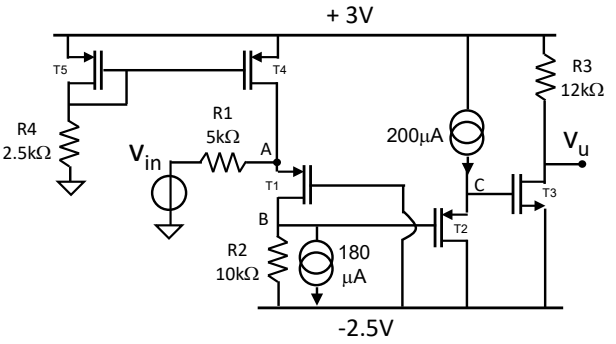
Es. 1



L'amplificatore accanto utilizza MOSFETs aventi (*The amplifier in the figure uses MOSFETs all having the same parameters)* V_T=0.5V, k=½µC_{ox}W/L=50µA/V^2 e curve caratteristiche ideali (V_A=∞).

a) **Polarizzare** il circuito e calcolare la tensione stazionaria V_U del nodo di uscita (*Find the DC voltage of the output node, V_U)*

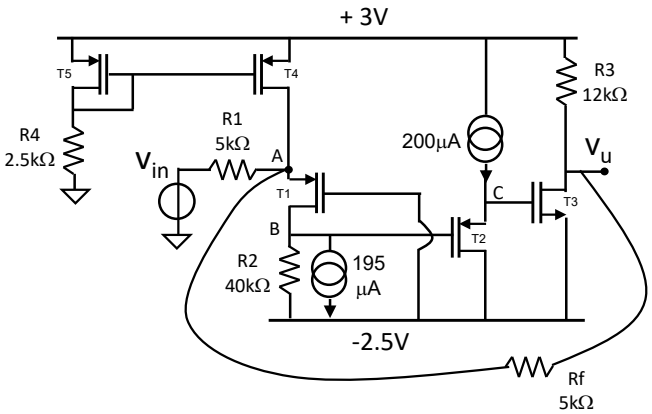
b) Calcolare il **guadagno** per piccolo segnale $G_{tot}=v_u/v_{in}$ del circuito ed i guadagni parziali $G_1=v_B/v_{in}$ e $G_2=v_C/v_B$ (*Find the linear voltage gain of the circuit* $G_{tot}=v_u/v_{in}$ and *the partial gains* $G_1=v_B/v_{in}$ e $G_2=v_C/v_B$ *)*

c) Calcolare la densità spettrale di **rumore** all'uscita dovuta alla resistenza **R2**. (*Find the power spectral density at the output of the circuit given by resistance R2)*

d) Calcolare la massima **ampiezza positiva** di un segnale $\mathbf{V_{in}}$ applicabile al circuito. Riflettere su quale sia il transistore (T1, T2 o T3 ?) che esce prima dalla saturazione e perché. (*Find the maximum positive amplitude of an input voltage V_{in} before a transistor exits saturation)*

e) Calcolare la **banda passante** del circuito nel caso in cui solo la **capacità Cgd**=10fF dei transistori T1, T2 e T3 non sia trascurabile. In particolare calcolare i poli e gli zeri del circuito e disegnare i diagrammi di Bode della funzione di trasferimento. (*Find the poles and zeros of the circuit when only* **Cgd**=10fF *of transistors T1, T2, T3 are taken into consideration and draw the Bode plots of its transfer function)*

Es. 2



Retroazionare il circuito come nella figura accanto. Notare il nuovo valore di R2 e del generatore di corrente che comunque mantengono la stessa polarizzazione calcolata al punto Es.1. (*Consider the circuit on the right, obtained by closing the loop in the previous circuit. Note that bias has not changed with respect to Es.1 despite a different R2*).

a) Calcolare il **guadagno ideale** del circuito, $G_{id}(s)=v_u(s)/v_{in}(s)$ *(Find the ideal voltage Gain of the circuit)*

b) Calcolare la **dinamica di ingresso** del circuito, cioè la massima ampiezza di una sinusoide $V_{in}(t)$ oltre cui un transistore esce dalla zona corretta di funzionamento. Immaginare che il circuito sia perfettamente retroazionato (*Find the input dynamic range of the circuit, that is the maximum amplitude of a sinusoid input voltage V_{in} before a transistor exits saturation)*

c) Calcolare la **banda passante** del circuito nel caso in cui ci sia la **capacità Cgd**=10fF dei soli transistori T1 e T2, e disegnarne i diagrammi di Bode. Proporre eventuali modifiche circuitali per aumentarne la banda senza modificare la funzionalità del circuito. (*Consider the case of Cgd=10fF of the transistors T1 and T2. Find the expression of the gain and plot it in modulus and phase. Discuss how could be increased the bandwidth of the circuit*)

d) Determinare il guadagno di anello, $\mathbf{G_{loop}(s)}$, del circuito nel caso in cui sia presente la **capacità Cgd**=10fF dei tre transistori T1, T2 e T3. Con l'aiuto del luogo delle radici discutere come verrebbe modificata la banda passante del circuito. (*Find the expression of the loop gain of the circuit* $G_{loop}(s)$ *when Cgd=10fF of T1, T2 and T3 are present and discuss the bandwidth.)*