

به نام خدا

مدار های الکتریکی دکتر زرقانی

پیش گزارش آزمایشگاه

ترم بهار ۱۴۰۳-۰۴

دانشکده مهندسی برق دانشگاه صنعتی شریف

امیر علی جهان بخشی - ۴۰۳۱۰۵۱۰۳

هلیا تاج آبادی - ۴۰۳۱۰۵۰۶۳



بخش اول (۱) انتظار می رود که ولتاژ تقریباً ۰٫۷۰۷ را نمایش دهد. زیرا در حالت AC مولتی متر ولتاژ موثر V_{rms} را اندازه گیری میکند و میدانیم برای یک سیگنال سینوسی مانند این سوال داریم:

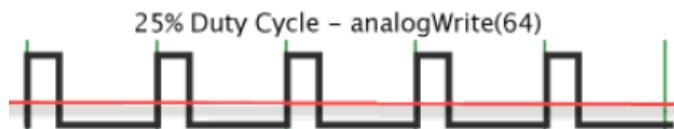
$$V_{rms} = \frac{V_p}{\sqrt{2}}$$

که در آن V_p همان ولتاژ ماکزیمم یا دامنه است و چون در این سوال دامنه سیگنال ۱ ولت است پس ولتاژ موثر باید تقریباً ۰٫۷۰۷ باشد که عددی است که مولتی متر نشان میدهد.

(۲) با توجه به استدلال بالا عدد نمایش داده شده در مولتی متر ولتاژ موثر است که به دامنه و ولتاژ ماکزیمم مربوط است و به فرکانس ارتباطی ندارد بنابراین در این حالت هم انتظار می رود که همان عدد ۰٫۷۰۷ ولت نمایش داده شود و نباید فرقی در فرکانس های مختلف ببینیم مگر آنکه مولتی متر دارای خطا باشد زیرا مولتی متر های دقیق حدوداً در بازه ی ۴۰ الی ۵۰۰ هرتز دقت بالایی دارند و خارج این بازه ممکن است دقت مولتی متر پایین باشد و به درستی نشان ندهد ولی این مقدار از لحاظ تیوری تغییری نمیکند. مثلاً اگر مولتی متر دقت پایینی داشته باشد یا True RMS نباشد ممکن است مقداری خطا داشته باشیم. و بنابر کاتالوگ مولتی متر می یابیم که این مقدار را نشان نمیدهد و خطا دارد زیرا فرکانس مورد نظر در بازه زیر نیست. پس عدد نشان داده شده اندکی فرق دارد به دلیل خطا.

Input Impedance 10M Ω	
AC VOLTAGE (40Hz ~ 400Hz)	
Range	2V, 20V, 200V, 750V (GDM-451/356) 4V, 40V, 400V, 750V (GDM-394/396) 4V, 40V, 400V, 600V (GDM-395) 200V, 500V (GDM-350A)
Best Accuracy	$\pm (0.5\% \text{rdg} + 10 \text{ digits})$ for GDM-451 $\pm (1\% \text{rdg} + 5 \text{ digits})$ for GDM-394/396 $\pm (2.3\% \text{rdg} + 5 \text{ digits})$ for GDM-395 $\pm (0.8\% \text{rdg} + 3 \text{ digits})$ for GDM-356 $\pm (1.2\% \text{rdg} + 10 \text{ digits})$ for GDM-350A
Input Impedance	10M Ω (5M Ω for GDM-350A) (2M Ω for GDM-451)
DC CURRENT	

۳) در این سوال قرار است یک سیگنال پالس مربعی نامتقارن ایجاد کنیم. با توجه به توضیحات پس ۲۵ درصد هر تناوب ولتاژ ۵- و ۷۵ درصد ولتاژ ۵ دارند. شکل موج حاصل چیزی شبیه به شکل زیر خواهد بود.



و توجه کنید که در حالت AC مولتی متر ولتاژ موثر V_{rms} را اندازه گیری میکند و داریم:

$$V_{rms} = \frac{1}{T} \sqrt{\int |f(t)|^2 dt}$$

که طبق جدول زیر برای این سیگنال پالس مربعی نامتقارن ولتاژ موثر باید برابر 5 ولت باشد.

Waveform	Effective value V_{rms}
	$\frac{1}{\sqrt{2}} A$ ≈ 0.707
	A
	$\frac{1}{\sqrt{3}} A$
	$A\sqrt{D}$

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{5.5.25}{100} + \frac{5.5.75}{100}} = 5 \text{ v}$$

توجه کنید که چون برای محاسبه ولتاژ موثر برای ما مربع موج اهمیت دارد برای همین ولتاژ موثر با وجود منفی بودن بیشتر سیگنال مثبت است.

پس اگر مولتی متر بدون خطا باشد باید تقریباً ۵ ولت را نمایش دهد. برای مثال اگر مولتی متر True RMS نباشد انگاه احتمال دارد که خطا نشان بدهد زیرا این مولتی متر ها برای شکل موج های پیچیده خطا دارند و برای شکل موج های سینوسی درست کار میکنند.

۴) می دانیم مولتی متر در حالت DC میانگین سیگنال را در طول زمان اندازه میگیرد.

$$V(t) = \sin(2\pi 50t)$$

و برای شکل موج سینوسی با دامنه ۱-+ میانگین ولتاژ سیگنال صفر است پس عددی که مولتی متر نشان میدهد تقریباً ۰ است. (توجه کنید که در این حالت به دلیل عدم وجود offset میانگین ولتاژ سیگنال ۰ است و با وجود آن جواب فرق دارد و اگر مولتی متر عددی اندک ولی غیر ۰ نشان دهد به دلیل نویز است.)

۵) در این حالت offset داریم که مقدار آن نیز ۱ ولت است پس در این حالت شکل موج میان ۰ تا ۲ ولت است. که در این حالت میانگین ولتاژ این شکل موج میان ۰ تا ۲ ولت ۱ ولت می شود پس مولتی متر مقدار ۱ ولت را نمایش میدهد.

$$V_{avr} = V_{DC} = 1v$$

$$V(t) = 1 + \sin(2\pi 50t)$$

۶) برای هنگامی که شکل موج پالس مربعی نامتقارن است اگر مولتی متر در حالت DC باشد باید میانگین سیگنال توسط مولتی متر نمایش داده شود که برای این موج میانگین سیگنال ۲,۵- است. (زیرا ۲۵ درصد شکل موج ۵ و ۷۵ درصد ۵- هستند که در نتیجه جمع ولتاژ در تمام طول دوره تناوب برابر ۵۰ درصد با ولتاژ ۵- می باشد که در نتیجه ولتاژ میانگین ۲,۵- است.) پس مولتی متر باید تقریباً ۲,۵- را نمایش دهد. به طور کلی این حالت DC در اینجا تمایل سیگنال برای مثبت یا منفی بودن را نشان میدهد.

بخش دوم (۱) تیوری:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{10}{9984.56} \cong 0.0010015 A$$

اما در عمل باید دقت مولتی متر را روی ۲ میلی امپر تنظیم کرد که در این حالت به ما ۱/۰۰۱ میلی امپر را نشان میدهد. در این حالت دقت آن تا ۳ رقم است.

۲) تیوری:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{10}{1001.23} \cong 0.00998772 A$$

اما در عمل باید دقت مولتی متر را روی ۲۰ میلی امپر تنظیم کرد که در این حالت به ما ۹/۹۹ میلی امپر را نشان میدهد. در این حالت دقت آن کم شده و تا دو رقم است و هرچه بازه را زیاد کنیم دقت اعشار آن کمتر میشود. این به این دلیل است که دقت مولتی متر کم است و مقدار نشان داده شده با مقدار تیوری اندکی فرق دارد.

بخش سوم) ۱) هنگامی که پیچ جریان را در جهت خلاف عقربه ها تا آخر قرار می‌دهیم در واقع جریان مجاز را ۰ کردیم. هنگامی که دو سر را به یکدیگر متصل می‌کنیم در واقع در مداری با مقاومت ۰ هستیم و در این حالت مدار جریان زیادی میکشد ولی چون جریان را محدود کردیم با پیچ جریان و تقریباً آن را به ۰ رساندیم این جریان کنترل شده است. وقتی شروع به پیچاندن پیچ در جهت ساعتگرد می‌کنیم جریان مجاز افزایش پیدا می‌کند و نمایشگر برای نشان دادن جریان شروع به نشان دادن اعداد می‌کند و این اعداد بیشتر میشوند و توجه کنید که ولتاژ دو سر یکسان است ولی جریان عبوری افزایش میابد.

۲) برای تنظیم اینکه حداکثر جریان منبع تغذیه ۱ امپر باشد میتوان مشابه حالت قبل عمل کرد اینگونه که ولتاژ را ۰ می‌کنیم و سپس دو سر منبع را به خودش وصل می‌کنیم و اتصال کوتاه می‌کنیم و جریان را روی ۱ امپر تنظیم می‌کنیم که یعنی حداکثر جریان را ۱ امپر قرار داده ایم. حالا دو سر را جدا کرده و ولتاژ را روی ۱۰ ولت تنظیم می‌کنیم و در حال حاضر منبع تغذیه روی ۱۰ ولت و جریان ماکزیمم ۱ امپر تنظیم شده است و میتوان از تنظیم آن استفاده کرد.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{10}{12} \cong 0.833 A$$

و چون ۰/۸۳۳ امپر از کمتر از ۱ امپر است پس در محدوده مجاز برای جریان است پس ولتاژ خروجی ۱۰ ولت و جریان خروجی همان ۰/۸۳۳ امپر است.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{10}{5} \cong 2 A$$

توجه کنید که در این حالت جریان تیوری از جریان مجاز بیشتر است پس نمیتواند چنین جریانی را نشان دهد بنابراین منبع تغذیه ولتاژ را کاهش میدهد تا جریان از ۱ امپر بیشتر نشود و در محدوده مجاز باشد و برای این منظور با مقاومت ۵ اهمی ولتاژ مجبور است تا ۵ ولت کاهش پیدا کند و به این ترتیب منبع ولتاژ ۵ ولت و جریان ۱ امپر را نشان میدهد.

بخش چهارم) ۱) در این حالت مولتی متر را روی بازه ۲/۲ کیلو اهم مطابق کاتالوگ آن قرار می‌دهیم و چون دقت آن در این حالت تا ۴ رقم اعشار است یعنی مولتی متر مقدار ۱/۰۰۱۲ را نشان میدهد.

Ohms	220 Ω	0.01 Ω	± (0.5 % +10 dgt)
	2.2 kΩ	0.0001 Ω	± (0.5 % +10 dgt)
	22 k Ω	0.001 k Ω	± (0.5 % +10 dgt)
	220 kΩ	0.01 kΩ	± (0.5 % +10 dgt)
	2.2 MΩ	0.0001 MΩ	± (0.8 % +10 dgt)
	22 MΩ	0.001 MΩ	± (1.5 % +10 dgt)
	220 MΩ	0.01 MΩ	± (3.0 % +50 dgt)

۲) با توجه به کاتالوگ مولتی متر بالا باید بازه مقاومت را روی مولتی متر روی ۲۲۰ کیلو اهم قرار دهیم و در این حالت دقت مولتی متر با ۲ رق اعشار است که در نتیجه مقدار نمایش داده شده روی مولتی متر مقدار ۱۰۰/۲۳ است.

(توجه کنید که این بازه ها و دقت نمایش داده شده توسط مولتی متر های مختلف متفاوت است و با توجه به کاتالوگ دستگاه میتوان به آن پی برد و بدین منظور کاتالوگ مولتی متر در حال بررسی توسط ما پیوست میشود.

۳) چون بدن انسان رسانا است و مقاومت داخلی دارد (میتوان مقدار این مقاومت را با ۱ الی ۲ مگا اهم در نظر گرفت ولی این مقدار با توجه به شرایط محیطی و ... متغیر است.) در این حالت مقاومت بدن با مقاومت در حال بررسی موازی میشود که در نتیجه مقاومت نمایش داده شده توسط مولتی متر اندکی کمتر از مقدار واقعی مقاومت در حال بررسی است (چون مقدار مقاومت در حال بررسی بسیار کوچک تر از مقاوما بدن است و اگر این مقاومت به بزرگی مقاومت بدت باشد عدد نشان داده شده تغییری محسوس میکند ولی الان تغیز زیادی نمیکند).

۴) در این حالت مقاومت میان دو سر پروپ اندازه گرفته میشود که با توجه به اتصال مستقیم باید تقریبا عدد ۰ را نشان دهد ولی چون خود سیم دارای مقاومت است مقدار نشان داده شده اندکی بیشتر است. مثلا مقدار ۱ اهم را نشان میدهد.

برای پیدا کردن مقاومت سیم باید در نظر گرفت که مقاومت نشان داده شده مولتی متر فقط مقاومت سیم نیست و شامل مقاومت گیره و ... نیز هست و نمیتوان مقدار آن ها را تفکیک کرد. از طرفی چون این مقدار اندک است و دقت مولتی متر در این بازه پایین است پس نمیتوان به طور دقیق مقدار مقاومت را اندازه گرفت.

۵) روش پیشنهادی:

مولتی متر اول را به عنوان آمپر متر به صورت سری در مدار قرار می. دهیم
مولتی متر دوم را به عنوان ولت متر به صورت موازی با دو سر سیم مسی وصل می کنیم.

مراحل انجام آزمایش:

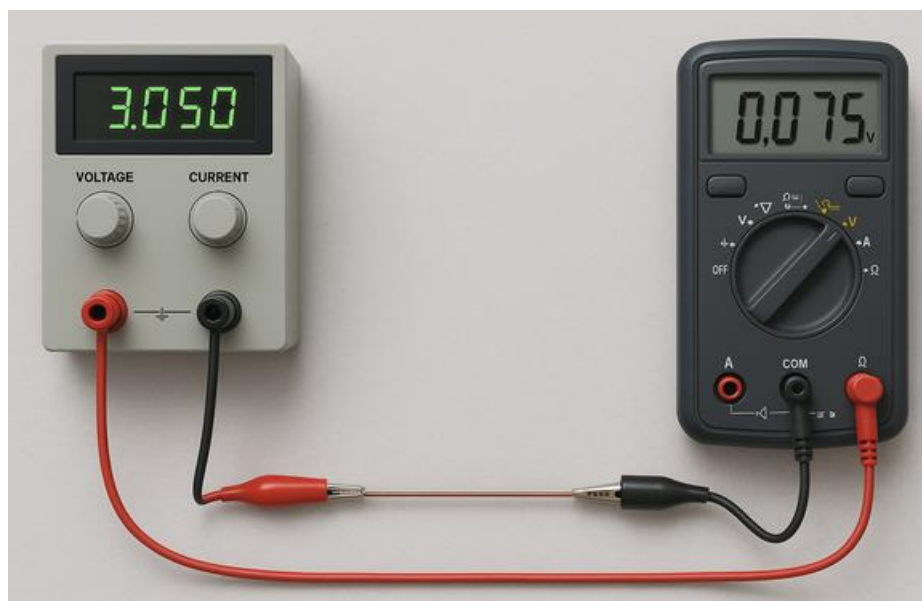
منبع تغذیه را روی ولتاژ پایینی مثل 1 تا 5 ولت DC تنظیم میکنیم.

مدار را وصل کرده و اجازه میدهیم جریان از سیم مسی عبور کند.

مقدار جریان (I) را با مولتی متر اول و ولتاژ (V) دو سر سیم را با مولتی متر دوم اندازه می گیریم.

حال با توجه به قانون اهم مقدار مقاومت را اندازه میگیریم. برای دقت بیشتر بهتر است جریان را زیاد کنیم.

$$R = \frac{V}{I}$$



اینگونه مقاومت سیم را اندازه گرفتیم در حالی که از اهم متر استفاده نکردیم.

بخش پنجم (۱)

در مود اتصال سنج مولتی متر با تزریق جریانی کوچک بررسی میکند که بین دو سر مولتی متر اتصال برقرار است یا نه .

وقتی دو سر مولتی متر را به دو سر مقاومت ۱ اهمی وصل میکنیم از آنجا که مقاومت بسیار کم است مولتی متر آن را اتصال در نظر میگیرد و ما صدای بوق آن را میشنویم.

وقتی دو سر مولتی متر را به دو سر مقاومت 1k اهمی وصل میکنیم از آنجا که مقاومت ایندفعه بسیار بیشتر است مولتی متر آن را اتصال در نظر نمیگیرد و ما صدای بوق آن را نمیشنویم.

۲) برای پیدا کردن مقدار آستانه عملکرد اتصال سنج میتوانیم دو سر مولتی متر را به دو سر مقاومت های مختلف وصل کنیم و بررسی کنیم در چه مقاومتی صدای بوق قطع میشود (حدودا مقدار آن چیزی بین ۱۰ تا ۵۰ اهم است)