

# منبع تغذیه ۵۰۰۰ ولتی پایدار

نوشته :

دکتر علی وثوقی

مؤسسه علوم و فنون هسته‌ای دانشگاه تهران

چکیده :

با استفاده از عناصر نیمه هادی تقویت کننده‌های عملیاتی یکپارچه و لاسپ‌های سه قطبی به عنوان منبع تغذیه ساخته شده است که مقدار آن از صفر تا ۵۰۰۰ ولت متغیر بوده و دقت آن  $10^{-4} \times 2$  است.

مقدمه :

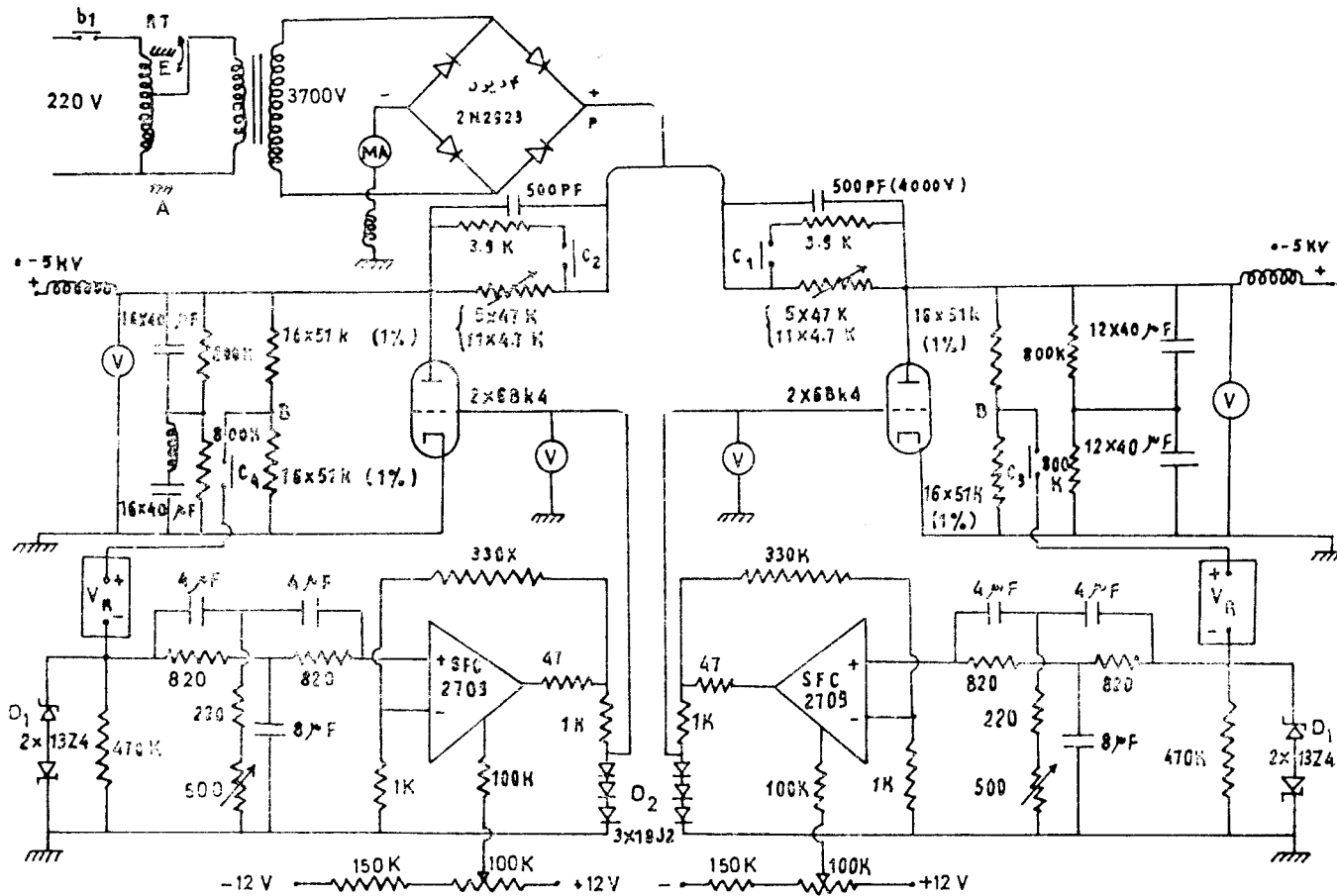
هدف از ساختن این دستگاه تأمین منبع تغذیه دولیزر یا قوتی همزمان است. یکی از عواملی که ژیتزر Jitter یا خطای همزمانی بشدت به آن بستگی دارد پایداری منابع تحریک‌لیزرها است بنابراین باید سعی شود که منابع تغذیه لیزرها پایدار بوده و دقت عالی داشته باشند.

مشخصات فنی :

شکل (۱) آرایش الکترونیکی منبع تغذیه را نشان می‌دهد. برای بدست آوردن دو منبع تغذیه صفر تا ۵KV فقط از یک چشمه ولتاژ زیاد صفر تا ۵KV استفاده شده است. پرکردن خازن‌هایی که به دوسر چراغ‌ها متصل هستند بکمک دو تقسیم کننده ولتاژ قابل تنظیم انجام می‌گیرد. بعد از مدت زمان لازم، ولتاژ دو قطب خازن‌ها ثابت می‌ماند. هر یک از این ولتاژها جداگانه و مستقلاً قابل تنظیم بوده و مقدار آنها به وضعیت مانع E و تنظیم کننده ولتاژ بستگی دارد. برای ۵KV، دامنه تنظیم حدود ۷ ولت است.

پرکردن خازن‌ها بکمک روتوترانسفورماتور RT با ولت انجام می‌شود باین ترتیب که ابتداء با قرار دادن دسته روتوترانسفورماتور در وضعیت A (وضعیت صفر) اتصال  $b_1$  روله B بسته شده و روتوترانسفورماتور تغذیه می‌گردد. نقطه P پل دیودها بوسیله مقاومت  $39K\Omega$  به خازن‌ها وصل شده است (در این حالت اتصالی  $C_1$  و  $C_2$  روله C بسته هستند). اختلاف پتانسیل دوسر خازن‌ها بتدریج با جابجا کردن دسته روتوترانسفورماتور افزایش می‌یابد. چرخش دسته روتوترانسفورماتور بوسیله

مانع قابل تنظیم E محدود شده است. موقعیکه ولتاژ دوسر خازن ها به مقدار انتخاب شده رسید اتصال های  $C_1$  و  $C_2$  روله C برای انجام عمل تنظیم ولتاژ بسته می شوند.

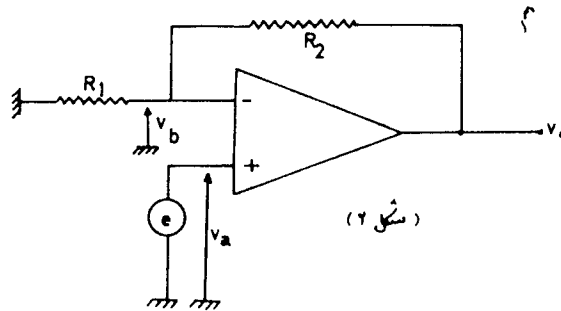


(شکل ۱)

عمل تنظیم ولتاژ یکی از منابع تغذیه را در نظر می گیریم. برای این کار از یک منبع تغذیه مرجع  $V_R$  (CRG-ALS۳۴۹) که در جهت مخالف به نقطه B نصف ولتاژ دوسر خازن ها وصل شده استفاده شده است. با انتخاب  $V_R$  نصف ولتاژ دوسر خازن ها در قطب منفی منبع تغذیه مرجع تفاضل دو اختلاف پتانسیل بدست می آید. این تفاضل، ضمن عبور از یک صافی که برای حذف ۵۰ Hz برق شهر بکار رفته است، به ورودی مثبت تقویت کننده عملیاتی با بهره ۳۳ می رسد. خروجی تقویت کننده عملیاتی به شبکه دو لاسپ سه قطبی ولتاژ زیاد، موازی با دوسر خازن ها، متصل است، لاسپ های سه قطبی، در صورت لزوم، قسمتی از جریانی پر و خالی شدن خازن ها را تأمین می کنند بعنوان مثال، اگر تفاضل اختلاف پتانسیل زیاد شود جریان لاسپ های سه قطبی افزایش یافته و بار خازن ها را خالی می کنند. دو دیود زینر  $D_1$  مانع تجاوز این تفاضل از  $\pm 4$  ولت شده و تقویت کننده عملیاتی را از سور شارژ حفاظت می نمایند. با سه دیود  $D_2$  بصور سری، اختلاف پتانسیل شبکه لاسپ های سه قطبی فقط در فاصله ۱۴- و ۲۱+ ولت متغیر خواهد بود.

### محاسبه تقویت کننده عملیاتی

آرایش الکترونیک تقویت کننده عملیاتی در شکل (۲) داده شده است.



با توجه به شکل فوق میتوان نوشت :

$$V_o = A_{vd}(V_a - V_b)$$

$$V_a = V_e \quad \text{و} \quad V_b = \frac{V_o R_1}{R_1 + R_2}$$

$$\frac{V_o}{V_e} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

یا :

$$R_1 = 1K\Omega \quad \text{و} \quad R_2 = 220K\Omega$$

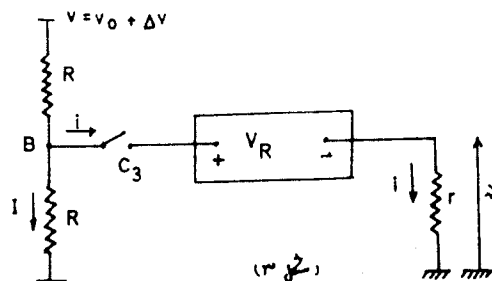
خواهیم داشت :

$$\frac{V_o}{V_e} = 220$$

موقعیکه بهره ولتاژ خیلی زیاد باشد تغییرات خطی نبوده و تقویت کننده نوسان می کند. ما بهترین نتیجه را با بهره ولتاژی حدود ۳۳ بدست آورده ایم.

### محاسبه تغییرات اختلاف پتانسیل

در آرایش الکترونیک شکل (۳) که اصول کار تنظیم کننده ولتاژ را نشان می دهد می توان نوشت :



$$\begin{cases} R(I+i) + V_R + ri = V \\ R(I+i) + RI = V \end{cases} \quad (1)$$

از آنجا :

$$I = \frac{V - Ri}{rR}$$

با قرار دادن مقدار  $I$  در رابطه (۱) خواهیم داشت :

$$i = \frac{\frac{V}{r} - V_R}{\frac{R}{r} + r}$$

تفاضل اختلاف پتانسیل برابر است با :

$$v = Ri = \frac{\frac{V}{r} - V_R}{1 + \frac{R}{r}} = \left( \frac{V}{r} - V_R \right) \cdot \alpha$$

ملاحظه می شود که مقدار  $\frac{V}{r} - V_R$  به نسبت  $\alpha$  برابر کاهش می یابد که در آنجا :

$$\alpha = \frac{1}{1 + \frac{R}{r}}$$

جریان  $i$  بوسیله منبع تغذیه  $V_R$  تأمین می شود. در شرایط کار مدار :

$$V_R \leq 20 \text{KV}$$

$$i \leq 2 \text{mA}$$

برای  $V = 0$  جریان ماکزیمم است حالتی که هرگز نمی تواند اتفاق بیفتد زیرا روله  $C$  فقط در مواقع مقایسه دو اختلاف پتانسیل بسته است.  
برای  $V = 0$  :

$$|i| = \frac{V_R}{\frac{R}{r} + r}$$

از آنجا :

$$\left( \frac{R}{r} \right)_{\min} + r = \frac{V_R}{i}$$

مقدار  $r$  را اندازه گرفته ایم که برابر  $r = 40 \text{K}\Omega$  است پس :

$$\left( \frac{R}{r} \right)_{\min} + 40 \times 10^3 = \frac{20 \times 10^3}{2 \times 10^{-3}}$$

$$R_{\min} = 1.76 \times 10^6 \Omega$$

با توجه به اینکه جریان هرگز ماکزیمم نخواهد شد می توان  $R = 800 K\Omega$  انتخاب نمود لذا  $\omega = \frac{1}{11}$  خواهد شد.

از طرف دیگر برای حالتی که :

$$V = V_o + \Delta V \quad \text{و} \quad V_o = r V_R$$

باشد داریم :

$$V = r V_R + \Delta V$$

تفاضل اختلاف پتانسیل برابر است با :

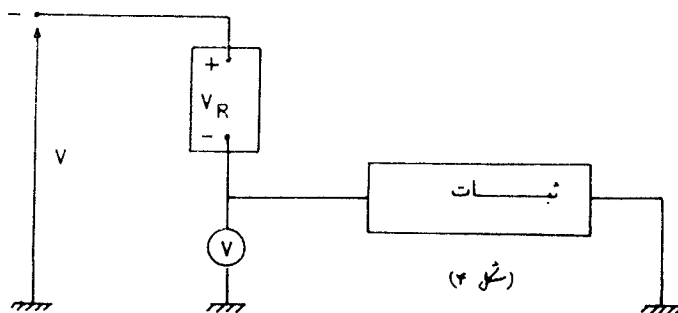
$$v = \left( \frac{V}{r} - V_R \right) \cdot \alpha = \frac{\alpha \cdot \Delta V}{r}$$

و از آنجا تغییرات اختلاف پتانسیل  $\Delta V$  (اندازه گیری شده نوک به نوک) برحسب تغییرات تفاضل اختلاف پتانسیل برابر است با :

$$\Delta V = \frac{r v}{\alpha}$$

### اندازه گیری پایداری منبع تغذیه

برای اندازه گیری پایداری منبع تغذیه از یک ولتاژ مرجع CRC که در خلاف جهت ولتاژ  $V$  بسته شده است استفاده کرده ایم (شکل ۴).



اختلاف پتانسیل بین قطب منفی ولتاژ مرجع وزمین نزدیک به ولتاژی است که هدف اندازه گیری پایداری آن است. به کمک یک ثبات تغییرات ولتاژ را ثبت کرده و از آنجا حداکثر و حداقل تغییرات را اندازه گرفته ایم. تغییرات ولتاژ در مدت زمانی ۴ دقیقه (برای  $V = 2700$  ولت) برابر  $v = 0.7$  ر. ولت بدست می آید. این تغییرات منحصرأ به منبع تغذیه مربوط نیست زیرا در مدار دو ولتاژ مرجع نیز استفاده کرده ایم که تغییرات هر یک از آنها در همین مدت برابر  $v = 0.2$  ر. ولت است لذا تغییرات خود منبع تغذیه برابر  $v = 0.5$  ر. ولت خواهد بود از آنجا :

$$\Delta V = \frac{2 \times 0.5}{\frac{1}{11}} = 1.1$$

پس پایداری ولتاژ منبع تغذیه  $\pm 2 \times 10^{-4}$  است.

### نتیجه :

هریک از دو منبع تغذیه ساخته شده از صفر تا  $10\text{KV}$  مستقلاً قابل تنظیم هستند. درجه پایداری آنها  $\pm 2 \times 10^{-4}$  می باشد. بدین ترتیب خطای همزمانی نورلیزرها که ناشی از ناپایداری منابع تحریک آنهاست تقریباً از بین می رود.

### منابع

- 1—J.C. Marchais , L' Amplificateur Operationnel et Ses Applications , Masson et Cie , Paris 1974.
- 2—G. Grabowski , Microelectronipve Analogique , Masson et Cie , Paris 1971.
- 3—J. Thouzery. Cours Polycopies D.E.A. Electronique