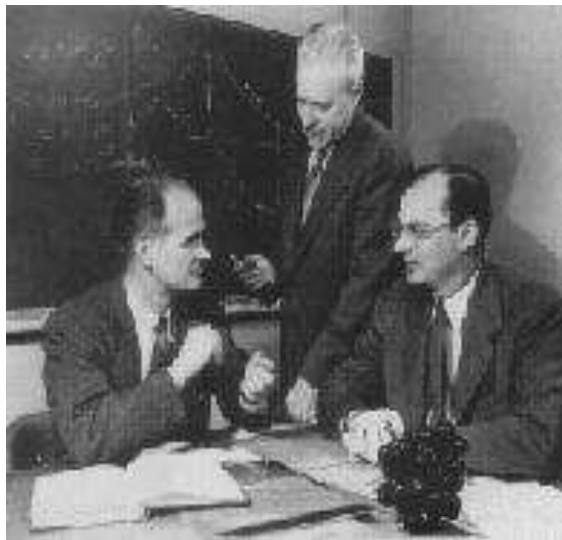


TRANSISTORES

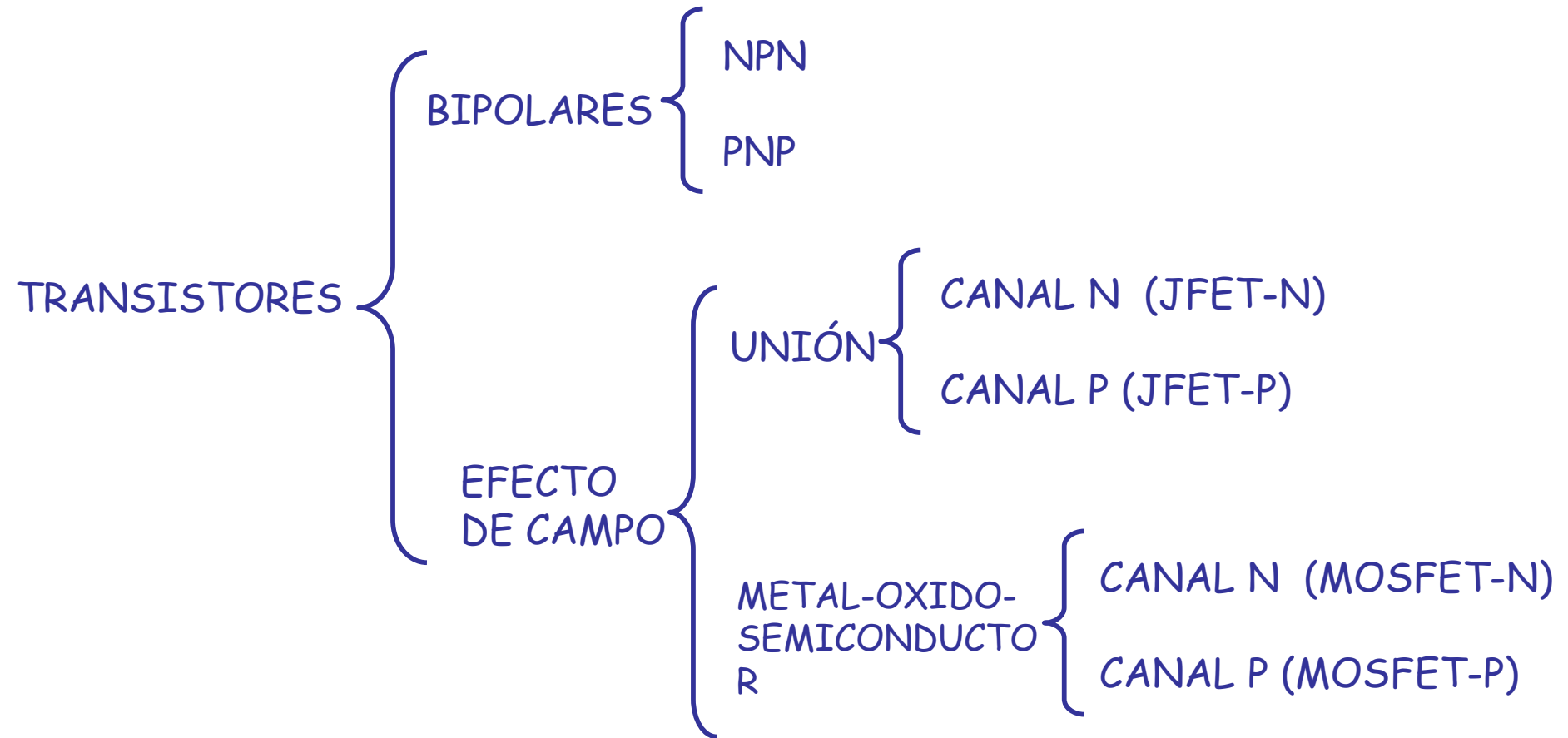
!!! IMPORTANTE !!!

No es un dispositivo simétrico ni lineal



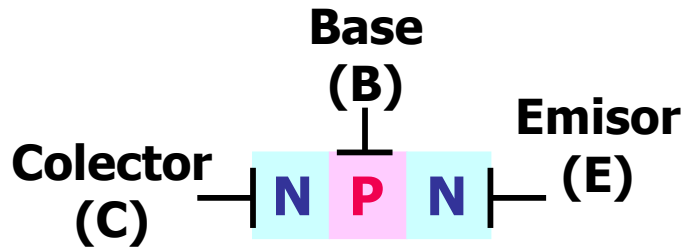
**Descubiertos por
Shockley, Brattain y
Barden en 1947
(Laboratorios Bell)**

TRANSISTORES

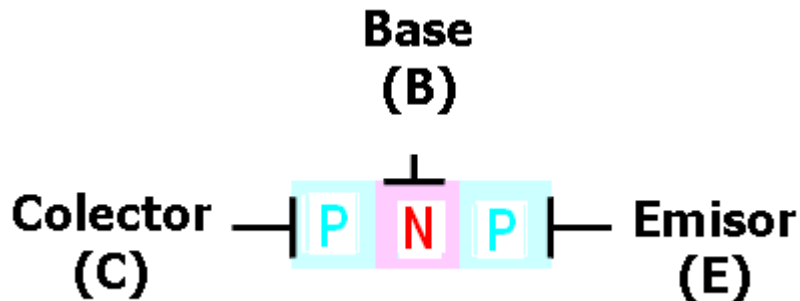
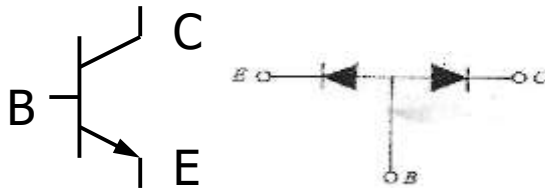


* FET : Field Effect Transistor

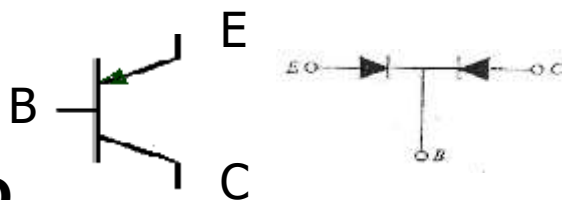
TRANSISTOR BIPOLAR



SÍMBOLO



SÍMBOLO



En principio un transistor bipolar está formado por dos uniones PN.

Para que sea un transistor y no dos diodos deben de cumplirse dos condiciones.

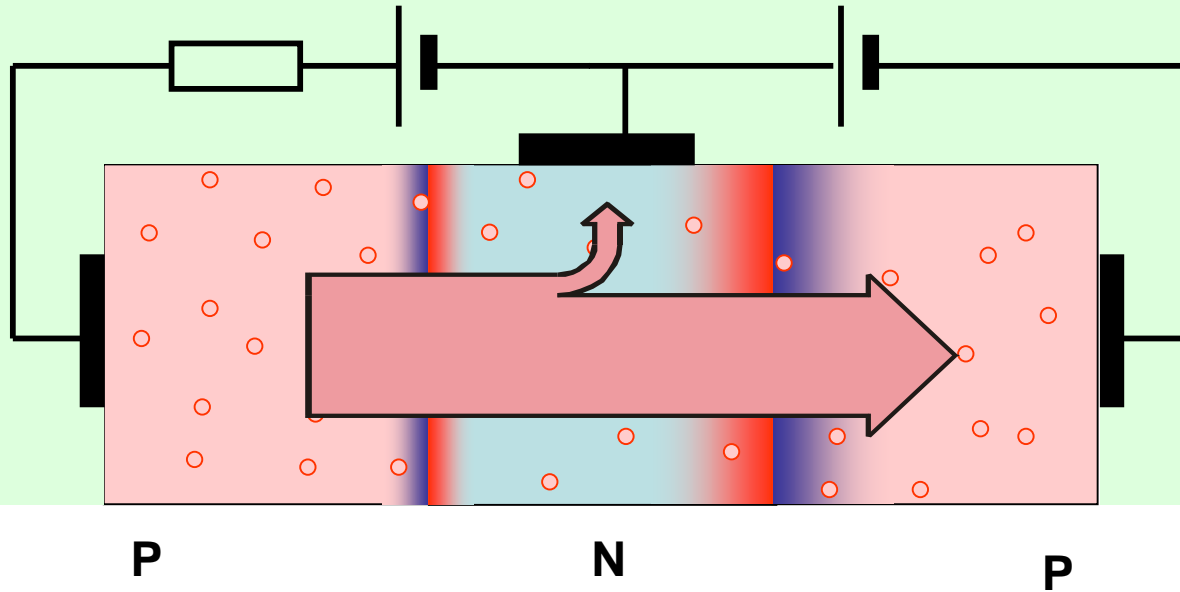
1.- La zona de Base debe ser muy estrecha (Fundamental para que sea transistor).

2.- El emisor debe de estar muy dopado.

Normalmente, el colector está muy poco dopado y es mucho mayor.

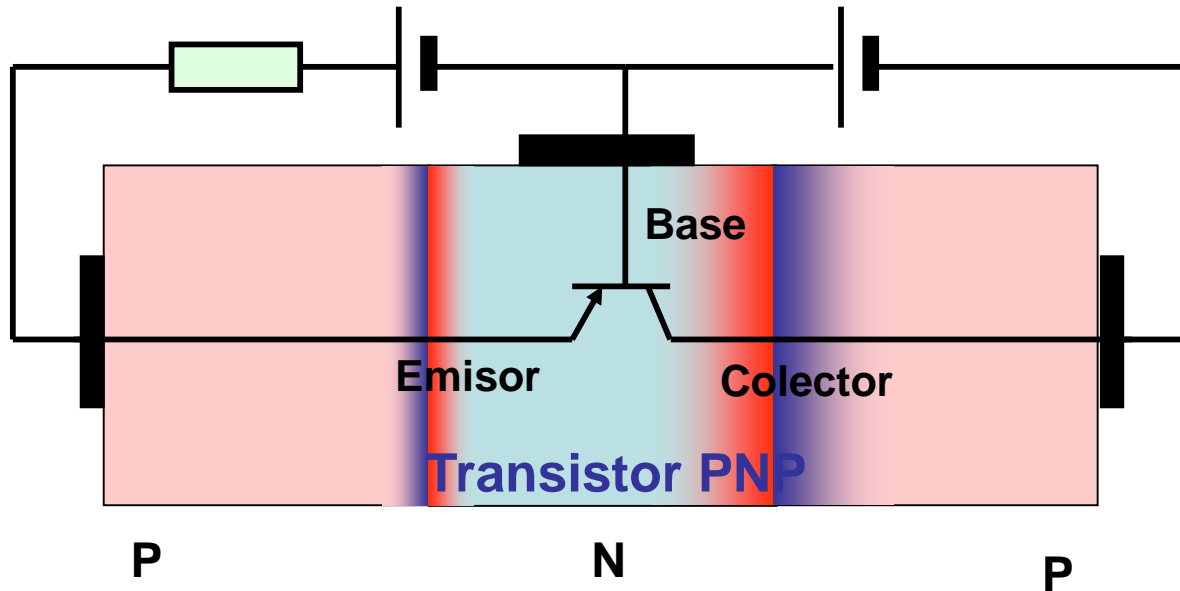
Dispositivos que regulan un flujo de corriente mediante una cantidad pequeña de energía.
(varía la conductividad entre dos terminales actuando sobre un tercer terminal de control)

Principio de funcionamiento del transistor bipolar



El terminal central (base) maneja una fracción de la corriente que circula entre los otros dos terminales (emisor y colector)

Principio de funcionamiento del transistor bipolar



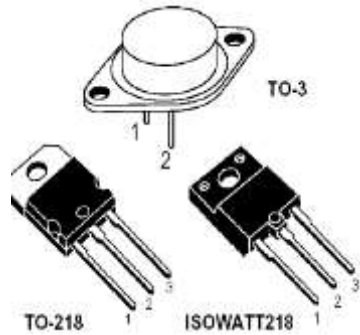
El terminal de base actúa como terminal de control manejando una fracción de la corriente mucho menor a la de emisor y el colector.

El emisor tiene una concentración de impurezas muy superior a la del colector: **emisor y colector no son intercambiables**

TRANSISTOR BIPOLARES

High-Voltage - High Power Transistors

NPN
2N5631
 PNP
2N6031



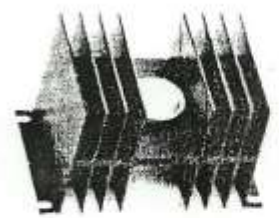
CASE 1-07
 TO-204AA
 (TO-3)



(a)



(b)

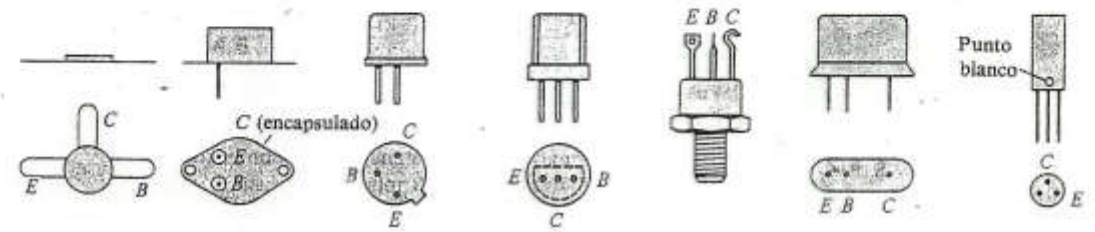


(c)



(d)

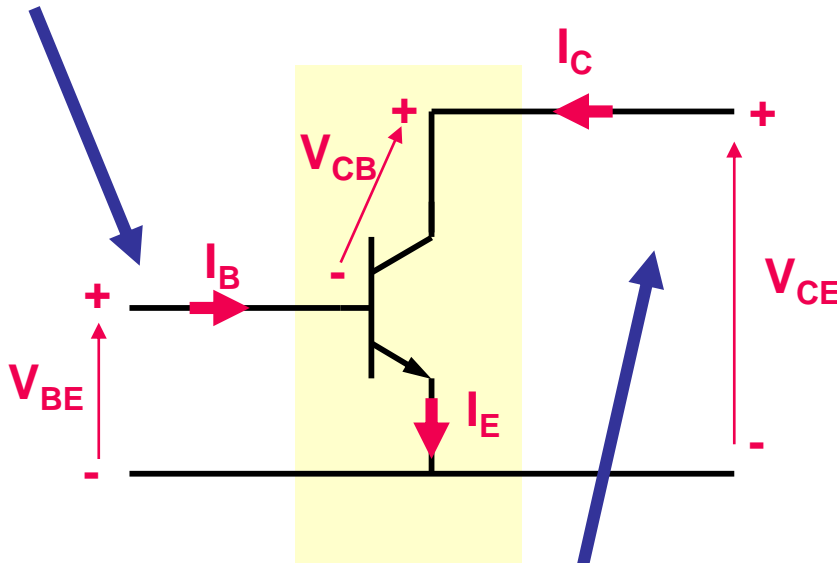
Diversos tipos de transistores. [(a) y (b) Cortesía de General Electric Company; (c) y (d) Cortesía de International Rectifier Corporation.]



Características eléctricas del transistor bipolar

Transistor NPN

$I_B = f(V_{BE}, V_{CE})$ Característica de entrada



$I_C = f(V_{CE}, I_B)$ Característica de salida

En principio necesitamos conocer 3 tensiones y 3 corrientes:

$$I_C, I_B, I_E$$

$$V_{CE}, V_{BE}, V_{CB}$$

En la práctica basta con conocer solo 2 corrientes y 2 tensiones.

Normalmente se trabaja con I_C, I_B, V_{CE} y V_{BE} .

Por supuesto las otras dos pueden obtenerse fácilmente:

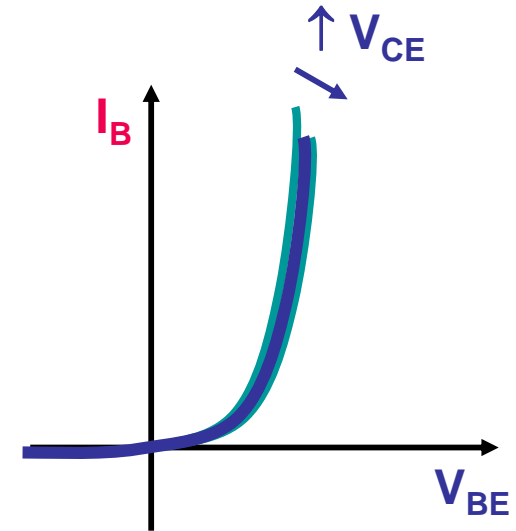
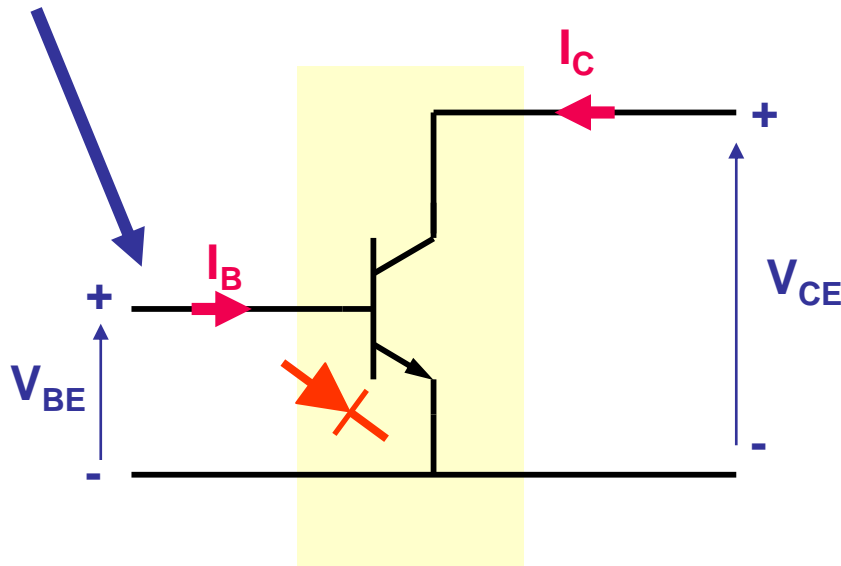
$$I_E = I_C + I_B$$

$$V_{CB} = V_{CE} - V_{BE} \quad (\text{de poca utilidad})$$

Características eléctricas del transistor bipolar

Transistor NPN

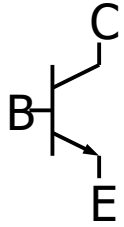
$I_B = f(V_{BE}, V_{CE})$ Característica de entrada



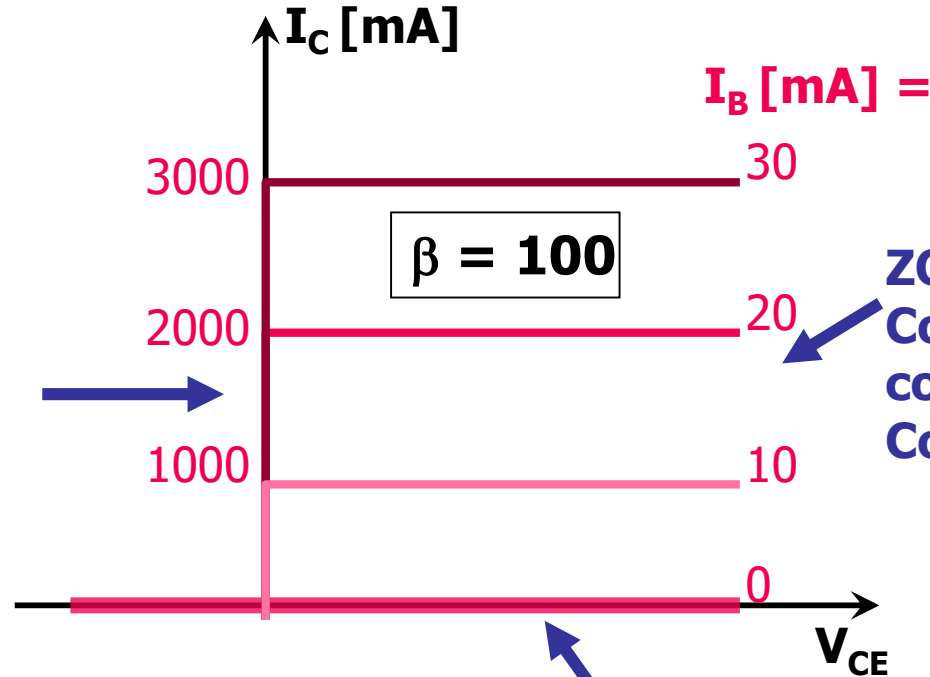
Entre base y emisor el transistor se comporta como un diodo.

La característica de este diodo depende de V_{CE} pero la variación es pequeña.

CARACTERÍSTICA DE SALIDA IDEAL DE UN TRANSISTOR NPN



ZONA DE SATURACIÓN:
Comportamiento como interruptor cerrado.



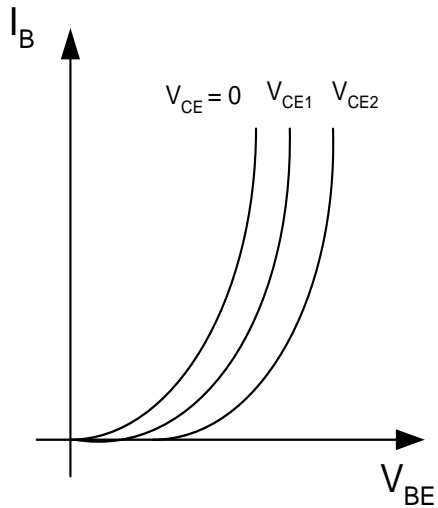
ZONA ACTIVA:
Comportamiento como Fuente de Corriente.

Funcionamiento asimilable al de una fuente de corriente controlada por corriente

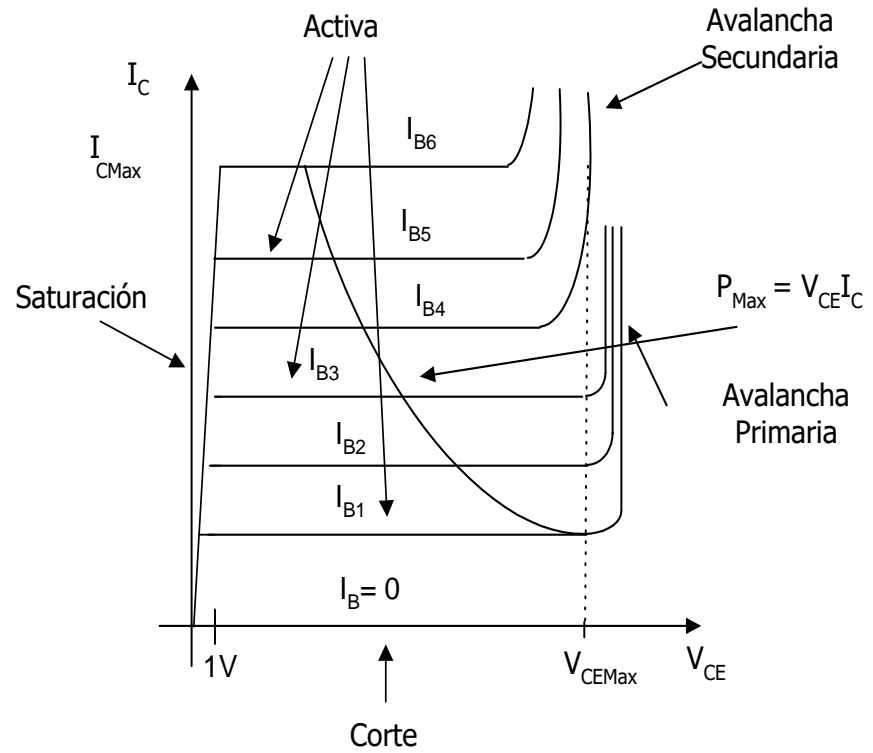
ZONA DE CORTE:
Comportamiento como interruptor abierto.

La corriente que circula por el colector se controla mediante la corriente de base I_B .

CARACTERÍSTICAS REALES DE LOS TRANSISTORES



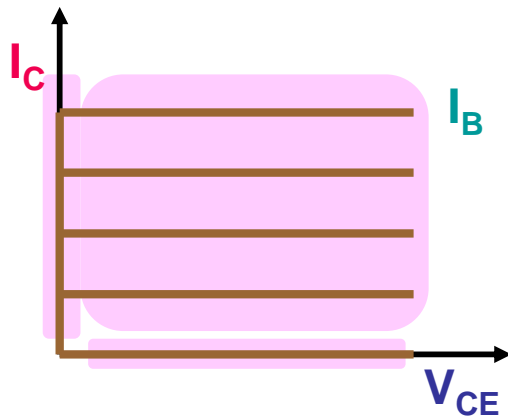
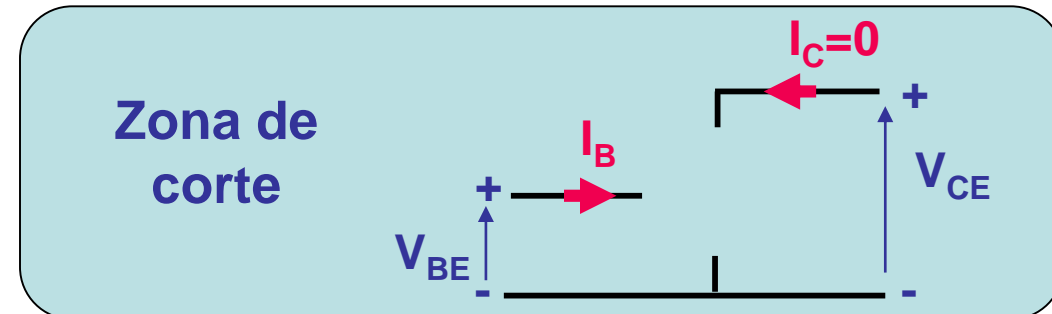
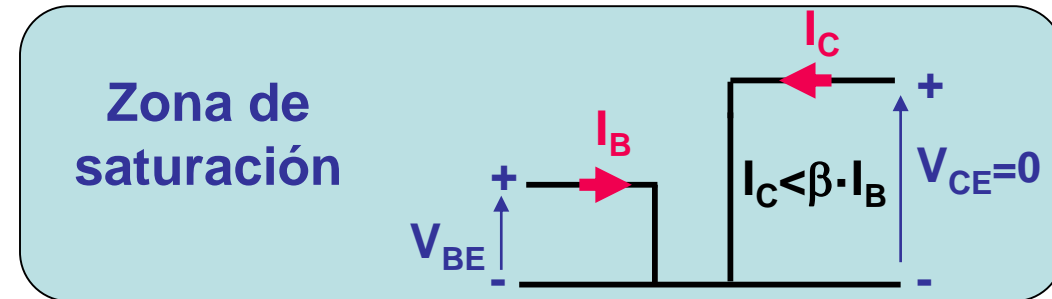
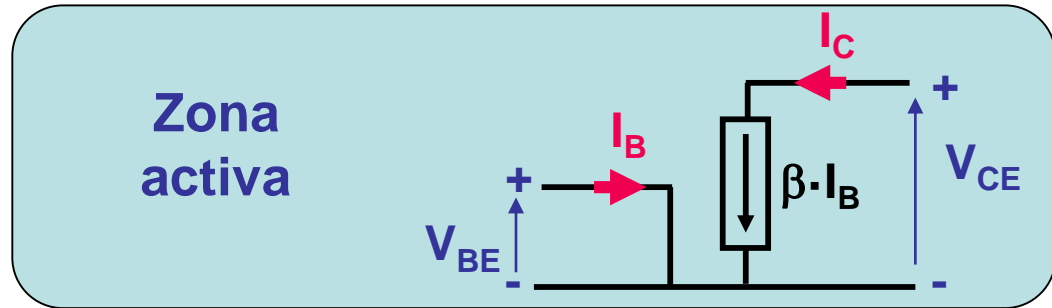
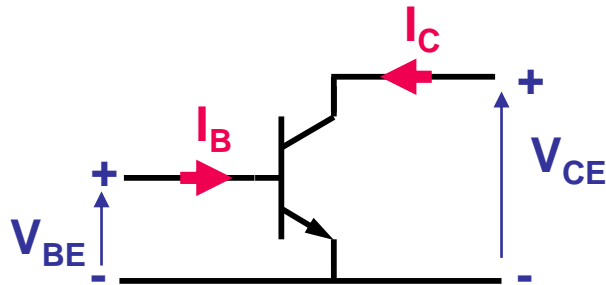
Característica de Entrada



Característica de Salida

Características eléctricas del transistor bipolar

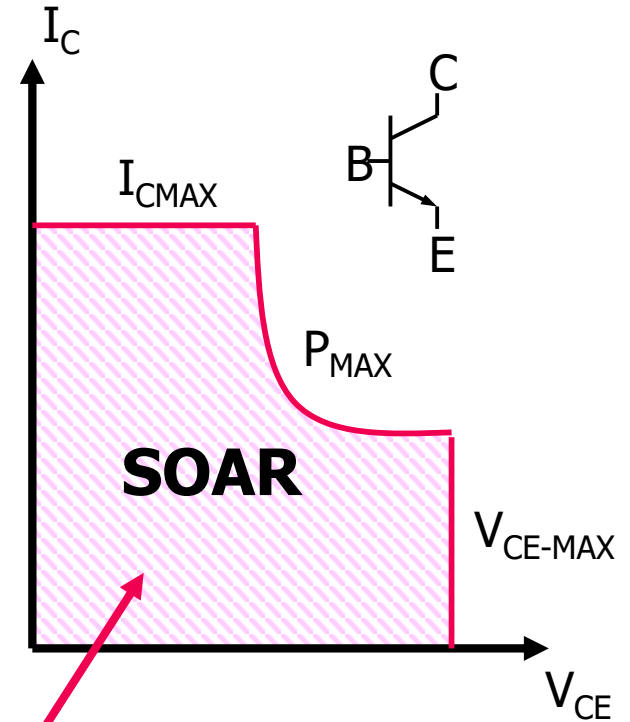
Transistor NPN: zonas de funcionamiento del transistor ideal



TRANSISTOR BIPOLAR: PARÁMETROS SUMINISTRADOS POR LOS FABRICANTES

Limitaciones

I_{C-MAX}	Corriente máxima de colector
V_{CE-MAX}	Tensión máxima CE
P_{MAX}	Potencia máxima



Área de operación segura
(Safety Operation Area)

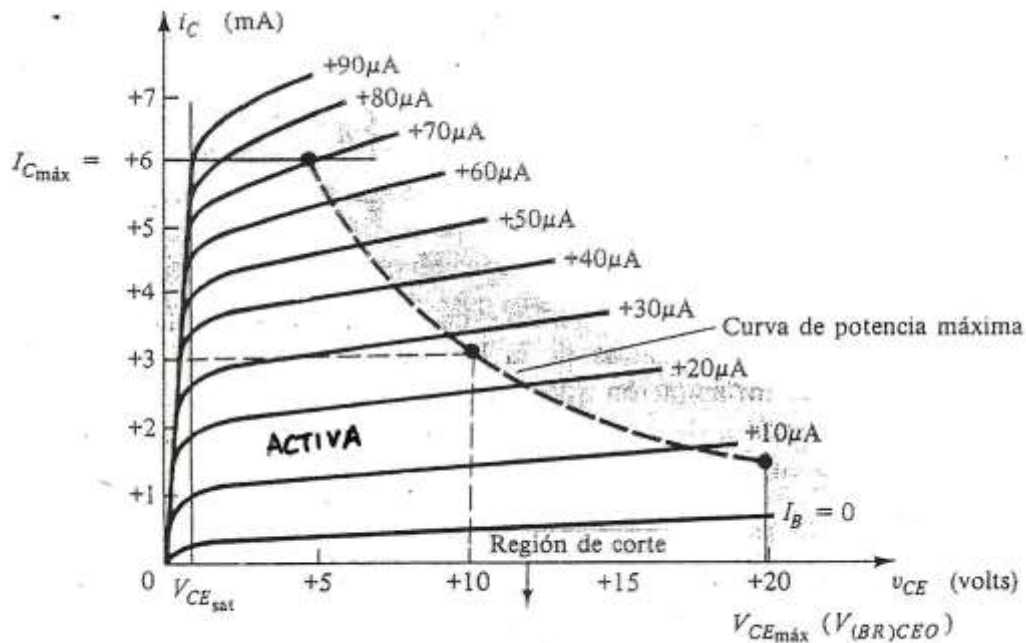
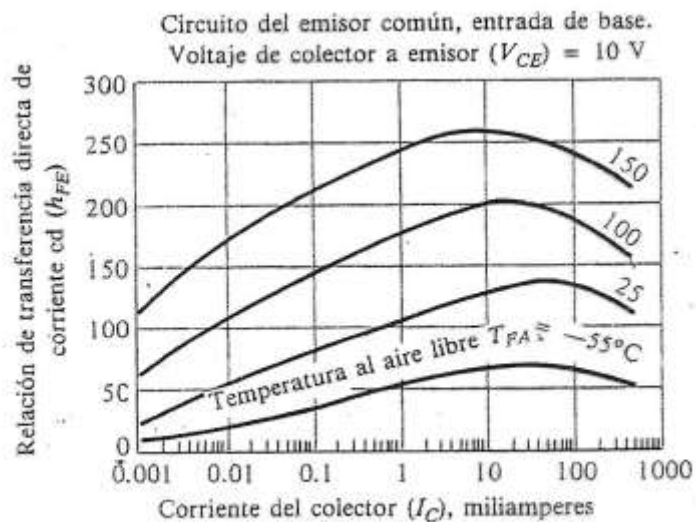
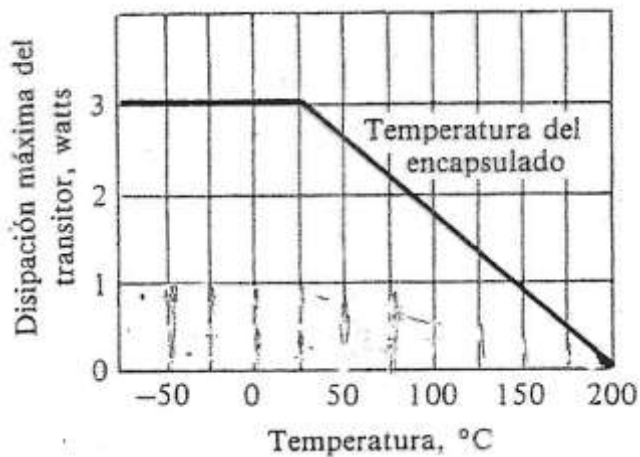
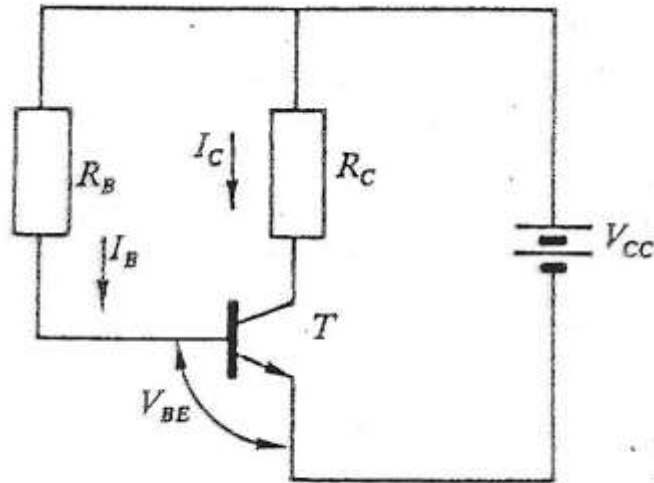


Figura 1.19 Región de operación para propósitos de amplificación.

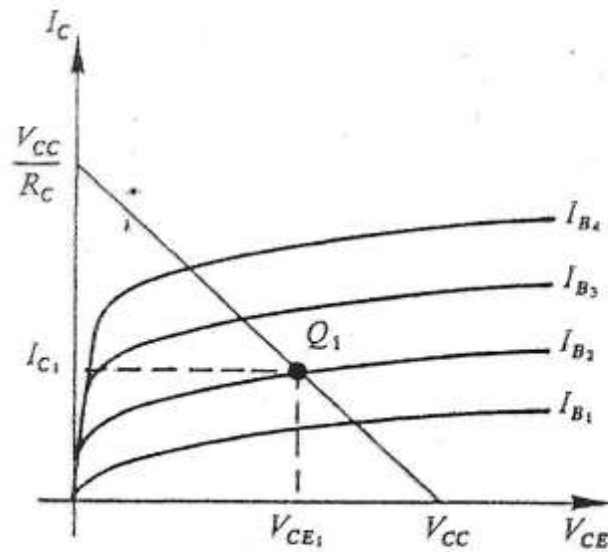


POLARIZACION DE UN TRANSISTOR

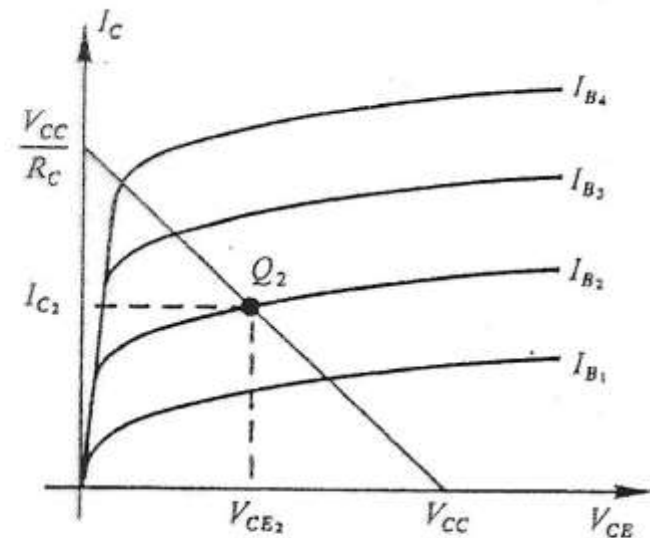


Polarización fija

$$V_{CC} = V_{CE} + I_C \cdot R_C$$



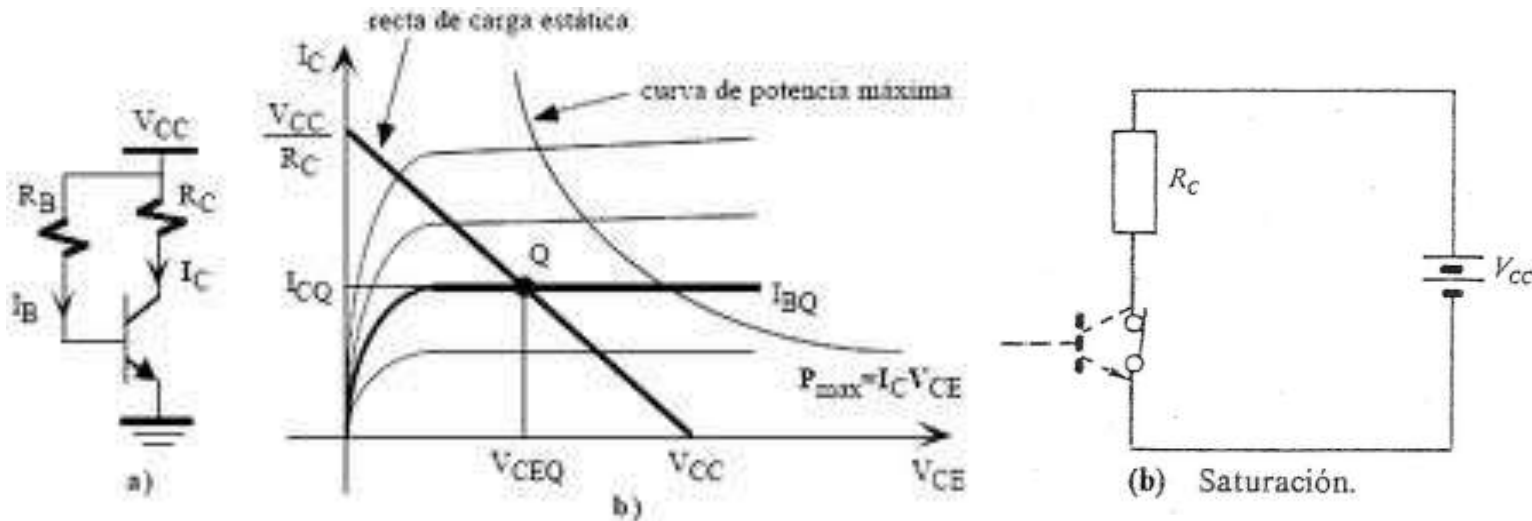
(a) Punto de trabajo para T_1 .



(b) Punto de trabajo para T_2 .

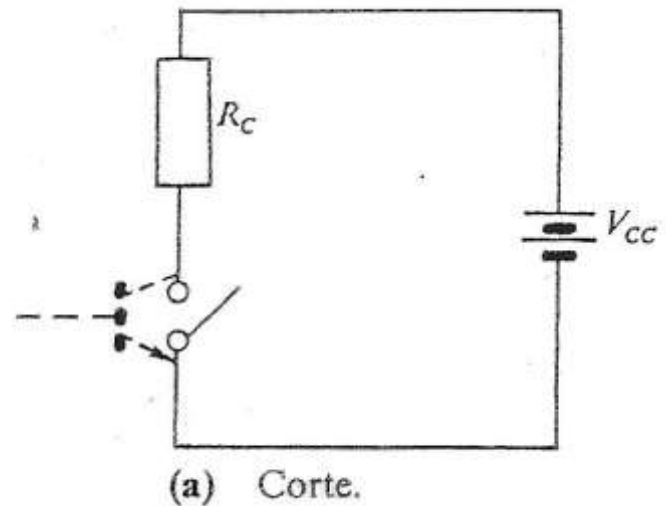
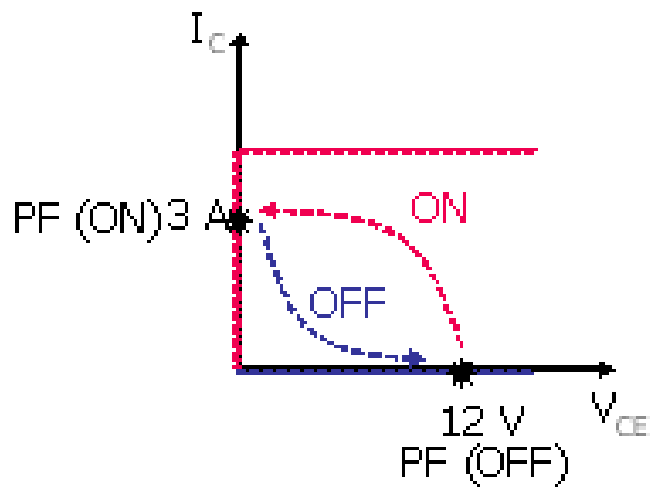
Puntos de trabajo para temperaturas, T_1 y T_2 .

EL TRANSISTOR COMO LLAVE

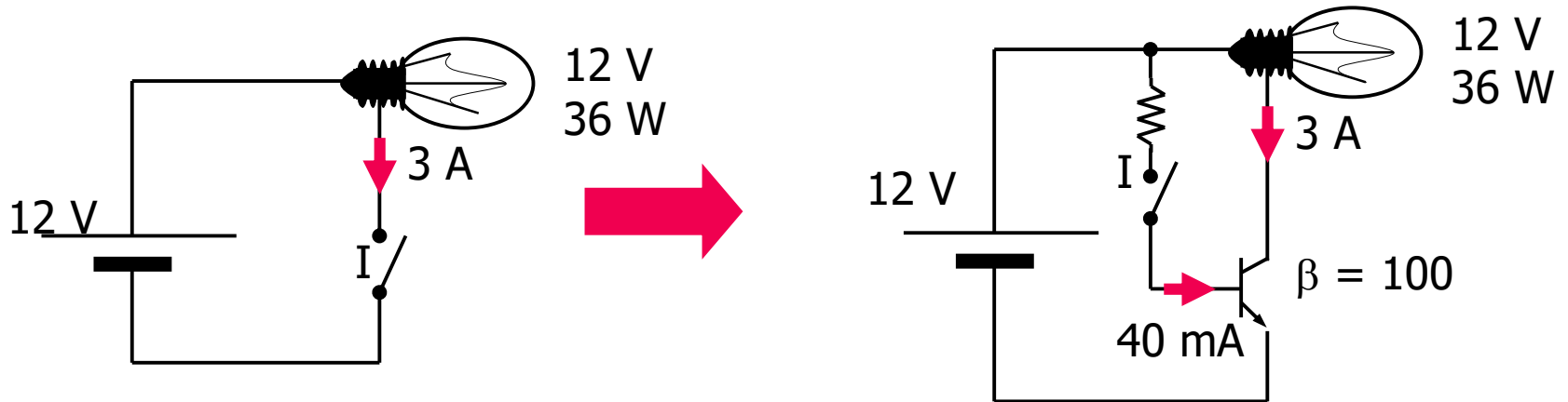


a) Circuito de polarización; b) Representación gráfica del punto de trabajo Q.

Figura 1.8.



USOS DEL TRANSISTOR NPN: Como interruptor



Sustituimos el interruptor principal por un transistor.

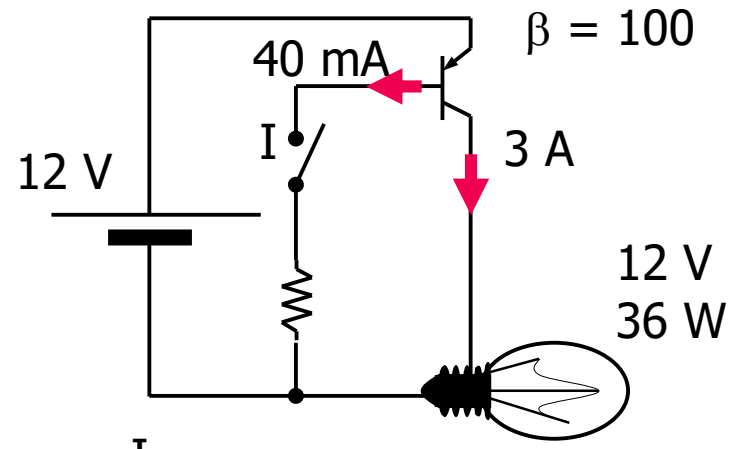
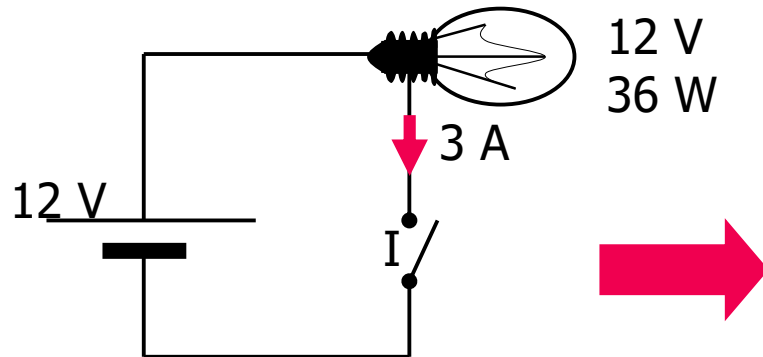
La corriente de base debe ser suficiente para asegurar la zona de saturación.

Ventajas:

No desgaste, sin chispas, rapidez, permite control desde sistema lógico.

Condic de saturación $I_B > I_C / \beta$

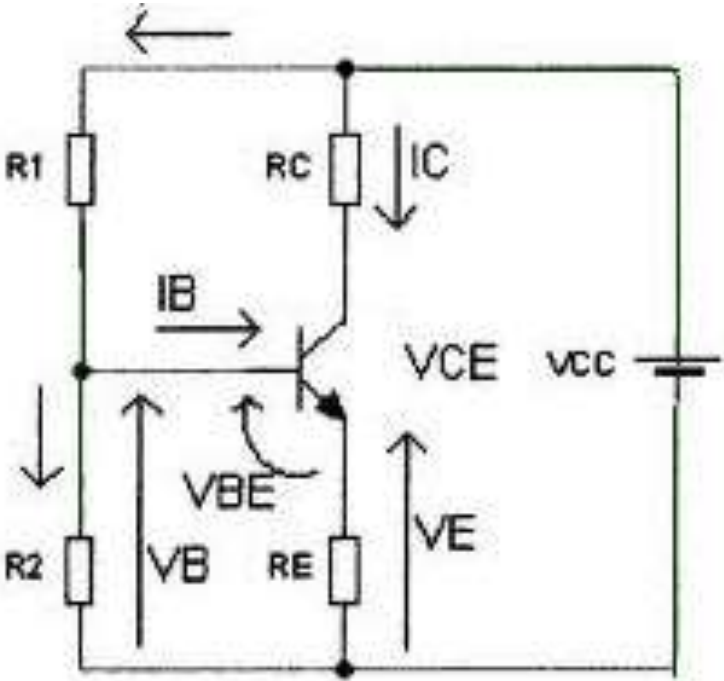
USOS DEL TRANSISTOR PNP: Como interruptor



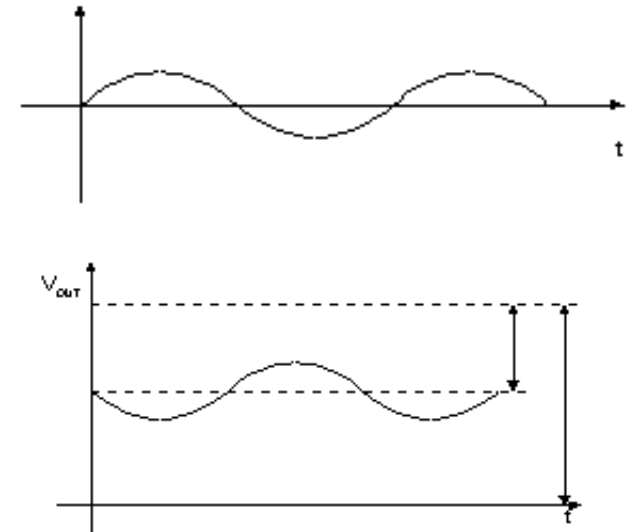
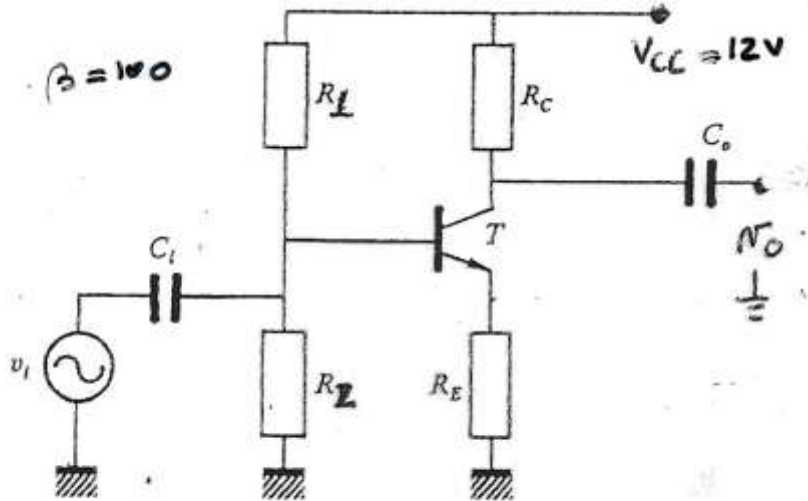
Al igual que antes, sustituimos el interruptor principal por un transistor.

La corriente de base (ahora circula al revés) debe ser suficiente para asegurar la zona de saturación.

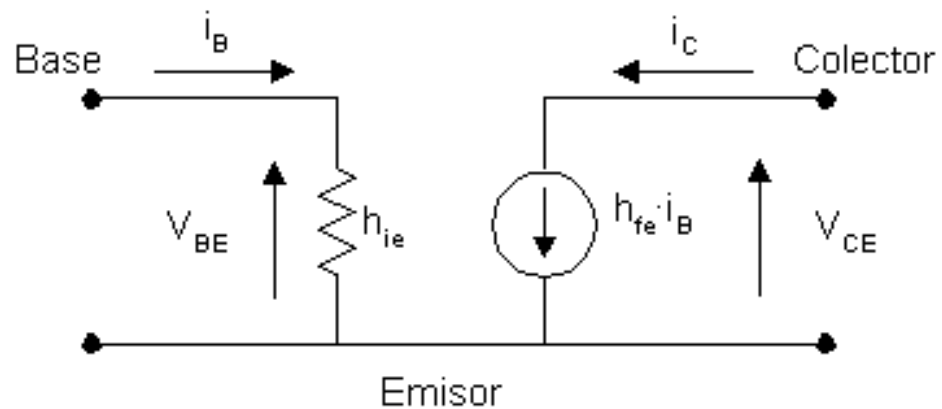
Circuito autopolarizado

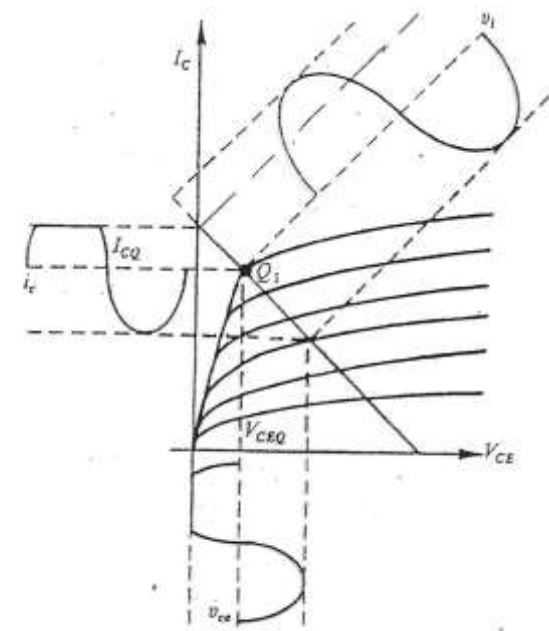
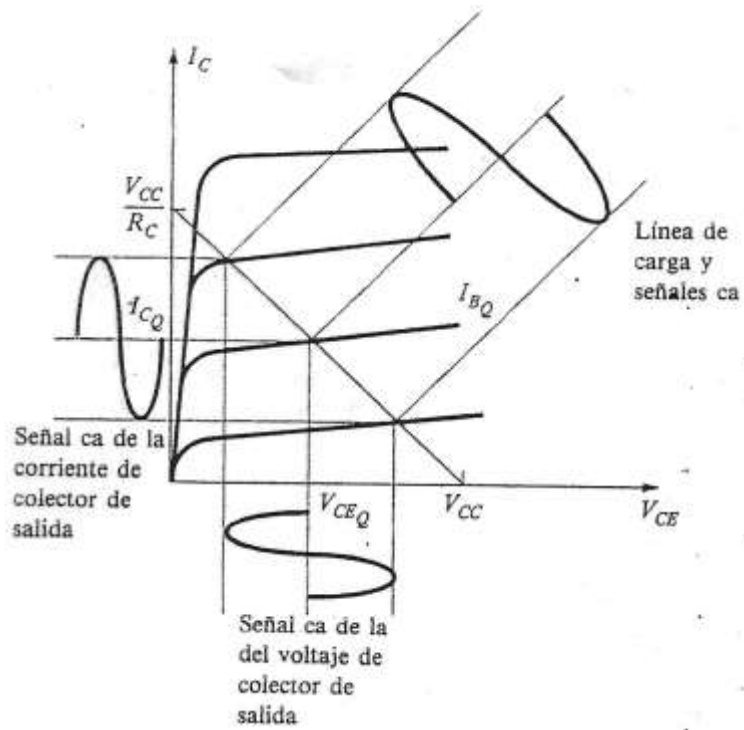


Estudio del transistor como amplificador

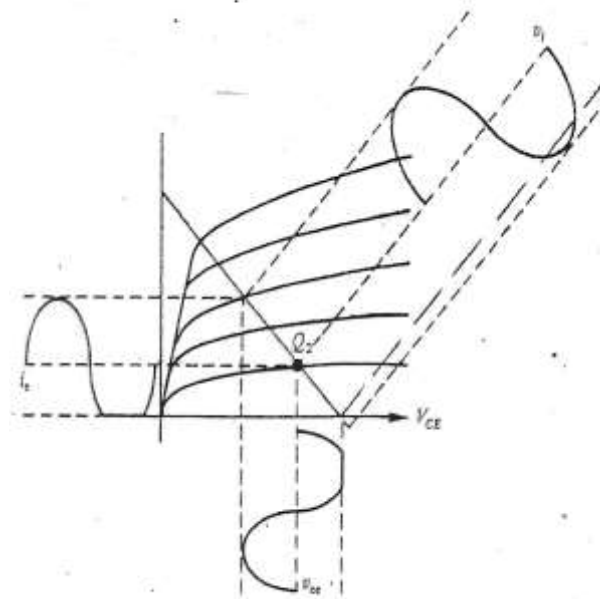


Modelo hibrido simplificado





(b) Distorsión de salida por saturación.



(c) Distorsión de salida por corte.

BC546/547/548/549/550

Switching and Applications

- High Voltage: BC546, $V_{CE0}=65V$
- Low Noise: BC549, BC550
- Complement to BC556 ... BC560



NPN Epitaxial Silicon Transistor

Absolute Maximum Ratings $T_a=25^{\circ}C$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
V_{CBO}	Collector-Base Voltage : BC546	80	V
	: BC547/550	50	V
	: BC548/549	30	V
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage : BC546	65	V
	: BC547/550	45	V
	: BC548/549	30	V
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage : BC546/547	6	V
	: BC548/549/550	5	V
I_C	Collector Current (DC)	100	mA
P_C	Collector Power Dissipation	500	mW
T_J	Junction Temperature	150	$^{\circ}C$
T_{STG}	Storage Temperature	-65 ~ 150	$^{\circ}C$

Electrical Characteristics $T_a=25^{\circ}C$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Units
I_{CBO}	Collector Cut-off Current	$V_{CB}=30V, I_E=0$			15	nA
h_{FE}	DC Current Gain	$V_{CE}=5V, I_C=2mA$	110		800	
$V_{CE(sat)}$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C=10mA, I_B=0.5mA$		90	250	mV
		$I_C=100mA, I_B=5mA$		200	600	mV
$V_{BE(sat)}$	Base-Emitter Saturation Voltage	$I_C=10mA, I_B=0.5mA$		700		mV
		$I_C=100mA, I_B=5mA$		900		mV
$V_{BE(on)}$	Base-Emitter On Voltage	$V_{CE}=5V, I_C=2mA$	580	660	700	mV
		$V_{CE}=5V, I_C=10mA$			720	mV
f_T	Current Gain Bandwidth Product	$V_{CE}=5V, I_C=10mA, f=100MHz$		300		MHz
C_{ob}	Output Capacitance	$V_{CB}=10V, I_E=0, f=1MHz$		3.5	6	pF
C_b	Input Capacitance	$V_{EB}=0.5V, I_C=0, f=1MHz$		9		pF
NF	Noise Figure : BC546/547/548 : BC549/550 : BC549 : BC550	$V_{CE}=5V, I_C=200\mu A$		2	10	dB
		$f=1KHz, R_G=2K\Omega$		1.2	4	dB
		$V_{CE}=5V, I_C=200\mu A$		1.4	4	dB
		$R_G=2K\Omega, f=30\sim 15000MHz$		1.4	3	dB

h_{FE} Classification

Classification	A	B	C
h_{FE}	110 ~ 220	200 ~ 450	420 ~ 800

3). Diseñar un circuito que permita que admita 3 sensores y que cualquiera de ellos que se cierre encienda una luz de alarma.

