

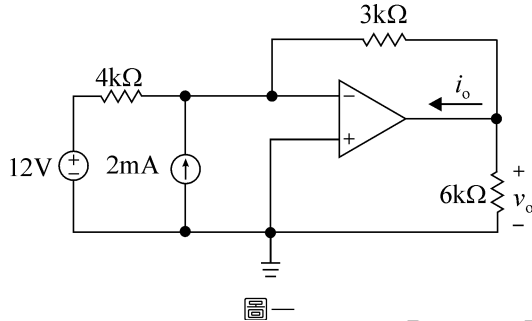
104 年關務人員特考

等 別：三等考試

類 科：電機工程

科 目：電子學與電路學

一、求圖一理想運算放大器電路中的 i_o 和 v_o 。

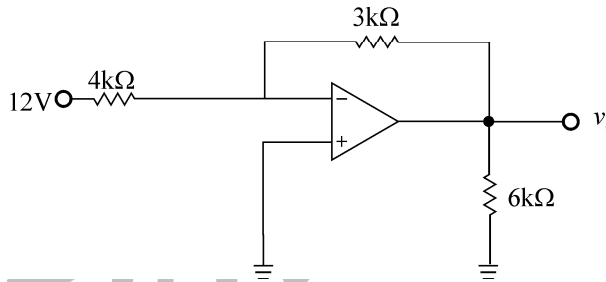


【擬答】：

以次重疊定理解之：

(一)考慮 12V 的影響：

$$v_{o1} = -\frac{3k}{4k} \cdot 12 = -9V$$

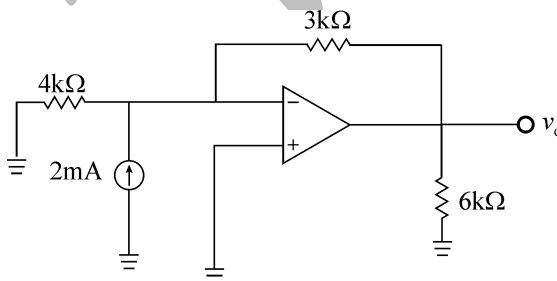


(二)考慮 2mA 的影響：

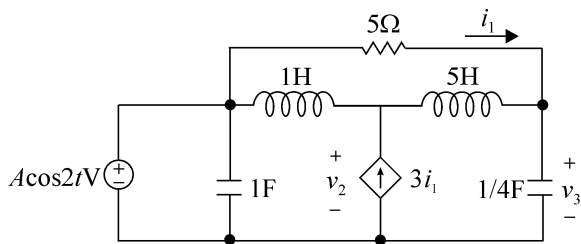
$$v_{o2} = -2m \cdot 3k = -6V$$

$$\therefore v_o = v_{o1} + v_{o2} = -15V$$

$$i_o = \frac{15}{6k} = 2.5mA$$



二、圖二電路內 $v_2(t) = 0.7580\cos(2t + 66.7^\circ)$ ， $v_3(t) = 0.6064\cos(2t - 69.8^\circ)$ ，求 $i_1(t)$ 。



圖二

【擬答】：

依照 KCL：

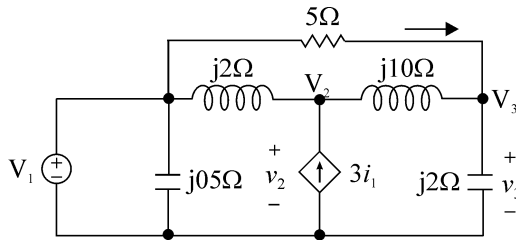
公職王歷屆試題 (104 年關務人員特考)

$$\begin{cases} \frac{V_1 - V_2}{j2} + 3i_1 = \frac{V_2 - V_3}{j10} \\ \frac{V_1 - V_3}{5} = i_1 \end{cases}$$

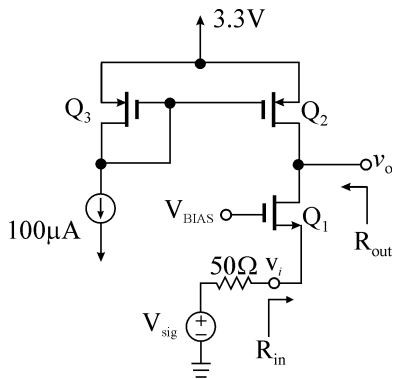
$$\Rightarrow \begin{cases} \frac{A\angle 0^\circ - 0.7580\angle 66.7^\circ}{j2} + 3i_1 = \frac{0.7580\angle 66.7^\circ - 0.6064\angle -69.8^\circ}{j10} \\ \frac{A\angle 0^\circ - 0.6064\angle 69.8^\circ}{5} = i_1 \end{cases}$$

解上述二式，可得 $i_1 = 0.158 + j0.114 = 0.195 \angle 35.87^\circ$

$$\therefore i_1(t) = 0.195 \cos(2t + 35.87^\circ)$$



- 三、(一)說明圖三積體電路內每個電晶體擔任之功能為何， Q_2 與 Q_3 匹配。
 (二)說明這是哪組態的放大器？為什麼？
 (三) Q_1 的源極 (source) 未接地，對電晶體有何影響？
 (四)說明如何分析輸出電壓擺幅 (output signal swing) 的範圍？

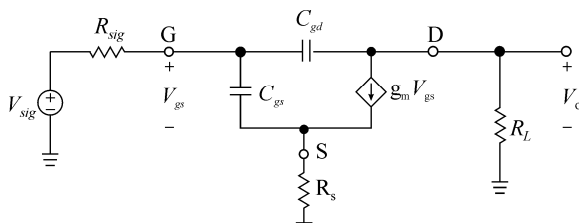


圖三

【擬答】：

- (一) Q_1 ：形成 CG 組態放大器。
 Q_2 、 Q_3 ：形成電流鏡，提供 Q_1 之偏壓源及負載電阻。
 (二)由(一)可知該放大器為 CG 組態。
 (三) Q_1 源極為放大器之輸入端，不應接地。
 (四)①由 Q_3 之 $100\mu\text{A}$ 算出合理之 V_{G2} 。
 ②再由 Q_2 及 Q_1 均需在飽和區的條件算合理的電壓擺幅。

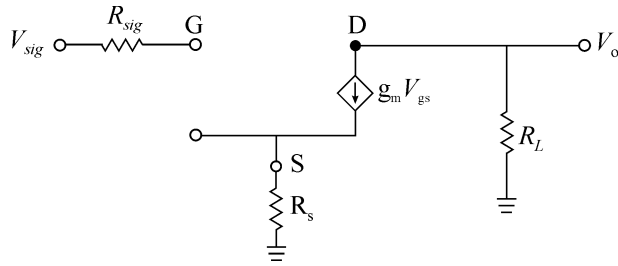
- 四、圖四電路內， $R_{sig} = 100\text{k}\Omega$ ， $g_m = 4\text{mA/V}$ ， $R_L = 5\text{k}\Omega$ ， $R_S = 100\Omega$ ， $C_{gs} = C_{gd} = 1\text{pF}$ 。求中頻電壓增益 (mid-band voltage gain) V_0/V_{sig} ，以及高 3dB 頻率 f_H 。



圖四

【擬答】：

(一)中頻增益之等效電路



$$\frac{V_o}{V_{sig}} = \frac{-g_m \cdot V_{gs} \cdot R_L}{V_{gs} + g_m \cdot V_{gs} \cdot R_s} = \frac{g_m \cdot R_L}{1 + g_m \cdot R_s} = -14.3$$

(二) f_H = 以時間常數法解之：

$$\Rightarrow R_{gd} = R_{sig} \cdot \left(1 + \frac{R_s}{1 + g_m \cdot R_s} \cdot R_L\right) + R_L = 140.7$$

$$R_{gs} \cong \frac{R_{sig} + R_s}{1 + g_m \cdot R_s} = 71.5k \Omega$$

$$\therefore \tau_H = C_{gs} \cdot R_{gs} + C_{gd} \cdot R_{gd} = 212.2 \times 10^{-9}$$

$$f_H = \frac{1}{2\pi \cdot \tau_H} = 750.4kHz$$

公
職
王