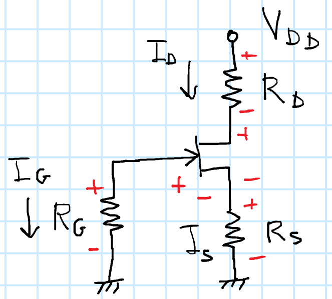
Circuito di Auto Polarizzazione Usa <u>un solo</u> generatore



$\boxed{I_G \cong 0}$ $\boxed{I_D \cong I_S}$

La corrente di perdita I_{GSS} (piccolissima) produce su R_G una tensione V_{R_G} trascurabile quindi $V_G \cong 0$ (G è a massa)

R_G può essere fissata a piacere purchè elevata per mantenere bassa I_G

R_G rappresenta la R di ingresso dello stadio a JFET (in // a R_{GS} ↑↑)

Per la maglia di ingresso:

$$V_{R_S} + V_{GS} - \underbrace{V_{R_G}}_{\cong 0} = 0 \rightarrow R_S I_S + V_{GS} - 0 = 0 \rightarrow V_{GS} = -R_S I_S$$

$$\boxed{V_{GS} = -R_S I_D}$$

Per la maglia di uscita:

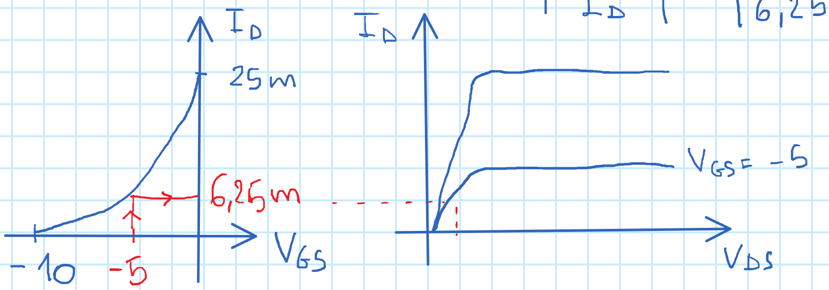
$$V_{DD} - V_{R_D} - V_{DS} - V_{R_S} = 0 \rightarrow V_{DD} - R_D I_D - V_{DS} - R_S I_D = 0$$

$$V_{DD} - V_{DS} - (R_D + R_S) I_D = 0 \rightarrow \boxed{V_{DS} = V_{DD} - (R_D + R_S) I_D}$$

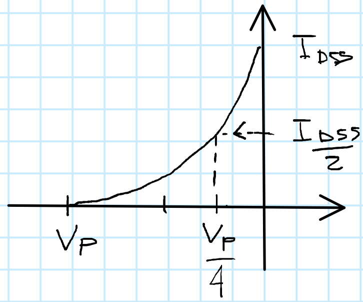
Esempio: Calcolare R_S per autopolarizzare a $V_{GS} = -5V$ un JFET a canale N con $I_{DSS} = 25mA$ e $V_p = -10V$

$$I_D = I_{DSS}\left(1 - \frac{V_{GS}}{V_p}\right)^2 = 25m\left(1 - \frac{-5}{-10}\right)^2 = 25m \cdot \frac{1}{4} = 6{,}25mA$$

$$V_{GS} = R_S I_D \Rightarrow R_S = \left|\frac{V_{GS}}{I_D}\right| = \left|\frac{-5}{6{,}25m}\right| = 0{,}8k = 800\ \Omega$$



Polarizzazione nel punto centrale delle caratteristiche di trasferimento



Se $\boxed{V_{GS} = \frac{V_P}{4} \Rightarrow I_D = \frac{I_{DSS}}{2}}$

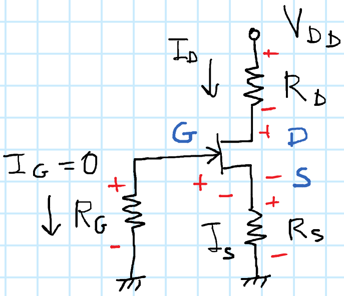
Infatti, sostituendo $V_{GS} = \frac{V_P}{4}$ in: $I_D = I_{DSS}\left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P}\right)^2$

$$I_D = I_{DSS}\left(1 - \frac{\frac{\cancel{V_P}^{\,1}}{4}}{{}_1\cancel{V_P}}\right)^2 = I_{DSS}\left(1 - \frac{1}{4}\right)^2 = I_{DSS}\left(\frac{3}{4}\right)^2 \cong I_{DSS} \cdot 0{,}5625 \cong \frac{I_{DSS}}{2}$$

Esempio: Calcolare R_S, R_D, R_G per ottenere una polarizzazione nel p.to centrale e $V_D = 6\,V$ (potenziale p.to D)

Dati: $I_{DSS} = 15\,mA$ $V_P = -8\,V$ $V_{DD} = 12\,V$

Punto centrale $\Rightarrow I_D = \frac{I_{DSS}}{2} = \frac{15m}{2} = 7{,}5\,mA \Leftarrow V_{GS} = \frac{V_P}{4} = \frac{-8}{4} = -2\,V$



$V_{R_S} + V_{GS} - \cancel{V_{R_G}}^{=0} = 0 \rightarrow R_S I_S + V_{GS} = 0$

$R_S = \left| -\frac{V_{GS}}{I_S} \right|$ IN VAL. ASS. PERCHÈ $R_S > 0$

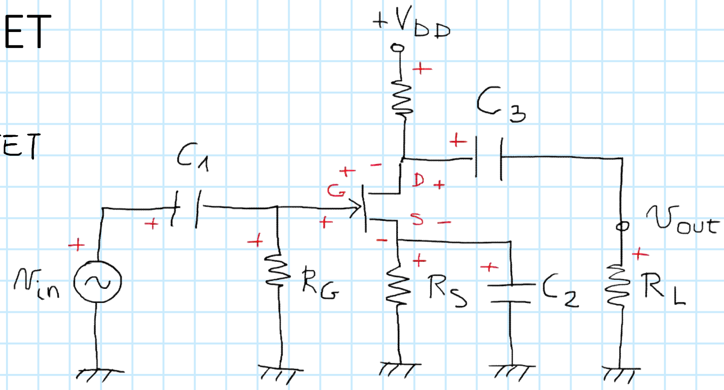
$$R_S = \left|\frac{V_{GS}}{I_D}\right| = \left|\frac{-2}{7{,}5m}\right| \cong 267\,\Omega$$

$$V_{DD} - R_D I_D - V_D = 0 \rightarrow R_D = \frac{V_{DD} - V_D}{I_D} = \frac{12 - 6}{7{,}5m} = 800\,\Omega$$

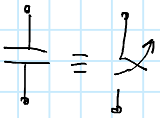
R_G può essere scelto a piacere purché di valore grande

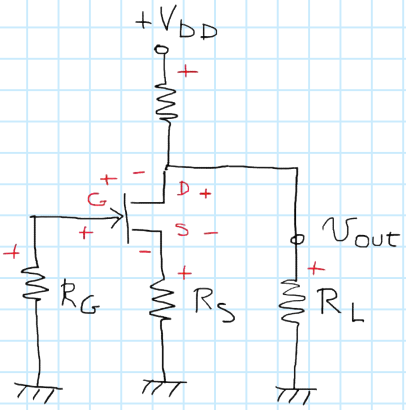
L'amplificazione del JFET

In figura abbiamo un JFET autopolarizzato

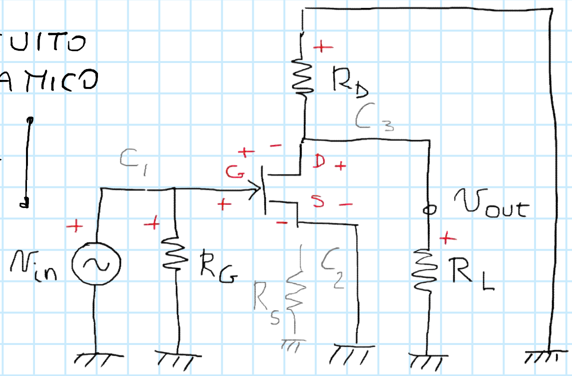


CIRCUITO STATICO

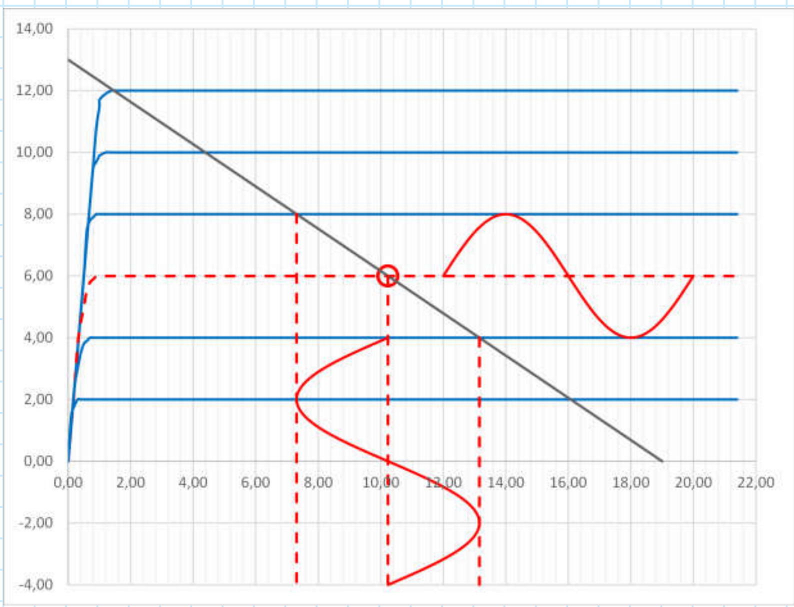




CIRCUITO DINAMICO

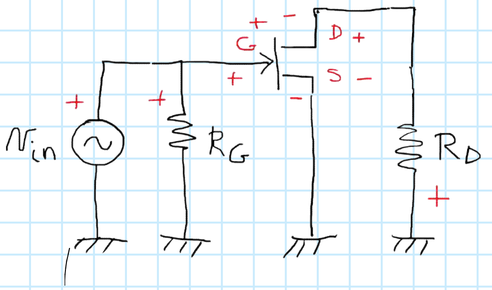


In ingresso c'è un generatore di segnale v_{in} accoppiato capacitivamente (C_1) al GATE.
R_G (MΩ) mantiene a 0 la V_G ed evita un eccessiva caricarsi di v_{in} (v_{in} lavora "a vuoto")
R_S produce la tensione di polarizzazione V_{GS}
C_2 (condens. di bypass) mantiene a massa dinamica il SOURCE
v_{in} produce una oscillazione di v_{GS} attorno al pto di lavoro Q generando di conseguenza una oscillazione di i_D
$i_D \uparrow \rightarrow v_{R_D} \uparrow \rightarrow v_{DS} \downarrow \Rightarrow i_D$ e v_{R_D} IN FASE v_{DS} in CONTROFASE



Guadagno di tensione

La transconduttanza, approssimando la curva $i_D(v_{GS})$ alla sua tangente, è definita dalla: $g_m = \frac{\Delta I_D}{\Delta V_{GS}}$



In termini di grandezze variabili:

$$\boxed{g_m = \frac{i_D}{v_{GS}}} \rightarrow i_D = g_m \cdot v_{GS}$$

GUADAGNO DI TENSIONE (definizione):

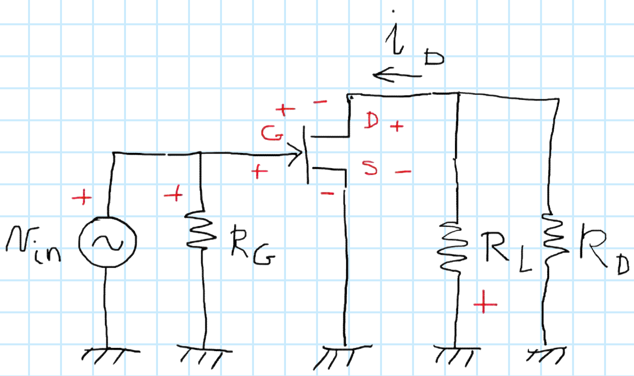
$$\boxed{A_v \triangleq \frac{v_{DS}}{v_{GS}}}$$

CIRCUITO DINAMICO (senza il carico)

$$\begin{cases} v_{DS} = -R_D i_D \\ v_{GS} = \frac{i_D}{g_m} \end{cases} \Rightarrow \boxed{A_v} = -\frac{R_D \cancel{i_D}}{\cancel{i_D}/g_m} = \boxed{-g_m R_D}$$

$v_{GS} = v_{in}$

$v_{out} = v_{DS} = A_v \cdot v_{GS} = -g_m R_D v_{in}$ IN ASSENZA DI CARICO



Se è presente un carico R_L, nel circuito dinamico il carico risulterà in parallelo ad R_D

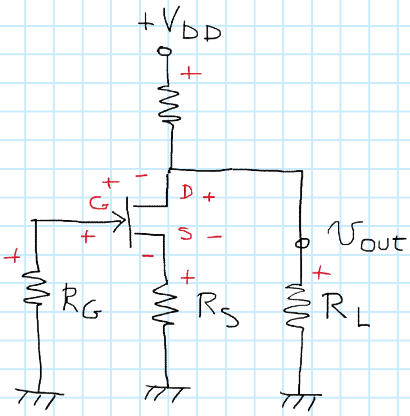
Nel calcolo di A_v si sostituisce $R_L // R_D$ ad R_D

CIRCUITO DINAMICO (con carico)

$$\boxed{A_v = -g_m R_L // R_D}$$

$v_{OUT} = v_{DS} = A_v v_{GS} = -g_m \cdot R_L // R_D \cdot v_{in}$

Punto di lavoro: calcolo analitico



CIRCUITO STATICO

$$\begin{cases} v_{GSQ} = -R_S I_D \\ I_D = I_{DSS}\left(1 - \dfrac{V_{GS}}{V_P}\right)^2 \end{cases}$$

$$I_D = I_{DSS}\left(1 + \frac{R_S I_D}{V_P}\right)^2$$

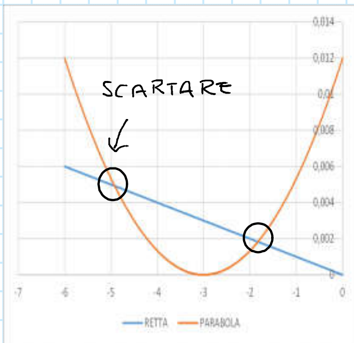
$$I_D = I_{DSS} + 2 I_{DSS}\frac{R_S}{V_P} I_D + I_{DSS}\frac{R_S^2}{V_P^2} I_D^2$$

$$I_{DSS}\frac{R_S^2}{V_P^2} \cdot I_D^2 + \left(2 I_{DSS}\frac{R_S}{V_P} - 1\right) \cdot I_D + I_{DSS} = 0$$

è una eq. di 2° grado in I_D

$a = I_{DSS}\dfrac{R_S^2}{V_P^2}$ $\qquad b = 2 I_{DSS}\dfrac{R_S}{V_P} - 1$ $\qquad c = I_{DSS}$

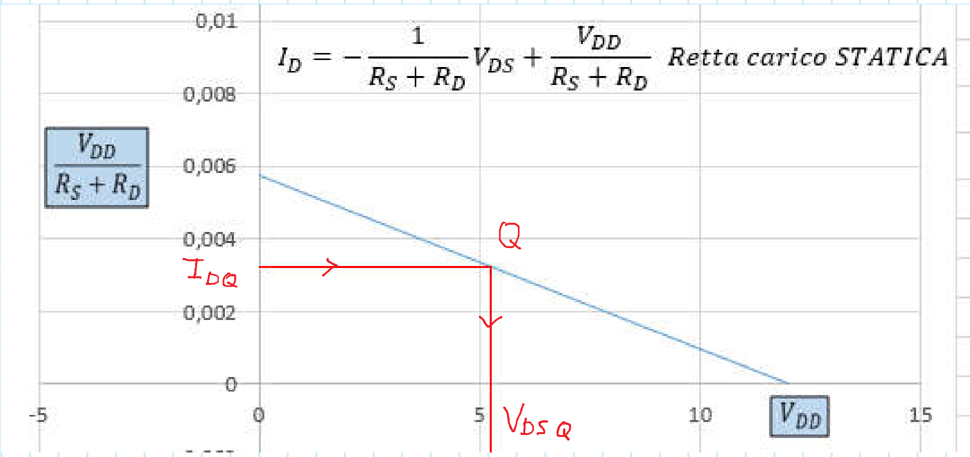
La risolvo e delle 2 soluzione considero solo la più piccola



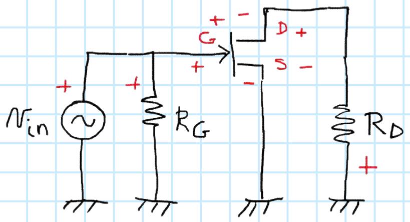
Nell'equazione della retta di carico:

$(R_D + R_S) I_D + V_{DS} = V_{DD}$ $\qquad$ sostituisco la I_{DQ} trovata e ricavo V_{DSQ}

$$V_{DSQ} = V_{DD} - (R_S + R_D) I_{DQ}$$

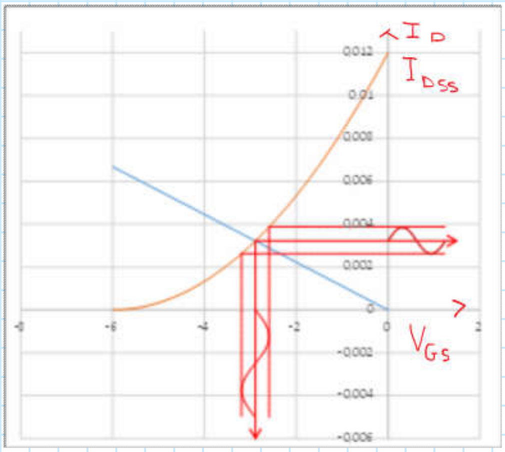


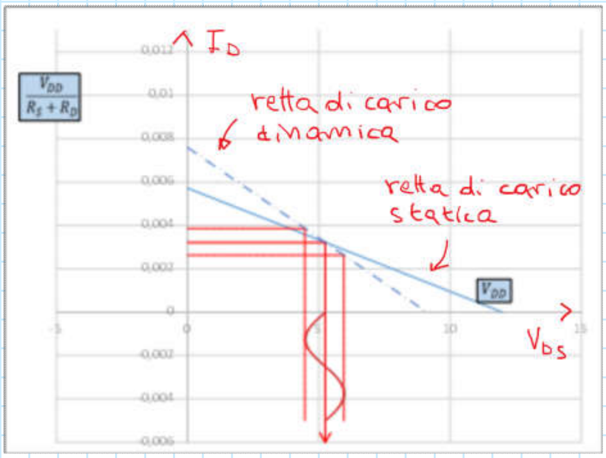
Analisi dinamica: calcolo analitico



Bisogna fare riferimento al circuito dinamico $\left(C \dashv\vdash \rightarrow \vert c.c.\right)$

$v_{in} = v_{GS}$ $\Rightarrow$ v_{GS} oscilla attorno al punto di lavoro V_{GSQ} causando una corrispondente variazione della i_D attorno ad I_{DQ}





L'oscillazione di i_D causa una oscillazione di v_{DS} attorno V_{DSQ}

v_{DS} è la tensione di uscita in quanto è applicata su R_D

(o su $R_L // R_D$ in presenza di carico)

NB Per il circ. dinamico $v_{DS} = -R_D // R_L \cdot i_D$ $\Rightarrow$ $i_D = -\frac{1}{R_D // R_L} v_D$ RETTA DI CARICO DINAMICA

Quindi è su questa retta che avvengono le oscillazioni (dinamiche)

Per il calcolo di v_{DS} si utilizza la formula del guadagno di tensione ricavata in precedenza.

$$A_V = -g_m R_L // R_D \Rightarrow \boxed{v_{out} = -g_m R_L // R_D \cdot v_{in}}$$

Tendo conto dell'analisi statica e dell'analisi dinamica:

$$\boxed{v_{out}(t) = V_{DSQ} + A_V v_{in}}$$