



به نام خدا

مدار های الکتریکی دکتر زرقانی

گزارشکار آزمایشگاه

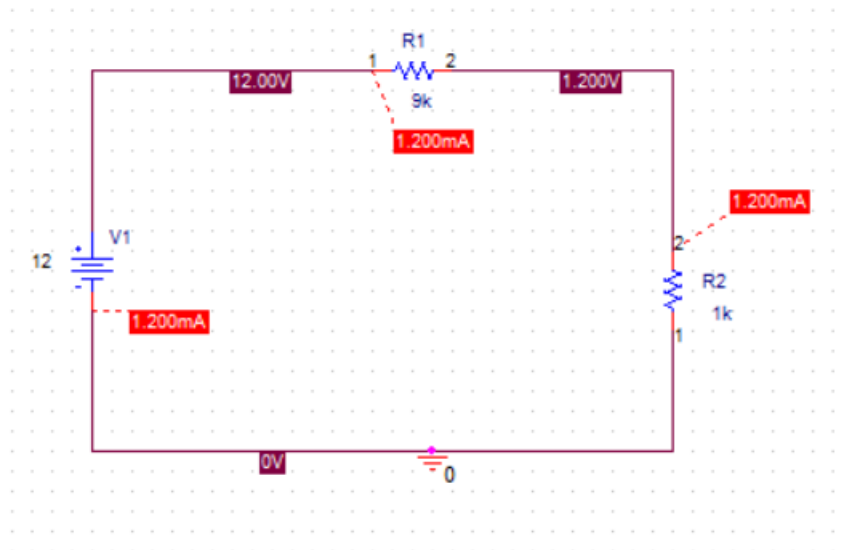
ترم بهار ۱۴۰۳-۰۴

دانشکده مهندسی برق دانشگاه صنعتی شریف

هلیا تاج آبادی - ۴۰۳۱۰۵۰۶۳

امیر علی جهان بخشی - ۴۰۳۱۰۵۱۰۳

**بخش اول) دستور اول: نمایش مدار به همراه ولتاژ ها و جریان ها:**



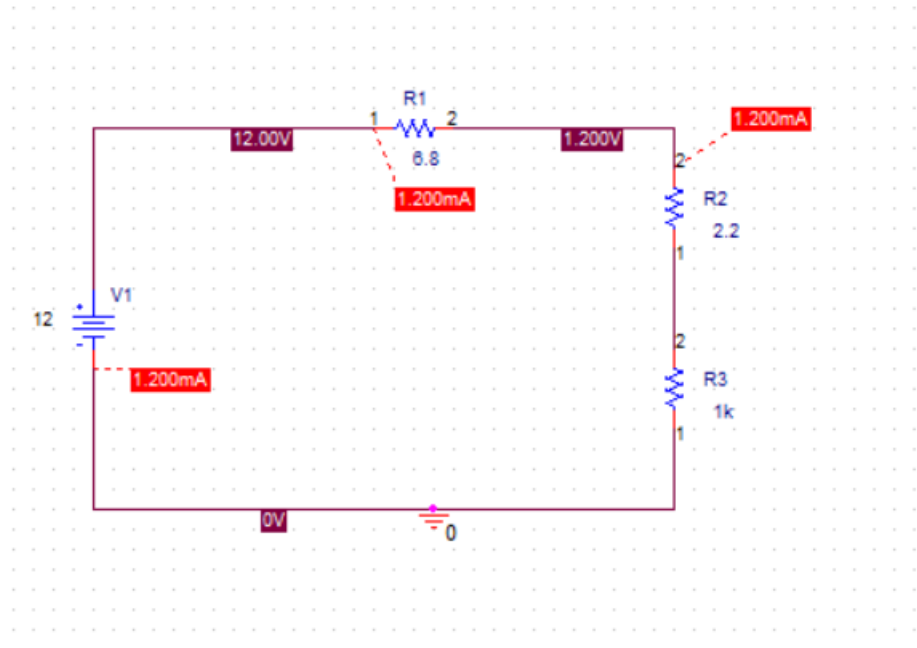
توضیحات: سری E12 یکی از سری های استاندارد مقاومت ها در مهندسی برق است که طبق استاندارد IEC 60063 تعریف شده است. این سری برای ساده سازی تولید و انتخاب مقاومت ها به کار می رود و شامل ۱۲ مقدار پایه در هر دهدهی (decade) از مقدار مقاومت است.

**ج) خیر زیرا در این سری از مقاومت ها چنین مقداری وجود ندارد. مقادیر موجود برابر در بازه ۱۰ تا ۱۰۰:**

۱۰، ۱۲، ۱۵، ۱۸، ۲۲، ۲۷، ۳۳، ۳۹، ۴۷، ۵۶، ۶۸، ۸۲

در این حالت میتوان با استفاده از مقاومت های اسن سری در بازه ۰ تا ۱۰ و موازی و سری کردن آنها چنین مقاومتی را پیدا کرد.

مثلا ۶،۸ و ۲،۲ را سری میکنیم و مقامت ۹ اهمی درست کرده ایم.



این سری دقت بالایی ندارد و برای مصارف آموزشی و عمومی و ... که غیر حساس به دقت هستند مناسب است. اگر دقت بیشتری می‌خواهیم می‌توانیم از سری E۲۴ یا E۹۶ استفاده کنیم.

**دستور دوم:** خیر مقادیر برابر نیستند زیرا در این سری تلورانس بین ۵ الی ۱۰ درصد مشاهده شده است که یعنی خطا دارند و دقیقا یکسان نیستند ولی نزدیک به یکدیگر هستند.

## بخش دوم)

**دستور سوم)** برای مقاومت های قشر فلز در این حالت سرد کردن مقاومت کمتر میشود ولی در هنگام گرم کردن مقاومت زیاد میشود زیرا مقدار TCR برای این مقاومت ها مثبت است.

( برای مقاومت های قشر زغال در این حالت سرد کردن مقاومت بیشتر میشود ولی در هنگام گرم کردن مقاومت کمتر میشود زیرا مقدار TCR برای این مقاومت ها منفی است.

مقدار TCR به معنی ضریب دمایی مقاومت است و نشان میدهد که مقاومت یک قطعه بر اثر تغییر دما چه قدر تغییر میکند. برای مقاومت زغالی ۱۰ کیلو اهم این مقدار تا حدود ۳ اهم برای هر درجه نوسان داشته باشد با تغییر دما. و برای مقاومت فلزی این مقدار تقریبا ۰/۵ اهم است. برای مدار هایی که به دقت زیاد و پایداری دمایی بالا نیاز دارند فلزی بهتر است.

برای خازن سرامیکی ظرفیت هنگام سرد شدن کمی افزایش یا کاهش مییابد ولی بسیار اندک است ولی برای خازن چندلایه ممکن است تا ۶۰ درصد کاهش ظرفیت داشته باشیم. در هنگام گرم کردن ظرفیت خازن سرامیکی تک لایه تغییر کمی دارد ولی برای خازن های چند لایه ممکن است به طور قابل توجهی کاهش یابد.

یک نمونه از دیتا شیت TCR:

برای فلزی:

Common High TCR Wires	
Temperature Range	
Wire	(0°C - 100°C)*
Rediseal	3500 ± 300
Platinum	3850 ± 300
Copper	3900 ± 300
BALCO	4400 ± 300
Nickel-5000	5000 ± 300
Nickel-6000	6000 ± 300

\*Reference Temperature at 25°C

**Table 2.** Commonly used wire materials used in high TCR wirewound resistors.

برای مقاومت:

TCR Specification Data Set: Resistive Foil Specifications			
Resistive material	NiCr	NCAS	CrSiO
Sheet resistance (Ω/sq)	25, 50, 100	25, 50, 100, 250	1000
Sheet resistivity tolerance (%)	±5	±5	±7
Temperature coefficient of resistance (ppm/°C)	<110	-20	300
Base copper foil thickness (microns)	18, 35	18, 35	18, 35
Width maximum mm (inches)	1295 (51)	1295 (51)	1295 (51)
Maximum recommended power dissipation at 40° C (watts/sq in)	25 Ω/sq: 250 50 Ω/sq: 200 100 Ω/sq: 150 —	25 Ω/sq: 250 50 Ω/sq: 200 100 Ω/sq: 150 250 Ω/sq: 75	1000 Ω/sq: 250
Recommended etching solutions			
1st etch	Cupric chloride	Ammoniacal*	Ammoniacal*
2nd etch	Ammoniacal	Acidic permanganate	Alkaline permanganate
3rd etch	—	Ammoniacal*	Ammoniacal*
For base foil properties, please refer to the appropriate product application sheet.			
* For NCAS and CrSiO, cupric chloride can be used in place of ammoniacal etchant.			

TCR in ppm/°C	1	5	10	25	50	100	200
Temperature °C	60	60	60	60	60	60	60
Ambient Temp. °C	25	25	25	25	25	25	25
Temp. difference	35	35	35	35	35	35	35
Value at 25°C	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
Value at 60°C	100.004	100.018	100.035	100.088	100.175	100.350	100.700
Tolerance shift %	0.0035	0.0175	0.035	0.0875	0.175	0.35	0.70

TCR in ppm/°C	1	5	10	25	50	100	200
Temperature °C	75	75	75	75	75	75	75
Ambient Temp. °C	25	25	25	25	25	25	25
Temp. difference	50	50	50	50	50	50	50
Value at 25°C	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
Value at 75°C	100.005	100.025	100.050	100.125	100.250	100.500	101.000
Tolerance shift %	0.005	0.025	0.05	0.125	0.25	0.50	1.00

### بخش سوم) دستور چهارم)

اگر مقاومت نسوزد مقدار آن افزایش میابد.

زیرا هنگام اتصال منبع ولتاژ دما بالا رفته و دمای مقاومت عوض میشود و این تاثیر تغییر دما در مقدار مقاومت ها تاثیر دارد.

می دانیم:

$$P = V^2/R$$

مقاومت ۱۰ اهمی بسیار داغ میشود و دچار آسیب یا تغییرات زیاد میشود. (مثل حالتی که دفعه قبل در آزمایشگاه رخ داد و مقاومت را سوزانیدیم ☹️). مقاومت ۱۰۰ اهمی ممکن است داغ شود ولی تغییر آن نسبت به ۱۰ اهمی کمتر است. این وضعیت روی مقاومت ۱ کیلو اهمی کمترین تاثیر را دارد و احتمالاً تغییری در آن رخ نمیدهد.

به طور کلی مقدار مقاومت باید با مقدار جریان عبوری از آن تناسب داشته باشد و به توان آن المان باید توجه کرد و از حدی به بعد مقاومت را میسوزاند.

**دستور پنجم) الف)** خازن های الکترولیتی آلومینیومی یکی از انواع رایج خازن های قطبی هستند که برای بسیاری از کاربردهای الکترونیکی استفاده می شوند. این نوع خازن ها دارای ویژگی های خاصی هستند که آن ها را برای برخی کاربردها بسیار مناسب می سازد. ویژگی ها:

1.

#### قطب دار بودن

- خازن های الکترولیتی آلومینیومی قطب دار هستند، یعنی یک پایانه آن ها باید به ولتاژ مثبت و پایانه دیگر به ولتاژ منفی وصل شود. اگر این قطب ها جابه جا شوند، خازن آسیب می بیند و ممکن است خراب شود یا حتی منفجر شود.
- این خازن ها معمولاً برای کاربردهایی که نیاز به نصب قطب ها به درستی دارند، مانند منبع تغذیه DC یا میکروکنترلر ها به کار می روند.

## 2. ظرفیت بالای خازنی

### 3. ولتاژ کاری و تحمل دما

- خازن های الکترولیتی آلومینیومی معمولاً برای ولتاژهای DC طراحی شده اند. هر خازن الکترولیتی یک ولتاژ کاری مشخص دارد که نباید از آن بیشتر شود.
- این خازن ها همچنین محدودیت هایی در دمای کاری دارند. دماهای بالا می توانند باعث کاهش عمر خازن یا از بین رفتن عملکرد آن شوند.

در این حالت خازن متلاشی میشود. زیرا این نوع خازن ها محدودیت ولتاژ دارند و چون نهایت محدودیت ولتاژ این خازن که قادر به تحمل آن است ۱۶ ولت است ولی ولتاژ ۳۰ ولتی به آن دادیم که از محدوده آن فراتر است مسیوزد.

ب) در این حالت نیز خازن میترکد زیرا برعکس وصل شده و میدانیم این نوع خازن پایانه های + و - دارد که باید حتما درست متصل شود و به این دلیل داخل آن جریان برعکس می باشد که باعث ترکیدن آن میشود.

## بخش چهارم)

**دستور ششم الف)** یک منبع ولتاژ و یک مقاومت یک کیلو اهمی را به مقاومت متصل کرده و مقدار آن را از ۰ تا ۵ تغییر میدهم و در این حین جریان را اندازه میگیریم و ولتاژ دو سر مقاومت را اندازه گرفته و نمودار ولتاژ جریان را میکشیم به وسیله این ۶ نقطه بررسی شده و نقاط را به یکدیگر متصل کرده و با توجه به شکل آن میتوانیم پس ببریم که این مقاومت خطی است تا خیر. در حالت معکوس هم همستن اتفاق میافتد و صرفاً جریان عبوری منفی است که در نتیجه ولتاژ را هم منفی بدست می آوریم و در نتیجه نمودار برعکس است.

ب) در این حالت توان المان ۹ وات می باشد که با توجه به قسمت های قبل متوجه شدیم که این مقدار از توان نامی آن بیشتر است که باعث سوختن آن مقاومت میشود.

ج) یک مقاومت با مقدار کوچک تر (مثلاً ۱۰۰ اهمی که نسوزد) از این مقاومت با آن سری کرده و ولتاژ دو سر هر دو را اندازه میگیریم.

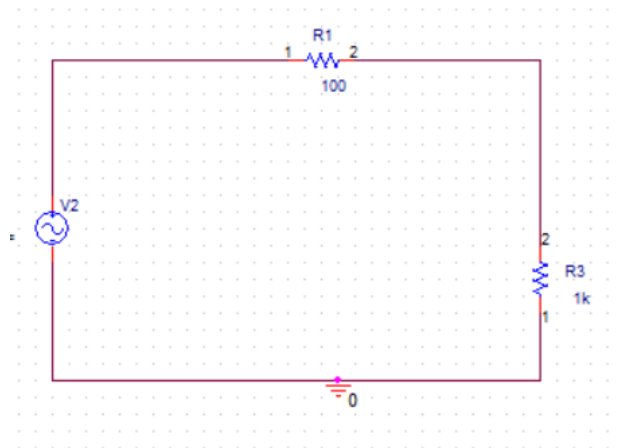
توجه کنید که چون  $V = RI$  و مقدار مقاومت بسیار کم است پس مقدار جریان عبوری با مقدار ولتاژ برابر است. در این حالت در مود  $X_Y$  اسیلوسکوپ در واقع نمودار جریان ولتاژ را نشان داده ایم که همان مشخصه  $v-i$  است.

برای کشیدن این مشخصه در اسپایس مستوان از DC sweep استفاده کرد. باید حتما مقدار ولتاژ ورودی AC باشد زیرا ولتاژ DC به دلیل ثابت بودن در همه زمان ها تنها یک نقطه به ما میدهد و برای دیدن تاثیر المان ها در مدار مناسب نمی باشد زیرا نقطه ثابتی را نشان میدهد.

فرکانس پیشنهادی برای استفاده از آن ۵۰ الی ۱ کیلو هرتز است و اگر کمتر از مقدار حداقلی ۱۰ هرتز باشد نمودار کند رسم شده و ممکن است تصویر را ناپایدار و یا تنها بخشی از آن را نشان دهد.

مشخصه آن را نمیتواند. زیرا مشخصه  $v-i$  آن پیوسته نمی باشد. ولی با استفاده از AC می توان موج مربعی تولید کرد.

شماتیک مدار:



#### دستور هفت)

الف) یک منبع جریان و یک مقاومت با به دیود متصل میکنیم (سری) و جریان آن را تغییر میدهم و ولتاژ دو سر مقاومت (که جکم جریان را خواهد داشت) را اندازه میگیریم و نمودار ولتاژ جریان گرفته شده از دیود را در نمودار نشان میدهم و نقاط را به هم متصل کرده و با توجه به شکل نمودار میتوانیم پی ببریم که دیود خطی بوده یا نه و برای مثال دیود تونلی بوده یا نه. در بررسی معکوس چون جریان برعکس به دیود وارد میشود یعنی دیود جریانی را عبور نمیدهد و در نتیجه نمودار صرفاً یک خط راست روی محور خواهد بود و نمیتوان از آن در مورد خطی با غیر خطی بودن دیود فهمید.

ب) یک مقاومت مثلاً ۱ کیلو اهمی با آن سری میکنیم تا دیود آسیب نبیند و سپس ولتاژ دو سر مقاومت و دیود را میسنجیم. در این حالت مود ایکس وای در اسیلسکوپ همان مشخصه ولتاژ جریان را نشان میدهد.

ج) اگر به مولتی متر متصل کنیم ولتاژ افت آن را نشان میدهد که ۰/۷ است. اگر دیود را گرم کنیم با توجه به اینکه از نیمه رسانا تشکیل شده مقدار نشان داده شده توسط مولتی متر کاهش پیدا میکند.

شماتیک مدار:

