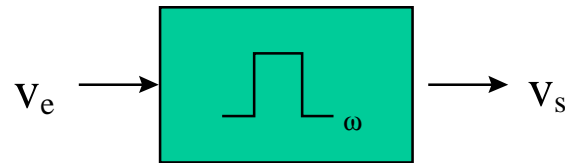


## Amplificadores de Banda Angosta (Sintonizados)



$$v_e = V_{e1} \text{sen}(w_1 t) + V_{e2} \text{sen}(w_2 t) + \dots$$

$$v_s = V_{s1} \text{sen}(w_1 t + f_1) + V_{s2} \text{sen}(w_2 t + f_2) + \dots$$

El retardo es:

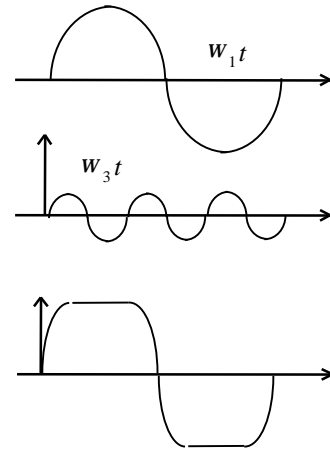
$$t_1 = \frac{f_1}{w_1} \quad t_2 = \frac{f_2}{w_2} \quad t_3 = \frac{f_3}{w_3} \quad \text{etc.}$$

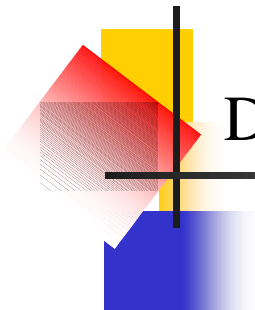
# Amplificadores de Banda Angosta (Sintonizados)

Para mantener la forma de la onda original se debe cumplir que :

$$\frac{V_{S1}}{V_{e1}} = \frac{V_{S2}}{V_{e2}} = \frac{V_{S3}}{V_{e3}} = \dots = A$$

$$\frac{f_1}{W_1} = \frac{f_2}{W_2} = \frac{f_3}{W_3} = \dots = k$$

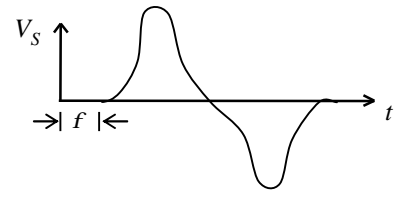
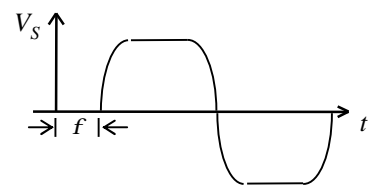
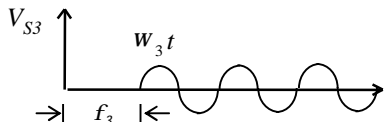
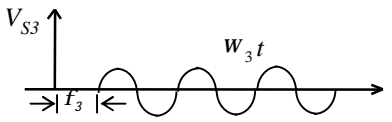
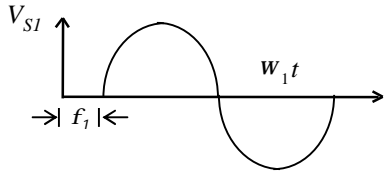
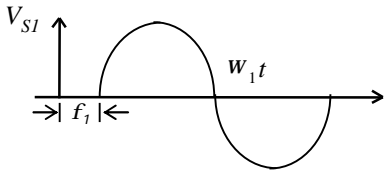




# Desfase y Distorsión

$$f_1 = f_3$$

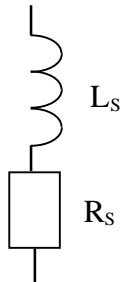
$$f_1 < f_3$$



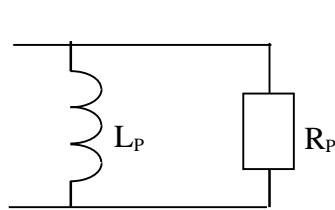
# Factor de Calidad de una Bobina

Pérdidas de la bobina:

- Pérdidas resistivas en el alambre de la bobina
- Pérdidas en el núcleo (ferrita)
- Pérdidas en el blindaje



$$Q_S = \frac{\text{Pot. reactiva}}{\text{Pot. resistiva}} = \frac{I^2 X_{LS}}{I^2 R_S} = \frac{\omega L_S}{R_S}$$



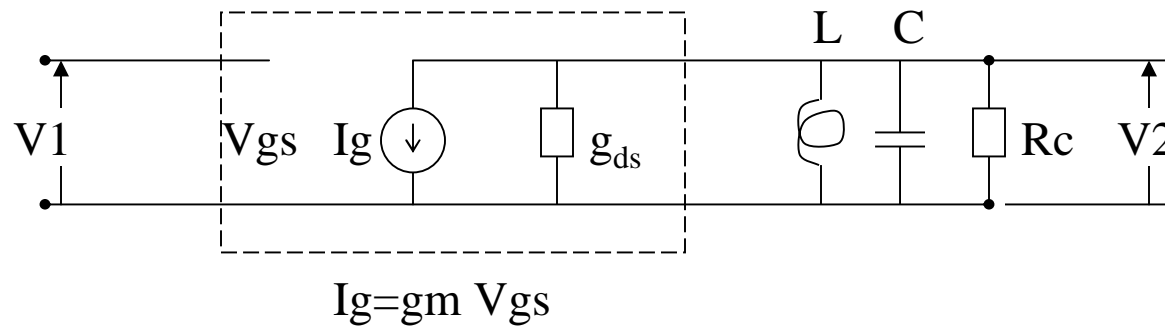
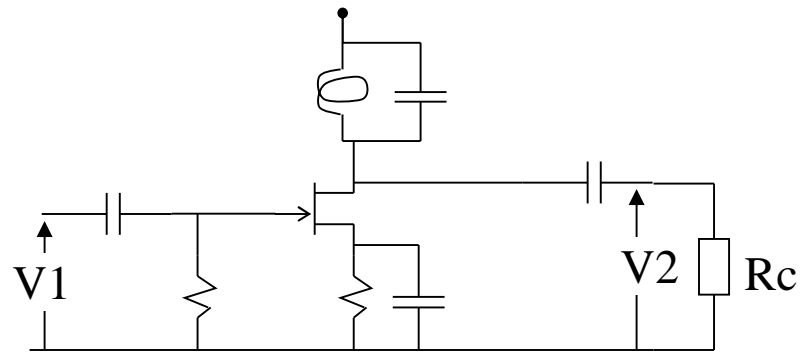
$$R_P = R_S \left[ 1 + Q_S^2 \right]$$

$$X_P = X_S \left[ 1 + \frac{1}{Q_S^2} \right]$$

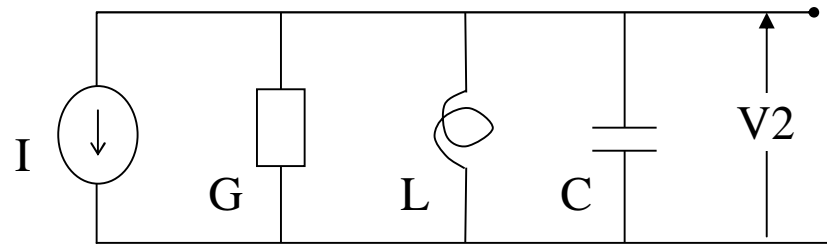
$$Q_P = \frac{E^2 / X_{LP}}{E^2 / R_P} = \frac{R_P}{\omega L_P} = \frac{1}{G_P \omega L_P}$$

# Amplificador Sintonizado: modelo

Sea el elemento activo un Transistor JFET:



## Función de transferencia



$I$  y  $G$  representa el circuito equivalente Norton del elemento activo, cualquiera que este sea.

$$A_Z = \frac{V_2}{I} = - \frac{1}{sC + 1/sL + G}$$

$$A_Z = - \frac{s/C}{s^2 + s G/C + 1/LC}$$



## Polos

---

$$S_{12} = -1/2 G/C \pm \sqrt{1/4 (G/C)^2 - 1/LC}$$

Frecuencia natural:  $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$

Factor de mérito:  $Q = R / \omega_0 L$        $Q = \omega_0 C / G$     **à**     $G / C = \omega_0 / Q$

$$S_{12} = -\omega_0 / 2Q \pm \sqrt{1/4 (\omega_0 / Q)^2 - \omega_0^2}$$

$$S_{12} = -\omega_0 / 2Q \pm j \omega_0 \sqrt{1 - 1/4Q^2}$$

## Función de transferencia: plano s

$$A_z = \frac{s/C}{(s - s_1)(s - s_2)}$$

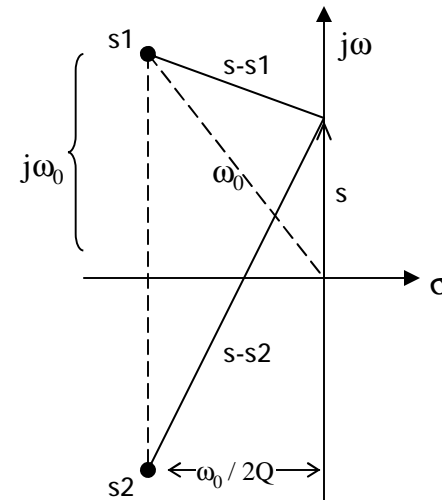
Aproximaciones:

$$\text{Si } Q \gg 1 \quad \omega_0 / 2Q \ll \omega_0$$

En torno a  $s_1$ :

$$s \sim j(\omega_0)$$

$$s - s_2 \sim 2j(\omega_0)$$



$$s_1 = -\omega_0 / 2Q \pm j \omega_0 \sqrt{1 - 1/4Q^2} \sim -\omega_0 / 2Q + j \omega_0$$

$$s - s_1 = +j(\omega - \omega_0) + \omega_0 / 2Q$$





## Función de transferencia aproximada

---

$$A_z = - \frac{j \omega_0 / C}{\{j (\omega - \omega_0) + \omega_0 / 2Q\} \{2 j \omega_0\}}$$

$$A_z = - \frac{1 / C}{\{j (\omega - \omega_0) + \omega_0 / 2Q\} \{2\}} \quad \frac{1/[\omega_0 / 2Q]}{1/[\omega_0 / 2Q]}$$

$$A_z = - \frac{1 / G}{1 + j \{(\omega - \omega_0) / (\omega_0 / 2Q)\}}$$



## Función de transferencia: frecuencia de corte

---

$$|Az| = \frac{1/G}{\sqrt{1 + \{(\omega - \omega_0) / (\omega_0 / 2Q)\}^2}}$$

$$\phi = \pi - \text{arc tg} \{ \omega - \omega_0 \} / (\omega_0 / 2Q) \}$$

Frecuencias de corte:  $\omega$  tal que  $|Az| = |Az|_{\max} / \sqrt{2}$

$$\{(\omega - \omega_0) / (\omega_0 / 2Q)\}^2 = 1 \quad \hat{a} \quad \{(\omega - \omega_0) / (\omega_0 / 2Q)\} = \pm 1$$

## Frecuencia de corte, Ancho de Banda

Frecuencias de corte:

$$\omega_1 = \omega_0 + (\omega_0 / 2Q)$$

$$\omega_2 = \omega_0 - (\omega_0 / 2Q)$$

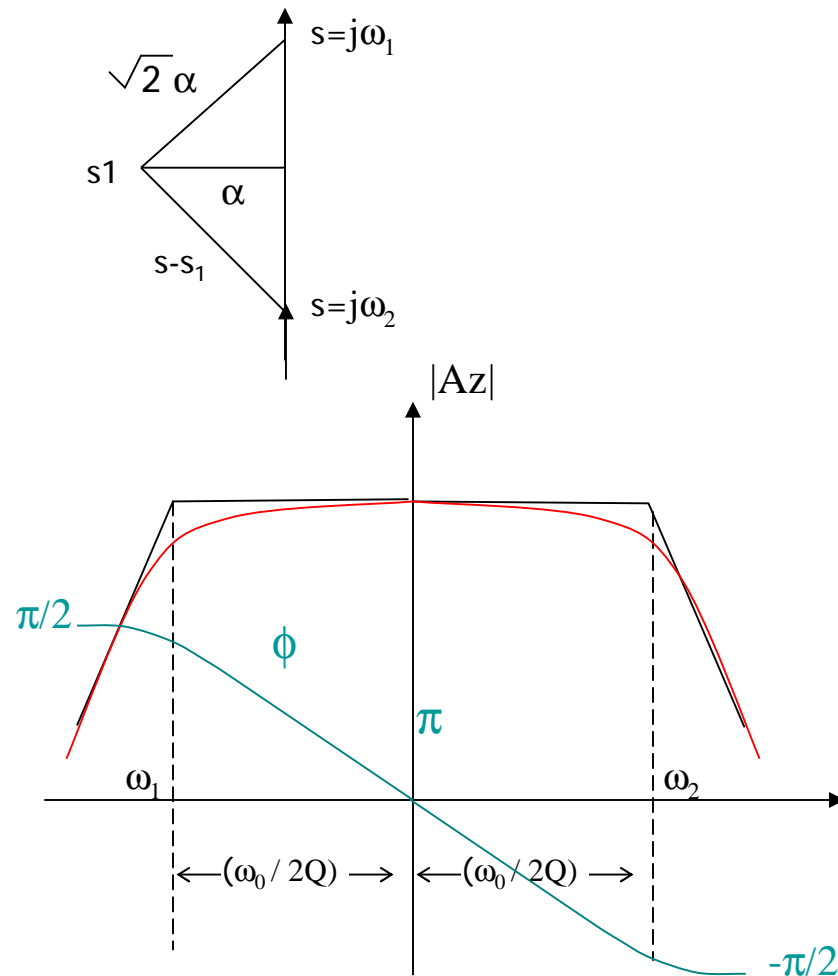
Ancho de Banda:

$$BW = \omega_2 - \omega_1$$

$$BW = \omega_0 / Q$$

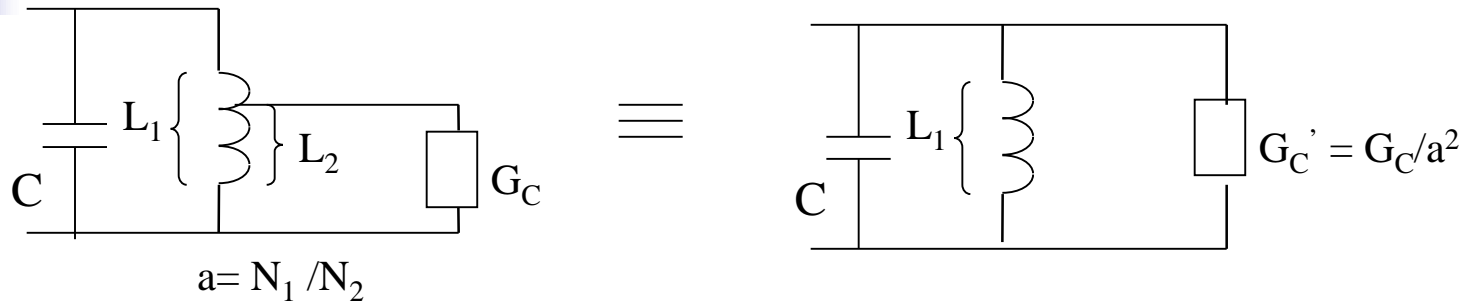
En que

$$Q = R / \omega_0 L$$

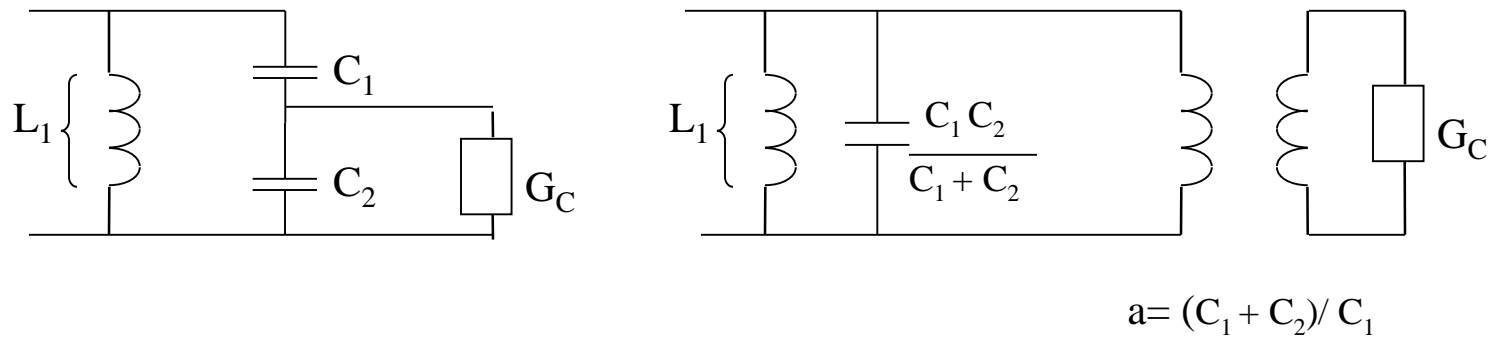


# Acoplamientos

Inductivo:



Capacitivo:

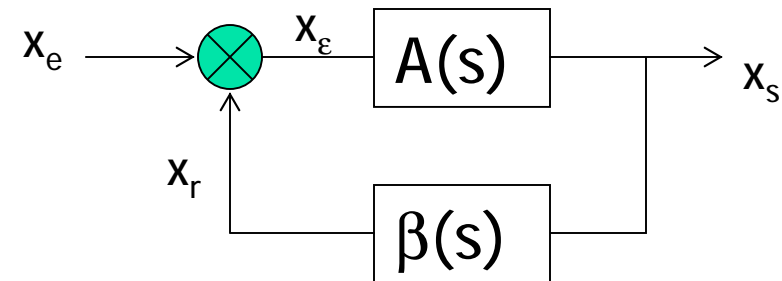


## Osciladores: Modelo realimentado

$$X_s = A(s) x_e$$

$$X_r = \beta(s) x_s$$

$$x_e = x_e - x_r$$



$$\frac{X_s}{X_e} = \frac{A(s) x_e}{1 + \beta(s) A(s)}$$

Oscilación:  $X_s \neq 0$  si  $x_e = 0 \Rightarrow 1 + \beta(s) A(s) = 0$

Luego:

$$\beta(j\omega) A(j\omega) = -1 + j0 \left\{ \begin{array}{l} \text{Condición Oscilación: } \operatorname{Re} \{ \beta(j\omega) A(j\omega) \} = -1 \\ \text{Condición de partida: } \operatorname{Im} \{ \beta(j\omega) A(j\omega) \} = 0 \end{array} \right.$$



## Osciladores: Modelo matricial

---

Análisis en base a ecuaciones de bucle:

$$\begin{bmatrix} & & & \\ & & & \\ Z & & & \\ & & & \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ \\ \\ I_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_f \\ 0 \\ \\ \\ 0 \end{bmatrix} \quad I_1 = V_f^* \Delta_{11} / \Delta_z$$

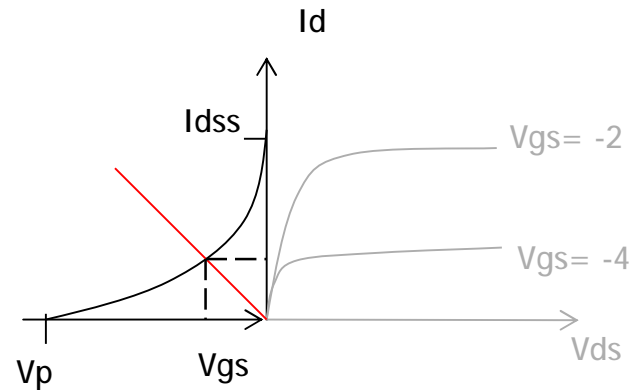
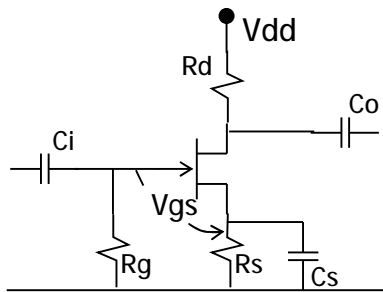
Condición de oscilación:  $I_1 \neq 0$  si  $V_f = 0 \Rightarrow D_z = 0$

Análisis en base a ecuaciones de nodo:

$$\begin{bmatrix} & & & \\ & & & \\ Y & & & \\ & & & \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ \\ \\ V_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_f \\ 0 \\ \\ \\ 0 \end{bmatrix} \quad V_1 = I_f^* \Delta_{11} / \Delta_y$$

Condición de oscilación:  $V_1 \neq 0$  si  $I_f = 0 \Rightarrow D_y = 0$

# Polarización JFET



Recta de Carga de Compuerta:

$$V_g = V_{gs} + R_s \cdot I_d \quad \text{à} \quad I_d \cong - V_{gs} / R_s$$

$\swarrow$   
 $\sim 0$

La intersección de esta recta de carga con la curva estática de compuerta determina el punto de polarización

La curva estática de compuerta también se puede modelar mediante la ecuación:

$$I_d = I_{dss}(1 - V_{gs}/V_p)^2$$

con lo que se dispone de dos ecuaciones para resolver las variables  $I_d$  y  $V_{gs}$

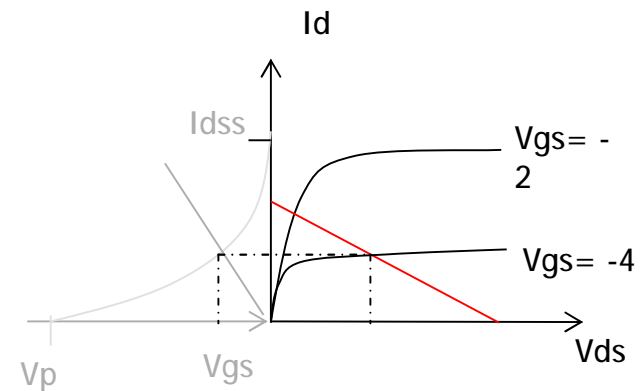
## Polarización JFET

Recta de Carga de Drenaje:

$$V_{dd} = R_d * I_d + V_{ds} + R_s * I_d$$

$$I_d = -V_{ds}/(R_s+R_d) + V_{dd}/(R_s+R_d)$$

La intersección de esta recta de carga con la curva estática de drenaje determina el punto de polarización





# JFET: Modelo incremental

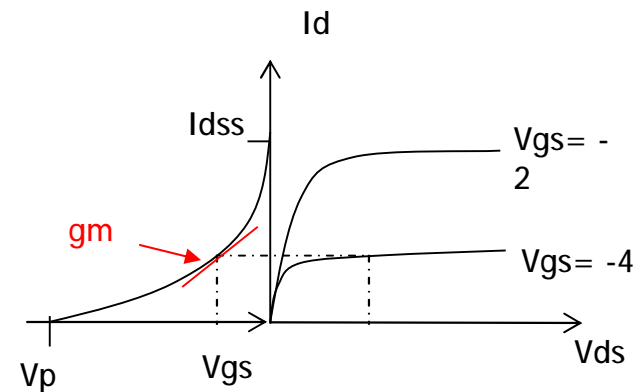
## Transconductancia incremental

$$g_m = d(I_d) / d(V_{gs})$$

$$g_m = 2 I_{dss} / V_p (1 - V_{gs} / V_p)$$

$$g_m = g_{m0} (1 - V_{gs} / V_p)$$

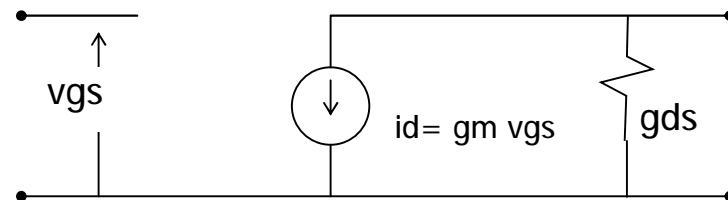
En que  $g_{m0} = g_m$  para  $V_{gs} = 0$



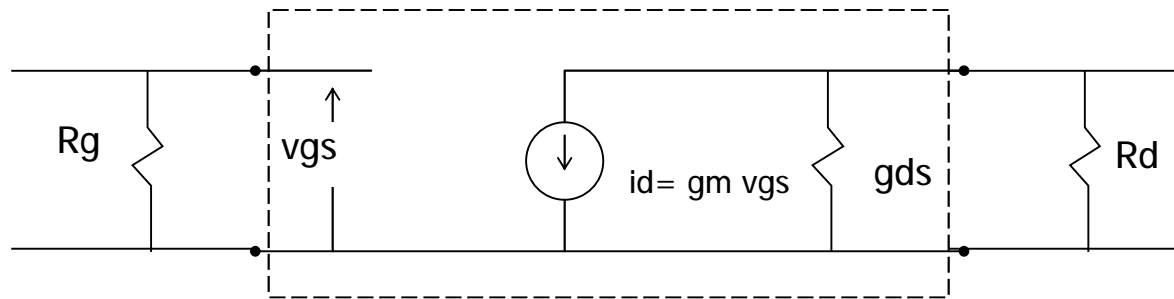
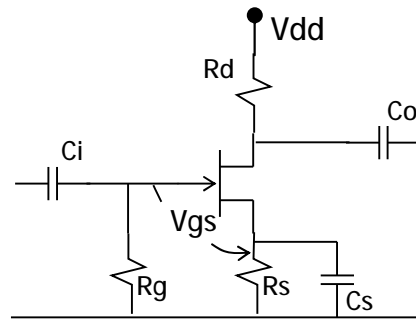
## Conductancia incremental de salida

$$g_{ds} = d(I_d) / d(V_{ds})$$

Modelo incremental del JFET:



# Modelo incremental de Amplificador



$$A_v = V_{ds}/V_{gs} = -g_m \cdot (r_{ds} // R_d)$$