



ProWindingTech

مقاله آموزشی- محدود کردن جریان اتصال کوتاه در آزمون پنچری (تصدیق)



by: ProwindingTech

تصدیق محدود کردن جریان اتصال کوتاه در آزمون پنچری، بند ۷-آزمون ۲۳ (آزمون پنچری)

برای محدود کردن جریان اتصال کوتاه یک منبع تغذیه DC در ولتاژ ۱۲ ولت و جریان ۵۰۰ میلی آمپر، باید از مکانیزم کنترل جریان خروجی استفاده کنید. این فرآیند می تواند هم به صورت داخلی (در خود منبع تغذیه) و هم به صورت خارجی (با مدارهای کنترلی یا مقاومتی) انجام شود. در ادامه، توضیح علمی و مراحل انجام کار را بررسی می کنیم.

۱- مفهوم جریان اتصال کوتاه

زمانی که خروجی منبع تغذیه به صورت مستقیم اتصال کوتاه شود (مقاومت بار تقریباً صفر باشد)، طبق **قانون اهم** جریان به حداکثر مقدار خود می رسد:

$$I = V / R$$

در یک اتصال کوتاه کامل ($R \approx 0$)، جریان بسیار زیاد خواهد شد که می تواند به منبع تغذیه یا بار آسیب برساند.

برای جلوگیری از این موضوع، باید مدار یا مکانیزمی برای محدود کردن جریان به کار گرفته شود.

۲- تنظیم جریان منبع تغذیه

منبع تغذیه شما دارای قابلیت تنظیم جریان (**Current Limiting**) است. این قابلیت برای محدود کردن حداکثر جریان خروجی طراحی شده است.

مراحل تنظیم جریان:

۱- ولتاژ خروجی را روی ۱۲ ولت تنظیم کنید.

۲- سپس خروجی منبع را به یک بار اتصال کوتاه (مثلاً مقاومت خیلی کم) متصل کنید.

۳- به آرامی پیچ تنظیم جریان (**Current**) را بچرخانید و مقدار جریان را به ۵۰۰ میلی آمپر محدود کنید.

- اکثر منابع تغذیه آزمایشگاهی دو کنترل جداگانه برای ولتاژ و جریان دارند که معمولاً با LED یا نمایشگر وضعیت مشخص می‌شوند:

- LED سبز: وضعیت تنظیم ولتاژ (CV - Constant Voltage)
- LED قرمز: وضعیت محدودکننده جریان (CC - Constant Current)

۳- بعد از تنظیم، اگر جریان خروجی به دلیل اتصال کوتاه از ۵۰۰ میلی‌آمپر فراتر برود، منبع تغذیه به حالت محدودکننده جریان (CC) وارد می‌شود و ولتاژ خروجی به‌طور خودکار کاهش می‌یابد.

۳- مکانیزم محدودکننده جریان (Current Limiting)

منابع تغذیه آزمایشگاهی معمولاً از دو نوع مکانیزم محدودکننده جریان استفاده می‌کنند:

۱- محدودکننده جریان خطی: (Linear Current Limiting)

در این روش، خروجی منبع تغذیه ولتاژ را کاهش می‌دهد تا جریان از مقدار تنظیم‌شده فراتر نرود.

- مدار داخلی: معمولاً از یک مقاومت سنجش جریان (Shunt Resistor) و مدار تقویت‌کننده عملیاتی (Op-Amp) برای تشخیص و کنترل جریان استفاده می‌شود.

۲- محدودکننده جریان سوئیچینگ: (Foldback Current Limiting)

در این روش، جریان خروجی در هنگام اتصال کوتاه به مقدار بسیار کمتری کاهش می‌یابد تا از آسیب جلوگیری شود.

۴- تنظیم خارجی جریان (در صورت عدم امکان تنظیم داخلی)

اگر منبع تغذیه شما قابلیت تنظیم جریان ندارد یا نیاز به محدود کردن دقیق جریان دارید، می‌توانید از یک مقاومت محدودکننده جریان در مسیر خروجی استفاده کنید.

محاسبه مقدار مقاومت:

برای محدود کردن جریان به $I = 0.5 A$ در ولتاژ ۱۲ ولت، طبق قانون اهم:

$$R = V / I$$

مقدار افت ولتاژ برای محدود کردن جریان در حالت اتصال کوتاه باید مدنظر قرار گیرد. فرض کنید شما می خواهید افت ولتاژ بر روی مقاومت کوچک باشد. به عنوان مثال:

$$\frac{V_{Drop}}{I} = R \bullet$$

$$\bullet \text{ برای } V_{Drop} = 1 V:$$

$$R = \frac{1}{0.5} = 2 \Omega$$

• توان مقاومت لازم (P) هم باید محاسبه شود:

$$P = I^2 R = 2 \times (0.5)^2 = 0.5 W$$

پس به یک مقاومت ۲ اهم با توان حداقل ۱ وات نیاز دارید تا جریان را در حالت اتصال کوتاه محدود کند.

جمع بندی

۱- در صورت امکان، از قابلیت تنظیم جریان داخلی منبع تغذیه استفاده کنید :

○ ولتاژ را روی ۱۲ ولت تنظیم کرده و جریان را به ۵۰۰ میلی آمپر محدود کنید.

۲- اگر امکان تنظیم جریان داخلی وجود ندارد، از یک مقاومت محدودکننده جریان در خروجی استفاده کنید و مقدار آن را محاسبه کنید.

این روش ها جریان خروجی منبع تغذیه شما را به طور مؤثر به ۵۰۰ میلی آمپر محدود خواهند کرد و از آسیب به تجهیزات جلوگیری می کنند.

محاسبه مقاومت محدودکننده جریان:

برای محاسبه مقاومت محدودکننده جریان که جریان اتصال کوتاه را به 500 میلی آمپر محدود کند، از قانون اهم استفاده می کنیم:

$$R = V / I$$

اطلاعات شما:

- ولتاژ = ۱۲ ولت
- جریان = ۵۰۰ میلی آمپر = ۰/۵ آمپر

محاسبه مقاومت:

$$\Omega 24 = \frac{V 12}{A 0.5} = R$$

بنابراین، برای محدود کردن جریان به 500 میلی آمپر در ولتاژ 12 ولت، باید یک مقاومت 24 اهم در مسیر خروجی قرار دهید.

محاسبه توان مقاومت

توان تلف شده در مقاومت نیز باید محاسبه شود تا از سوختن مقاومت جلوگیری شود. فرمول توان به صورت زیر است:

$$R \times I^2 = P$$

با جایگذاری مقادیر:

$$W 6 = 24 \times (0.5)^2 = P$$

نتیجه نهایی:

برای محدود کردن جریان اتصال کوتاه در 500 میلی آمپر در ولتاژ ۱۲ ولت:

- از یک مقاومت 24 اهم
- با توان حداقل 6 وات (برای اطمینان بهتر است مقاومت ۱۰ وات انتخاب کنید)
- استفاده کنید.

نکته عملی

به جهت ایمنی بیشتر می توانید از مقاومت های سیمی (Wire Wound) یا مقاومت های آجری یا قدرت (Power Resistor) استفاده کنید که برای جریان و توان های بالا مناسب هستند.

مثال: استفاده از سیم لاکه به عنوان مقاومت اتصال کوتاه-محاسبات

برای بررسی اینکه آیا می توان از سیم مسی با قطر ۰/۱ میلی متر به عنوان مقاومت محدود کننده جریان استفاده کرد یا خیر، باید مقاومت الکتریکی سیم را محاسبه کنیم. مقاومت سیم مسی به طول و سطح مقطع آن بستگی دارد و از رابطه زیر به دست می آید:

فرمول مقاومت سیم:

$$\frac{L}{A} \times \rho = R$$

که در آن:

- R : مقاومت سیم (اهم)
- ρ : مقاومت ویژه مس ($1.72 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$)
- L : طول سیم (متر)
- A : سطح مقطع سیم (m^2)

اطلاعات سیم مسی:

- قطر سیم = 0.1 mm
- شعاع سیم = $\frac{0.1}{2} = 0.05 \text{ mm} = 0.00005 \text{ m}$
- سطح مقطع سیم:

$$A = \pi r^2 = \pi (0.00005)^2 = 7.85 \times 10^{-9} \text{ m}^2$$

محاسبه طول سیم برای رسیدن به مقاومت 24 اهم:

با توجه به فرمول مقاومت سیم، می‌خواهیم طول L را محاسبه کنیم:

$$\frac{L}{A} \times \rho = R$$

$$\frac{R \times A}{\rho} = L$$

مقادیر را جای‌گذاری می‌کنیم:

$$R = 24 \Omega$$

$$\rho = 1.72 \times 10^{-8} \text{ m} \cdot \Omega$$

$$A = 7.85 \times 10^{-9} \text{ m}^2$$

$$L = \frac{R \times A}{\rho} = \frac{24 \times 7.85 \times 10^{-9}}{1.72 \times 10^{-8}}$$

نتیجه:

برای ایجاد مقاومتی معادل 24 اهم با سیم مسی به قطر 0.1 میلی‌متر، باید طول سیم تقریباً 11 متر باشد.

نکات مهم:

۱- تلفات حرارتی: سیم مسی با این طول و قطر جریان 500 میلی‌آمپر را عبور می‌دهد، اما به دلیل مقاومت بالای سیم در

این حالت، احتمال گرم شدن شدید سیم وجود دارد.

۲-پایداری مقاومت :مقاومت سیم مسی با افزایش دما تغییر می‌کند؛ بنابراین در جریان‌های بالا پایداری مقاومت مناسب نخواهد بود.

۳-استفاده عملی :استفاده از یک مقاومت آجری یا سیمی (Wire Wound Resistor) استاندارد به‌جای سیم مسی گزینه‌ای ایمن‌تر و مطمئن‌تر خواهد بود.

پیشنهاد:

به‌جای استفاده از سیم مسی نازک، بهتر است از یک مقاومت آجری ۲۴ اهم (یا دو عدد ۱۲ اهم به صورت سری) با توان ۶ تا ۱۰ وات استفاده کنید تا ایمنی و دقت بیشتری داشته باشید.



by: @prowindingtech

@prowindingtech_admin

prowindingtech@gmail.com