

113年專門職業及技術人員高等考試建築師、
32類科技師（含第二次食品技師）、大地工程
技師考試分階段考試（第二階段考試）
暨普通考試不動產經紀人、記帳士考試試題

等 別：高等考試
類 科：電子工程技師
科 目：電子學
考試時間：2 小時

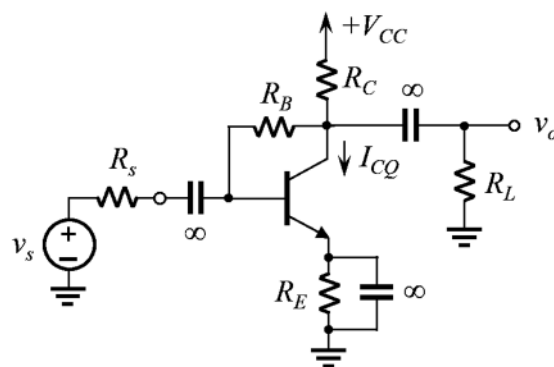
座號：_____

※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。

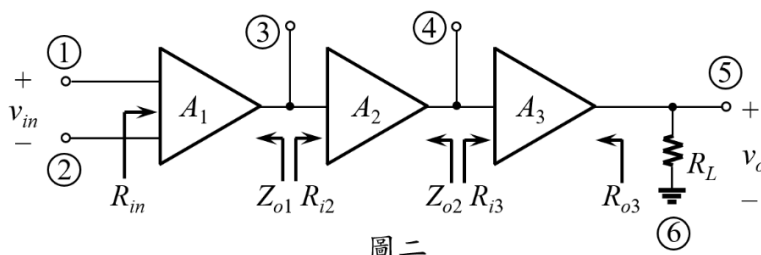
(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

- 一、圖一放大器 $V_{CC} = +5.5 \text{ V}$ ，電晶體 $\beta = 24$ ， $r_o \rightarrow \infty$ ，電晶體熱電壓 (thermal voltage) $V_T = 24 \text{ mV}$ ， $R_s = 2 \text{ k}\Omega$ ， $R_B = 25 \text{ k}\Omega$ ， $R_C = 1.2 \text{ k}\Omega$ ， $R_E = 1 \text{ k}\Omega$ ， $R_L = 6 \text{ k}\Omega$ 。求算偏壓電流 I_{CQ} 以及小訊號電壓增益 $A_v = v_o/v_s$ 。(20 分)



圖一

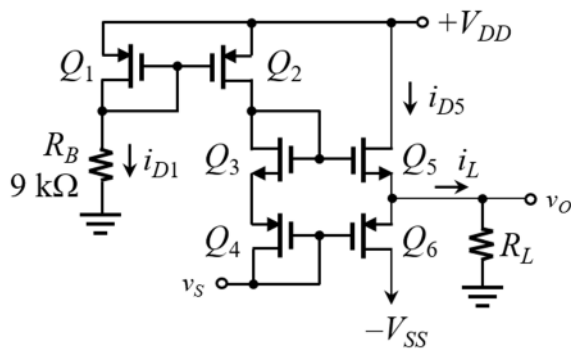
- 二、積體電路 (IC) 放大器含三級放大器如圖二，圓圈內數字為接腳編號。電壓增益 $A_1 = -10 \text{ V/V}$ ， $A_2 = -999 \text{ V/V}$ ， $A_3 = +1 \text{ V/V}$ ， $R_{in} = 1 \text{ M}\Omega$ ， $Z_{o1} = R_{o1} // C_{o1}$ ， $Z_{o2} = R_{o2} // C_{o2}$ ， $R_{i2} = 4R_{o1} = 100 \text{ k}\Omega$ ， $R_{i3} = 4R_{o2} = 10 \text{ k}\Omega$ ， $R_{o3} = R_L = 1 \text{ k}\Omega$ ， $C_{o1} = 5C_{o2} = 5 \text{ pF}$ 。以最小值之外接電容 C ，設計 $A_v = v_o/v_{in}$ 頻率響應之高頻 3dB 極點落於 $\omega_p = 10^5 \text{ rad/sec}$ 。求算低頻之電壓增益 $A_v = v_o/v_{in}$ 。電容 C 應接於何處？說明其理由，並求算該電容之值。(20 分)



圖二

三、圖三(a) MOSFET $k_n' = 2.5k_p' = 250 \mu\text{A}/\text{V}^2$ ， $V_{tn} = -V_{tp} = 0.5 \text{ V}$ ，各晶體之 (W/L) 值以及 NMOS 電流 i_D 公式如圖三(b)。 $V_{DD} = V_{SS} = 2.5 \text{ V}$ ， v_S 為小訊號輸入。

當 $v_S = 0$ ，求算 i_{D1} 、 i_{D5} ，與 Q_5 、 Q_6 閘極之電位差 $V_{GG} = V_{G5} - V_{G6}$ 。當 $v_S > 0$ 且 $i_L = 9 \text{ mA}$ ，此電流全由 Q_5 供應，所對應 v_O 之上限值為何？(20 分)



圖三(a)

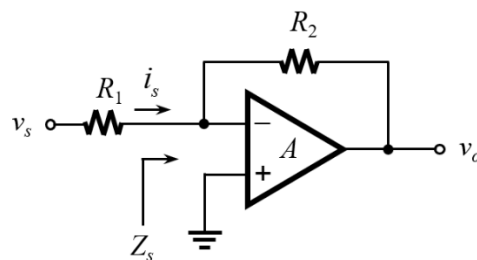
$\left(\frac{W}{L}\right)_1$	$\left(\frac{W}{L}\right)_2$	$\left(\frac{W}{L}\right)_3$	$\left(\frac{W}{L}\right)_4$	$\left(\frac{W}{L}\right)_5$	$\left(\frac{W}{L}\right)_6$
100	100	40	100	200	500

$$i_D = \begin{cases} \frac{1}{2} k_n' \left(\frac{W}{L}\right)_n (v_{GS} - V_m)^2 & \text{飽和區} \\ k_n' \left(\frac{W}{L}\right)_n \left[(v_{GS} - V_m) v_{DS} - \frac{1}{2} v_{DS}^2 \right] & \text{三極區} \end{cases}$$

圖三(b)

四、運算放大器 (OPamp) 之輸出電阻 $R_o = 0$ ，開路增益 A ，輸入電阻 R_i ，並以此 OPamp 設計回授放大器如圖四(a)，其閉迴路增益 A_v 與輸入電阻 Z_s (不含 R_1) 之定義如圖四(b)。

此放大器之回授為正或負？推導圖四(b)中 A_x 與 R_x 之數學式，兩者均為 A 與 R_i 的函數。(20 分)



圖四(a)

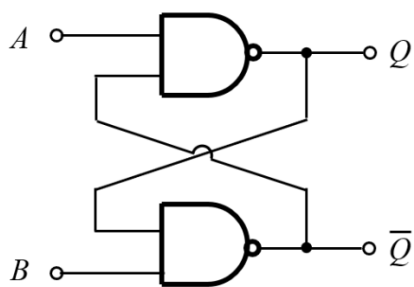
$$A_v = \frac{v_o}{v_s} = -\frac{R_2}{R_1} A_x$$

$$Z_s = \frac{v_s}{i_s} - R_1 = R_i // R_x$$

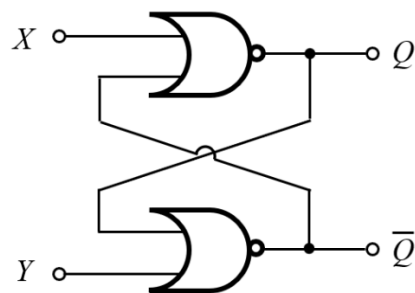
圖四(b)

五、圖五(a)與圖五(b)之數位輸入分別為 A 、 B 與 X 、 Y ，兩電路之輸出 Q 與 $\bar{Q}$ 。

請建立 A 、 B 與 Q 關係之真值表。請建立 X 、 Y 與 Q 關係之真值表。兩電路的操作功能類似 SR 閘鎖 (SR latch)， $S = \text{set}$ (設定)， $R = \text{reset}$ (重置)。選定圖五(a)、(b)兩電路的輸出 Q 與 SR latch 的輸出 Q 完全相同，則 A 、 B 、 X 、 Y 各與 S 、 R 的關係為何？(20 分)



圖五(a)



圖五(b)