

細說恆流源

引用自 <http://hi.baidu.com/star3388/blog/item/953b32f5cf9a3c24bc31091c.html>

喬治查爾斯電子電路網

<http://gc.digitw.com>

恆流源是電路中廣泛使用的一個元件，這裡整理了一些比較常見的恆流源的結構和特點。

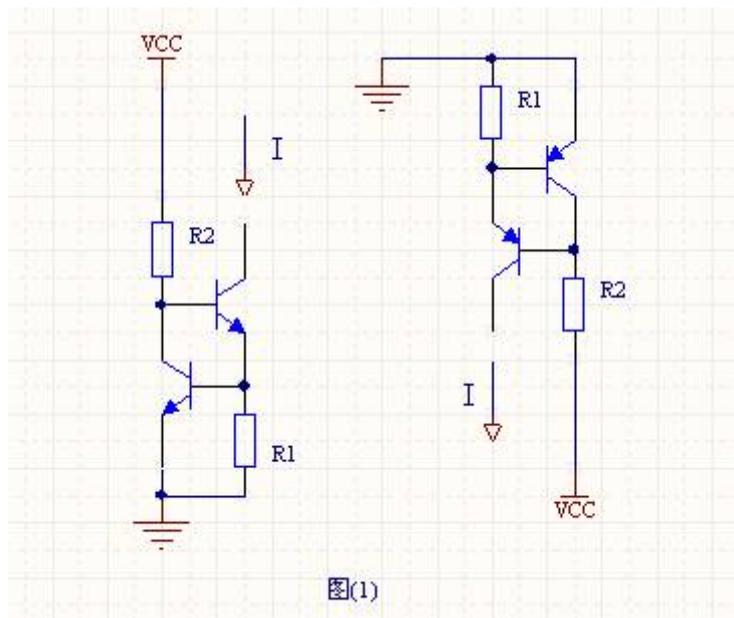
恆流源分為流出(Current Source)和流入(Current Sink)兩種形式。

最簡單的恆流源，就是用一隻恆流二極體。實際上，恆流二極體的應用是比較少的，除了因為恆流二極體的恆流特性並不是非常好之外，電流規格比較少，價格比較貴也是重要原因。

最常用的簡易恆流源如圖(1)所示，用兩隻同型三極電晶體，利用三極電晶體相對穩定的 V_{be} 電壓作為基準，

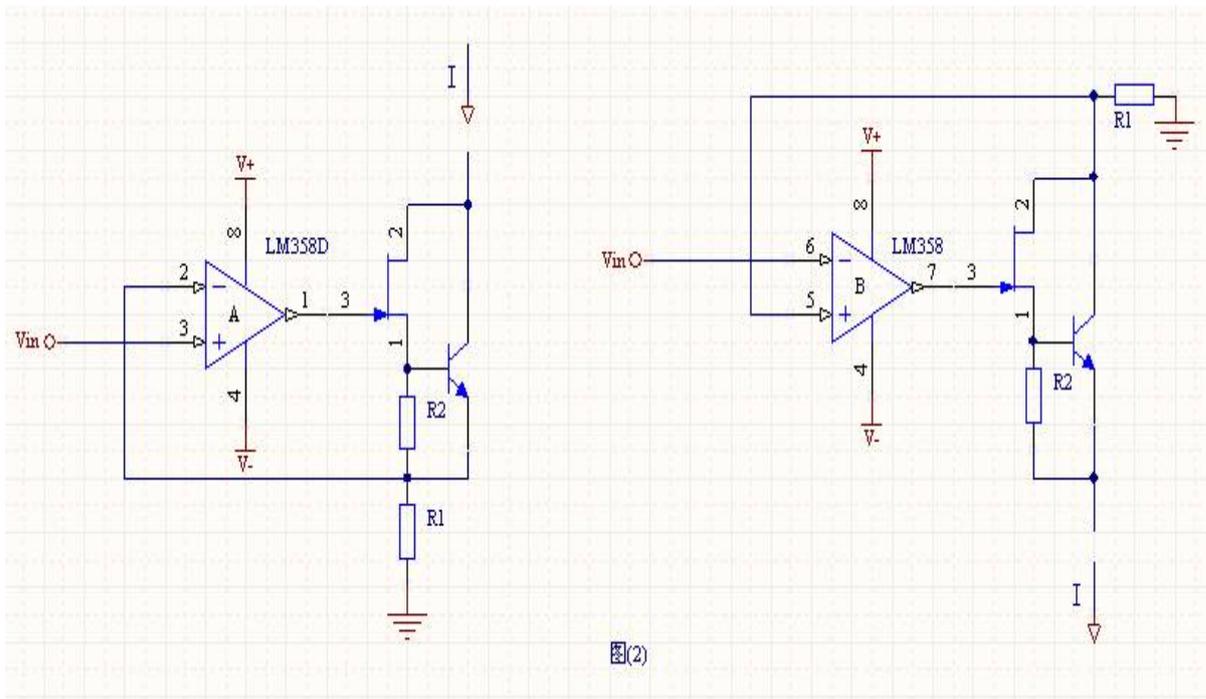
電流數值為： $I = V_{be}/R1$ 。

這種恆流源優點是簡單易行，而且電流的數值可以自由控制，也沒有使用特殊的元件，有利於降低產品的成本。缺點是不同型號的管子，其 V_{be} 電壓不是一個固定值，即使是相同型號，也有一定的個體差異。同時不同的工作電流下，這個電壓也會有一定的波動。因此不適合精密的恆流需求



為了能夠精確輸出電流，通常使用一個運放作為回授，同時使用場效應電晶體避免三極電晶體的 V_{be} 電流導致的誤差。典型的運放恆流源如圖(2)所示，如果電流不需要特別精確，其中的場效應電晶體也可以用三極電晶體代替。

電流計算公式為： $I = V_{in}/R1$

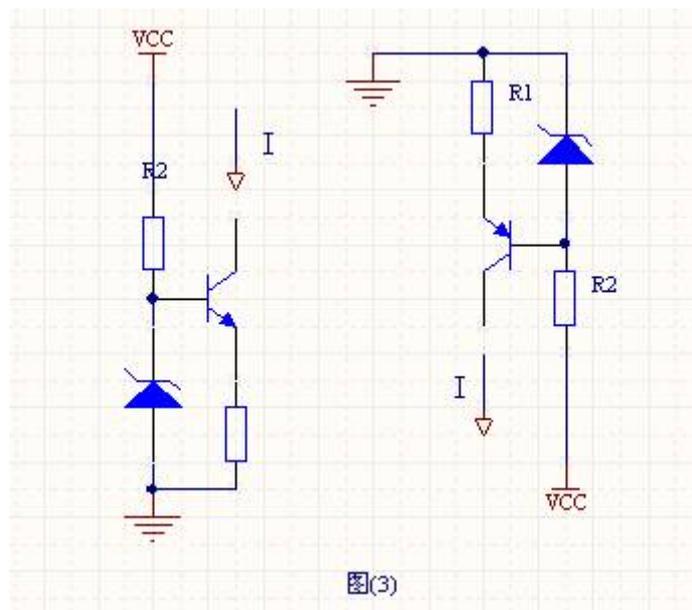


這個電路可以認為是恆流源的標準電路，除了足夠的精度和可調性之外，使用的元件也都是很普遍的，易於組成和調試。只不過其中的 V_{in} 還需要用戶額外提供。

從以上兩個電路可以看出，恆流源有個定式，就是利用一個電壓基準，在電阻上形成固定電流。有了這個定式，恆流源的組成就可以擴展到所有可以提供這個“電壓基準”的器件上。

最簡單的電壓基準，就是穩壓二極體，利用穩壓二極體和一隻三極電晶體，可以組成一個更簡易的恆流源。如圖(3)所示：

$$\text{電流計算公式爲：} I = (V_d - V_{be}) / R_1$$

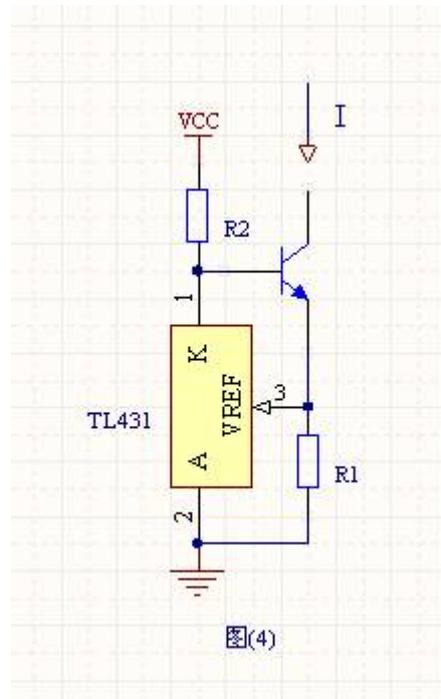


TL431 是另外一個常用的電壓基準，利用 TL431 組成的恆流源如圖(4)所示，其中的三極電晶體替換為場效應電晶體可以得到更好的精度。TL431 組成流出源

的電路，暫時我還沒想到:)

TL431 的其他資訊請參考《TL431 的內部結構圖》和《TL431 的幾種基本用法》

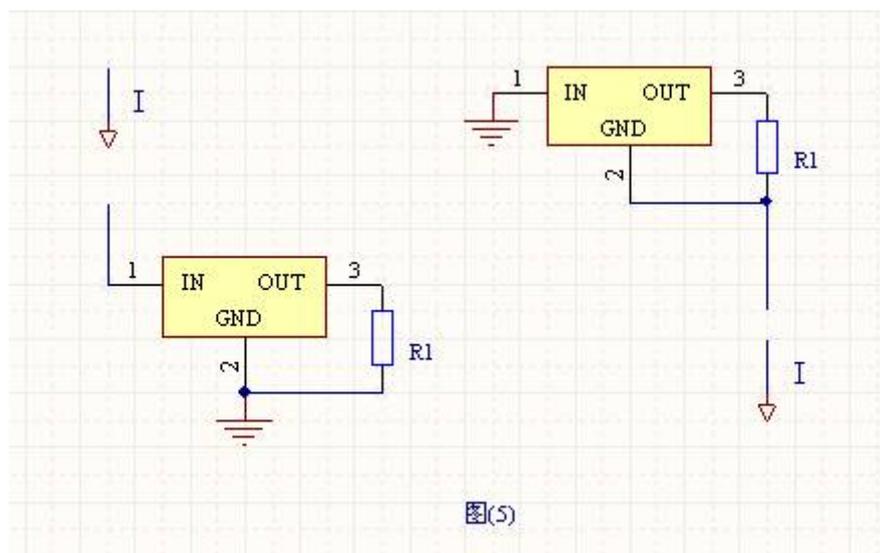
電流計算公式為： $I=2.5/R1$



事實上，所有的三端穩壓，都是很不錯的電壓源，而且三端穩壓的精度已經很高，需要的維持電流也很小。利用三端穩壓構成恆流源，也有非常好的性價比，如圖(5)所示。

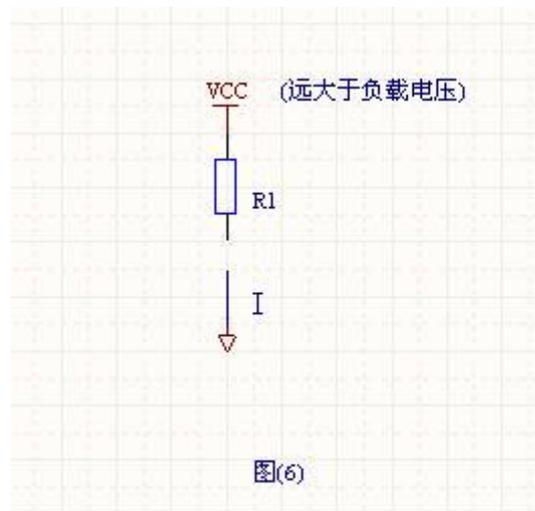
這種結構的恆流源，不適合太小的電流，因為這個時候，三端穩壓自身的維持電流會導致較大的誤差。

電流計算公式為： $I = V/R1$ ，其中 V 是三端穩壓的穩壓數值。



實際的電路中，有一些特殊的結構，也可以提供很好的恆流特性，最典型的就是一個很高的電壓通過一個電阻在一個低壓設備上形成電流，如圖(6)，這個恆流源的精度，取決於高壓的精確度和低壓設備本身導致的電壓波動。在一些開關電源電路中，這個結構用來給三極電晶體提供偏置電流。

電流計算公式為： $I=V_{in}/R1$



图(6)

值得一提的是，以上這些恆流源並不都適合安培以上級別的恆流應用，因為電阻上面太大的電流會導致發熱嚴重。

圖(2)可以通過使用更小的電阻來降低這個熱量，不過在單電源供電模式下，多數運放都不能有效檢測和輸出接近地或者 Vcc 的電壓，因此必須使用特殊的器件才能達到要求。有個簡單的辦法是通過一個穩壓器件（穩壓管，或者 TL431 等）偏置電阻上面的電壓，使得這個電壓進入運放的檢測範圍。

恆流源的實質是利用器件對電流進行回授，動態調節設備的供電狀態，從而使得電流趨於恒定。只要能夠得到電流，就可以有效形成回授，從而建立恆流源。

能夠進行電流回授的器件，還有電流互感器，或者利用霍爾元件對電流回路上某些器件的磁場進行回授，也可以利用回路上的發光器件（例如光電耦合器，發光管等）進行回授。這些方式都能夠構成有效的恆流源，而且更適合大電流等特殊場合，不過因為這些實現形式的電路都比較複雜，這裡就不一一介紹了。

感謝原作者的貢獻，提供給我們這方面的知識，這也是技術傳承的動力來源，再一次感謝。(聲明:版權屬原作者)