

112年專門職業及技術人員高等考試建築師、
25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：_____

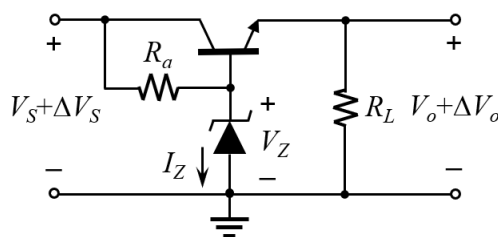
※注意：(一)禁止使用電子計算器。

(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。

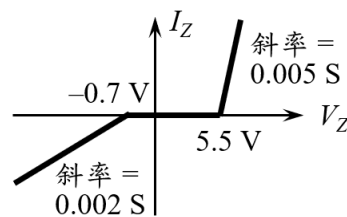
(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

(四)必要時以最簡分數、至少四位有效數字之小數或函數式如 $(0.05132 + \ln(2/3) - \sqrt{3})$ 表示。

- 一、圖一(a)電晶體操作在主動區，熱能電壓（thermal equivalent voltage） $V_T = 25 \text{ mV}$ ， $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$ ， $\beta = 39$ ， $r_o \rightarrow \infty$ ， $V_S = 7.5 \text{ V}$ ， $R_a = 0.8 \text{ k}\Omega$ ， $R_L = 100 \Omega$ 。Zener 二極體之特性如圖一(b)，圖中 $S = \Omega^{-1}$ ， ΔV_S 與 ΔV_o 分別是 V_S 與 V_o 的微變量。求算 $\Delta V_o / \Delta V_S$ 與 $\Delta V_S = 0$ 時之 V_o 。(20 分)

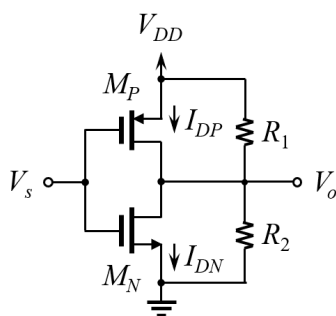


圖一(a)



圖一(b)

- 二、圖二(a)電路 $V_{DD} = +5 \text{ V}$ ， $R_1 = R_2 = 2 \text{ k}\Omega$ ， M_N 之臨界電壓 $|V_{tn}| = 3.5 \text{ V}$ ，製程參數 $(k_n'/2)(W/L) = 2/9 \text{ mA/V}$ ； M_P 之 $|V_{tp}| = 2.5 \text{ V}$ ， $(k_p'/2)(W/L) = 1/12 \text{ mA/V}$ ；NMOS 之汲極電流公式如圖二(b)。 $V_S = 0 \text{ V}$ 與 $+5 \text{ V}$ 時，分別求算 I_{DP} 、 I_{DN} 以及 V_o 之值。(20 分)

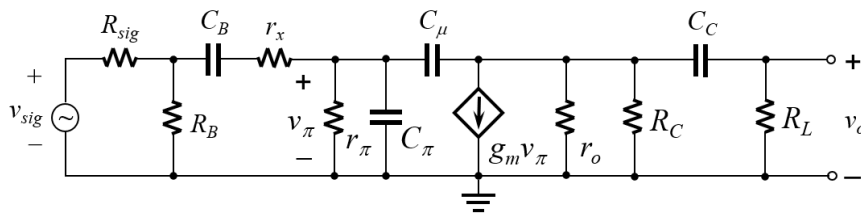


圖二(a)

$$I_D = \begin{cases} \frac{k_n'}{2} \left(\frac{W}{L} \right) [2(V_{GS} - V_{tn})V_{DS} - V_{DS}^2], & \text{三極區} \\ \frac{k_n'}{2} \left(\frac{W}{L} \right) (V_{GS} - V_{tn})^2, & \text{飽和區} \end{cases}$$

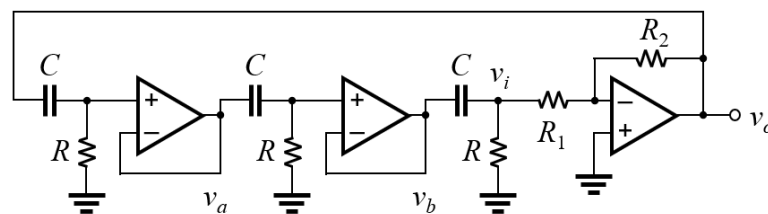
圖二(b)

三、以開路時間常數法估算放大器增益的高頻 3-dB 頻率 ω_H ，先求算各必要之電容 C_k 在其他電容開路時所看到的電阻 R_k ，得常數 $\tau_k = R_k C_k$ ，總時間常數 τ 為所有 τ_k 之總和。圖三放大器增益 $A_v = v_o/v_{sig} \approx A_{vo}/(1 + j\omega/\omega_H)$ ，求算中頻增益 A_{vo} ，並以開路常數法估算 ω_H 。 $r_\pi = 4r_x = 2 \text{ k}\Omega$ ， $C_\pi = 1.22 \text{ pF}$ ， $C_\mu = 0.28 \text{ pF}$ ， $g_m = 15.5 \text{ mA/V}$ ， $r_o = 75 \text{ k}\Omega$ ；耦合電容 $C_B = C_C = 25 \text{ }\mu\text{F}$ ；外部電阻 $R_{sig} = 0$ ， $R_B = 45 \text{ k}\Omega$ ， $R_C = 12.5 \text{ k}\Omega$ ， $R_L = 15 \text{ k}\Omega$ 。(20 分)



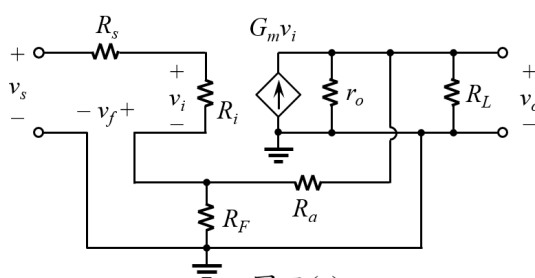
圖三

四、圖四振盪器使用理想運算放大器， $R_1 = 3R = 3 \text{ k}\Omega$ ， $C = 0.1 \text{ }\mu\text{F}$ 。定義兩 RC 電路（含節點 v_a ）之輸出與輸入電壓比為回授 $\beta(s) = v_b/v_o$ ，其餘電路（含節點 v_i ）之電壓比為增益 $A(s) = v_o/v_b$ 。推導 $\beta(s)$ 與 $A(s)$ 之數學式，藉以求算振盪輸出 v_o 的角頻率 ω_o ，並指出 R_2 值的範圍。(20 分)

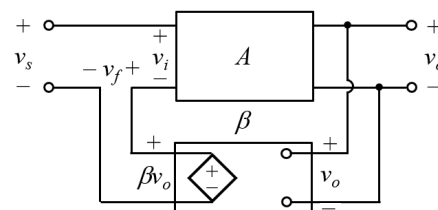


圖四

五、圖五(a)回授放大器中， $R_s = 0.5 \text{ k}\Omega$ ， $R_i = 20 \text{ k}\Omega$ ， $G_m = 15 \text{ mA/V}$ ， $r_o = 2R_L = 100 \text{ k}\Omega$ ， $R_a = 9R_F = 45 \text{ k}\Omega$ 。以圖五(b)做近似分析， $A = v_o/v_i$ ， $\beta = v_f/v_o$ ， $A_f = v_o/v_s$ ，其中圖五(a)之 R_a - R_F 回授網路的負載效應已納入 A 電路。畫出 A 電路，並求算 β 、 A 、與 A_f 。(20 分)



圖五(a)



圖五(b)