

آزمایش ۳

بررسی قضایای تون و نورتن،

انتقال حداکثر توان، جمع آثار، تقارن و مدار پل و تون

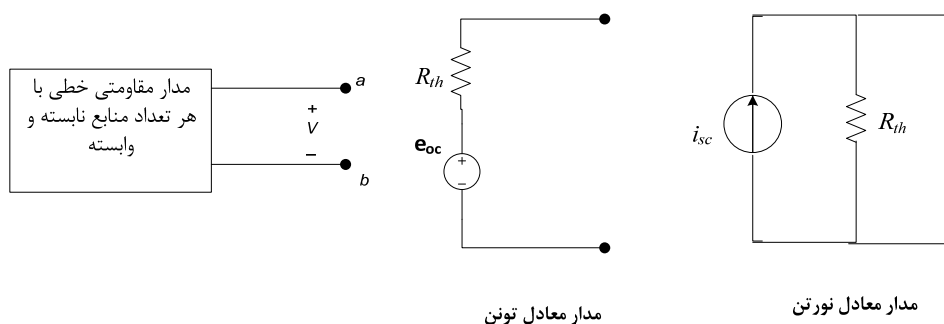
هدف از این آزمایش آشنایی با برخی قضایای ساده و در عین حال مهم مدار از قبیل تونن و نورتن، انتقال حداکثر توان به بار، جمع آثار، تقارن و نیز مدار کاربردی پل وتسون در مدارهای مقاومتی می‌باشد. در صورتی‌که هر کدام از مفاهیم ذکر شده برای شما ناآشنا می‌باشد، لطفاً قبل از حضور در آزمایشگاه حتماً در آن مورد مطالعه بفرمائید.

✓ مدار معادل تونن و نورتن

در بعضی موارد به رفتار دو سر یک مدار خطی نیاز داریم. این موضوع کاربردهای بسیار زیادی در تحلیل مدارها دارد. به عنوان مثال زمانی که یک مدار خطی در کنار یک مدار غیرخطی قرار می‌گیرد، ما به رفتار دو سر مدار خطی برای به دست آوردن نقطه‌ی کار نیاز داریم.

رفتار یک مدار خطی در دو سر آن را می‌توان به صورت اتصال سری منبع ولتاژ با یک مقاومت (مدار معادل تونن) و یا اتصال موازی منبع جریان با یک مقاومت (مدار معادل نورتن) در نظر گرفت. شکل (۳-۱) مدار معادل تونن و نورتن را نشان می‌دهد. رابطه‌ی میان مدار معادل تونن و نورتن به صورت زیر می‌باشد:

$$e_{oc} = R_{th} \cdot i_{sc}$$

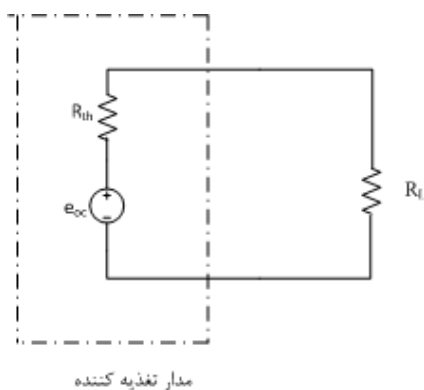


شکل (۳-۱)

✓ قضیه‌ی انتقال توان ماکزیمم

مدار شکل (۳-۲) را که بار R_L را تغذیه می‌کند، در نظر بگیرید. مدار معادل تونن مدار تغذیه کننده به صورت e_{oc} و R_{th} می‌باشد. در صورتی ماکزیمم توان به بار منتقل می‌شود که شرط زیر برقرار باشد:

$$R_{th} = R_L$$

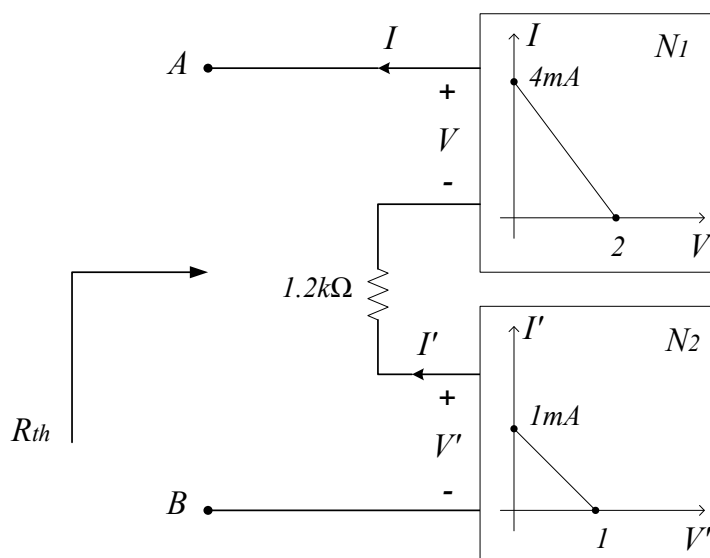


شکل (۳-۲)

شرح آزمایش

✓ بررسی قضایای تونن و نورتن

۱-۱ در شکل زیر مقدار مقاومت تونن را از دو سر A و B محاسبه کنید.



۲-۱ دو مدار طراحی کنید تا مشخصه N_1 و N_2 در شکل بالا را به ما بدهد. برای طراحی مدارها فقط از مقاومت‌ها و منابع ولتاژ استفاده کنید.

۳-۱ مدارهای طراحی شده را جایگزین N_1 و N_2 نموده و مدار را در آزمایشگاه ببندید.

۴-۱ از دو سر A و B جریان اتصال کوتاه و ولتاژ مدار باز را به کمک مولتی‌متر اندازه بگیرید. (آمپر متر در گستره میلی‌آمپر باشد).

۵-۱ به کمک داده‌های اندازه‌گیری شده در بند قبل مقدار مقاومت تونن را گزارش دهید.

۶-۱ حال منابع موجود در مدار را به شیوه صحیحی که در درس مدارهای الکتریکی آموخته‌اید از مدار

حذف نموده و به کمک اهم‌متر مقاومت تونن دیده شده از دو سر A و B را اندازه بگیرید. **خطر:** دقت

کنید که در صورتی که قبل از حذف منابع، اهم‌متر را به مدار متصل کنید دستگاه اهم‌متر آسیب دیده و خسارت آن مستقیماً متوجه شما می‌باشد.

۷-۱ مقاومت تونن به دست آمده در بندهای ۱-۱، ۵-۱ و ۶-۱ را با هم مقایسه کنید. آیا هر سه داده با هم یکسان می‌باشد؟

۸-۱ اگر علت اختلاف داده‌ها اشتباه شما در محاسبات یا اندازه‌گیری‌ها می‌باشد، کار خود را اصلاح نموده و آزمایش را تکرار کنید تا نتیجه درست را دریافت کنید و اگر با توجه به شرایط کار در آزمایشگاه وجود اختلاف در داده‌ها قابل قبول می‌باشد، به طور دقیق علت پیشامد این اختلافات را توضیح داده و مقدار عامل خطا را محاسبه کنید.

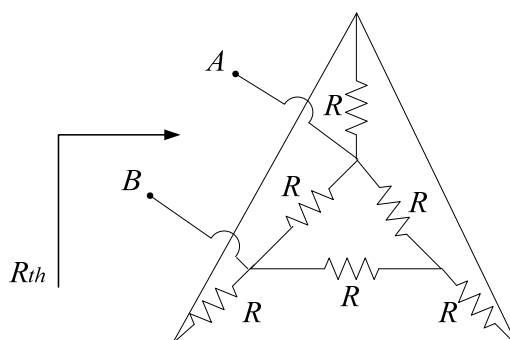
اختیاری (انجام بندهای ۹-۱ و ۱۰-۱ نمره اضافه دارد)



۹-۱ بندهای ۴-۱ و ۵-۱ را تکرار کنید، با این تفاوت که این بار برای اندازه‌گیری جریان اتصال کوتاه از دو سر A و B گستره آمپر متر را در حالت اندازه‌گیری میکروآمپری قرار دهید.
۱۰-۱ مقاومت تونن به دست آمده را با مقدار اندازه‌گیری شده در بند ۵-۱ مقایسه کرده و در صورت اختلاف علت را بیان کنید. مقدار عامل خطا باید به صورت دقیق محاسبه شود.

✓ بررسی قضیه انتقال حداکثر توان به بار و آشنایی با مدار پل وتسون

۱-۲ در شبکه مقاومتی شکل زیر با فرض اینکه از دو سر A و B به مدار نگاه کنیم، کدام مقاومت‌ها پل وتسون را تشکیل می‌دهند؟ آیا پل وتسون مورد نظر در شرایط تعادل قرار دارد؟ چرا؟ در این پل وتسون کدام مقاومت روی پل قرار دارد تا در شرایط تعادل ولتاژ و جریانش صفر شود؟ روی شکل نشان دهید.



۲-۲ مقدار مقاومت تونن (R_{th}) دیده شده از دو سر A و B را محاسبه کنید. برای حل ساده‌تر، از مدار پل وتسون کمک بگیرید و روش حل خود را به طور کامل توضیح دهید.

۳-۲ اگر دو سر A و B را در نظر بگیریم، به طور کلی چند پل وتسون می‌توان در این شبکه مقاومتی پیدا کرد. با رسم شکل نشان دهید.

۴-۲ شبکه مقاومتی مورد نظر را روی بردبورد ببندید. $R = 5,6k\Omega$

۶-۲ حال جدول داده‌ها را تکمیل نمائید. $R=5,6k\Omega$, $V_{in}=1 \cdot Volt$.



R_L	$0.25 * R_{th}$	$0.5 * R_{th}$	$0.75 * R_{th}$	R_{th}	$1.25 * R_{th}$	$1.5 * R_{th}$	$1.75 * R_{th}$
گستره پتانسیومتر یا پتانسیومترهای مورد استفاده							
ولتاژ دو سر مقاومتی که در مدار پل وتسون روی پل قرار گرفته است							
$V_{RL}(Volt)$							
$I_{RL}(mA)$ (حتماً از آمپر متر استفاده کنید و جریان‌ها را اندازه بگیرید.)							
$P_{RL}(mW)$							

۲-۶ طبق داده‌های جدول، ولتاژ دو سر مقاومت روی پل در مدار پل وتسون به ازای تغییر ولتاژ دو سر بار (V_{RL}) چه تغییری می‌کند؟ چرا؟ آیا با تئوری همخوانی دارد؟ در صورت عدم همخوانی اشکال کار خود را رفع نموده و مجدد داده‌های صحیح را اندازه بگیرید.

۲-۷ ردیف مربوط به توان مصرفی R_L را در جدول به کمک جریان‌ها و ولتاژهای اندازه‌گیری شده کامل کنید. توان حداکثر به ازای کدام مقدار بار R_L به دست آمده است؟ آیا R_L مورد نظر با مقدار تئوری همخوانی دارد؟ در صورت عدم همخوانی اشکال کار خود را رفع نموده و مجدد داده‌های صحیح را اندازه بگیرید.

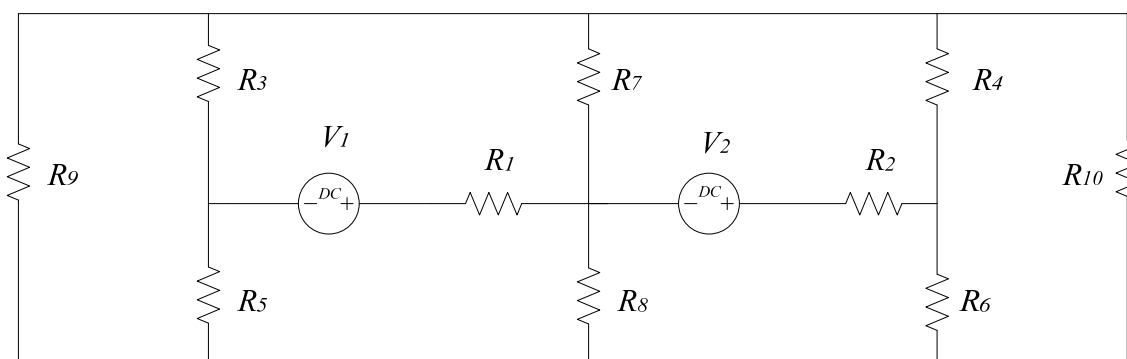
۲-۸ روش محاسبه مقدار تئوری R_L را برای انتقال حداکثر توان به بار ذکر کنید.

✓ بررسی قضایای جمع آثار و تقارن

۳-۱ در مدار شکل زیر می‌خواهیم با حذف منابع V_1 و V_2 به نوبت و اندازه‌گیری جریان مقاومت R_1 و ولتاژ مقاومت R_2 در حضور هر دو منبع و نیز در حالت حذف یکی از منابع، قضیه جمع آثار را بررسی کنیم. اما پیش از بستن مدار ابتدا به کمک قضیه تقارن مدار را تا جایی که ممکن هست ساده کنید. مدار ساده شده را رسم و روش خود را به طور کامل بیان کنید.

نکته: دقت کنید که هنگام ساده کردن نباید شاخه‌های شامل مقاومت‌های R_1 و R_2 و نیز منابع V_1 و V_2 حذف شود تا بتوانیم داده‌های مورد نیاز را از طریق این شاخه‌ها اندازه بگیریم.





$$(R_1 = 1,5 \text{ k}\Omega, R_2 = 3,3 \text{ k}\Omega, R_3 = 1,8 \text{ k}\Omega, R_4 = 4,7 \text{ k}\Omega) \\ (V_1 = 8 \text{ V}, V_2 = 10 \text{ V}), (R_5 = R_6 = R_7 = R_8 = R_9 = R_{10} = 5,6 \text{ k}\Omega)$$

۳-۲ حال مدار ساده شده را روی بردبورد ببندید. اگر مدار را بدون ساده‌سازی ببندید، نمره کامل بخش بررسی قضایای جمع آثار و تقارن را از دست خواهید داد. نکته: چک کنید که منابع V_1 و V_2 پس از اتصال به مدار مقدارشان ثابت باشد و تغییری نکرده باشد.

۳-۳ حال جدول زیر را کامل کنید. نکته: دقت کنید که برای حذف هر یک از منابع ولتاژ از روشی که در درس مدار آموخته‌اید استفاده کنید. در غیر این صورت قضیه جمع آثار برقرار نخواهد شد.

منبع V_2 حذف شود	منبع V_1 حذف شود	هر دو منبع V_1 و V_2 در مدار باشد	
			مقدار ولتاژ R_2 قرائت شده توسط ولت‌متر
			مقدار جریان R_1 قرائت شده توسط آمپر متر

۳-۴ آیا قضیه جمع آثار برقرار است؟ توضیح دهید.
۳-۵ هر کدام از داده‌های به‌دست آمده در جدول را از طریق تئوری محاسبه کنید و با داده‌های اندازه‌گیری مقایسه نمایید.
۳-۶ به نظر شما اگر مقادیر مقاومت‌های R_1 و R_2 را به ترتیب به مقادیر $10 \text{ k}\Omega$ و $3,9 \text{ k}\Omega$ تغییر دهیم، مقادیر جدول چه تغییری می‌کند؟ توضیح دهید. (فرض کنید منابع ولتاژ درون مدار مقدارشان ثابت است و تغییری نکرده است).