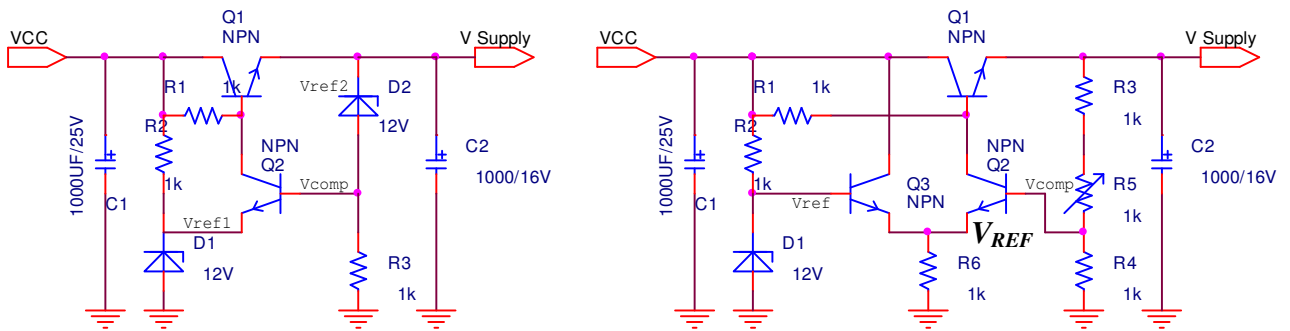


3./ Nguồn dòng Vi sai

Như đã được đề cập ở phần nguồn tích cực, để đáp ứng được độ chính xác cao của điện áp ra, cần tạo ra hai nguồn điện áp chuẩn là V_{Ref1} và V_{Ref2} nhờ D_1 và D_2 . Theo mạch bên trái, ta thấy rằng, sẽ có những nguy cơ nhất định nào đó có thể dẫn đến làm cháy hỏng transistor công suất $Q1$ và làm cho điện áp ra V_{Supply} tăng quá điện áp cho phép và nó sẽ gây ra một dòng điện cực lớn qua $D_2 - D_1$ và tiếp giáp B - E của Q_2 mà nó có thể phá hỏng các Zener cũng như cả Q_2 .



Để đảm bảo độ chính xác cao cũng như với độ an toàn tốt hơn, người ta đã đưa vào sử dụng các mạch ổn áp theo nguyên lý vi sai nhằm đạt được độ ổn định cao về mọi mặt.

Theo sự mô tả ở hình bên phải, transistor $Q1$ đóng vai trò là linh kiện khuếch đại công suất của mạch nguồn, mạch so sánh vi sai được tạo bởi $Q2$ và $Q3$. Trong đó, $Q2$ làm nhiệm vụ so sánh và $Q3$ làm nhiệm vụ tạo điện áp chuẩn V_{REF} tại cực Emmitter của nó.

Ta hoàn toàn có thể chứng minh được rằng, hiệu điện thế trên R_6 (ghép giữa hai cực Emmitter của $Q2$ và $Q3$) luôn được giữ chuẩn bởi một giá trị không đổi là:

$$V_{R6} = \text{const} = V_{ref} - U_{B3E3} \approx V_{ref} - 0,7V$$

Vì thế, cường độ dòng điện qua R_6 được tạo bởi tổng của cường độ dòng điện I_{E2} và I_{E3} cũng sẽ được giữ với một giá trị không đổi sao cho:

$$\begin{aligned} I_{R6} &= I_{E2} + I_{E3} = \text{const} \\ &= V_{R6}/R_6 = (V_{ref} - U_{B3E3})/R_6 \\ &\approx (V_{ref} - 0,7V)/R_6 \end{aligned}$$

Vì điện áp trên R_6 là $V_{R6} = \text{const}$ nên điện áp trên cực Emmitter của $Q2$ được giữ ổn định giống như trường hợp của nguồn dòng tích cực nói trên.

Tuy nhiên, điều hơn hẳn cần phải được lý giải ở đây là vì điện áp chuẩn V_{REF} được tạo bởi Q3 và trung gian qua R_6 nên nó cho phép lựa chọn được một loại điện trở có công suất lớn có thể chịu được công suất tổn thất lớn hơn so với công suất của các diode Zener (nếu sử dụng các diode Zener thì không thể chọn được các Zener chịu được công suất lớn). Điều đó có nghĩa là dòng điện I_{B1} cực đại có thể cho phép lớn hơn so với nguồn dòng tích cực. Khi đó, sự điều chỉnh dòng điện trong mạch được thực hiện bởi:

Khi điện áp so sánh V_{Comp} tăng lên thì cường độ dòng điện I_{E2} sẽ tăng lên (và cường độ I_{E3} sẽ phải giảm xuống để $V_{R6} = V_{REF} = \text{const}$ tức là để $I_{R6} = \text{const}$. Nên lúc này sụt áp trên R_1 sẽ tăng lên để làm cho V_{B1} giảm xuống sao cho điện áp ra V_{Supply} phải giảm xuống (thì khi đó V_{Comp} sẽ giảm xuống theo).

Vì như vừa đã phân tích trên, công suất tổn thất trên transistor Q2 hoàn toàn được tính như đối với mạch nguồn tích cực tuy nhiên nó có ưu điểm hơn ở chỗ là cho phép chịu được công suất lớn hơn vì có sự cho phép của R_6 (vì giá thành để chế tạo một điện trở chịu được công suất lớn rẻ hơn so với để chế tạo một Zener có cùng công suất).

Ta có thể xác định được công suất tổn thất trên R_6 bởi:

$$P_{R6} = V_{R6}^2 / R_6$$

Và ta có thể chọn được các điện trở có công suất chịu đựng lớn hơn công suất được xác định trên.

Mặt khác, để có thể xác định được giá trị điện trở của R_6 , ta cần xác định dòng cực đại qua Emmmitter của Q2:

$$\begin{aligned} I_{E2 \text{ Max}} &\geq I_{B1 \text{ Max}} = (V_{CC \text{ Max}} - V_{B1}) / R_1 \\ &= [V_{CC \text{ Max}} - (V_{Supply} + U_{BIE1})] \\ &\approx [V_{CC \text{ Max}} - (V_{Supply} + 0,7V)] \end{aligned}$$

Và vì $I_{V6} = I_{E2} + I_{E3}$ nên nếu I_{E3} đạt cực đại thì I_{E2} phải triệt tiêu và ngược lại, ta có thể suy ra:

$$I_{R6} \geq I_{E2}$$

Khi đó, ta có thể xác định được giá trị của R_6 bởi:

$$\begin{aligned} R_6 &\leq V_{REF} / I_{E2 \text{ Max}} = (V_{ref} - U_{B3E3}) / I_{E2 \text{ Max}} \\ &\approx (V_{REF} - 0,7V) / [(V_{CC \text{ Max}} - V_{B1}) / R_1] \\ &= R_1 \cdot (V_{REF} - 0,7V) / (V_{CC \text{ Max}} - V_{B1}) \end{aligned}$$

- *Các ưu điểm của nguồn vi sai*

Nguồn vi sai có ưu điểm hơn hẳn so với nguồn tích cực là có thể tạo được công suất (hay cung cấp được dòng tải lớn) lớn hơn rất nhiều. Một điều quan trọng hơn nữa là có độ ổn định điện áp rất cao, ít bị trôi điện áp do nhiệt.

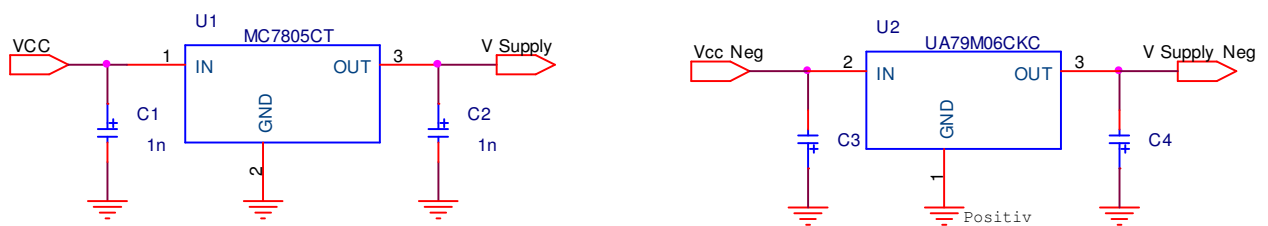
Ta đều biết rằng, nếu khi nhiệt độ tăng lên thì các tiếp giáp bán dẫn đều tạo ra dòng điện dẫn qua nó với cường độ lớn hơn... mà làm cho sự khuếch đại cường độ dòng điện của bộ phận khuếch đại công suất là Q1 bị sai lệch (tăng dòng ra) dẫn đến làm cho điện áp ra tăng lên.

Khi sử dụng mạch vi sai thì nếu nhiệt độ tăng lên, dứt khoát cả I_{E2} và I_{E3} đều tăng nên I_{R6} cũng sẽ tăng và làm cho V_{R6} tăng lên: Vì thế phân áp U_{BE} cho các transistor Q2 và Q3 đều giảm dẫn đến nó sẽ không chế sự tăng dòng điện qua R_6 và có nghĩa là điện áp trên R_6 có độ ổn định cao hơn nên quá trình so sánh được thực hiện bởi Q2 với sự tham chiếu điện áp trên R_6 sẽ chính xác hơn.

Chính vì thế, các mạch nguồn vi sai được sử dụng rất phổ biến và thường được chế tạo dưới dạng các mạch nguồn tích hợp được gọi là các IC ổn áp và có tên là họ 78XX (hai con số đầu để qui ước là họ ổn áp dương, hai con số sau qui ước giá trị điện áp ra, ví dụ, 7805 là ổn áp có điện áp ra 5V, hoặc 7812 là ổn áp có điện áp ra 12V) và họ 79XX... (họ 79XX là họ ổn áp âm, cũng như họ 78, hai con số đầu để qui ước là họ ổn áp âm còn hai con số sau là giá trị của điện áp ra, ví dụ 7905 là ổn áp ra - 5V).

Các ổn áp thuộc họ 78XX và 79XX đều được chế tạo thành một linh kiện tích hợp chỉ có 3 chân (là loại ổn áp không có điều khiển ngắt nguồn) và một số khác có 4 chân để có thể điều khiển đóng ngắt nguồn.

Loại không có đóng ngắt nguồn được mô tả bởi mạch dưới đây:



Trong đó, mạch nguồn bên trái sử dụng IC U1 là 7805 được gọi là nguồn ổn áp dương 5V vì đầu vào (chân số 1) và đầu ra (chân số 3) có cùng chiều điện thế dương, cực chung (cực thứ 2 hay còn gọi là chân số 2) là điện thế âm. Mạch bên phải sử dụng IC U2 là 7906 được gọi là mạch ổn áp âm 6V vì điện thế vào (chân số 2) và ra (chân số 3) đều có cùng chiều âm và cực chung (chân số 1) là điện thế dương.

Chú ý: Các loại mạch tích hợp (IC) đều được nhìn thuận theo mặt có chữ, các chân có thứ tự từ trái qua phải lần lượt là chân số 1, 2... và tiếp theo

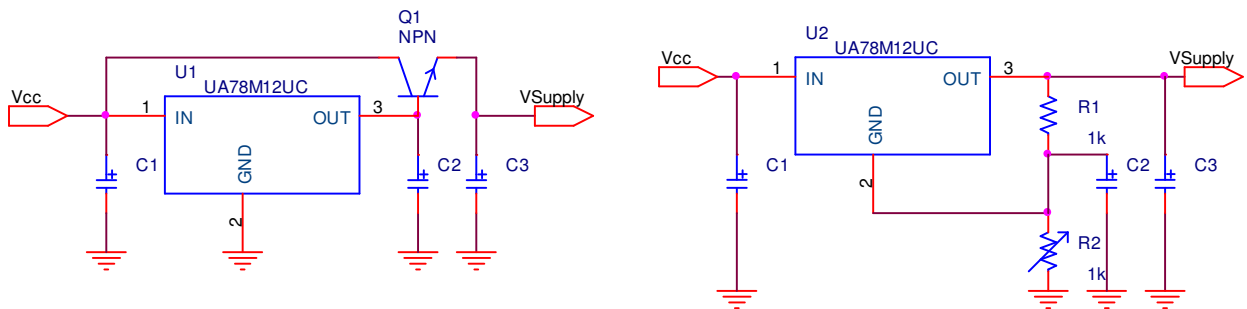
là chân cuối cùng ở phía bên phải. Hơn nữa, các IC ổn áp nói trên hiện nay trên thị trường chỉ có thể cung cấp được một dòng điện tối đa vào khoảng dưới 1A và khoảng điện áp vào chỉ cho phép gấp đôi đối với những loại ổn áp có điện áp ra dưới 12V và chỉ được phép gấp rưỡi đối với các ổn áp có điện áp ra lớn hơn 18V.

Cho nên, nếu cần sử dụng các loại ổn áp nói trên để có thể thiết kế thành một mạch nguồn hoặc có công suất lớn hơn hoặc có thể tạo ra các điện áp có thể điều chỉnh được thì có thể thực hiện theo các mạch nguyên lý dưới đây:

Mạch bên trái được gọi là mạch ổn áp nhân dòng, với cường độ dòng điện tối đa có thể cho phép trên tải là:

$$I_{Max} = I_{U1 Max} \cdot \beta$$

Trong đó, β : Hệ số khuếch đại cường độ dòng điện của Q1, $I_{U1 Max}$: Cường độ dòng điện cung cấp tối đa có thể cho phép của IC ổn áp U1. I_{Max} : Cường độ dòng điện cung cấp cho tải thông qua Q1 (tức là dòng I_E của Q1).



Khi đó, điện áp ra của mạch chỉ gần bằng điện áp ra cho phép của IC tức là nếu điện áp ra cho phép của IC là $U_{Out 0}$ thì điện áp ra trên tải sẽ là:

$$V_{Supply} = U_{Out 0} - U_{BE} \approx U_{Out 0} - 0,7V$$

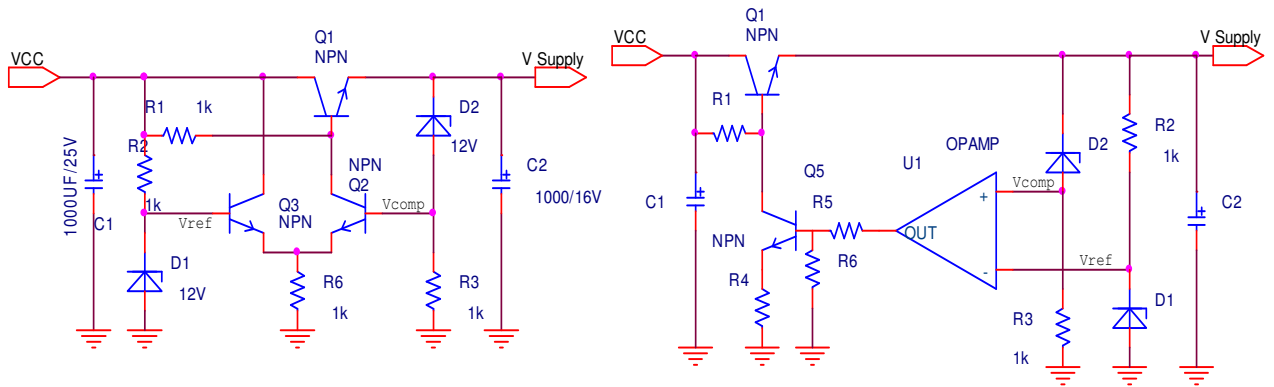
Mạch bên phải được gọi là mạch ổn áp nhân áp vì điện áp ra lúc này có thể được điều chỉnh lớn hơn điện áp ra cho phép của IC U2, nếu gọi điện áp ra cho phép của IC là $U_{Out 0}$ thì điện áp ra có thể điều chỉnh được V_{Adj} được xác định bởi:

$$V_{Adj} = U_{Out 0} \cdot (R_1 + R_2) / R_1 = V_{Supply}$$

Đối với mạch này, cường độ dòng tải tối đa đúng bằng dòng cực đại cho phép của IC có thể cấp cho tải (khoảng dưới 1A).

- **Các loại nguồn dòng vi sai**

Ta có thể tham khảo một số loại nguồn vi sai và nguyên lý hoạt động của các mạch có tính kinh điển dưới đây:



Đối với loại nguồn vi sai được mô tả ở hình bên trái đều được sử dụng phần lớn là các transistor lưỡng hạt nên nó có những nhược điểm là dễ bị trôi điện áp nhiệt (tức là thay đổi điện áp do nhiệt độ). Để hạn chế được hiện tượng này, cần khắc phục bằng cách sử dụng mạch Op – Amp để so sánh điện áp như hình phải.