

## گزارش کار مربوط به جلسه‌ی هفتم آزمایشگاه مدارهای الکتریکی

تهیه و تنظیم:

مبین خیری [994421017]

عطا میرزالی [984421037]

مهدی بیک باباپور [984421007]

استاد راهنما: آقای محمدیان

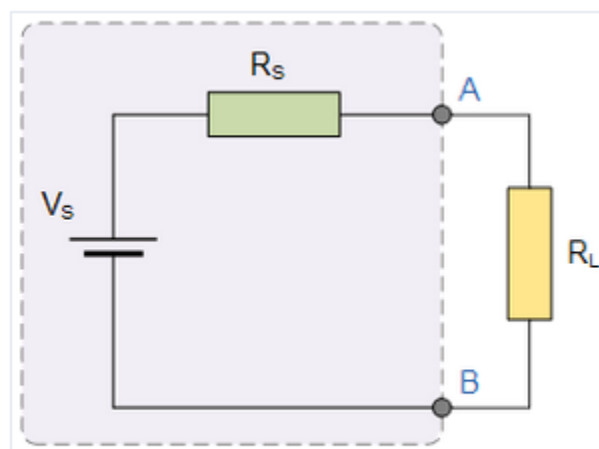
### قضیه انتقال توان ماکزیمم

عموماً، اندازه مقاومت منابع ولتاژ و جریان یا حتی امپدانس سلف‌ها و خازن‌ها مقدار ثابتی بر حسب اهم است. اگر مقاومت بار  $RL$  به دو سر خروجی یک منبع توان وصل شود، بسته به مقدار امپدانس منبع، توان از آن جذب می‌کند. اگر مقاومت بار با امپدانس منبع توان «تطبیق» داشته باشد، حداکثر توان ممکن به بار منتقل خواهد شد.

«قضیه انتقال توان ماکزیمم» (Maximum Power Transfer Theorem)، یکی دیگر از ابزارهای مفید تحلیل مدار است که تضمین می‌کند حداکثر مقدار توان به بار مقاومتی انتقال پیدا کند. رابطه بین امپدانس بار و امپدانس درونی منبع انرژی، مقدار توان بار را تعیین خواهد کرد.

قضیه انتقال توان ماکزیمم به این صورت بیان می‌شود: «اگر اندازه مقاومت بار، برابر با اندازه مقاومت منبع مدار معادل تونن یا نورتن باشد، حداکثر مقدار ممکن توان در مقاومت بار تلف خواهد شد».

شکل زیر را در نظر بگیرید که مدار معادل تونن یک مدار است.

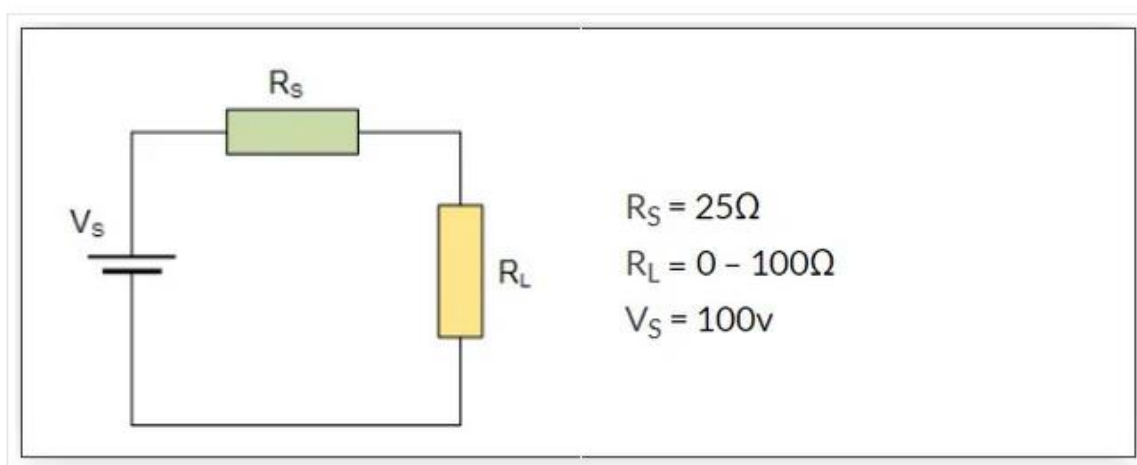


مدار معادل تونن

در مدار معادل تونن بالا، اگر مقاومت بار و مقاومت تونن با هم برابر باشند ( $R_L = R_S$ )، مقدار توان مصرف شده در بار  $R_L$  حداکثر میزان ممکن خواهد بود. اگر مقاومت بار از مقاومت معادل تونن کمتر یا بیشتر باشد، مقدار توان دریافتی تسط بار کمتر از مقدار ماکزیمم خواهد بود.

### مثال 1

در مدار شکل زیر، مقدار مقاومت  $R_L$  را به گونه‌ای بیابید که حداکثر توان را دریافت کند.



مدار مثال 1

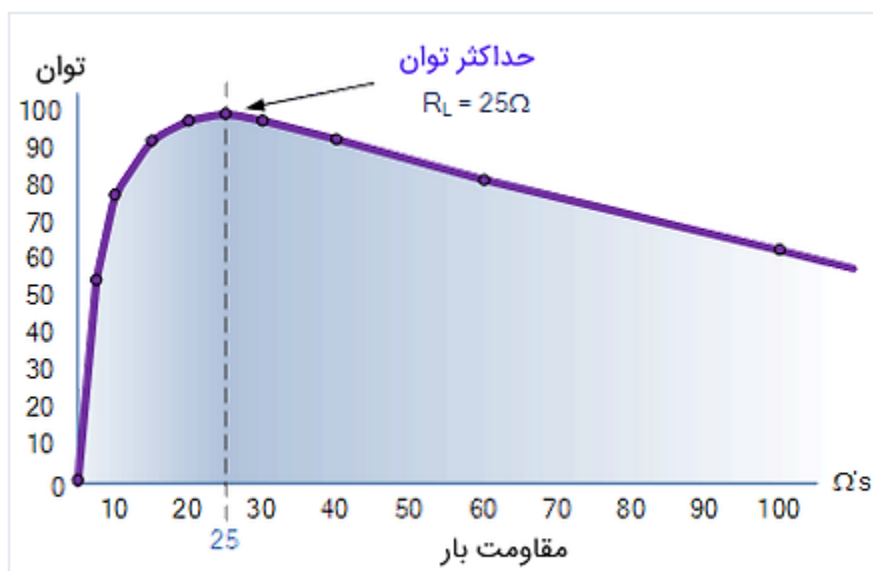
جریان مدار، با استفاده از قانون اهم به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$I = \frac{V_S}{R_S + R_L} \quad P = I^2 R_L$$

با توجه به فرمول بالا، می‌توانیم جدول زیر را به ازای مقادیر مختلف مقاومت بار تشکیل دهیم.

$R_L (\Omega)$	$I$ (amps)	$P$ (watts)	$R_L (\Omega)$	$I$ (amps)	$P$ (watts)
0	4.0	0	25	2.0	<b>100</b>
5	3.3	55	30	1.8	97
10	2.8	78	40	1.5	94
15	2.5	93	60	1.2	83
20	2.2	97	100	0.8	64

با کمک جدول بالا، می‌توانیم نمودار توان بر حسب مقاومت بار را نیز رسم کنیم.



نمودار توان بر حسب مقاومت بار

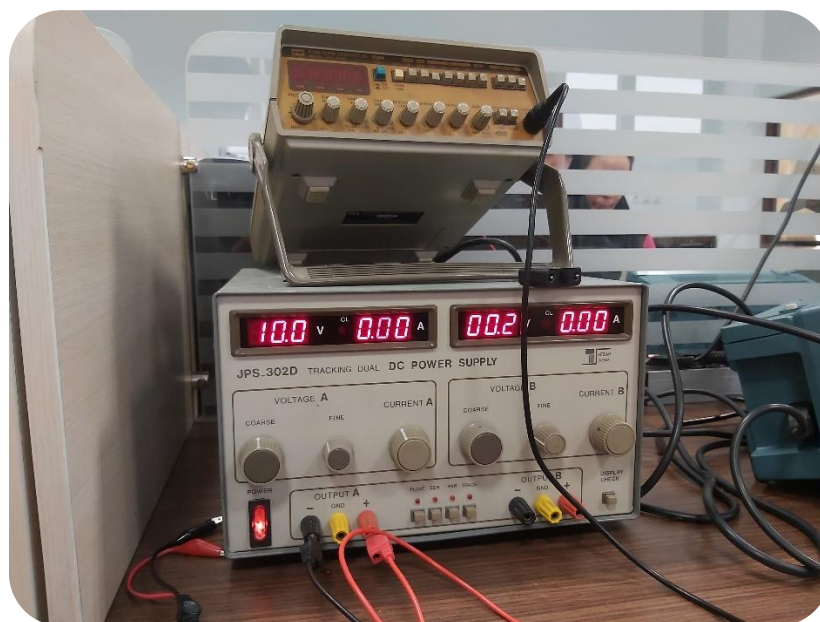
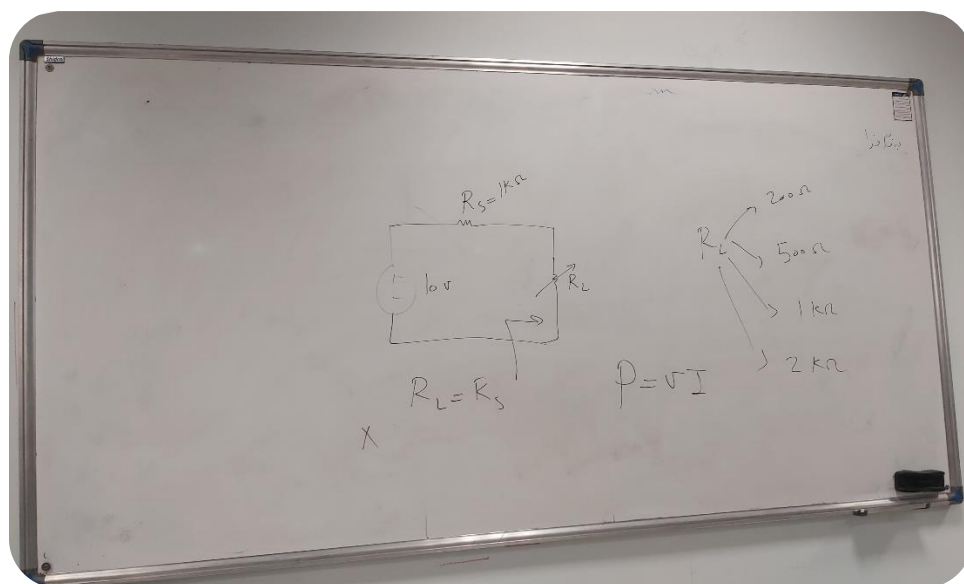
از جدول و نمودار بالا می‌توان مشاهده کرد انتقال حداکثر توان به بار، زمانی اتفاق می‌افتد که اندازه مقاومت منبع  $R_S$  با اندازه مقاومت بار  $R_L$  برابر باشد. یعنی:  $R_S = R_L = 25\Omega$ . این شرایط، «شرایط تطبیق» نامیده می‌شود و به عنوان یک قانون کلی، اگر امپدانس دستگاه بیرونی با امپدانس منبع دقیقاً تطبیق داشته باشد، حداکثر توان یک دستگاه فعال مانند منبع تغذیه یا باتری به یک دستگاه بیرونی منتقل می‌شود.

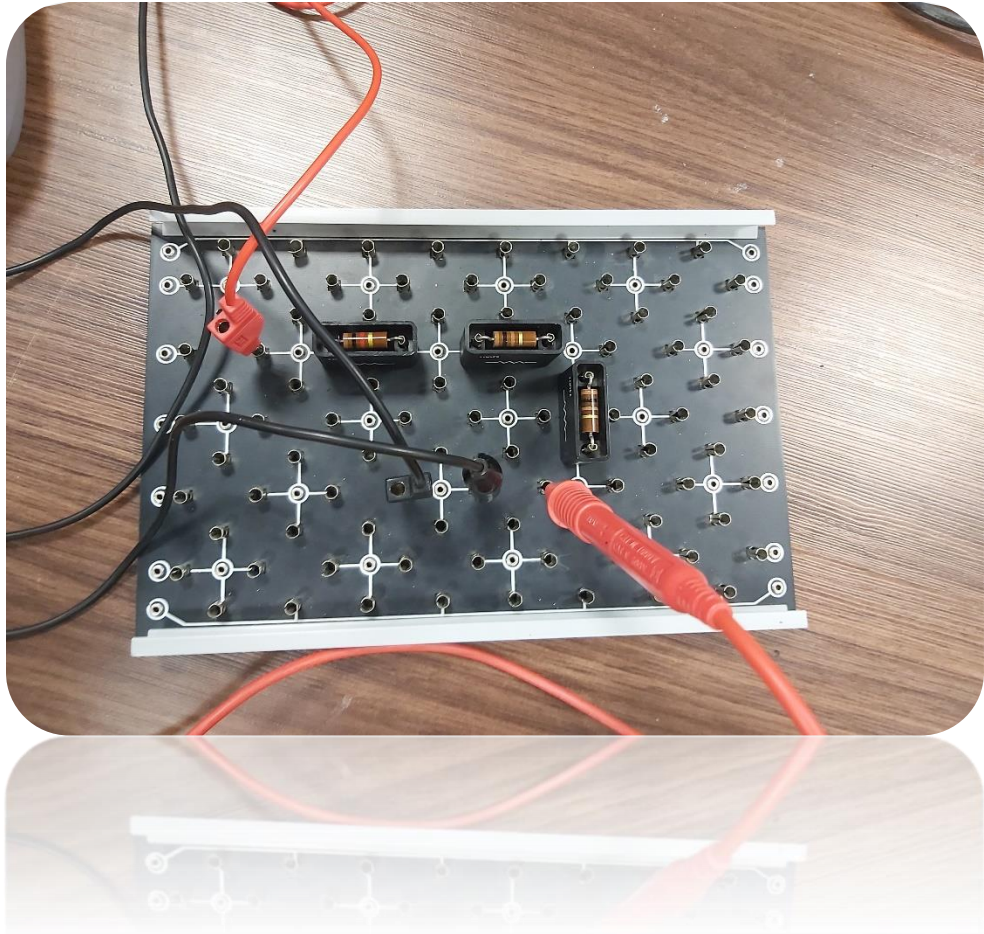
یک مثال خوب در این مورد، تطبیق امپدانس بین تقویت‌کننده صوتی و بلندگو است. امپدانس خروجی (ZOUT) یک تقویت‌کننده، بین 4 تا 8 اهم است، در حالی که ممکن است امپدانس ورودی (ZIN) بلندگو فقط 8 اهم باشد.

اگر بلندگوی 8 اهمی را به خروجی تقویت‌کننده وصل کنیم، تقویت‌کننده یک بار 8 اهمی را می‌بیند. اگر دو بلندگوی 8 اهمی را با هم موازی کنیم، معادل این است که تقویت‌کننده، یک بلندگوی 4 اهمی را تغذیه می‌کند.

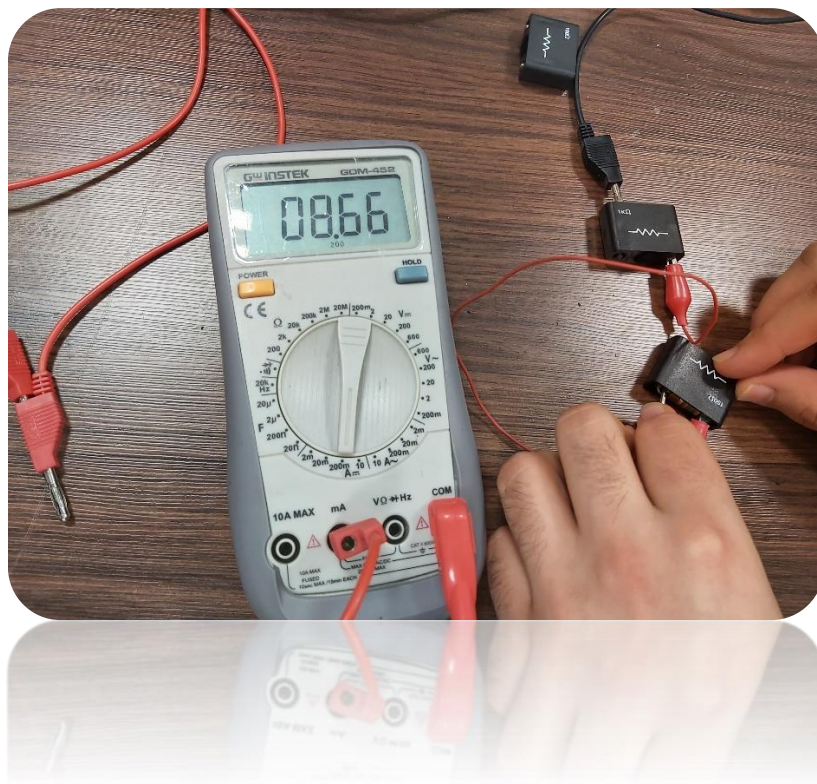
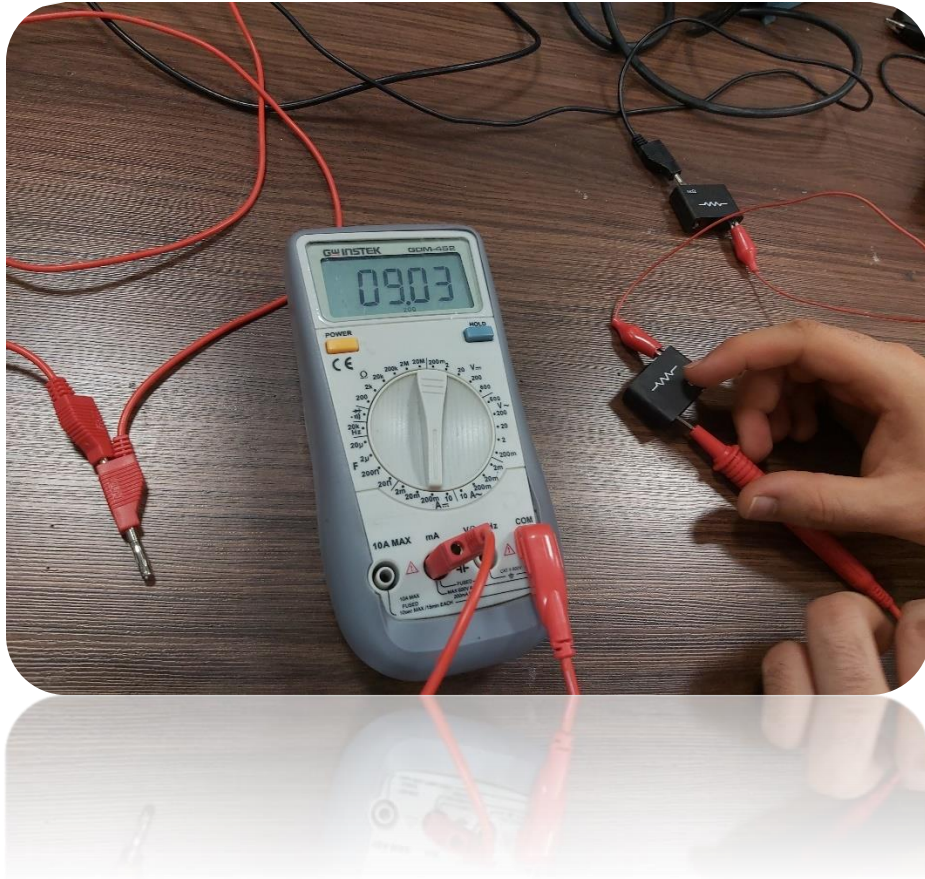
تطبیق امپدانس اشتباه، به اتلاف توان و تولید گرما منجر می‌شود. اما چگونه می‌توان یک تقویت‌کننده را با بلندگوهایی که مقادیر مختلفی دارند تطبیق داد؟ برای این کار، ترانسفورماتورهای تطبیق امپدانس بلندگو در دسترس هستند که می‌توانند امپدانس را از 4 به 8 یا 16 اهم تغییر دهند و بسیاری از بلندگوهای متصل به هم را مثلاً در سیستم‌های صوتی عمومی (PA) تطبیق دهند.

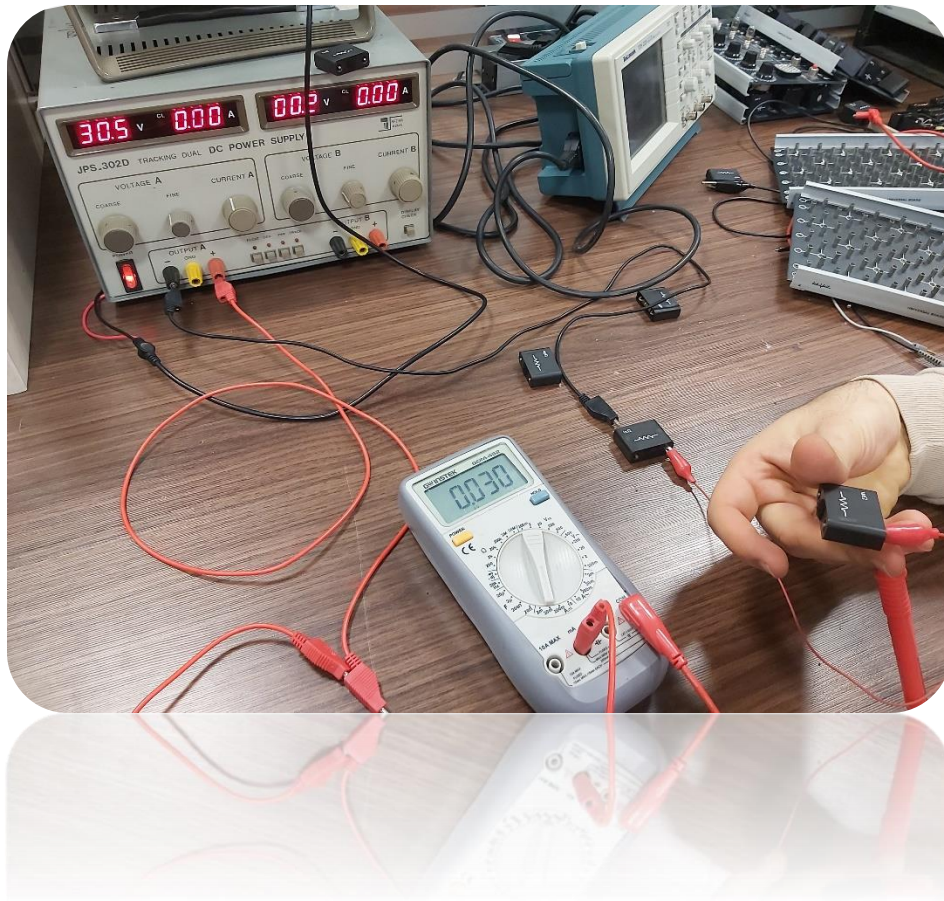
مجموعه تصاویر مرتبط با آزمایش‌ها و مثال‌های بررسی شده در این جلسه:



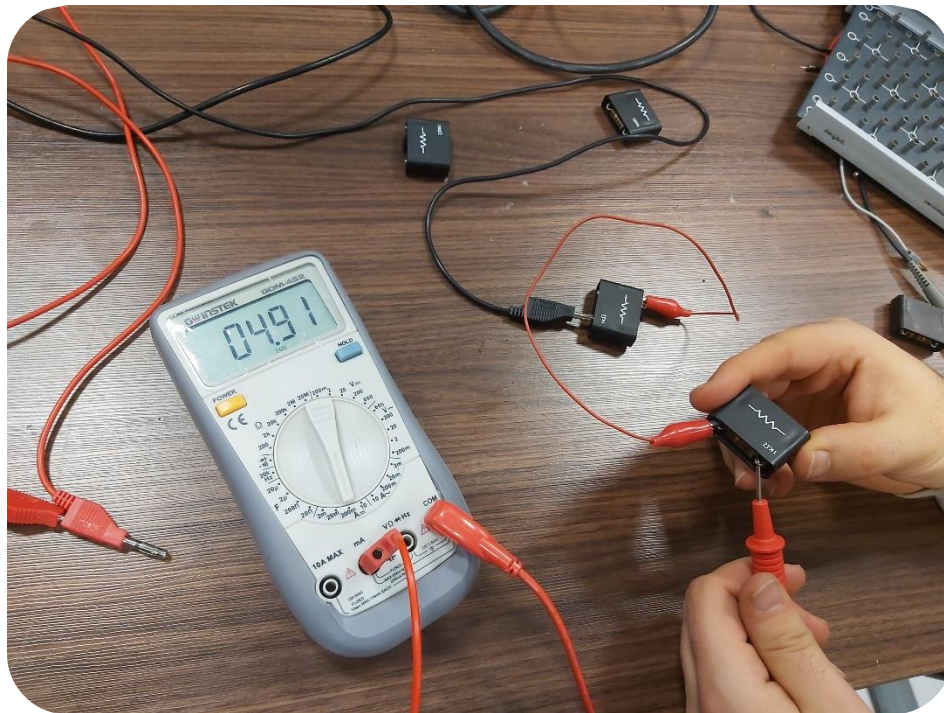




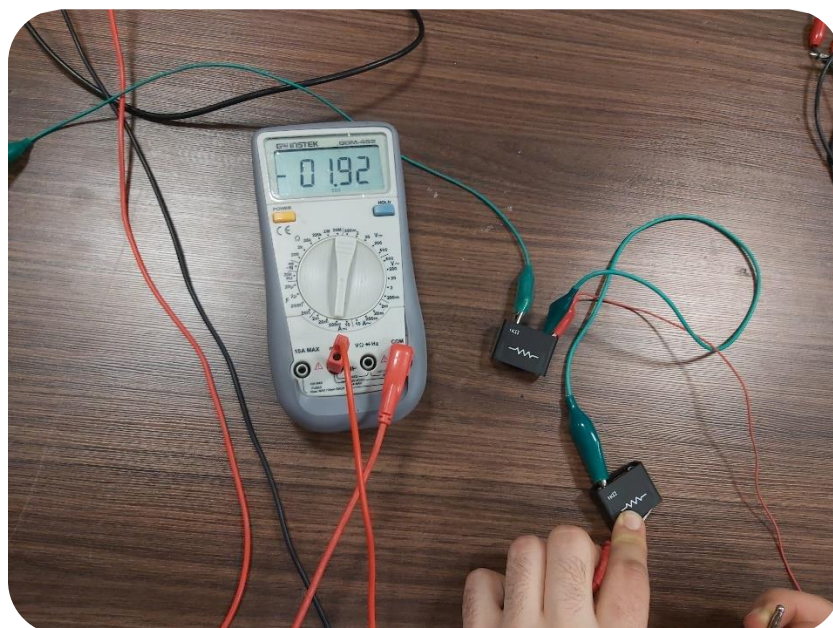
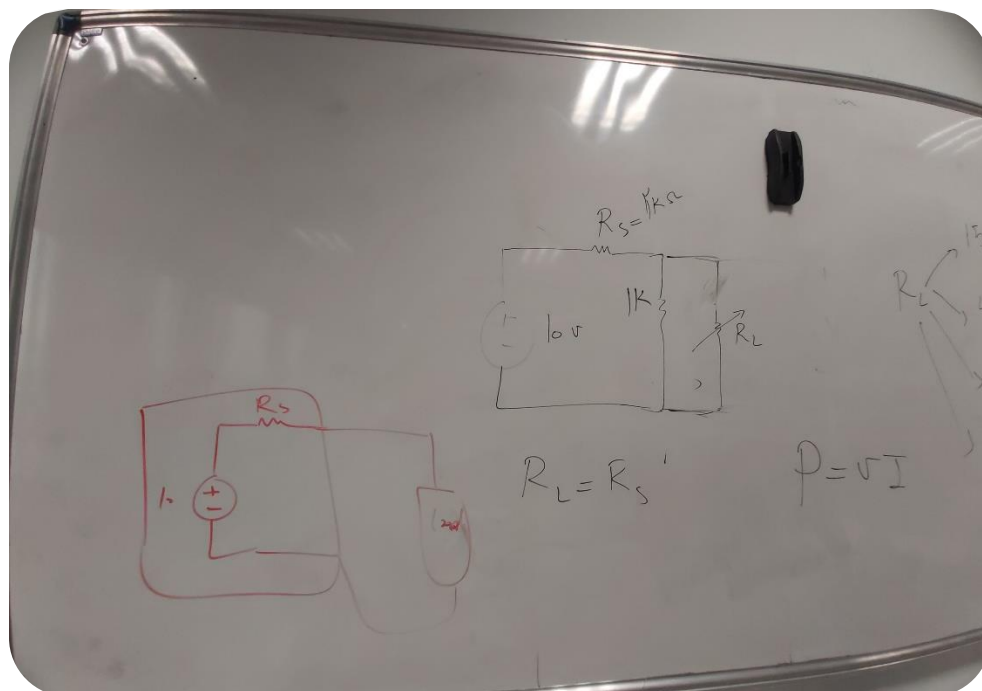


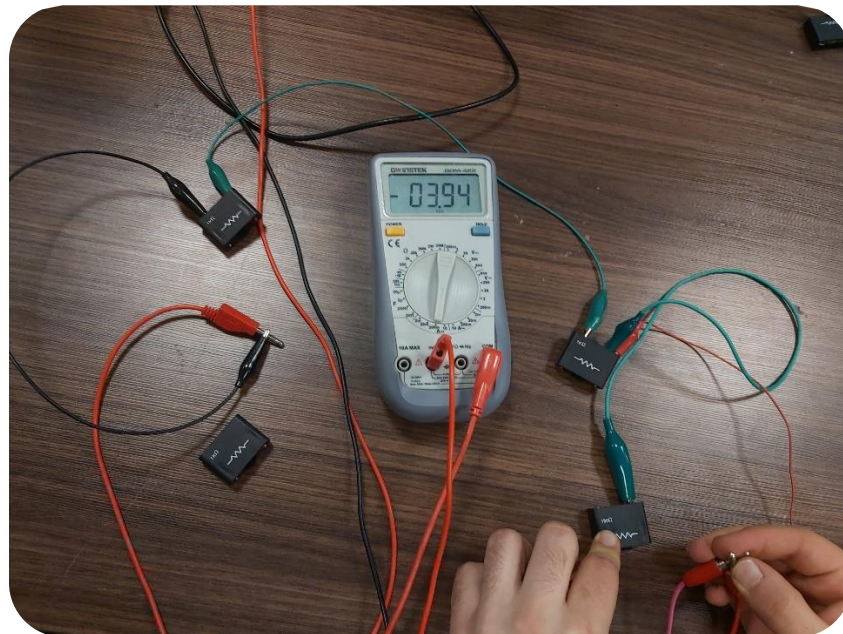
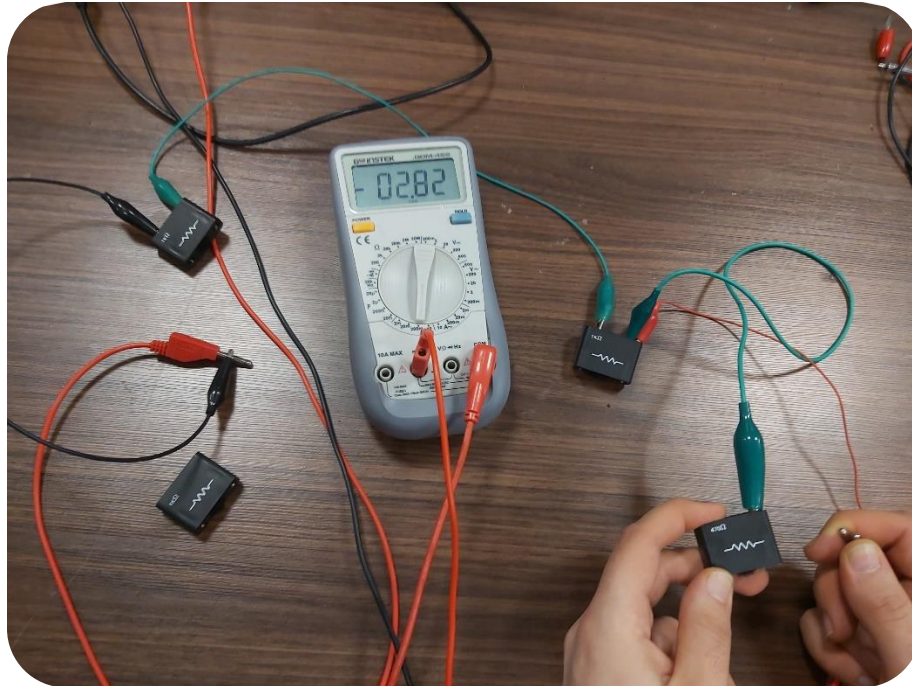


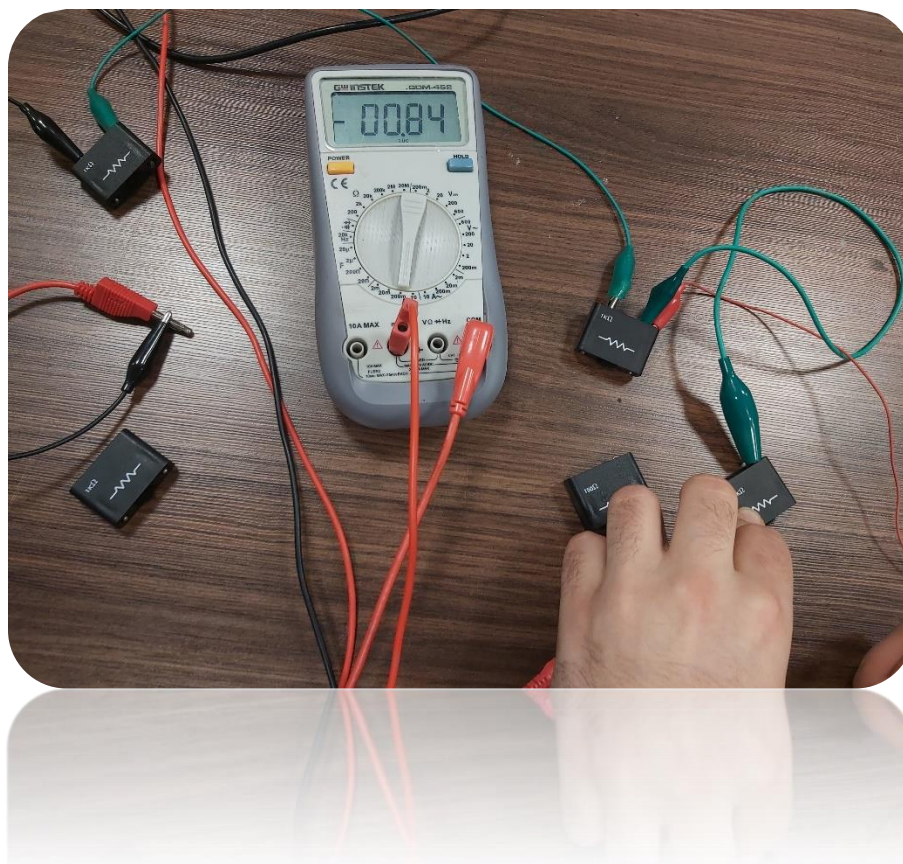












و در انتها با محاسبه توان مصرفی هر یک از مقاومت‌های بررسی شده، جدول زیر را تشکیل داده و متوجه خواهیم شد که با استفاده از مقاومت یک کیلو اهمی می‌توانیم به ماکسیمم (بیشینه) توان انتقالی در طراحی این مدار، دست پیدا کنیم.

توان	جریان	مقاومت
0.002	0.84	3.3 K
0.003763	1.94	1 K
0.003737	2.82	470
0.0023	3.94	150

$$P = I^2 R_L$$

پایان.