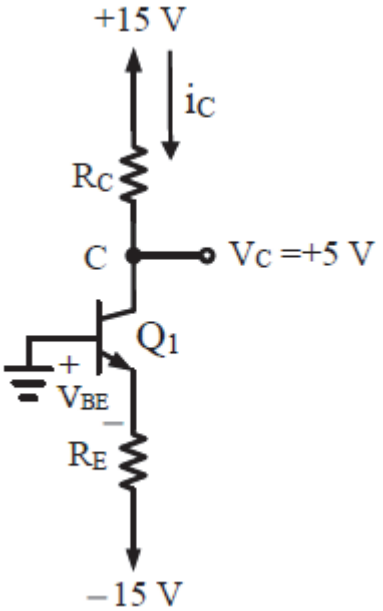
111 年特種考試地方政府公務人員考試試題

等　　別：四等考試
類　　科：電力工程、電子工程、電信工程
科　　目：電子學概要
考試時間：1 小時 30 分

鄭奇老師　解題

一、如下圖為 BJT 放大器，假設在 i_C=1mA 條件下 V_{BE}=0.7V、β=100，請設計電阻 R_C 與 R_E，使得輸出 V_C=+5V 與集極電流（collector current）為 2mA（i_C=2mA）。（20 分）



1.《考題難易》：★★（最難 5 顆星）
2.《破題關鍵》：BJ 直流電路分析

【擬答】：

$$V_{BE} = 0.7 + 25m\ell n2 = 0.717V$$

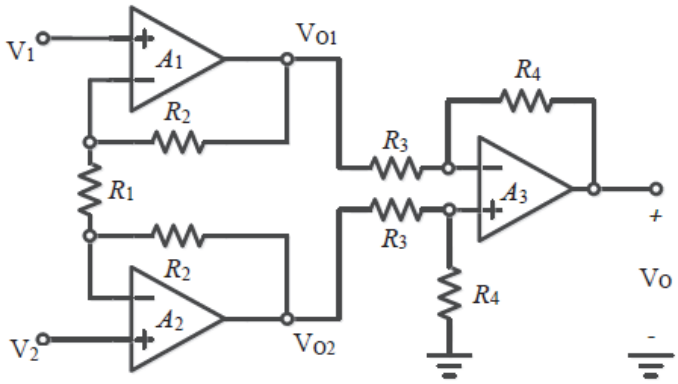
$$i_c = \frac{15-5}{R_C} = 2 \Rightarrow R_C = 5k\Omega$$

$$V_E = 0 - 0.717 = -0.717V$$

$$i_E = (1+\frac{1}{\beta})i_c = (1+\frac{1}{100})\times 2 = 2.02mA$$

$$i_E = \frac{V_E-(-15)}{R_E} = \frac{-0.717+15}{R_E} = 2.02 \Rightarrow R_E = 7.07k\Omega$$

二、如下圖為儀表放大器，其中共模輸入電壓為+10V，差動輸入電壓（V_2-V_1）為 0.01 sin ωt V。假設 R_1=1kΩ，R_2=100kΩ and R_3=R_4=1kΩ，試求 V_{O1}、V_{O2} 與最後輸出電壓 V_O。（20 分）



1.《考題難易》：★★★
2.《破題關鍵》：儀表放大器電路分析

【擬答】：

$$i=\frac{V_2-V_1}{R_1}=\frac{0.01\sin\omega t}{1}=0.01\sin\omega t mA$$

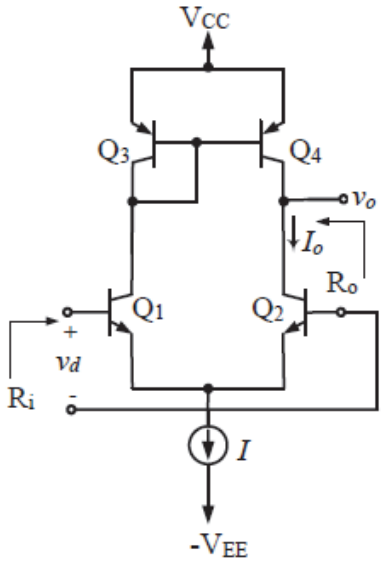
$$V_{o1}=V_1-iR_2+V_{icm}=V_1-0.01\sin\omega t\times100+10=V_1-\sin\omega t+10$$

$$V_{o2}=V_2+iR_2+V_{icm}=V_2+0.01\sin\omega t\times100+10=V_2+\sin\omega t+10$$

$$V_o=\frac{R_4}{R_3}(V_{o2}-V_{o1})=\frac{1}{1}\times[(V_2+\sin\omega t+10)-(V_1-\sin\omega t+10)]$$

$$=V_2-V_1=0.01\sin\omega t(V)$$

三、如下圖差動放大器其電流源 I=0.2mA，假設每一個 BJT 之 β=200 且爾利電壓（early voltage）為 100V，試求：輸入電阻（R_i）、輸出電阻（R_o）、電路轉導值（$G_m=I_o/v_d$）、差動放大器增益（v_o/v_d）。（20 分）



1.《考題難易》：★★
2.《破題關鍵》：主動式負載差動放大器

【擬答】：

$$I_{C_1}=I_{C_2}=I_{E_1}=I_{E_2}=\frac{I}{2}=0.1mA$$

$$r_{o_4}=r_{o_2}=\frac{V_A}{I_{C_1}}=\frac{100}{0.1}=1000K$$

$$r_{e_1}=r_{e_2}=\frac{V_T}{I_{E_1}}=\frac{25m}{0.1m}=0.25K\Omega$$

$$R_i=(1+\beta)\times 2r_e=(1+200)\times 2\times 0.25=100.5K\Omega$$

$$R_o=r_{o_2}//r_{o_4}=1000//1000=500K\Omega$$

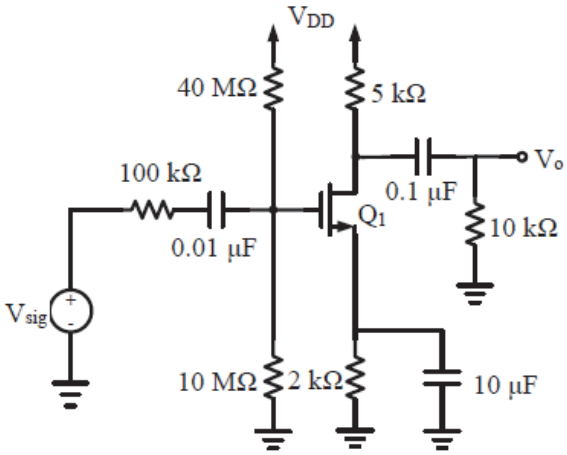
$$i_e=\frac{V_d}{2r_e}$$

$$i_o=2\alpha ie=2\alpha\cdot\frac{V_d}{2r_e}=g_m V_d$$

$$G_m=\frac{i_o}{V_{id}}\bigg|_{V_o=0}=g_m=\frac{I_{C_1}}{V_T}=\frac{0.1m}{25m}=4m\,A/V$$

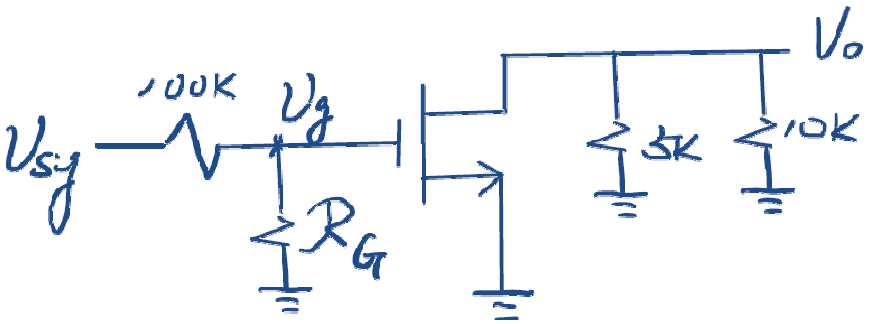
$$A_d=\frac{V_o}{V_d}=G_m\times R_o=4\times 500=2000$$

四、共源放大器（common-source amplifier）之轉導值為 1mA/V（gm=1 mA/V），電阻與電容值如下圖所示，其轉移函數為 $\frac{V_o}{V_{sig}}=A_M\left(\frac{s}{s+\omega_{P1}}\right)\left(\frac{s}{s+\omega_{P2}}\right)\left(\frac{s}{s+\omega_{P3}}\right)$ where $\omega_{Pi}=2\pi f_i$，忽略通道長度調變效應（channel length modulation effect），求此電路的增益（A_M），三個頻率（f_{p1}、f_{p2}、f_{p3}）值。（20 分）



1.《考題難易》：★★
2.《破題關鍵》：FET ac 中頻小訊號分析與極點計算

【擬答】：



$$R_G = 40M // 10M = 8M\Omega = 8000K\Omega$$

$$\frac{V_o}{V_{sig}} = \frac{V_o}{V_g} \times \frac{V_g}{V_{sig}} = [-g_m(5//10)] \times \frac{8000}{100+8000} = -3.29$$

$$f_{P_1} = \frac{1}{2\pi \times (100K + 8000K) \times 0.01\mu} = 1.96Hz$$

$$f_{P_2} = \frac{1}{2\pi \times (\frac{1}{g_m} // 2K) \times 10\mu} = 23.87Hz$$

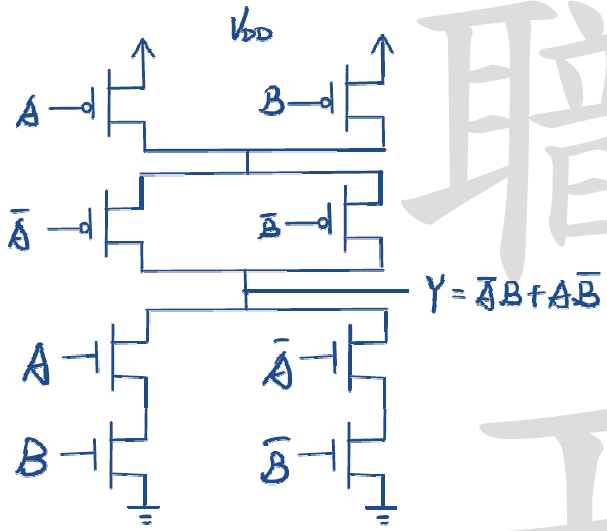
$$f_{P_3} = \frac{1}{2\pi \times (5K + 10K) \times 0.1\mu} = 106.1Hz$$

五、試以 CMOS 邏輯（CMOS logic）電路與通道晶體管邏輯（PTL：pass transistor logic）電路方式實現布林函數 $Y = A\overline{B} + \overline{A}B$ 之電路圖。（20 分）

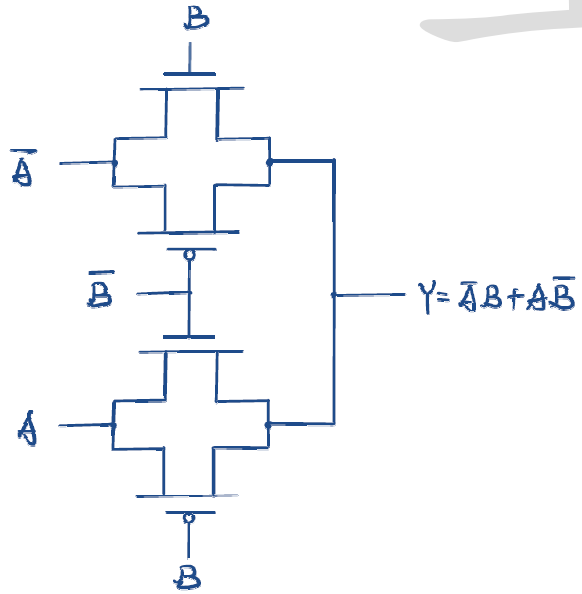
1.《考題難易》：★★
2.《破題關鍵》：互斥或閘以 CMOS 邏輯電路與 PTL 電路設計

【擬答】：

㈠ CMOS Logic：



㈡



志光 保成 學儒 機械工程｜電子工程｜電力工程｜資訊處理

一起站上工科勝利頂點

考取菁英 強勢佔榜

狀元
【全國狀元】111高 考電子工程-洪○銓
【竹苗區狀元】110地特四等電子工程-詹○凱
【台北市狀元】110地特四等資訊處理-于 ○
【台中市狀元】110地特四等電力工程-柯○訓
【金門縣狀元】110地特四等資訊處理-吳○展

榜眼
【全國榜眼】111普 考資訊處理-羅○昌
【高雄市榜眼】110地特三等電力工程-江○展
【高雄市榜眼】110地特四等電子工程-曾○富

探花
【台北市探花】110地特三等電力工程-黃○任
【台北市探花】110地特五等電子工程-柯○輝

【花東區第四】110地特三等資訊處理-羅○哲
【桃園市第四】110地特三等資訊處理-丁○妮
【高雄市第四】110地特四等電力工程-盧○源
【高雄市第六】110地特四等電力工程-蘇○禎
【全國第七】111普 考電子工程-卓○倫
【全國第七】111初 等 考電子工程-柯○輝
【桃園市第七】110地特三等電力工程-張○培
【全國第八】111高 考機械工程-江○禾
【全國第八】111普考電力工程-陳○瑋
【全國第八】111普考電子工程-李○穎
【全國第九】111普考機械工程-施○佑

版面有限 無法一一刊登

單一年度優秀考取

高考資訊處理 賴○全｜高考資訊處理 郭○楷｜普考資訊處理 劉○廷｜普考資訊處理 賴○全｜高考電力工程 吳○顯｜高考電力工程 曾○倫｜高考電子工程 王○棓
高考資訊處理 黃○迪｜高考資訊處理 廖○仲｜普考資訊處理 張○偉｜普考資訊處理 張○慧｜高考電力工程 鄧○駿｜高考電力工程 吳○瑭｜高考電子工程 莊○雪
高考資訊處理 張○偉｜高考資訊處理 羅○昌｜普考資訊處理 褚○華｜普考資訊處理 劉○銘｜高考電力工程 葛○宇｜高考電力工程 蔡○昇｜普考電子工程 馮○恩
高考資訊處理 郭○哲｜高考資訊處理 劉○廷｜普考資訊處理 李○庭｜普考資訊處理 陳○堂｜高考電力工程 陳○瑋｜普考電力工程 吳○瑭｜普考電子工程 蔣○霖
高考資訊處理 胡○紜｜高考資訊處理 李○庭｜普考資訊處理 陳○明｜普考資訊處理 廖○仲｜高考電力工程 王○甯｜普考電力工程 吳○哲｜高考機械工程 黃○榮
高考資訊處理 許○傑｜高考資訊處理 曾○瑄｜普考資訊處理 鄭○然｜高考電力工程 蔡○鎮｜高考電力工程 梁○豐｜普考電力工程 梁○豐｜普考機械工程 江○禾
高考資訊處理 陳○廷｜高考資訊處理 于 ○｜普考資訊處理 吳○翰｜高考電力工程 李○源｜高考電力工程 席○棠｜高考電子工程 卓○倫｜普考機械工程 金○瑋
高考資訊處理 陳○明｜普考資訊處理 黃○迪｜普考資訊處理 曾○瑄｜高考電力工程 丁○翔｜高考電力工程 吳○哲｜

版面有限 無法一一刊登

志光 保成 學儒

真的有輕鬆考取的方法！

掌握上榜 8 大招

法科架構班
結合實務例子
建構法科概念

扎實正規班
完整堂數
循序漸進

工科全科班
公職+國營
一次到位

作文實戰班
強化寫作架構
理清邏輯概念

主題題庫班
主題教學
考點分析

精華總複習
掌握考點
增強實力

全真模擬考
比照真實考試
檢視應考實力

考前關懷講座
名師最終提點
觀念更加清晰