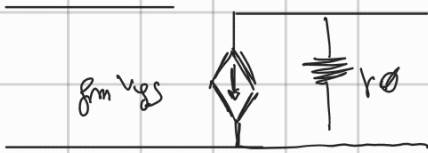


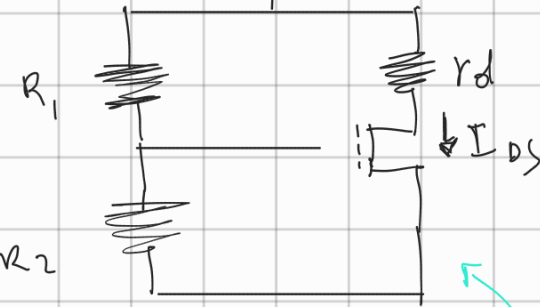
punto di lavoro, lo usi per determinare g_m , V_{GS} ecc.

la bias



↳ lavoro con V_{GS}

$$g_m = \frac{\partial I_D}{\partial V_{GS}} \quad \text{stabilizz. min.} \rightarrow \frac{V_{GS} - V_{TH}}{2} \quad \text{derivata}$$



$V_D = V_d + r_d$
un circuito lo usi
in DC e l'altro in AC

$$r_o \approx \frac{1}{\lambda I_{DS}}$$

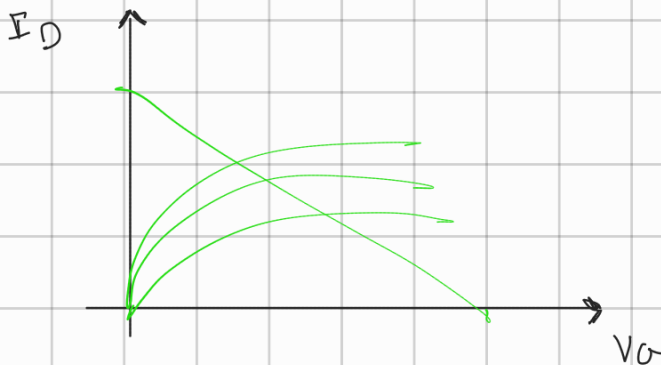
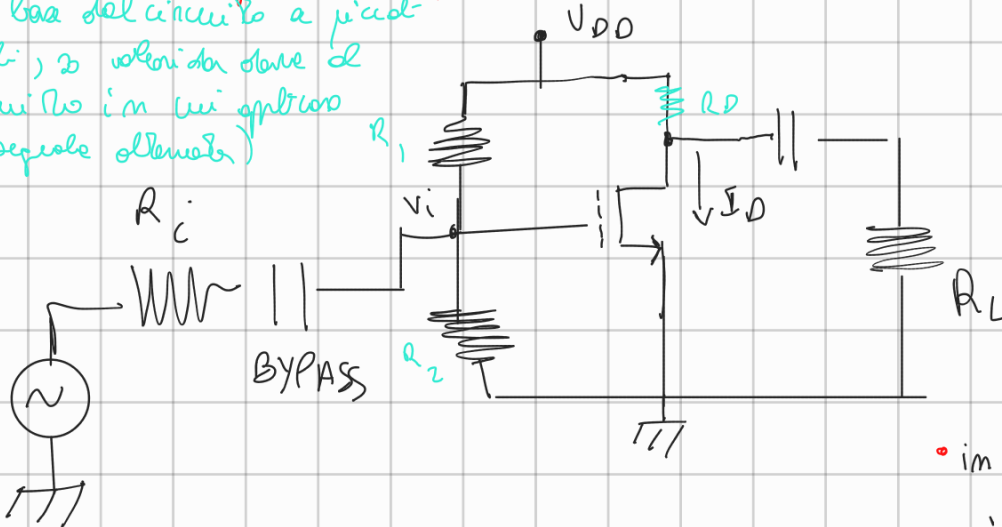
↳ uso con V_{GS}

Trovato I_D , ho il modello a piccoli segnali.

nella parte questo tipo di circuito

sulla base del circuito a piccoli segnali, si determina dove il circuito in un opportuno V_{GS} (segnale alternato)

• sono capaci di bypass e di saccoppiamento



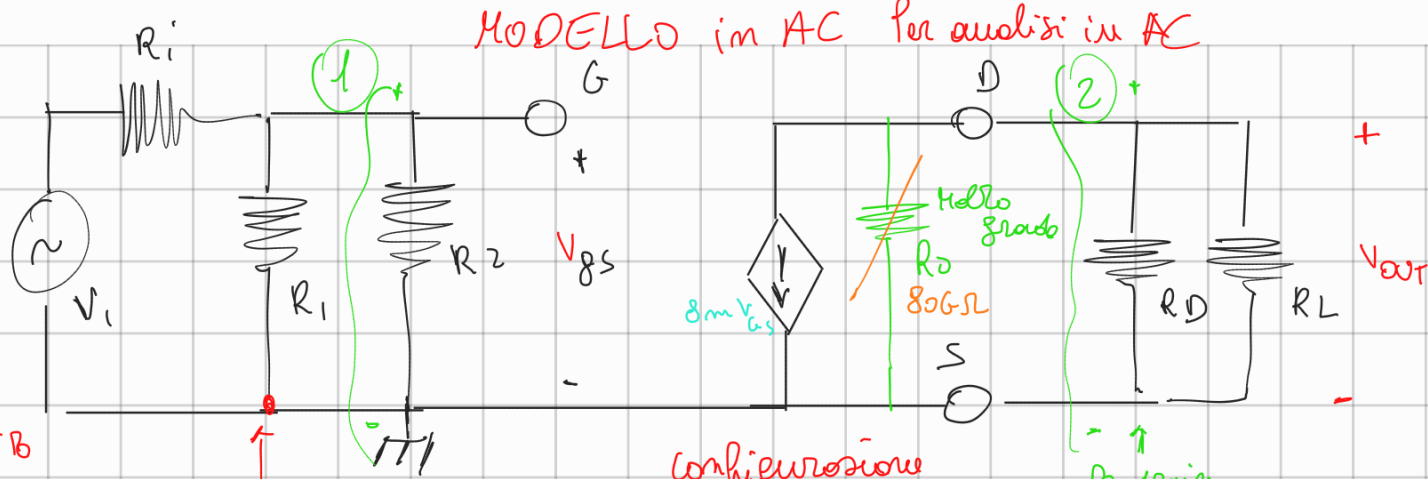
• in DC impedenza C vale infinito, il circuito è come prima, per la polarizzazione
• $\frac{1}{j\omega C}$, $\omega = C \rightarrow \phi$ min. basta poco muoversi in freq. per dire che questa impedenza vale ϕ

• $\Rightarrow$ con un V_{GS} piccolo, riesco a sostituire il mio circuito il modello a piccoli segnali.

Finita l'analisi in DC sostituisco il circuito, analisi in AC per analisi in AC

Tutto ciò che è una tensione fissa, la riferisco a massa. Contributo di V_{DD} già considerato per punto di lavoro V_{GS} non da disturbo

MODELLO in AC Per analisi in AC



Circuiti alle variazioni

R_i è a V_{DD} , ma costante non da contributo, lo mettiamo in parallelo

Configurazione a SOURCE COMUNE, S comune a V_u e O_{UT}

Cio' che è fisso (es V_{DD}) non da contributo alle variazioni, lo mettiamo a massa

• Dato un segnale in AC in ingresso, in uscita quanto vale V_{out} ?

guadagno

$$A_{TOT} = \frac{V_{OUT}}{V_{in}} = \frac{V_1}{V_{in}} \cdot \frac{V_{OUT}}{V_1} = \frac{V_1}{V_{in}} A_{VT} \quad V_{in} \neq V_{GS} = V_1$$

guadagno complessivo amplific. colto in tensione

↳ Prodotto guadagno ingresso • Guadagno ai terminali

$$A_{VT} = \frac{V_2}{V_1} \quad \text{e in questo caso } V_2 = V_{OUT}$$

guadagno ai terminali

$$R_L' = R_D \parallel R_L$$

$$A_{VT} = \frac{V_{ds}}{V_{gs}}$$

inverte e amplifica della sua polarizzazione

$$\Rightarrow V_{OUT} = -g_m \cdot V_{GS} R_L' \Rightarrow A_{VT} = \frac{-g_m \cdot V_{GS} R_L'}{V_{GS}} = -g_m \cdot R_L' \quad \text{adim}$$

la mia corrente

Se non basta g_m , aumento V_{GS}

il carico non lo decido io

R_D la scelgo io

$$\Rightarrow \text{es. } R_D \parallel R_L = R_L' = 0,5$$

Se voglio amplificatore 2x, $g_m = 4$

V_{GS} la scelgo, misuro I_{DS}

g_m è a 4? no, 3,5 allora aumento V_{GS} , aumento I_{DS}

- il fattore di amplificazione però è < 2 , $V_{in} \neq V_{GS}$

Calcolo allora il partitore a SX $V_d = \frac{R_1 \parallel R_2}{R_1 \parallel R_2 + R_c} V_{in}$

perdaggio

ATTENUO

"
V_{GS}

$$A_{TOT} = \frac{R_1 \parallel R_2}{R_1 \parallel R_2 + R_c} A_{VT}$$

Totale

allora so quanto attenuo,
 Ri me fornisce il prodotto del MTC

- Se amplifico troppo? Segnale troppo grande, modello non è più vero, è una linearizzazione sul punto di lavoro, qual è il limite??

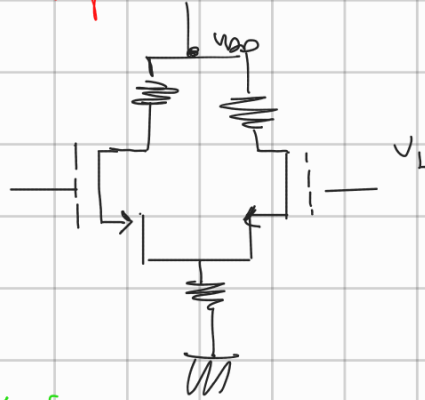
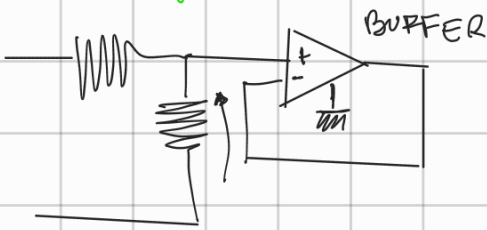
• entrare in sat in un BJT è più difficile entrare in zona lineare per un MOS

per tanto conviene
usare BJT
ma ho una
impedenza d'ingresso

Perché i BJT hanno avere bassa impedenza di ingresso?

impedenza di ingresso mi dà una il perdaggio

es.



amplificatore
diff. stadio
di ingresso di
un OPERAZ.

Se voglio alta impedenza di ingresso, uso MOS

Se voglio alta corrente BJT...
in uscita

PICCOLO segnale per MOS

per piccoli segnali

Se voglio usare modello amplificazione, quanto deve essere la tensione in ingresso?

sempre in sat e non mi importa di 1+1

$$i_{DS} = \frac{k_n}{2} [V_{GS} - V_{TH}]^2$$

Vero se $V_{DS} > V_{GS} - V_{TH}$

dove $V_{GS} = V_{G_S} + V_{GS}$

MI INTERESSA la parte in
DC per la somma

$$V_{DS} = V_{DS} + v_{ds}$$

$$i_D = I_D + i_d$$

$$\frac{k_m}{2} \left[\underbrace{V_{GS}^2 + v_{gs}^2 + V_{TH}^2}_{= I_D} + 2V_{GS}v_{gs} - 2V_{GS}V_{TH} - 2v_{gs}V_{TH} \right]$$

$$I_D = \frac{k_m}{2} [V_{GS} - V_{TH}]^2$$

$$i_d + I_D = \frac{k_m}{2} [V_{GS} + v_{gs} - V_{TH}]^2$$

$$V_{GS}^2 + V_{TH}^2 - 2V_{GS}V_{TH}$$

$$\Rightarrow i_d = \frac{k_m}{2} [(V_{GS} - V_{TH}) 2v_{gs} + v_{gs}^2]$$

voglio
mantenere v_{gs}

$$\frac{k_m}{2} (V_{GS} - V_{TH})^2 \text{ ho } I_D$$

posso
abbassare
v_{gs}

Se moltiplico
corrente di piccolo segnale

voglio che ci sia un segnale. Per V_{GS} e i_{ds} di tipo
LINEARE

$$\Rightarrow 2v_{gs}(V_{GS} - V_{TH}) \gg v_{gs}^2 \rightarrow \text{diretta da v_{gs}}$$

$$\Rightarrow V_{GS} \ll 2(V_{GS} - V_{TH})$$

dove No?
 $V_{TH} \sim 5 \text{ mV}$
 $0.5 \div 1 \text{ V}$

$$\text{es. } V_{GS} = 10 \text{ V}$$

ci voglio dare lo valore sotto

$$\text{e } v_{gs} \sim 1,8 \text{ V}$$

LA definizione di piccolo segnale
dipende dalla scelta di V_{GS} !

Buone variabili del segnale

$v_{gs} \neq v_i$, ho un fattore di attenuazione
dipendente dai
parametri
in ingresso

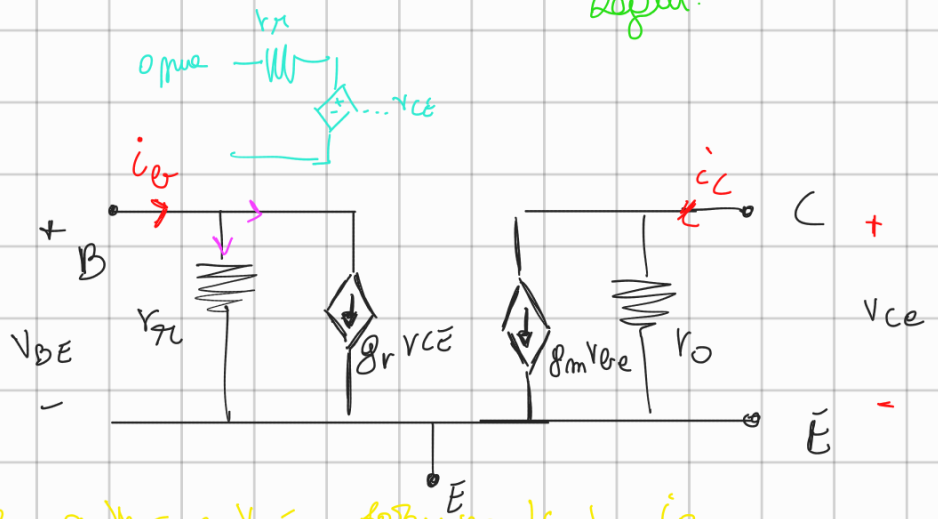
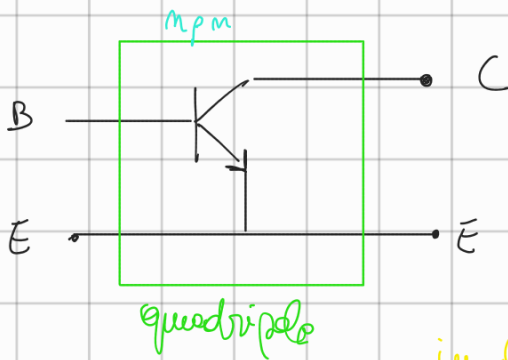
v_{gs} non è V_{in} , e ottendo v_{gs} rispetto a V_{in}

es. $200 \text{ mV} \dots$ non sono 2 mV come diodo

SCELTA DI V_{GS} , e se V_{GS} grande ho una OTTIMA
VARIABILITA' del segnale

BJT

per PNP, cambia
segui.



in base a V_{BE} e V_{CE} , determino i_C, i_B, i_E

- Modello di Trasporto: corrente dipendente dalle 2 tensioni da V_{BE} e V_{CE} , così posso sapere i_C, i_E e i_B .

- analisi in DC per determinare il punto di lavoro dell'oggetto, cioè la coppia (V_{CE}, i_C) t.c. per determinare r_{π}, g_r, g_m, r_o

Se $r_{\pi} \rightarrow \infty$ stiamo parlando a piccoli segnali del MOS

$$V_{CE} = V_{BE} + V_{CE} \dots$$

$$i_B = g_{\pi} V_{BE} + g_r V_{CE}$$

$$i_C = g_m V_{BE} + g_o V_{CE}$$

$$g_{\pi} = \frac{\partial i_B}{\partial V_{BE}} \bigg|_Q = \frac{i_B}{V_{BE}} \bigg|_{V_{CE}=0} \quad \text{rapporto delle parti variabili con } V_{CE}=0$$

$$g_r = \frac{\partial i_B}{\partial V_{CE}} \bigg|_Q = \frac{i_B}{V_{CE}} \bigg|_{V_{BE}=0}$$

- Volgio usare come ampl.ificatore: gli amplificatori BJT lavorano in RAD, con V_{BE} piccolo DUE + PM e V_{CE} inversamente.

= > del modello di Trasporto $i_c = I_S e^{\frac{V_{BE}}{V_T}} \left(1 + \frac{V_{CE}}{V_A} \right)$ $\searrow$ se $V_{BE} = 0$

V_A grande $\frac{1}{V_A}$ come $\lambda \dots \frac{1}{V_A}$ molto piccolo $\rightarrow$ parte di inclinazione delle curve del BJT per eff. early.

$\Rightarrow$ all'aumentare di V_{CE} , più elettroni vengono accelerati, un minimo incremento della corrente c'è. V_A è molto lontano, $\frac{V_{CE}}{V_A}$ conta poco, almeno che non sia grande

$\bullet i_B = \frac{i_c}{\beta_F} \quad \bullet i_E = (\beta_F + 1) i_B$

$\Rightarrow g_r = \frac{\partial i_c}{\partial V_{BE}} = I_S e^{\frac{V_{BE}}{V_T}} \frac{1}{V_T} = \frac{I_S}{V_T} = \frac{I_C}{V_T} \quad \text{generazione non c'è}$

è la I_C nel punto di lavoro

$\bullet g_m = \frac{\partial i_c}{\partial V_{CE}} \bigg|_{V_{BE}=0} = \frac{I_S}{V_A} e^{\frac{V_{BE}}{V_T}} \left(1 + \frac{V_{CE}}{V_A} \right) = \frac{I_C}{V_A} \quad \text{Q}$

(1) Per capire quanto guadagna BJT, devo capire quanto se conosco quanto vola vole corrente collettore nel punto di lavoro la corrente di collettore nel punto di lavoro, so quanto guadagna il BJT

$\bullet g_o = \frac{\partial i_c}{\partial V_{CE}} \bigg|_{V_{BE}=0} = \frac{I_S}{V_A} e^{\frac{V_{BE}}{V_T}} \left(1 + \frac{V_{CE}}{V_A} \right) = \frac{I_C}{V_A + V_{CE}} = \frac{I_C}{V_A} \quad \text{Q}$

potrei usare anche i parametri h per il mese $\frac{I_S}{V_A} e^{\frac{V_{BE}}{V_T}} \left(1 + \frac{V_{CE}}{V_A} \right) = \frac{I_C}{V_A + V_{CE}}$

anche si

$g_{re} = \frac{\partial i_B}{\partial V_{BE}} \bigg|_Q = \frac{1}{\beta_F} \frac{\partial i_c}{\partial V_{BE}} - \frac{1}{\beta_F^2} \frac{\partial \beta_F}{\partial V_{BE}} i_c$

$$= \left(\frac{1}{\beta_F} \frac{\partial I_C}{\partial V_{BE}} - \frac{1}{\beta_F^2} \cdot \frac{\partial \beta_F}{\partial I_C} \cdot \frac{\partial I_C}{\partial V_{BE}} \right) \quad | \quad a$$

$$= \frac{\partial I_C}{\beta_F \partial V_{BE}} \left[1 - \frac{1}{\beta_F} \frac{\partial \beta_F}{\partial I_C} \right] = \frac{I_C}{\beta_0 V_T} \quad \beta_0 = \frac{\beta_F}{1 - \frac{1}{\beta_F} \frac{\partial \beta_F}{\partial I_C}} \quad g_m$$

$\Rightarrow g_m \beta_0 = g_m$ è la TRANSCONDUTTANZA, ma è anche IL VALORE MAX di AMPLIFICAZIONE se consideri due

$$\Rightarrow g_m = \frac{g_m}{\beta_0}$$

g_m è il guadagno MAX di amplif.

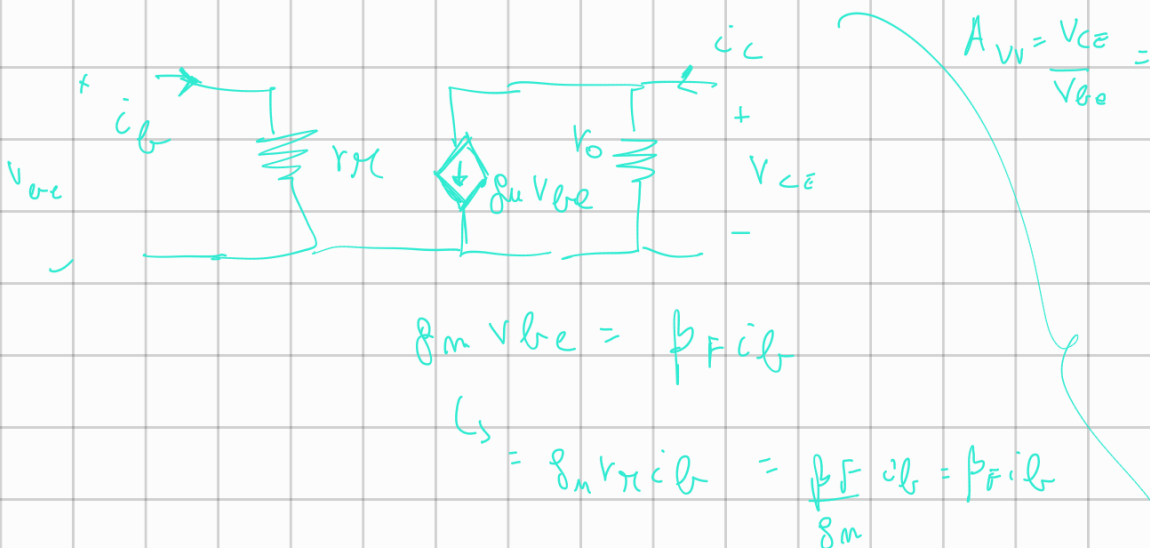
dipende
dalla corrente in
ingresso

r_{π} resistenza
diff di usin

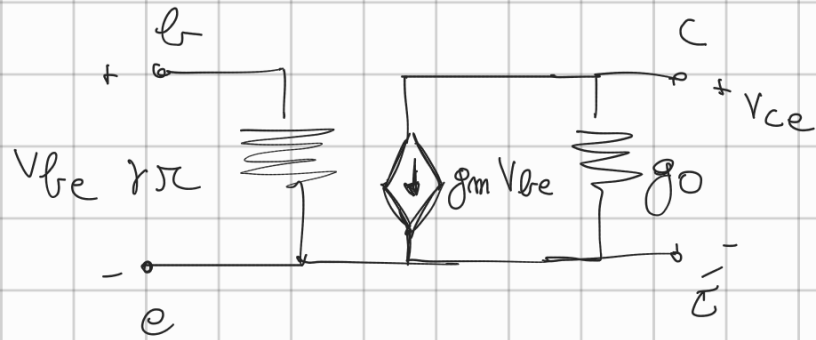
β_0 = guadagno di corrente per
piccoli segnali di ELETTR.
COMMON E

g_o = resist. diff di usin

Max Amplif. v.



Modello π per piccoli segnali in alternata



$$g_m = \frac{I_C^*}{V_T}$$

$$g_o = \frac{I_C^*}{V_A} \quad r_o = \frac{V_A}{I_C^*}$$

$$g_m \beta_o = I_C^* \quad \leftarrow$$

$$g_m = \frac{I_C^*}{\beta_o} \quad r_{\pi} = \frac{\beta_o}{I_C^*}$$

* g_m = pendenza retta della caratteristica $i_c - v_{be}$ nel punto di lavoro