

Conceptos básicos de Electrónica

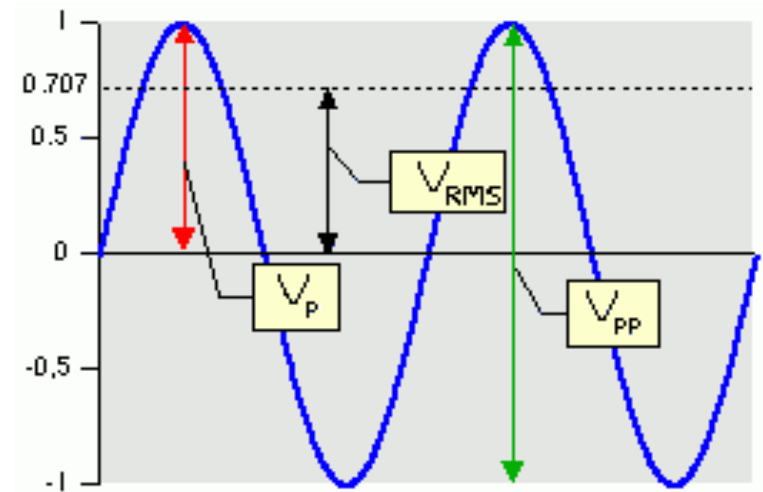
Sistemas Empotrados

Grado en Ing. Informática Ing. de Computadores

Jonay Toledo

Magnitudes básicas

- Potencial
 - Voltios
- Corrientes
 - Amperios
- Corriente Continua DC
- Corriente Alterna AC
- Medidas RMS $\rightarrow V_p = \sqrt{2} * V_{rms}$



Aplicaciones

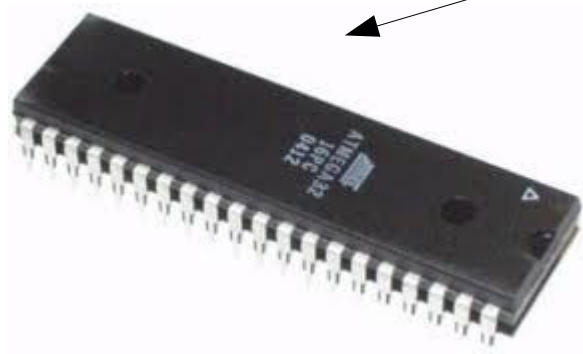
Capacidad de un PIN de un micro → 5V, 5 mA

- Encender un led → 5 mA 3 voltios
- Motor corriente continua → desde 5v 300 mA
- Alimentar un microcontrolador → 5v 1mA
- Alimentar un procesador → 1.8v 1A

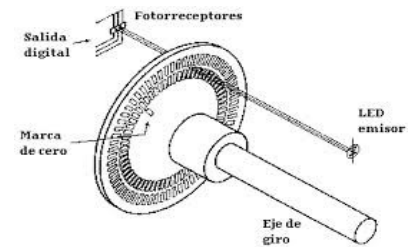
Esquema general



Esquema General Lectura

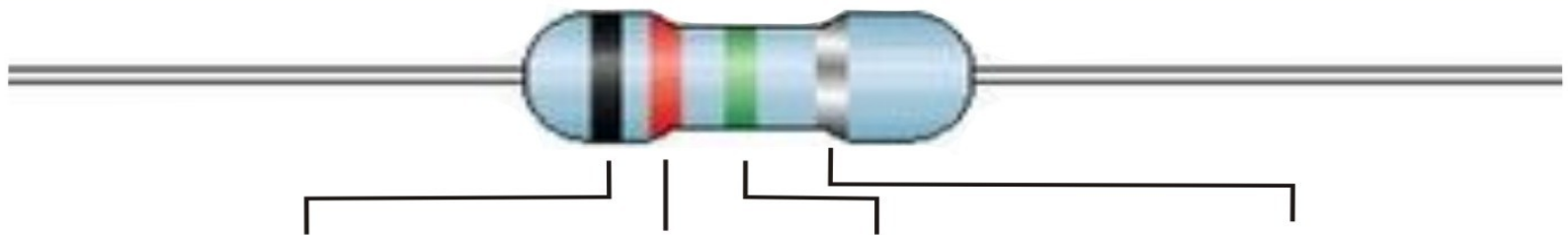


Electrónica de
Potencia/ Adaptación
De señal



Componentes pasivos

- Resistencia: valor en Ohmios



Color	1ra. Banda	2da. Banda	3ra. Banda Multiplicador	Tolerancia %
Negro	0	0	x1	
Cafe	1	1	x10	
Rojo	2	2	x100	2%
Naranja	3	3	x1000	
Amarillo	4	4	x10000	
Verde	5	5	x100000	
Azul	6	6	x1000000	
Violeta	7	7	x10000000	
Gris	8	8	x100000000	
Blanco	9	9	x1000000000	
Circuitos Básicos				Dorado 5%
				Plata 10%

Características Resistencias

- Valor Nominal
- Tolerancia: 5%, 2%, ... 0.001%
- Potencia máxima: $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, 1 W
- Comportamiento con la temperatura
- Voltaje Maximo ruptura polarización

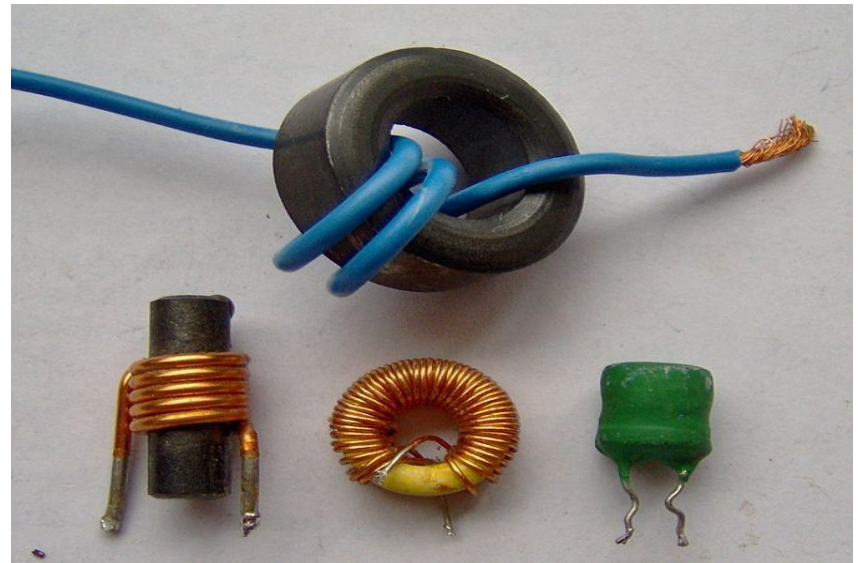
Componentes pasivos

- Condensador
 - Valor Faradios
 - Capacidad uF, nF, pF,
 - Aluminio: Muy Alta capacidad
 - Tantalos: Alta capacidad, precisión media, polaridad
 - Cerámicos: Baja capacidad, alta precisión
 - Poliéster: Media capacidad, precisión media alta
 - Condensador batería
- Voltaje Máximo, voltaje no repetitivo
- Tolerancia
- Vida útil, (condensador blindado)



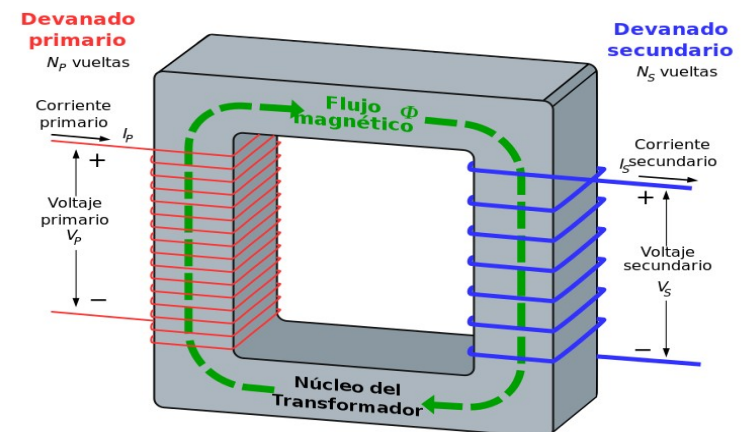
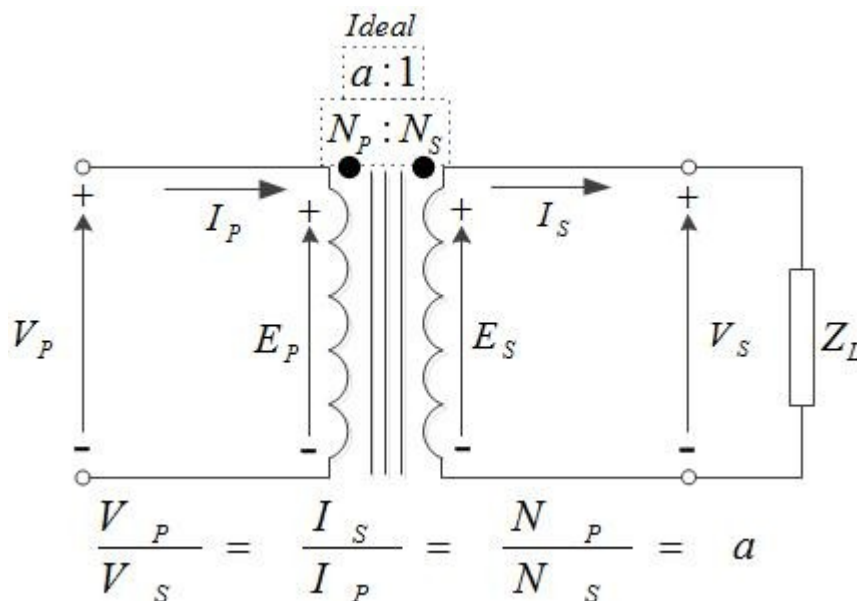
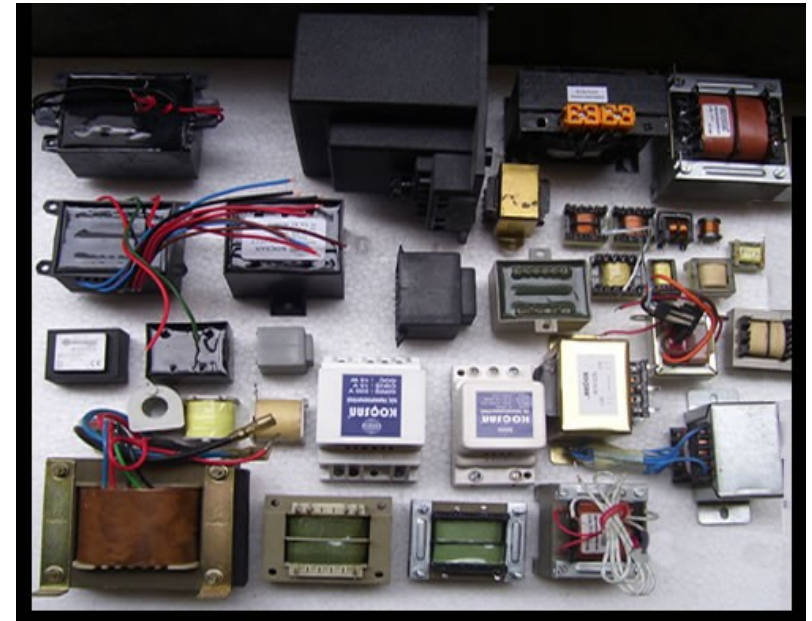
Bobinas

- Bobina (inductancia)
 - Inductancia μH , MH (Henrios)
 - Resistencia del cable
 - Corriente de Saturación
 - Tolerancia
 - Frecuencia resonancia



Componentes pasivos

- Transformador
 - Dispositivo básico para cambiar la tensión en AC
 - Desde líneas de alta tensión hasta fuentes



Características Transformador

- Potencia: VA (Voltio Amperios)
- Voltaje de Entrada/Salida
- Frecuencia de resonancia
- Estructura Lineal/Toroidal

Aplicaciones componentes pasivos

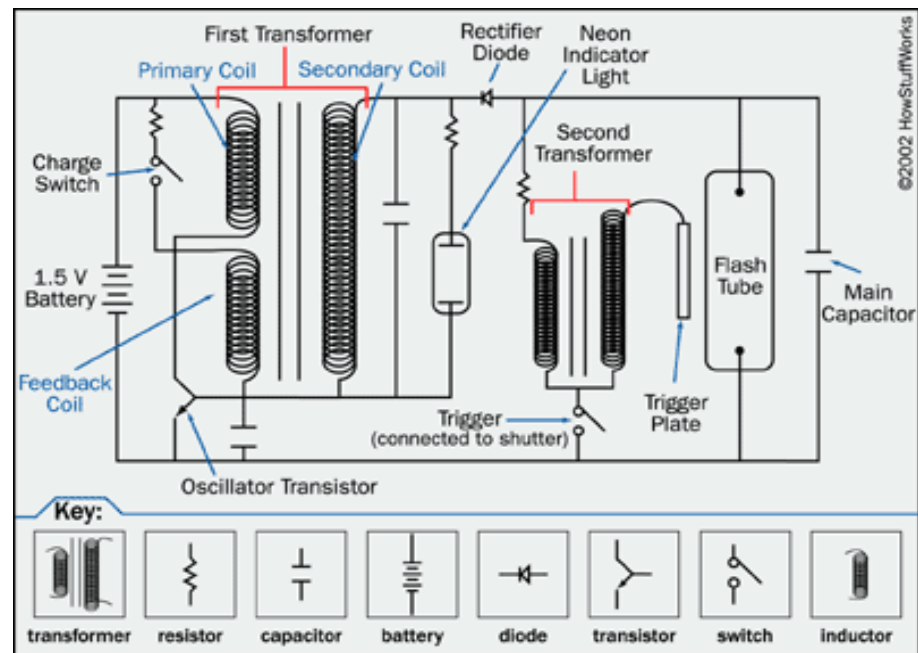
- Resistencia
 - Limitación al paso de corriente
 - Generación de voltajes a partir de otros (partidor)
 - Polarización y trabajo de otros componentes
- Condensador
 - Acumulación de energía como campo eléctrico (voltaje)
 - Riesgo de explosión si se conecta con la polaridad al revés
- Bobina
 - Acumulación de energía como campo magnético (Corriente)

Ecuaciones

- Ecuaciones básicas
 - Efecto Joule, todos los dispositivos generan calor cuando circula corriente por ellos
 - Potencia $P = I \cdot V$, Watios
 - Ley de Ohm: $V = I \cdot R$
 - Leyes de Kirchhoff
 - En un lazo cerrado, la suma de todas las caídas de tensión es igual a la tensión total suministrada.
 - En cualquier nodo, la suma de las corrientes que entran en ese nodo es igual a la suma de las corrientes que salen.
 - Condensador
 - DC = Circuito abierto AC = Cortocircuito
 - Bobina
 - DC = cortocircuito. AC = circuito abierto

Aplicaciones basicas

- Flash cámara de fotos
 - Fuente batería de 1.5 voltios
 - Lampara de Xenon mínimo 500 voltios

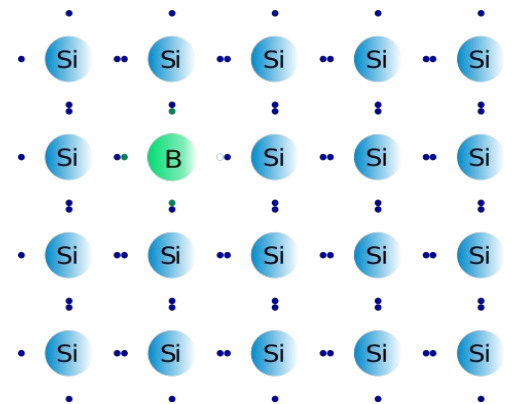
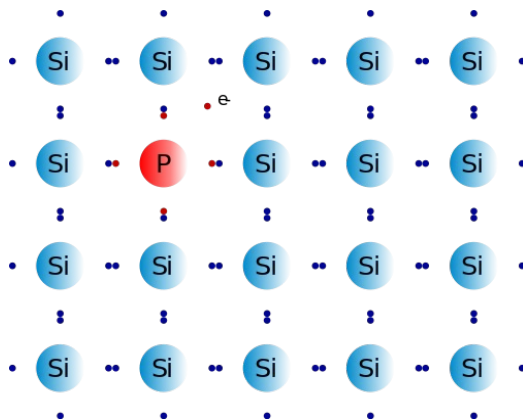


Componentes activos

- Con componentes pasivos solo se limita o almacena la corriente/voltaje, componentes activos permiten el control de la corriente/voltaje.
- Componentes activos
 - Válvulas de vacío, primeros dispositivos años 60, actualmente solo en amplificadores musica vintage.
 - Semiconductores, tecnología actual
 - Diodos
 - Transistores bipolares
 - Transistores FET

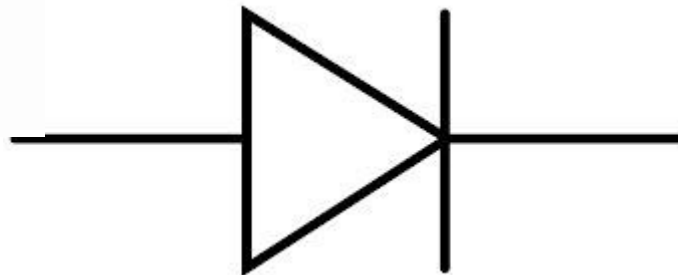
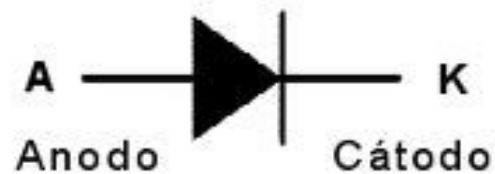
Semiconductores

- Silicio, Germanio, Arseniuro de Galio en estado puro, material intrínseco
- Materiales aislantes, no circula corriente por ellos
- Si se dopan pasan a ser conductores, material extrínseco
 - Tipo N, Si + P, electrones disponibles para la conducción.
 - Tipo P, Si + B, huecos disponibles para la conducción.



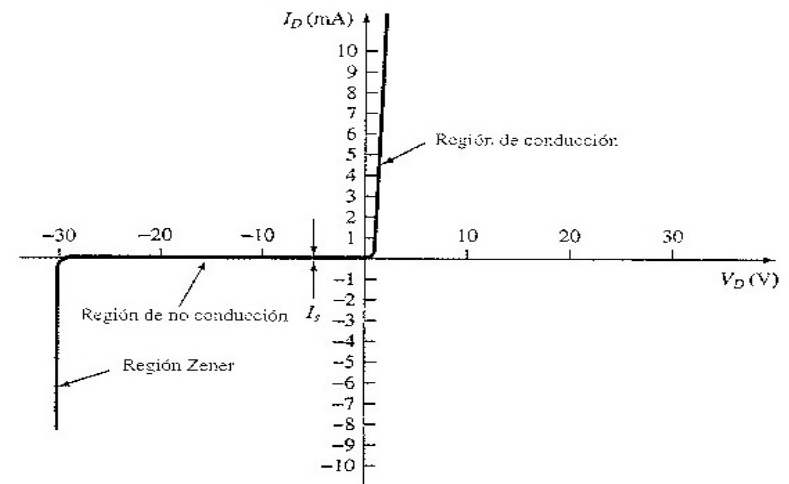
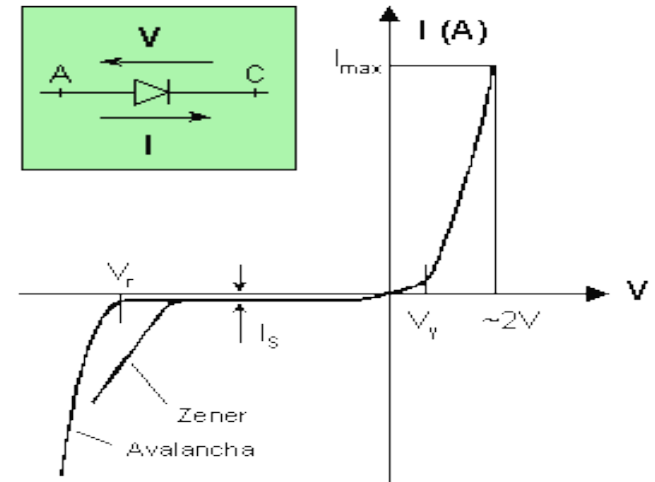
Diodo

- Union material P-N.
 - Solo deja circular la corriente en un sentido



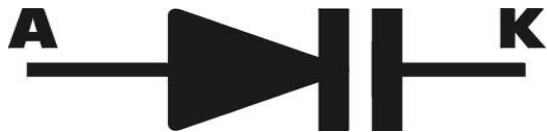
Tipos de diodos

- **Rectificadores:** Union PN simple, se utilizan para rectificar señales, fuentes de alimentación, etc. Intensidad máxima, voltaje de ruptura, voltaje en directa
- **Schockty:** Union Semiconductor metal, rectificadores muchísimo más rápidos, para quitar transitorios en señales.
- **Zener:** Diseñado para fijar un voltaje en la conducción inversa. No deja pasar voltaje hasta que llega al valor y lo fija.
- **Avalancha:** Diseñado para ruptura inversa de alta velocidad, se utilizan como “fusibles para proteger dispositivos.



Tipos de Diodos

- **Led:** En función del material, genera una longitud de onda determinada de rojo a azul. Fosforados para luz blanca
- **Varicap:** Usados como condensador variable en dispositivos sintonizador automático
- **Fotodiodos:** Receptores de luz, inyectan corriente al contrario del estandard, especializados normalmente en una longitud de onda
- **Celulas fotovoltaicas:** Fotodiodo diseñado para capturar la mayor parte de longitudes de onda y de gran tamaño para capturar mas intensidad



Características de los diodos

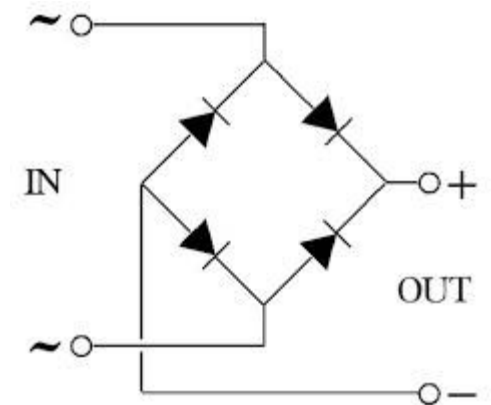
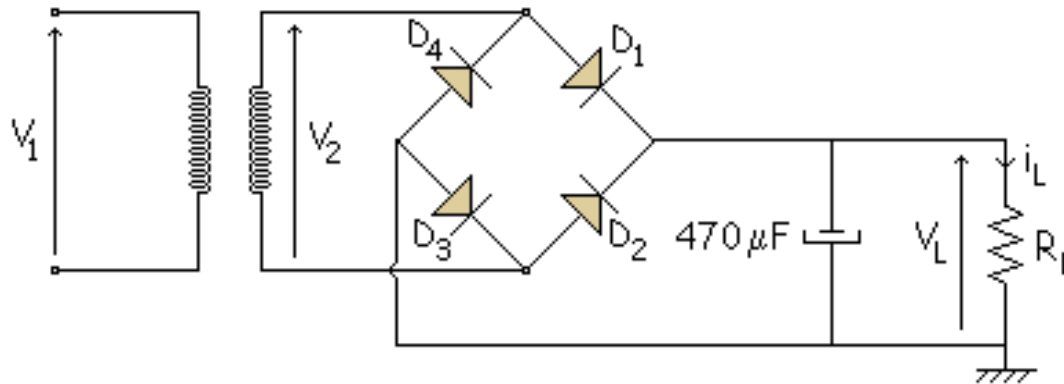
- Maximum repetitive reverse voltage = V_{RRM} , Maximo voltaje inverso que soporta de manera continuada.
- Maximum DC reverse voltage = V_R or V_{DC} , maximo voltaje continuo que puede soportar.
- Maximum forward voltage = V_F , Voltaje en directa que cae en el diodo.
- Maximum (average) forward current = $I_F(AV)$, Maxima corriente que el diodo soporta continuamente. Limitación con la temperatura.
- Maximum (peak or surge) forward current = I_{FSM} or $i_f(\text{surge})$, Maxima corriente en directa por un tiempo muy corto y no repetitiva.
- Maximum total dissipation = P_D , Potencia maxima que soporta el diodo, equivalente a $V_F \cdot I_F$ además de corrientes puntuales

Características Diodos

- Operating junction temperature = T_J , Maxima temperatura para el nucleo del dispositivo
- Storage temperature range = T_{STG} ,
- Thermal resistance = $R(\Theta)$, Calculo aproximado de la temperatura que alcanzara el diodo en función de la potencia consumida
- Typical junction capacitance = C_J , Capacidad del condensador parasito
- Reverse recovery time = t_{rr} , Tiempo que tarda el diodo en dejar de conducir corriente desde que se desconecta el voltaje

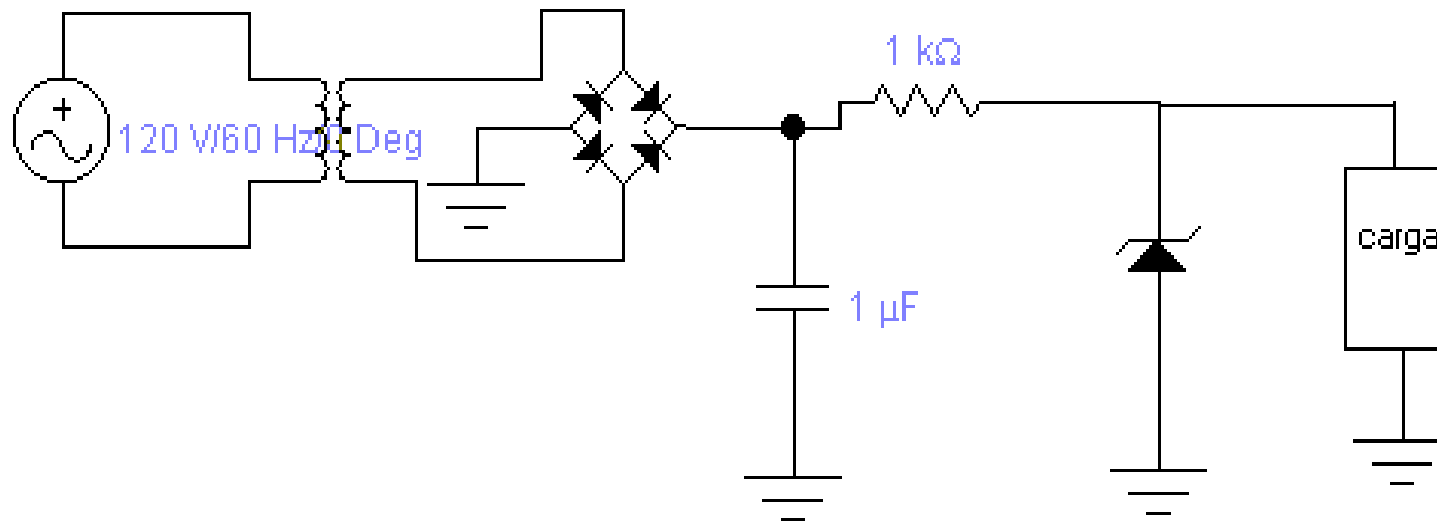
Aplicaciones

- **Puente de Diodos:** rectificación y conversión de alterna a continua
- **Fuente de alimentación:**
Transformador + puente de diodo + condensador



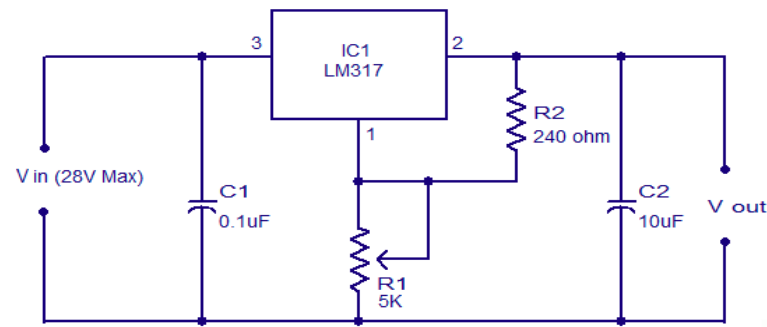
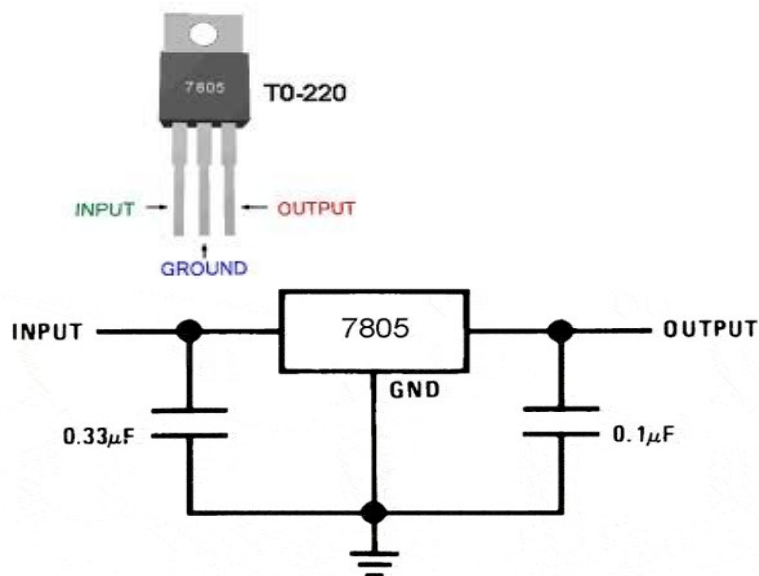
Aplicaciones

- Fuente Estabilizada: se utiliza un diodo zener para estabilizar el voltaje



Reguladores de voltaje

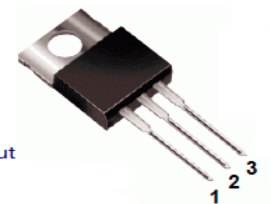
- Fijar un voltaje de salida independientemente del de entrada,
 - Solución económica y simple, (poco eficiente algunos casos)
 - De nivel fijo, Familia 78xx, 79xx
 - Variable Lm317



Typical adjustable regulator using LM317 www.circuitstoday.com

$$V_{out} = 1.25V (1 + (R2/R1)) + (I_{adj} \times R2)$$

LM317
Pin Arrangement



1. Adjust
 2. V_{out}
 3. V_{in}
- Heatsink is connected to pin 2

Características

- Corriente máxima
- Voltaje máximo
- Potencia máxima
- Encapsulado TO220, To92,
- Ripple rejection

Calor, resistencia Térmica

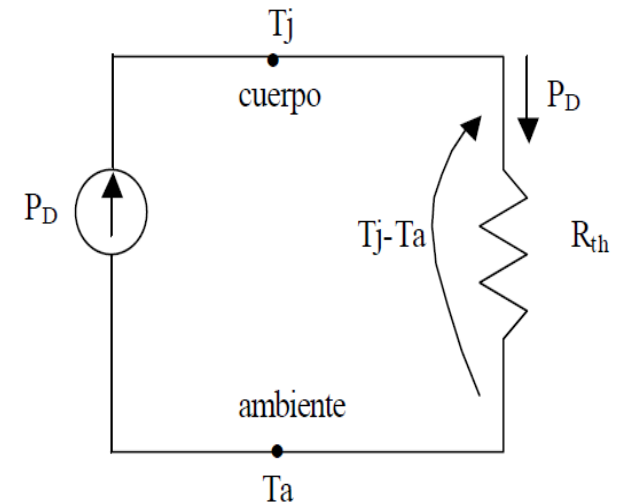
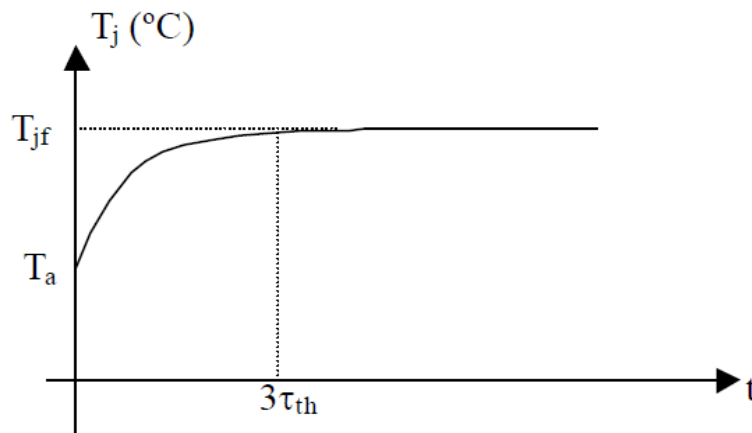
- Calculo de la temperatura Interna del componente
 - Equivalente a un circuito eléctrico

$$P_D = V \cdot I$$
$$P_D = \frac{T_j - T_a}{R_{th}} + C_{th} \frac{dT_j}{dt}$$

T_{jf} = Valor final

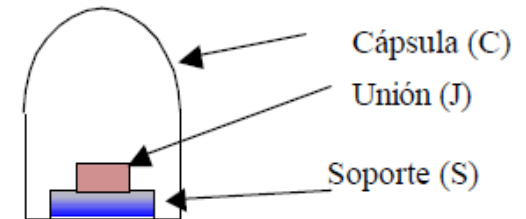
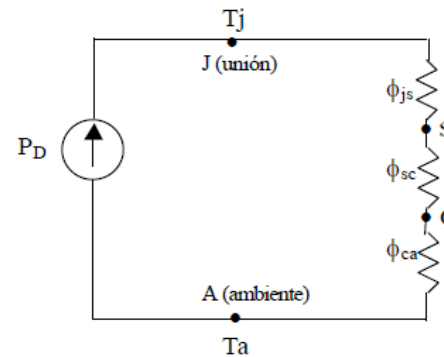
T_{ji} = Valor inicial

$\tau_{th} = R_{th} \cdot C_{th}$ = constante de tiempo térmica (segundos)



Resistencia Térmica

- Cálculo Térmico

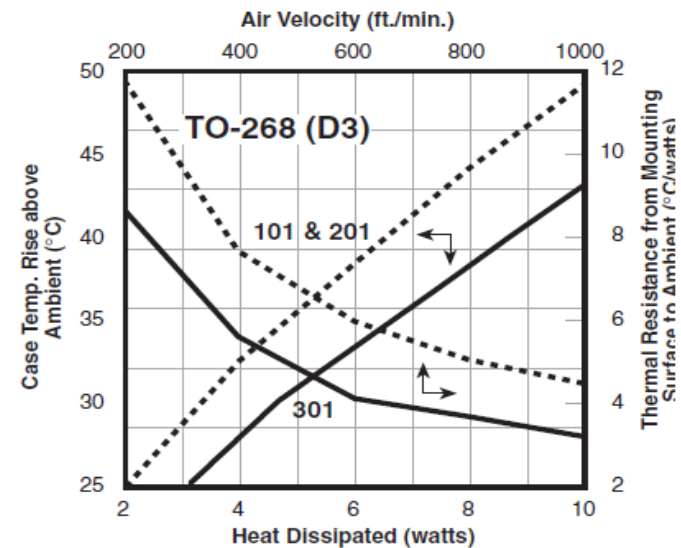
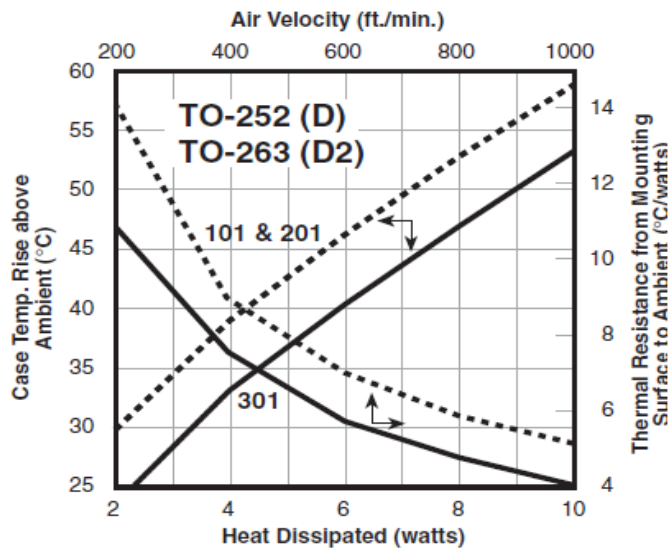
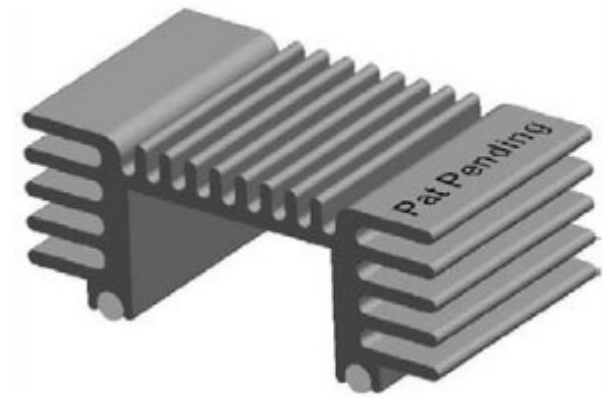


$$R_{th} = \phi_{ja} = \phi_{js} + \phi_{sc} + \phi_{ca}$$

Tipo de cápsula	Contacto directo	Contacto directo más pasta de silicona	Contacto con mica	Contacto con mica más pasta de silicona
TO.39-TO.5	1	0.7	—	—
TO.126	1.4	1	2	1.5
TO.220	0.8	0.5	1.4	1.2
TO.202	0.8	0.5	1.4	1.2
TO.152	0.8	0.5	1.4	1.2
TO.90	0.5	0.3	1.2	0.9
TO.3 (Plástico)	0.4	0.2	1	0.7
TO.59	1.2	0.7	2.1	1.5
TO.117	2	1.7	—	—
SOT.48	1.8	1.5		
DIAL.4L	1.1	0.7	—	—
TO.66	1.1	0.65	1.8	1.4
TO.3	0.25	0.12	0.8	0.4

Disipador

- Resistencia Térmica
 - Entre 1~10

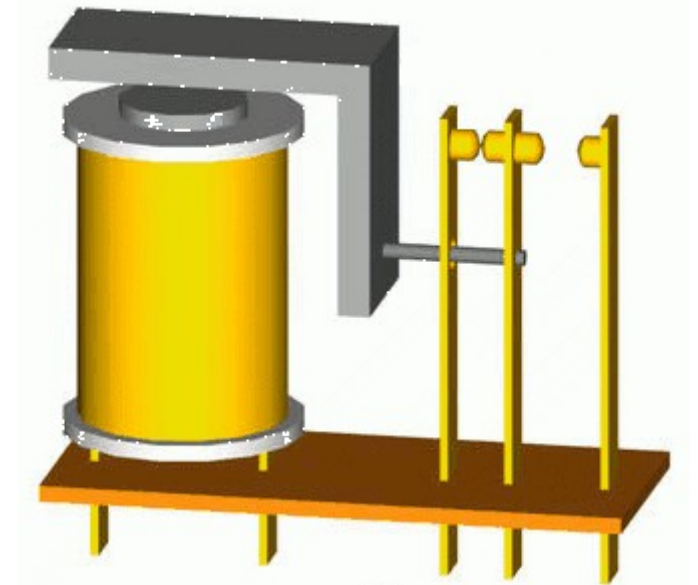
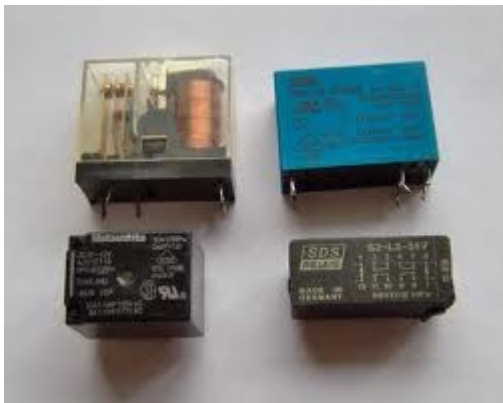


Características

- Corriente máxima
- Voltaje máximo
- Potencia máxima
- Encapsulado TO220, To92,
- Ripple rejection

Sistemas de control de corriente

- Relé, (Contactor)
 - Conmutador Electrico Todo/Nada
 - Alta corriente, Baja velocidad, alto voltaje
 - Ruidos y chispas en la conmutación
 - Corriente elevada para la conmutación

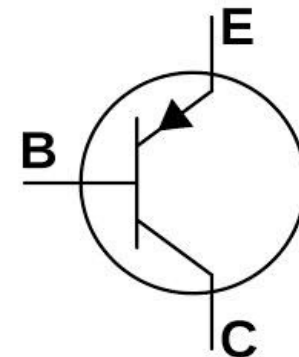
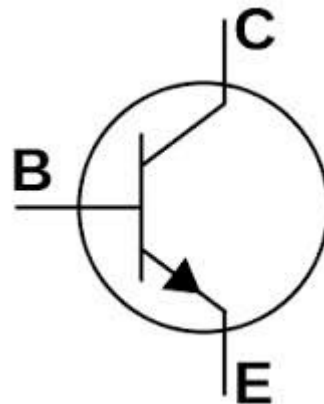
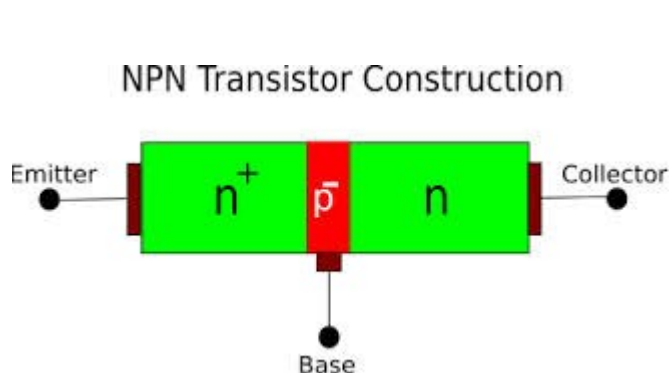


Características

- Tension bobina
- Corriente bobina
- Tension contactos
- Corriente contactos
- Numero de cambios
- Aislamiento completo
- Velocidad de la conmutación
- Voltaje inverso en la bobina por conmutación

Transistores

- Dispositivo clave en el desarrollo de la electrónica (Valvulas de Vacio, Reles, memorias de ferrita)
 - Bipolares (NPN, PNP): Aplicaciones de electrónica analogica, amplificación, región lineal
 - Efecto Campo (Jfet, Mosfet) → Conmutación
 - Mosfet → Electrónica Digital

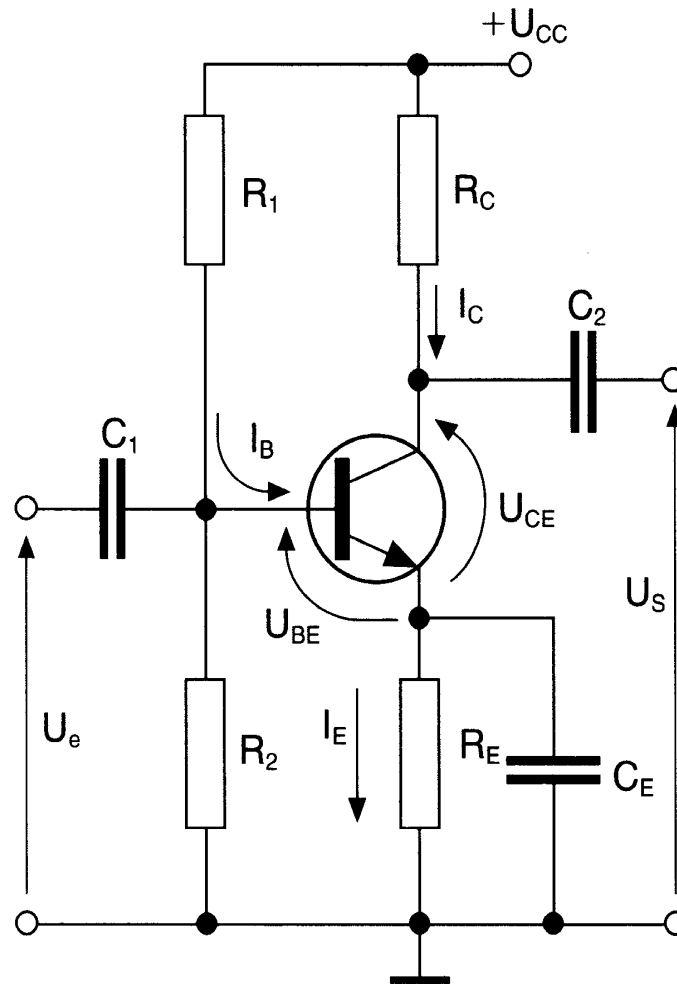


Bipolares

- Ley del transistor
 - NPN, conduce con corriente positiva
 - PNP, conduce con corriente negativa
 - $I_c = \beta * I_b$
 - Beta \rightarrow hfe parametro caracteristico del transistor, amplificación 100, transistor pequeño, 10 transistor grande
 - $V_{ce} = 0.5$ Voltios
 - Impedancia entrada al transistor h_{ie}

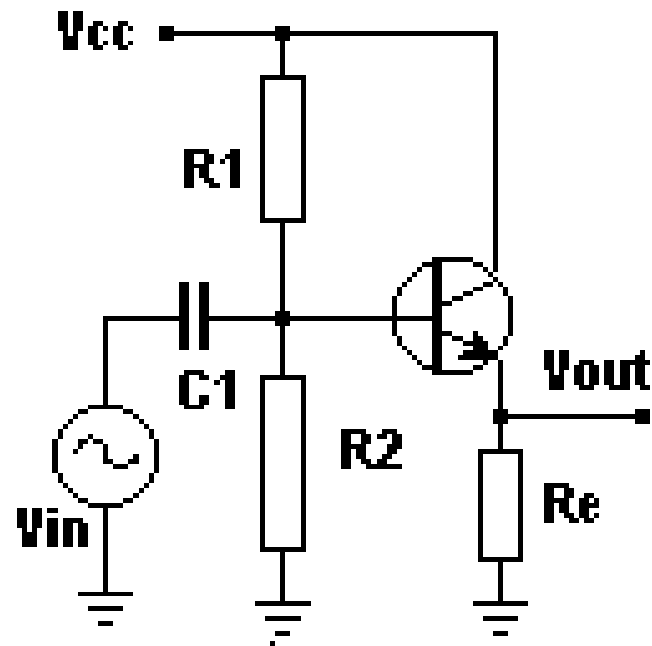
Amplificador Tension

- Emisor comun



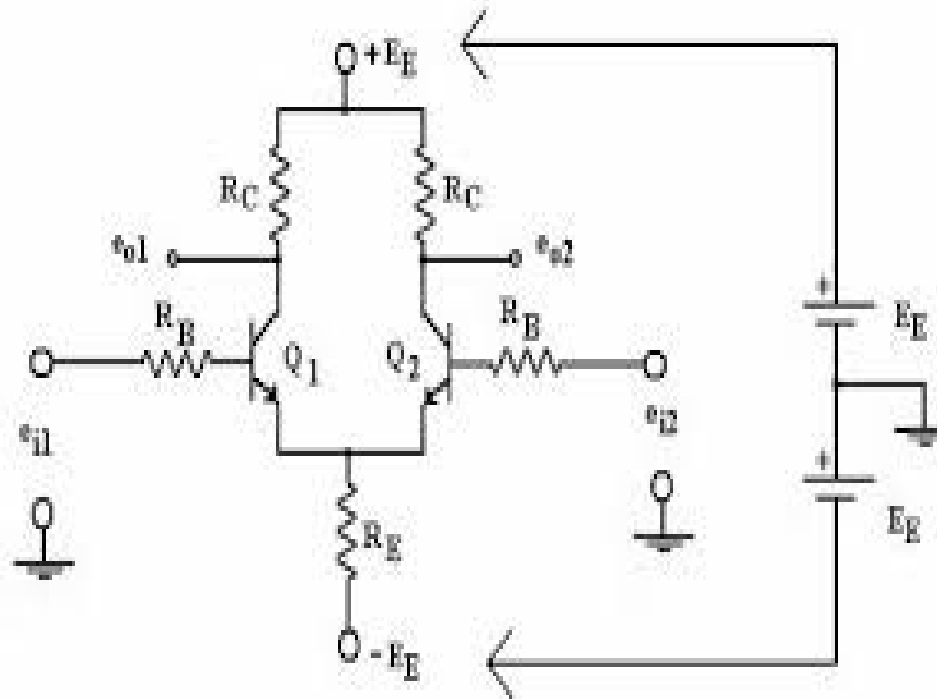
Amplificador corriente

- Seguidor por emisor



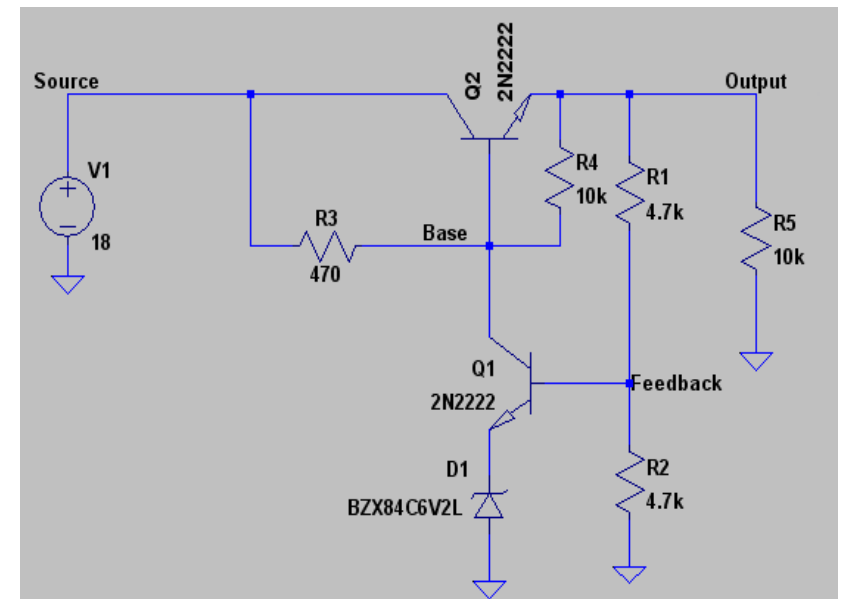
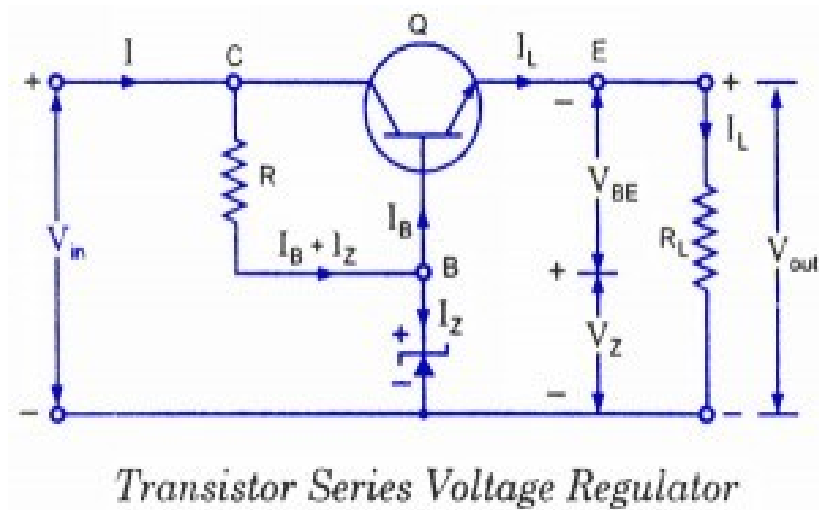
Amplificador diferencial

- Amplifica la diferencia entre dos voltajes



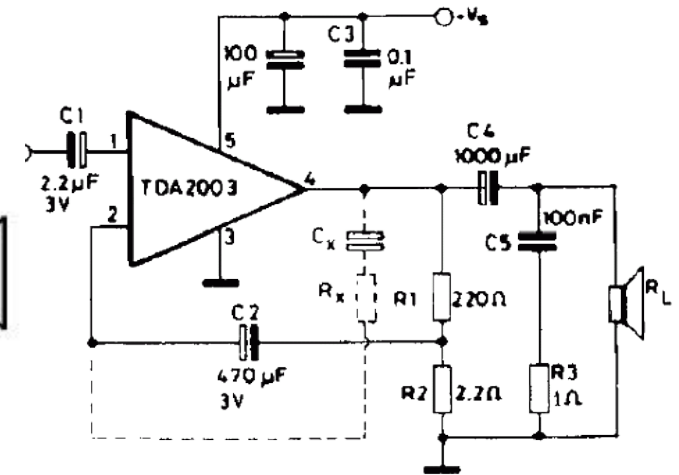
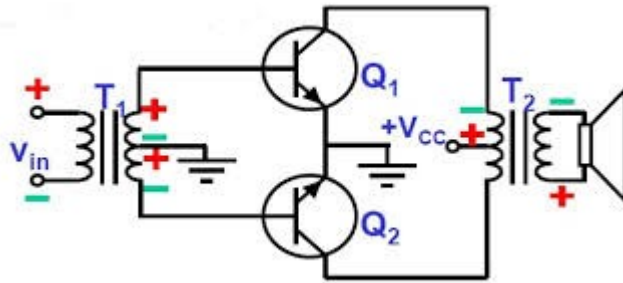
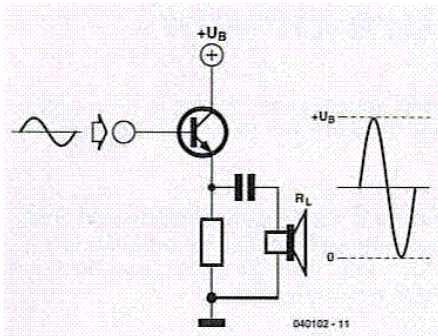
Ejemplos

- Regulador de tensión
-



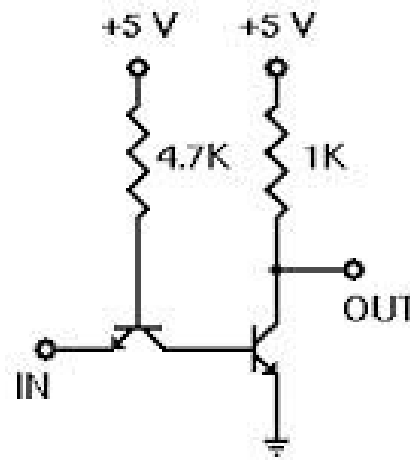
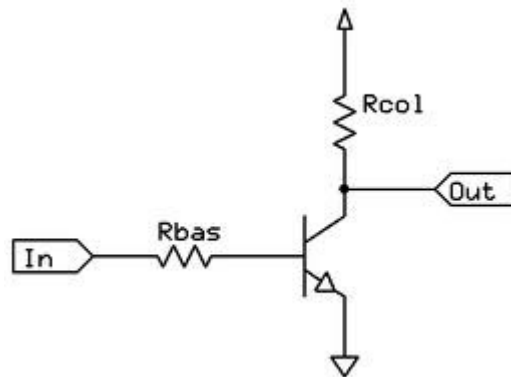
Ejemplo

- Amplificador de Audio

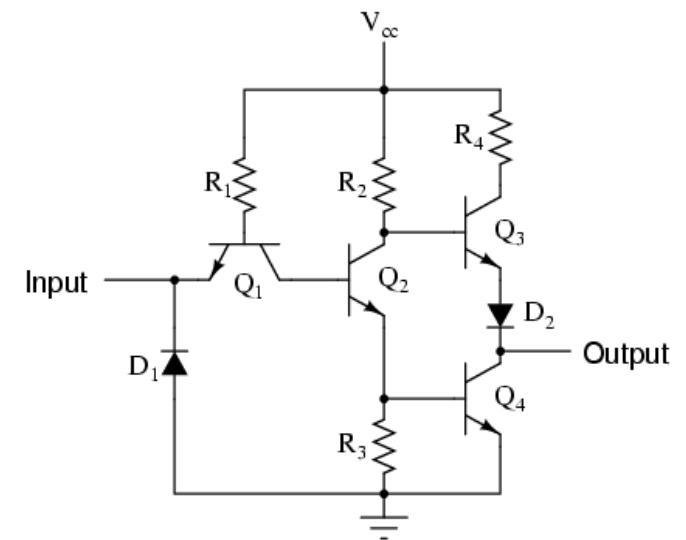


Transistor en conmutación

- Comportamiento todo/nada
- Electrónica digital, Familia TTL
- Totem pole, Open Collector

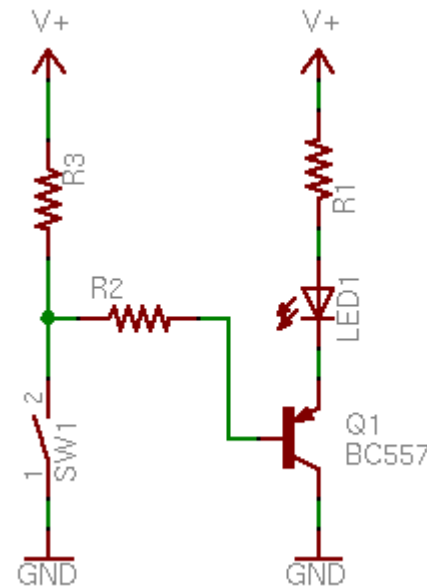
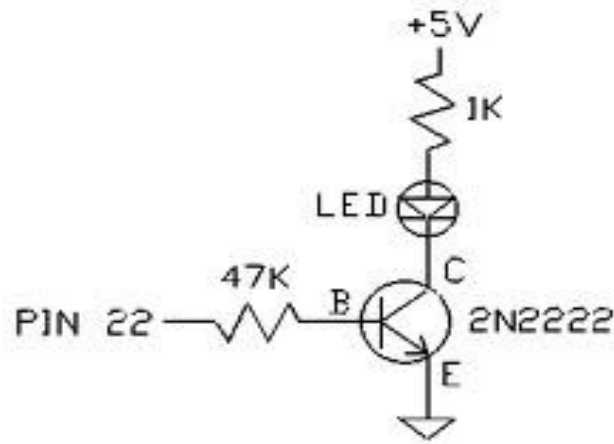


Practical inverter (NOT) circuit



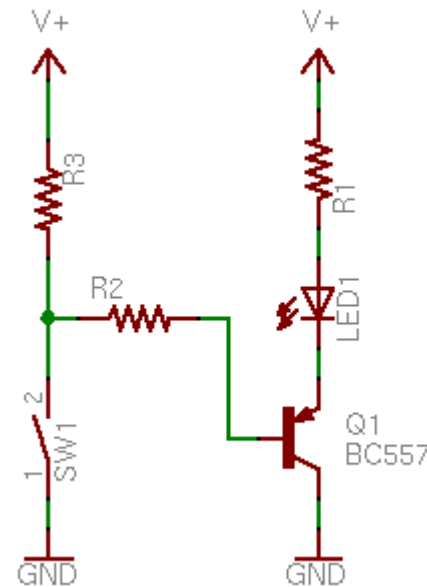
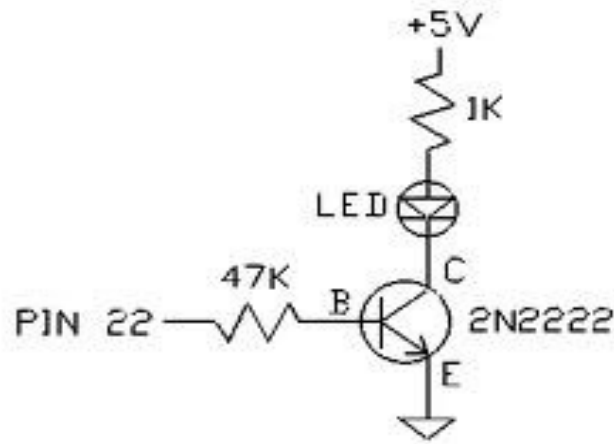
Transistor como buffer

- Permite aumentar la corriente de salida de circuitos
 - Activar un led
 - Activar un rele



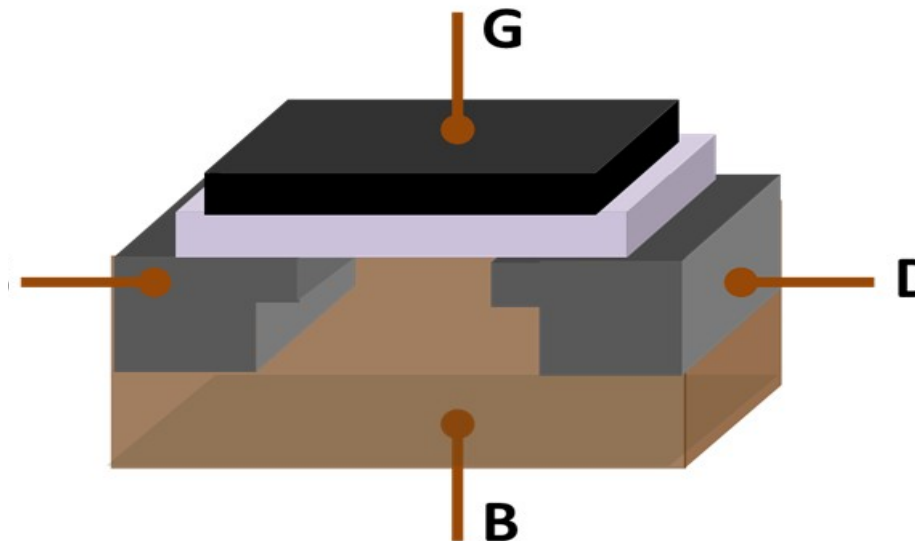
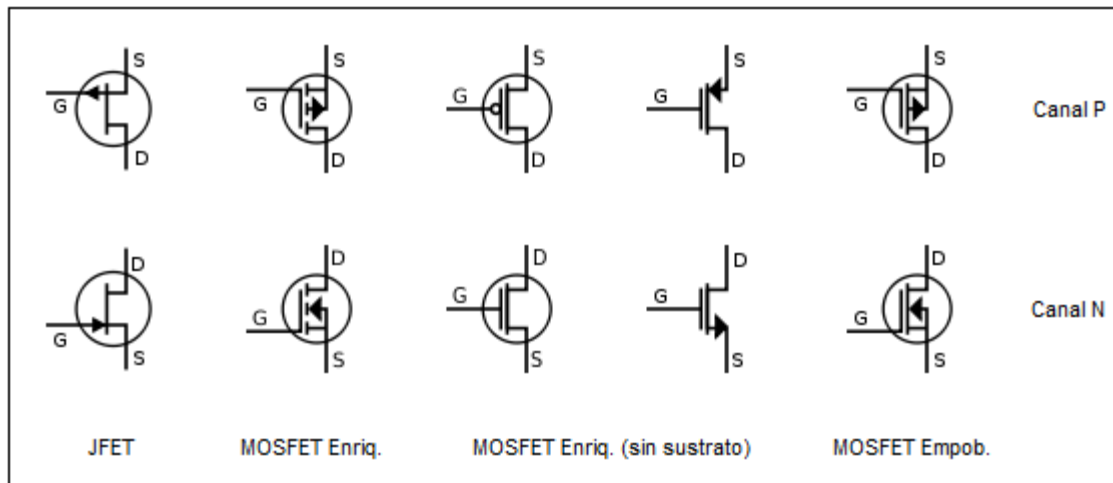
Transistor como buffer

- Permite aumentar la corriente de salida de circuitos
 - Activar un led
 - Activar un rele



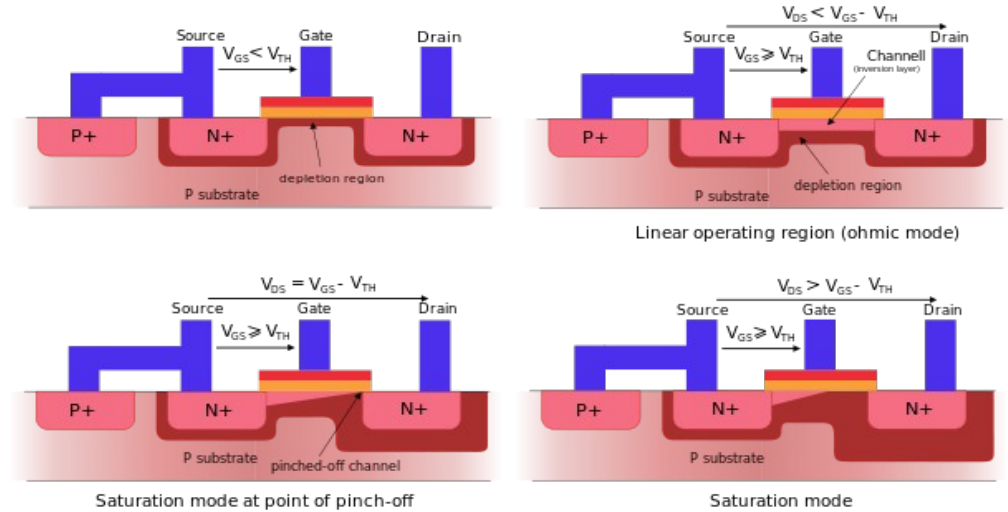
Transistor Efecto Campo

- Impedancia de entrada muy alta
- Gran capacidad de corriente
- Ideal en conmutación y digital
- No muy bueno en lineal
- Tipo N → NPN y Tipo P → PNP

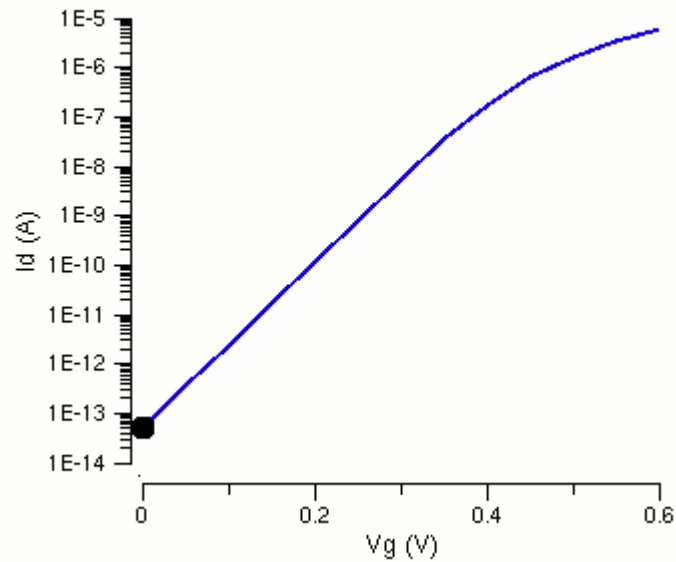


MOSFET

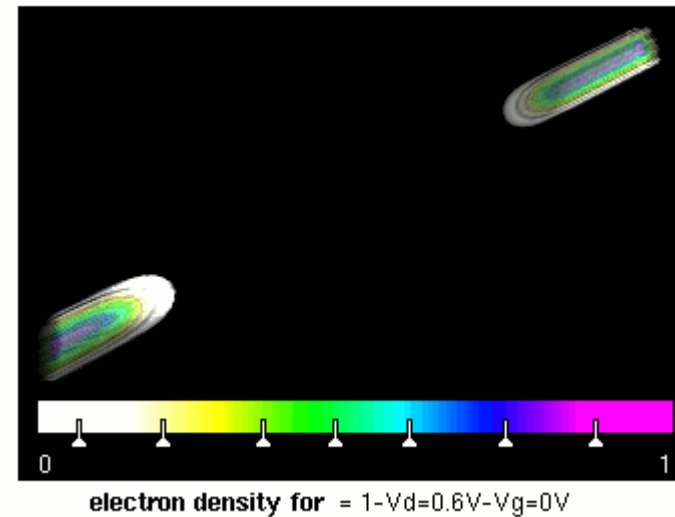
- Funcionamiento



Id-Vg Characteristics

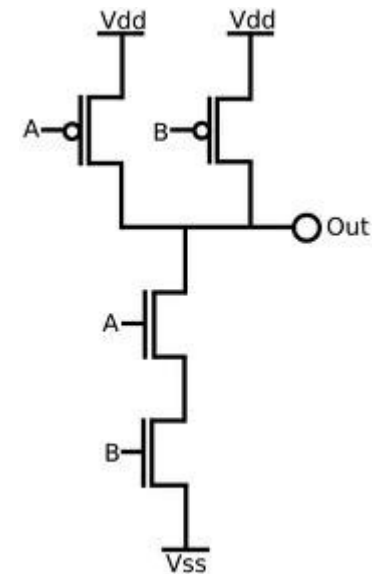


3D electron density for $V_d=0.6$



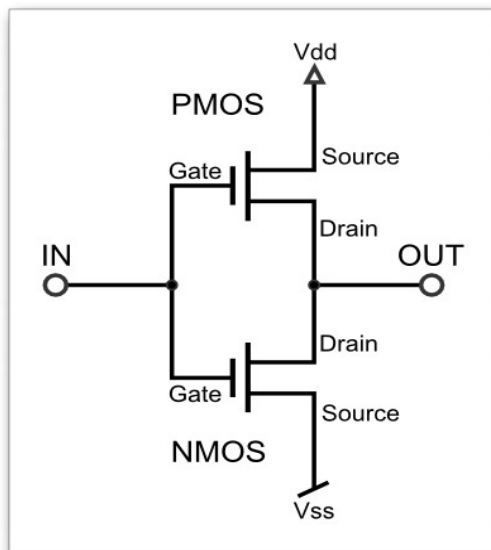
Electronica digital

- Electronica CMOS
 - Pocos componentes
 - Transistores pequeños 22nm distancia entre 2 transistores de una memoria

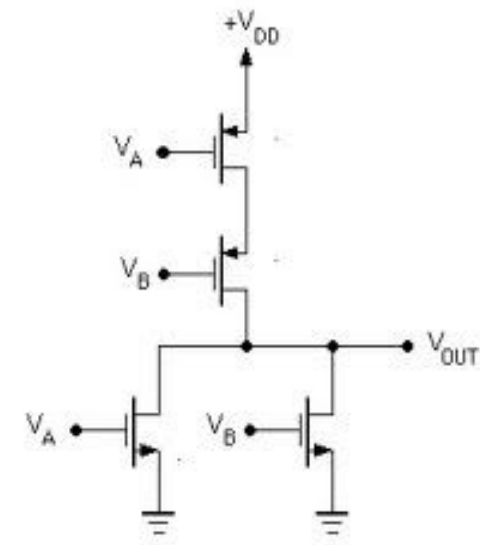
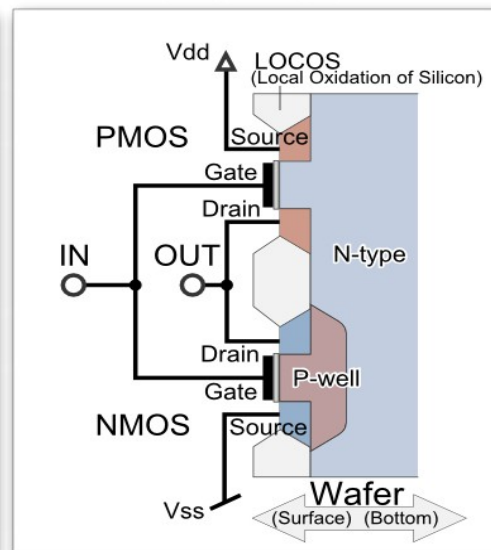


CMOS inverter

Model chart



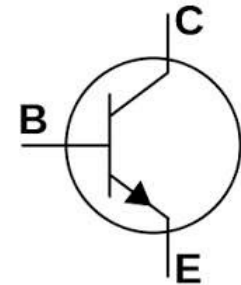
Silicon wafer



Generalidades Transistores

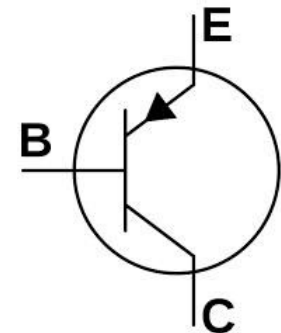
- NPN

- Caída de voltaje (Colector Emisor) 0.3~0.5 voltios
- Intensidad de base entre 30~100 veces menor que la de colector (puede ser muy grande)
- Es necesario aplicar un voltaje positivo Base Emisor. Sin voltaje no circula corriente.



- PNP

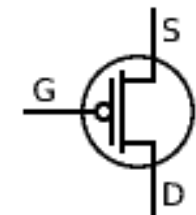
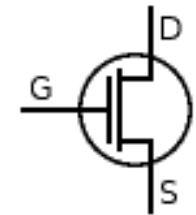
- Funcionamiento Inverso NPN (circula corriente Emisor cuando sacamos corriente de la base)
- Caída de voltaje (Emisor Colector) 0.3~0.5 voltios.
- Intensidad de base entre 30~100 veces menor que la de colector
- Es necesario aplicar un voltaje cero para que circule corriente (absorbe corriente del emisor), Con voltaje positivo no circula



Generalidades Transistores

- MOSFET N

- Tiene que tener un voltaje entre Puerta y el surtidor para reducir su resistencia.
- Resistencia mínima de mOhmios, voltaje del orden de 12 v en la puerta
- Se suele conectar el surtidor a Tierra para que la referencia sea absoluta
- Normalmente mas eficiente que el Mosfet P
- Maximo 20 voltios puerta Surtidor
- Condensador equivalente en la puerta, tiempo de respuesta

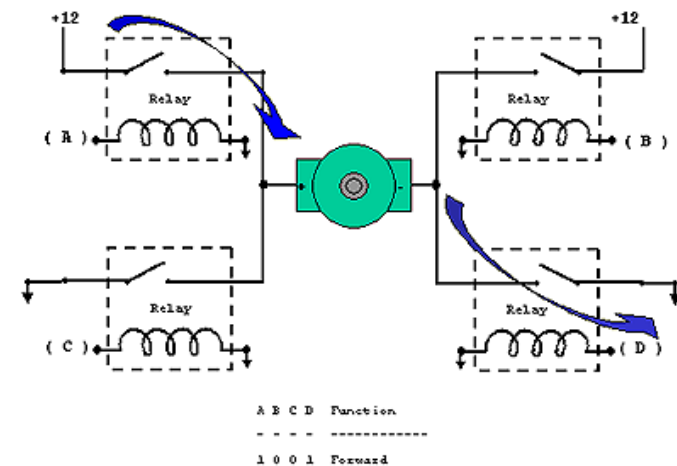
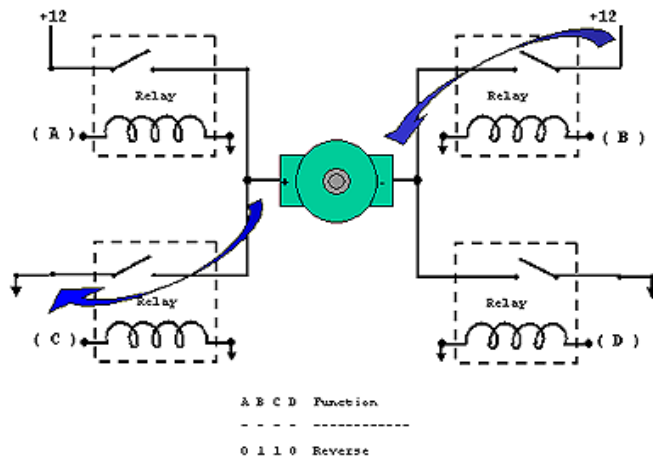


- MOSFET P

- Voltaje 0 entre puerta y surtidor para que no circule corriente. (Ojo cambio en el sentido de la corriente S/D)
- Surtidor conectado a voltaje máximo

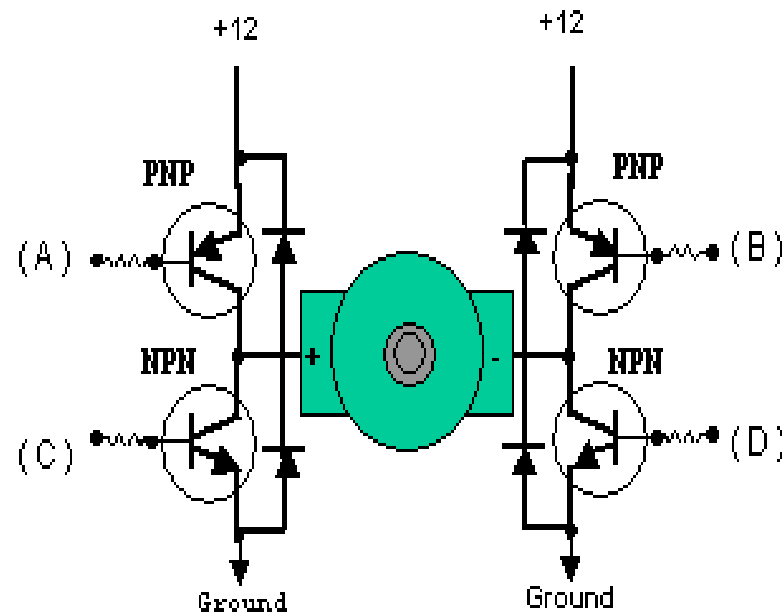
Control Motores

- Controlar el sentido de giro de un motor

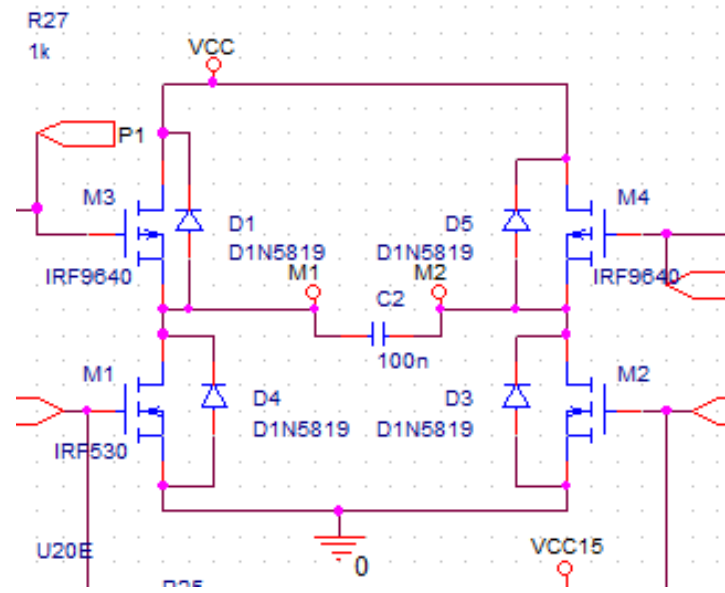


Control Motor

- Control sentido de giro

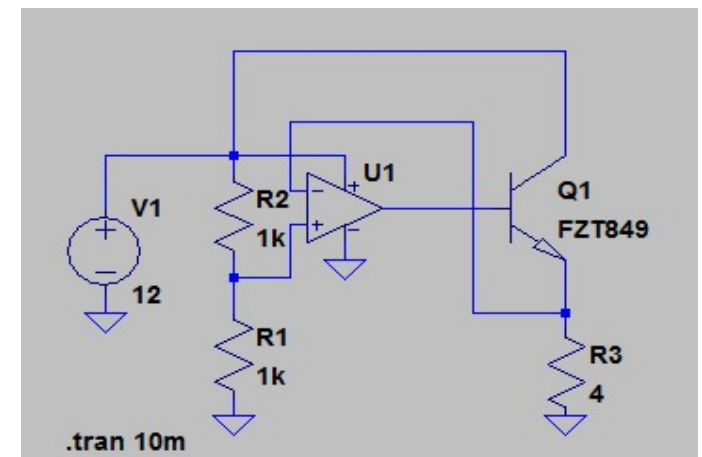
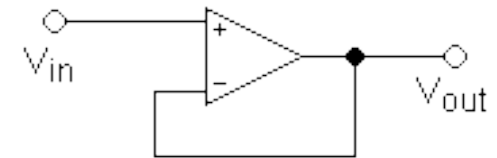
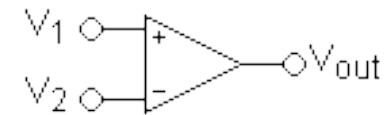


Control Motor III



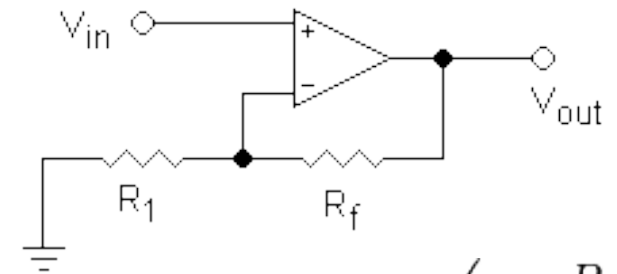
Amplificador Operacional

- Características de amplificador ideal, utilizado en la adaptación de cualquier sensor analógico
 - Operación matemática
 - Ganancia Infinita
 - Impedancia de entrada alta
- Configuraciones utilizadas
 - Seguidor de tensión
 - Amplificador no inversor



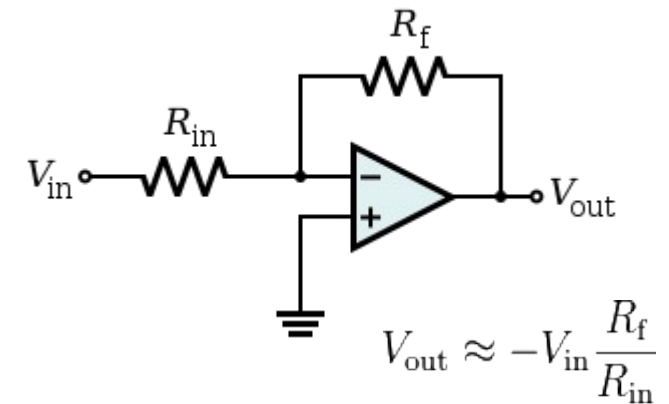
Amplificador Operacional

No Inversor



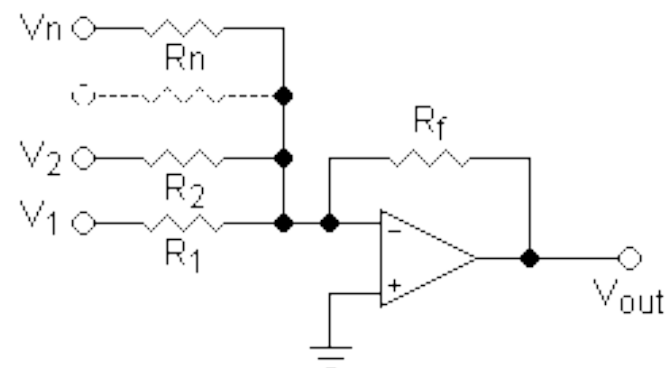
$$V_{out} = V_{in} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

Inversor



$$V_{out} \approx -V_{in} \frac{R_f}{R_{in}}$$

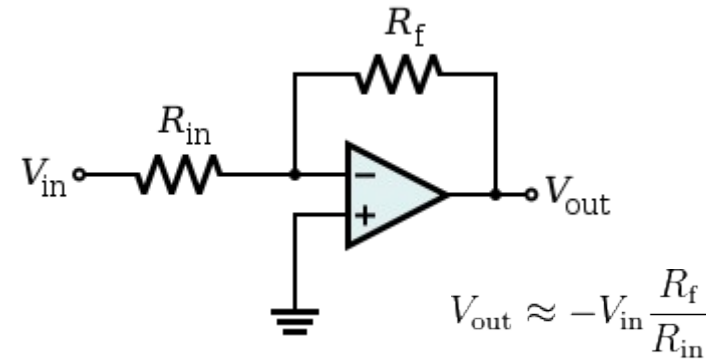
Sumador Inversor



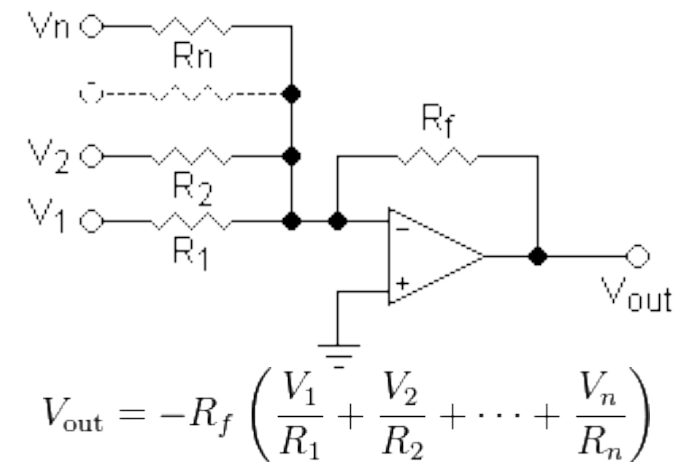
$$V_{out} = -R_f \left(\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \dots + \frac{V_n}{R_n} \right)$$

Amplificador Operacional

Inversor

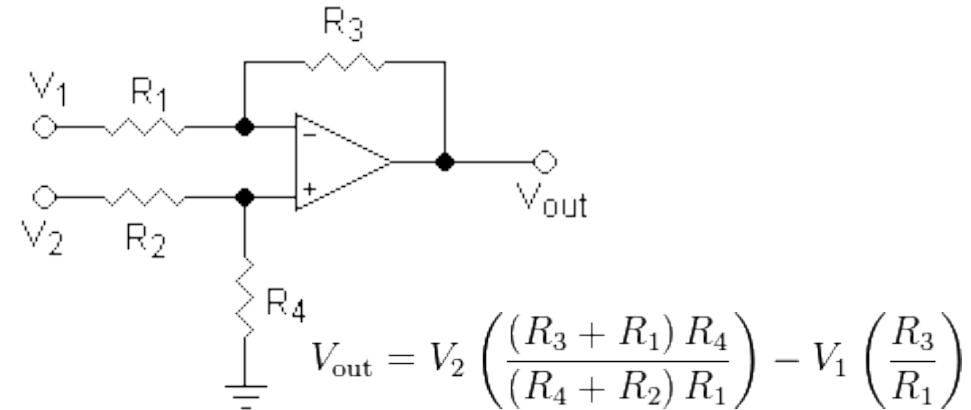


Sumador Inversor

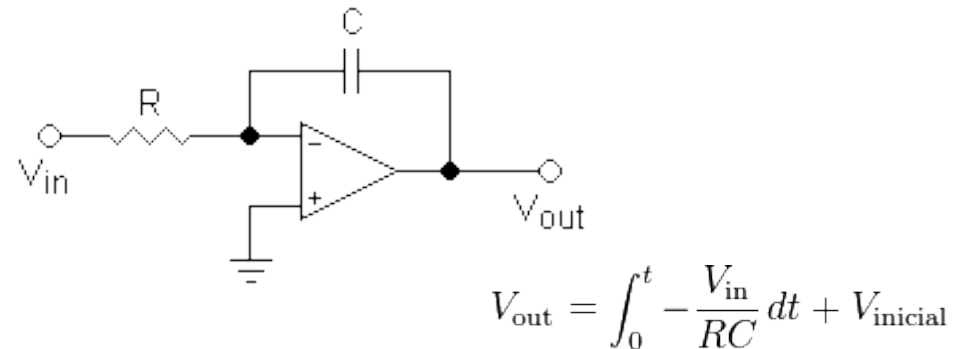


Amplificador Operacional

Restador Inversor

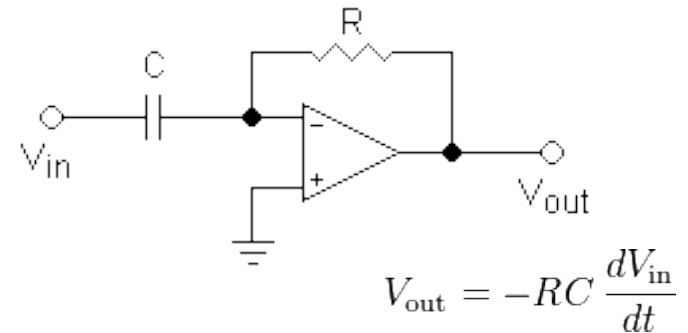


Integrador

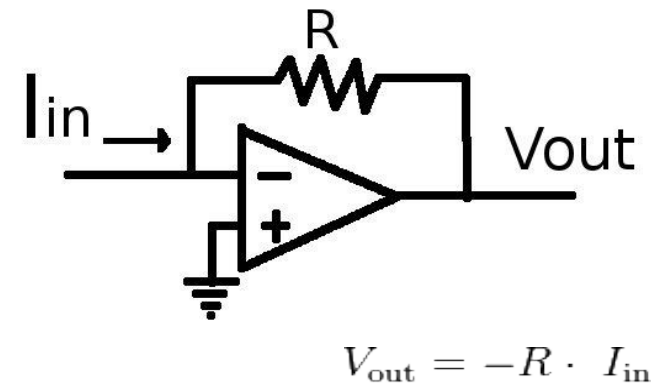


Amplificador Operacional

Derivador



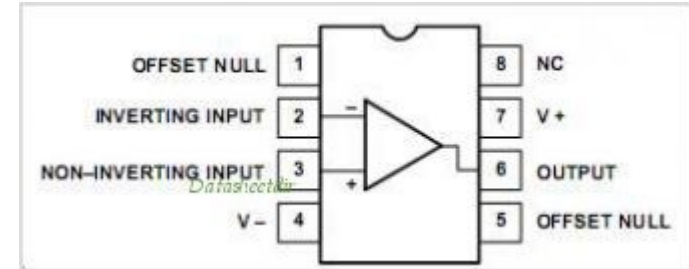
Conversor Corriente Voltaje



Amplificador Operacional real

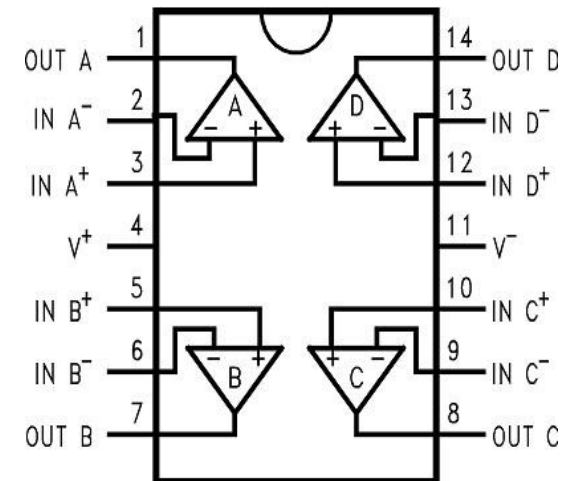
- Ua741

- Primer diseño,
- poco preciso,
- alimentación simétrica (+12~-12)
-



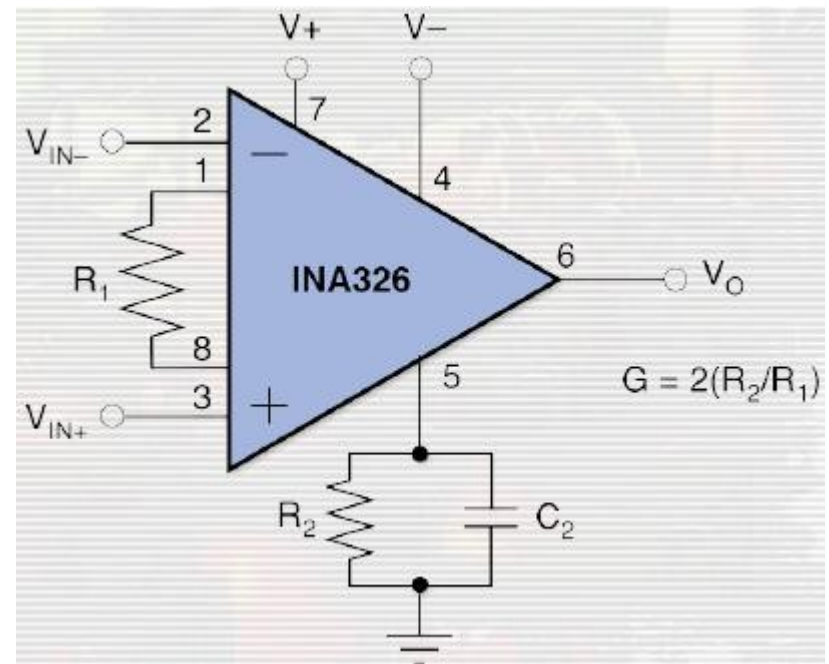
- Lm324

- Alimentación 0~12
- Mas preciso

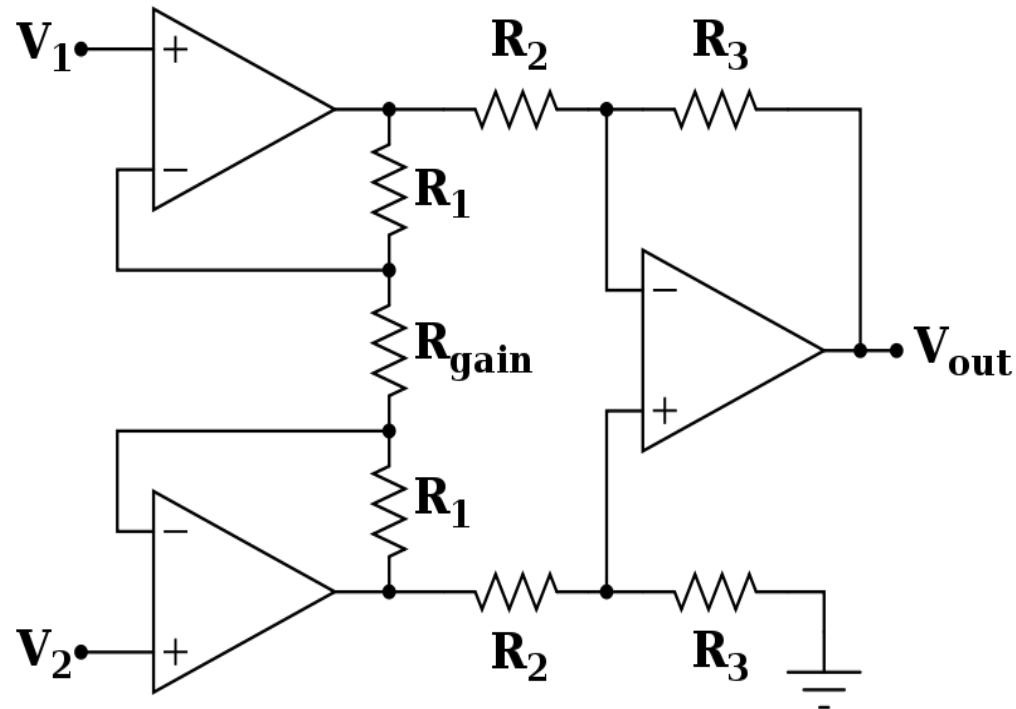


Amplificador Instrumentación

- Alta ganancia
- Cambio ganancia con una sola resistencia
- Mucha precisión
- Bajo Ruido
- Precio alto



Amplificador Instrumentación

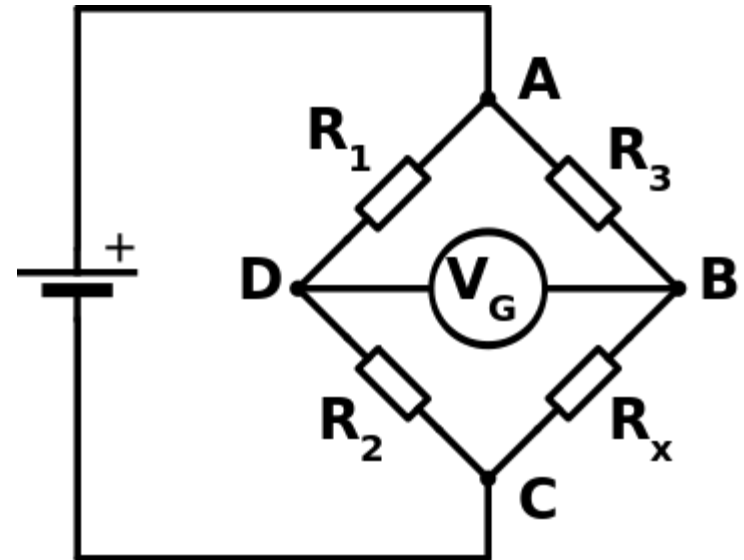


$$V_{out} = (V_2 - V_1) \left(1 + \frac{2R_1}{R_g} \right)$$

$$R_2 = R_3$$

Puente de Wheastone

- Medida de cambios de resistencia muy pequeños
 - Sensores que presentan un cambio de resistencia muy bajo.
 - Se mide la diferencia entre una rama y otra
 - Necesario un amplificador de instrumentación
 - Ejp: Basculas de presición, termómetros, presostatos, ...
 - Tipicamente $R_1=R_2=R_3=R_x$ valor de la resistencia nominal del sensor



Puente de Wheastone

- Sensores
 - RTD → pt100 0.00385 ohmios/°C
 - Galga extensiométrica → medida de desplazamientos (peso, presión) → 0.0074 ohmios
- Una galga con factor de galga $K=2$, y una resistencia de $120\ \Omega$ (valores típicos) pegada a una pieza de acero de 4 cm x 4 cm de sección de la que pende una masa de 1000 kg provoca una deformación en el acero → 306,5 μ con un cambio de resistencia de la galga de 0.0074 ohmios



