

## نظریه اساسی مدارها و شبکه‌ها

### فصل دوم [بخش اول]

#### اجزاء مدار

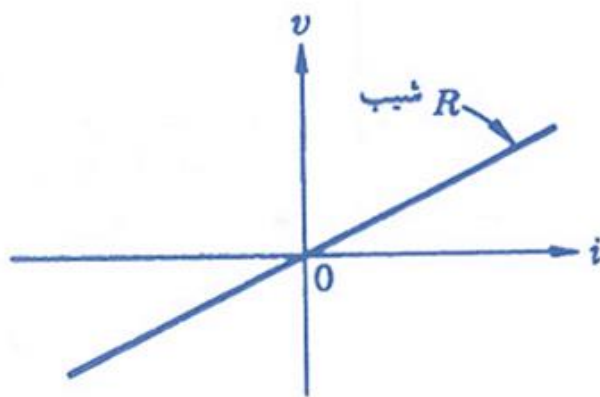
گروه مهندسی کامپیوتر

مدرس: مصطفی کشاورز معظم

ویرایش نیمسال دوم ۰۲ - ۱۴۰۱

- عناصری که در ساختمان مدارهای الکتریکی فشرده به کار می‌روند عبارتند از: مقاومت‌ها، دیودها، ترانزیستورها، لامپ‌های خلاء، خازن‌ها، سلف‌ها، ترانسفورماتورها و غیره.
- هر عنصری به منظور استفاده از یک خاصیت اصلی فیزیکی آن طرح شده است.
- در تجزیه و تحلیل و طراحی مدارهای الکتریکی باید با در نظر گرفتن تقریب‌هایی مدل‌های مناسبی را انتخاب نمود.
- در تئوری مدار، عناصر ایده‌آلی (در مقابل عناصر فیزیکی) تعریف می‌شوند که به عنوان **اجزاء مدار** تلقی خواهند شد.

- یک عنصر دوسر را **مقاومت** گویند، اگر در هر لحظه  $t$  از زمان، ولتاژ  $v(t)$  و جریان  $i(t)$  آن در رابطه‌ای که در صفحه  $vi$  به وسیله یک منحنی تعریف می‌شود، صدق کنند.
- این منحنی، **مشخصه مقاومت** در لحظه  $t$  نامیده می‌شود و مجموعه مقادیری را که جفت متغیرهای  $v(t)$  و  $i(t)$  در لحظه  $t$  ممکن است دارا باشند معین می‌کند.
- معمول‌ترین مقاومتی که به کار می‌رود مقاومتی است که مشخصه آن با زمان تغییر نمی‌کند، این مقاومت را **تغییر ناپذیر** با زمان گویند.



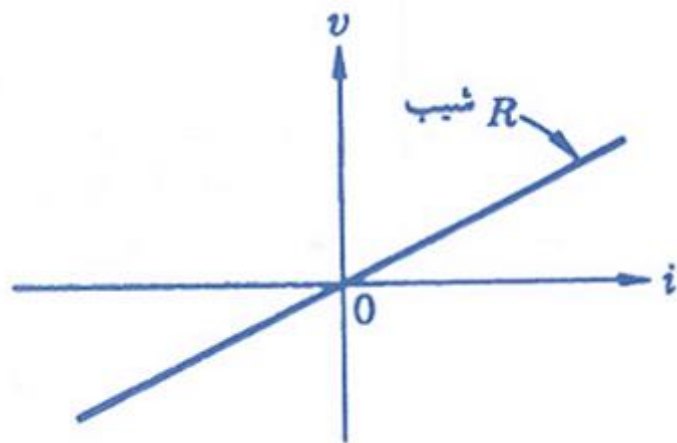
## مقاومت خطی تغییرناپذیر با زمان

- مقاومت خطی تغییرناپذیر با زمان طبق تعریف، مقاومتی است که **مشخصه آن خط مستقیمی باشد** که از مبدأ گذشته و با زمان تغییر نکند.

- رابطه بین مقدار لحظه‌ای ولتاژ  $v(t)$  و مقدار لحظه‌ای جریان  $i(t)$  طبق قانون اهم بصورت زیر بیان می‌شود:

$$v(t) = Ri(t) \quad \text{یا} \quad i(t) = Gv(t)$$

$$R = \frac{1}{G}$$



- $R$  را **مقاومت** و  $G$  را **رسانایی** گویند.

- واحدهای ولتاژ، جریان، مقاومت و رسانایی به ترتیب عبارتند از: ولت، آمپر، اهم و مهو.

- رابطه بین  $v(t)$  و  $i(t)$  برای یک مقاومت خطی تغییرناپذیر با زمان بوسیله یک **تابع خطی** بیان می‌شود.

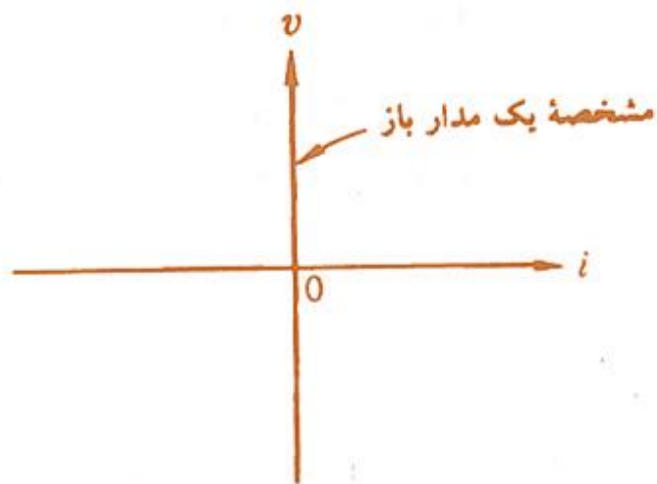
دو نمونه ویژه از مقاومت های خطی تغییرناپذیر با زمان که مورد توجه خاص ما هستند عبارتند از:

- مدار باز

- مدار با اتصال کوتاه

• یک عنصر دوسر را **مدار باز** گویند اگر جریان شاخه آن به ازای همه مقادیر ولتاژ شاخه مساوی صفر باشد.

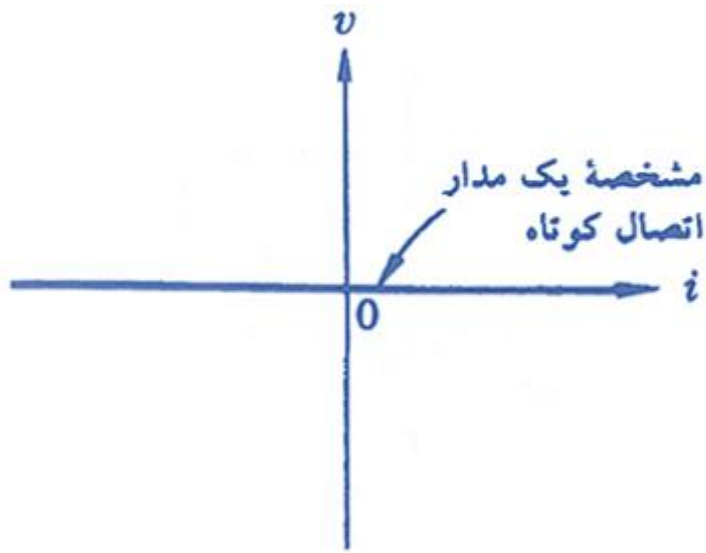
• مشخصه یک مدار باز، محور  $v$  در صفحه  $i-v$  می باشد.



• این مشخصه دارای شیب بینهایت یعنی  $R = \infty$  و یا  $G = 0$  است.

- یک عنصر دوسر را **مدار با اتصال کوتاه** گویند اگر ولتاژ شاخه آن به ازای همه مقادیر جریان شاخه مساوی صفر باشد.

- مشخصه یک مدار با اتصال کوتاه، محور  $i$  در صفحه  $i-v$  می باشد.



- این مشخصه دارای شیب صفر است یعنی  $R = 0$  و یا  $G = \infty$ .

- مشخصه یک مقاومت خطی تغییرپذیر با زمان با معادله‌های زیر توصیف می‌شود:

$$v(t) = R(t)i(t) \quad \text{یا} \quad i(t) = G(t)v(t)$$

$$R(t) = \frac{1}{G(t)}$$

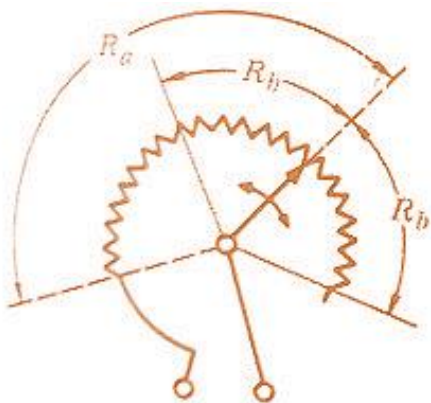
- مشخصه در شرط خطی بودن صدق کرده ولی با زمان تغییر می‌کند.

## مقاومت خطی تغییرپذیر با زمان

**مثال:** یک پتانسیومتر با اتصال لغزنده، نمونه‌ای از یک مقاومت خطی تغییرپذیر با زمان است،

$$R(t) = R_a + R_b \cos 2\pi f t$$

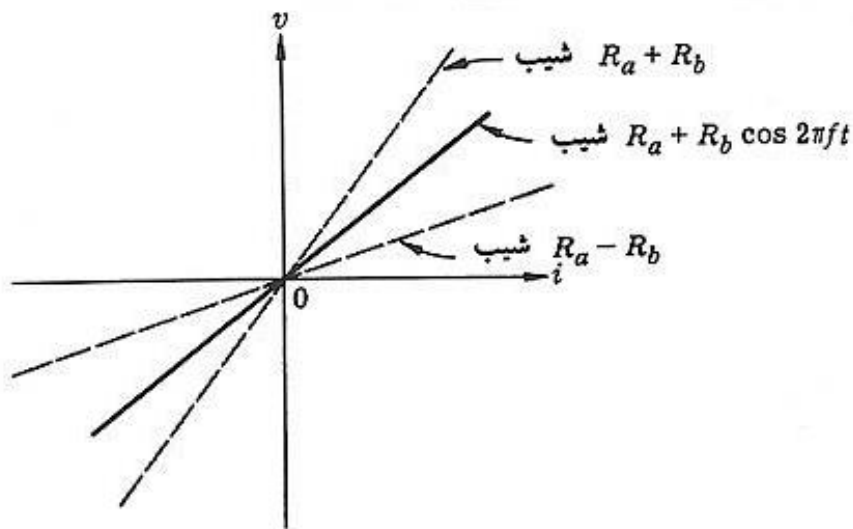
اتصال لغزنده پتانسیومتر بوسیله یک سروموتور به جلو و عقب حرکت می‌کند بطوریکه در زمان  $t$  مشخصه بصورت زیر است:



$$v(t) = (R_a + R_b \cos 2\pi f t)i(t)$$

که در آن  $R_a$ ،  $R_b$  و  $f$  مقادیر ثابت بوده و  $R_a > R_b > 0$ .

- مشخصه این مقاومت خطی تغییرپذیر با زمان در صفحه  $i$ - $v$ ، خط مستقیمی است که در تمام لحظات از مبدأ می‌گذرد.





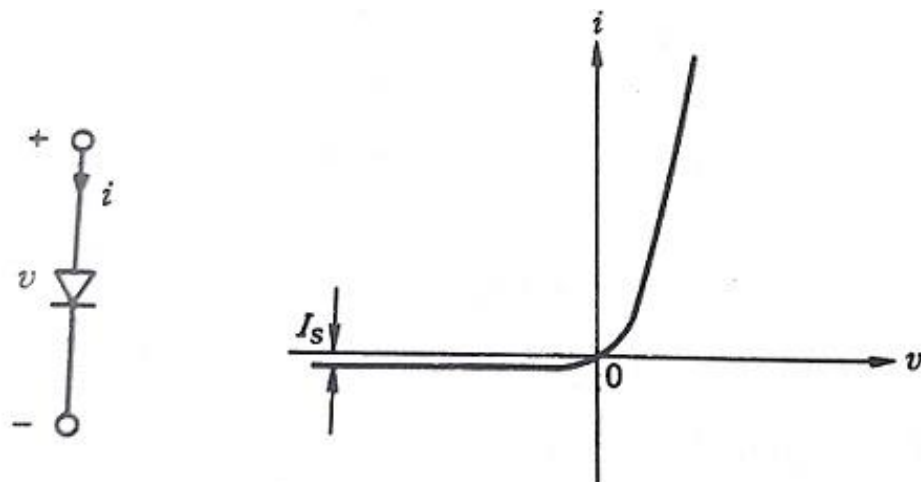
- مقاومتی را که خطی نباشد غیر خطی گویند.
- **دیود ژرمانیوم** نمونه‌ای از یک مقاومت غیر خطی است.

در مورد دیود پیوندی-pn که در شکل زیر نشان داده شده است، جریان شاخه، یک تابع غیر خطی از ولتاژ شاخه

$$i(t) = I_s(e^{qv(t)/kT} - 1)$$

و بصورت رابطه روبه رو است:

- مقاومت غیر خطی به علت غیر خطی بودنش دارای مشخصه‌ای است که در تمام لحظات **یک خط غیر مستقیم گذرنده از مبدأ** صفحه  $i-v$  باشد.



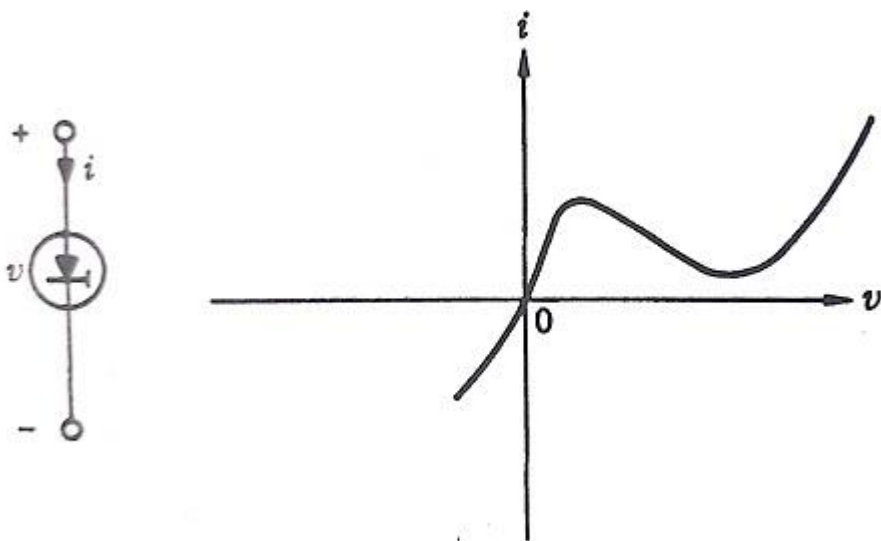
- مثال‌های دیگر از وسایل غیر خطی دوسر که بتوان آنها را به صورت یک مقاومت غیر خطی در نظر گرفت عبارتند از **دیود** **تونل** و **لامپ گازدار**.

- در یک **دیود تونل** جریان  $i$  تابعی از ولتاژ  $v$  است، در نتیجه:  $i = f(v)$

همانطور که در مشخصه نشان داده شده است،

به ازای هر مقدار ولتاژ  $v$  یک و تنها یک مقدار ممکن برای جریان وجود دارد.

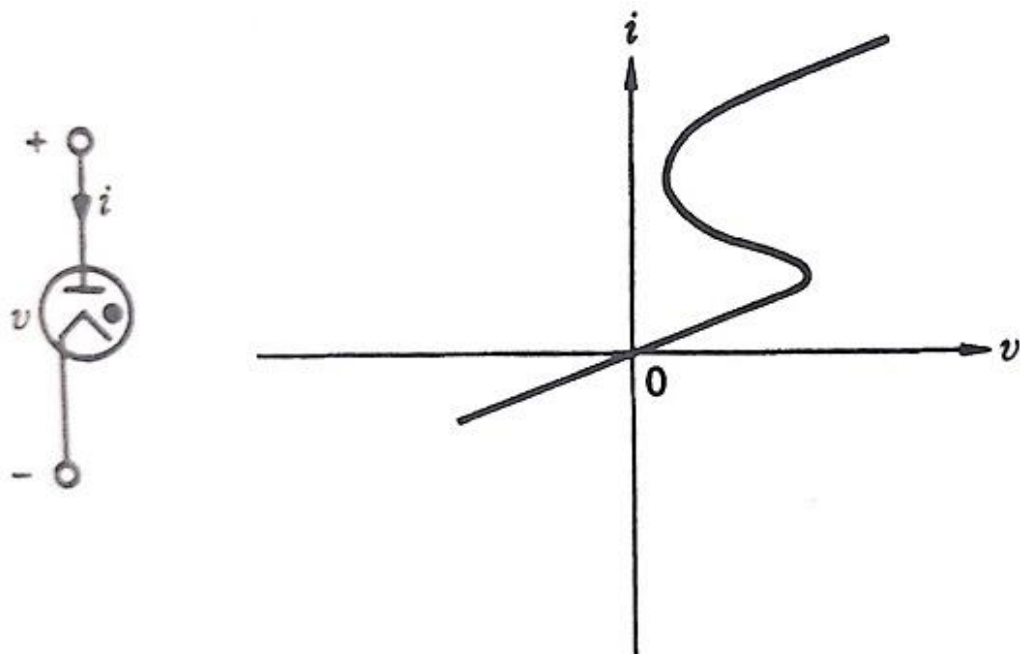
چنین مقاومتی را **کنترل شده بوسیله ولتاژ** نامند.



• در یک لامپ گازدار ولتاژ  $v$  یک تابع از جریان  $i$  است زیرا همانطور که در مشخصه نشان داده شده است،

برای هر مقدار  $i$  یک و تنها یک مقدار ممکن برای  $v$  وجود دارد، بنابراین:  $v = g(i)$

چنین مقاومتی را **کنترل شده بوسیله جریان** نامند.



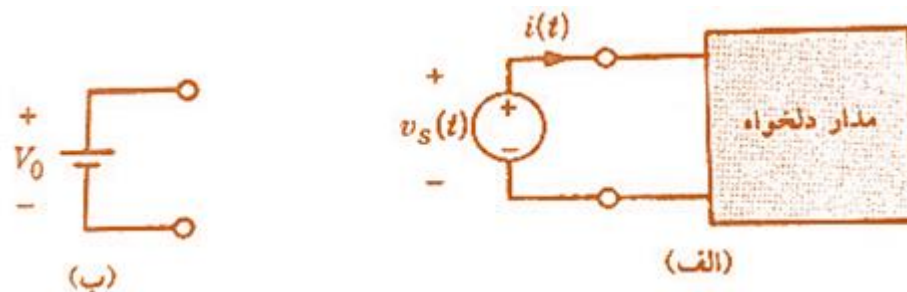
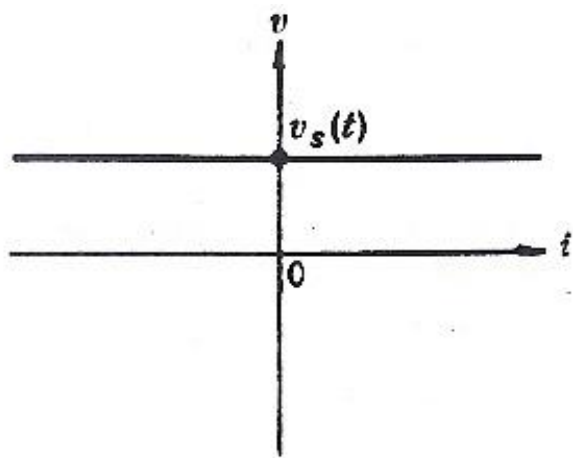
i. منابع نابسته

ii. منابع وابسته

- منابع ولتاژ و جریان نابسته را برای متمایز ساختن آنها از منابع وابسته که بعداً تعریف خواهیم کرد، بیان می‌کنیم.
- برای سهولت اغلب واژه‌های «منبع ولتاژ» و «منبع جریان» را بدون صفت «نابسته» به کار خواهیم برد.

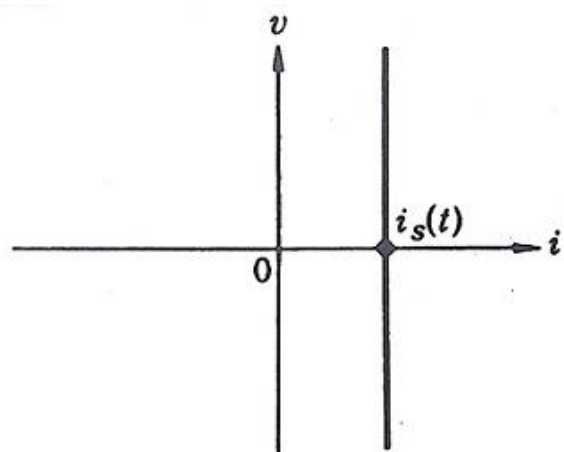
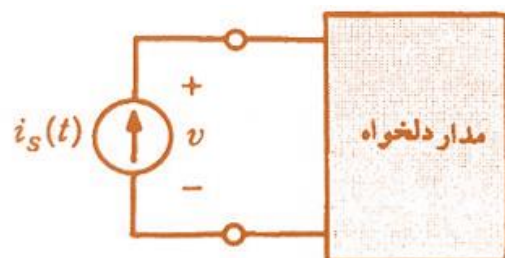
- یک عنصر دوسر را **منبع ولتاژ نایسته** گویند اگر مقدار ولتاژ معین  $v_s(t)$  را در دو سر یک مدار دلخواه نگه دارد؛ یعنی صرفنظر از جریان  $i(t)$  که از داخل آن می‌گذرد ولتاژ دوسر آن به مقدار  $v_s(t)$  بماند.

- اگر ولتاژ معین  $V_s$  ثابت باشد (یعنی وابسته به زمان نباشد)، این منبع ولتاژ را یک منبع ولتاژ ثابت می‌نامیم.



- منبع ولتاژ در لحظه  $t$  دارای مشخصه‌ای به صورت یک خط مستقیم موازی با محور  $i$  و به عرض  $v_s(t)$  در صفحه  $iv$  می‌باشد.

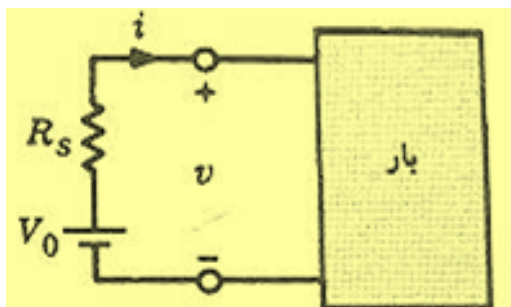
- یک عنصر دوسر را منبع جریان ناپسته گویند اگر یک جریان معین  $i_s(t)$  را در داخل مدار دلخواه ثابت نگه دارد؛ یعنی صرفنظر از ولتاژ  $v(t)$  که ممکن است در دو سر مدار باشد جریانی که به داخل مدار می‌رود مساوی  $i_s(t)$  است.



- مشخصه یک منبع جریان در لحظه  $t$  خطی است عمودی به طول  $i_s(t)$  که در شکل زیر نشان داده شده است.

## مدارهای معادل تونن و نورتن

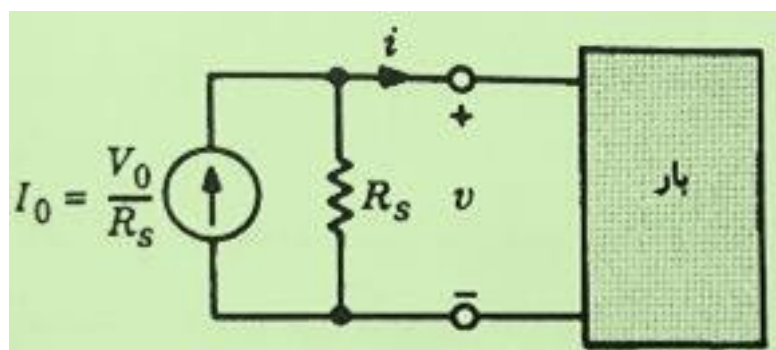
- فرض کنید بخواهیم جریان یا ولتاژ یک بار مقاومتی را **توسط دنباله مدار** معین کنیم؛ اگر دنباله مدار از مقاومت‌ها و منابع تشکیل شده باشد:



- قضیه **تونن** می‌گوید:

می‌توان کل دنباله مدار را با یک منبع ولتاژ  $V_0$  سری شده با یک مقاومت خطی تغییرناپذیر با زمان  $R_s$  جایگزین کرد.

- قضیه **نورتن** می‌گوید:



می‌توان کل دنباله مدار را با یک منبع جریان ثابت  $I_0 \triangleq \frac{V_0}{R_s}$  موازی شده با یک مقاومت خطی تغییرناپذیر با زمان  $R_s$  جایگزین کرد.

- چون دو مدار نشان داده شده دارای یک مشخصه می‌باشند، آنها را معادل همدیگر گویند.

## [فصل دوم]

- تمرین های تحویلی : تمرین شماره ، ، ( -- تمرین )  
[از کتاب نظریه اساسی مدارها و شبکه ها - جبه دار (جلد اول)]

تاریخ نهایی تحویل : یک هفته پس از ارائه این اسلاید

- تمرین های تکمیلی (\*) - تمرین شماره ....