

108 年特種考試地方政府公務人員考試試題

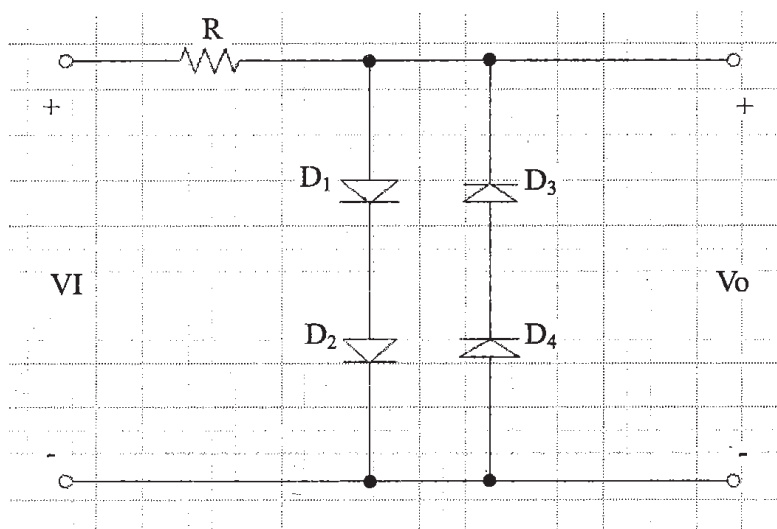
等 別：三等考試

類 科：電力工程、電子工程

科 目：電子學

考試時間：2 小時

一、如圖一，假設所有二極體在 0.5V 時開始導通，同時其導通電流在 1mA 和 1mA 以上的二極體壓降固定在 0.7V，請畫出 V_O - V_I 圖（輸出-輸入特性圖）。（20 分）



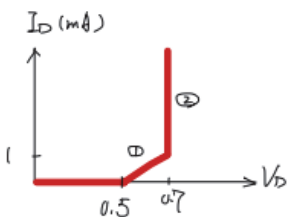
圖一

【解題關鍵】

《考題難易》：★★★★

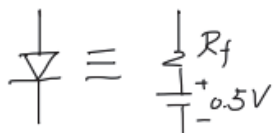
《破題關鍵》：二極體電路分析

【擬答】：

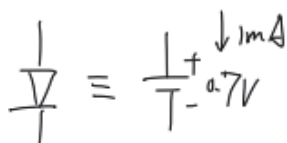


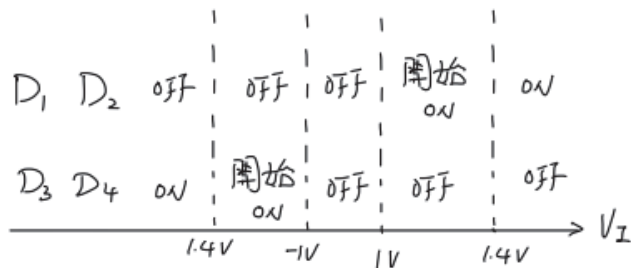
①

$$R_f = \frac{0.7 - 0.5}{1} = 0.2k\Omega$$



②





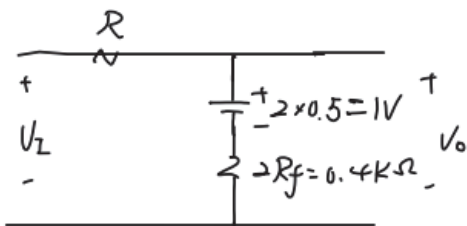
設 $R = 1k\Omega$

(1) $-1V \leq V_i < 1V$: $D_1 D_2$ OFF、 $D_3 D_4$ OFF

$$V_o = V_i \dots \textcircled{1}$$

(2) $1V \leq V_i < 1.4V$: $D_1 D_2$ ON、 $D_3 D_4$ OFF

$$V_o = \frac{V_i \times 0.4 + 1 \times 1}{0.4 + 1} = \frac{2}{7}V_i + \frac{5}{7} \dots \textcircled{2}$$



由①②聯立得 $V_i = \frac{2}{7}V_i + \frac{5}{7} \Rightarrow V_i = 1V$

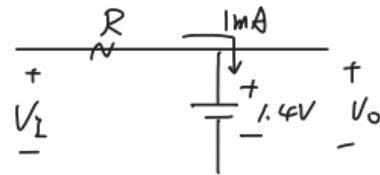
$\therefore$ 轉折點為 $(1V, 1V)$

(3) $V_i \geq 1.4V$: $D_1 D_2$ ON、 $D_3 D_4$ OFF

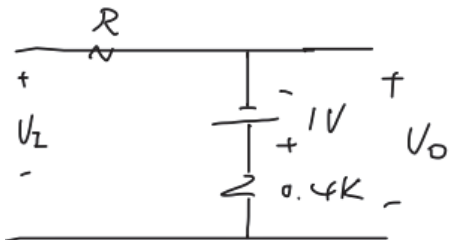
$$V_o = 1.4V$$

$$V_i = 1.4 + 1 \times R = 2.4V$$

$\therefore$ 轉折點為 $(2.4V, 1.4V)$



(4) $-1.4V \leq V_i < -1V$: $D_1 D_2$ OFF、 $D_3 D_4$ ON

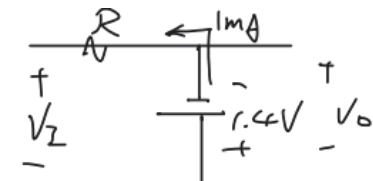


$$V_o = \frac{V_i \times 0.4 + (-1) \times R}{0.4 + R} = \frac{2}{7}V_i - \frac{5}{7} \dots \textcircled{3}$$

由①③聯立得 $V_i = \frac{2}{7}V_i - \frac{5}{7} \Rightarrow V_i = -1V$

$\therefore$ 轉折點為 $(-1V, -1V)$

(5) $V_i \leq -1.4V$: $D_1 D_2$ OFF、 $D_3 D_4$ ON

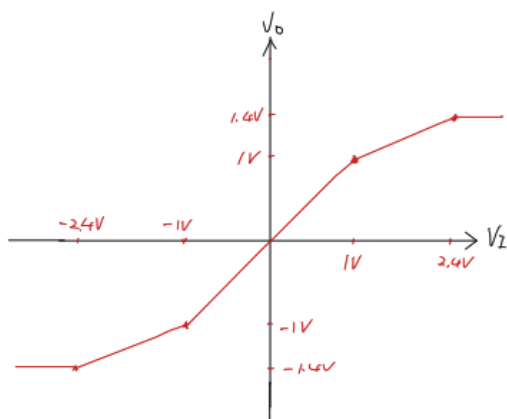


公職王歷屆試題 (108 地方特考)

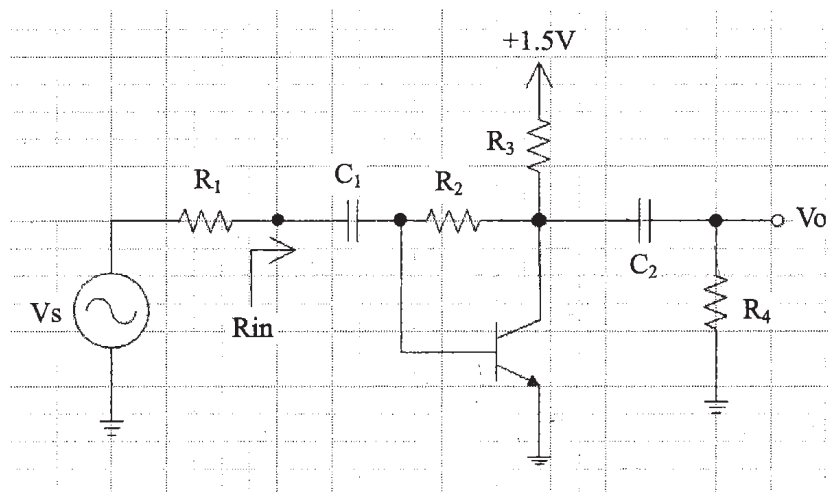
$$V_o = -1.4V$$

$$V_i = -1.4 - 1 \times R = -2.4V$$

∴ 轉折點為 $(-2.4V, -1.4V)$



二、如圖二， $R_1=R_4=1\text{ k}\Omega$ ， $R_2=60\text{ k}\Omega$ ， $R_3=2\text{ k}\Omega$ ， $\beta=200$ ， $C_\mu=0.8\text{ pF}$ ， $f_T=600\text{ MHz}$ ， $C_1=\infty$ ， $C_2=\infty$ ，在直流偏壓之工作點 $V_{BE}=0.7\text{ V}$ ，求 $g_m=?$ (5 分) $r_\pi=?$ (5 分) 總增益(overall gain at midband) $G_v=V_o/V_s=?$ (5 分) 3dB 點 $f_H=?$ (5 分)



圖二

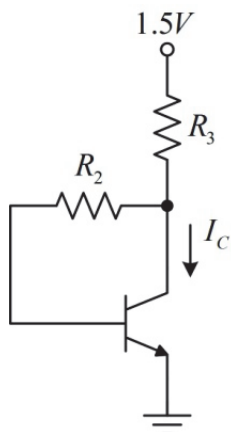
【解題關鍵】

《考題難易》：★★

《破題關鍵》：1. 集極回授放大器小訊號分析
2. 頻率響應

【擬答】：

DC 分析

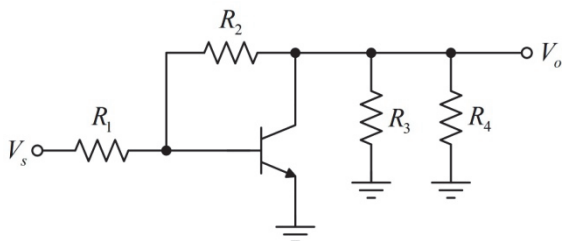


$$I_C = \frac{1.5-0.7}{(1+\frac{1}{\beta})R_3 + \frac{R_2}{\beta}} = \frac{1.5-0.7}{(1+\frac{1}{200}) \times 2 + \frac{60}{200}} = 0.35mA$$

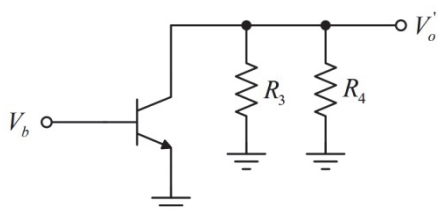
$$g_m = \frac{I_C}{V_T} = \frac{0.35mA}{25m} = 14mA/V$$

$$r_\pi = \frac{\beta}{g_m} = \frac{200}{14mA} = 14.29k\Omega$$

ac 分析



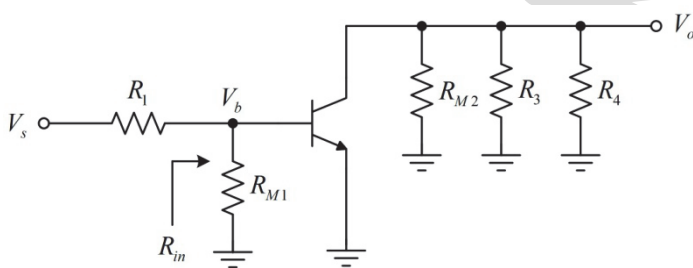
求 k :



$$k = -g_m(R_3 // R_4) = -14 \cdot (2 // 1) = -9.33$$

$$R_{M1} = \frac{R_2}{1-k} = 5.81k\Omega$$

$$R_{M2} = \frac{R_2}{1-\frac{1}{k}} = 54.19k\Omega$$



$$R_{in} = R_{M1} // r_\pi = 5.81 // 14.29 = 4.13k\Omega$$

$$G_V = \frac{V_o}{V_s} = \frac{V_o}{V_b} \cdot \frac{V_b}{V_s} = [-g_m \times (R_{M2} // R_3 // R_4)] \left[\frac{R_{in}}{R_1 + R_{in}} \right] = -7.42$$

$$C_{M1} = C_\mu(1-k) = 0.8p \cdot (1-(-9.33)) = 8.264PF$$

$$C_{in} = C_{M1} + C_\pi = 11.174PF$$

由主極點近似法

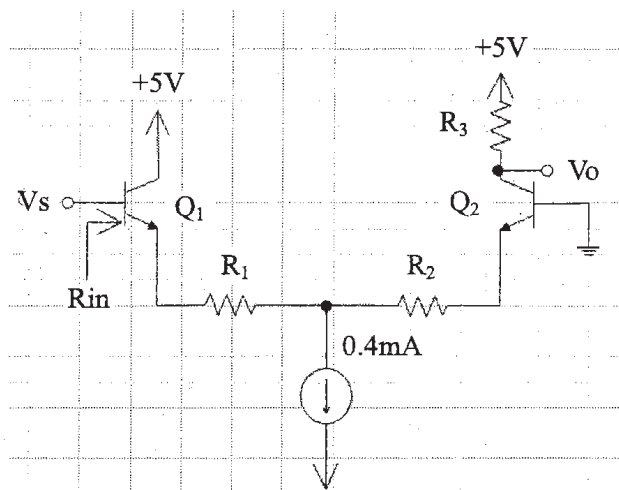
$$f_H = \frac{1}{2\pi C_{in}(R_1 // R_{in})} = \frac{1}{2\pi \times 11.174P \times (1k // 4.13k)} = 2.78MHz$$

$$f_T = \frac{g_m}{2\pi(C_\mu + C_\pi)}$$

$$\Rightarrow 600M = \frac{14m}{2\pi(0.8 + C_\pi)}$$

$$\Rightarrow C_\pi = 2.91PF$$

三、如圖三，Q1、Q2 之 $\beta=150$ ，其中 $R_1=R_2=200\Omega$ ， $R_3=15k\Omega$ ，求 $R_{in}=?$ (10 分) $\frac{V_o}{V_s}=?$ (10 分)



圖三

【解題關鍵】

《考題難易》：★

《破題關鍵》：多極放大器分析

【擬答】：

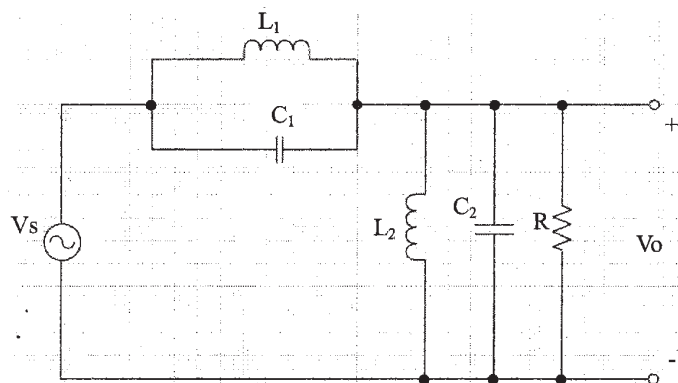
$$I_{E1} = I_{E2} = 0.2mA$$

$$r_e = r_{e1} = r_{e2} = \frac{25m}{0.2m} = 0.125k\Omega$$

$$R_{in} = (2r_e + R_1 + R_2) \times (1 + \beta) = 98.15\Omega$$

$$\frac{V_o}{V_s} = +\alpha \frac{R_3}{2r_e + R_1 + R_2} = 22.962$$

四、圖四為通用缺口是濾波器之電路圖，此電路若要調整組成低通缺口是濾波器 (Low Pass Notch, LPN)，其 L、C 元件之關係為何？(20 分)



圖四

【解題關鍵】

《考題難易》：★★★★★

《破題關鍵》：濾波器電路推導

【擬答】：

$$T(s) = \frac{a_n(S^2 + \omega_n^2)}{S^2 + \frac{\omega_o}{Q}S + \omega_o^2}$$

其中

$$\omega_n = \frac{1}{\sqrt{L_1 C_1}}$$

$$\omega_o = \frac{1}{\sqrt{L_{eq} C_{eq}}}, L_{eq} = \frac{L_1 L_2}{L_1 + L_2}, C_{eq} = C_1 + C_2$$

$$\frac{\omega_o}{Q} = \frac{1}{RC}, a_o = \frac{C_1}{C_1 + C_2}$$

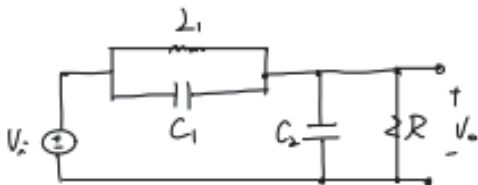
為 LPN 時, $\omega_n > \omega_o$

$$\text{因此需 } L_1 C_1 < \frac{L_1 L_2}{L_1 + L_2} (C_1 + C_2)$$

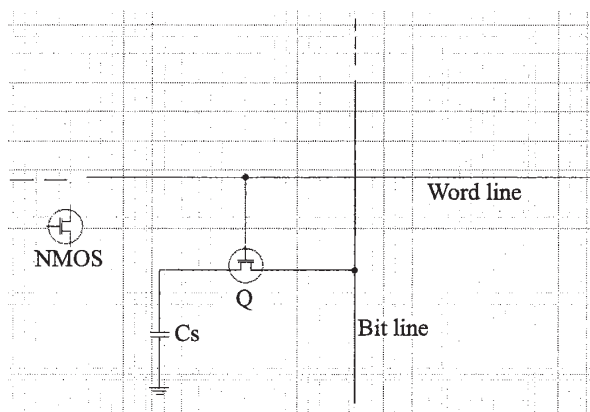
且當 $L_2 = \infty$ 時可滿足上式條件

$$\Rightarrow L_1 C_1 < L_1 (C_1 + C_2)$$

所形成之 LPN 電路如下圖



五、圖五為單一電晶體 DRAM (one-transistor DRAM) 單元 (cell)，請說明此單元在讀取 0、1 資料的工作原理 (假設 Bit line capacitance 為 C_B)？(20 分)



圖五

【解題關鍵】

《考題難易》：★★★★★

《破題關鍵》：DRAM 工作原理分析

【擬答】：

1. C_B 預先充電至 $\frac{V_{DD}}{2}$
2. 被列解碼選中之 word line 電壓上升至 $V_{DD} + V_m$ 以上
3. 整列電晶體導通 $C_T = C_s + C_B$

4. 令 word line 電壓變動 ΔV 則

$$C_s V_{CS} + C_B \frac{V_{DD}}{2} = (C_s + C_B) \left(\frac{V_{DD}}{2} + \Delta V \right)$$

$$\Rightarrow \Delta V = \frac{C_s}{C_s + C_B} \left(V_{CS} - \frac{V_{DD}}{2} \right)$$

5. 讀取 0 :

$$V_{CS} = 0$$

$$\Delta V(0) = \frac{C_s}{C_s + C_B} \left(-\frac{V_{DD}}{2} \right)$$

讀取 1 :

$$V_{CS} = V_{DD}$$

$$\Delta V(1) = \frac{C_s}{C_s + C_B} \times \frac{V_{DD}}{2}$$

公
職
王