

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：\_\_\_\_\_

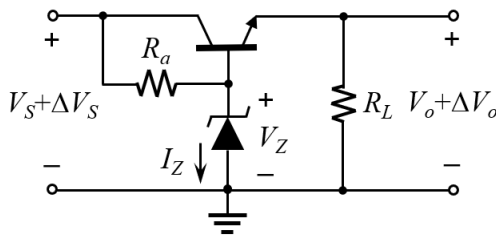
※注意：(一)禁止使用電子計算器。

(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。

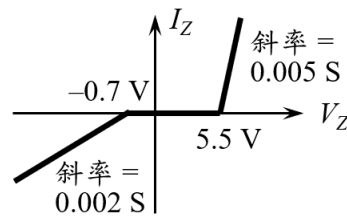
(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

(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  $S = \Omega^{-1}$ ， $\Delta V_S$  與  $\Delta V_o$  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)

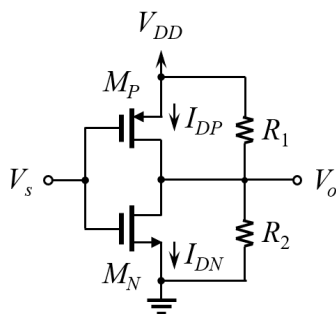


圖一(a)



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)

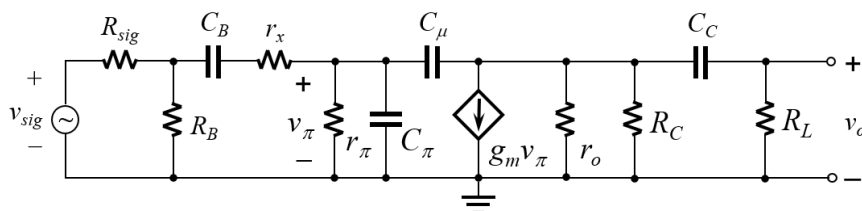


圖二(a)

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

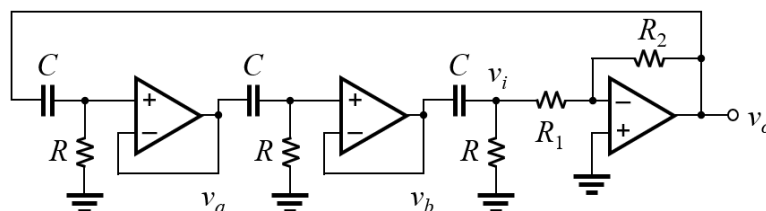
圖二(b)

三、以開路時間常數法估算放大器增益的高頻 3-dB 頻率  $\omega_H$ ，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  $\tau$  為所有  $\tau_k$  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  $\omega_H$ 。 $r_\pi = 4r_x = 2 \text{ k}\Omega$ ， $C_\pi = 1.22 \text{ pF}$ ， $C_\mu = 0.28 \text{ pF}$ ， $g_m = 15.5 \text{ mA/V}$ ， $r_o = 75 \text{ k}\Omega$ ；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)



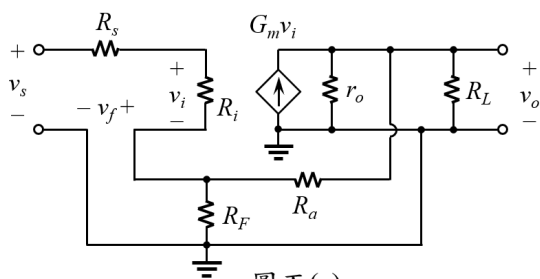
圖三

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  $\omega_o$ ，並指出  $R_2$  值的範圍。(20 分)

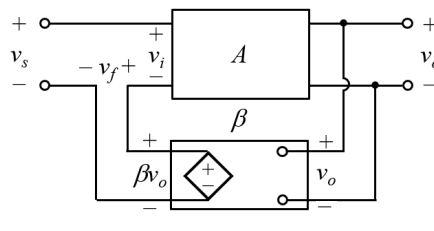


圖四

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  $\beta$ 、 $A$ 、與  $A_f$ 。(20 分)



圖五(a)



圖五(b)