

Sistemi Elettronici, Tecnologie e Misure
Appello del 3/7/2023

Nome: _____
Cognome: _____
Matricola: _____

ATTENZIONE

1. Compilare subito questa pagina con nome, cognome e numero di matricola
2. Gli studenti del corso 05QXVOA (8 crediti, a.a. 2022/23) sono tenuti a rispondere solo ai primi quattro quesiti teorici a risposta multipla, gli studenti del corso 04QXVOA (10 crediti, a.a. 2021/22 e precedenti) sono tenuti a rispondere a tutti e sei i quesiti. Gli esercizi sono identici per i corsi 05QXVOA e 04QXVOA
3. Per i quesiti a risposta multipla, la risposta errata determina la sottrazione di un punteggio pari a metà del valore della risposta esatta
4. Riportare le **risposte esatte** dei quesiti a risposta multipla nella tabella posta all'inizio della relativa sezione
5. Le risposte ai vari quesiti vanno riportate **esclusivamente** nello spazio reso disponibile immediatamente dopo il quesito stesso
6. Si può fare uso di fogli di brutta **bianchi** resi disponibili a cura dello studente. La brutta non deve essere consegnata
7. Non si possono utilizzare libri, appunti o formulari

Domande a risposta multipla

	1	2	3	4	5	6
a						
b						
c						
d						

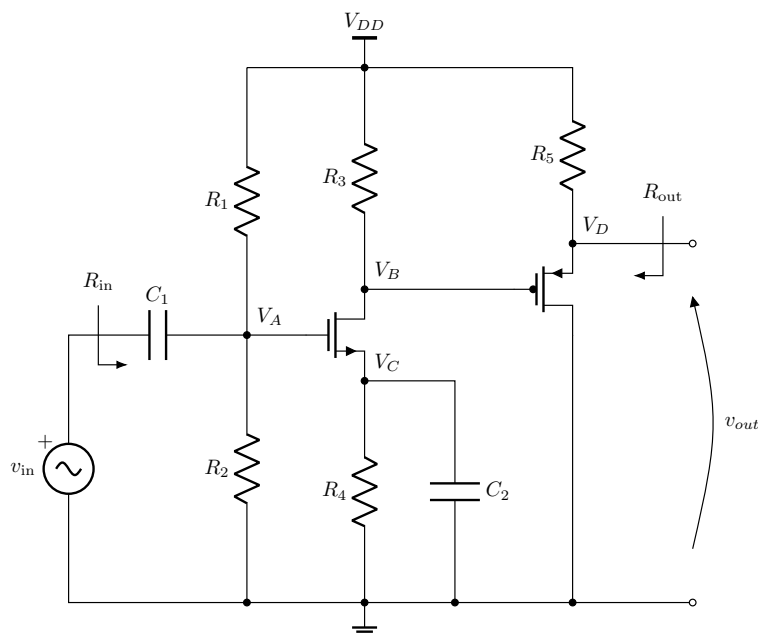
Domande 1.-4. per tutti gli studenti (05QXVOA e 04QXVOA)

- Un amplificatore differenziale fornisce in uscita una tensione $v_{\text{out}} = 10.5v^+ - 9.5v^-$. Le amplificazioni differenziale ($A_{\text{d,dB}}$) e di modo comune ($A_{\text{cm,dB}}$) sono:
 - $A_{\text{d,dB}} = 20 \text{ dB}$, $A_{\text{cm,dB}} = 0 \text{ dB}$
 - $A_{\text{d,dB}} = 10 \text{ dB}$, $A_{\text{cm,dB}} = 0 \text{ dB}$
 - $A_{\text{d,dB}} = 0 \text{ dB}$, $A_{\text{cm,dB}} = -10 \text{ dB}$
 - $A_{\text{d,dB}} = 0 \text{ dB}$, $A_{\text{cm,dB}} = -20 \text{ dB}$
- Un transistor MOS con $\lambda \neq 0$ polarizzato in regione di saturazione si comporta per il piccolo segnale come:
 - un generatore di tensione controllato in corrente con una resistenza in parallelo
 - un generatore di corrente controllato in tensione con una resistenza in parallelo
 - un generatore di corrente controllato in tensione con una resistenza in serie
 - un generatore di tensione controllato in corrente ideale
- Un amplificatore operazionale con guadagno in banda di 100 dB, prodotto banda-guadagno pari a 10 MHz, resistenze d'ingresso e uscita trascurabili (cioè $R_{\text{in,d}} \rightarrow \infty$, $R_{\text{in,cm}} \rightarrow \infty$, $R_{\text{out}} = 0$), è utilizzato in configurazione amplificatore invertente con amplificazione di tensione $A_v = -3$. La banda dell'amplificatore invertente è pari a:
 - 2.5 MHz
 - 3.3 MHz
 - 10 MHz
 - 250 kHz
- Un amplificatore di transconduttanza è ottenuto collegando in cascata un amplificatore di transconduttanza con parametri $G_{\text{m},1}$, $R_{\text{in},1} \rightarrow \infty$ e $R_{\text{out},1}$ finita e non nulla, ed un amplificatore di corrente descritto dai parametri $A_{i,2}$, $R_{\text{in},2}$ e $R_{\text{out},2}$, tutti finiti e non nulli. La transconduttanza complessiva G_{m} della cascata dei due stadi è data da:
 - $G_{\text{m},1} A_{i,2}$
 - $G_{\text{m},1} A_{i,2} \frac{R_{\text{out},1}}{R_{\text{out},1} + R_{\text{in},2}}$
 - $G_{\text{m},1} A_{i,2} \frac{R_{\text{in},2}}{R_{\text{out},1} + R_{\text{in},2}}$
 - $G_{\text{m},1} A_{i,2} \frac{R_{\text{out},1}}{R_{\text{out},1} + R_{\text{out},2}}$

Domande 5.-6. per i soli studenti del corso 04QXVOA (10 crediti, frequenza a.a. 2021/22 o precedenti)

- In un amplificatore invertente basato su operazionale ideale, il resistore che collega il morsetto invertente al generatore d'ingresso è sostituito da un diodo, con catodo collegato al morsetto invertente e anodo collegato al generatore d'ingresso. Per $v_{\text{in}} > 0$ il circuito che si ottiene si comporta come
 - integratore invertente
 - amplificatore logaritmico invertente
 - amplificatore esponenziale invertente
 - derivatore invertente
- In un circuito contenente un diodo semi-ideale con $V_\gamma = 0.5 \text{ V}$ si è fatta l'ipotesi che il diodo sia OFF. Per verificare l'ipotesi occorre:
 - sostituire il diodo con un circuito aperto e verificare che $i_{\text{D}} < 0$
 - sostituire il diodo con un generatore di tensione ideale $V_\gamma = 0.5 \text{ V}$ e verificare che $i_{\text{D}} > 0$
 - sostituire il diodo con un corto circuito e verificare che $v_{\text{D}} < 0.5 \text{ V}$
 - sostituire il diodo con un circuito aperto e verificare che $v_{\text{D}} < 0.5 \text{ V}$

Esercizio n. 1



$n\text{MOS}$: $\beta_n = 10 \text{ mA/V}^2$, $V_{THn} = 0.2 \text{ V}$, $\lambda_n = 0$

$p\text{MOS}$: $\beta_p = 40 \text{ mA/V}^2$, $V_{THp} = 0.3 \text{ V}$, $\lambda_p = 0$

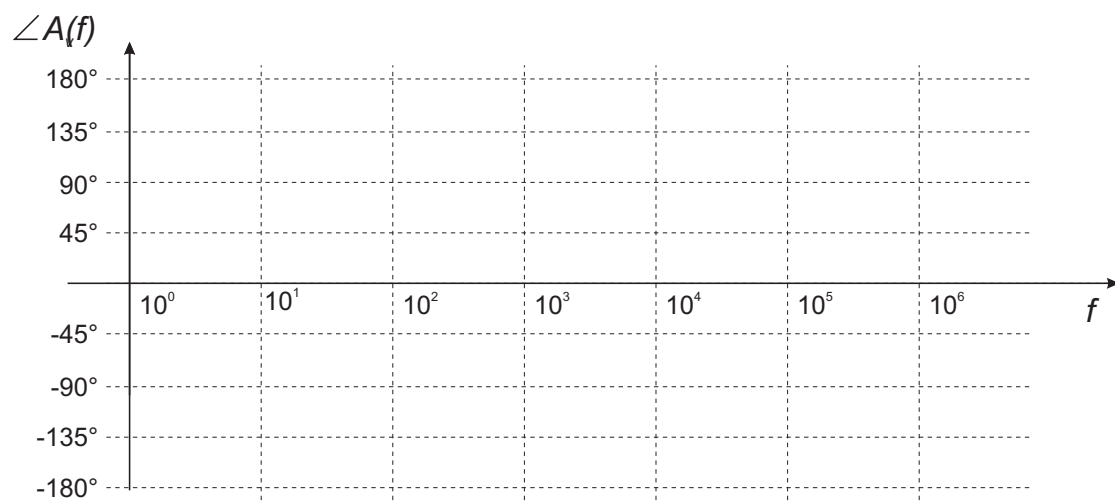
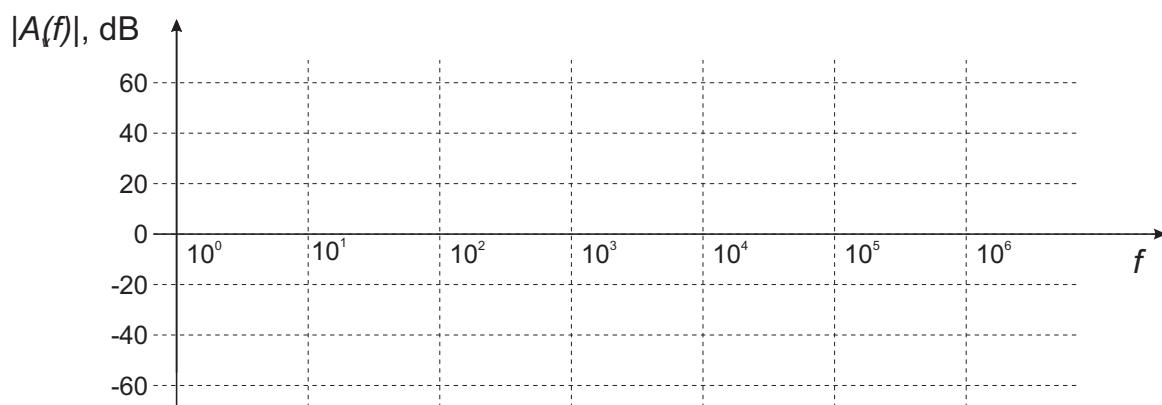
Tensioni DC: $V_{DD} = 4.8 \text{ V}$, $V_A = 1.2 \text{ V}$, $V_B = 2 \text{ V}$, $V_C = 0.8 \text{ V}$, $V_D = 2.4 \text{ V}$

Resistori: $R_1 = 360 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 120 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 14 \text{ k}\Omega$, $R_4 = 4 \text{ k}\Omega$, $R_5 = 12 \text{ k}\Omega$

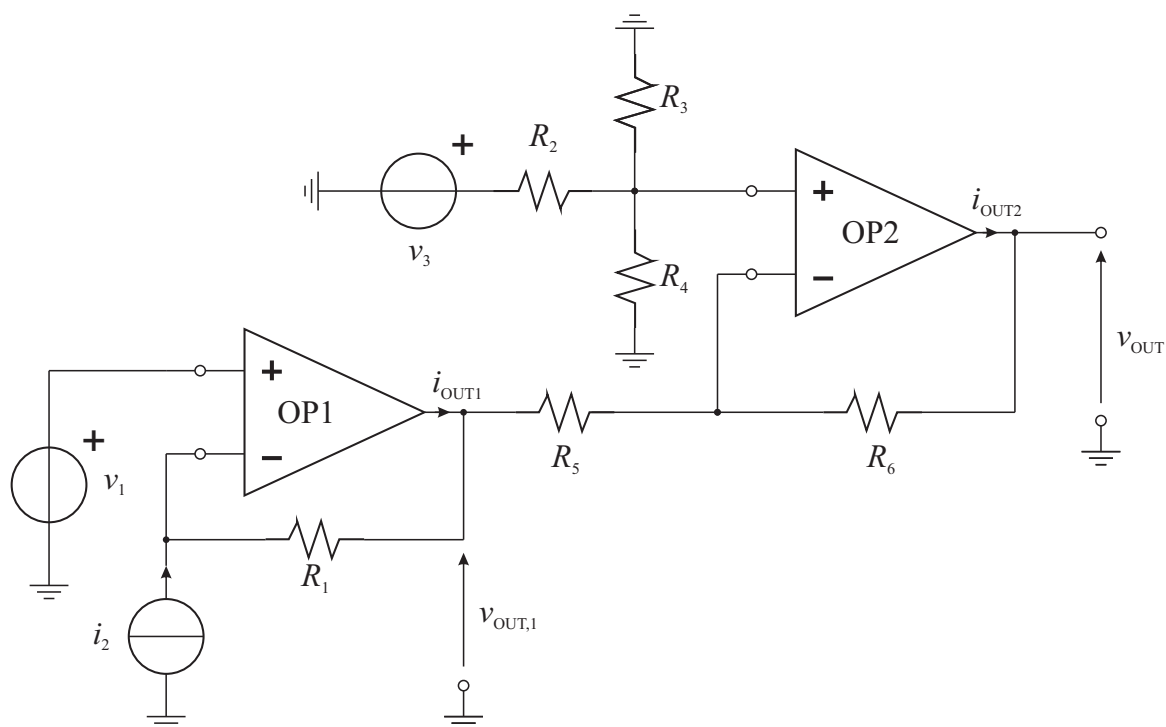
Condensatori: $C_1 = \frac{1}{2\pi} \mu\text{F}$, $C_2 = \frac{10}{2\pi} \text{ nF}$

Con riferimento al circuito in figura:

1. verificare il funzionamento dei transistori in regione di saturazione e determinare i parametri di piccolo segnale nel punto di lavoro;
2. determinare, in condizioni di piccolo segnale, l'amplificazione di tensione $A_v = v_{\text{out}}/v_{\text{in}}$, la resistenza d'ingresso R_{in} e la resistenza di uscita R_{out} , assumendo che entrambi i condensatori C_1 e C_2 si comportino come cortocircuiti alla frequenza del segnale applicato (disegnare il circuito equivalente e riportare sia l'espressione analitica sia i risultati numerici di A_v , R_{in} e R_{out});
3. determinare, in condizioni di piccolo segnale, l'espressione dell'amplificazione di tensione in frequenza $A_v(s)$ (riportare sia l'espressione analitica sia i risultati numerici)
4. disegnare il diagramma di modulo e fase di $A_v(s)$ trovata al punto precedente



Esercizio 2.



Nel circuito in figura $R_1 = \dots = R_6 = R = 10 \text{ k}\Omega$, la dinamica di v_1 è $(0,1) \text{ V}$, la dinamica di i_2 è $(-100, 100) \mu\text{A}$ e la dinamica di v_3 è $(-3,3) \text{ V}$. Determinare:

1. l'espressione delle tensioni $v_{\text{OUT},1}$ e v_{OUT} in funzione degli ingressi v_1 , i_2 e v_3 e delle resistenze $R_1 \dots R_6$;
2. l'espressione delle correnti $i_{\text{OUT},1}$ e $i_{\text{OUT},2}$ in funzione degli ingressi v_1 , i_2 e v_3 e delle resistenze $R_1 \dots R_6$;
3. la minima dinamica della tensione di uscita richiesta agli amplificatori OP1 ed OP2 per funzionare in linearità con gli ingressi dati;
4. la minima dinamica d'ingresso di modo comune richiesta agli amplificatori OP1 ed OP2 per funzionare in linearità con gli ingressi dati.

