

Configuraciones
Básicas

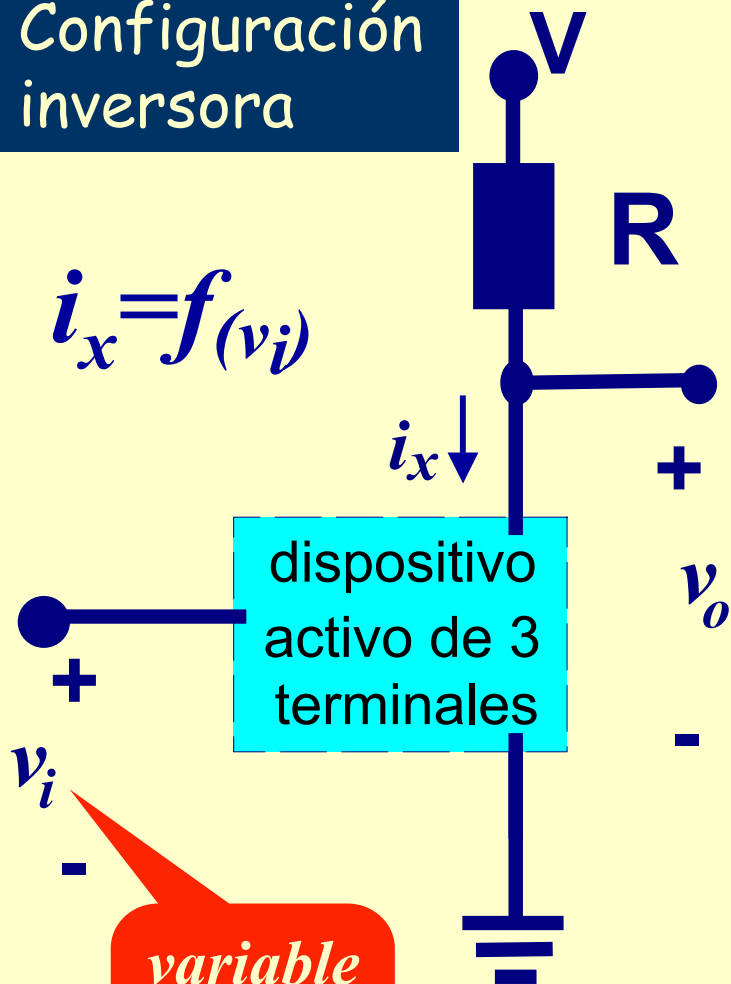
Configuraciones básicas con Transistores

Electrónica I

FCEIA - UNR

Prof. María Isabel Schiavon

Configuración inversora



$$i_x = f(v_i)$$

dispositivo
activo de 3
terminales

*variable
de
control*

dispositivo cortado

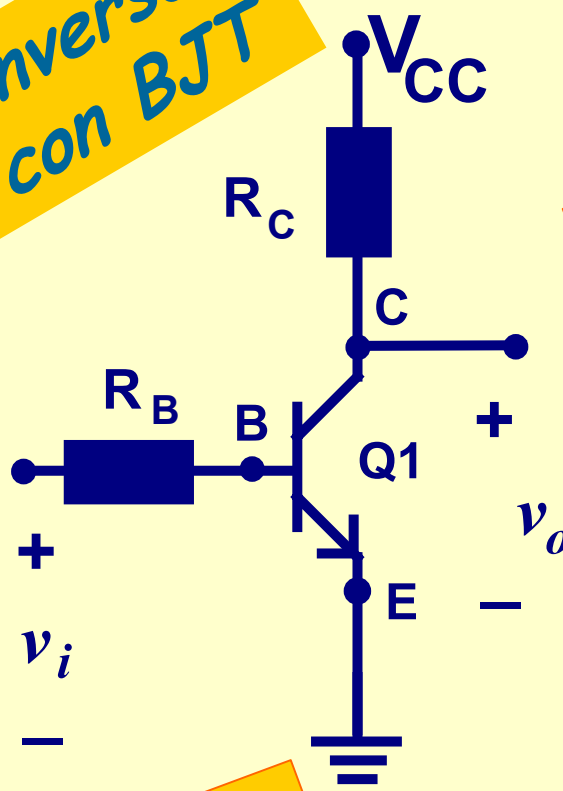
$$i_x = 0 \quad v_o = V_{DD}$$

*dispositivo
conduce*

$$i_x \neq 0$$

$$v_o = V_{DD} - i_x R$$

Inversor con BJT



zona activa

$$i_B = \frac{v_i - V_{BE}}{R_B} \quad v_o = V_{CC} - i_C R_C$$

J_{CB} en polarización inversa

$$i_C = \beta i_B = \beta \frac{v_i - v_{BE}}{R_B} \Rightarrow v_{CE} \geq v_{BE}$$

$$v_o = V_{CC} + \beta \frac{R_C}{R_B} (v_{BE} - v_i)$$

saturación

J_{CB} en polarización directa

$$\Rightarrow v_{CE} < v_{BE}$$

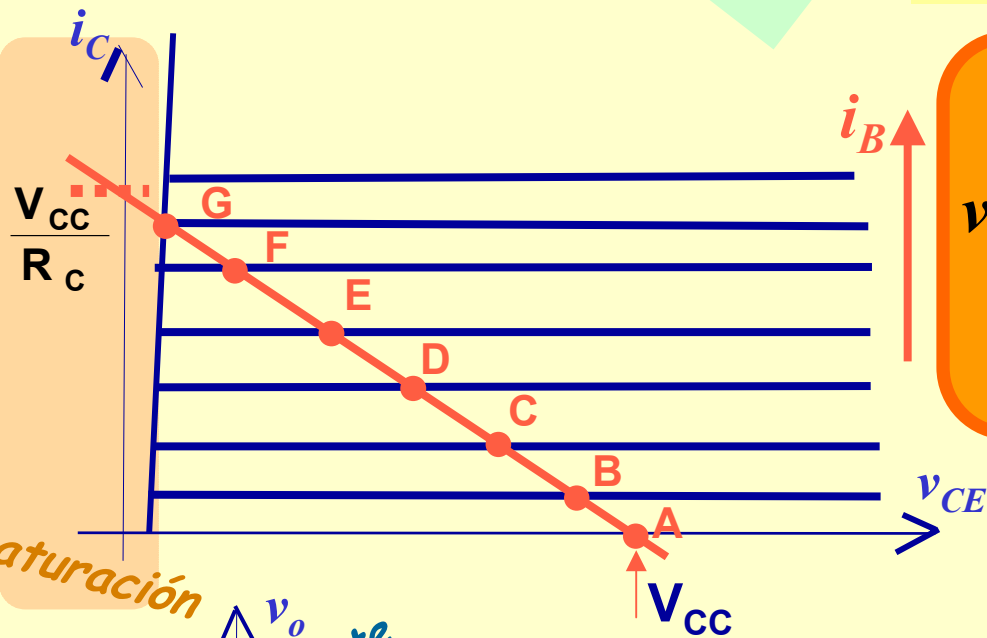
$$\frac{V_{CC}}{R_C} < i_C = \frac{V_{CC} - v_{CE(sat.)}}{R_C} < \frac{V_{CC} - v_{BE}}{R_C}$$

$$v_o = V_{CC} - i_C R_C < v_{BE}$$

Si $v_i < V_{BE(ON)} \Rightarrow v_o = V_{CC}$ corte

$v_i > V_{BE(ON)}$

$$v_o = V_{CC} + i_C R_C$$



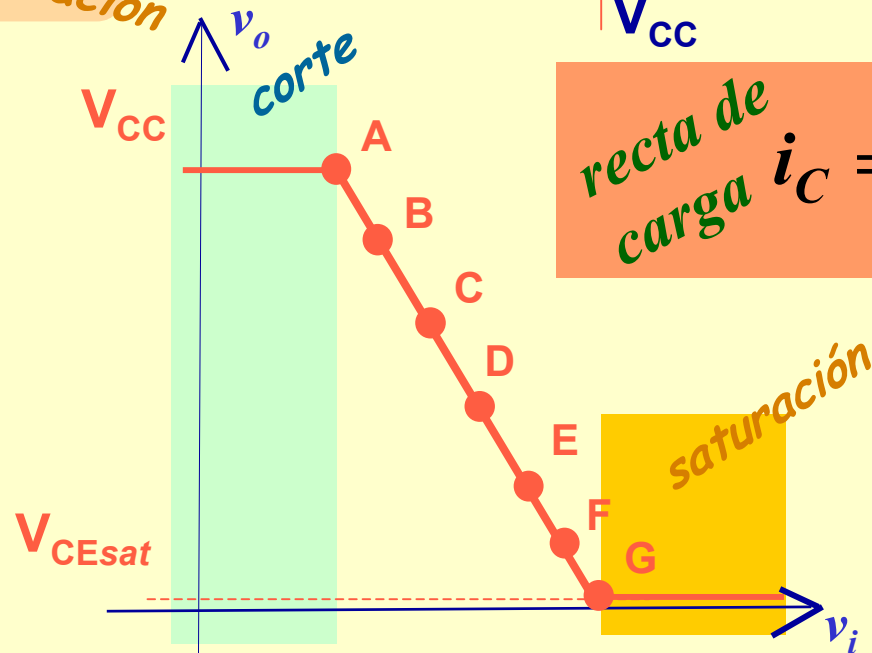
$$v_o = -\beta \frac{R_C}{R_B} v_i + V_{CC} + \beta \frac{R_C}{R_B} v_{BE}$$

ganancia

zona activa

$$\frac{\partial v_o}{\partial v_i} = -\beta \frac{R_C}{R_B}$$

recta de carga $i_C = \frac{V_{CC} - v_{CE}}{R_C}$

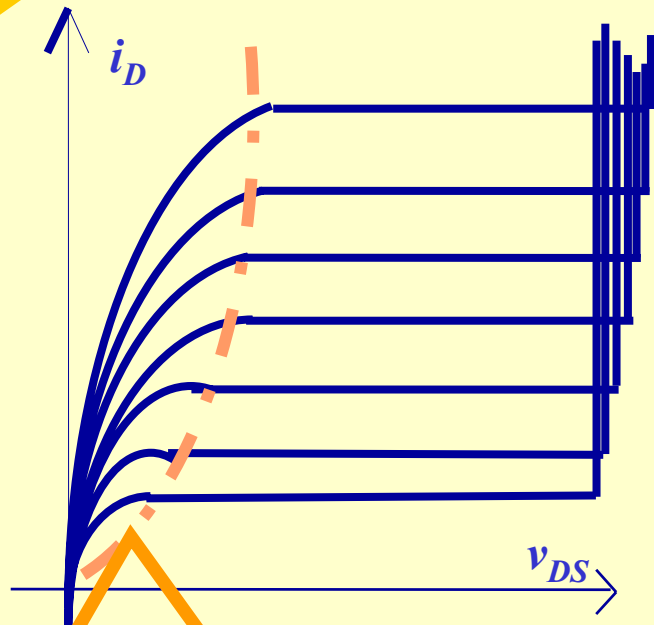


saturación

$$v_o = V_{CE(saturación)}$$

JFET

conduce $\Leftrightarrow |v_i| \leq |V_P|$



Zona corriente constante

si $|v_{DS}| \geq |v_{GS} - V_P|$

$$i_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{v_{GS}}{V_P} \right)^2 (1 + \lambda v_{DS})$$

$$i_D \approx I_{DSS} \left(1 - \frac{v_{GS}}{V_P} \right)^2$$

$$(1 + \lambda v_{DS}) \approx 1$$

$$\lambda \leq 0,05/V$$

Zona resistiva

si $v_{DS} \leq v_{GS} - V_P$

Límite continuo entre zona resistiva y zona de saturación del canal

Si $|v_{DS}| = |v_{GS} - V_P|$

$$\Rightarrow i_D = \frac{I_{DSS}}{V_P^2} v_{DS}^2$$

$$i_D = \frac{I_{DSS}}{V_P} \left[2 \left(1 - \frac{v_{GS}}{V_P} \right) v_{DS} - \left(\frac{v_{DS}}{V_P} \right)^2 \right]$$

Si $v_{DS} \ll |v_{GS} - V_P|$

MOSFET

conducción

$$\text{Si } |v_{GS}| > |V_T|$$

$$\text{Si } |v_{DS}| \geq |v_{GS} - V_T|$$



zona
corriente
constante

$$i_D \approx K (v_{GS} - V_T)^2$$

$$\mu_N C_{ox} \left(\frac{W}{L} \right)$$

$$\text{Si } |v_{DS}| < |v_{GS} - V_T|$$

zona
resistiva



$$i_D = 2K (v_{GS} - V_T) v_{DS}$$

corte

$$|v_{GS}| \leq |V_T|$$

$$i_D \equiv 0$$

Inversor con FET

NJFET

conduce $\Leftrightarrow V_P \leq v_i \leq 0$

NMOS

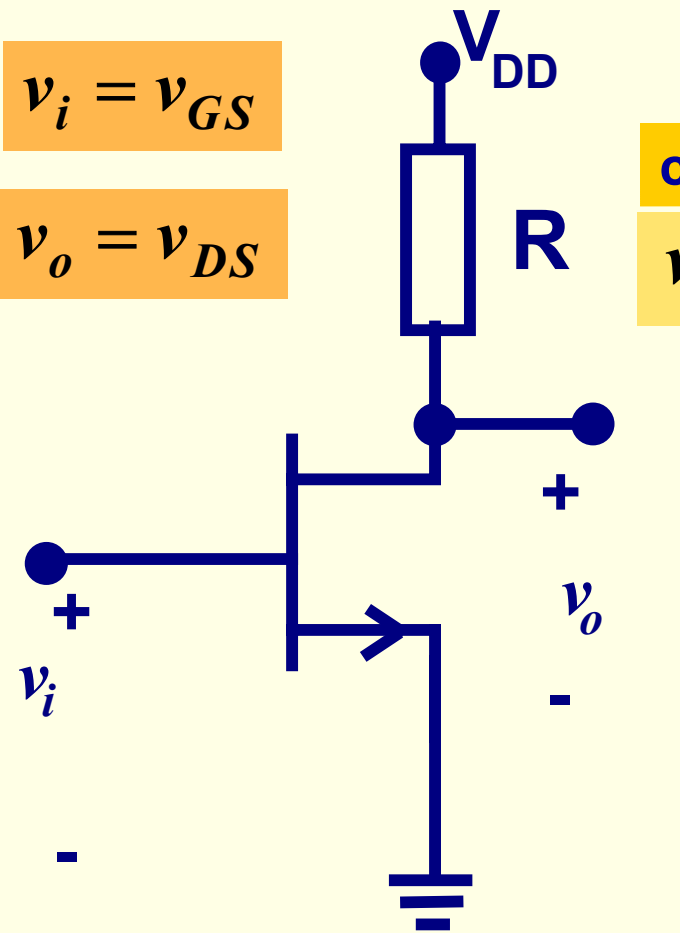
conduce $\Leftrightarrow V_T \leq v_i$

corriente constante

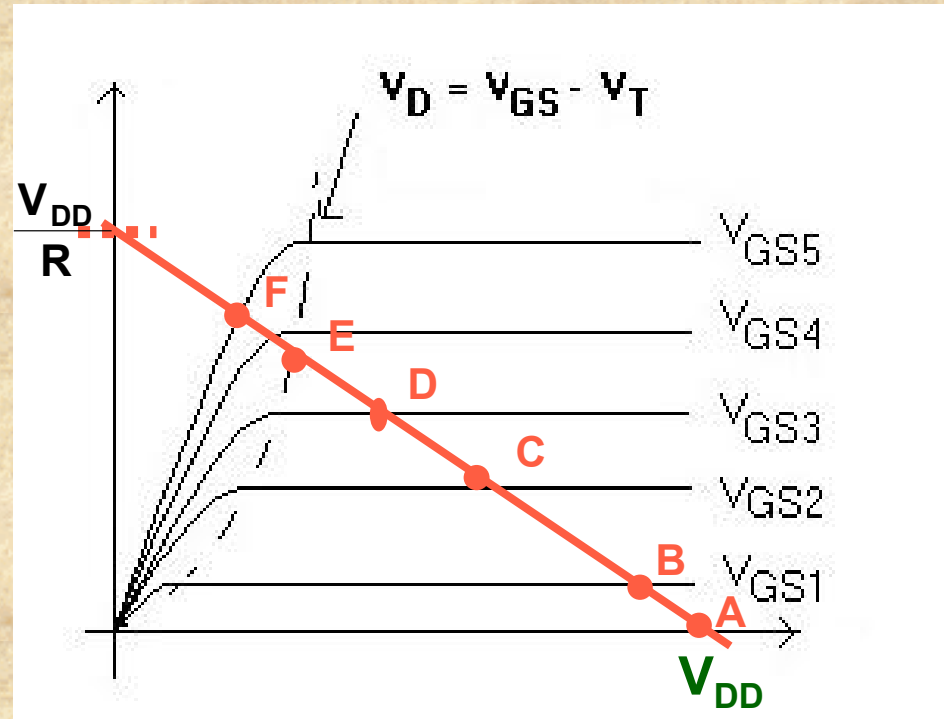
$$v_{DS} \geq v_{GS} - V_T$$

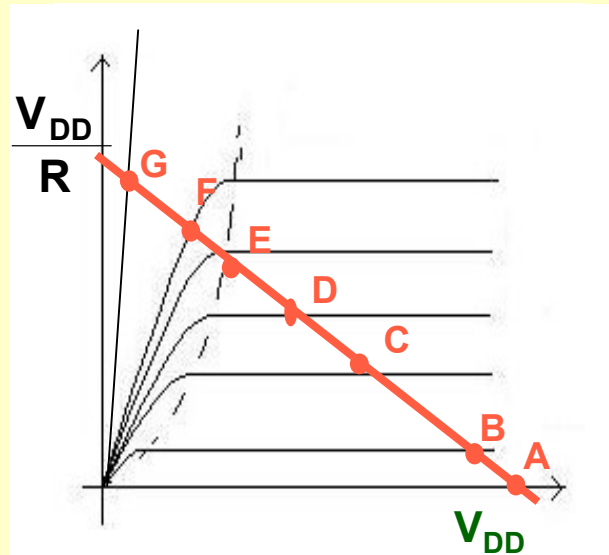
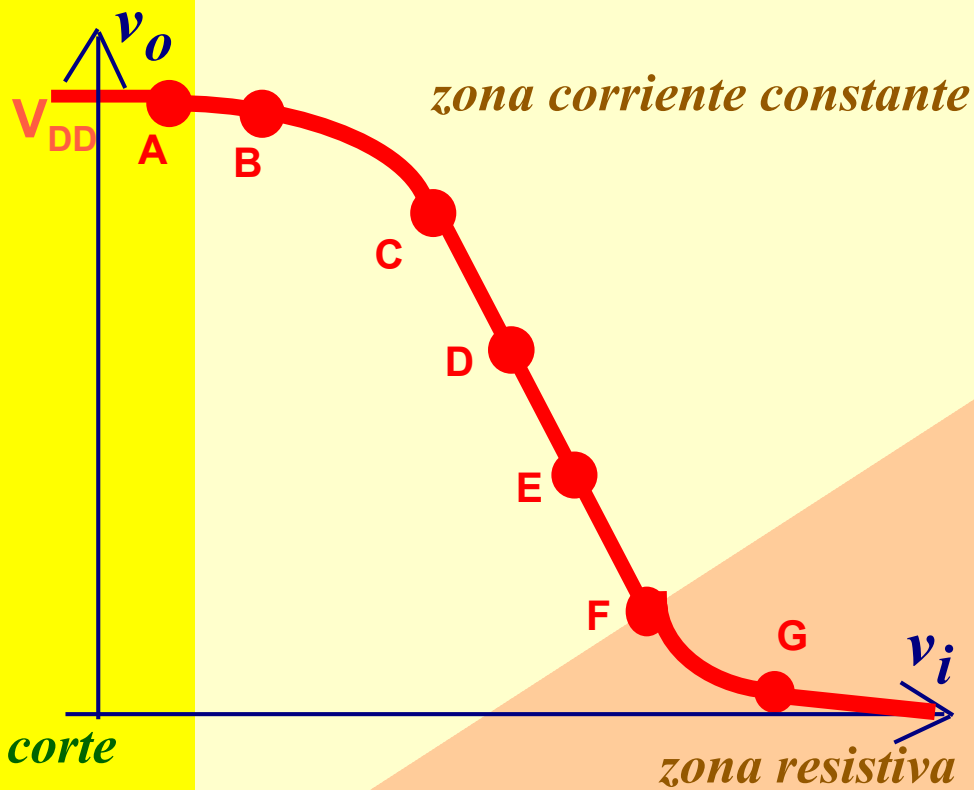
Zona resistiva

si $v_{DS} \leq v_{GS} - V_T$



recta de carga $i_D = \frac{V_{DD} - v_{DS}}{R}$





$$i_D = K(v_{GS} - V_T)^2$$

$$v_o = V_{DD} - i_D R = V_{DD} - K(v_i - V_T)^2 R$$

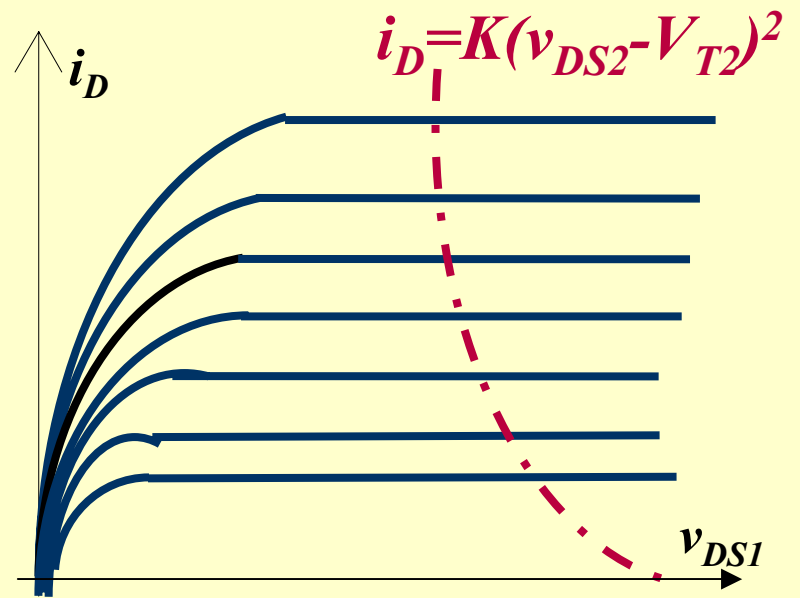
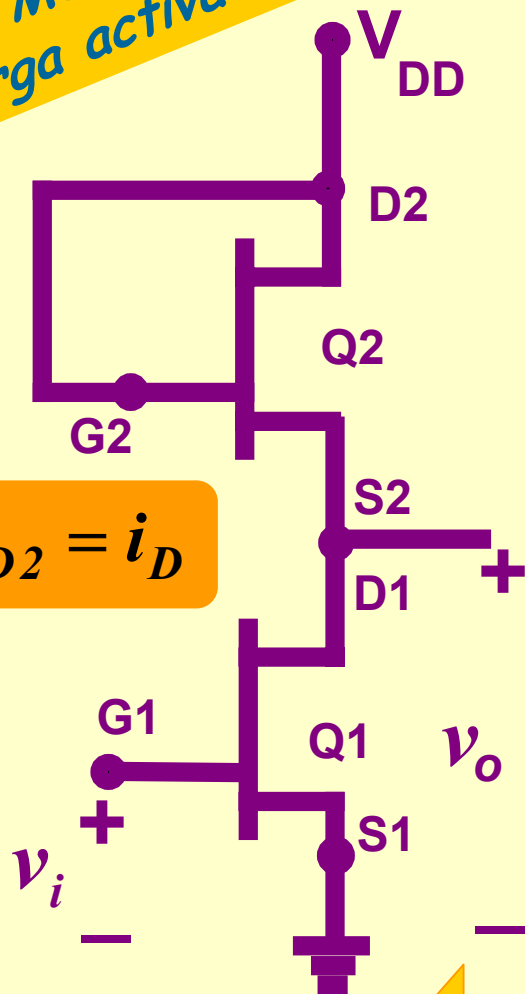
zona corriente constante

Linealizando alrededor
punto de trabajo

$$\frac{\partial v_o}{\partial v_i} = -2KR(v_i - V_T)$$

Inversor MOSFET
con carga activa

$i_{D1} \equiv i_{D2} = i_D$



$v_{GS2} = v_{DS2} = V_{DD} - v_{DS1}$

$i_D = K_1(v_i - V_{T1})^2$

$i_D = K_2(V_{DD} - v_o - V_{T2})^2$

$\frac{\partial v_o}{\partial v_i} = -\sqrt{\frac{K_1}{K_2}}$

$v_o = V_{DD} - V_{T2} - \sqrt{\frac{K_1}{K_2}}(v_i - V_{T1})$

Seguidor de tensión

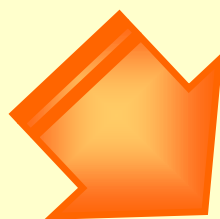
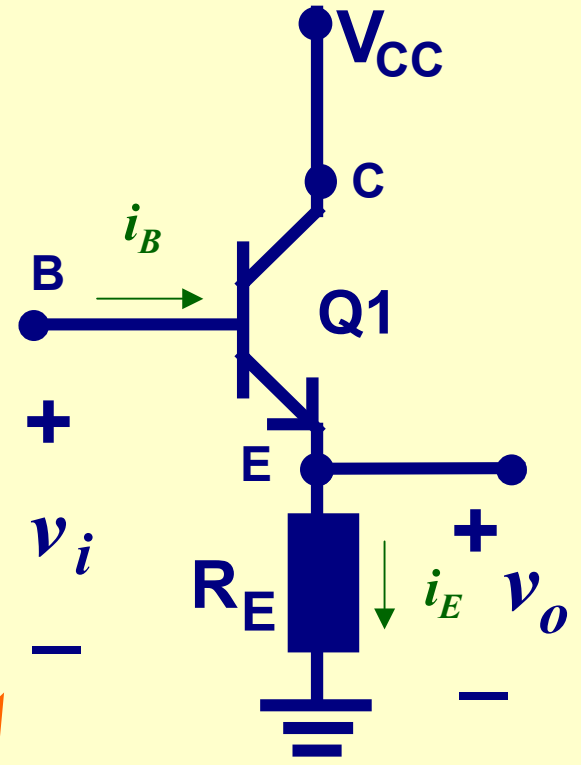


$i_x = f(v_x)$
 $v_o = v_i - v_x$

BJT

$$i_E = \frac{v_i - V_{BE}}{R_E}$$

$v_o = i_E R_E$
 $v_o = v_i - v_{BE}$



$$\partial v_o \approx \partial v_i$$

zona corriente constante

$$i_B = (\beta + 1) i_E$$

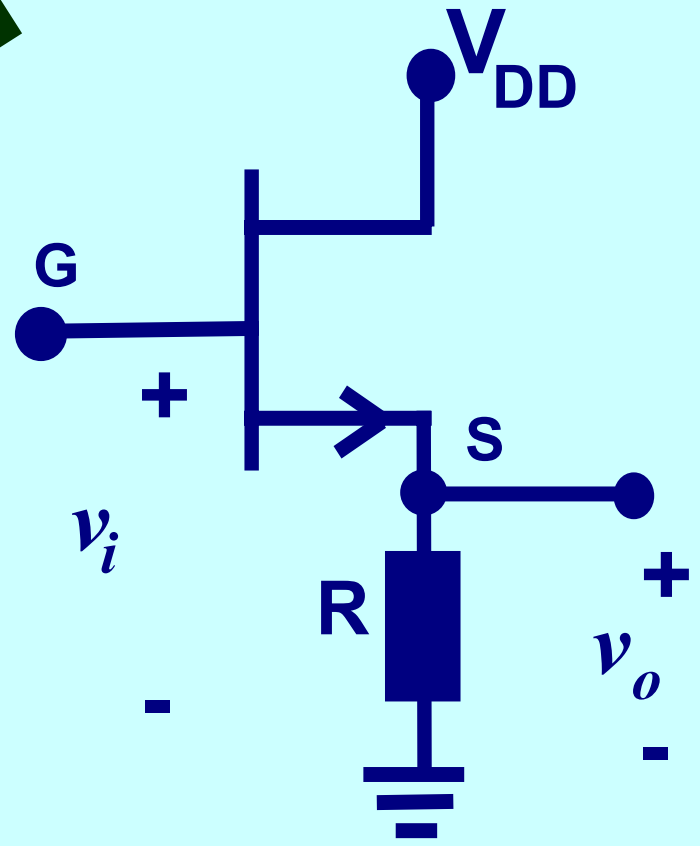
Seguidor de tensión

$$v_{GS} = v_i - v_o = v_i - i_D R$$

$$v_o = i_D R$$

$$i_D = K(v_i - v_o - V_T)^2$$

FET



$$v_o^2 + v_o \left(\frac{1}{KR} - 2(v_i - V_T) \right) - (v_i - V_T)^2 = 0$$

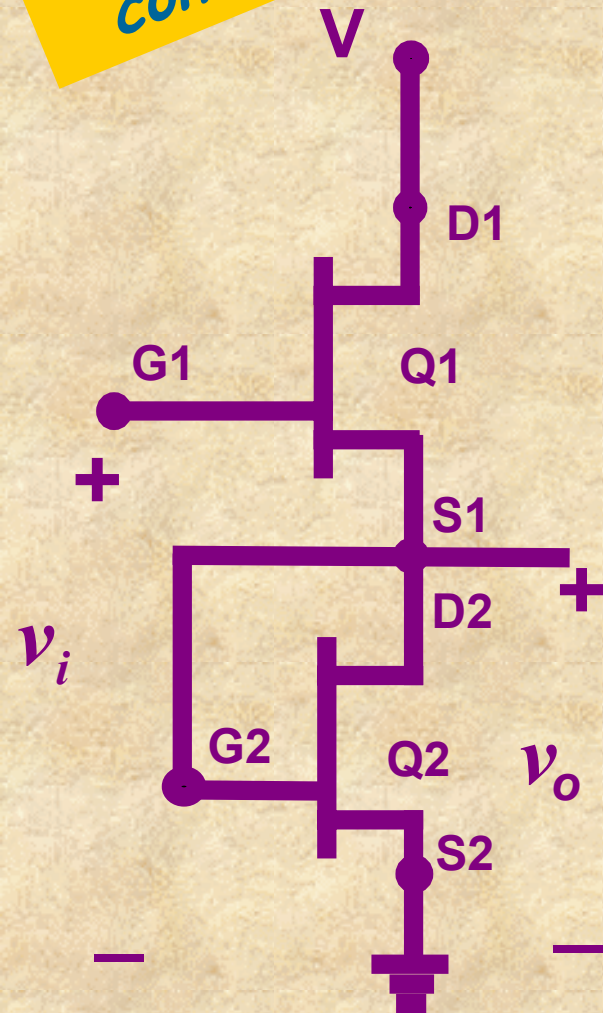
*Seguidor de tensión
con carga activa*

en zona corriente
constante

$$i_{D1} = K_1 (v_i - v_o - V_{T1})^2$$

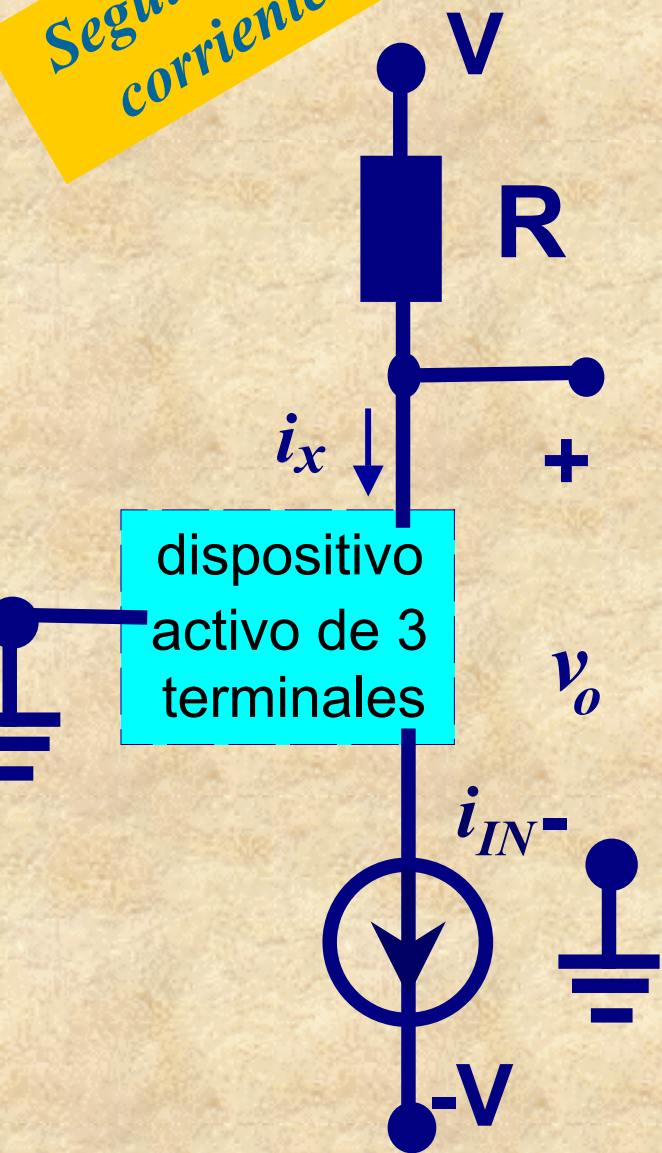
$$i_{D2} = K_2 (v_o - V_{T2})^2 = i_{D1}$$

$$V_{T1} = V_{T2} = V_T$$



$$v_o = \frac{v_i + V_T \left(\sqrt{\frac{K_2}{K_1}} - 1 \right)}{1 + \sqrt{\frac{K_2}{K_1}}}$$

Seguidor de corriente



BJT zona cte. constante

$$i_C = \beta i_B = \frac{\beta}{\beta + 1} i_{IN} \approx i_{IN}$$

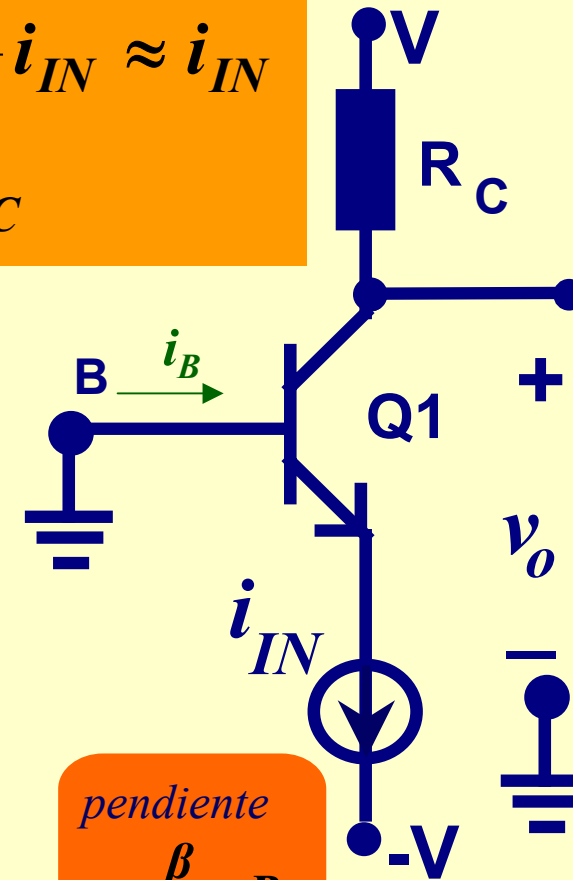
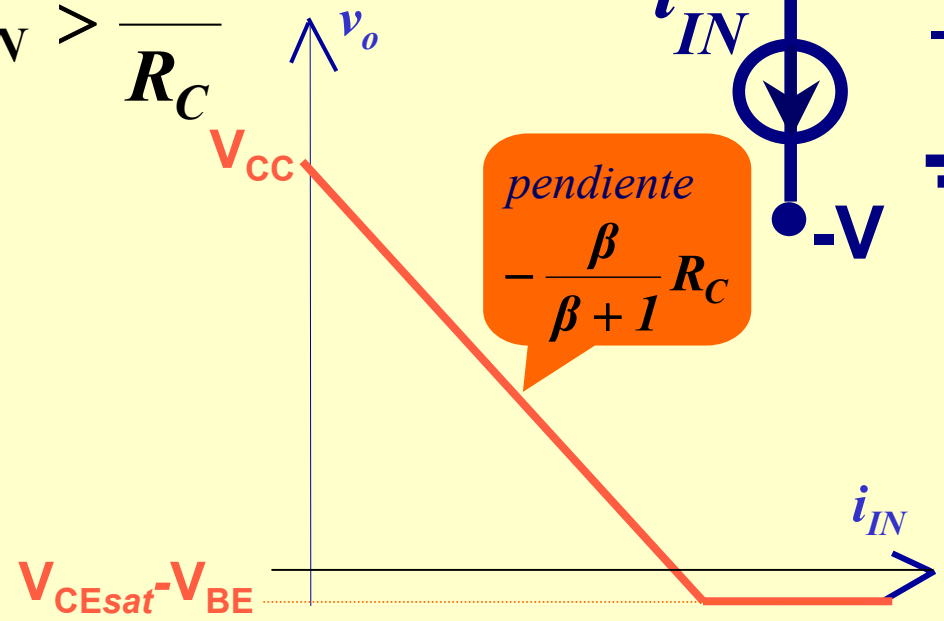
$$v_o = V_{CC} - i_C R_C$$

corte $i_{IN} = 0$

$$v_o = V_{CC}$$

saturación

$$i_{IN} > \frac{V}{R_C}$$



Seguidor de corriente con MOSFET

$$i_D = K_3 (v_{IN} - V_{T_3})^2$$

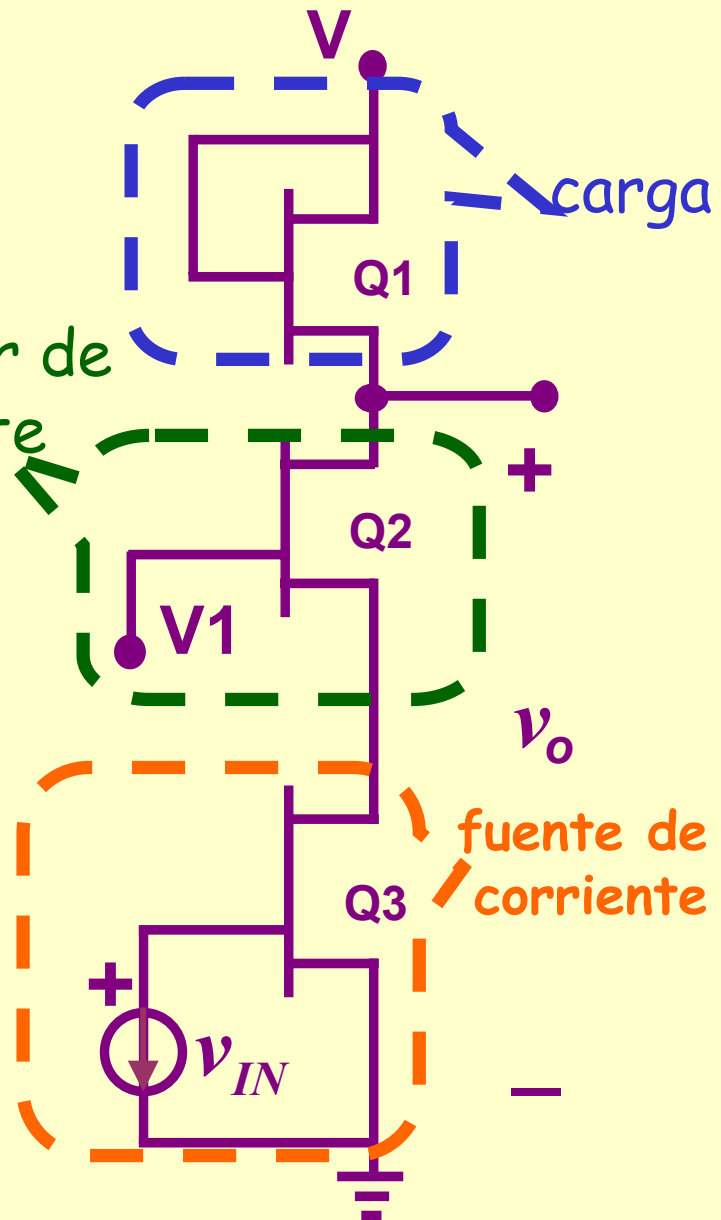
$$v_{DS_1} = v_{GS_1} = V_{T_1} + \sqrt{\frac{i_D}{K_1}}$$

$$v_o = V - v_{DS_1} = V - V_{T_1} - \sqrt{\frac{i_D}{K_1}}$$

$$v_o = V - V_{T_1} - \left(v_{IN} - V_{T_3} \right) \sqrt{\frac{K_3}{K_1}}$$

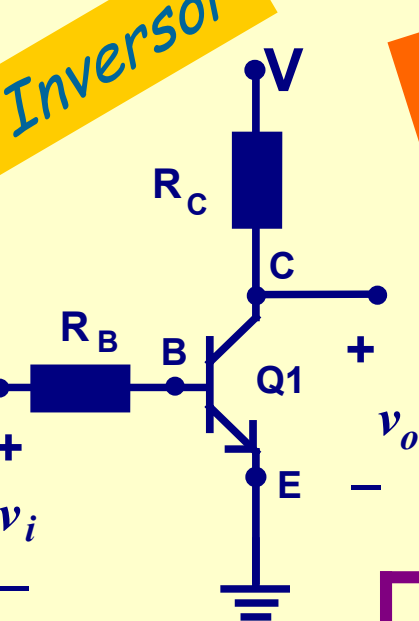
$$\frac{\partial v_o}{\partial v_i} = - \sqrt{\frac{K_3}{K_1}}$$

seguidor de corriente



$V1$ cercano $V/2$

Inversor



zona activa
o de
corriente
constante

$$v_o = -\beta \frac{R_C}{R_B} v_i + V_{CC} + \beta \frac{R_C}{R_B} v_{BE}$$

ganancia

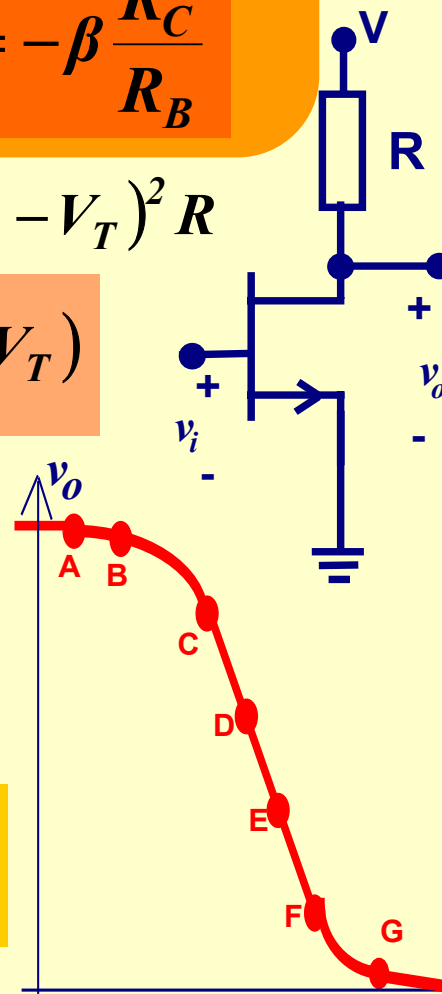
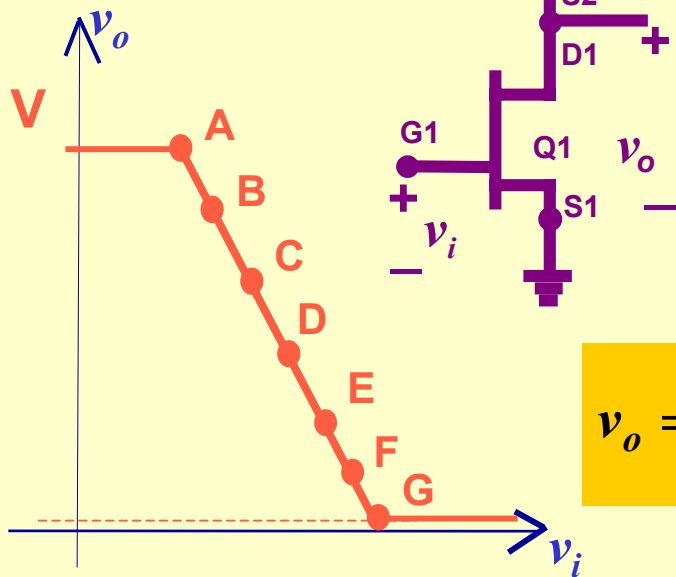
$$\frac{\partial v_o}{\partial v_i} = -\beta \frac{R_C}{R_B}$$

$$v_o = V_{DD} - i_D R = V_{DD} - K(v_i - V_T)^2 R$$

$$\frac{\partial v_o}{\partial v_i} = -2KR(v_i - V_T)$$

$$\frac{\partial v_o}{\partial v_i} = -\sqrt{\frac{K_1}{K_2}}$$

$$v_o = V_{DD} - V_{T2} - \sqrt{\frac{K_1}{K_2}}(v_i - V_{T1})$$



digital

Señal

analógica

variación o cambios de tensión o corriente, que conllevan una información a transmitir

¿potencia?

lineal o no lineal.

Amplificación

amplificación lineal.

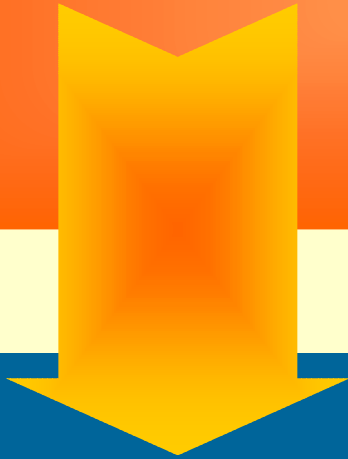
la salida reproduce fiel y proporcionalmente mayor la entrada. No produce distorsión en la forma.

amplificación no lineal.

la salida esta correlacionada con la entrada pero no será una réplica exacta y proporcional de la misma

Amplificadores

sus señales de salida reproducen en forma proporcionalmente más grande los cambios de las señales de entrada



ganancia de potencia de señal

la potencia disponible en la salida es mayor que la que provee la señal de entrada

Amplificador

ganancia de
potencia de señal

la señal de entrada
controla la potencia
que una fuente de
continua entrega a
una carga

**zona de
corriente constante**

Polarización

**Fija un punto de
trabajo en continua
para el transistor**

Punto de
trabajo

Compatible con la excursión de señal de salida
requerida

Mínima potencia disipada

Estable e independiente de la dispersión

Tensiones de Ruptura

JFET

$$BV_{DSO} \geq 20 \text{ V}$$

$$BV_{GSO} = BV_{GDO} \geq 30 \text{ V}$$

MOSFET

$$BV_{DSO} \geq 30 \text{ V}$$

$$BV_{GSO} = BV_{GDO} \geq 100 \text{ V}$$

BJT

$$BV_{EB0} \sim -6\text{V}/-8\text{V}$$

$$BV_{CEO} \approx BV_{CBO} > 30\text{V}$$

JFET

$P_{M\ddot{A}X}$

I_{DSS}, V_P

$B_{VGSO}, B_{VD SO}$

Datos

fabricante

BJT

$\beta_{TIP} (\beta_{min}, \beta_{m\acute{a}x})$

$P_{M\ddot{A}X}$

$I_{C MAX} (i_C @ \beta_{MIN})$

BV_{CEO}

BV_{CBO}

BV_{BEO}

MOSFET

$P_{M\ddot{A}X}$

$V_T, K (i_D @ v_{GS})$

$B_{VGSO}, B_{VD SO}$

Limitaciones de potencia

Potencia_{FET}

$$i_D v_{DS}$$

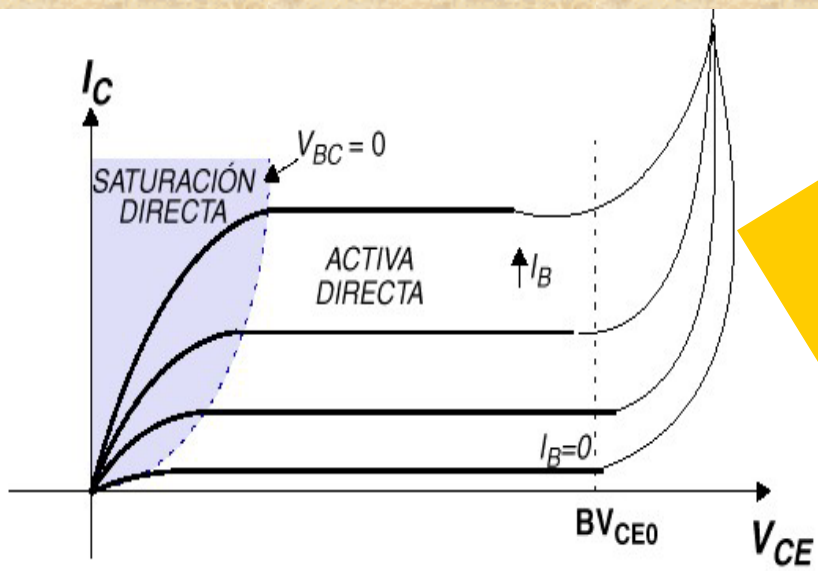
Potencia_{BJT}

$$i_B v_{BE} + i_C v_{CE}$$

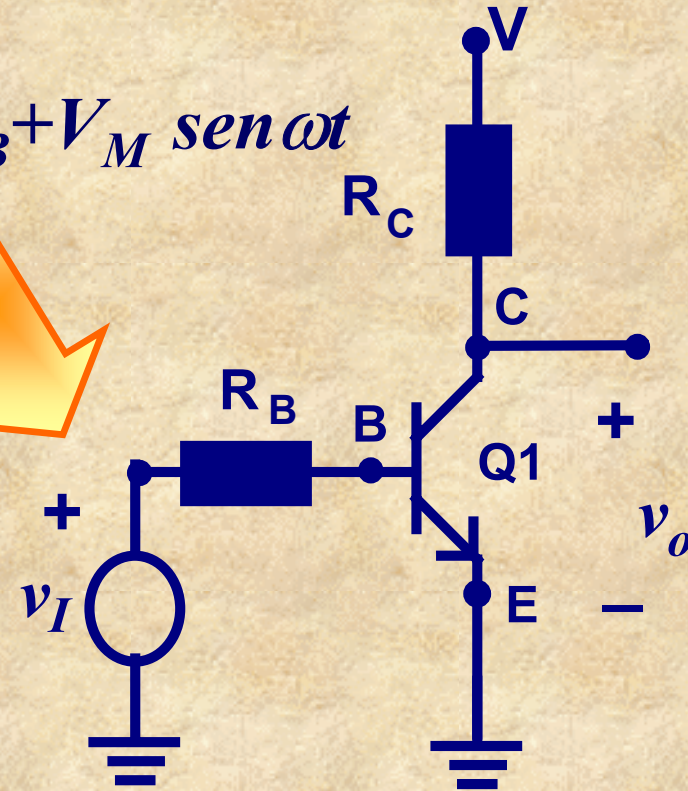
P_{MAX}

Zona activa

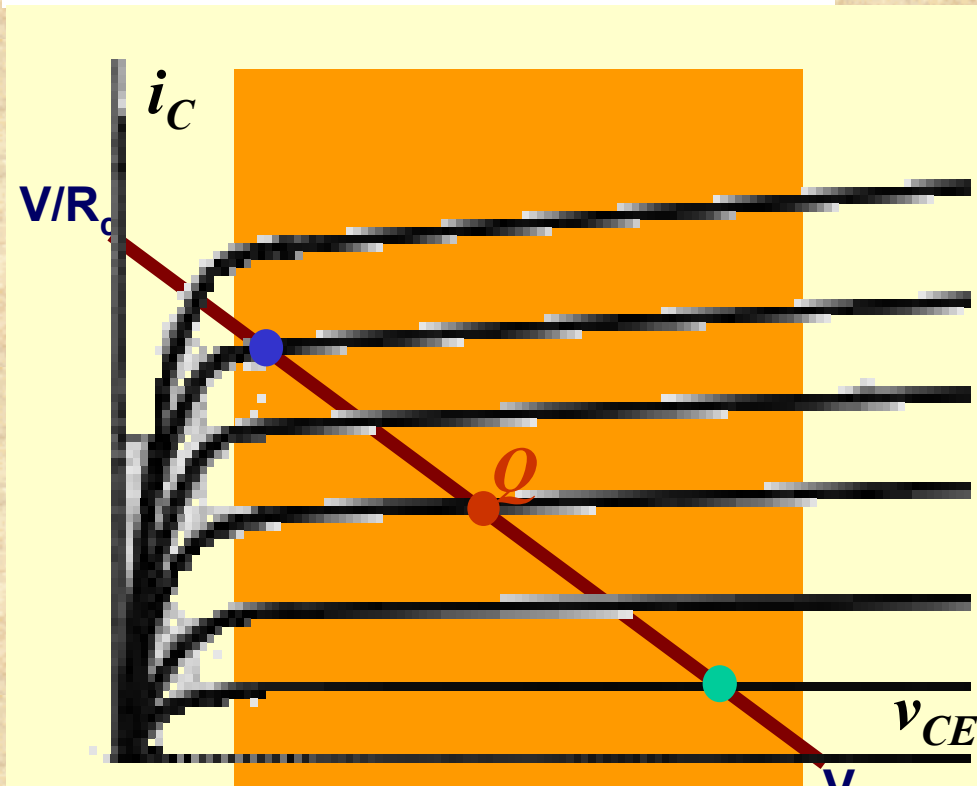
JBE en polarización directa
JBC en polarización inversa



$$v_I = V_{BB} + V_M \sin \omega t$$



I_{CQ}, V_{CEQ}



BJT Polarizado
FET Polarizado

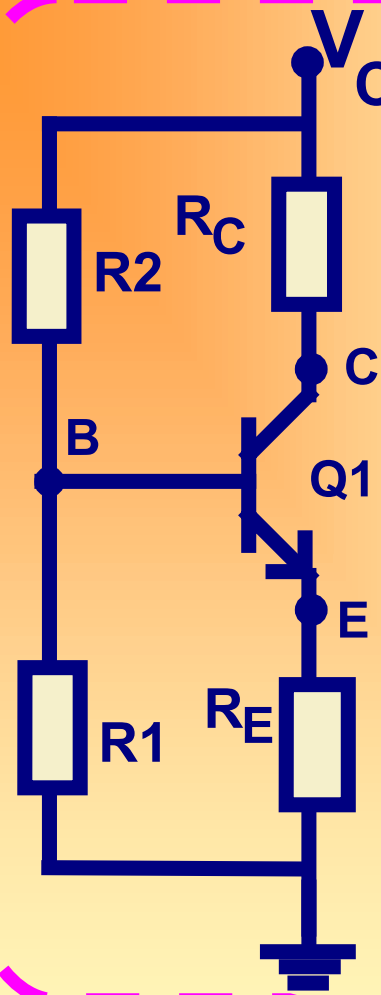
**Etapas
amplificadoras
básicas**

BJT
emisor común
base común
colector común

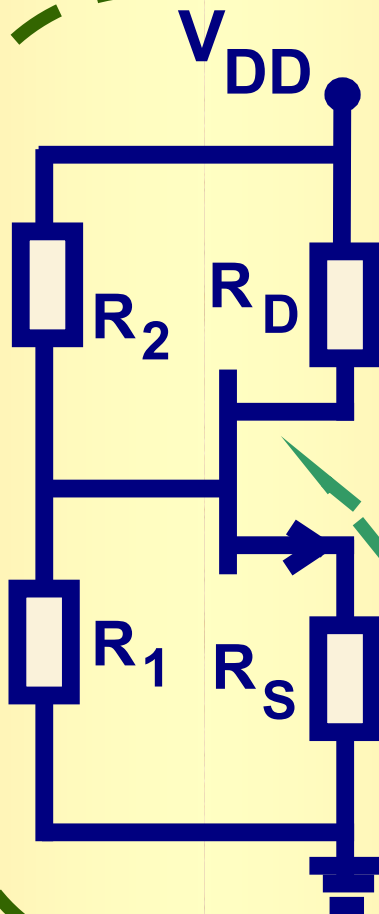
FET
fuelle común
puerta común
drenaje común

terminal de excitación
terminal de salida

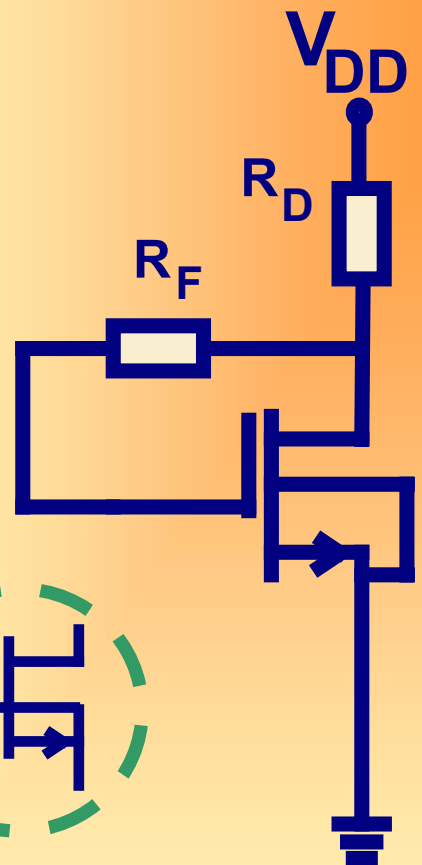
Terminal común



BJT



FET



circuitos de polarización típicos