

篇名

運算放大器(OPA)原理之探討

作者

蔡佳志。國立金門農工。子三甲

王少軒。國立金門農工。子三甲

翁明陽。國立金門農工。子三甲

運算放大器(OPA)原理之探討

前言:

近幾年來，電子元件不段地演變・創新，使得科技興盛，其中運算放大器(OPA)因其性能優越，使用簡便及價格低廉等優點，已經變成使用廣泛，普及化的固態電子裝置，不但在高級的電子儀器裡，運算放大器(OPA)屢用不鮮，就是一般消費性電子產品中，以運算放大器(OPA)為組成要項的線性積體電路也相當普遍，因是之固對依個電子本科系學生・技術員・工程師而言，熟悉了解運算放大器(OPA)的理論，基本功能及其應用技巧乃為必備應有的知識，在今日科技領域中，運算放大器(OPA)廣泛使用，也從基本型演化出多種型態，每種都有屬於它的特性及優略，所以想了解這眾多的運算放大器(OPA)家族，就一定需要知道最基本運算放大器(OPA)之內部電路解析，基本之特性及其作用，其次再從常見之運算放大器(OPA)下手，一步一步的往下深深一般。

摘要:1 運算放大器(OPA)初步須知。

2.理想運算放大器(OPA)之特性。

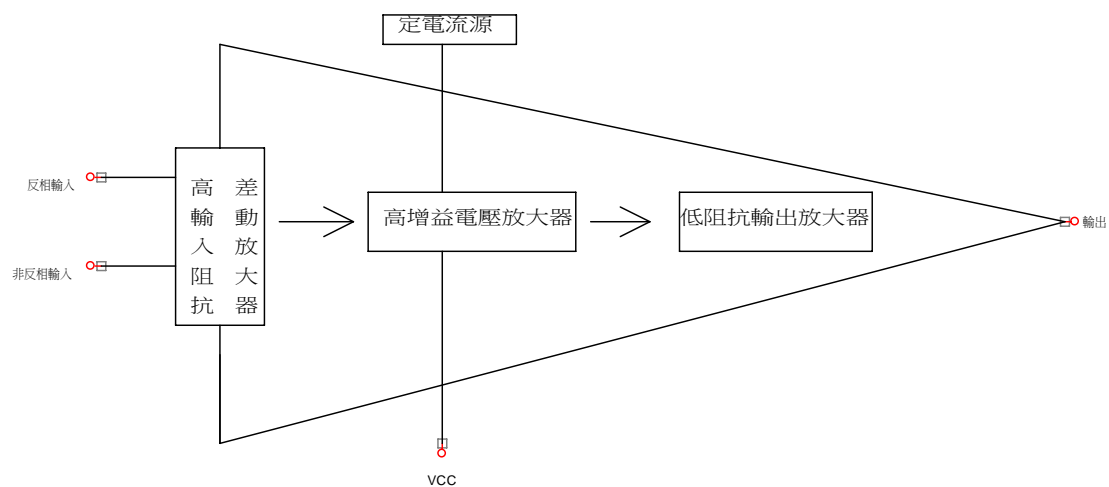
3.運算放大器(OPA)基本電路。

4.結論。

—

將許多電晶體・電阻・電容等元件連接組合在一起小晶片上，在將此晶片加以封裝，即成為一獨立元件，這就是所謂線性積體電路，亦稱 IC 運算放大器(OPA)。

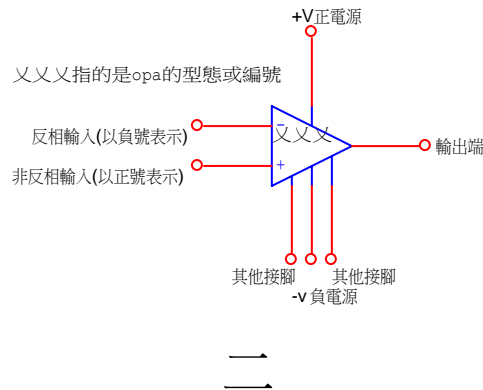
下圖為運算放大器(OPA)的結構方塊圖:



運算放大器(OPA)最重要的特性是:

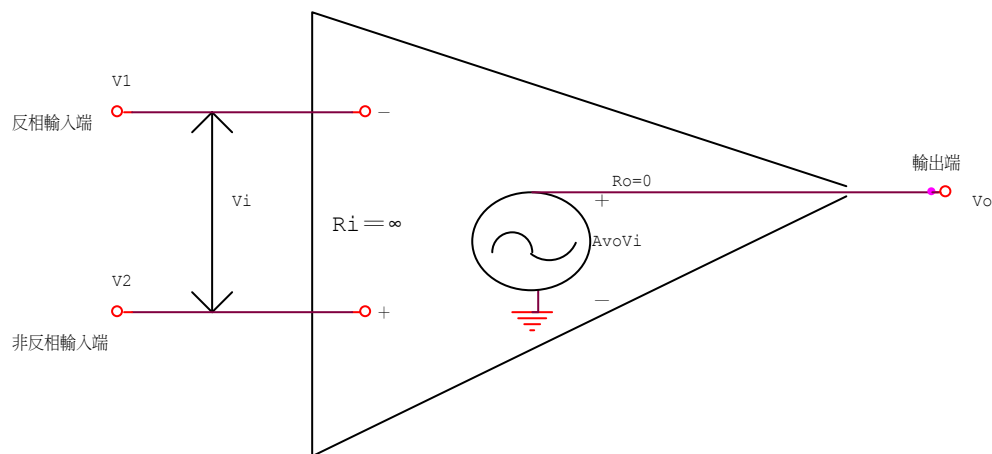
- (1) 高的輸入阻抗，因此在輸入端產生的電流可忽略。
- (2) 非常高非常的開路增益。
- (3) 非常低的輸出阻抗，所以放大器接負載時並不影響輸出。

標準運算放大器(OPA)符號圖如下：

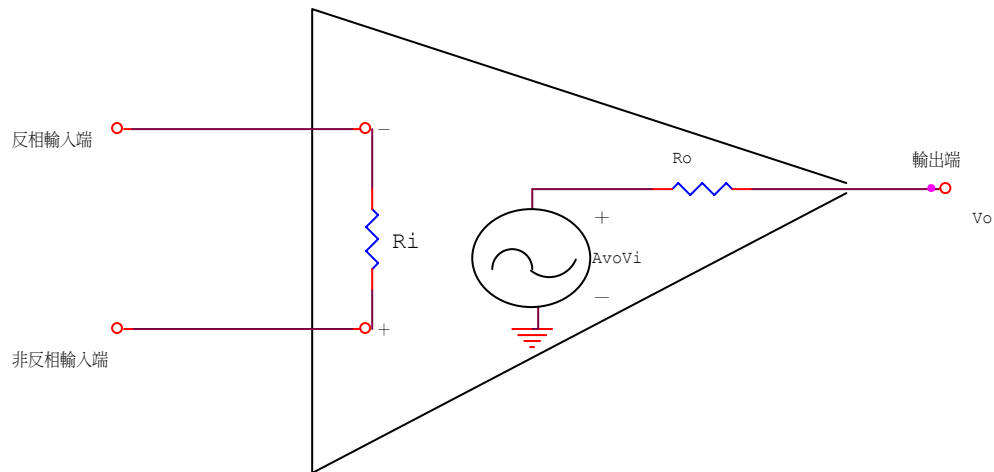


實際的運算放大器(OPA)與理想運算放大器(OPA)的特性極為接近，為了運算放大器(OPA)之設計及增億計算的方便，因此一般在討論時，均把它看成理想運算放大器(OPA)來操作。

其內部等效電路圖如下：



(A)理想的 OPA



(B)實際的 OPA

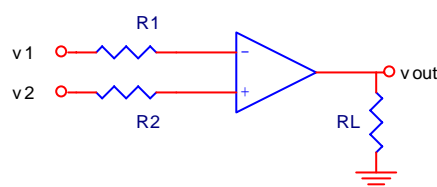
理想運算放大器(OPA)具下列特性:

- (1)輸入電阻無限大 $R_i = \infty$ ，即輸入電流為零 $I_i = 0$ 。
- (2)輸出電阻為零 $R_o = 0$ 。
- (3)開環路電壓增益無限大 $A_v = -\infty$
- (4)頻帶寬度無限大 $BW = \infty$
- (5)輸入抵補電壓等於零時 $V_o = 0$ (電路平衡)。即當 $V_{i1} = V_{i2}$ 時， $V_o = 0$ 。
- (6)共模拒斥比無限大 $CMRR = \infty$ ，即因共模增益等於零 $A_c = 0$ 。
- (7)特性不受溫度變化而漂移。
- (8)響應時間為零，即無時間延遲。

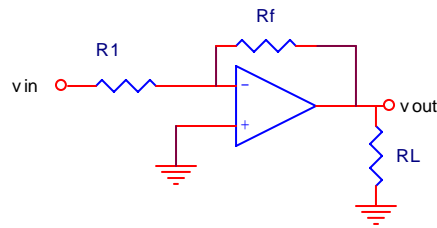
三

1 電壓比較器:

一個電壓比較器是用來比較一個輸入端的電壓與另一個輸入端的電壓。如下圖所示為最基本的電壓比較器，在這簡單的電路(開路增益模式)組合中，只要兩個輸入端有任何少許的差別，將推動輸出端到達飽和(saturation)。輸出達到飽和的方向取決定輸入信號的極性，當反向輸入端電壓比非反向輸入端電壓為正時，輸出電壓將擺到負飽和($-V_{sat}$)。同理當反向輸入端電壓比非反向輸入端為負時輸出電壓將擺到正飽和($+V_{sat}$)。



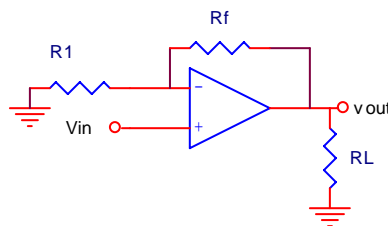
流，一個運算放大器(OPA)具有相對的線性增益及輸出可由輸入控制的函數。下圖顯示最基本的反向放大器。



$$A_V = -R_f/R_1$$
$$V_{out} = -R_f V_{in}/R_1$$

3 非反向放大器

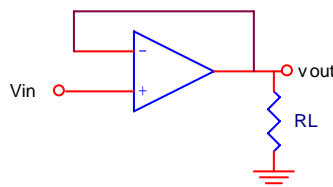
運算放大器(OPA)可以使用非反向放大器，如下圖所示。在這種電路組合用來控制增益的電阻，是加在反向輸入端，但 V_{in} 是加在非反向輸入端，輸出電壓是與輸入電壓相同。



$$A_v = R_f/R_1 + 1$$
$$V_{out} = (R_f/R_1 + 1)V_{in}$$

4 電壓隨耦器

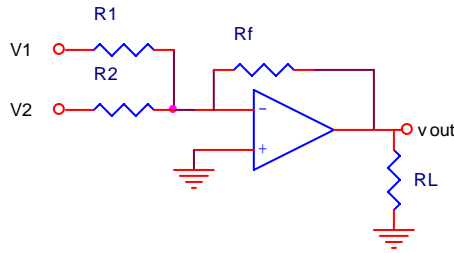
電壓隨耦器通常定義為電路增益為 1 或輸出電壓隨者輸入電壓些微減少。減少存在於輸入與輸出間的阻抗是隔離的。運算放大器(OPA)的電壓隨耦器是特有用。如下圖所示。



$$V_{out} = V_{in}$$

5 電壓和放大器

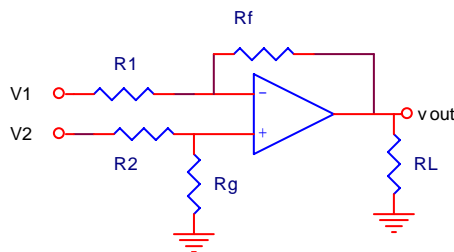
基本的反相放大器，加上另一輸入電阻，即可做成一個反相總和放大器或類比加法器。如下圖所示。



$$V_{out} = - (R_f V_1 / R_1 + R_f V_2 / R_2 + \dots + R_f V_n / R_n)$$

6 電壓差放大器

電壓差電路類似於電壓比較器，兩輸入端用來感知兩者間的電位差，但這時電路是採用閉路模式，結果輸出電壓變為可以控制及可預知。如果外加電阻都相等的话電壓差放大器就像類比數學電路而通常稱為電壓減法器。如下圖所示。



$$V_{out} = -R_f V_1 / R_1 + (R_g / R_2 + R_g) + (R_1 + R_f / R_1) V_2$$

如果 $R_1 = R_2 = R_f = R_g$

則 $V_{out} = V_2 - V_1$

經過各種書籍的蒐集資料後，我們發現運算放大器可以配合其他零件來達到其他不一樣的功能，例如他可以作加，減，乘，除，微分和積分的運算，也有放大功能，和比較功能，為了讓我們可以更佳利用，我們一定要先了解他的一些特性和結構，所以經由以上的說明，相信只要看過的人都可以有大部分的了解，並且獲益良多。

參考文獻

- 1 運算放大器手冊(歐福源，劉良俊)
- 2 運算放大器原理與應用(魏哲和)
- 3 運算放大器規格表(全華)