

類 科：電力工程、電子工程、電信工程

科 目：電子學

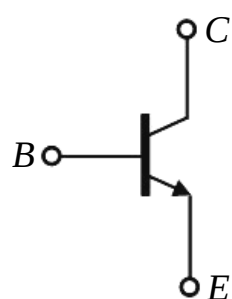
考試時間：2 小時

座號：_____

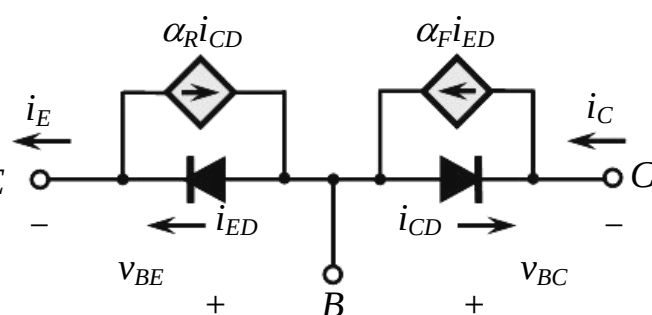
※注意：(一)禁止使用電子計算器，必要時得以最簡分數，或函數式（如 $\ln 5$ 、 $e^{1.2}$ ）表示。

(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(a) NPN 電晶體之埃伯斯莫爾 (Ebers-Moll) 模型如圖一(b)，電流之數學式與電流增益 β_F 、 β_R 、 α_F 與 α_R 之關係如圖一(c)，其中 I_{ES} 、 I_{CS} 分別為 E-B 與 C-B 接面之飽和電流 (saturation current)， $V_T = 25 \text{ mV}$ 為熱能電壓 (thermal voltage)。當電晶體工作於主動區，推導電晶體在偏壓點 V_{BEQ} 、 I_{CQ} 之小信號轉導 (transconductance) g_m 。
(10 分)



圖一(a)



圖一(b)

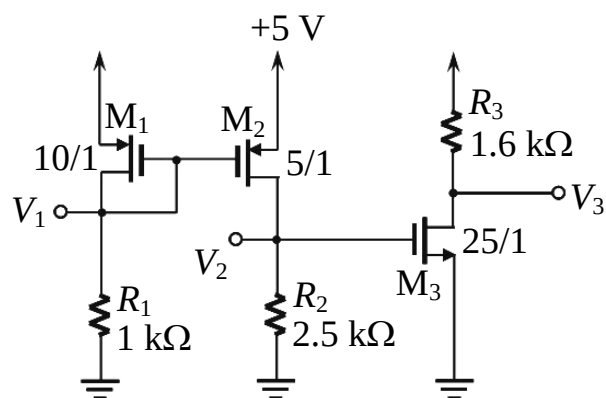
$$i_{ED} = I_{ES} (e^{v_{BE}/V_T} - 1)$$

$$i_{CD} = I_{CS} (e^{v_{BC}/V_T} - 1)$$

$$\beta_R = \frac{\alpha_R}{1 - \alpha_R}, \beta_F = \frac{\alpha_F}{1 - \alpha_F}$$

圖一(c)

- 二、圖二(a) MOSFET 之 W/L 註明於各晶體旁側， $k_n' = k_p' = 100 \mu\text{A}/\text{V}^2$ ，臨界電壓 $V_{tn} = |V_{tp}| = 1 \text{ V}$ ，NMOS 之電流電壓關係式如圖二(b)，
(一) 求算 V_1 、 V_2 。(10 分)
(二) 求算 V_3 。(10 分)

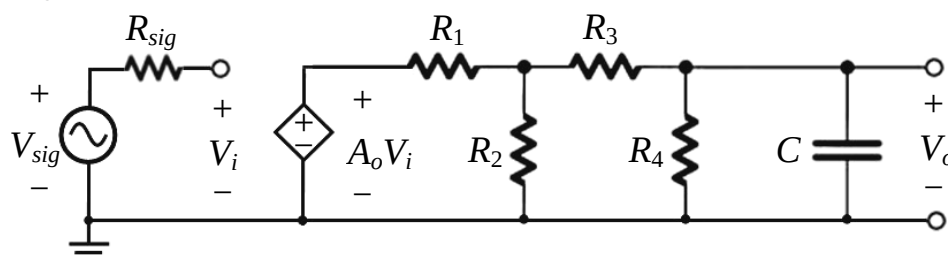


圖二(a)

$$I_D = \begin{cases} \frac{1}{2} k_n' \left(\frac{W}{L} \right) (V_{GS} - V_t)^2 & \text{if } V_{DS} \geq V_{GS} - V_t \\ k_n' \left(\frac{W}{L} \right) \left[(V_{GS} - V_t)V_{DS} - \frac{1}{2} V_{DS}^2 \right] & \text{if } V_{DS} < V_{GS} - V_t \end{cases}$$

圖二(b)

- 三、圖三電路中 $R_{sig} = R_1 = R_2 = R_4 = 10 \text{ k}\Omega$ ， $R_3 = 5 \text{ k}\Omega$ ， $A_o = -10^3 \text{ V/V}$ ， $C = 20 \text{ pF}$ ，求 $A_v(s) = V_o/V_{sig}$ 。(10 分)



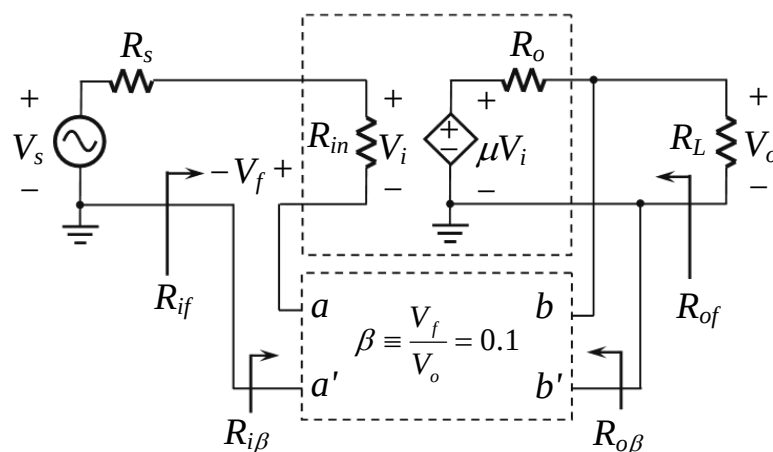
圖三

(請接背面)

類 科：電力工程、電子工程、電信工程
科 目：電子學

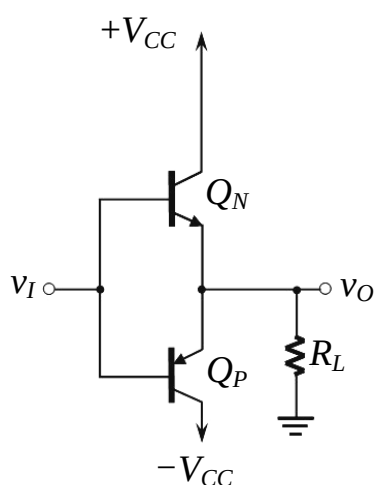
四、圖四之串並（series-shunt）迴授放大器， $\beta=0.1$ ， $\mu=1440$ V/V， $R_{in}=R_s=R_{i\beta}=1$ k Ω ， $R_o=25$ k Ω ， $R_{o\beta}=R_L=50$ k Ω 。

- (一) 求算放大器電壓增益 $A_{vf}=V_o/V_s$ 。(5 分)
(二) 求算由 R_s 往右側看之迴授放大器輸入電阻 R_{if} 。(5 分)
(三) 求算由 R_L 往左側看之迴授放大器輸出電阻 R_{of} 。(10 分)

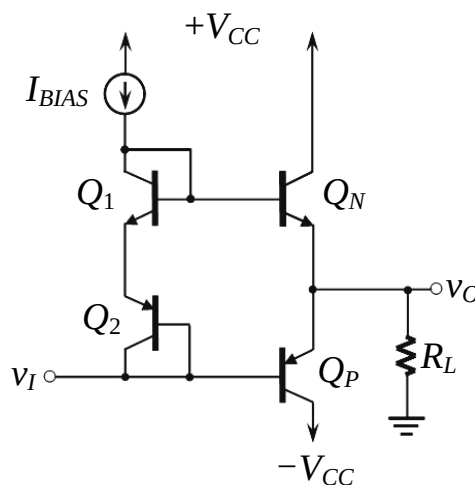


圖四

五、圖五(a)與圖五(b)之 AB 類放大器中， $\pm V_{CC}=\pm 5$ V， Q_N 與 Q_P 在飽和時 $|V_{CE}|=0.3$ V，且其 $|V_{BE}|$ 達 0.7 V 始導通，以 v_I 為橫軸， v_O 為縱軸，在 -6 V 至 +6 V 之間，畫出圖五(a)與圖五(b)電路之 v_I - v_O 轉換特性（transfer characteristic），標示特性曲線之各轉折點。
(20 分)



圖五(a)



圖五(b)

六、 A 、 B 、 C 、 D 與 Y 均為二進位布林（Boolean）變數。以雙輸入 NAND 邏輯閘設計電路，實現：

- (一) $Y = AB + CD$ ，並解釋電路之工作原理。(10 分)
(二) $Y = A\bar{B} + \bar{A}B$ ，並解釋電路之工作原理。(10 分)