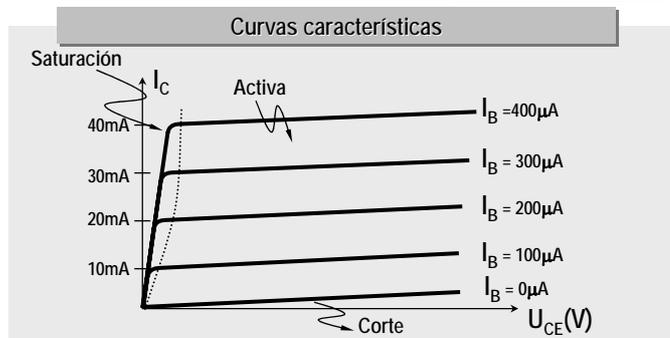
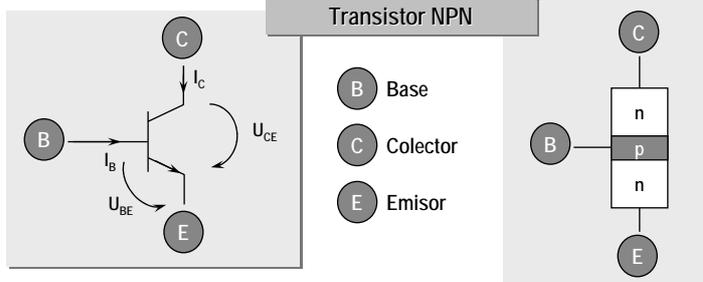


LECCIÓN 10 TRANSISTORES BIPOLARES

Curvas características y funcionamiento

*Polarización de un transistor bipolar.
Recta de carga*

Ejemplos de polarización

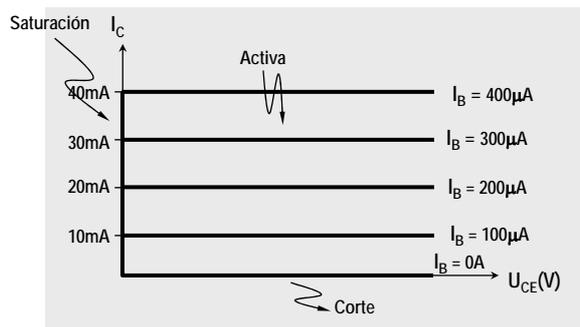


Zonas de funcionamiento

	I_B	U_{BE}	U_{CE}	I_C
ZONA DE CORTE	= 0	< 0V	$\approx U_{CC}$	= 0
ZONA ACTIVA	> 0	$\approx 0,6V$	> 0,3V	= βI_B
ZONA DE SATURACIÓN	> 0	$\approx 0,6V$	$\approx 0V \div 0,3V$	< βI_B

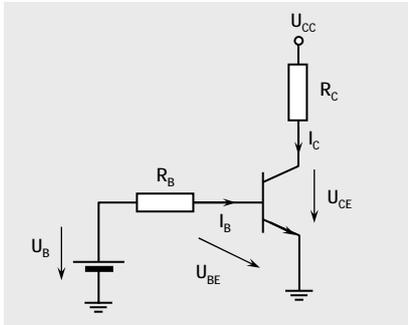
	Unión B-E	Unión C-B
CORTE	inversa	inversa
ACTIVA	directa	inversa
SATURACIÓN	directa	directa

Transistor ideal

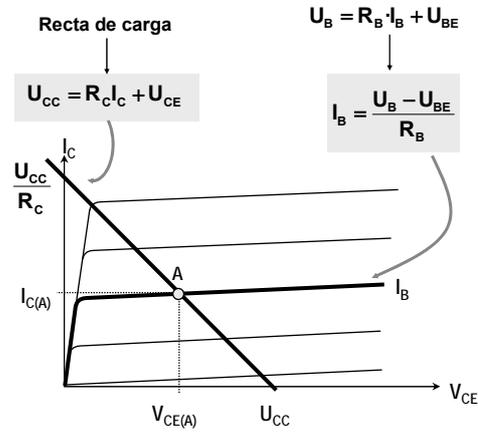


- $\beta = \text{Constante}$
- $U_{BE} \text{ sat. o activa} = 0V$
- $U_{CE} \text{ saturación} = 0V$
- $I_C \text{ corte} = 0$

Polarización. Recta de carga



Punto de trabajo A ($V_{CE(A)}$, $I_{C(A)}$)



El punto de trabajo viene dado por el corte de la recta de carga y la curva característica para una determinada corriente de base I_B .

Ejemplo I: Circuitos con transistores

Datos:

Zona activa:

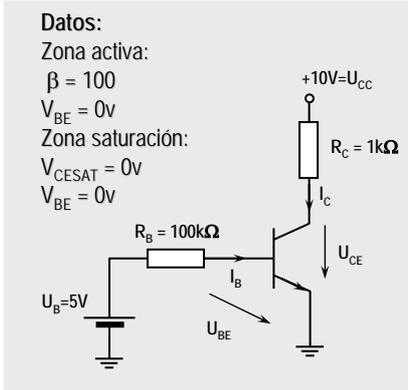
$$\beta = 100$$

$$V_{BE} = 0V$$

Zona saturación:

$$V_{CESAT} = 0V$$

$$V_{BE} = 0V$$



¡¡Suposición correcta!!

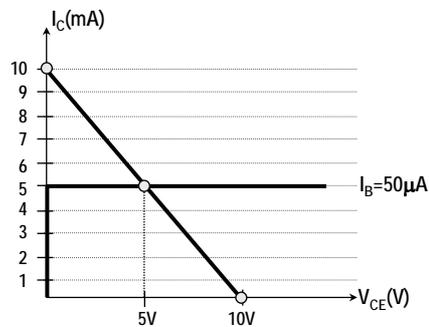
¿Está en corte?

No $\Rightarrow U_{BE} = 0V$

$$I_B = \frac{U_B}{R_B} = 50\mu A$$

Suponemos zona activa $I_C = \beta I_B \rightarrow I_C = 5mA$

Recta de carga: $U_{CC} = R_C I_C + U_{CE} \rightarrow U_{CE} = 5V$



Ejemplo II: Circuitos con transistores

Datos:

Zona activa:

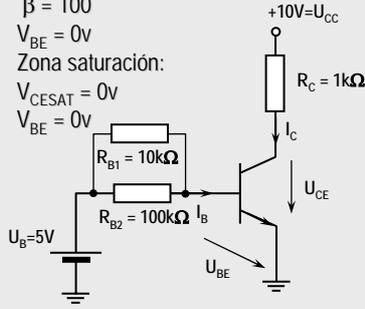
$$\beta = 100$$

$$V_{BE} = 0V$$

Zona saturación:

$$V_{CESAT} = 0V$$

$$V_{BE} = 0V$$



¿Está en corte?

No $\Rightarrow U_{BE} = 0V$

$$I_B = \frac{U_B}{R_{B1} // R_{B2}} = 544\mu A$$

Suponemos zona activa $I_C = \beta I_B = 54,4mA$

Recta de carga

$$U_{CC} = R_C I_C + U_{CE} \rightarrow U_{CE} = -44,4V!!!$$

Imposible
¡¡Suposición incorrecta!!

Sí no está en CORTE ni en zona ACTIVA \Rightarrow SATURACIÓN

Ejemplo II: Circuitos con transistores

Datos:

Zona activa:

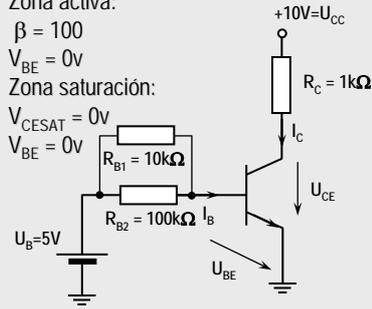
$$\beta = 100$$

$$V_{BE} = 0V$$

Zona saturación:

$$V_{CESAT} = 0V$$

$$V_{BE} = 0V$$



Transistor en saturación $\rightarrow U_{CE} \approx 0V$

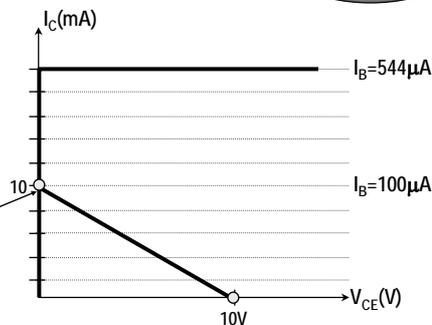
$$U_{CC} = R_C I_C + U_{CE} \rightarrow I_C = 10mA$$

$$I_B = 544\mu A$$

$$I_C < \beta I_B$$

¡¡Suposición correcta!!

Punto del trabajo
(Saturación)



Polarización por resistencia de base

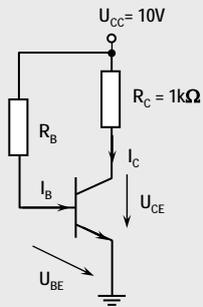
Datos:

Zona activa:

$\beta = 50$

$U_{BE} = 0V$

$U_{CE} > 0V$



Calcular el valor de la resistencia de polarización R_B para que el punto de trabajo esté situado en zona activa.

$$U_{CC} = R_B I_B + U_{BE} = R_B I_B$$

$$U_{CC} = R_C I_C + U_{CE}$$

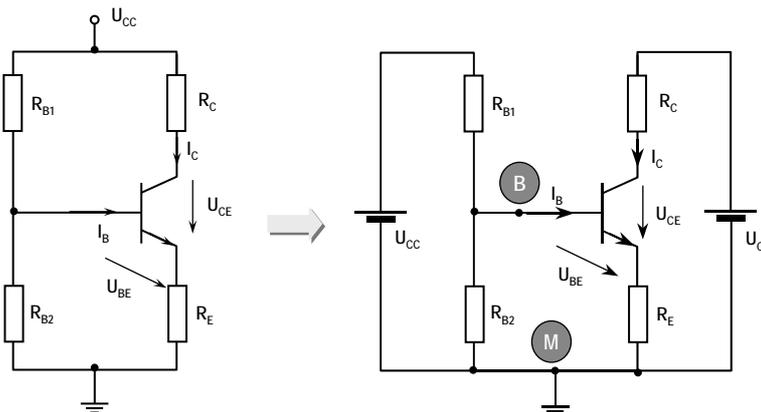
Por trabajar en zona activa: $I_C = \beta I_B$

$$U_{CC} \left[1 - \frac{R_C}{R_B} \beta \right] = U_{CE} > 0 \Rightarrow \left[1 - \frac{R_C}{R_B} \beta \right] > 0$$

$$1 - \frac{R_C}{R_B} 50 > 0 \Rightarrow \frac{R_C}{R_B} < \frac{1}{50}$$

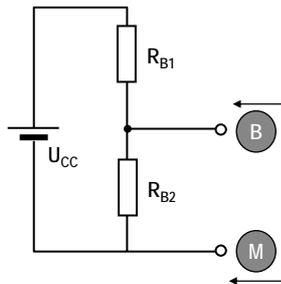
Si $R_C = 1k \Rightarrow R_B > 50k$

Polarización automática (I)

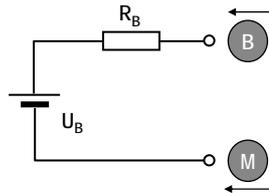


Los dos circuitos son equivalentes. En el de la derecha se puede cortar físicamente por los puntos B y M, y obtener el Thévenin del circuito formado por U_{CC} , R_{B1} y R_{B2} , como puede verse en la siguiente transparencia.

Polarización automática (II)

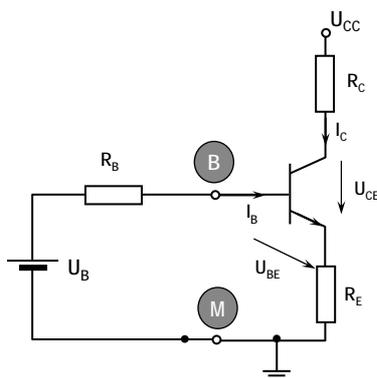


Equivalente Thevenin



$$U_B = \frac{U_{CC}}{R_{B1} + R_{B2}} R_{B2} \quad R_B = \frac{R_{B1} R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}}$$

Polarización automática (III)



$$U_B = I_B R_B + U_{BE} + (I_B + I_C) R_E$$

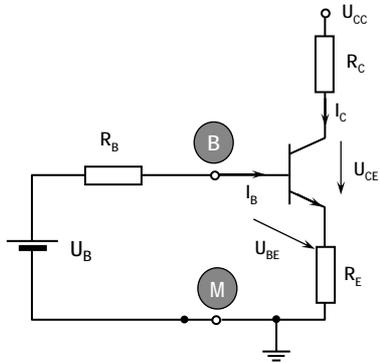
$$U_B = U_{BE} + I_B [R_B + (\beta + 1) R_E]$$

$$U_{CC} = I_C R_C + U_{CE} + (I_B + I_C) R_E$$

$$U_{CC} = U_{CE} + I_C \left(R_C + \frac{\beta + 1}{\beta} R_E \right)$$

La corriente I_C depende de I_B y β
 \Rightarrow El punto de trabajo depende de I_B
 y de la recta de carga.

Polarización automática (IV): $\beta \gg 1$



Si $\beta \gg 1$, el acoplamiento a través de R_E es despreciable.

En la zona activa: $I_C = \beta I_B$

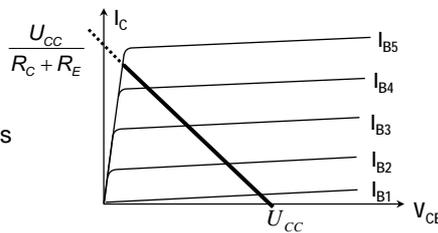
$$U_B = R_B I_B + U_{BE} + R_E I_B (\beta + 1)$$

Recta de carga en zona activa:

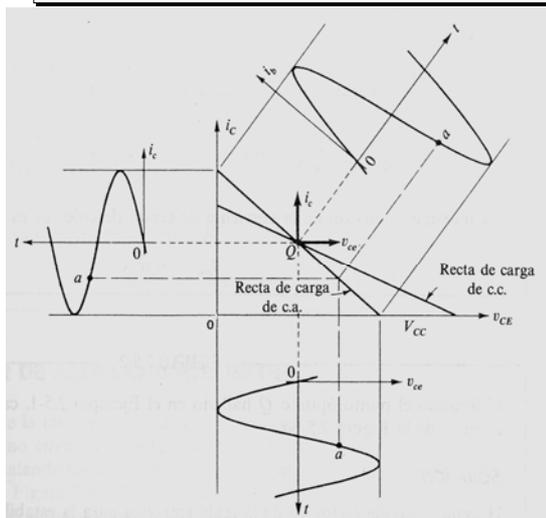
$$U_{CC} = I_C R_C + U_{CE} + R_E I_B (\beta + 1)$$

si $\beta \gg 1 \Rightarrow U_{CE} = U_{CC} - I_C (R_C + R_E)$

$$U_{CC} = U_{CE} + I_C (R_C + R_E)$$



Amplificación de señal



El punto de trabajo Q varía con el valor de i_B y produce una i_C y una v_C senoidales.

