

等 別：三等考試
類 科：電力工程、電子工程
科 目：電子學
考試時間：2 小時

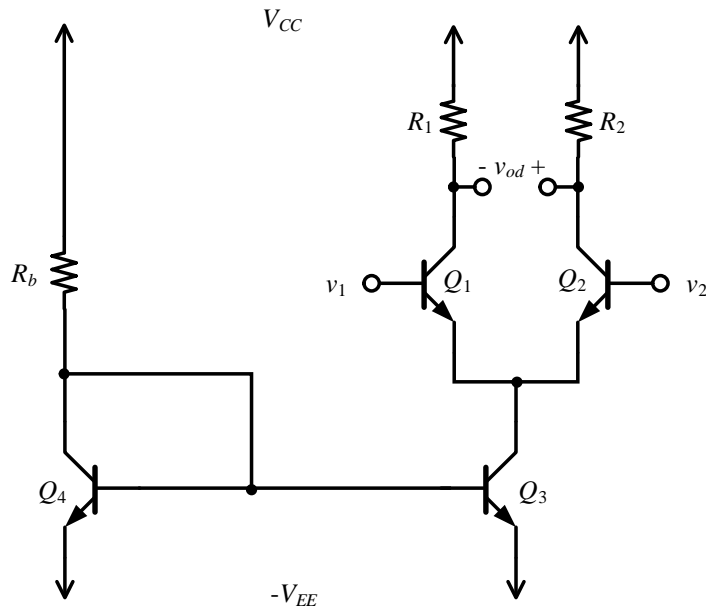
座號：_____

※注意：(一)可以使用電子計算器。
(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。
(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、有一個雙載子接面電晶體 (BJT) 差動放大器電路如圖一所示，假設電路在作直流分析時，所有電晶體的基極電流等於 $0(I_B=0)$ ，且所有的 $V_{BE}=0.7\text{ V}$ 。電晶體 Q_1 與 Q_2 完全匹配，電晶體 Q_3 的射極-基極接面 ($E-B$ junction) 面積是電晶體 Q_4 的 2 倍。電路中：熱電壓 $V_T=25\text{ mV}$ 、 $V_{CC}=V_{EE}=5\text{ V}$ 。(每小題 10 分，共 20 分)

(一)當 $v_1=v_2=0$ ，如果 Q_1 與 Q_2 的直流偏壓電流 $I_{C1}=I_{C2}=0.15\text{ mA}$ 且 $V_{C1}=V_{C2}=2\text{ V}$ ，此時 R_1 、 R_2 與 R_b 的值分別為何？

(二)當 $v_1=v_{id}/2$ 、 $v_2=-v_{id}/2$ ，若 $V_A=\infty$ ，根據(一)所計算出的 R_1 與 R_2 與直流偏壓，請計算出差動小信號電壓增益 $v_{od}/v_{id}=(v_{c2}-v_{c1})/(v_1-v_2)$ 。如果 $\beta_1=\beta_2=\beta_3=\beta_4=120$ ，請計算出差動放大器 Q_1-Q_2 的輸入阻抗。

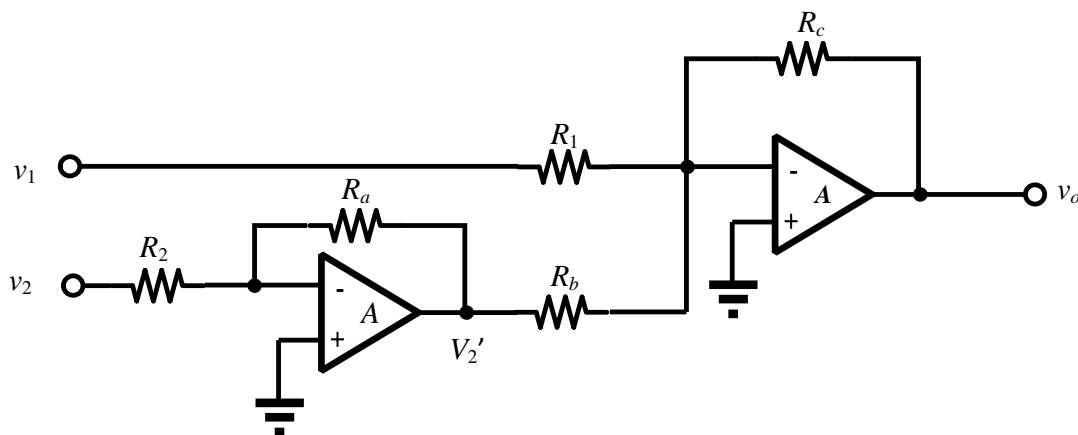


圖一

二、圖二為一個使用 2 個運算放大器 (operational amplifier, op amp) 的權重加法器 (weighted summer) 電路。在此電路中, $R_1 = 100 \text{ k}\Omega$ 、 $R_2 = 100 \text{ k}\Omega$ 、 $R_a = 400 \text{ k}\Omega$ 、 $R_b = 150 \text{ k}\Omega$ 、 $R_c = 300 \text{ k}\Omega$ 。(每小題 10 分, 共 20 分)

(一)如果這 2 個運算放大器均為理想放大器, 請計算 v_o 。

(二)如果這 2 個運算放大器的增益 A 均為 500, 且輸入阻抗均為無限大, 請計算 v_o 。



圖二

三、有一個邏輯真值表如圖三所示, A 、 B 、 C 為輸入變數, X 與 Y 為輸出函數, 請將之化簡。(每小題 10 分, 共 20 分)

(一) X 邏輯函數為何? 請繪出此邏輯函數的 static CMOS 電路圖。

(二) Y 邏輯函數為何? 請繪出此邏輯函數的 pseudo NMOS 電路圖。

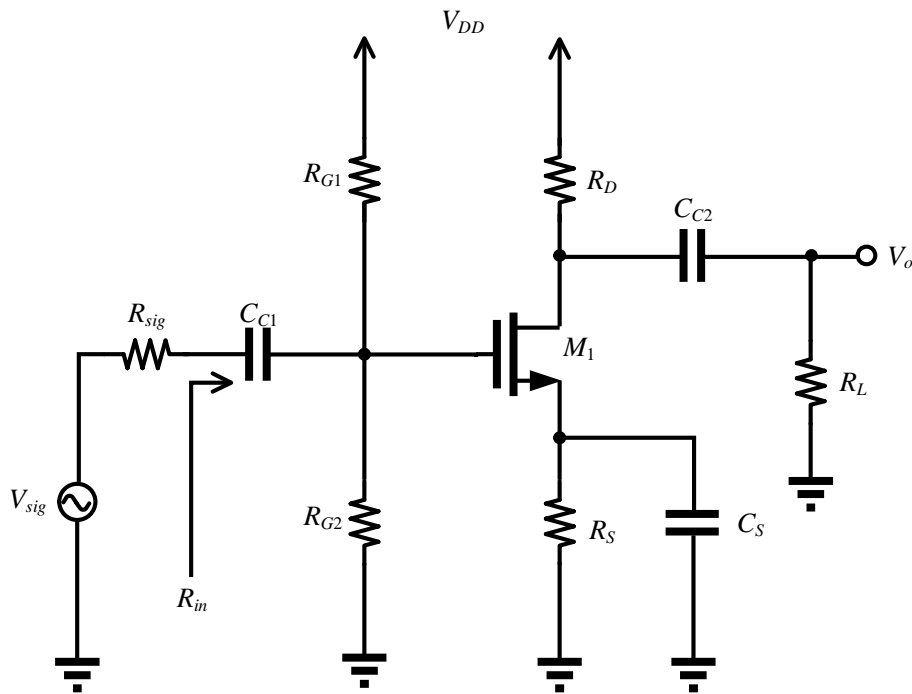
| A | B | C | X | Y |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |

圖三

四、有一個共源極 (common-source) 的 MOSFET 放大器如圖四所示，已知此 MOSFET 的 $g_m = 5 \text{ mA/V}$ 、 $r_o = 80 \text{ k}\Omega$ 、 $C_{gs} = 5 \text{ pF}$ 、 $C_{gd} = 0.4 \text{ pF}$ 、輸出端總電容 $C_L = 20 \text{ pF}$ 。電路中的元件： $R_{sig} = 100 \text{ k}\Omega$ 、 $R_{G1} = 3 \text{ M}\Omega$ 、 $R_{G2} = 1 \text{ M}\Omega$ 、 $R_D = 20 \text{ k}\Omega$ 、 $R_S = 5 \text{ k}\Omega$ 、 $R_L = 80 \text{ k}\Omega$ 、 $C_{C1} = 0.1 \text{ }\mu\text{F}$ 、 $C_{C2} = 1 \text{ }\mu\text{F}$ 、 $C_S = 5 \text{ }\mu\text{F}$ 。(每小題 10 分，共 20 分)

(一)請使用短路時間常數法 (short-circuit time constant)，計算出低 3 db 頻率 (lower-3db frequency) f_L 。

(二)請使用開路時間常數法 (open-circuit time constant)，計算出上 3 db 頻率 (upper 3db frequency) f_H 。



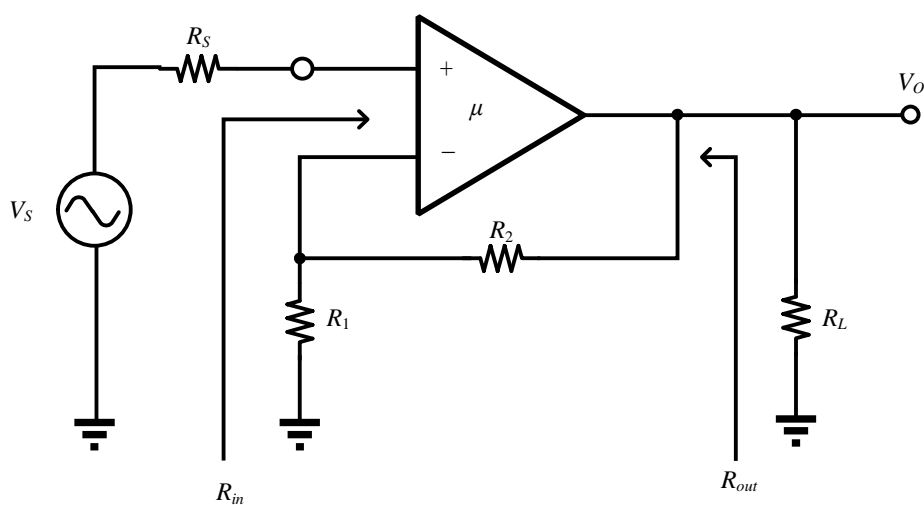
圖四

五、有一個串並 (series-shunt) 回授放大器如圖五所示，在此我們使用一個差動放大器，此差動放大器的增益 $\mu = 10^3$ ，輸入電阻 $R_{id} = 200 \text{ k}\Omega$ ，輸出電阻 $r_o = 2 \text{ k}\Omega$ 。在此電路中， $R_S = 20 \text{ k}\Omega$ 、 $R_L = 2 \text{ k}\Omega$ 。

(一)請說明為何此電路為一個負回授電路？(6分)

(二)假設理想的回授放大器增益 $A_f = V_o/V_s = 20 \text{ V/V}$ ，其所需的回授因數 (feedback factor) β 為何？如果 $R_1 = 2 \text{ k}\Omega$ ， R_2 應該為何？(6分)

(三)請畫出完整的 A 電路，其中 R_1 與 R_2 為(二)中所計算出之結果帶入，使用此電路計算 A 、 R_i 與 R_o ，並計算出此回授放大器之實際 A_f 、 R_{in} 與 R_{out} 。(8分)



圖五