

113 年特種考試地方政府公務人員考試試題

等 別：三等考試

鄭奇老師解題

類 科：電力工程、電子工程

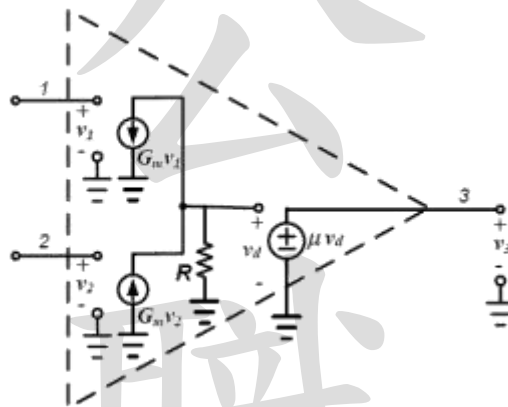
科 目：電子學

一、圖一為運算放大器的等效模型，其中輸入為 v_1 與 v_2 ，輸出為 v_3 ，假如

$$G_m = 20\text{mA/V}, R = 5\text{k}\Omega, \text{ 且 } \mu = 10$$

(一) 請求出開路增益(open-loop gain)大小 $A = \frac{v_3}{(v_1 - v_2)}$ ，(5 分)

(二) 如果 $v_2 = 0\text{V}$ ， $v_3 = 4\text{V}$ ，請求出 v_1 ，差動輸入訊號($v_{Id} = v_1 - v_2$)與共模(v_{Icm})訊號。(15 分)



圖一

【擬答】

$$(一) v_d = (G_m v_2 - G_m v_1)R = (v_1 - v_2)G_m R$$

$$v_3 = \mu v_d = \mu \times (v_1 - v_2)G_m R$$

$$A = \frac{v_3}{v_1 - v_2} = \mu \times G_m R = 10 \times 20\text{mA} \times 5\text{k} = 1000$$

$$(二) v_3 = A(v_1 - v_2) \Rightarrow 4 = 1000 \times (v_1 - 0)$$

$$\Rightarrow v_1 = 4\text{mV}$$

$$v_{Id} = v_1 - v_2 = 4\text{mV} - 0 = 4\text{mV}$$

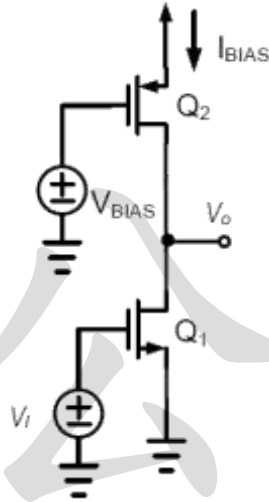
$$v_{Icm} = \frac{v_1 + v_2}{2} = \frac{4\text{mV} + 0}{2} = 2\text{mV}$$

公職王歷屆試題 (113 地方特考)

二、圖二為 CMOS 放大器，假設採用 $0.18\text{-}\mu\text{m}$ 製程且所有電晶體之 $W/L = 7.2\mu\text{m}/0.36\mu\text{m}$ ，

$\mu_n C_{ox} = 387\mu\text{A}/\text{V}^2$ ， $\mu_p C_{ox} = 86\mu\text{A}/\text{V}^2$ ， $I_{BIAS} = 100\mu\text{A}$ ，爾利電壓(Early voltage)NMOS

$V_{An} = 5\text{V}/\mu\text{m}$ 與 PMOS $|V_{Ap}| = 6\text{V}/\mu\text{m}$ ，求電晶體 Q_1 的轉導值 g_{m1} ，電晶體 Q_1 、 Q_2 的輸出電阻 r_{o1} 、 r_{o2} ，增益大小 (V_o/V_i) 。(20 分)



圖二

【擬答】

$$k_1 = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} = \frac{1}{2} \times 0.387\text{m} \times \frac{7.2}{0.36} = 3.87\text{mA}/\text{V}^2$$

$$k_2 = \frac{1}{2} \mu_p C_{ox} \frac{W}{L} = \frac{1}{2} \times 0.086\text{m} \times \frac{7.2}{0.36} = 0.86\text{mA}/\text{V}^2$$

$$\lambda_n = \frac{1}{V_{An} \times L} = \frac{1}{5 \times 0.36} = \frac{5}{9}\text{V}^{-1}$$

$$\lambda_p = \frac{1}{V_{Ap} \times L} \times \frac{1}{6 \times 0.36} = \frac{25}{54}\text{V}^{-1}$$

$$I_{DN} = I_{DP} = I_{BIAS} = 0.1\text{mA}$$

$$g_{m1} = 2\sqrt{k_1 \times I_{DN}} = 2\sqrt{3.87\text{m} \times 0.1\text{m}} = 1.244\text{mA}/\text{V}$$

$$r_{o1} = \frac{1}{\lambda_n I_{DN}} = \frac{1}{\frac{5}{9} \times 0.1\text{m}} = 18\text{k}\Omega$$

$$r_{o2} = \frac{1}{\lambda_p I_D} = \frac{1}{\frac{25}{54} \times 0.1\text{m}} = 21.6\text{k}\Omega$$

$$\frac{V_o}{V_i} = -g_{m1} \times (r_{o1} // r_{o2}) = -1.244\text{m} \times (18\text{k} // 21.6\text{k}) = -12.21$$

公職王歷屆試題 (113 地方特考)

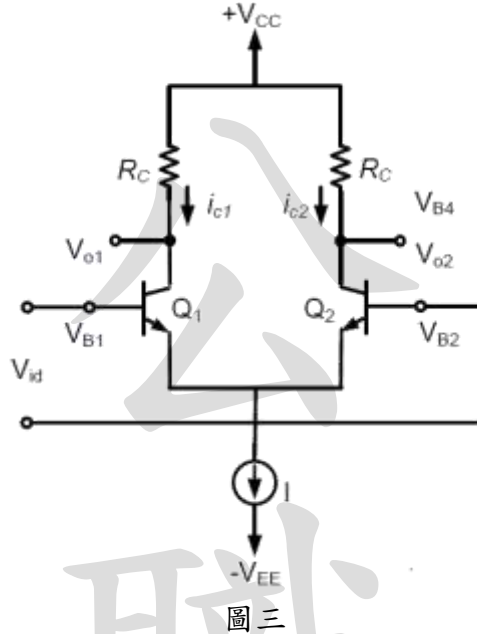
三、圖三差動放大器其電流源 $I = 1\text{mA}$ ， $V_{CC} = 15\text{V}$ ， $R_C = 10\text{k}\Omega$ ，假設 $\alpha = 1$ ，且差動輸入電壓各為

$$V_{B1} = 5 + 0.005\sin 2\pi \times 1000t\text{V} \text{ 與 } V_{B2} = 5 - 0.005\sin 2\pi \times 1000t\text{V}$$

(一) 假設電晶體在集極(collector)直流電流 $I_C = 1\text{mA}$ 條件下， $V_{BE} = 0.7\text{V}$ ，試求在射極(emitter)端點的直流電壓，(5 分)

(二) 求輸入電晶體的轉導值 g_m (其中 $V_T = 0.025\text{V}$)，(5 分)

(三) 求兩顆電晶體的集極電流 i_{c1} 、 i_{c2} 。(10 分)



【擬答】

$$(一) I_{c1} = I_{c2} = \frac{I}{2} = \frac{1\text{mA}}{2} = 0.5\text{mA}$$

$$V_{BE} = 0.7 + 0.025 \ln \frac{0.5\text{mA}}{1\text{mA}} = 0.683\text{V}$$

$$\therefore V_E = 5 - V_{BE} = 4.317\text{V}$$

$$(二) g_m = \frac{I_{c1}}{V_T} = \frac{0.5\text{mA}}{0.025} = 20\text{mA/V}$$

$$(三) r_{e1} = r_{e2} = \frac{0.025}{\frac{1\text{mA}}{2}} = 0.05\text{k}\Omega$$

$$i_{e1} = \frac{V_{id}}{2r_e} = \frac{0.005\sin 2\pi 1000t - (-0.005\sin 2\pi 1000t)}{2 \times 0.05\text{k}} = 0.1\sin \sin 2\pi 1000t \text{ mA}$$

$$i_{c1} \cong i_{e1} = 0.1\sin \sin 2\pi 1000t \text{ mA}$$

$$i_{c2} \cong i_{e2} = -i_{e1} = -0.1\sin \sin 2\pi 1000t \text{ mA}$$

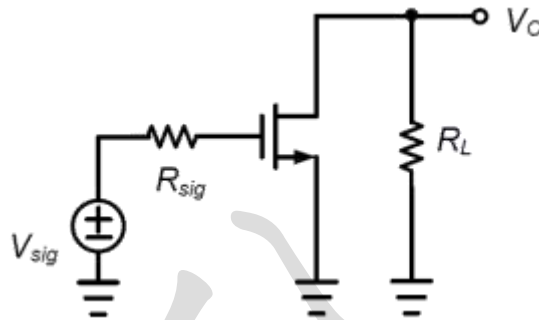
公職王歷屆試題 (113 地方特考)

四、圖四為共源級放大器(common-source amplifier)，其中訊號源電阻 $R_{sig} = 20k\Omega$ ，負載電阻

$R_L = 10k\Omega$ ，電晶體轉導值 $g_m = 2mA/V$ ，電晶體輸出電阻 $r_o = 10k\Omega$ ，電晶體內部電容

$C_{gs} = 20 fF$ ， $C_{gd} = 5 fF$ ，採用米勒等效電路(Miller equivalent circuit)方法求出 3-dB 頻寬(f_H)

與零點頻率(f_z)。(20 分)



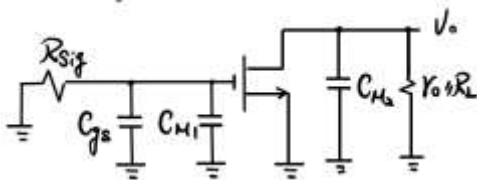
圖四

【擬答】

$$k = -g_m(R_L // r_o) = -2m \times (10k // 10k) = -10$$

$$C_{M1} = C_{gd}(1 - k) = 5f(1 - (-10)) = 55 fF$$

$$C_{M2} = C_{gd}(1 - \frac{1}{k}) = 5f(1 - (\frac{1}{-10})) = 5.5 fF$$



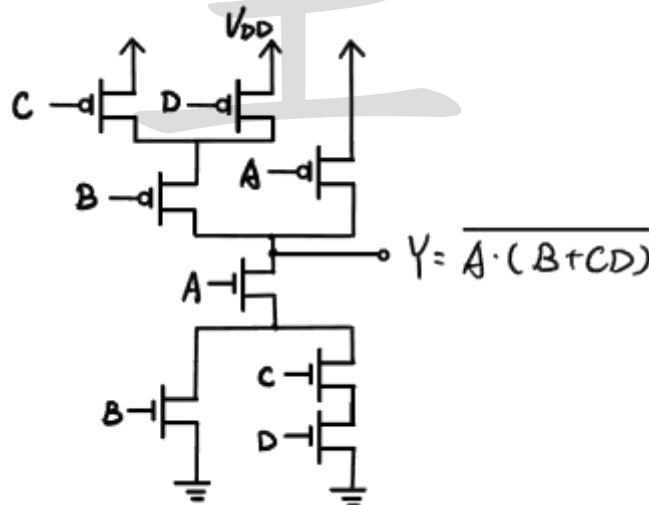
由主極點近似法

$$f_H = \frac{1}{2\pi \times R_{sig} \times (C_{gs} + C_{M1})} = \frac{1}{2\pi \times 20k \times (20f + 55f)} = 106 MHz$$

$$f_z = \frac{1}{2\pi} \times \frac{g_m}{C_{gd}} = \frac{1}{2\pi} \times \frac{2m}{5f} = 63.66 GHz$$

五、試以 CMOS 邏輯(CMOS logic)電路實現布林函數 $Y = \overline{A(B+CD)}$ 之電路圖。(20 分)

【擬答】





站上工科巔峰

電力工程

電子工程

機械工程

電信工程

112高普考&111地方特考 TOP10 強勢上榜

狀元	榜眼	探花
普考 電力工程 許○軒 地特三等(台北市) 電子工程 郭○瑞 地特四等(台北市) 電力工程 張○境	普考 電力工程 許○軒 地特三等(台北市) 電子工程 郭○瑞 地特四等(台北市) 電力工程 張○境	普考 電力工程 呂○勤 地特四等(台北市) 電子工程 楊○榮 地特四等(高雄市) 電子工程 何○宇

【全國第四】 普考 電力工程 林○彬

【全國第五】 普考 電力工程 莊○鈞

【台北市第五】 地特三等 電子工程 薛○文

【全國第六】 普考 電信工程 朱○堃

【全國第七】 普考 電子工程 王○延

【全國第八】 普考 電力工程 林○彬

【全國第八】 普考 電子工程 黃○源

【全國第八】 普考 電子工程 黃○軒

【全國第十】 普考 機械工程 徐○雨

優秀考取 菁英薈萃

普考 電力工程 孫○勝

普考 電力工程 陳○文

普考 電力工程 蘇○聰

普考 電子工程 林○淵

普考 機械工程 翁○耀

普考 機械工程 翁○耀

普考 機械工程 翁○耀

普考 機械工程 翁○耀

普考 電力工程 呂○勤

普考 電力工程 汪○傑

普考 電力工程 王○宏

普考 電子工程 鄭○誠

普考 機械工程 翁○耀

普考 機械工程 翁○耀

普考 機械工程 翁○耀

普考 機械工程 翁○耀

普考 電力工程 郭○謙

普考 電力工程 蔡○翰

普考 電力工程 蔡○翰

普考 電子工程 林○仁

普考 機械工程 翁○耀

普考 機械工程 翁○耀

普考 機械工程 翁○耀

普考 機械工程 翁○耀

普考 電力工程 林○佑

普考 電力工程 羅○瑋

普考 電力工程 蔡○翰

普考 電子工程 郭○謙

普考 機械工程 翁○耀

普考 機械工程 翁○耀

普考 機械工程 翁○耀

普考 機械工程 翁○耀

普考 電力工程 許○騰

普考 電力工程 郭○宗

普考 電力工程 陳○益

普考 電子工程 郭○謙

普考 機械工程 翁○耀

普考 機械工程 翁○耀

普考 機械工程 翁○耀

普考 機械工程 翁○耀

普考 電力工程 莊○鈞

普考 電力工程 孫○勝

普考 電力工程 蔡○翰

普考 電子工程 郭○謙

普考 機械工程 翁○耀

普考 機械工程 翁○耀

普考 機械工程 翁○耀

普考 機械工程 翁○耀

普考 電力工程 王○宏

普考 電力工程 蔡○翰

普考 電力工程 蔡○翰

普考 電子工程 郭○謙

普考 機械工程 翁○耀

普考 機械工程 翁○耀

普考 機械工程 翁○耀

普考 機械工程 翁○耀

敬請向來賓致意——致謝

職




雙榜學長的上榜訣竅



謝謝老師們這麼盡力的教導及輔助

高普雙榜 蔡○穎 112高普考電力工程

電子學老師上課淺顯易懂，也搭配題目練習加深我們對解題的理解，更幫我們分別說明解題申論跟選擇的方式。

電機機械這科目是我陌生的科目，不過老師的講解淺顯易懂，例如：電動機、發電機、感應電動機及變壓器，需要了解其等效電路圖以及其原理，才能駕輕就熟。

想了解更多訣竅？

歡迎至 志光.學儒.保成 全國門市洽詢