



دستور کار آزمایشگاه الکترونیک دانشکده
فیزیک دانشگاه علم و صنعت

دانشگاه علم و صنعت ایران

عنوان آزمایش:

تعیین مقاومت داخلی منبع

هدف آزمایش:

- ۱- اندازه‌گیری ولتاژ ترمینال U به صورت تابعی از جریان I گذرنده از میان مقاومت بار^۱؛
- ۲- تعیین مقاومت داخلی R_i ، ولتاژ مدار باز^۲، U_o ، و جریان مدار کوتاه^۳، I_s ؛
- ۳- محاسبه توان، P ، تأمین شده به صورت تابعی از مقاومت بار R ؛
- ۴- تعیین توان بیشینه، P_{max} ، و مقادیر مرتبط R_{max} ، U_{max} و I_{max} برای مقاومت بار، ولتاژ مدار باز و جریان کشیده شده.

وسایل مورد نیاز آزمایش:

- ۱- برد برد؛
- ۲- منبع تغذیه جریان مستقیم پایدار؛
- ۳- ولت‌متر DC ، $U \leq 10 V$ ؛
- ۴- آمپر‌متر DC ، $I \leq 3 A$ ؛
- ۵- مقاومت مولتی‌ترن 500Ω ، $8 A$ ؛
- ۷- سیم جامپر؛
- ۸- جفت کابل 50 سانتی‌متری، آبی/قرمز؛

تئوری آزمایش:

ولتاژ مدار باز U_o تولید شده در منبع ولتاژ معمولاً متفاوت از ولتاژ ترمینال، U ، اندازه‌گیری شده در خروجی تحت بار است، هنگامی که جریان I از منبع ولتاژ کشیده می‌شود. هنگامی که بیشینه جریانی که می‌توان از منبع گرفت (جریان مدار کوتاه I_s)، جریان می‌یابد، ولتاژ ترمینال شکسته می‌شود تا به صفر برسد. این به آن معنی است که باید یک مقاومت داخلی R_i وجود داشته باشد. این مقاومت در داخل منبع ولتاژ عمل نموده و سبب افت بخشی از ولتاژ تولید شده می‌شود. این مقاومت، مقاومت داخلی منبع ولتاژ نامیده می‌شود.

1- Load resistance
2- Open- circuit
3- Short-Circuit

در این آزمایش، رئوستا یا مقاومت متغیر مولتی ترن برای تعیین مقاومت داخلی به عنوان مقاومت بار به باتری متصل می‌شود. ولتاژ ترمینال U باتری برای مقاومت‌های بار گوناگون اندازه‌گیری شده و برحسب جریان I گذرنده از میان مقاومت بار رسم می‌شود.

با فرض آن که مقاومت داخلی R_i ثابت است، خط راست به مقادیر اندازه‌گیری، طبق رابطه (۱)، برازش می‌شود:

$$U = U_o - R_i \cdot I \quad (۱)$$

از شیب خط راست، مقاومت داخلی تعیین می‌شود. از آنجاکه R_i ثابت است، جریان مدار کوتاه چنین است:

$$I_s = \frac{U_o}{R_i} \quad (۲)$$

در نمودار دوم، توان تأمین‌شده،

$$P = U \cdot I \quad (۳)$$

به صورت تابعی از مقاومت بار رسم می‌شود:

$$R = \frac{U}{I} \quad (۴)$$

با توجه به روابط (۱)، (۳) و (۴)، توان رابطه زیر را برآورده می‌کند:

$$P = U_o^2 \cdot \frac{R}{(R + R_i)^2} \quad (۵)$$

توان تأمین‌شده هنگامی به بیشینه مقدار خود می‌رسد که مقاومت بار، R ، برابر مقاومت داخلی، R_i ، شود و توان بیشینه طبق رابطه (۶) به دست می‌آید:

$$P_{\max} = \frac{U_o^2}{4R_i} = \frac{1}{4} U_o \cdot I_s \quad (۶)$$

در توان بیشینه، ولتاژ ترمینال متناظر با نیمی از ولتاژ مدار باز، یعنی:

$$U_{\max} = \frac{U_o}{2} \quad (۷)$$

است و جریان کشیده‌شده نیمی از جریان مدار کوتاه، یعنی:

$$I_{\max} = \frac{U_o}{2 \cdot R_i} = \frac{I_s}{2} \quad (۸)$$

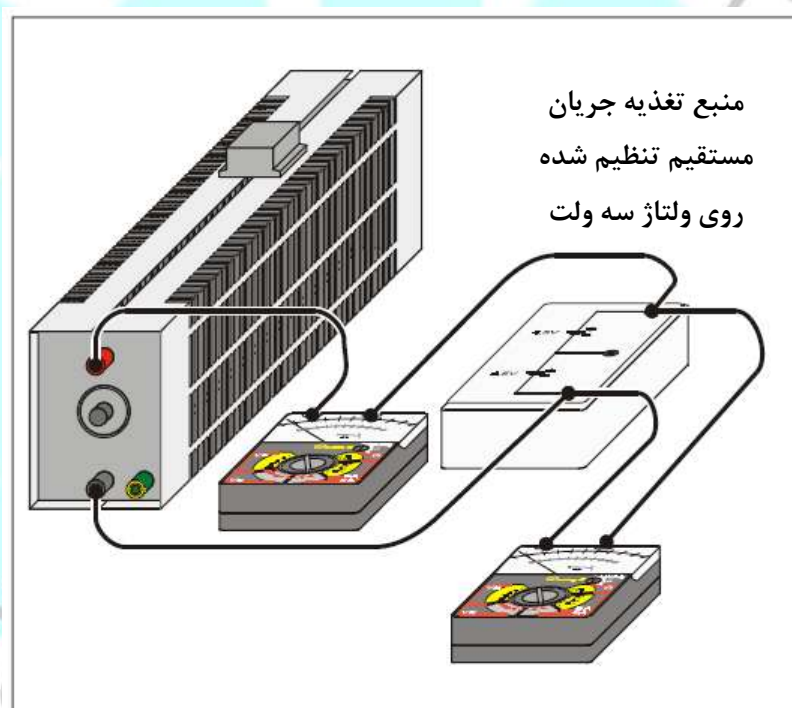
است.

روش انجام آزمایش:

چیدمان آزمایش:

چیدمان آزمایش در شکل (۱) نشان داده شده است.

۱- شش باتری V ۱٫۵ را به گونه‌ای در محفظه قرار دهید که آن‌ها به صورت سری به یکدیگر متصل شده باشند.



(الف)



(ب)

شکل (۱): الف) طرحواره چیدمان آزمایشگاهی برای تعیین مقاومت داخلی منبع تغذیه جریان مستقیم پایدار، ب) تصویری از چیدمان آزمایش.

۲- منبع تغذیه جریان مستقیم را به صورت سری به مقاومت بار و آمپر متر متصل کنید؛ ولی منبع را روشن نکنید تا از صحت عملکرد خود مطمئن شوید؛

۳- سوکت‌های ترمینال خروجی منبع را به ولت‌متر متصل کنید.

انجام آزمایش:

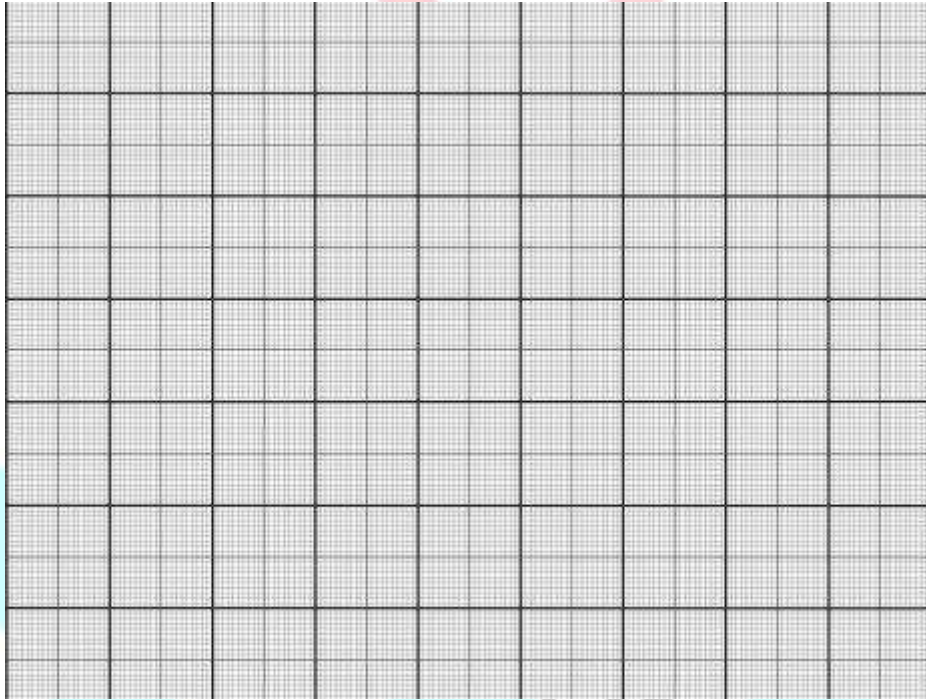
۱- مدار را ببندید، رئوستا را به گونه‌ای تنظیم کنید که کوچک‌ترین جریان ممکن جریان یابد.

۲- جریان و ولتاژ را بخوانید و آن‌ها را در جدول (۱) ثبت کنید.

۳- مقاومت بار را تغییر دهید، جریان را گام به گام ولی به سرعت تا بیشینه $1.5 A$ افزایش دهید، در هر گام جریان و ولتاژ را بخوانید. مقادیر ولتاژ و جریان را در جدول (۱) ثبت کنید.

۴- پس از پایان یک مجموعه اندازه‌گیری، مدار را قطع کنید.

۵- نمودار ولتاژ ترمینال بر حسب جریان I (جدول (۱)) را در کاغذ میلی‌متری شکل (۲) رسم کنید.



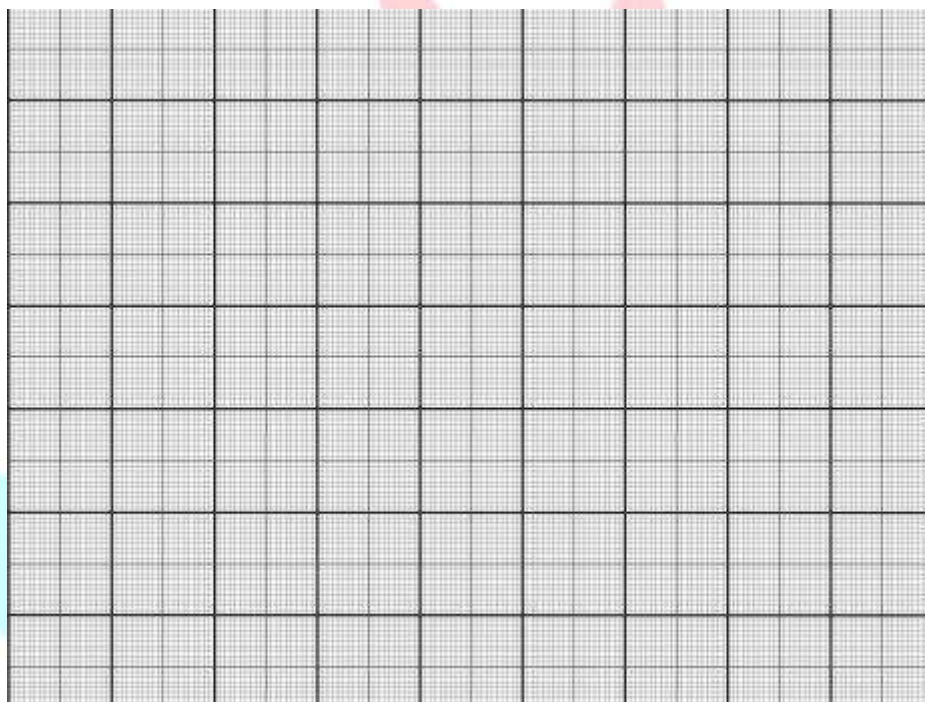
شکل (۲): کاغذ میلی‌متری برای رسم نمودار ولتاژ ترمینال به صورت تابعی از جریان I

- ۶- خط مستقیمی بر نمودار شکل (۲) برازش کرده و شیب خط را به دست آورید. شیب خط نمایانگر چه فاکتوری است؟
- ۷- محل برخورد نمودار با محور U نمایانگر چه فاکتوری است؟
- ۸- با استفاده از رابطه (۲) جریان مدار کوتاه را محاسبه کنید.
- ۹- مقدار ولتاژ مدار باز و مقاومت هر باتری را محاسبه کنید.
- ۱۰- با استفاده از مقادیر U و I جدول (۱)، مقدار توان و مقاومت بار در هر گام را با استفاده از روابط (۲) و (۳) محاسبه کرده و جدول (۲) را تکمیل کنید.
- ۱۱- نمودار P بر حسب R را در کاغذ میلی‌متری شکل (۳) رسم کنید.
- ۱۲- مقادیر P_{max} ، I_{max} و U_{max} را به دست آورید. این مقادیر را با مقادیر حاصل از محاسبات (روابط (۴)، (۵) و (۶)) مقایسه کنید.

جدول (۱): مقادیر اندازه‌گیری شده ولتاژ ترمینال، U ، باتری و جریان I گذرنده از میان مقاومت بار.

$U(V)$	$I(A)$

دانشگاه علم و صنعت ایران



شکل (۳): کاغذ میلی‌متری برای رسم نمودار توان P تأمین‌شده به صورت تابعی از مقاومت بار R .

دبایع کاشانی

دانشگاه علم و صنعت ایران

جدول (۲): مقادیر اندازه‌گیری شده U و I و مقادیر محاسبه شده P و R

$U(V)$	$I(A)$	$P(W)$	$R(\Omega)$