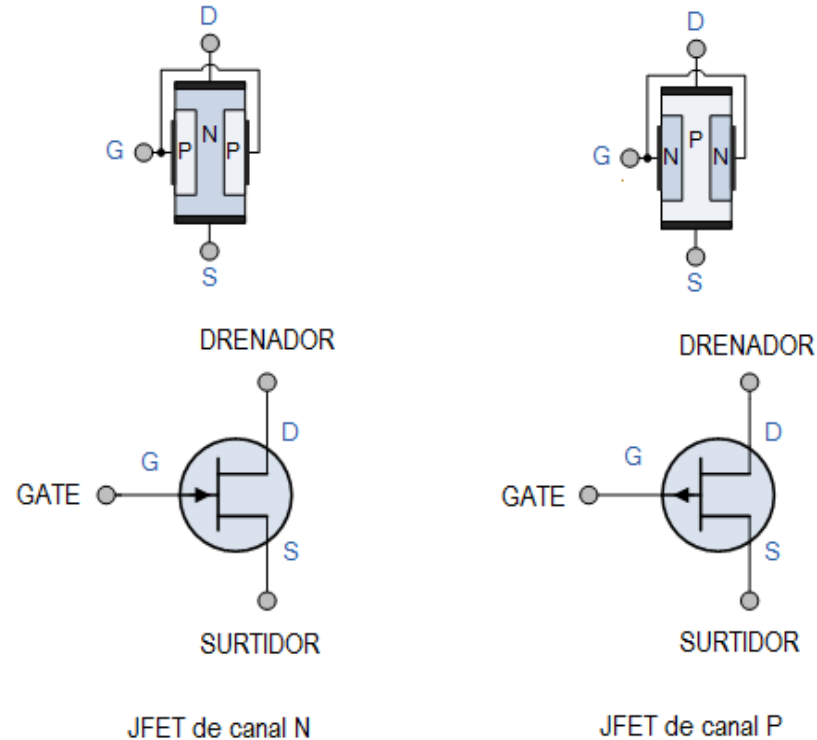
Fuente (Source, S): Conéctala a través de una resistencia de fuente ( $R_S$ ) a una fuente de voltaje ( $V_{DD}$ ). Esto establece un punto de referencia para la polarización.

Compuerta (Gate, G): Conéctala a través de una resistencia de compuerta ( $R_G$ ) a una fuente de voltaje ( $V_G$ ). La polarización de la compuerta controla la conductividad entre el drenador y la fuente.

Drenador (Drain, D): Conéctalo a través de una resistencia de carga ( $R_D$ ) a  $V_{DD}$ . Esta resistencia limita la corriente a través del FET.



# Operación en Régimen Activo - FET N-Channel



Si la tensión de la compuerta ( $V_G$ ) es suficientemente alta (en relación con la fuente), crea un campo eléctrico que permite el flujo de corriente desde el drenador hasta la fuente.

La corriente fluye desde el drenador hacia la fuente cuando se aplica un voltaje adecuado a la compuerta.

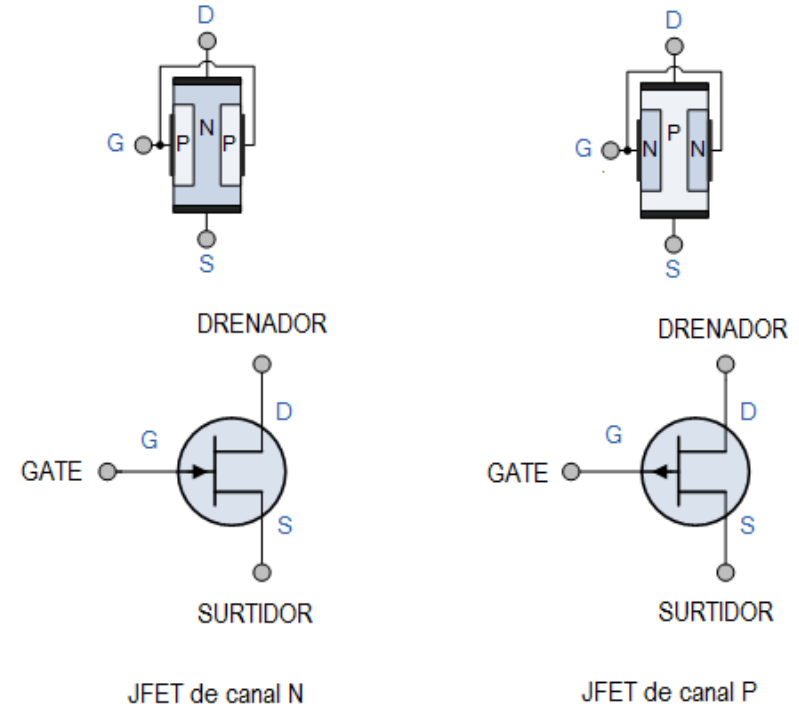


# Polarización FET P-Channel

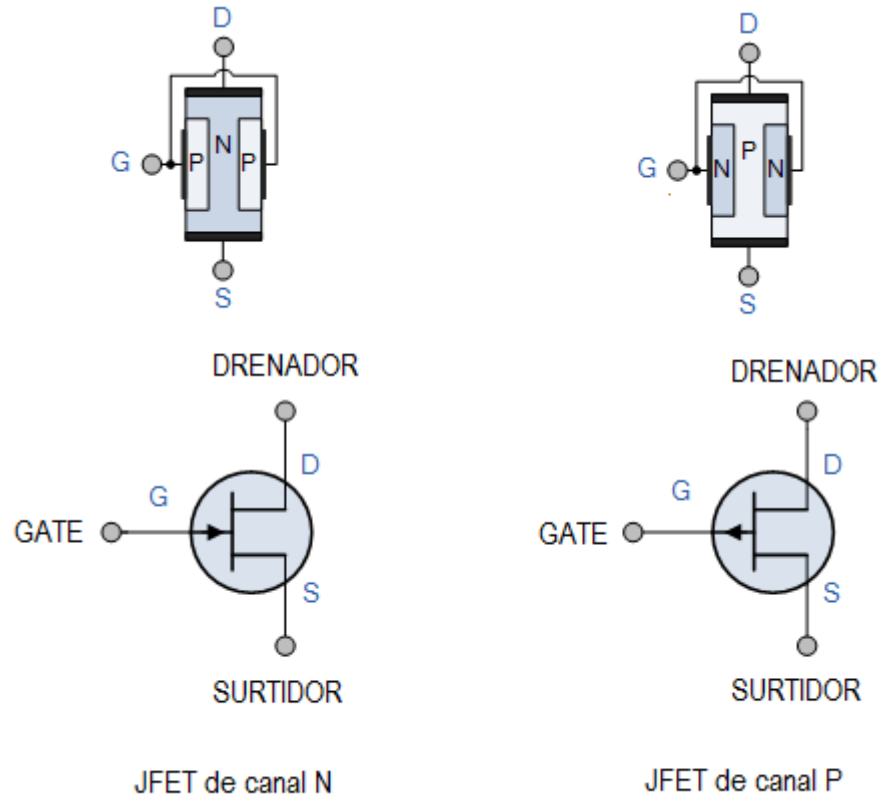
Fuente (Source, S): Conéctala a través de una resistencia de fuente ( $R_S$ ) a una fuente de voltaje ( $V_{DD}$ ). Esto establece un punto de referencia para la polarización.

Compuerta (Gate, G): Conéctala a través de una resistencia de compuerta ( $R_G$ ) a una fuente de voltaje ( $V_G$ ). La polarización de la compuerta controla la conductividad entre el drenador y la fuente.

Drenador (Drain, D): Conéctalo a través de una resistencia de carga ( $R_D$ ) a  $V_{DD}$ . Esta resistencia limita la corriente a través del FET.



# Operación en Régimen Activo - FET P-Channel



Si la tensión de la compuerta ( $V_G$ ) es suficientemente baja (en relación con la fuente), crea un campo eléctrico que permite el flujo de corriente desde la fuente hacia el drenador.

La corriente fluye desde la fuente hacia el drenador cuando se aplica un voltaje adecuado a la compuerta.

# Notas Importantes:

La selección de los valores de resistencias ( $R_S$ ,  $R_G$  y  $R_D$ ) es crucial para una polarización adecuada.

Deben elegirse de acuerdo con las especificaciones del FET y la aplicación.

Es importante que la fuente de alimentación ( $V_{DD}$ ) y el voltaje de polarización de compuerta ( $V_G$ ) estén dentro de los límites especificados para el FET.

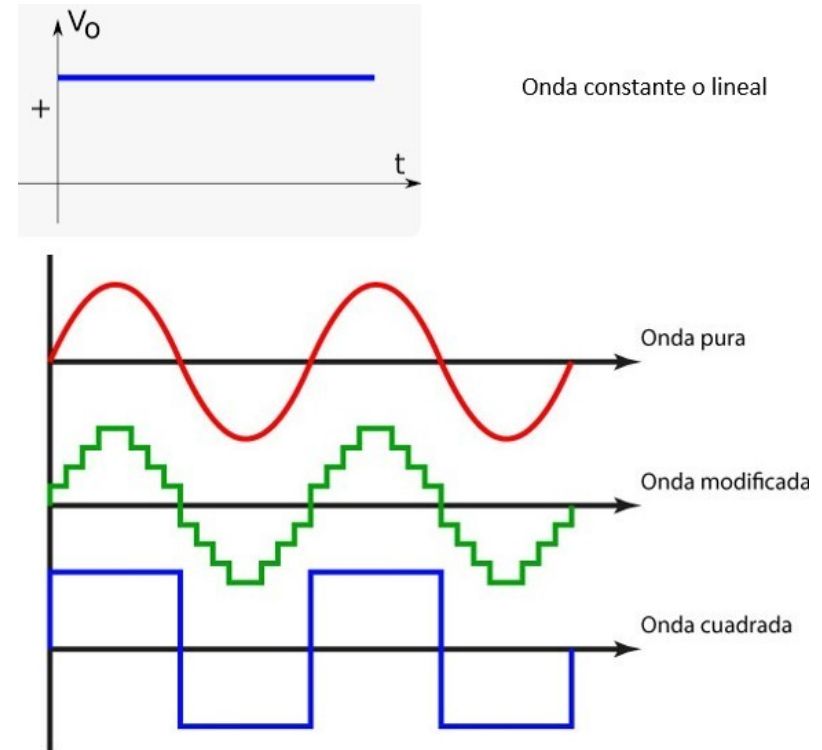
La estabilización térmica es crucial para mantener la operación en régimen activo en condiciones de temperatura variable.

# Que es una señal eléctrica?

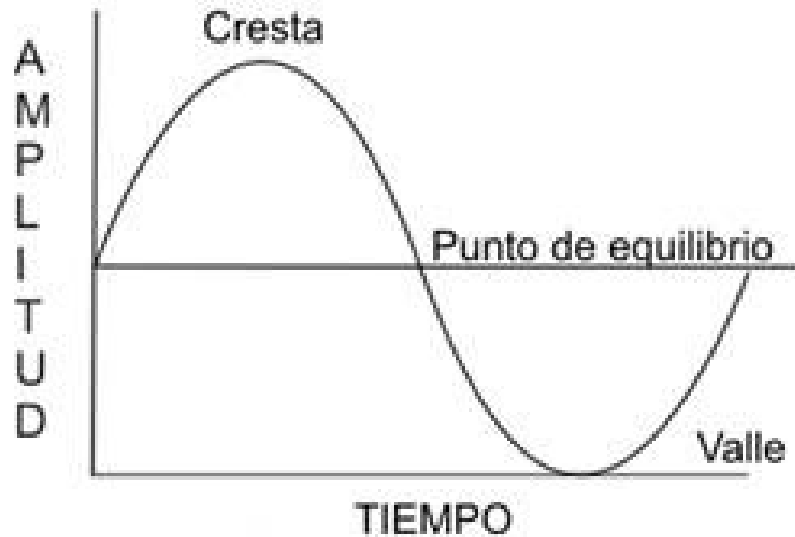
Es una variación de voltaje o corriente en un circuito eléctrico que lleva información.

Pueden representar diferentes tipos de información, como voz en un micrófono, video en una cámara, o datos en un circuito digital.

Las señales eléctricas son esenciales en la electrónica y las comunicaciones.



# Que es un amplificador?



Un amplificador es un componente electrónico que aumenta la amplitud (es decir, la magnitud) de una señal sin cambiar su forma básica.

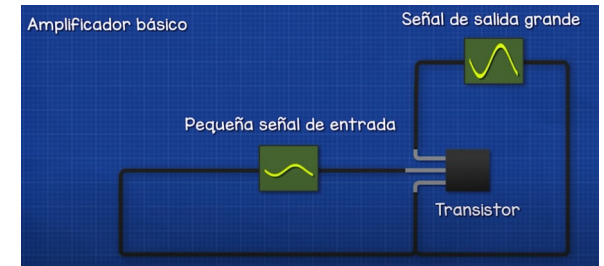
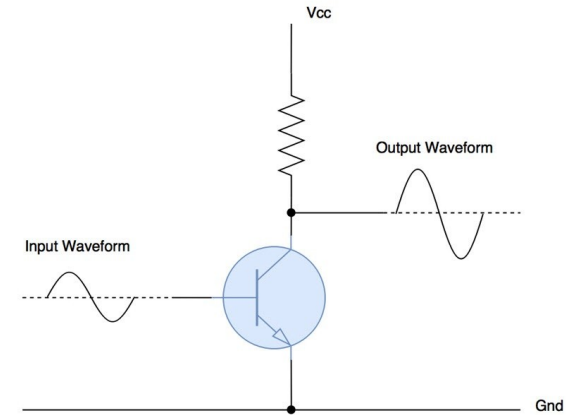
Hay varios tipos de amplificadores, pero los más comunes son los amplificadores de voltaje y los amplificadores de corriente.

# Amplificación de Voltaje o Corriente

Etapas de Entrada: En esta etapa, la señal de entrada se aplica al amplificador. El amplificador de voltaje aumenta la amplitud de esta señal sin cambiar su forma.

Ganancia de Voltaje: La ganancia de voltaje es la medida de cuánto se amplifica la señal. Se expresa como una relación (por ejemplo, si la ganancia es 10, la señal de salida es 10 veces más grande que la de entrada).

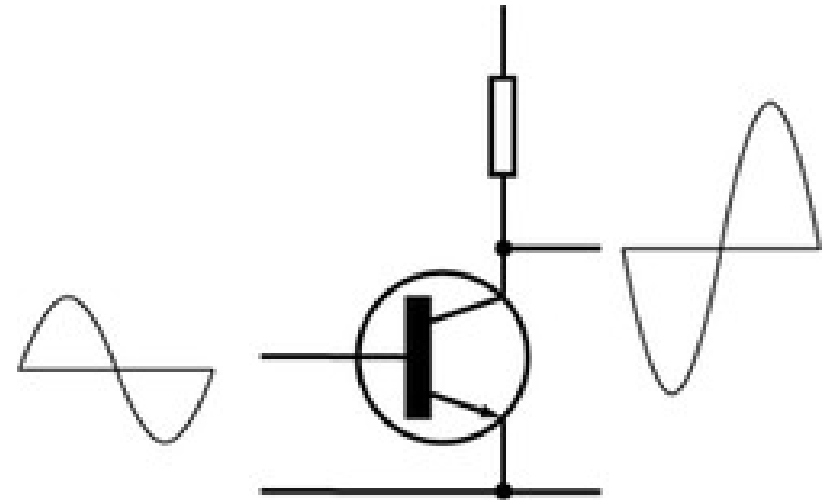
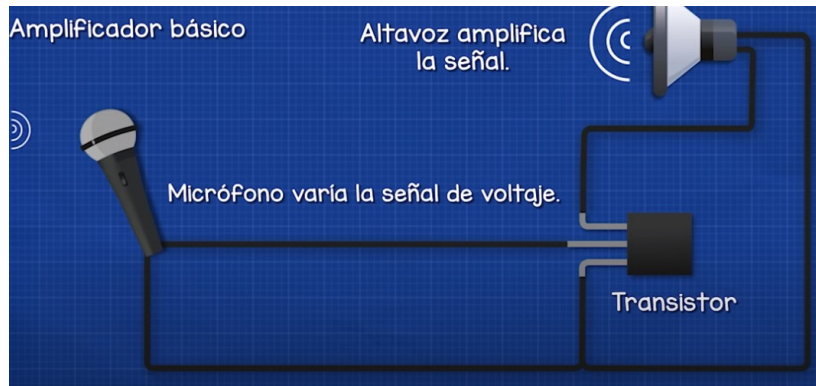
Etapas de Salida: La señal amplificada se obtiene en la etapa de salida del amplificador. Esta señal es una versión más grande de la señal de entrada.



# Ajuste de la Retroalimentación (Feedback):

Si el amplificador tiene ajustes de retroalimentación, estos pueden utilizarse para estabilizar y controlar la ganancia del amplificador.

Si no estás familiarizado con la retroalimentación, es posible que desees dejarla en la configuración predeterminada.



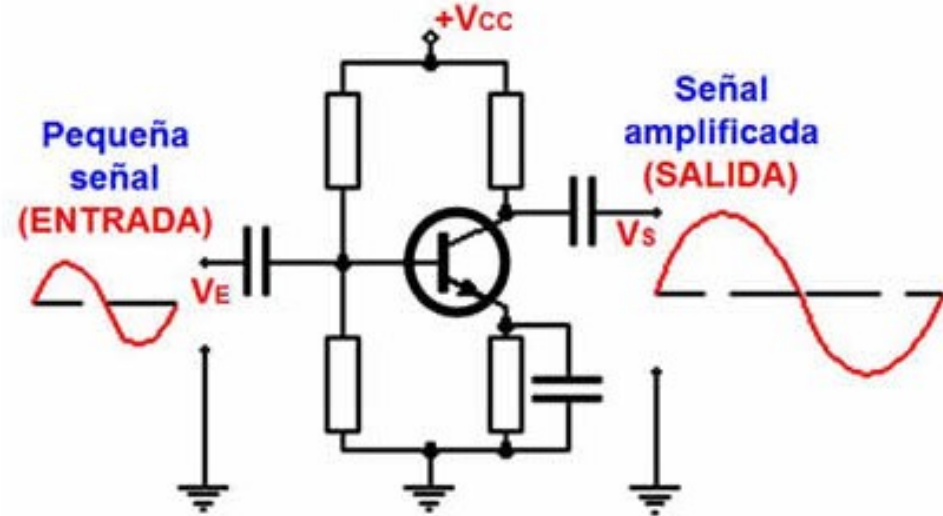
# Pasos Básicos

Selecciona el Tipo Correcto de Amplificador.

Configura el Amplificador.

Ajusta la Ganancia.

Considera la Retroalimentación (Feedback).





# Tipos de Amplificador

Amplificador de Voltaje (Amplificador de Tensión):

- Aumenta la amplitud de la señal de entrada en términos de voltaje.
- Es uno de los tipos más básicos y ampliamente utilizados de amplificadores.

Amplificador de Corriente:

- Aumenta la amplitud de la señal de entrada en términos de corriente.
- Se utiliza cuando se necesita suministrar más corriente a una carga.

# Tipos de Amplificador

## Amplificador de Potencia:

- Aumenta la amplitud de la señal de entrada en términos de potencia, lo que implica aumentar tanto el voltaje como la corriente.
- Se utiliza en aplicaciones donde se requiere una gran cantidad de energía, como en sistemas de sonido y amplificadores de radiofrecuencia.

## Amplificador Operacional (Op-Amp):

- Es un tipo especial de amplificador que tiene una ganancia muy alta y se utiliza en una amplia variedad de aplicaciones, incluyendo circuitos de realimentación y circuitos de acondicionamiento de señales.

# Tipos de Amplificador

Amplificador de Instrumentación:

- Diseñado para amplificar señales de baja amplitud y alta precisión, comúnmente utilizadas en mediciones y sensores.

Amplificador de Clase A:

- Conduce corriente a lo largo de todo el ciclo de la señal de entrada, lo que resulta en alta calidad de audio pero baja eficiencia.

# Tipos de Amplificador

## Amplificador de Clase B:

- Divide la señal de entrada en dos partes y amplifica cada parte por separado, lo que mejora la eficiencia en comparación con la Clase A.

## Amplificador de Clase AB:

- Combina características de los amplificadores de Clase A y Clase B, logrando un buen equilibrio entre calidad de audio y eficiencia.

# Tipos de Amplificador

## Amplificador de Clase C:

- Conduce durante menos del 50% del ciclo de la señal de entrada, lo que resulta en alta eficiencia pero se utiliza principalmente en aplicaciones de alta frecuencia.

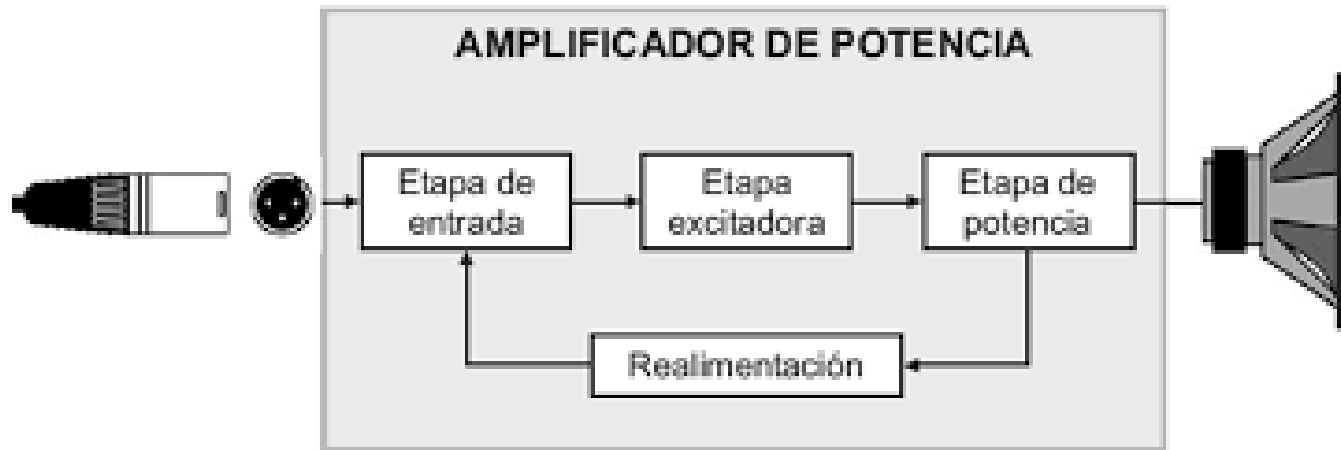
## Amplificador de Conmutación (Clase D):

- Utiliza modulación de ancho de pulso (PWM) para convertir la señal de entrada en una secuencia de pulsos, logrando una alta eficiencia.

# Tipos de Amplificador

Amplificador de Audio:

- Especializado en amplificar señales de audio, se utiliza en sistemas de sonido, radios, reproductores de música, etc.



# Conexiones de Entrada y Salida:

Conexión de la Señal de Entrada: Conecta la señal que deseas amplificar a la entrada del amplificador. Asegúrate de que la señal de entrada sea compatible con los niveles de voltaje y corriente especificados en las especificaciones del amplificador.

Conexión de la Señal de Salida: Conecta la salida del amplificador al componente o circuito que recibirá la señal amplificada. Asegúrate de que la carga sea adecuada para el amplificador.

# Ajuste de los Controles del Amplificador:

Ganancia (Gain): Algunos amplificadores tienen un control de ganancia que te permite ajustar cuánto se amplifica la señal. Ajusta la ganancia según tus necesidades, pero ten en cuenta que un exceso de ganancia puede provocar distorsión.

Ecualización (Equalization): Algunos amplificadores tienen controles de ecualización que te permiten ajustar las frecuencias específicas de la señal. Esto puede ser útil para adaptar la respuesta de frecuencia a tus preferencias o a las características de la fuente de la señal.

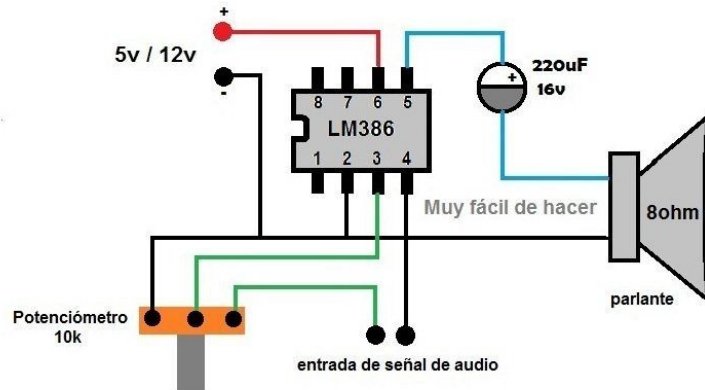


# Verificación de la Conexión de Energía:

Asegúrate de que el amplificador esté conectado a una fuente de alimentación adecuada.

Verifica que la tensión de la fuente de alimentación coincida con las especificaciones del amplificador.

## Mini amplificador de sonido



**"El arte de hacer preguntas es el arte de descubrir lo que ya sabemos". Voltaire.**

**Preguntas?**