

112 年特種考試交通事業鐵路人員考試試題

考試別：鐵路人員考試

等別：高員三級考試

類科組別：電力工程、電子工程

科目：電子學

考試時間：2 小時

鄭奇老師

一、(一)請比較 MOS 共源極 (Common source)、共源極含源極退化電阻 (Common source with source degeneration resistance)、共閘極 (Common gate)、共汲極 (Common drain) 四種放大器的優缺點。(10 分)

(二)請畫出一個 CMOS 互補式金氧半場效電晶體的剖面 (cross-section) 圖。(10 分)

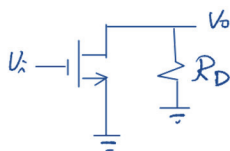
《考題難易》：★★

《解題關鍵》：MOS 放大器比較與 CMOS 剖面圖

【擬答】

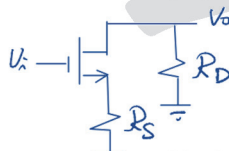
(一)

CS:



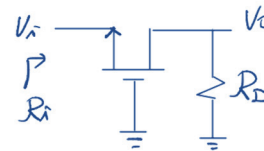
具高电压增益
且反相放大

CS+R_S:



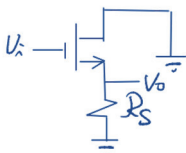
因具 R_S 形成負回授
使得电压增益下降

CG:



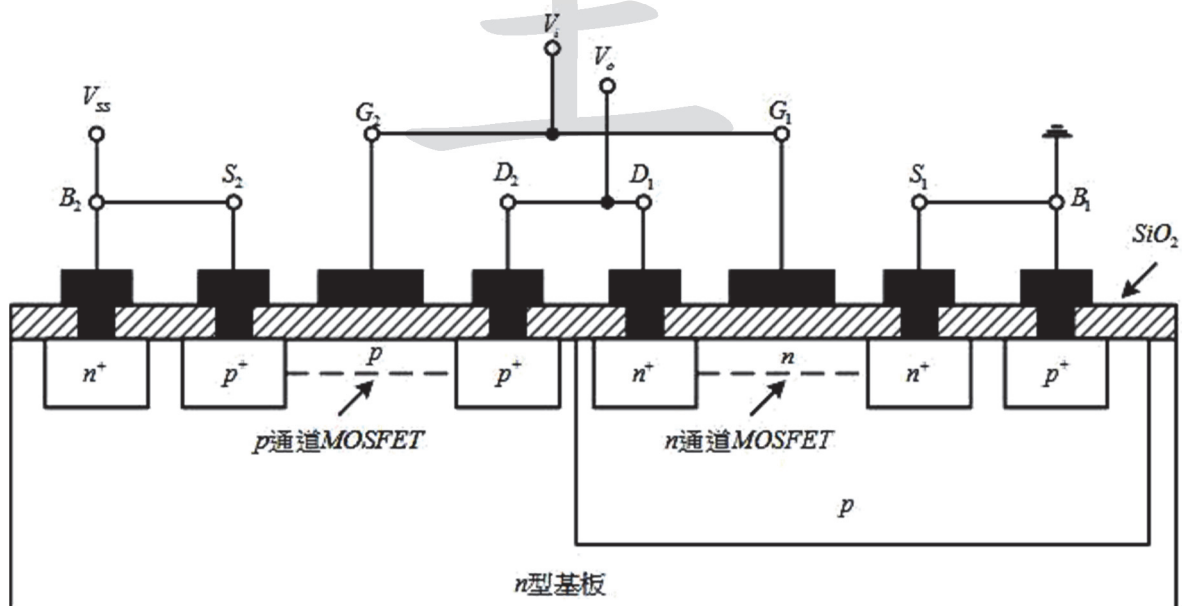
具高电压增益
R_i 小, 高频响应佳

CD:



为电压跟随器
具阻抗匹配

(二)



二、(一)請說明理想運算放大器有那些特性。(10 分)

(二)請畫出一個以運算放大器為基礎之單位增益放大器電路，並描述此電路之功能。(10 分)

《考題難易》：★★

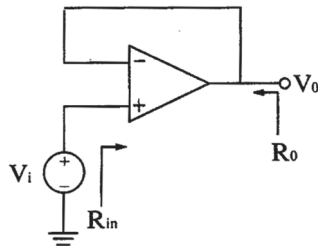
《解題關鍵》：理想運算放大器特性

【擬答】

(一)理想 OPA 特性：

1. 開迴路電壓增益 (A_v) 為無窮大，即 $A_v = \frac{V_o}{V_d} = \infty$
2. 輸入電阻 (R_{in}) 為無窮大。
3. 頻帶寬度 (band width; BW) 為無窮大 (即對任何頻率之輸入信號皆具有相同的電壓增益 A_v)。
4. 共模互斥比 (CMRR) 為無窮大，即 $CMRR = \frac{A_{dm}}{A_{cm}} = \infty$
5. 輸出電阻 (R_o) 為零，即 $R_o = 0\Omega$
6. 補偏電壓 (V_{off}) 為零，即 $V_+ = V_- = 0$ 時， $V_o = 0V$
7. 補偏電流 (I_{off}) 為零，即 $I_+ = I_- = 0$
8. 無迴轉率 (slew rate)，即 $SR = \infty$

(二)



1. 電壓增益 $\frac{V_o}{V_i} = 1$
2. 輸入電阻 $R_{in} = \infty$
3. 輸出電阻 $R_o = 0$
4. 此電路適合作為單位增益緩衝器，亦可作為 dc (直接耦合型式) 電壓隨耦器。

成為國營.特考之星

就選志光學儒保成



鐵路特考 高員三級運輸營業 莊○翔	鐵路特考 高員三級會計 陳○利	鐵路特考 高員三級材料管理 陳○勳	鐵路特考 員級運輸營業 邱○峰	國營事業職員 台電企管 徐○玫	國營事業職員 台糖儀電 馬○雍
台電僱員 綜合行政中區 蘇○婷	台電僱員 綜合行政南區 李○	台電僱員 綜合行政東區 李魏○榛	台電僱員配電 線路維護南區 蔡○寬	台電僱員配電 線路維護澎湖區 陳○豪	台電僱員 起重技術北區 邱○元
台水評價人員 營運士業務類第五區 劉○謨	台水評價人員 營運士行政類第七區 王○禾			台水評價人員 技術士操作類(甲)第四區 陳○愷	中華郵政專業職(二) 外勤郵遞業務南投 陳○丞
中華郵政專業職(二) 外勤郵遞業務三重 陳○忻	中華郵政專業職(二) 外勤郵遞業務板橋 李○霖			中華郵政專業職(二) 內勤櫃台業務(身心)屏東 卓○芬	中華郵政專業職(二) 內勤櫃台業務(身心)南投 廖○軒
中華郵政專業職(二) 內勤櫃台業務(身心)台東 林○省	中華郵政專業職(二) 內勤櫃台業務(身心)苗栗 江○維			中華郵政專業職(二) 內勤櫃台業務(身心)台中 洪○恆	中華郵政專業職(二) 內勤櫃台業務南投 賴○璋
中華郵政專業職(二) 內勤櫃台業務新竹 廖○涵	中華郵政專業職(二) 內勤櫃台業務苗栗 徐○恩	中華郵政專業職(二) 內勤櫃台業務三重 葉○熔	中華郵政專業職(二) 內勤櫃台業務台南 葛○瑄	中華郵政專業職(二) 內勤櫃台業務台中 李○億	中華郵政專業職(二) 內勤郵務處理嘉義 吳○軒
中華郵政專業職(二) 內勤郵務處理台北 洪○強	中華郵政專業職(二) 內勤郵務處理三重 李○喬	中華郵政專業職(二) 內勤郵務處理台北 紀○名	中華郵政專業職(二) 內勤外匯櫃台台南 黃○瑄	中華郵政專業職(一) 程式設計不分區 呂○珊	 完整榜單查詢 請洽全國各班

三、(一)請畫出一個 CMOS 互補式金氧半場效電晶體反相器 (Inverter) 電路，並畫出其輸入輸出電壓轉移特性曲線圖。(10 分)

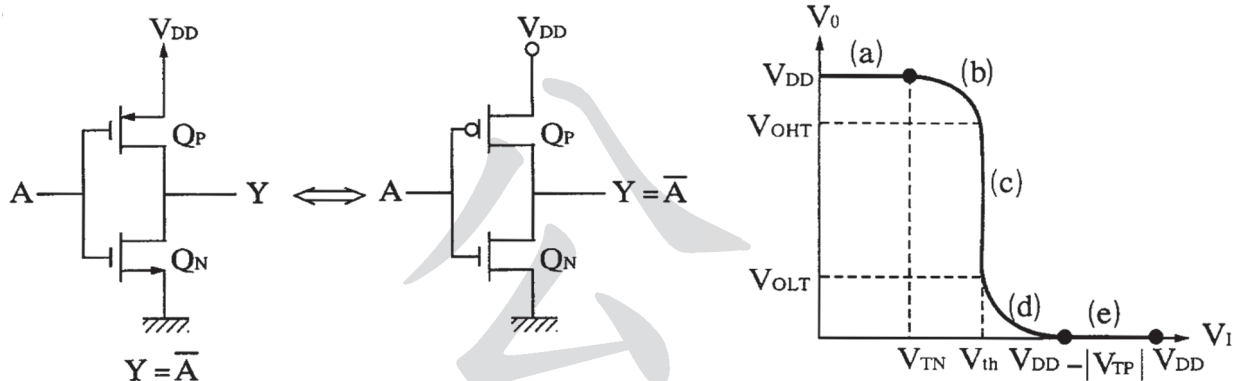
(二)何謂 MOS 的通道長度調變效應 (Channel length modulation effect) 及基底效應 (Body effect) ? (10 分)

《考題難易》：★★

《解題關鍵》：CMOS 反相器 (Inverter) 電路及 MOS 的通道長度調變效應及基底效應

【擬答】

(一)



(二)

通道長度調變效應 (channel length modulation effect) :

當 $V_{DS} > V_{DS(sat)}$ 時，汲極通道之接面空乏區將占去一部分通道，導致通道有效長度 L_{eff} 變短，通道電阻減少， V_{DS} 電壓仍維持 $V_{DS(sat)}$ ，故 I_{DS} 隨 V_{DS} 增加而變大。當考慮通道調變效應時，輸出電流 I_D 具有斜度存在。

基底效應 (Body effect) :

當源極與基板間外接反向偏壓 V_{SB} 時，源極與基板接面空乏區寬度增加，有效通道厚度變小，電流 I_D 變小，源極與通道接面位障增加，因此臨界電壓 V_t 隨 V_{SB} 增加而變大。

選擇 志光學儒保成

是你通往 上榜最快的捷徑

你還可以考這些考試

- ✓ 初等考
- ✓ 鐵路營運人員
- ✓ 國營聯招職員
- ✓ 中油僱員
- ✓ 台電僱員
- ✓ 台菸酒評價人員
- ✓ 台水評價人員

The illustration shows a person in a yellow shirt and brown overalls holding a large yellow pencil. In the background, a train is passing through a tunnel.

四、(一)何謂 BJT 雙載子接面電晶體的厄立效應 (Early effect) 及埃伯斯-莫爾模型 (Ebers-Moll model) ? (10 分)

(二)請說明使用差動放大器優於單端放大器的原因。(10 分)

《考題難易》：★★

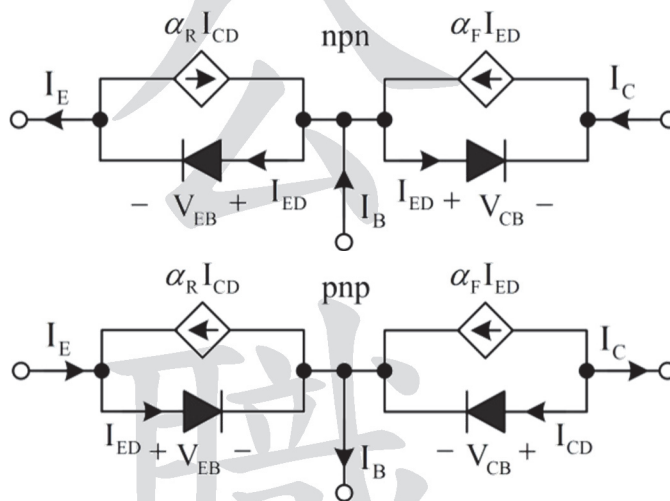
《解題關鍵》：BJT 厄立效應 (Early effect) 及埃伯斯-莫爾模型

【擬答】

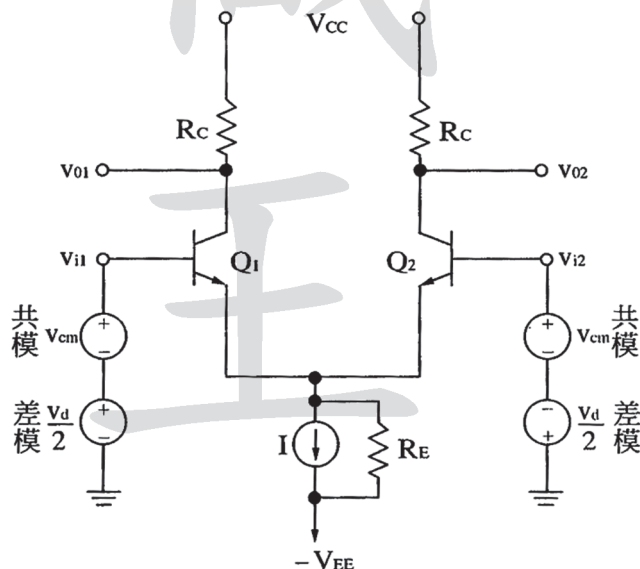
(一)1. 歐萊效應：

集射極電壓 V_{CE} 愈增加時，集基極逆向偏壓 $|V_{CB}|$ 愈高，集基接面 J_C 的空乏區寬度隨之增加，故基極有效寬度因而減少。集極電壓對基極有效寬度的調變稱為歐萊效應或基極寬度調變效應。

2. npn 和 pnp 電晶體埃伯斯-莫爾模型：



(二)



許多訊號含有共模雜訊 (common mode noise)，例如：雜訊及溫度變化，透過差額放大器的差額輸出型式而彼此抵消這些雜訊，對放大器的影響有效排斥雜訊及獲得較佳的穩定度。

五、(一)請說明負回授在放大器設計時有那些效應。(10 分)

(二)何謂放大器之主極點 (dominant pole) 補償及極點零點 (pole-zero) 補償? (10 分)

《考題難易》：★★

《解題關鍵》：負回授特性

【擬答】

(一) 1. 電路增益下降，穩定度增加。

$$\text{若 } \beta A \gg 1, \text{ 則 } A_f = \frac{A}{1 + \beta A} \cong \frac{A}{\beta A} = \frac{1}{\beta}$$

$$2. \text{降低增益靈敏度: } \frac{\Delta A_f}{A_f} = \frac{1}{1 + \beta A} \left(\frac{\Delta A}{A} \right)$$

3. 頻寬延展

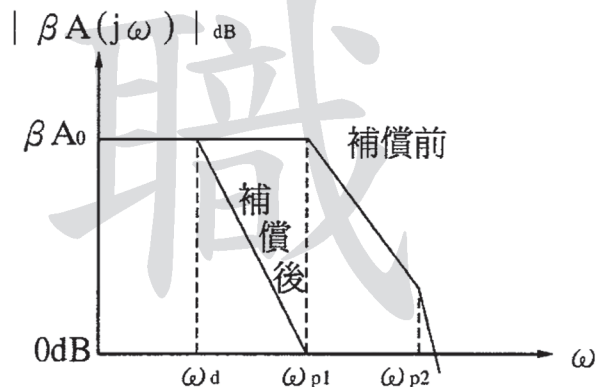
$$\omega_{Hf} = \omega_H (1 + \beta A_M)$$

$$\omega_{Lf} = \frac{\omega_{Lf}}{1 + \beta A_M}$$

4. 可以抑制後級雜訊，提高訊號雜訊比 (signal-to-noise ratio)。

(二) 1. 主極點 (dominant pole) 補償

主要是使補償後的 $20 \log |\beta A|$ 曲線與 ω 軸相交於補償後的 -20 dB/decade 斜率線段，如此可使此相位邊界為 $45^\circ \sim 135^\circ$ ，確保此系統無條件穩定。



2. 極點零點 (pole-zero) 補償

增加一極點與一零點，使得零點與原第一個極點相同而抵銷