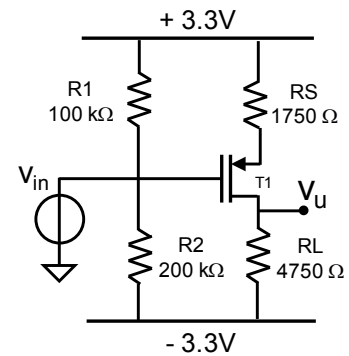


1° prova in itinere

Es. 1

Si voglia usare il circuito della figura accanto per amplificare un segnale  $v_{in}(t)$  di tensione. Il MOSFET usato abbia  $V_T=0.9V$ ,  $k=800\mu A/V^2$  e  $V_A=\infty$  (Please consider the amplifier shown on the right whose MOSFET has  $V_T=0.9V$ ,  $k=800\mu A/V^2$  e  $V_A=\infty$ ).



- a) Calcolare la tensione stazionaria dell'uscita in assenza di segnale. (Find the DC output voltage of the circuit)

Domande EXTRA (a2) : - Che funzione hanno le due resistenze R1 ed R2? - Quale è la percentuale di variazione massima consentita per il K di questo transistor nell'eventualità di una produzione su larghissima scala, oltre cui il transistor (e quindi il circuito) non funzionerebbe più bene ?

- b) Calcolare il guadagno per piccolo segnale a bassa frequenza del circuito. (Find the low frequency gain of the circuit)
- c) Calcolare la dinamica di ingresso del circuito per segnali sinusoidali. (Find the maximum amplitude of a sinusoid that can be applied to the input of the circuit)
- d) Calcolare la distorsione del circuito quando in ingresso viene applicato un segnale sinusoidale ampio 80mV. (Find the Harmonic Distorsion HD2 of the circuit when a sinusoidal signal of amplitude 80mV is applied to the input) .

Domande EXTRA (d2) : Indicare se le seguenti affermazioni sono vere o false :

- Il circuito beneficia del fatto che il MOSFET sia considerato ideale. Se avesse una  $r_0$  finita la distorsione sarebbe maggiore. V o F ?
  - La distorsione è piccola unicamente perché c'è una partizione di  $v_{in}$  tra il MOSFET ed  $R_S$  che semplicemente riduce il segnale effettivo di comando tra Gate e Source. V o F ?
  - La distorsione è piccola perché sia al Gate che al Source si presentano solo segnali di prima armonica e conseguentemente il MOSFET produce la minima quantità di seconda armonica possibile. V o F ?
  - Per ridurre ulteriormente la distorsione potrei pensare di mettere una capacità in parallelo ad  $R_S$ , che non mi altererebbe la polarizzazione. V o F ?
- e) Supporre ora che il MOSFET abbia  $C_{gd}=0.8pF$  ( $C_{gs}=0$ ). Calcolare l'espressione della funzione di trasferimento del circuito e disegnarne i diagrammi di Bode quotati del modulo e della fase. (Find the expression of the gain  $G(s)$  of the circuit as a function of frequency and draw its Bode plots when only the capacitance  $C_{gd}=0.8pF$  of the transistor is taken into account) .
- f) Confrontare la densità spettrale di rumore prodotta in uscita dalla resistenza  $R_S$  e dal MOSFET, calcolandone i valori. Calcolare successivamente il valore RMS complessivo del rumore in uscita dovuto a queste due sorgenti quando sia presente  $C_{gd}=0.8pF$ . (Compare the power spectral density of the output noise due to the  $R_S$  and to the MOSFET. Then find the total RMS value of the output noise when  $C_{gd}=0.8pF$  is present) .

Domande EXTRA (f2) : - Calcolare il valore della densità spettrale di rumore in uscita dovuto alle due resistenze di polarizzazione di Gate, R1 e R2

- Calcolare il valore dell'ampiezza del segnale in ingresso  $v_{in}(t)$  che permetta di avere in uscita un  $S/N=1$

## Es. 2

Se si volesse guadagnare tra ingresso ed uscita di più di quanto calcolato fino ad ora, si potrebbe pensare di sostituire  $R_L$  con un carico attivo, come a lato. Supponiamo di utilizzare degli nMOSFET con  $V_T=0.9V$ ,  $k=800\mu A/V^2$  e  $V_A=7.7V$  (il pMOSFET rimane ideale)

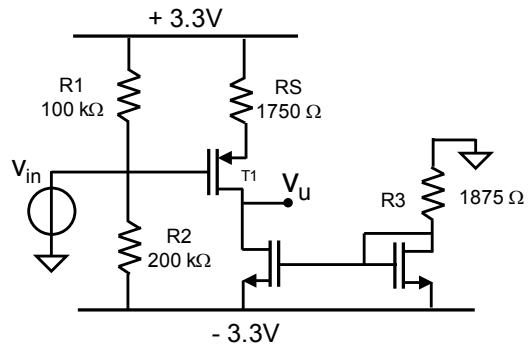
a) Calcolare la corrente circolante nel ramo di destra dello specchio. (*Find the value of the current in the reference section of the mirror*)

b) Calcolare il valore in DC di  $V_u$ . (*Find the value of  $V_u$* )

b) Calcolare il guadagno a bassa frequenza tra ingresso ed uscita del circuito e disegnare la nuova funzione di trasferimento in modulo e fase in diagrammi quotati (*Find the value of the new gain and draw the new transfer function in quoted Bode plots*)

Domanda EXTRA (2b2) : Se volessi guadagnare ancora di più cosa potrei fare tra le cose qui sotto proposte ?

- Sceglierei degli nMOSFET con  $V_A$  maggiore ?
- Polarizzerei il circuito con più corrente ?
- Progetterei i transistori con  $L$  più grande ?



## Es. 3

Se si volesse estendere la banda del circuito si potrebbe pensare di aggiungere un altro transistoro a formare un circuito Cascode come visto a lezione. Supponiamo che questo nuovo transistoro sia ideale ( $V_A=\infty$ ) e che abbia  $C_{gd}=0.8pF$ .

a) A quale tensione fissereste il potenziale  $V_{G2}$  del Gate e perché ? (*Find the value of the bias voltage at the Gate of the Cascode and say why*)

b) Calcolare di quanto si sia estesa la banda passante rispetto a prima. Ricordarsi di considerare la  $C_{gd}=0.8pF$  ( $C_{gs}=0$ ) del transistoro T2 aggiunto del Cascode oltre alla  $C_{gd}$  di T1. (*Find the new bandwidth of the amplifier and compare with the previous one – don't forget to consider the  $C_{gd}=0.8pF$  of the Cascode transistor in addition to the  $C_{gd}$  of T1*)

b) Calcolare quanto rumore introduce il transistoro del Cascode in aggiunta ai rumori precedentemente già calcolati. (*Find the noise added by the Cascode transistor in addition to the other sources of noise already calculated*)

