

電子學

基本觀念

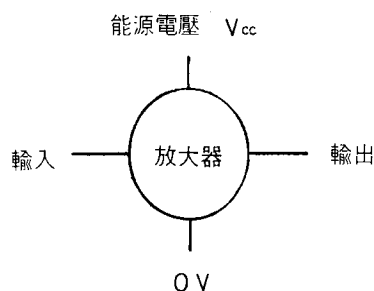
電子學的一些想法，都很簡單而且重要，其重要性，我認為是超過Maxwell方程式與測不準原理。因為這些物理經驗定律可以因為換個宇宙而修改，而電子學那些觀念無形無式，不必因為換個宇宙而修改。下面所談到的僅是類比電子學裏的一些觀念，在數位電子學方面，因為我程度不夠，不能談及，也許那裏面有更美麗的事物。

放大

電子學裏第一件想做的事，應是放大，怎麼把信號放大呢？試想像一個放大器，不管它內部如何，先問它和外界應有如何的連接呢？

它需要一條線傳遞輸入電壓。但電壓是一件相對的事，所以要有一條線輸入電壓，它才知道電壓基準為何。它需要一條輸出線，使輸出的電壓是輸入的100倍。還有它要放大電壓，必需要外界供給能量，所以還要一條供源電壓線。

如此就是一個放大器了。



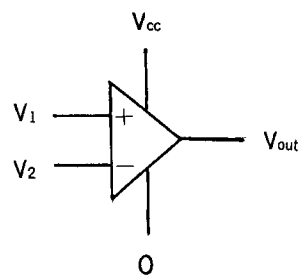
比較

電子學第二件事在做比較。比較器作這樣的事情

if $V_1 > V_2$ 則 $V_{out} = V_{cc}$

if $V_1 < V_2$ 則 $V_{out} = 0$

有了比較器就能精密的判定誰大誰小，有了精密的判定，才有敏銳的「回授」。比較器其實只是放大觀念的延伸，它是把 $(V_1 - V_2)$ 作放大，把 $(V_1 - V_2)$ 放大 ∞ 倍，但最高也只能升到能量上限 V_{cc} ，最低當然是0。 V_{cc} 和0之間的值只在瞬間存在，因為只要差一點就放大 ∞ 倍（實際上約 $10^5 \sim 10^6$ 倍）。

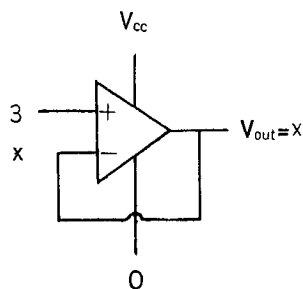
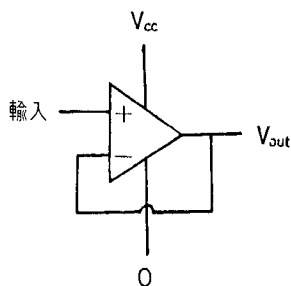


● 林怡華

穩值

有了比較器，就能產生穩定的放大器。例如我們要把信號放大 100 倍，可是你如果不監督著，那放大器會真的 100 倍那麼準嗎？剛買來時，也許是 100 倍，用了一年，也許變成 98 倍。況且任務執行時，若有雜訊干擾，供壓不足，負載過重，溫度漂移等等事情發生，則不能保持在 100 倍，是常見的事。所以需要監督，用比較器來監督吧！我們先看放大 1 倍而已的情形。

在這線路裏，如果輸入是 3 volt，問 $X = ?$



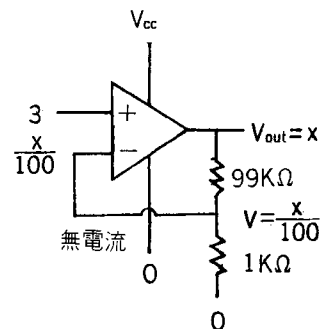
答： $(3 - X) 10^6 = V_{out} = X$

$$X = \frac{10^6}{10^6 + 1} \cdot 3$$

換句話說 $X = 3$ ， X 被嚴密的保持在 3 旁邊。

要放大 100 倍呢？

使用以下線路



令 $V_{out} = X$ 不知道

則兩電阻間的電壓 V 一定為 $\frac{X}{100}$ ，因為

其旁路上幾乎沒有電流通過（實際上的電流在 $10^{-9} \sim 10^{-12}$ 安培）

於是利用

$$\left(3 - \frac{X}{100}\right) 10^6 = X, \text{ 可解出 } X =$$

300。

如此便穩定的放大了 100 倍。

你發現到了嗎？如果這比較器因為外來因素，使得其內部放大率由 10^6 衰減到 10^5 ，則對放大 100 倍的工作卻沒有什麼影響。漂離 100 倍的程度僅由 99.99 倍大到 99.9 倍，而不是由 100 倍漂移到 10 倍。

這樣就是使放大率穩定的方法。它穩定不必基於穩定的半導體材料，而基於邏輯之必然。

回授

把輸出的情形取一部份出來，和輸入的情形作比較，就是回授。回授的關鍵在於比較。自然界裏有太多的回授例子，在人體內各種信息的傳達、執行、分子濃度的調節都是。電子學裏的比較器操作方便，提供一個簡便的方式來想像回授。但在人體內進行的回授就較複雜了。而更重要的是，比較器有一個取出輸出值的動作，但在生物裏卻沒有這個動作，我們宜把取出信號這件事從另一個觀點來看。

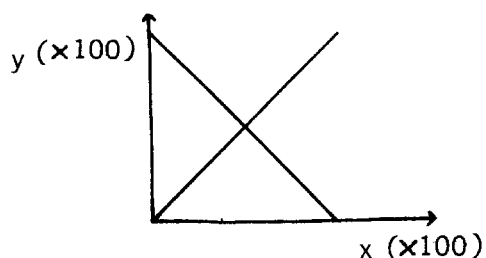
就看放大 100 倍那個方程吧。

$$\left(3 - \frac{X}{100}\right) 10^6 = X$$

求 X 可想成在求

$$Y = \left(3 - \frac{X}{100}\right) 10^6 \quad \text{和}$$

$Y = X$ ，兩條線的交點



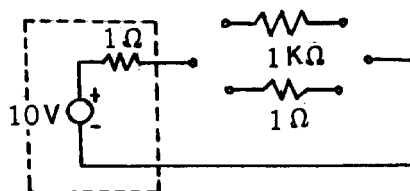
從這觀點來看，輸入的 3 變成 3.1 只是線移動了，交點自然移動，就沒有所謂的取不取信號了。

在人體內各輸出值的決定也是在於交點，只不過方程式一定是 n 元高次的聯立方程組，某一輸入值改變，則幾千種物質的濃度都會變，例如吃入蔗糖或鹽，許多物質濃度跟著改變。

輸入・輸出

這是大家所熟知的觀念，你要輸入什麼，你要輸出什麼。而同樣重要的觀念是，你怎樣迎接輸入，怎樣製造輸出。

你知道輸入的信號其能量通常是很微弱的，例如天線進來的電壓信號，它可以高達 2 volt，但你不可以用它來作功、流過電阻等等，一做功，大概只剩 10^{-4} volt 了。所以你的接收端必須是高電阻，堅硬如牆壁，球打在牆上還會反彈，球打在棉花上，能量都不見了，根本不知當初進來的 V 是多少。也就是說接收端儘量不要影響要收的信號。也就是所謂的「輸入端高阻抗」輸出呢？輸出標榜的則是「低輸出阻抗」，最好就是做到 0 阻抗，試想你原本想輸出 10 V。



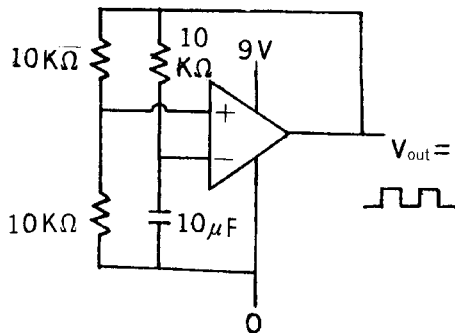
但輸出端稍微有 1 Ω 的電阻，則接上 1 K 的電阻時，1 K 上的壓降確為 10 V，但接上 1 Ω 的電阻時，則壓降只有 5 V，流動的電流只有 5 安培。

輸出所要求的就是，不管你要求多大的電流，不管你使用多低的電阻，我都給你足夠 10V 的壓降，才是好的輸出。要達成這種事，當然都是靠回授啦。

振盪

振盪是一種令人嘆為觀止的技術，一個 9 V 的電池買來，其能量靜靜的耗掉。一個平靜穩定的 9 V 電源，如何能產生振盪呢？怎樣用一個平穩的東西激發出振盪呢？

方塊波形，Sin 波形，如何產生呢？下面是一個最簡單的方波產生器。



它工作的原理，若詳細的講，恐怕要有一堆計算，所以還是讓它只可意會，不能言傳吧。

瓣膜

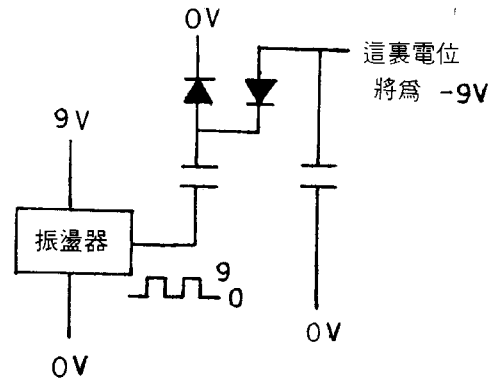
你記得心臟的心室和心房都有瓣膜嗎？電子電路也有瓣膜，那就是二極體。配合心臟的振盪與瓣膜，可以把血液輸送到比心臟高和比心臟低的地方。在電路裏也是一樣。設想你的供給電源最高是 9 V，最低是 0 V，接到任意一塊電路板上，問電路板上每一點的電壓是否一定在 0 到 9 之間？答案是「不」，你可以製造出負電

壓或高於 9 的電壓，方法是用

電容（心臟）

二極體（瓣膜）

振盪器（節律神經）



結語

寫到這裏你有沒有看出它們和自然定律的不同？電子學和物理學的不同？

物理學在於探索自然，去了解這個已存在的世界是什麼。

電子學在於問你心裏要什麼，然後去造一個你想要的世界。

一個是 discover world 一個是 design world。

你喜歡哪一種呢？

現在的半導體界，已經走到了 material design 的地步。以前要造一個元件，其特性完全受到導電帶和不導電帶的能差，energy gap 的影響，現在人類已經可以自行設計材料，取得一個自己想要的 energy gap 了，這正是電子工程師 design world 的最佳寫照啊！