**فصل دوم:جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم**

**بخش اول:جریان الکتریکی**

* با ایجاد اختلاف پتانسیل و میدا الکتریکی درون سیم:الکترون ها با سرعتی مرسوم به سرعت سوق،انتقال خالص بار الکتریکی را ایجاد می کنند.
* در زمان وجود جریان ، حرکت الکترون ها بسیار آهسته 1mm/s) )و خلاف جهت میدان و جریان الکتریکی است.(به صورت زیگزاگی)
* جریان الکتریکی متوسط:با اینکه برای آن جهت در نظر گرفته می شود،کمیتی نرده ای است.
* *جریان مستقیم:جهت آن با گذشت زمان تغییر می کند و مقدار آن نیز ثابت است.*

*سطح زیر نمودار برابر با تغییرات بار الکتریکی* *(* C*یا* A*.*S*) است.*

S=Δq

t



* نمودار تغییرات بار برحسب زمان در جریان مستقیم:

q

t

α

* اگر به جای بار الکتریکی(q) تعداد بار عبوری(n) داده شود:
* آمپر ساعت یکای دیگری برای بار الکتریکی است.

÷3600

×3600

1A.h

1c

تست)نمودار بار شارش شده در یک جسم رسانا بر حسب زمان به صورت مقابل است.کدام یک از نمودارهای زیر،شدت جریان گذرنده از این جسم را به درستی نشان می دهد؟

I(A)

q(c)



t(s)

7

2

5

10

7

2

t(s)

I(A)



t(s)

7

I(A)



t(s)

7

2

5

I(A)



t(s)

7

2

20

پاسخ:3.در قسمت اول نمودار شیب نمودار ثابت و نشانگر جریان مستقیم است:

در قسمت دوم،تغییرات بار نداریم؛در نتیجه جریان عبوری صفر است و گزینه 3 درست است.

**بخش دوم:مقاومت الکتریکی و قانون اهم**

* مقاومت الکتریکی:کمیتی نرده ای که نسبت اختلاف پتانسیل دو سر رسانا به جریان گذرنده از آن تعریف می شود و در دمای ثابت برای رسانا اهمی مقاومت ثابت است. در مدار با نماد وجود دارد.
* قانون اهم:

1. مقاومت یا رسانای اهمی: I در دمای ثابت تابعی خطی از Vدو سر آن می باشد.
2. اغلب فلزات و بسیاری از رساناهای غیر فلزی
3. مقاومت غیر اهمی:نمودارI برحسب V بصورت یک خط راست گذرنده از مبدا نیست.
4. دیود نور گسیل (LED) با تغییر جهت اختلاف پتانسیل دو سر آن،جریان از آن عبور نمی کند.

* نمودارI بر حسب Vو V برحسب Iدر رساناهای اهمی:

V

I

I

α

V

α

* نمودار I برحسب V برای مقاومت غیر اهمی:

V

I

* وسایل اندازه گیری در مدار:

1. آمپرسنج:قرار گیری در مدار به صورت سری،مقاومت الکتریکی بسیار کم
2. ولت سنج:قرار گیری در مدار به صورت موازی،مقاومت الکتریکی بسیار زیاد
3. اهم سنج:اندازه گیری مقاومت الکتریکی در حالتی که از رسانا جریانی نگذرد.(مدار قطع باشد)

* مقاومت الکتریکی به طول و سطح مقطع رسانا و نیز ترکیب و ساختار آن بستگی دارد.

R= (همان چگالی جسم است.*p'*)

* معرف مقاومت ویژه جسم که به ساختار اتمی و دمای آن بستگی دارد و یکای آن اهم متر (Ω.m)است.
* مقایسه مقاومت الکتریکی:
* نمودارR بر حسب طول (L) و شعاعr)) جسم:

Lثابت

r

R

(Aثابت)

L

R

* هر گاه یک رسانای فلزی را از یک حویه بگذرانیم تا با افزایش طول،مسطح مقطع آن کاهش یاید؛به دلیل ثابت ماندن حجم و در نتیجه

و از آنجایی که جرم هم ثابت مانده است؛ برابر است با:

* مواد از نظر رسانایی:

1. رسانا:مقاومت ویژه کم،با افزایش دما مقاومت ویژه افزایش می یابد.
2. نارسانا:مقاومت ویژه زیاد
3. نیم رسانا:مقاومت ویژه بین مواد رسانا و نارسانا،با افزایش دما مقاومت ویژه کاهش می یابد.

* ابر رسانایی:موادی مانند جیوه و قلع که با کاهش دما مقاومت ویژه به طور ناگهانی به صفر افت می کند و در دماهای پایین همچنان صفر باقی می ماند.
* رئوستا:مقاومتی متغیر که از سیم با مقاومت ویژه زیاد که بر روی استوانه ای نارسانا پیچیده شده تشکیل می شود.
* در مدارهای الکتریکی وسیله ای بنام پتانسیومتر نقش رئوستا را دارد و با تغییر طول سیمی که در مسیر جریان قرار دارد،مقاومت تغییر می کند.
* مقاومت های متغیر با نماد یا در مدار نمایش داده می شود.
* اگر خروجی رئوستا در شکل بالا به نقطه وصل شود،تمام طول سیم در مدار قرار می گیرد و حرکت لغزنده تاثیری نخواهد داشت.

تست)دو سیم هم طول مسی و آلومینیومی در یک دمای معین دارای مقاومت الکتریکی مساوی اند.اگر چگالی مس و آلومینیوم به ترتیب 9g/cm 3و 2/7g/cm 3 و مقاومت ویژه مس برابر مقاومت ویژه آلومینیوم باشد جرم سیم آلومینیومی چند برابر جرم سیم مسی است؟(ریاضی96)

پاسخ:1.

تست)مقاومت الکتریکی سیمی 6Ωاست. سیم را بریده و کنار می گذاریم و باقی مانده را از دستگاهی عبور می دهیم تا آن را یکنواخت نازک کرده و طولش را به طول سیم اولیه برساند.با ثابت ماندن دما مقاومت سیم جدید چند اهم می شود؟(ریاضی 99)

1. 9
2. 12
3. 18
4. 24

پاسخ:4 . طول سیم شده در نتیجه مقاومت هم می شود و برابر با 5را خواهد بود.

از آنجایی که سیم جرمش تغییر نکرده:

**بخش سوم:نیروی محرکه الکتریکی**

* نیروی محرکه الکتریکی(emf) کار انجام شده بر روی بار برای انتقال از پتانسیل کمتر به پتانسیل بیشتر است که می تواند آرمانی یا واقعی باشد.
* emf:

1. آرمانی:فاقد مقاومت داخلی،

r

1. واقعی:دارای مقاومت داخلیr،

در همنگام قطع مدار،ولت سنج متصل به باتری، نیروی محرکه الکتریکی( ( را نشان می دهد زیرا جریانی از باتری عبور نمی کند. با بستن کلید و برقراری جریان،افت پتانسیل Ir)) در باتری رخ می دهد و ولت سنجrI- v= را نشان می دهد.

* نمودار V دو سر منبع بر حسب I:

شیب خط=-r

I

V

V

I

منبع آرمانی

منبع واقعی

* اگر با باز و بسته کردن کلید،عدد ولت سنج تغییر نکند،دو حالت ممکن است:1\_مولد آرمانی باشد(r=0)2\_جریانی از مولد عبور نکند یعنی مقاومت خارجیR بسیار بزرگ باشد.
* اگر ولت سنج ایده آل به صورت متوالی در مدار قرار بگیرد،جریانی از مدار عبور نمی کند و

خواهد بود.

اگر ولت سنج غیر ایده آل باشد،مانند مقاومت عمل می کند. برای محاسبه عدد ولت سنج مقدار جریان را در مقاومت ولت سنج ضرب می کنیم.

* با ؟ شدن باتری،مقاومت داخلی آن افزایش می یابد.
* اگر نقطه ای از مدار به زمین متصل شود،تاثیری در جریان مدار نخواهد داشت و فقط پتانسیل الکتریکی نقطه مورد نظر صفر می شود.
* مدار تک حلقه ای با چند باتری

:

:مجموع جبری مقاومت های داخلی منبع ها

:مقاومت های معادل مدار

:مجموع نیروی محرکه مولدهای انرژی دهنده به مدار(در جهت جریان بسته شده اند)

:مجموع نیروی محرکه مولدهای شارژ شونده(در خلاف جهت جریان بسته شده اند)

جهت جریان را مولدی مشخص می کند که نیروی محرکه آن بزرگتر باشد.

اگر منبعی برخلاف جریان اصلی مدار بسته شده باشد،در این صورت اختلاف پتانسیل دو سر آن برابر است با:

* دستور عمل پیدا کردن اختلاف پتانسیل بین دو نقطه:

اگر در جهت جریان از مقاومتR یا از مقاومت های داخلیr عبور کنیم،پتانسیل به اندازه RIیا rIکاهش می یابد.

اگر در خلاف جهت جریان از مقاومت Rیا از مقاومت داخلی rعبور کنیم پتانسیل به اندازهRI یا rI افزایش می یابد.

اگر از پایانه ی منفی به پایانه ی منفی منبع حرکت کنیم،پتانسیل به اندازه نیروی محرکه افزایش می یابد.

اگر از پایانه ی مثبت به پایانه ی منفی منبع حرکت کنیم،پتانسیل به اندازه نیروی محرکه کاهش می یابد.

تست)در شکل زیر،ولت سنج و آمپرسنج آرمانی به ترتیب12 ولت و 8/0آمپر را نشان می دهد.نیروی محرکه مولد،چند ولت است؟(تجربی1401)

1. 36

9Ω

4Ω

R

1. 24

v

A

1. 18

r=2Ω

1. 16

پاسخ:2. ولت سنج،اختلاف پتانسیل مقاومت Rرا نشان می دهد.

*تست)در مدار زیر،اختلاف پتانسیل دوسر مولد چند ولت است؟(تجربی خارج95)*

1. *صفر*

r1=1/5ΩΩ

1. *3*

6V

R=1Ω

1. *6*

r2=0/5Ω

1. *12*

*پاسخ:1.با توجه به اینکه هر دو مولد انرژی دهنده و در جهت جریان مدار هستند بنابراین یکدیگر را تقویت کرده و جریان برابر است :*

*اختلاف پتانسیل با توجه به اینکه انرژی دهندهاست:*

*تست)شکل زیر قسمتی از یک مدار را نشان می دهد.اگر باشد،ولت سنج ایده ال چند ولت را نشان می دهد؟(تجربی95)*

1. *8*
2. *9*

B

3Ω

r2=1Ω

6v

6Ω

4Ω

A

1. *10*

r1=2Ω

1. *11*

*پاسخ:4.از نقطه*  VB  *شروع می کنیم دستورالعمل را دنبال کرده تا به نقطه* VB *برسیم:*

*از آنجا که* VA<VB *بنابراین جهت جریان به سمت چپ است زیرا جهت جریان از پتانسیل بیشتر به پتانسیل کمتر است.بنابراین مصرف کننده انرژی است و اختلاف پتانسیل آن برابر است با:*

***بخش چهارم:توان در مدارهای الکتریکی***

* *کیلو وات ساعت یکای فرعی انرژی مصرفی است.*U=P×t *(*P:KW***) و***  t:h)***)***
* *اگر قسمتی از مدار توان منفی داشته باشد،به این معنی است که این قطعه از مدار انرژی می گیرد.*
* *روابط مربوط به توان در مدارهای الکتریکی:*
* *توان های مربوط به باتری:*
* *ولتاژ اسمی مناسب ترین ولتاژی است که میتوان وسیله را به آن متصل کرد،در این صورت توان مصرفی وسیله برابر با توان اسمی است.*
* *اگر با ثابت ماندن مقاومت لامپ،اختلاف پتانسیل برابر شود،توان مصرفی برابر می شود.*
* *مولد انرژی گیرنده از مدار مقداری توان ورودی دارد که برابر است با :* |
* *نمودار توان تولیدی باتری بر حسب جریان:*

P

I

* *روشنایی لامپ ها در مدار به توان مصرفی آنها بستگی دارد.پس دو لامپ با اختلاف پتانسیل اسمی یکسان،مقاومت دارای توان بیشتر،مقاومت کمتری دارد.*
* *نمودار توان اتلافی منبع بر حسب جریان:*

P

I

* *در حالت متوالی توان مصرفی مجموعه از توان اسمی هر کدام از لامپ ها کمتر و در حالت موازی توان مصرفی مجموعه از توان اسمی هر کدام از لامپ ها بیشتر است.*
* *نمودار توان خروجی منبع بر حسب جریان:*

R=r

P

R<r

R>r

I

شرط توان بیشینه ( این است که R=r باشد و همچنین خواهد بود.

* اگر به ازای دو مقاومت R1 و R2 ،توان خروجی مولد(مصرفی در مقاومت R )یکسان باشد؛آن گاه:
* *مقایسه توان دو وسیله در حالتی که* R *قابت باشد:*
* *هر چه توان الکتریکی اسمی یک دستگاه بیشتر باشد،مقاومت آن کمتر است.در دو مقاومت* R1 *و* R2 *که ،در حالت متوالی و در حالت موازی خواهد بود.*
* *از رابطه* P= *،مقاومت الکتریکی لامپ در حال روشن شدن و به وسیله اهم سنج مقاومت لامپ در حالت خاموش بدست می آید.*

*تست)اختلاف پتانسیل به دو سر یک سیم مسی به طول30متر و شعاع مقطع اعمال می شود.آهنگ تولید انرژی گرمایی در سیم چند وات است؟*((تجربی خارج96)

1. 1700
2. 100
3. 170
4. 10

پاسخ:1.

تست)در مدار رو به رو ولت سنج 18ولت را نشان می دهد.توان مصرفی مقاومت R چند برابر توان مصرفی مقاومت r(مقاومت درونی مولد)است؟(جریان عبوری از ولت سنج ناچیز است)(ریاضی90)

V

R

r

20v

پاسخ4:.با توجه به اینکه مدار سری است جریان عبوری از R و rبرابر است.

V

**بخش پنجم:ترکیب مقاومت ها**

* در مقاومت های سری،نباید هیچ انشعابی بین مقاومت ها وجود داشته باشد.
* جریان همه مقاومت ها در حالت سری با هم برابر است.
* اختلاف پتانسیل دو سر مجموع برابر با مجموع اختلاف پتانسیل مقاومت ها است و اختلاف پتانسیل هر کدام متناسب با اندازه مقاومت تقسیم می شود.
* مقاومت معادل در حالت سری از بزرگترین مقاومت هم بزرگتر است.
* اگر n مقاومت متوالی داشته باشیم؛مقاومت معادل برابر است با:

* اگرn مقاومت مشابه R0 را به طور سری به هم وصل کنیم،مقاومت معادل برابر است با:
* *توان مصرفی و انرژی مصرفی کل برابر است با مجموع توان مصرفی و انرژی* *مصرفی در مقاومت هوا.*
* *توان مصرفی و انرژی مصرفی دو مقاومت متوالی متناسب با اندازه مقاومت ها است.*
* *اگر یک مقاومت به طور متوالی به مدار اضافه شود،مقاومت معادل مدار افزایش یافته و جریان الکتریکی کاهش می یابد.*
* *اگر یک مقاومت به طور متوالی از مدار حذف شود،مقاومت معادل مدار کاهش یافته و جریان الکتریکی افزایش می یابد.*
* *قاعده انشعاب:مجموع جریان های ورودی به هر نقطه از مدار برابر با مجموع جریان های خروجی از آن نقطه است.*
* در اتصال موازی یک سر تمام مقامت ها به هم و سر دیگر آنها نیز به هم متصل است.
* اختلاف پتانسیل مقاومت ها در حالت موازی باهم برابر است.

I1=

I

I1

R2

R1

* جریان دو سر مجموع برابر با مجموع جریان مقاومت ها است.میزان جریان هر کدام به نسبت عکس اندازه مقاومت ها تقسیم می شود.
* مقاومت معادل در حالت موازی از کوچکترین مقاومت هم کوچکتر است.
* اگر nمقاومت موازی داشته باشیم،مقاومت معادل مدار برابر است با:
* اگر دو مقاومت R1 و R2 به طور موازی به هم متصل شوند:
* اگر مقاومت مشابه را به طور موازی به هم متصل کنیم،مقاومت تعادل برابر است با:
* توان مصرفی و انرژی مصرفی کل برابر با مجموع توان مصرفی و انرژی مصرفی در مقاومت ها است.
* توان مصرفی و انرژی مصرفی دو مقاومت موازی به نسبت عکس مقاومت ها تقسیم می شو:
* اگر یک مقاومت به طور موازی به مقاومت های موازی دیگر اضافه شود،مقاومت معادل مدار کاهش یافته و جریان مدار افزایش می یابد.
* اگر یک مقاومت،به طور موازی از مقاومت های موازی دیگر حذف شود،مقاومت معادل مدار افزایش یافته و جریان مدار کاهش می یابد.
* اگر مقدار مقاومت متغییر در هر نوع مداری افزایش یا کاهش یابد؛مقاومت معادل مدار نیز به ترتیب افزایش و یا کاهش می یابد و همچنین جریان عبوری از مدار نیز به ترتیب کاهش و یا افزایش خواهد یافت.
* در مدارهای مشابه شکل مقابل،اگر R2 افزایش یابد، I1 و I2 قطعا کاهش می یابند ولی I1 ممکن است افزایش یابد و یا ثابت بماند.اگر ولتاژ دو سر R1 ثابت بماند، I1 نیز ثابت می ماند ولی اگر ولتاژ دو سر R1 ثابت نباشد، I2 افزایش می یابد.

R1

R2

I1

I2

I

* اگر ولتاژ اسمی لامپ ها برابر باشند و مجموع لامپ ها ی متوالی به ولتاژ اسمی متصل شود،توان مصرفی درحالت اتصال متوالی از رابطه مقابل به دست می آید:
* تمام وسایل ؟به جز فیوز و کنتور به صورت موازی به برق متصل می شوند .
* خازن خالی مانند سیم بدون مقاومت است ولی هنگام پر شدن سریع عمل می کند و مانند مقاومت بی نهایت عمل خواهد کرد بنابراین هیچ جریانی در شاخه خازن پر وجود نخواهد داشت.
* در حالت موازی بیشینه ولتاژ قابل تحمل مجموع همان بیشینه ولتاژ قابل تحمل هر مقاومت است.در این حالت اگر بیشینه قابل تحمل مقاومت ها متفاوت بود،کم ترین آنها را به عنوان ولتاژ بیشینه دو سر مقاومت های موازی در نظر می گیریم.
* در اتصال سری احتمال آسیب دیدن بزرگترین مقاومت بیشتر است؛در نتیجه بیشینه ولتاژ را به مقاومت بزرگ داده و ولتاژ بقیه را محاسبه می کنیم و در نهایت ولتاژ کل را با جمع بستن ولتاژ هر یک از مقاومت ها بدست می آوریم.
* در مدارهای پیچیده برای پیدا کردن مقاومت معادل از روش هم پتانسیل استفاده می کنیم با این صورت که نقاطی که با سیم بدون مقاومت به هم متصل هستند را یک نقطه مانندA فرض می کنیم و از هر مقاومت که عبور کردیم برای نقطه بعدی حرف دیگری مانندB در نظر می گیریم و پیشروی می کنیم تا مدار ساده شود.
* دو نقطه از مدار که توسط سیم بدون مقاومت به هم متصل شده اند را نقاط هم پتانسیل می نامیم و در آن نقطه اتصال کوتاه رخ می دهد.اگر این ناحیه اتصال کوتاه با مقاومتی به طور موازی بسته شود،مقاومت از مدار حذف می شود.

تست)در مدار زیر،اگر جای آمپرسنج آرمانی و باتری عوض شود،جریانی که از مقاومت8اهمی می گذرد،چند آمپر تغییر می کند؟(تجربی1402)

8Ω

4Ω

6Ω

r=0

26V

1. 25/0

A

1. 5/0
2. 1
3. 5/1

پاسخ:2

حالت اول: I=I1+I2

,

B

A

I2

I1

I

A

حالت دوم:

B

A

A

*بنابراین اختلاف این دو 5/0 آمپر بوده و گزینه2 صحیح است.*

*تست)* *در شکل زیر اختلاف پتانسیل الکتریکی مقاومت های 18Ω و 12Ωباهم برابر است.*R*چند اهم است؟(تجربی 1401)*

9Ω

18Ω

1. *36*

R

1. *27*

r

6Ω

12Ω

1. *18*
2. *12*

*پاسخ:2.اختلاف پتانسیل این دو برابر است. در نتیجه:*

*از آنجا که مجموع سه مقاومت بالایی با مقاومت 12Ωمتوالی است باید جریان آنها برابر باشد.به مقاومت18Ωرسیده در نتیجه به 🡨به مقاومت های 9Ωو* R *می رسد.می دانیم میزان جریان به نسبت عکس مقاومت ها تقسیم می شود.*

*تست)در شکل زیر،توان مصرفی مقاومت* R *چند ولت است؟(تجربی1401)*

1. *5/4*

9

1. *9*

R

1. *5/13*

=12V

I=1/5

1. *18*

r=2

*پاسخ:1.*

*مقاومت های* R*و 9 موازی هستند:*

*مقاومت 18Ωدو برابر9Ω است بنابراین جریان کل به آن می رسد.*

تست)در مدار زیر توان مصرفی، توان مصرفی مقاومت است.مقاومت معادل مدار چند برابر است؟(تجربی1400)

R4

R2

R1

پاسخ:3.مدار را ساده می کنیم.

R5

R3

توان را فرض می کنیم و توان بقیه را

R,P

بر حسب آن به دست می آوریم:

توان R1 و R2 در مجموع برابر خواهد بود.توان با توجه به متوالی بودن با معادل مقاومت های 1و2و3 برابر خواهد بود.مقاومت معادل مقاومت 1 و 2و3و4، است و مجموع توان آنها است ودر نتیجه معادل این چهار مقاومت برابر با R5 است.

حال در مقاومت موازی داریم که معادشان خواهد بود و گزینه ی 3 درست است.

تست)در مدار زیر،توان خروجی باتری به ازای جریان های 3Aو5A یکسان است.در حالتی که عدد ولت سنج عدد صفر را نشان می دهد،امپرسنج چند آمپر را نشان می دهد؟(ولت سنج و امپر سنج ارمانی فرض شود.)(تجربی1400)

A

r

R

1. صفر

V

1. 2
2. 4
3. 8

پاسخ:4.طبق نمودار توان خروجی باتری بر حسب جریان میانگین این دو عدد 4است که برابر با خواهد بود.

P

5

3

I