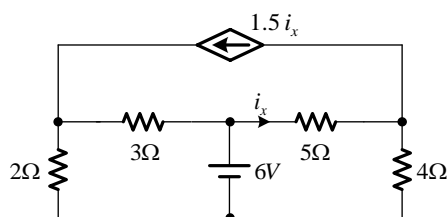


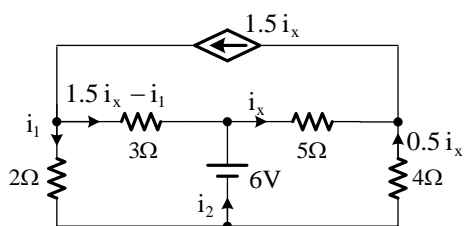
# 《電子學與電路學》

試題評析	<p>本次命題大致分為六大主題：包括「直流網路分析」、「交流網路最大功率轉移」、「OPA 基本放大電路」、「史密特觸發電路」、「BJT 小信號 AC 分析」，及「高頻響應分析」，考題難度中等，程度尚屬容易，把握基本概念即可得高分。</p> <p>第一題：DC 網路，採用節點或迴路法，列出兩條方程式，即可求得。</p> <p>第二題：交流電路僅需化減為戴氏等效電路，即可求得最大功率轉移。</p> <p>第三題：OPA 基本放大電路，但尚需判斷該電路為正迴授或負迴授系統，再加以求解之。</p> <p>第四題：OPA 為正迴授，故該電路為比較器，須求得轉移磁滯迴線。</p> <p>第五題：BJT 基本小信號 AC 放大器電路分析。</p> <p>第六題：FET 內部高頻等效電路，利用 Miller 定理，即可求得高頻響應之 3dB 頻率。</p>
------	---

一、如圖所示電路，試求其中電壓源（6V）所供給之功率。（20 分）



【擬答】



$$\begin{cases} i_1 \cdot 2 = (1.5i_x - i_1) \cdot 3 + 6 \cdots \cdots \\ 6 + 0.5i_x \cdot 4 = i_x \cdot 5 \cdots \cdots \end{cases}$$

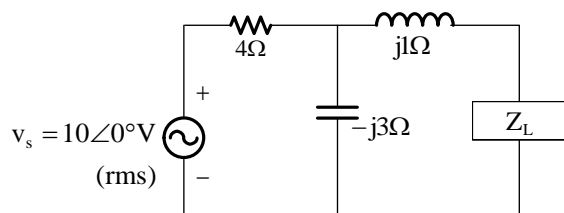
$$\text{得 } i_x = 2\text{A}, \quad i_1 = 3\text{A}$$

$$\Rightarrow i_2 = i_1 - 0.5i_x = 2\text{A}$$

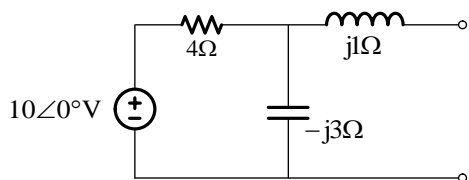
$$\text{故： } P_{6V} = 6 \times 2 = 12\text{W}$$



二、如圖所示電路，若欲阻抗負載  $Z_L$  所消耗之平均功率值為最大，則  $Z_L$  應為多少？此時消耗之平均功率為多少 W？（20 分）



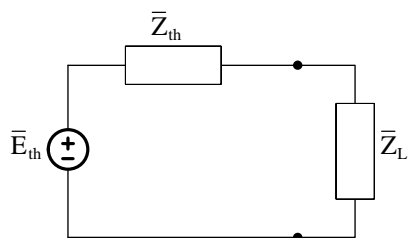
【擬答】



$$\bar{Z}_{th} = j1 + \frac{4 \cdot (-j3)}{4 - j3} \times \frac{4 + j3}{4 + j3} = \frac{36}{25} + j\left(1 - \frac{48}{25}\right) = \left(\frac{36}{25} - j\frac{23}{25}\right)\Omega$$

$$\bar{E}_{th} = \frac{-j3}{4 - j3} \times 10\angle 0^\circ = 6\angle -53^\circ$$

得：



$$\text{當 } \bar{Z}_L = \bar{Z}_{th}^* = \left(\frac{36}{25} + j\frac{23}{25}\right)\Omega \text{ 時}$$

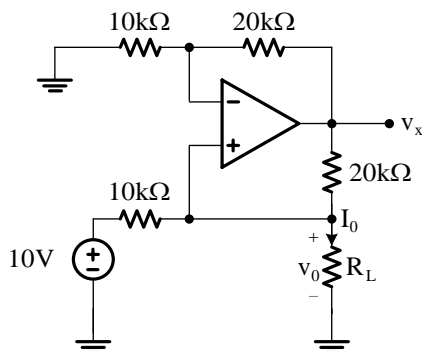
$$\text{可得 } P_{L(\max)} = \left(\frac{6}{\frac{36}{25} + \frac{36}{25}}\right)^2 \times \frac{36}{25} = \frac{25}{4} \text{ W}$$



三、如圖所示電路，其中運算放大器可視為理想運算放大器，試求：

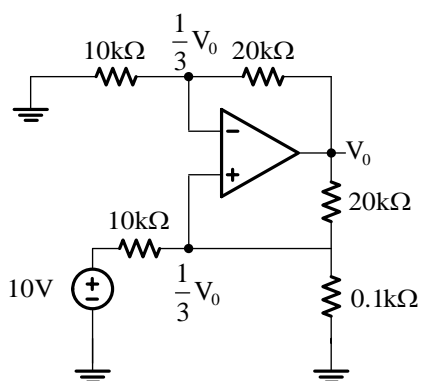
(一)當  $R_L = 100\Omega$  時，輸出電壓值  $v_0$  為何？(8 分)

(二)當  $R_L = 1k\Omega$  時，輸出電壓值  $v_0$  為何？(7 分)



【擬答】

(1)



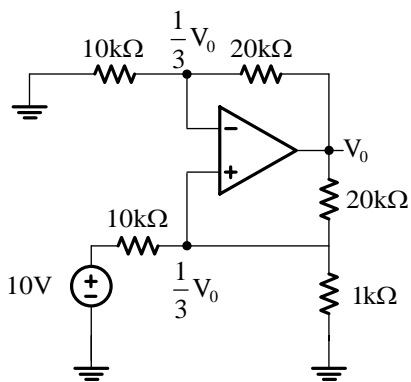
$$\frac{\frac{1}{3}V_0 - 10}{10} + \frac{\frac{1}{3}V_0 - V_0}{20} + \frac{\frac{1}{3}V_0}{0.1} = 0$$

$$\Rightarrow 2\left(\frac{1}{3}V_0 - 10\right) + \frac{1}{3}V_0 - V_0 + 200 \times \left(\frac{1}{3}V_0\right) = 0$$

$$\Rightarrow V_0 = \frac{3}{10}V$$



(2)

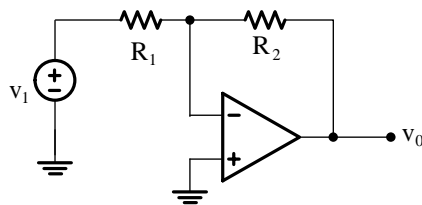


$$\frac{\frac{1}{3}V_0 - 10}{10} + \frac{\frac{1}{3}V_0 - V_0}{20} + \frac{\frac{1}{3}V_0}{1} = 0$$

$$\Rightarrow 2\left(\frac{1}{3}V_0 - 10\right) + \frac{1}{3}V_0 - V_0 + 20 \times \left(\frac{1}{3}V_0\right) = 0$$

$$\Rightarrow V_0 = 3V$$

四、如圖所示之正迴授電路，假設運算放大器之正負飽和電壓為  $V_H$  及  $-V_H$ ，試繪出輸入電壓  $v_i$  對輸出電壓  $v_o$  之關係圖。(15 分)



【擬答】

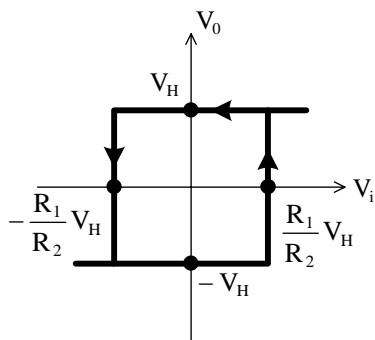
$$(1) \text{若 } V_0 = V_H \text{ 時，則 } \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_i + \frac{R_1}{R_2 + R_1} V_H \leq 0$$

$$\Rightarrow V_i \leq -\frac{R_1}{R_2} V_H \text{ 時，得 } V_0 = V_H \rightarrow -V_H$$

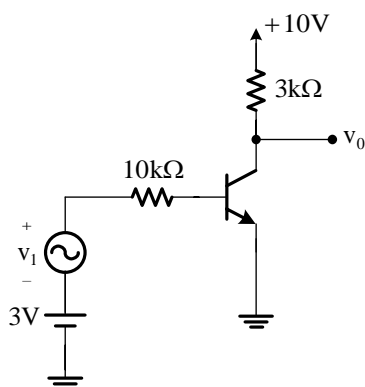
$$(2) \text{若 } V_0 = -V_H \text{ 時，則 } \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_i + \frac{R_1}{R_2 + R_1} (-V_H) \geq 0$$

$$\Rightarrow V_i \geq \frac{R_1}{R_2} V_H \text{ 時，得 } V_0 = -V_H \rightarrow V_H$$





五、如圖所示共射極放大器電路，已知在室溫下之 $\beta$ 值為100， $v_{BE}$ 為0.7V，熱電壓(thermal voltage) $V_T$ 為25mV，試繪出其小信號模型(等效電路)並求其電壓增益 $A_v$ 。(20分)



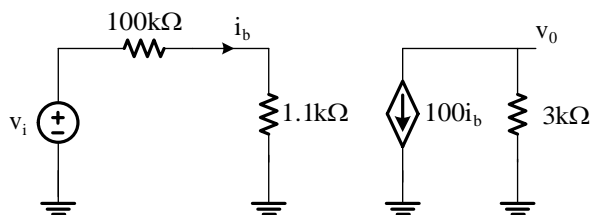
【擬答】

DC 分析：

$$I_B = \frac{3 - 0.7}{100} = 0.023\text{mA}$$

$$r_\pi = \frac{V_T}{I_B} = \frac{25\text{mV}}{0.023\text{mA}} \approx 1087\Omega \approx 1.1\text{k}\Omega$$

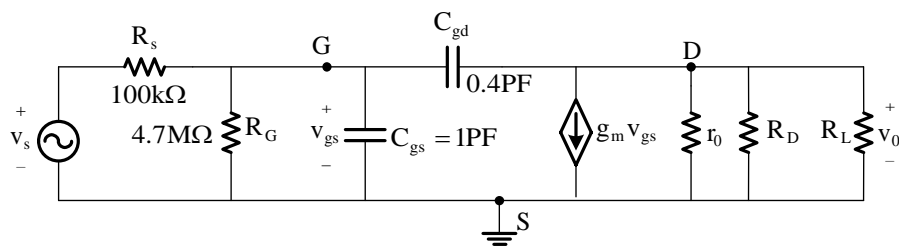
AC 分析：



$$v_o = -100i_b \cdot 3 = -100 \left( \frac{v_i}{100 + 1.1} \right) \cdot 3 \Rightarrow A_v = \frac{v_o}{v_i} = \frac{-300}{100 + 1.1} \approx -2.97$$



六、下圖所示電路為一 MOSFET 共源極放大器電路之高頻等效電路圖，試求其高頻 3dB 頻率  $f_H$ 。(15 分)



$$g_m = 1 \text{ m A/V}$$

$$r_o = 150 \text{ k}\Omega$$

$$R_D = R_L = 15 \text{ k}\Omega$$

【擬答】

$$K = \frac{v_o}{v_{gs}} = -g_m (r_o // R_D // R_L) = -1(150 // 15 // 15) \square -7.143$$

$$f_{P_1} = \frac{1}{2\pi(R_s // R_G)[C_{gs} + C_{gd}(1 - K)]} = \frac{1}{2\pi(100 // 4700) \times 10^3 [1 + 0.4(1 + 7.143)] \times 10^{-12}} \square 0.374 \text{ MHz}$$

$$f_{P_0} = \frac{1}{2\pi(r_o // R_D // R_L)C_{gs}\left(1 - \frac{1}{K}\right)} = \frac{1}{2\pi(150 // 15 // 15) \times 10^3 \times 0.4 \left(1 + \frac{1}{7.143}\right) \times 10^{-12}} = 48.8 \text{ MHz}$$

知  $f_{P_1} \ll f_{P_0}$ ，得  $f_H \square f_{P_1} = 0.374 \text{ MHz}$

