

# مدارهای الکتریکی و الکترونیکی

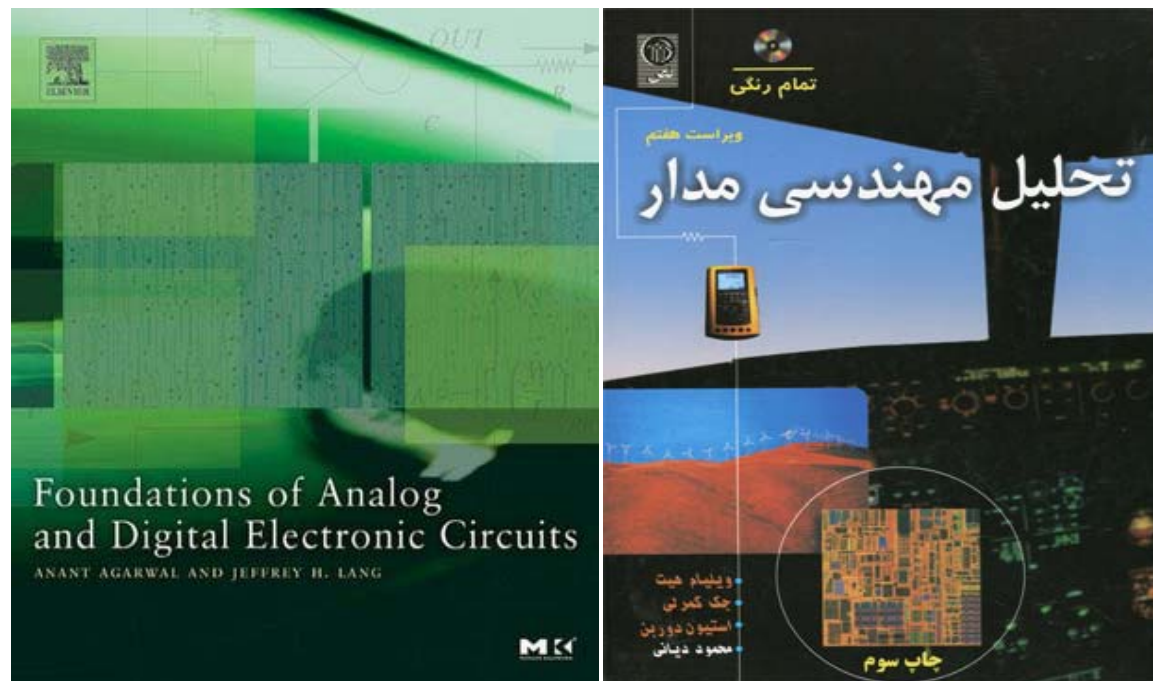
## فصل اول: مقدمه

استاد درس: محمود ممتازپور

[ceit.aut.ac.ir/~momtazpour](http://ceit.aut.ac.ir/~momtazpour)

# کتاب‌های مرجع

1. W. Hayt, Engineering Circuit Analysis, 8<sup>th</sup> Edition
2. A. Agarwal, Foundations of Analog and Digital Electronic Circuits



# SI: سیستم واحد‌گذاری و پیشوندها

□ هر مقدار اندازه‌گیری شده را می‌توان با یک واحد بیان کرد. بعضی اوقات این واحد به همراه یک پیشوند می‌آید.

FACTOR	NAME	SYMBOL
$10^{-9}$	nano	n
$10^{-6}$	micro	$\mu$
$10^{-3}$	milli	m
$10^3$	kilo	k
$10^6$	mega	M

□ مثال:  $12.3 \text{ mW} = 0.0123 \text{ W} = 1.23 \times 10^{-2} \text{ W}$

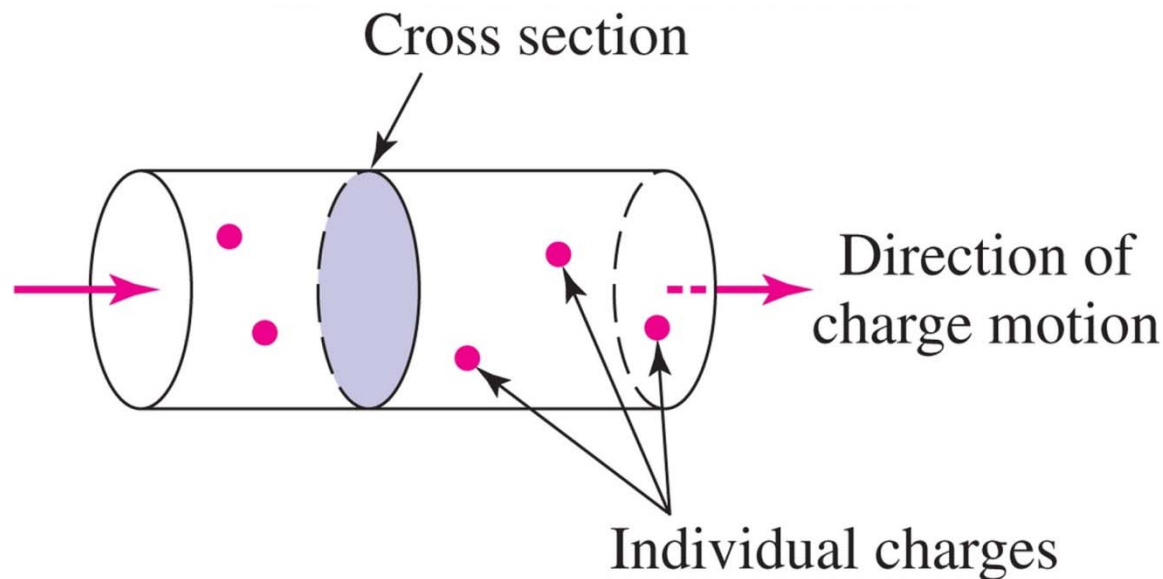
# بار الکتریکی

- سمبل:  $Q$  or  $q$  (واحد: کولمب یا کولن C)
- کوچکترین بار، بار الکترون ( $-1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$ ) یا پروتون ( $+1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$ ) است.
- در بیشتر مدارها، بار در حال حرکت الکترونها هستند.
- قانون بقای بار الکتریکی: بار نه از بین می‌رود و نه تولید می‌شود.

# جریان الکتریکی و بار الکتریکی

□ جریان، نرخ حرکت بار است. یعنی در هر ثانیه چند کولن بار از سطح مقطع سیم می‌گذرد.

1 ampere = 1 coulomb/second (or 1 A = 1 C/s) □

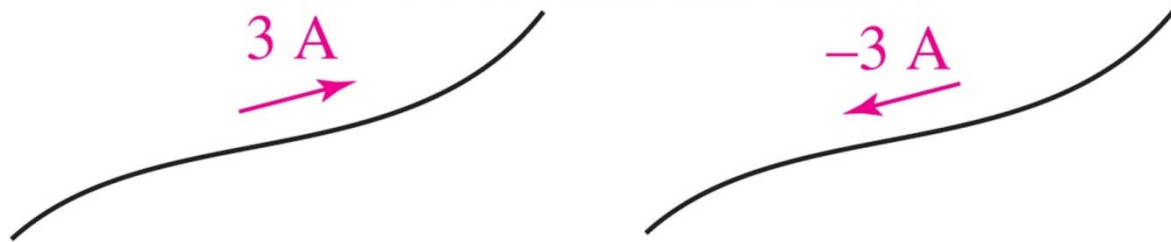


# جریان الکتریکی و بار الکتریکی

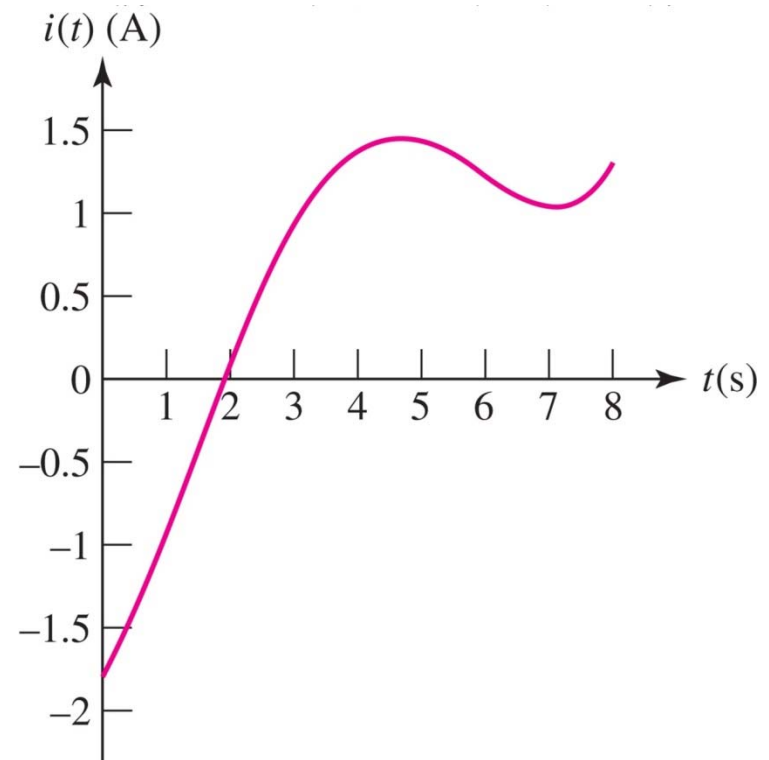
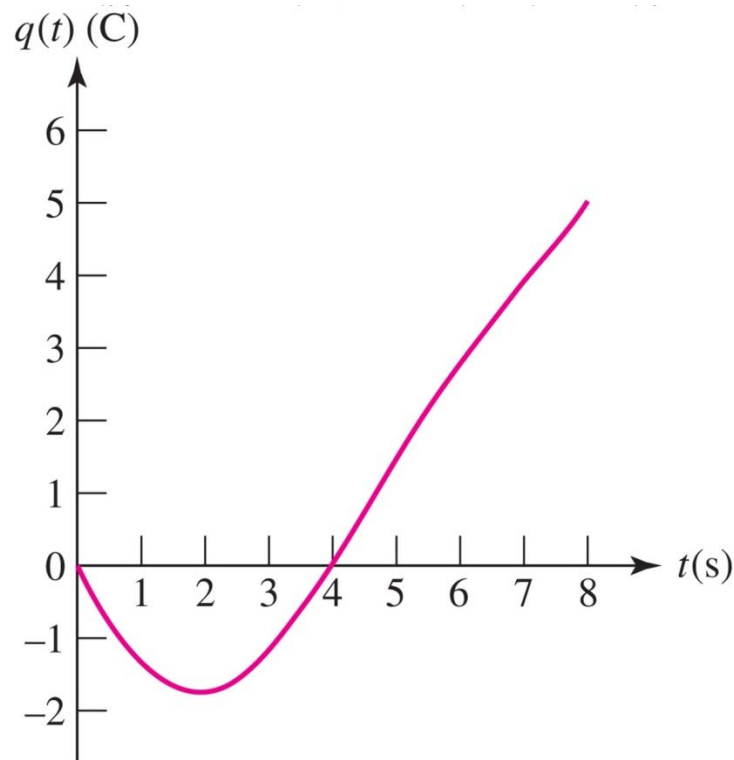
□ جریان، نرخ حرکت بار است. به طور دقیق‌تر:  $i = dq/dt$

□ جریان گذرنده از یک المان یا یک سیم را باید با یک مقدار و یک جهت مشخص کرد.

□ این دو جریان در واقع معادلند:



# رابطه جریان و بار: $i = dq/dt$



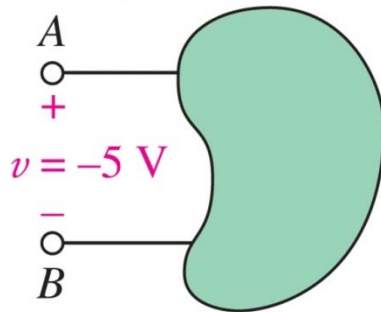
# ولتاژ الکتریکی

□ وقتی برای جابجایی یک کولن بار از A به

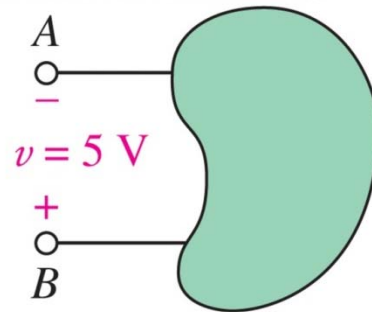
B، یک ژول کار (انرژی) نیاز باشد، اختلاف

ولتاژ بین A و B یک ولت است.

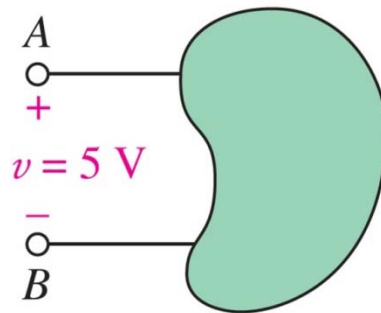
$$V = dW/dq \quad \blacksquare$$



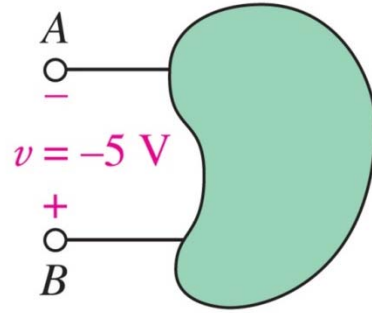
(a)



(b)



(c)



(d)

□ اختلاف ولتاژ (V or v) دو سر یک المان

هم اندازه دارد و هم جهت.

□ مثال: (a)=(b), (c)=(d)



# توان الکتریکی: $p = v i$

□ توان نرخ مصرف انرژی در زمان است.

$$P = dE/dt \quad \square$$

□ در مدارهای الکتریکی، توان لازم برای

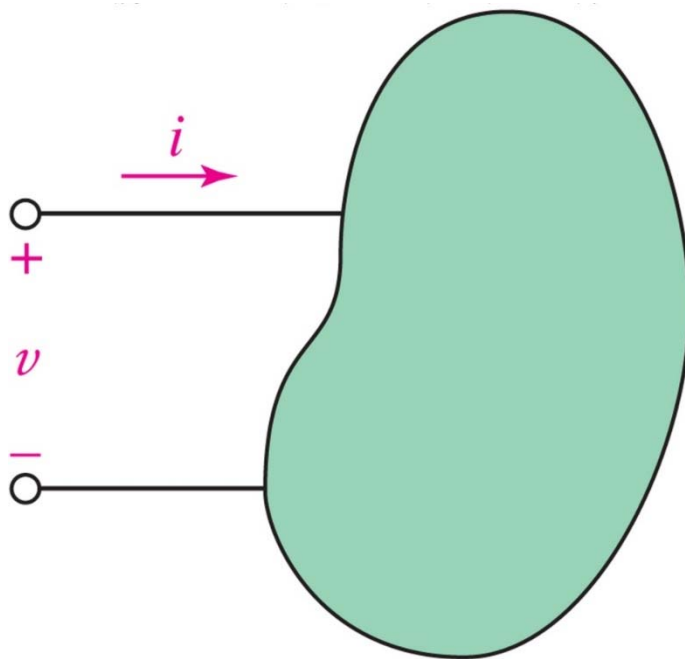
برقراری جریان  $i$  بین دو نقطه با ولتاژ  $v$ ،

برابر است با:  $p = v i$  ( $J/s = W$ )

□ جهت جریان و ولتاژ نشان داده شده در

این شکل را جهت قراردادی گویند.

□ جریان از سر مثبت ولتاژ وارد المان شود.



# توان الکتریکی: $p = v i$

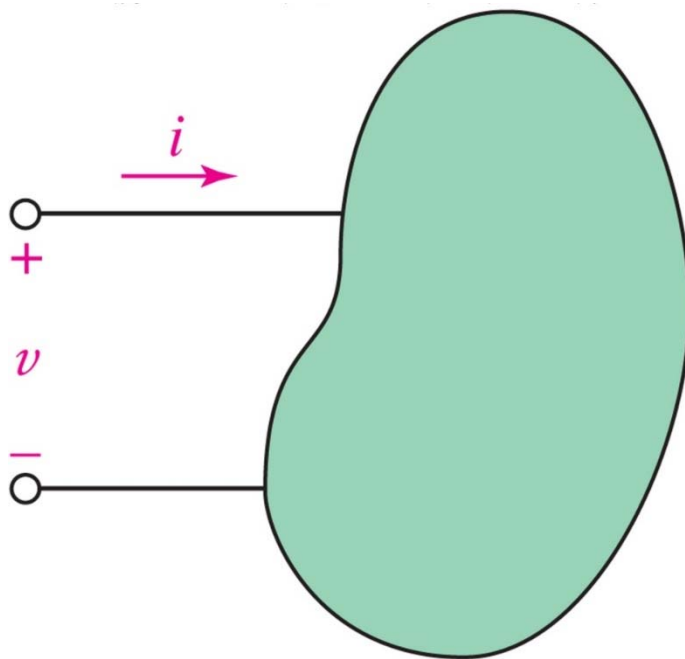
□ هرگاه یک المان انرژی جذب کند آن را

غیرفعال (Passive) و اگر انرژی تولید

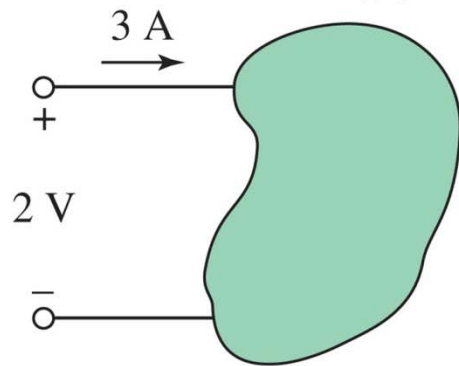
کند آن را فعال (Active) گوییم.

□ برای مشخص کردن فعال یا غیرفعال بودن یک المان:

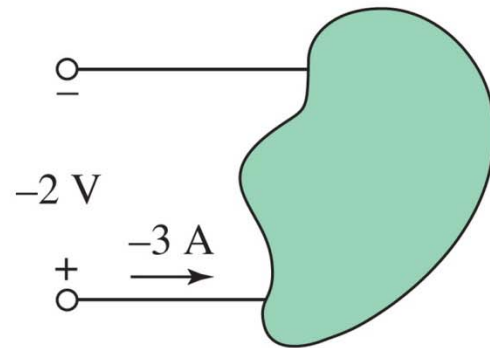
□ اگر مقدار توانی که از ضرب جریان و ولتاژ با جهت قراردادی به دست می آید مثبت باشد، المان غیرفعال و اگر منفی باشد، المان فعال است.



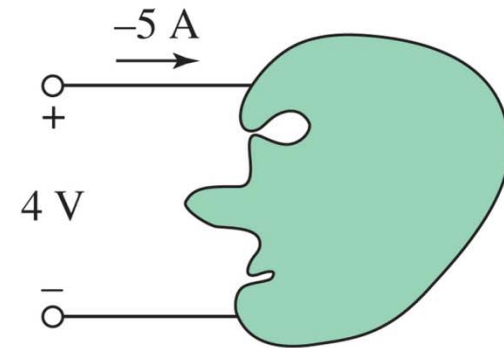
# مثال: المان فعال و غیرفعال و نحوه تشخیص آن



(a)



(b)

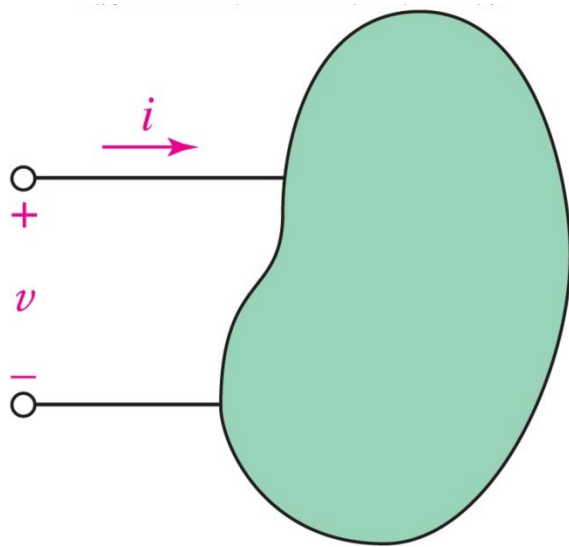


(c)

چه مقدار توان توسط سه المان بالا جذب می‌شود؟

# المان‌های مدار

□ بیشتر المان‌های الکتریکی دارای دو پایانه هستند. (برخی ۳ یا بیشتر نیز دارند)

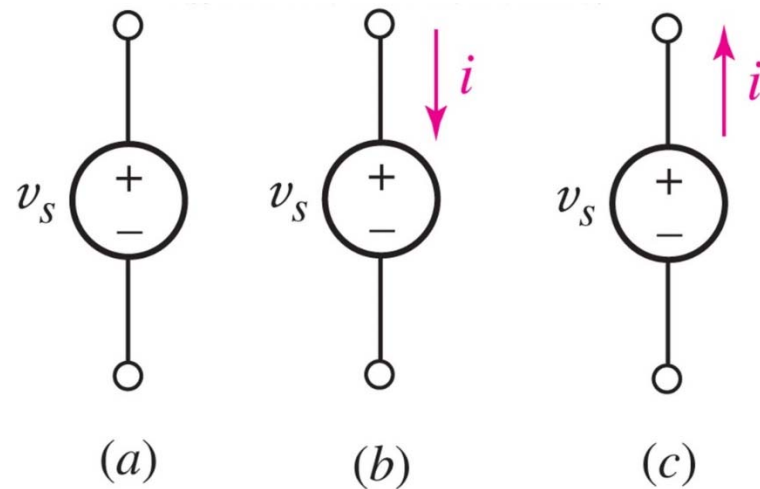


□ رابطه بین اختلاف ولتاژ دو سر المان و جریانی که از آن می‌گذرد، **مدل** المان را تعریف می‌کند.

□ مثلاً در مقاومت الکتریکی رابطه این دو خطی است.

# منبع ولتاژ مستقل

- یک منبع ولتاژ ایده‌آل، المانی است که ولتاژ  $v_s$  را بین دو سر خود حفظ می‌کند.
- مستقل از اینکه چه مداری به دو سر آن متصل باشد، اختلاف ولتاژ دو سر آن همیشه  $v_s$  است.
- جریان گذرنده از آن (مقدار و جهت آن) بسته به مداری که به آن متصل است تعیین می‌شود.

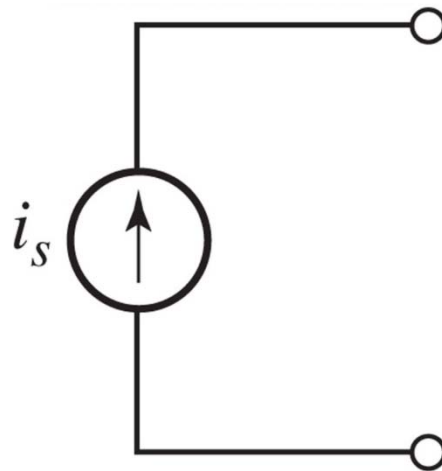


# منبع جریان مستقل

□ یک منبع جریان ایده‌آل، المانی است که جریان  $i_s$  گذرنده از دو سر خود را حفظ می‌کند.

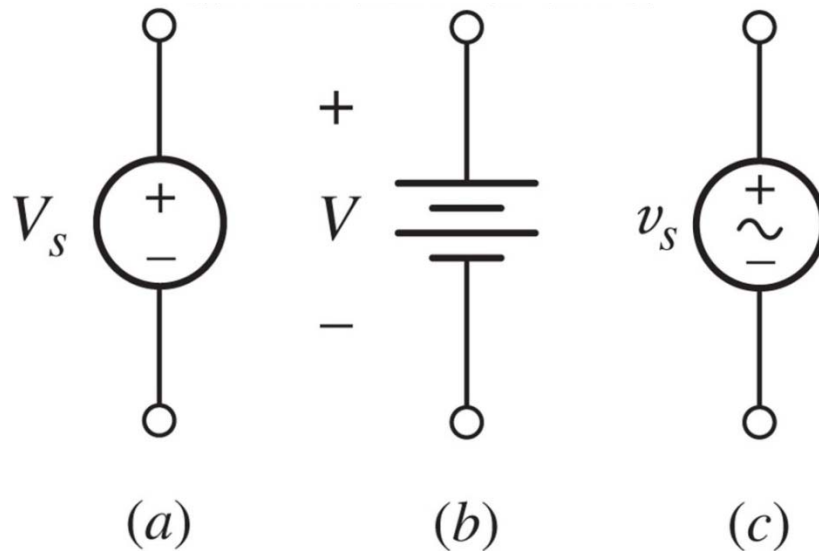
□ مستقل از اینکه چه مداری به دو سر آن متصل باشد، جریان گذرنده از آن همیشه  $i_s$  است.

□ ولتاژ دو سر آن (مقدار و جهت آن) بسته به مداری که به آن متصل است تعیین می‌شود.



# باتری به عنوان یک منبع ولتاژ مستقل

- منبع ولتاژ مستقل یک مدل ایده‌آل و تعمیم‌یافته از باتری است.
- ایده‌آل به این معنی که محدودیت جریان‌دهی باتری حذف شده است.
- تعمیم‌یافته به این معنی که ولتاژ نه فقط ثابت، بلکه می‌تواند متغیر با زمان باشد.
- باتری ایده‌آل همیشه یک ولتاژ ثابت (DC) دارد. ولی در عمل باتری‌ها دارای توان الکتریکی محدود هستند.



# منابع وابسته

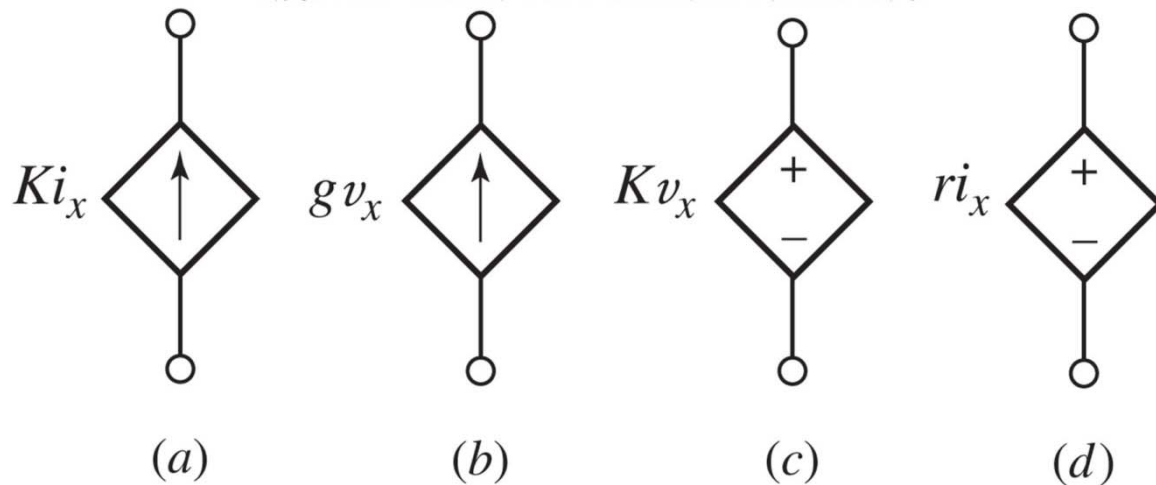
□ منابعی که مقدار آنها وابسته به مقدار جریان یا ولتاژ یک المان دیگر مدار است.

(a) منبع جریان وابسته به جریان

(b) منبع جریان وابسته به ولتاژ

(c) منبع ولتاژ وابسته به ولتاژ

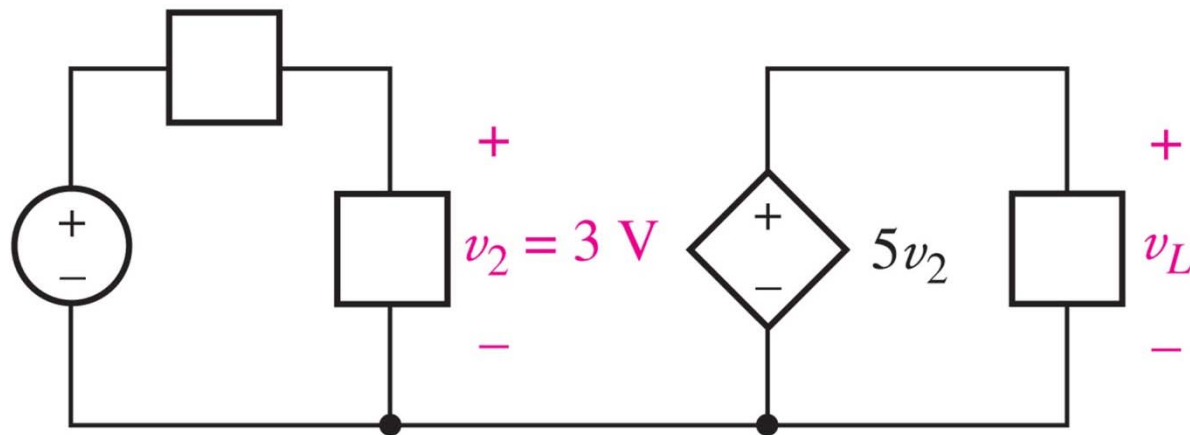
(d) منبع ولتاژ وابسته به جریان





## مثال: منبع ولتاژ وابسته به ولتاژ

ولتاژ  $v_L$  را در مدار زیر محاسبه کنید.



# مقاومت و قانون اهم

□ یک مقاومت خطی المانی است ولتاژ دو سر آن مضربی از جریان گذرنده از آن باشد.

$$v = Ri$$

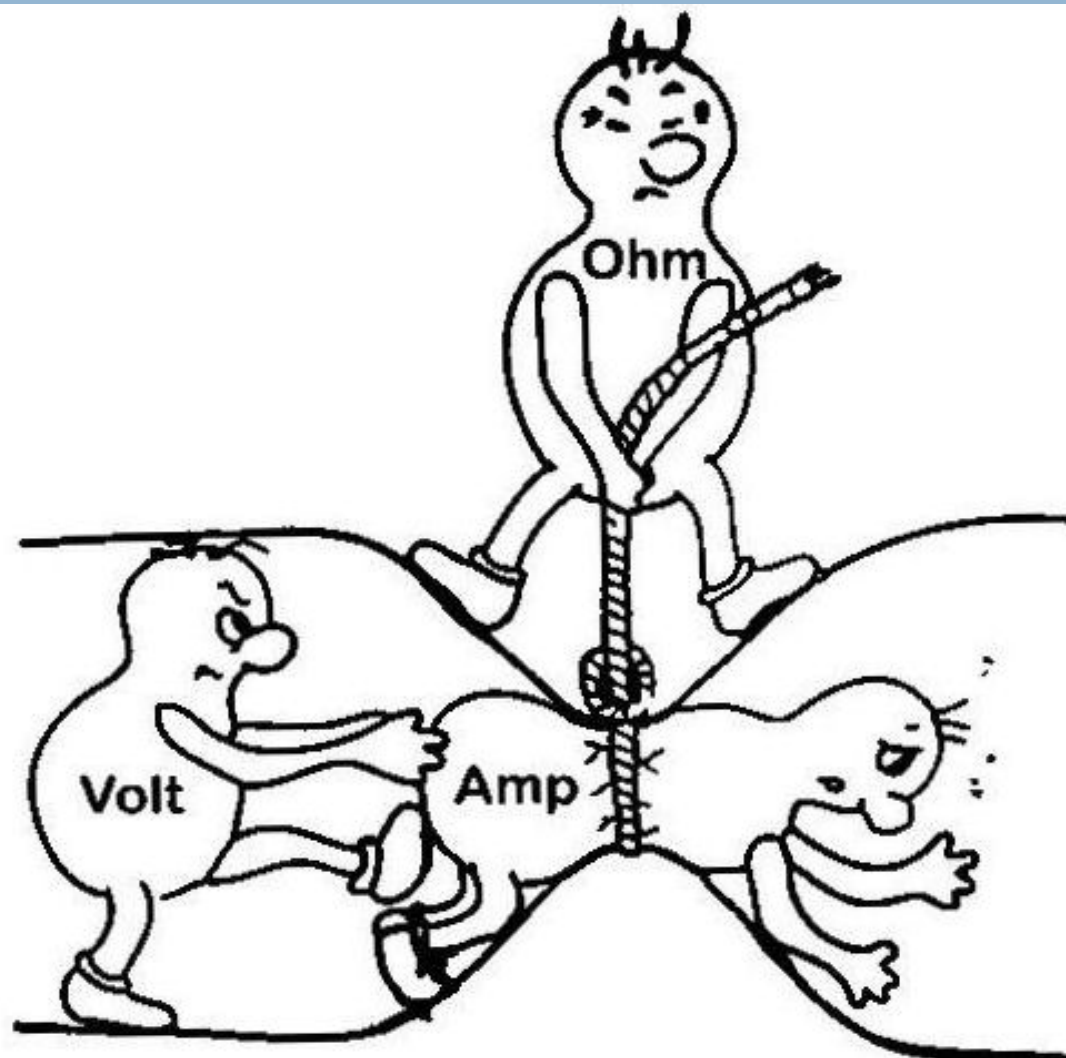
□ مقدار ثابت  $R$  را **مقاومت (Resistance)** گویند.

□ معادله بالا را به نام **قانون اهم** می شناسیم.

□ واحد اندازه گیری مقاومت الکتریکی اهم ( $\Omega$ ) ohm است.

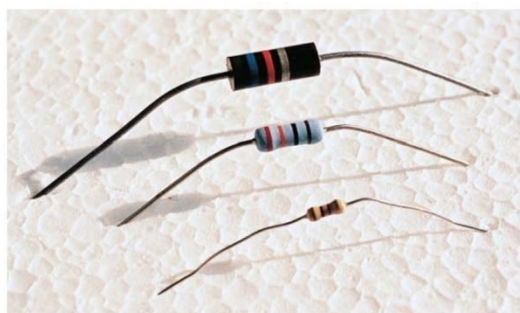


# تجسم قانون اهم



# انواع مقاومت‌ها

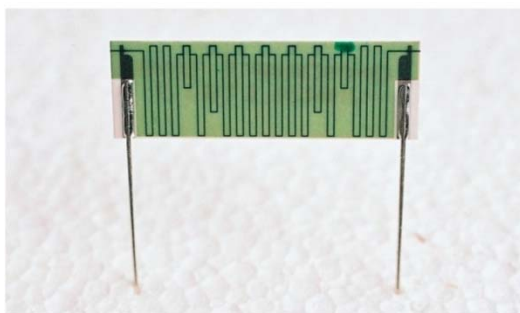
(a) مقاومت‌های معمول، (b) مقاومت توان بالا  
(c) یک مقاومت با مقدار  $10\text{ T}\Omega$ ، (d) نماد مقاومت



(a)



(b)



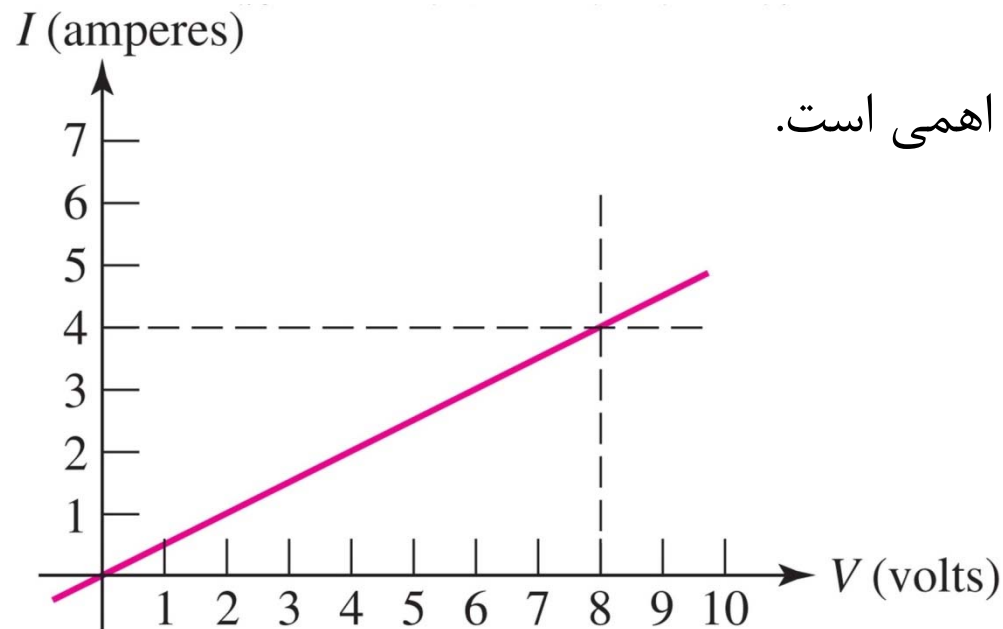
(c)



(d)

# گراف $i-v$ یک مقاومت

□ برای یک مقاومت خطی، نمودار جریان-ولتاژ یک خط راست است که از مبدأ می‌گذرد.



این نمودار یک مقاومت ۲ اهمی است.

# توان مصرفی یک مقاومت

□ مقاومت‌ها توان جذب (مصرف) می‌کنند. از آنجایی که  $v = iR$ ، داریم:

$$p = vi = v^2/R = i^2R$$

□ توان مثبت به این معنی است که المان توان جذب می‌کند. برای یک مقاومت توان همیشه مثبت است.



## مثال: محاسبه توان یک مقاومت

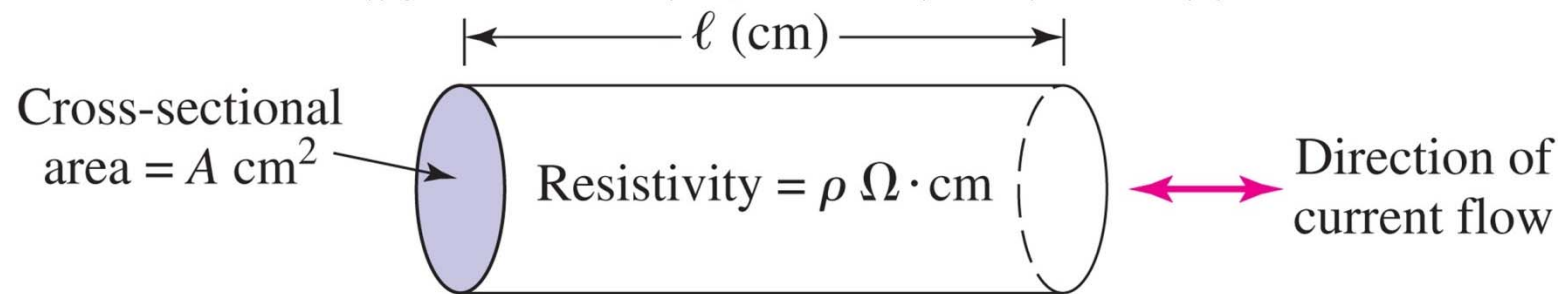
□ یک مقاومت ۵۶۰ اهمی به مداری متصل است و جریان گذرنده از آن  $42/4\text{mA}$  است.

□ ولتاژ دو سر مقاومت و توان جذب شده آن را حساب کنید.

# سیم و مقاومت آن

□ مقاومت یک سیم بر اساس جنس آن (مقاومت ویژه) و ابعاد آن تعیین می‌شود.

$$R = \rho l / A$$



□ در بیشتر مواقع، مقاومت سیم ناچیز است و از آن صرف‌نظر می‌شود.



□ معکوس مقاومت ( $1/R$ )، رسانایی الکتریکی یا **Conductance** نامیده می‌شود.

□ با سمبل  $G$  نشان داده می‌شود و واحد اندازه‌گیری آن زیمنس siemens (S) یا مهو Mho ( $\Omega$ ) است.

□ یک مقاومت  $R$  دارای رسانایی  $G = 1/R$  است.

□ معادله ولتاژ-جریان (قانون اهم) را می‌توان به صورت زیر نیز نوشت:

$$i = Gv$$

# مدار باز و اتصال کوتاه

□ مدار باز شدن اتصال بین دو نقطه A و B یعنی:

□ جریان گذرنده بین آن نقاط صفر است.

□ ولتاژ بین آن نقاط هر مقداری می تواند باشد.

□ معادل یک مقاومت با مقدار بی نهایت است.

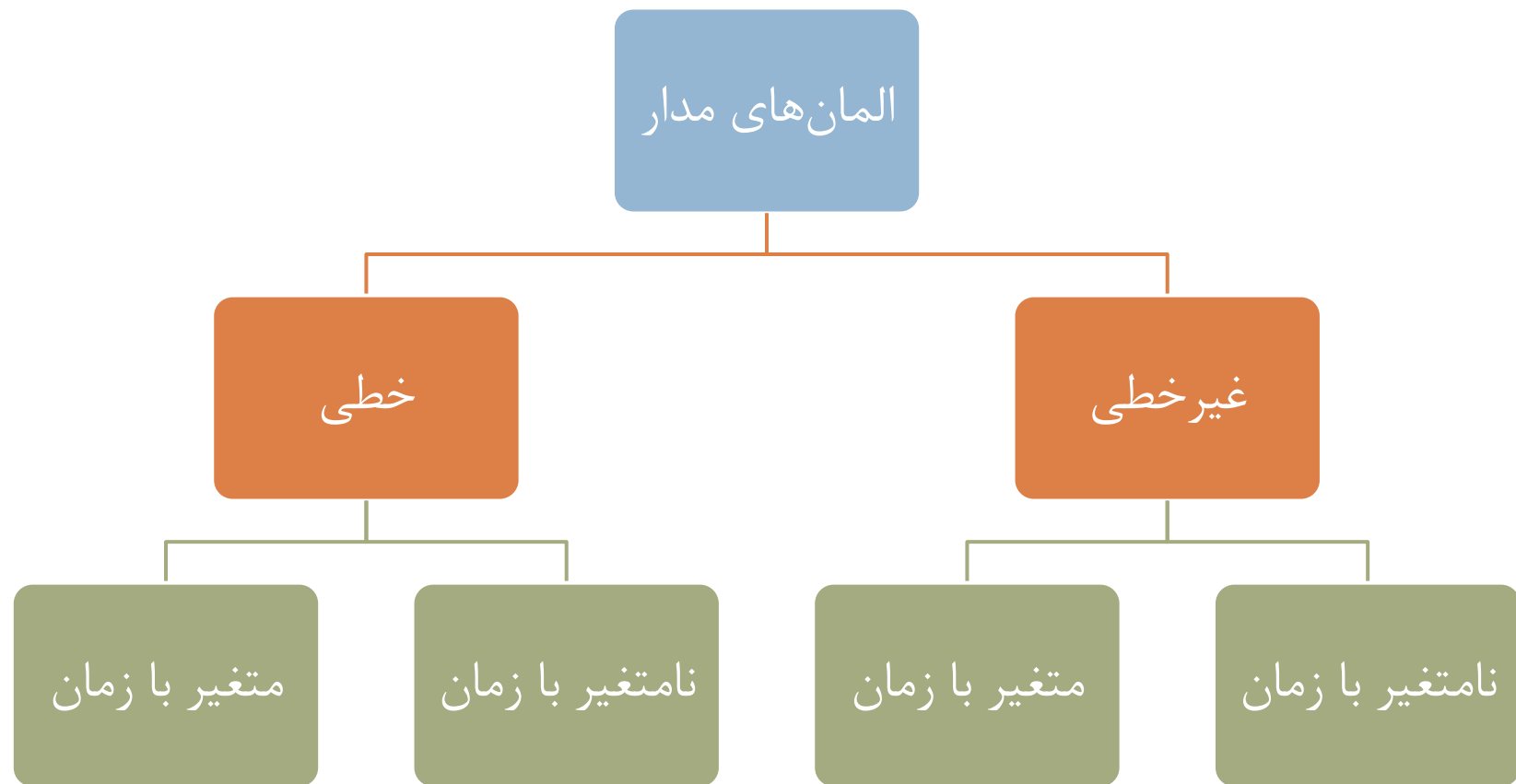
□ اتصال کوتاه شدن اتصال بین دو نقطه A و B یعنی:

□ ولتاژ بین آن نقاط صفر است.

□ جریان گذرنده بین آن نقاط هر مقداری می تواند باشد.

□ معادل یک مقاومت با مقدار صفر است.

# دسته‌بندی المان‌های مدار



# خطی - غیر خطی

□  $f(x)$  خطی است اگر و فقط اگر:

$$f(x_1 + x_2) = f(x_1) + f(x_2) \quad \square$$

$$f(ax) = af(x) \quad \square$$

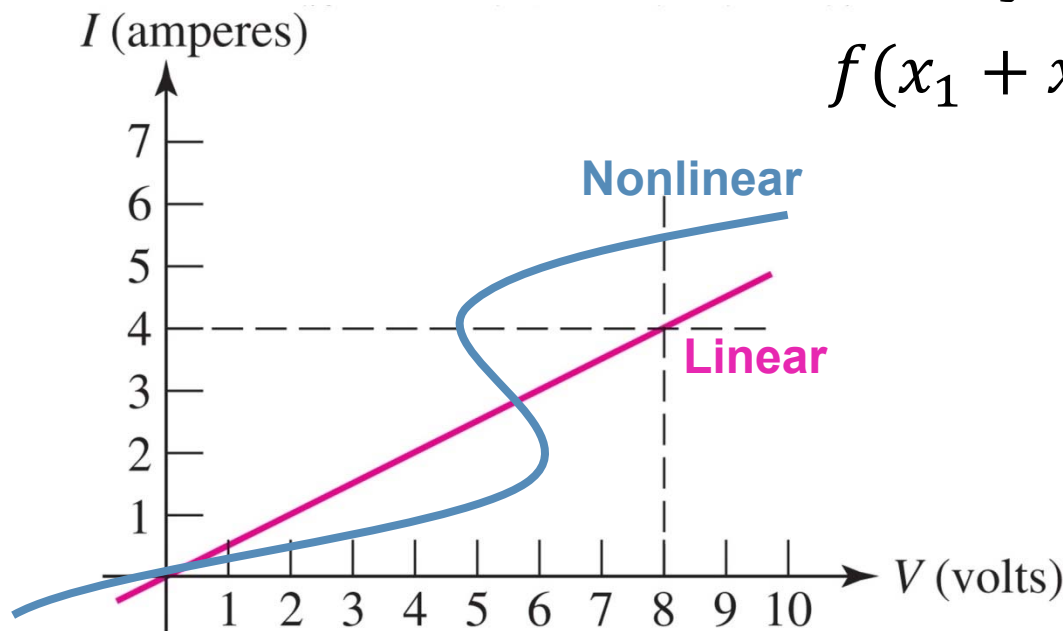
□ مقاومت خطی

$$v = f(i) = 2i \quad \square$$

□ مقاومت غیر خطی

$$v = f(i) = 50i + 0.5i^3 \quad \square$$

□ مانند دیود، لامپ نئون



# متغیر با زمان - نامتغیر با زمان

مثال:

□ مقاومت نامتغیر با زمان

$$v(t) = R i(t) \quad \square \text{ ثابت } R$$

□ مقاومت متغیر با زمان

$$v(t) = R(t)i(t), \quad \square$$

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

□ مانند پتانسیومتر

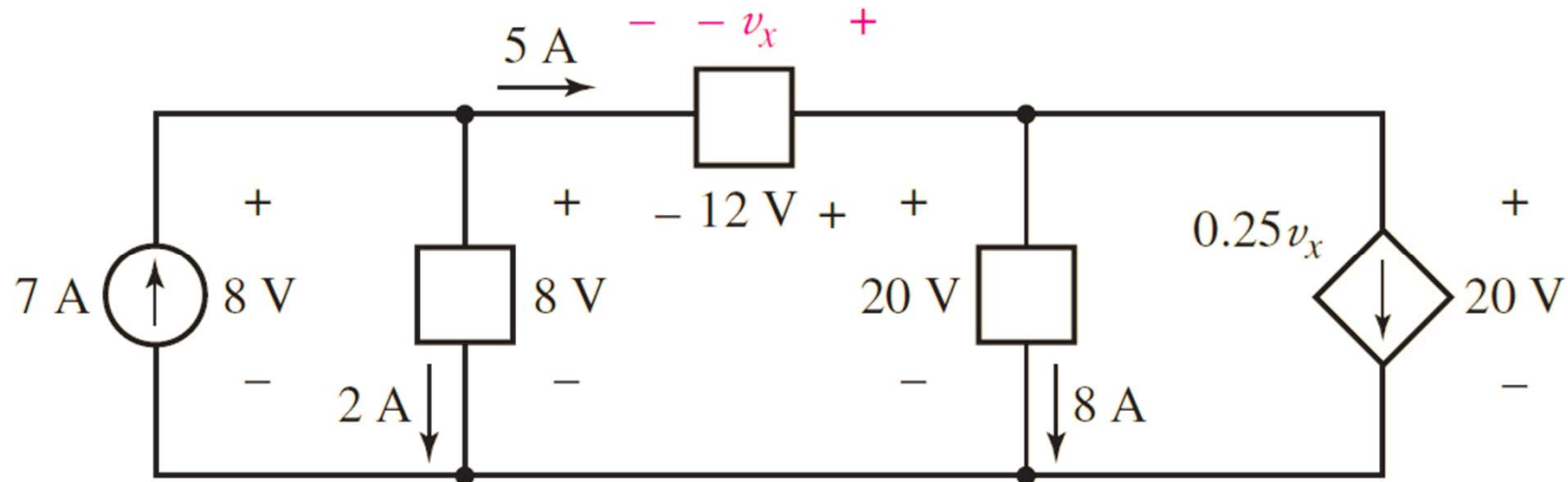


# آنچه در این اسلاید آموختیم

- مفاهیم اولیه مدارهای الکتریکی
- بار، جریان، ولتاژ، توان، انرژی
- منابع ولتاژ و جریان مستقل و وابسته
- مقاومت به عنوان ساده‌ترین المان الکتریکی
  - $V = RI$  (قانون اهم)
  - $G = 1/R$  (رسانایی)
  - $P = VI = RI^2$  (توان مصرفی مقاومت)
- المان‌های فعال و غیرفعال
- المان‌های خطی، غیرخطی، متغیر با زمان، نامتغیر با زمان

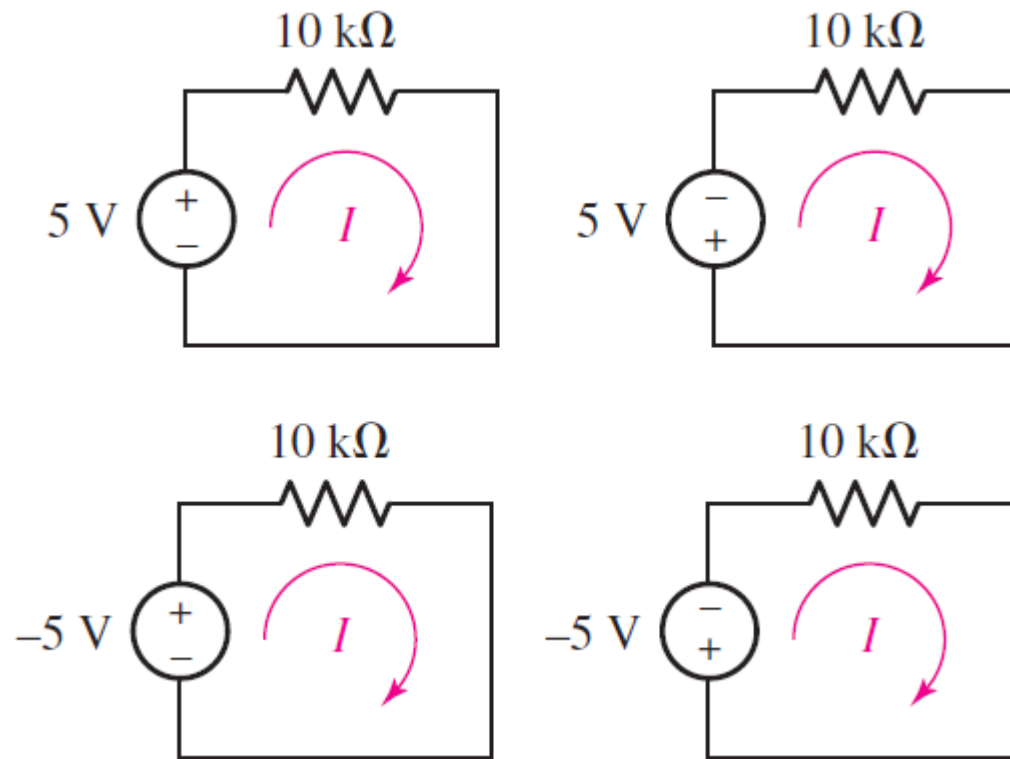
# تمرین کلاسی ۱

□ توان جذب شده همه المان‌های مدار را محاسبه کنید.



## تمرین کلاسی ۲

□ جریان  $I$  و توان مقاومت را برای هر شکل محاسبه کنید.





## تمرین کلاسی ۳

□  $V_{R2}$  را به صورت تابعی از  $V_S$ ،  $R_1$  و  $R_2$  محاسبه کنید.

