

請在答案卷內作答

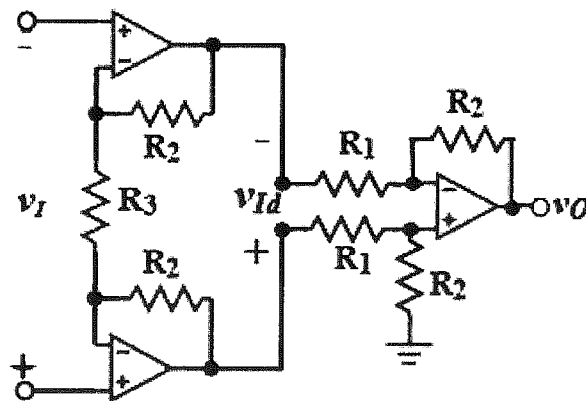
考生請注意：

- 本試卷共有 20 題考題。每題 5 分，無部分給分。
- 你的答案必須如下圖所示，由上而下依序寫在答案卷的作答區的第一頁。
- 只要填寫考題所要求的答案，請勿附加計算過程。
- 所有的答案必須標示單位，如 mA、V、mW、rad/sec、Hz、k Ω 等。
- 增益之單位與正負號務必標示正確。
- 答案的數值如果需要四捨五入，除非特別註明，請取 3 位有效數字。
例如 $A_v = 15.8$ 、 $R = 4.86 \text{ k}\Omega$ 、 $I = 12.4 \text{ mA}$ 、 $\omega_1 = 3.58 \times 10^6 \text{ rad/sec}$ 。
- 常用的工程符號定義： $G = 10^9$ 、 $M = 10^6$ 、 $k = 10^3$ 、 $m = 10^{-3}$ 、 μ (or u) = 10^{-6} 、 $n = 10^{-9}$ 、 $p = 10^{-12}$ 、 $f = 10^{-15}$ 。

從此處開始寫起
1. (a), (b)
2. (c), (d)
3. $V_0 = 3.78 \text{ V}$
4. $A_v = 13.6 \text{ V/V}$
、 、 、

注意：背面有試題

1. 一運算放大器(OP)電路如下，其OP具有理想特性， $R_1=1\text{ k}\Omega$ 、 $R_2=10\text{ k}\Omega$ 、 $R_3=2\text{ k}\Omega$ ， V_o/V_I =差動增益(differential gain) A_d ，下列敘述哪些是正確的？(可複選，全對才給分)
- (a) $A_d=20\text{ V/V}$
 - (b) $A_d=50\text{ V/V}$
 - (c) $A_d=100\text{ V/V}$
 - (d) 以 v_I 作為輸入端的輸入電阻 $R_i=2\text{ k}\Omega$
 - (e) 若以 v_{Id} 作為輸入端的輸入電阻 $R_i=\infty\ \Omega$
 - (f) 以上皆非



注意:背面有試題

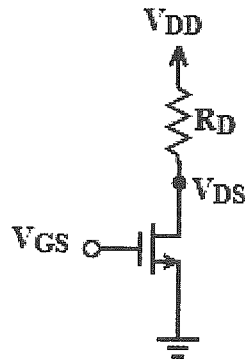
2. 以下對金氧半場效電晶體(MOSFET)的敘述，哪些是正確的?(可複選，全對才給分)
- (a) 通道調變效應(channel-length modulation)使得 i_D - v_{DS} 特性在飽和區的 i_D 減小
 - (b) 通道越短，通道調變效應越可忽略
 - (c) 閘極氧化層厚度減小，使得閘極氧化層電容增大
 - (d) 通道越短，MOSFET 的導通電流(i_D)越大
 - (e) 通道越短， i_D - v_{GS} 特性中的次臨界導通(subthreshold conduction)電流越小
 - (f) 以上皆非

注意:背面有試題

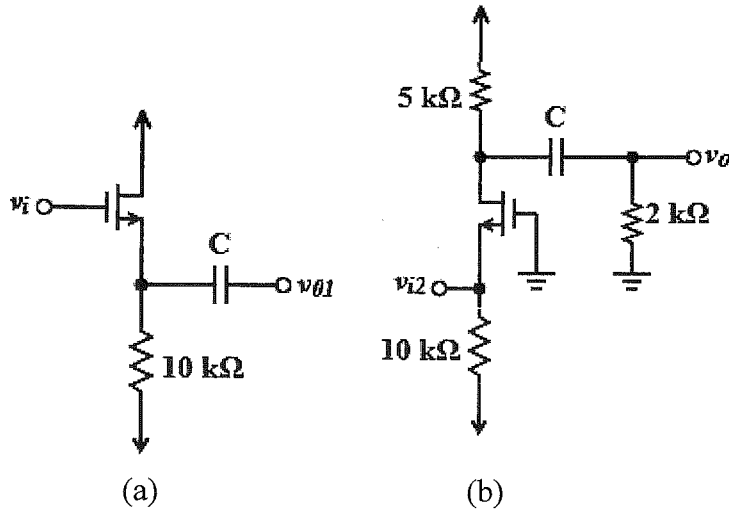
3. 以下對金氧半場效電晶體(MOSFET)的敘述，哪些是正確的?(可複選，全對才給分)
- (a) MOSFET 作為線性放大器時，偏壓工作點(Q)大都在三極區(triode)
 - (b) 在一固定閘極電壓(V_{GS})下， i_D - V_{DS} 特性於 triode 區隨 V_{DS} 增加通道電阻越小
 - (c) 汲極(drain)與基板(substrate)之間有偏壓將產生基體效應(body effect)
 - (d) 溫度升高時，NMOS 電晶體的啟始電壓(threshold voltage, V_t)增加
 - (e) 溫度升高時，NMOS 電晶體的電子移動率(mobility, μ)增加
 - (f) 以上皆非

注意:背面有試題

4. 以下金氧半場效電晶體(MOSFET)電路圖，哪些敘述是正確的?(可複選，全對才給分)
- (a) 選取 R_D 值太大將使輸出 v_{DS} 的負擺幅(output swing)不足
 - (b) 選取 R_D 值太小將使輸出 v_{DS} 的正擺幅不足
 - (c) 選取 R_D 值大將使電壓增益變小
 - (d) 若作為數位電路的反相器，輸入 high 則輸出須 low，應選取 R_D 值小
 - (e) 作為數位電路的反相器，輸入 low 則輸出 high，要減少切換時間須選取 R_D 值大
 - (f) 以上皆非

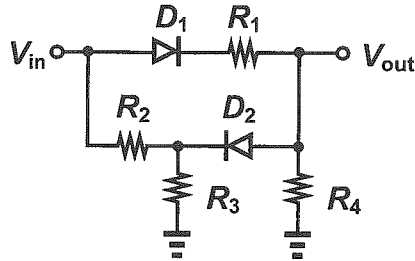


5. 以下金氧半場效電晶體(MOSFET)電路， $g_m=10 \text{ mA/V}$, $r_o=\infty$, $C=\infty$ ，MOSFET皆工作在飽和區。哪些敘述是正確的？(可複選，全對才給分)
- (a) 在(a)電路的電壓增益= 0.99 V/V
 - (b) 在(a)電路的輸出電阻= 99Ω
 - (c) 在(b)電路的輸入電阻= 99Ω
 - (d) 在(b)電路的電壓增益= 14.3 V/V
 - (e) 將(a)電路的輸出 v_{o1} 接到(b)電路的輸入 v_{i2} ，整體的電壓增益 $v_o/v_i= 7.15 \text{ V/V}$
 - (f) 以上皆非



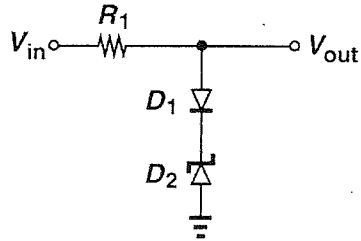
注意:背面有試題

6. 下圖電路中，當二極體 D_1, D_2 有順向電流導通時，其電壓降皆為 0.7 V ，且內阻為 $0\ \Omega$ 。 $R_1=R_2=R_3=R_4=1\text{ k}\Omega$ ，則當 $V_{in}=1\text{ V}$ 時， $V_{out}=\underline{\hspace{2cm}}\text{ V}$ ，當 $V_{in}=-1\text{ V}$ 時， $V_{out}=\underline{\hspace{2cm}}\text{ V}$ (全對才給分)



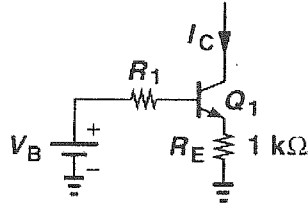
注意：背面有試題

7. 下圖電路中， $V_{in} = 6\text{ V}$ ， $R_1 = 100\ \Omega$ ， D_2 為齊納(Zener)二極體並具有逆偏崩潰電壓 2.7 V 及小訊號電阻 $3\ \Omega$ 的特性。 D_1 為一般二極體，當其順向導通時電壓降為 0.7 V ，且其電流電壓公式中 $n=1$ ，thermal voltage為 $V_T=kT/q=0.026\text{ V}$ 。若此電路中 V_{in} 有 $\pm 52\text{ mV}$ 的變化，則輸出電壓 V_{out} 會有 \pm _____mV的變化？



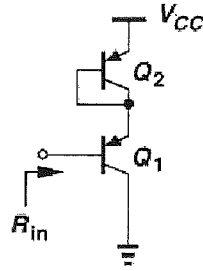
注意：背面有試題

8. 下圖電路中， $\beta=100$ ， $I_S=4\times 10^{-16}\text{A}$ ， $R_1=5\text{k}\Omega$ ，若 $I_C=1\text{mA}$ ，thermal voltage 為 $V_T=kT/q=0.026\text{V}$ ，且忽略電晶體之歐里效應(Early effect)，請計算出 V_B 電壓為 V？
(四捨五入至小數點第三位)



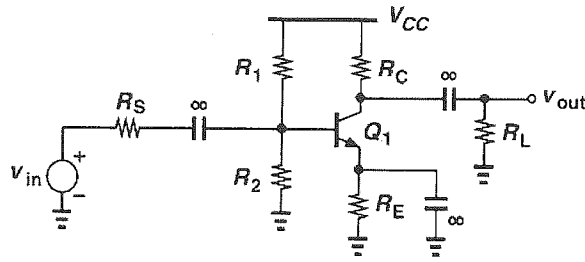
注意:背面有試題

9. 下圖電路中，電晶體 Q_1, Q_2 偏壓在主動區(forward-active region), Q_1, Q_2 的小訊號參數為 $g_{m1} = 40 \text{ mA/V}$, $r_{\pi 1} = 2 \text{ k}\Omega$, $g_{m2} = 20 \text{ mA/V}$, $r_{\pi 2} = 4 \text{ k}\Omega$ 且忽略 Q_1, Q_2 之歐里效應(Early effect)。請計算此電路之輸入阻抗 $R_{in} = \underline{\hspace{2cm}}$? (答案必須標出單位)



注意:背面有試題

10. 下圖電路中， $R_S=1\text{k}\Omega$, $R_1=R_2=R_C=R_L=5\text{k}\Omega$, $R_E=200\Omega$ 。電晶體 Q_1 偏壓在主動區 (forward-active region), Q_1 的小訊號參數為 $g_m = 40 \text{ mA/V}$, $r_\pi = 2.5\text{k}\Omega$, $r_o = \infty \text{ k}\Omega$ 。請計算此電路之小訊號電壓增益， $A_v = v_{out}/v_{in} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V/V}$ 。(答案必須標正負號，四捨五入至小數點第三位)



注意：背面有試題

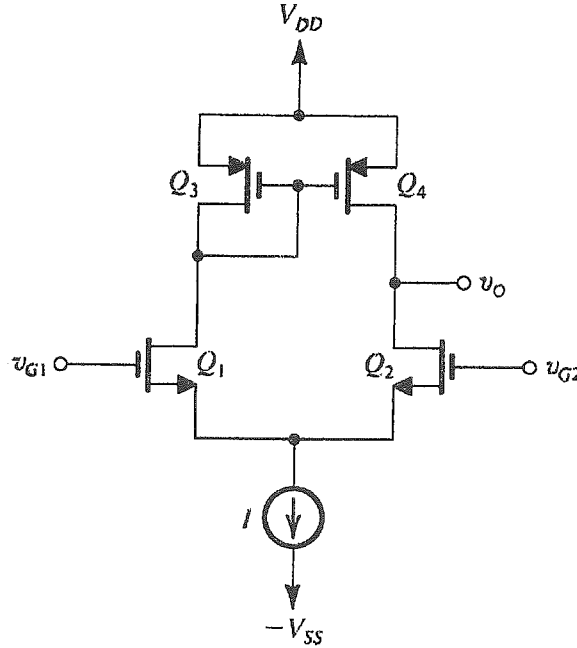
類組：電機類 科目：電子學(3001)

共 17 頁 第 12 頁

11. 某個兩級串接之NPN雙極性接面電晶體(BJT)共射極差動放大器(Common Emitter Differential Amplifier)，所有雙極性接面電晶體(BJT)的 $\beta = 99$ 。第一級之偏壓使得電晶體之 $r_e = 50 \Omega$ ，並每個電晶體各採用一個 100Ω 射極電阻器(R_E)和一個 $3 \text{ k}\Omega$ 集極電阻(R_C)，第二級之偏壓使得電晶體之 $r_e = 30 \Omega$ 。請問第一級的差動電壓增益 $A_{v1} =$ _____ V/V。
12. 承上題，從第一級的輸入端到第二級集極端的電流增益 $A_i =$ _____ A/A (請四捨五入取至小數點後第一位)

注意:背面有試題

13. 如下圖所示之放大器，其雙端差動輸入至單端輸出之增益為 40 V/V 。製程技術所提供之相關參數及電路偏壓條件如下： $V_{DD} = V_{SS} = 1 \text{ V}$ ， $I = 200 \mu\text{A}$ ， $(W/L)_{1,2} = 25$ ， $(W/L)_3 = (W/L)_4$ ， $|V_t| = 0.5 \text{ V}$ ， $|V_A'| = 20 \text{ V}/\mu\text{m}$ ， $\mu_n C_{ox} = 2\mu_p C_{ox} = 200 \mu\text{A}/\text{V}^2$ 。所有電晶體之通道長度 L 相同，求電晶體之通道長度 L 。(請四捨五入取至小數點後第一位)

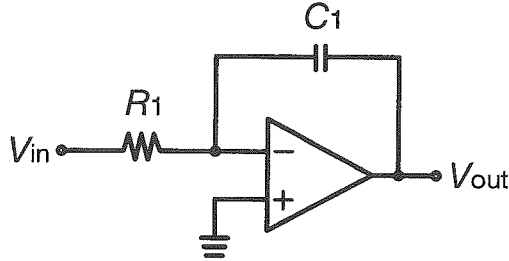


注意:背面有試題

14. 由一對NMOS電晶體構成之差動放大器，其負載電阻 $R_D = 32 \text{ k}\Omega$ ，其偏壓電流源 $I = 0.25 \text{ mA}$ 具有輸出阻抗 $R_{SS} = 160 \text{ k}\Omega$ 。此差動放大器採用 $0.16 \text{ }\mu\text{m}$ 製程技術， $\mu_n C_{ox} = 400 \text{ }\mu\text{A/V}^2$ ， $|V_A| = 25 \text{ V}/\mu\text{m}$ ，NMOS電晶體之 $(W/L) = 10$ ， $L = 0.32 \text{ }\mu\text{m}$ 。求其差動放大增益 $|A_d| = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V/V}$ (四捨五入取整數)
15. 承上題，當 R_D 有1%之變異誤差，請問其 $CMRR = \underline{\hspace{2cm}} \text{ dB}$ (四捨五入取整數)

注意:背面有試題

16. 下圖電路中，已知參數如下： $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ 、 $C_1 = 1 \text{ pF}$ 。假設運算放大器為理想。當電壓增益為 1 V/V 時，請計算此時對應到的頻率(unity-gain frequency)。(需標明單位)



17. 承上題，若此運算放大器的開路增益(open-loop gain)為 100，其餘特性為理想。請計算此電路的極點頻率(pole frequency)。(需標明單位)

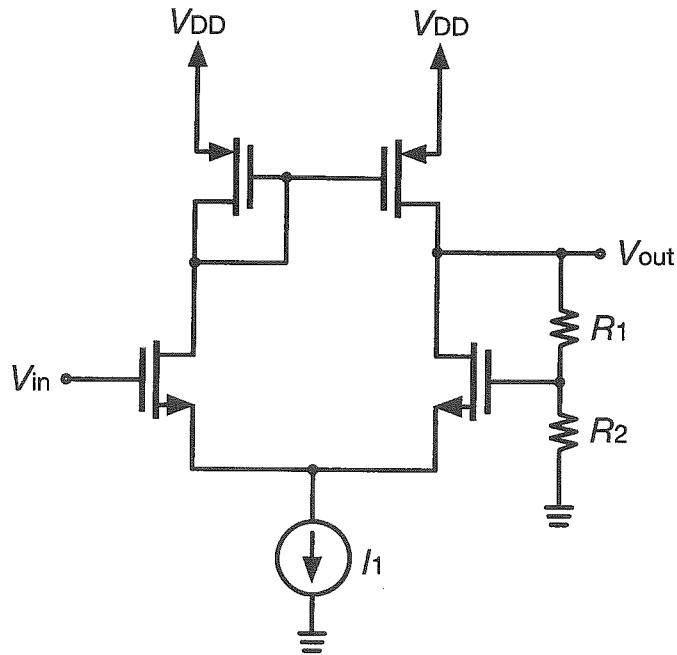
注意:背面有試題

18. 關於負回授(negative feedback)的敘述，何者正確(可複選，全對才給分)。

- (a) 放大器中使用負回授能在不影響低頻增益的狀況下增加頻寬。
- (b) 負回授放大器的增益(closed-loop gain)相較於其開路增益(open-loop gain)較不容易受到製程變異影響。
- (c) 轉阻放大器(transresistance amplifier)使用 series-series 回授。
- (d) 負回授放大器一定是穩定的(stable)。
- (e) 負回授能降低放大器的非線性失真(nonlinear distortion)。
- (f) 以上皆非。

注意:背面有試題

19. 下圖電路中，電晶體皆操作在飽和區。已知參數如下： $g_{mn} = 20 \text{ mA/V}$ 、 $g_{mp} = 10 \text{ mA/V}$ 、 $r_{on} = r_{op} = 10 \text{ k}\Omega$ 、 $V_{THn} = -V_{THp} = 0.5 \text{ V}$ 、 $I_1 = 10 \text{ mA}$ 、 $R_1 = R_2 = 5 \text{ k}\Omega$ ，求此電路增益 $\frac{V_{out}}{V_{in}}$ 。答案需標明正負號。



20. 承上題，求此電路輸出阻抗 R_{out} 。