

等 別： 高考二級

類 科： 電子工程

科 目： 高等電子電路學 (包括類比與數位)

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。

一、圖一為折疊式疊接放大器 (folded cascode amplifier)，假設所有 MOSFET 電晶體之小信號參數均為 $g_m = 1.0 \text{ mA/V}$ 、 $r_o = 200 \text{ k}\Omega$ 、且 $C_L = 2 \text{ pF}$ ，試回答下列問題：

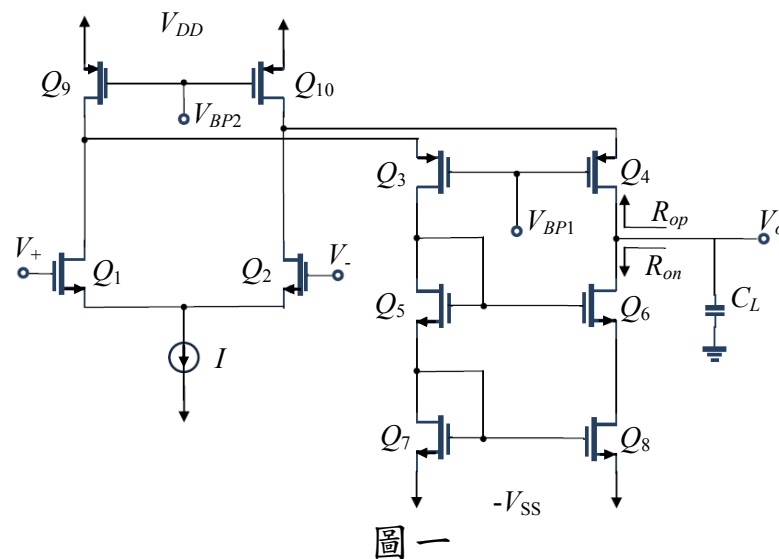
(每小題 5 分，共 20 分)

(一)放大器輸出電阻 (output resistance) $R_o = R_{op} // R_{on} = ?$

(二)放大器電壓增益 (voltage gain) = ?

(三)放大器主極點頻率 f_p (dominant pole frequency) = ?

(四)放大器單增益頻率 f_t (unity-gain frequency) = ?



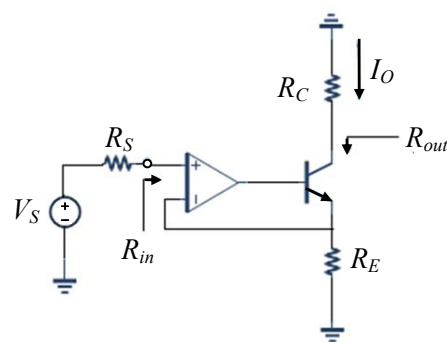
圖一

二、如圖二之電路，若迴路增益遠大於 1 (loop gain $\beta A \gg 1$)，試回答下列問題：

(每小題 10 分，共 20 分)

(一)此電路轉導 (circuit transconductance) $G_m = I_o / V_s$ 之表示式？

(二)試求出 R_E 之電阻值，使得 $G_m = 1 \text{ mA/V}$ 。



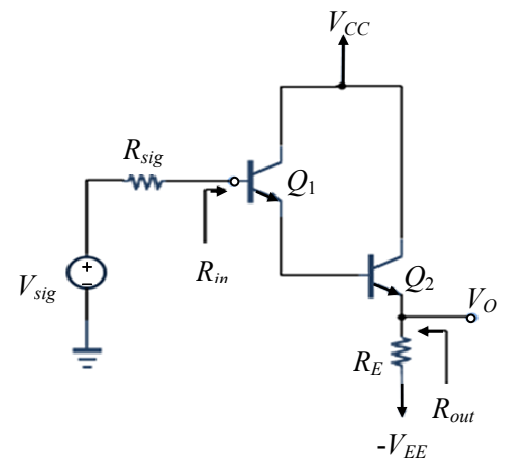
圖二

(請接背面)

等 別： 高考二級
類 科： 電子工程
科 目： 高等電子電路學 (包括類比與數位)

三、圖三為達靈頓耦合對 (Darlington pair) 電路，請忽略所有電晶體之 r_o ，並以小信號分析 (β, r_π, r_e) 回答下列問題：(每小題 5 分，共 20 分)

- (一) R_{in} 的表示式？
- (二) R_{out} 的表示式？
- (三) 電壓增益 V_o/V_{sig} 的表示式？
- (四) 已知 $I_{E2} = 2 \text{ mA}$ 、 $\beta_1 = \beta_2 = 50$ 、 $R_E = 1 \text{ k}\Omega$ 、 $R_{sig} = 50 \text{ k}\Omega$ ，試計算 $R_{out} = ?$

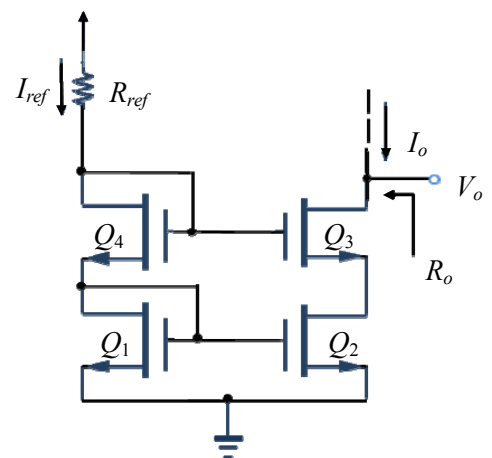


圖三

四、圖四為疊接式電流鏡 (cascode current mirror) 電路，假設所有的電晶體之參數均為：

$V_t = 0.7 \text{ V}$ 、 $\mu_n C_{ox} = 350 \mu\text{A}/\text{V}^2$ 、 $V_A = 1.8 \text{ V}$ 、 $\frac{W}{L} = 20$ ，且 $I_{ref} = 100 \mu\text{A}$ 。請忽略電晶體 Q_3 與 Q_4 的基體效應 (body effect)，試計算：(每小題 5 分，共 20 分)

- (一) Q_1 閘極端點的直流電壓值 $V_{G1} = ?$
- (二) Q_4 閘極端點的直流電壓值 $V_{G4} = ?$
- (三) 最小的輸出直流準位 $V_{o, min} = ?$
- (四) 輸出電阻 $R_o = ?$



圖四

五、假設一 CMOS 邏輯布林函數 (Boolean function) 為： $Z = \overline{(D + E + A)(B + C)}$ ，試回答下列問題：

- (一) 試繪出此邏輯布林函數之 CMOS 電晶體層級電路圖。(10 分)
- (二) 如(一)中假設所有 PMOS 電晶體閘極之寬長比均為 $\left(\frac{W}{L}\right)_P = 12$ ，且所有 NMOS 電晶

體閘極之寬長比均為 $\left(\frac{W}{L}\right)_N = 10$ ，試繪出此邏輯電路之等效反向器電路。(5 分)

並求出該等效反向器電路 CMOS 電晶體之 $\left(\frac{W}{L}\right)_{P,eq}$ 及 $\left(\frac{W}{L}\right)_{N,eq}$ 分別為？(5 分)