

SINCE 1984  
**CNT** 技職創造藍天  
Educational Center  
專業辦學 · 績效卓越

專業 優質 權威

# 立志成功

專辦高職 · 綜高升科大/四技/大學

## 專業科目

高二班(下)電子學

陳柏亦 老師編授



LEARNING  
There is no end to learning. 學無止境

Change 改變

美國總統歐巴馬：  
期待他人或等待未來，改變將永難實現。  
你自己，就是你等待的人。  
同學們...有些事現在不做，一輩子都不會做了  
是時候改變你(妳)的人生！



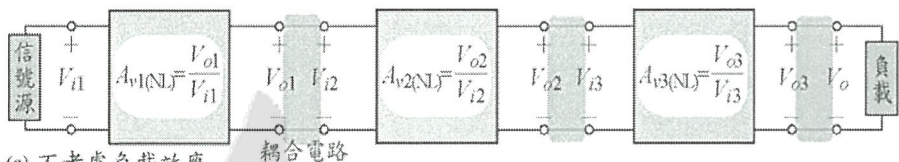
# 第七章 串級放大

## 內容公式精要

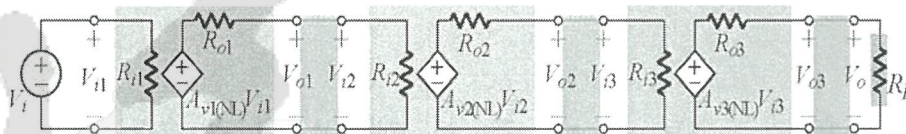
### 7-1 分貝定義

#### 一、多級放大大塊圖：

當電晶體電路所接不只一個時，電壓與電流增益會變大，如下圖(1)所示。



(a) 不考慮負載效應



(b) 考慮負載效應

圖(1)

可以求出下列數值：

1. 總電壓增益  $A_{VT} = A_{V1} \times A_{V2} \times A_{V3}$
2. 總電流增益  $A_{IT} = A_{I1} \times A_{I2} \times A_{I3}$
3. 總功率增益  $A_{PT} = A_{VT} \times A_{IT}$

顯然其值愈乘愈大，因此為了表達的方便，故而創立了分貝(dB)

#### 二、功率增益分貝：

$$\text{dB} = 10 \log \left( \frac{P_o}{P_{IN}} \right)$$

上述之總功率增益表達成功率分貝時，如下式所示。

$$10 \log(A_p) = 10 \log A_{VT} + 10 \log A_{IT}$$

#### 三、電壓增益分貝：

$$\text{dB} = 20 \log \left( \frac{V_o}{V_{IN}} \right)$$

上述之總電壓增益表達成分貝時，如下式所示。

$$20 \log A_{VT} = 20 \log A_{V1} + 20 \log A_{V2} + 20 \log A_{V3}$$

(老師叮嚀)：遇到增益為分貝時為相加；遇到增益為倍數時為相乘。

#### 【範例 1】

有一組二級串級放大器，第一級的電壓增益為40 dB，第二級的電壓增益為20 dB，則此串級放大器的電壓增益為何？

(A) 800 dB (B) 800 倍 (C) 60 dB (D) 60 倍

【答】(C)

【範例 2】

一串級放大電路，已知第一級電壓增益為 20 dB，第二級電壓增益為 20 倍，若此串級放大電路輸入電壓  $V_i$  為  $10 \mu V$  時，則輸出電壓  $V_o$  為多少？

(A)  $200 \mu V$  (B)  $400 \mu V$  (C) 2 mV (D) 4 mV

(102 統測)

【答】(C)

四、 dBm：當輸出功率較小時，可用 dBm 表示。

1. 以 1mW 做為標準，音頻線為  $600 \Omega$ ，則其電壓為下式：

$$V = \sqrt{P \times R} = \sqrt{10^{-3} \times 600} = 0.775V$$

2. 功率  $dBm = 10 \log \frac{P}{1mW}$

五、 功率增益轉換之三種公式：

1.  $A_F = A_v \times A_I$

2.  $A_F = A_I^2 \times (R_o/R_{IN})$

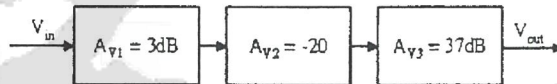
3.  $A_F = A_v^2 \times (R_{IN}/R_o)$

4.  $10 \log \left( \frac{P_o}{P_{IN}} \right) = 20 \log \left( \frac{V_o}{V_{IN}} \right) + 10 \log \left( \frac{R_{IN}}{R_o} \right)$



範例 1

1. 有一三級串接放大器，各級電壓增益分別為 40，125，200，求其總增益為多少分貝？  
(A)60dB (B)120dB (C)235dB (D)365dB。
2. 兩級放大器串接，第一級放大器之電壓增益為 20dB，第二級放大器之電壓增益為 40dB，若在第一級放大器輸入端加入峰值( $V_{i,max}$ )為  $1\mu V$  的輸入信號，則在第二級放大器輸出端之輸出信號的峰值( $V_{o,max}$ )為多少？ (A)4mV (B)3mV (C)2mV (D)1mV。
3. 一功率放大器的輸入功率為 0.01W，輸出功率為 10W，則其功率增益為 (A)20 (B)30 (C)40 (D)60 分貝。
4. 如圖所示，一個三級串接的放大器，若輸入電壓  $V_{in}$  為  $2\mu V$ ，請問輸出電壓  $V_{out} = ?$   
(A)  $V_{out} = -4mV$  (B)  $V_{out} = 4mV$  (C)  $V_{out} = -3.2mV$  (D)  $V_{out} = 20\mu V$



5. 有一 40W 輸出的放大器連接至  $10\Omega$  的揚聲器，若放大器的增益為 40dB，且為額定輸出時，求其輸入電壓為何？ (A).40mV (B).0.1V (C).0.2V (D).0.4V

【98 統測】

答：1.(B) 2.(D) 3.(B) 4.(A 或 B) 5.(C)

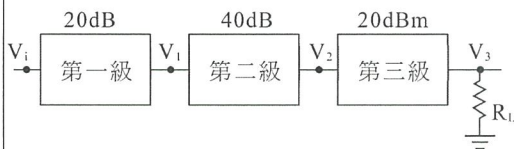
$A_{v1} + A_{v3} = 3 + 37dB = 40dB$ ，但可為 100 或 -100 倍，故電壓總增益為 2000 或 -2000 倍，則輸出電壓  $V_{out}$  為  $(2\mu) \times (\pm 2000) = \pm 4mV$ ，應選(A)或(B)均可

dBm



範例 2

如圖所示，第一級電壓增益為 20dB，第二級電壓增益為 40dB，第三級輸出為 20dBm。假設輸入  $V_i$  為  $1\mu V$  且輸出阻抗  $R_L=100k\Omega$ ，下列敘述，何者錯誤？ (A)第三級輸出功率  $P_3$  為 100mW (B)第二級輸出電壓  $V_2$  為 1mV (C)第三級輸出電壓  $V_3$  為 100V (D)三級放大器總增益為 140dB。



答：1.(D)

$A_p$ 之轉換公式(1)



### 範例 3

已知有一個多級放大器，其輸入電阻為  $1k\Omega$ ，而負載為  $9\Omega$ ，當輸入電壓為  $100V$  時，其輸出電壓為  $30V$ ，求其功率增益為多少 dB？ (A)10 (B)20 (C)30 (D)40。

答：(A)

解  $G_p = 10 \log \frac{P_o}{P_{in}} = 10 \log \left( \frac{V_o}{V_{in}} \right)^2 \times \frac{R_i}{R_o} = 10 \log \left( \frac{30}{100} \right)^2 \times \frac{1 \times 10^3}{9} = 10 \text{dB}$

$A_p$ 之轉換公式(2)



### 範例 4

若有一個三級的串級放大電路，已知  $A_{v1} = -40$ ， $A_{v2} = -50$ ， $A_{v3} = -30$ ，且  $A_{i1} = 20$ ， $A_{i2} = -20$ ， $A_{i3} = 10$ ，試求電路總功率增益為多少？ (A) $1.2 \times 10^8$  (B) $-1.2 \times 10^8$  (C) $-2.4 \times 10^8$  (D) $2.4 \times 10^8$  (E) $3.6 \times 10^8$ 。

答：(D)

$A_p$ 之轉換公式(3)



### 範例 5

已知有一個多級放大器，其輸入電阻為  $100\Omega$ ，而負載為  $1K\Omega$ ，當電流增益為  $20\text{dB}$ ，求其功率增益為多少 dB？ (A)10 (B)20 (C)30 (D)40。

答：(C)

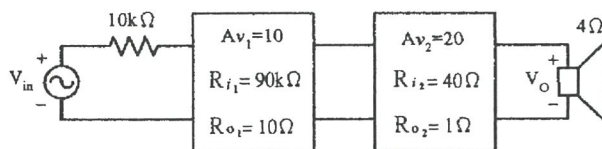
有負載之多級方塊圖



### 範例 6

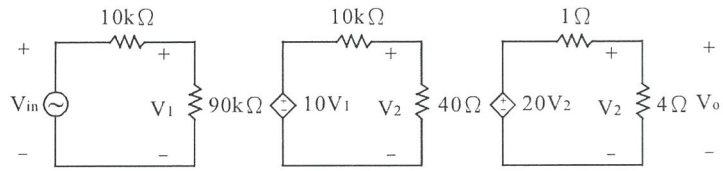
圖中之  $A_v$ 、 $R_i$ 、 $R_o$  分別代表各級放大器之電壓增益、輸入及輸出阻抗，試問整個電路的電壓增益  $V_o / V_{in}$  約為：

- (A) 98
- (B) 115
- (C) 144
- (D) 200 (92 統測)



答：1.(D)

【詳解】 整個電路之方塊圖如下：



$$\therefore \frac{V_o}{V_{in}} = \frac{90k}{10k + 90k} \times 10 \times \frac{40}{10 + 40} \times 20 \times \frac{4}{1 + 4} = 115$$

