

# مدارهای الکتریکی و الکترونیکی

## فصل دوم: قوانین ولتاژ و جریان

استاد درس: محمود ممتازپور

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

# فهرست مطالب

---

- قوانین ولتاژ و جریان
- مدارهای سری و موازی
- تقسیم ولتاژ و جریان

# گره، شاخه، مسیر، حلقه، مش

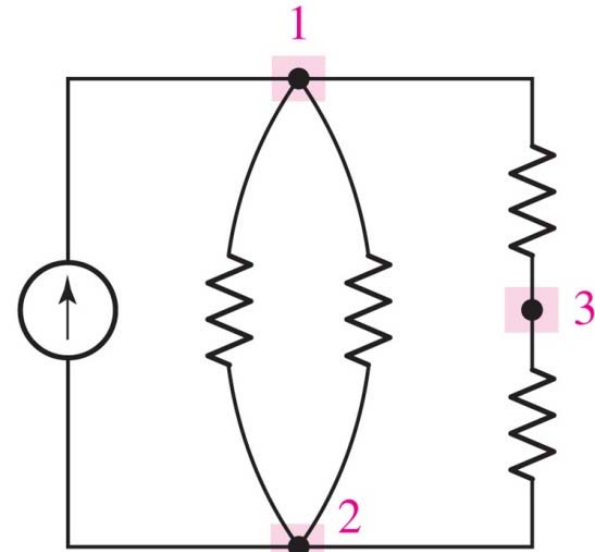
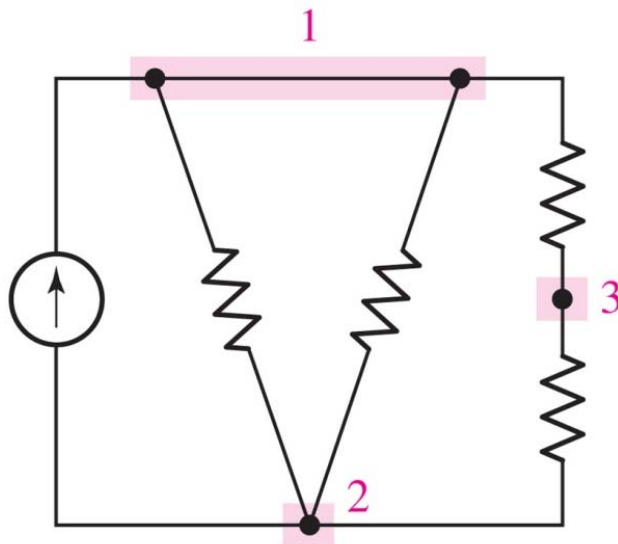
□ این دو مدار معادلند.

□ در این مثال، ۳ گره و ۵ شاخه وجود دارد.

□ یک مسیر، ترتیبی از گره‌ها و شاخه‌های متصل کننده آنها است.

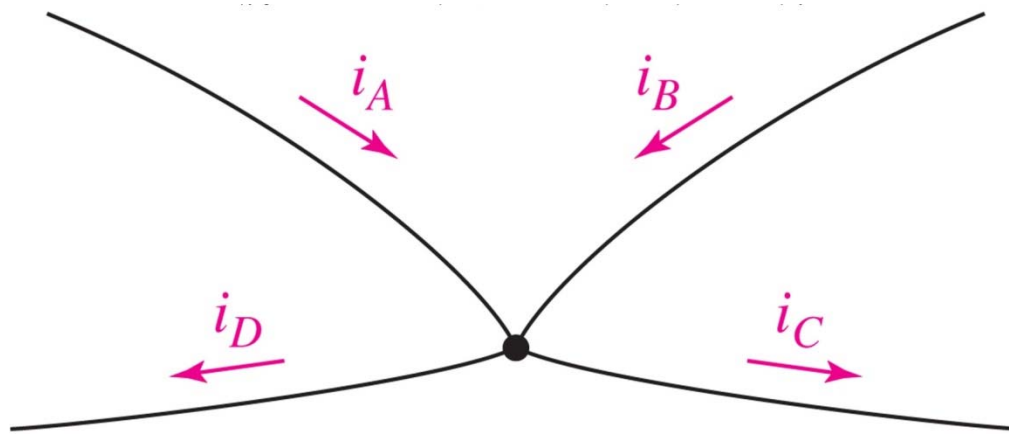
□ یک حلقه، یک مسیر مدور و بسته است.

□ یک مش، یک حلقه ساده است که از وسط آن شاخه‌ای رد نشده است.



# قانون جریان کرشهف

□ KCL: جمع جبری جریان‌هایی که وارد یک گره می‌شوند صفر است.



$$i_A + i_B + (-i_C) + (-i_D) = 0$$

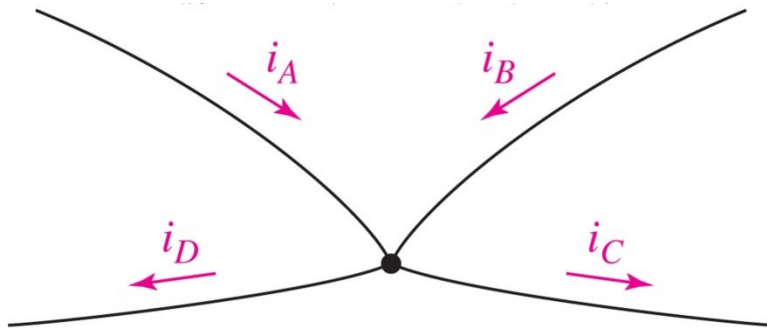
# شکل‌های دیگر قانون KCL

□ جمع جریان‌های ورودی صفر است.

$$i_A + i_B + (-i_C) + (-i_D) = 0$$

□ جمع جریان‌های خروجی صفر است.

$$(-i_A) + (-i_B) + i_C + i_D = 0$$

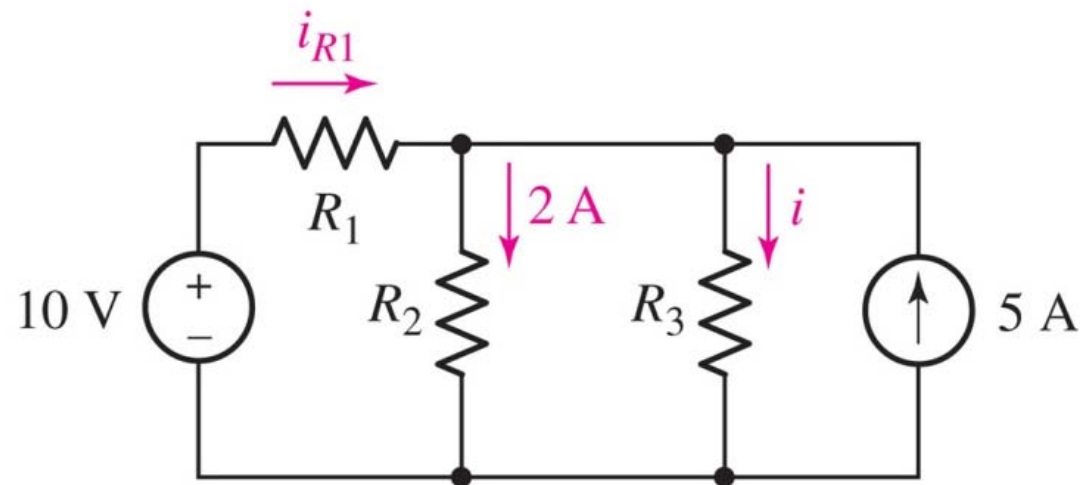


□ جمع جریان‌های ورودی = خروجی

$$i_A + i_B = i_C + i_D$$

# مثالی از کاربرد KCL

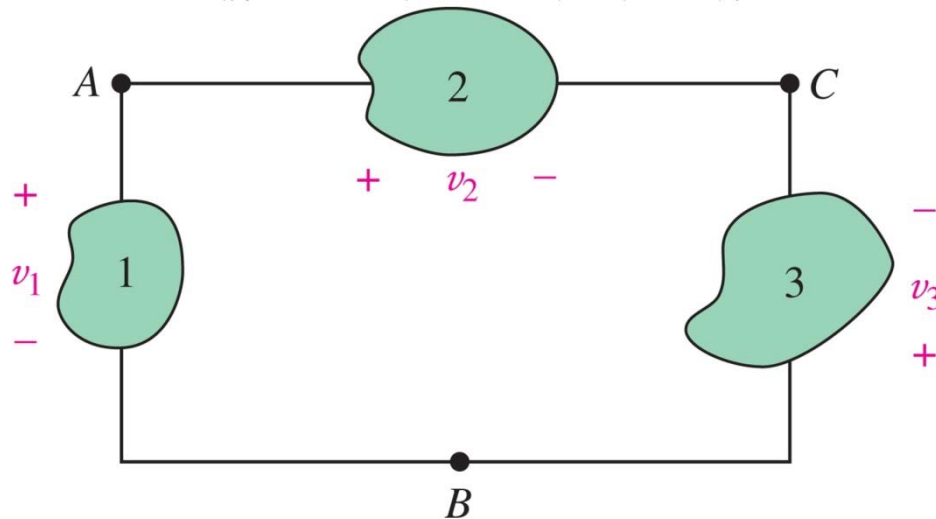
□ اگر جریان منبع ولتاژ ۳ آمپر باشد، جریان مقاومت  $R_3$  را بیابید.



# قانون ولتاژ کرشهف

KVL: جمع جبری اختلاف ولتاژها در یک حلقه صفر است.

$$v_1 + (-v_2) + v_3 = 0$$



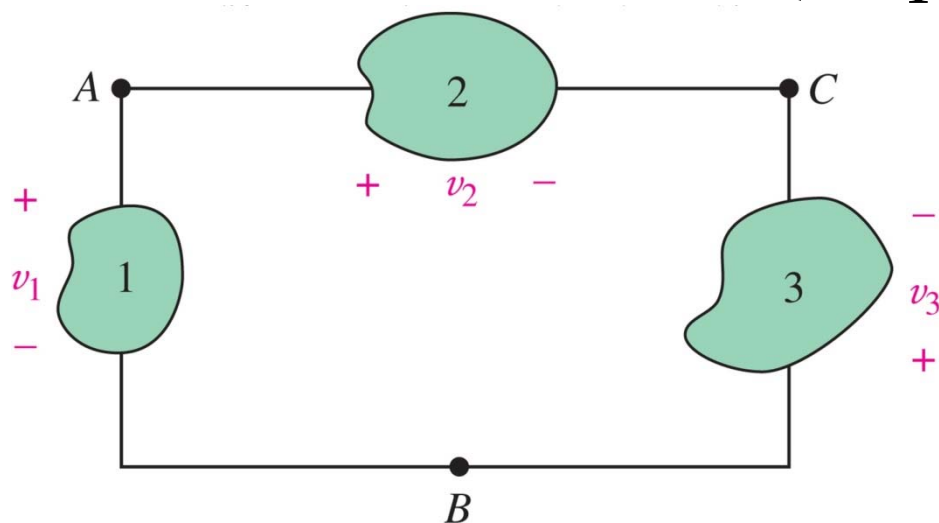
# شکل‌های دیگر قانون KVL

□ جمع افزایش ولتاژ صفر است (در جهت حرکت عقربه ساعت از B)

$$v_1 + (-v_2) + v_3 = 0$$

□ جمع کاهش ولتاژ صفر است (در جهت حرکت عقربه ساعت از B)

$$(-v_1) + v_2 + (-v_3) = 0$$



□ جمع ولتاژ از دو مسیر بین دو

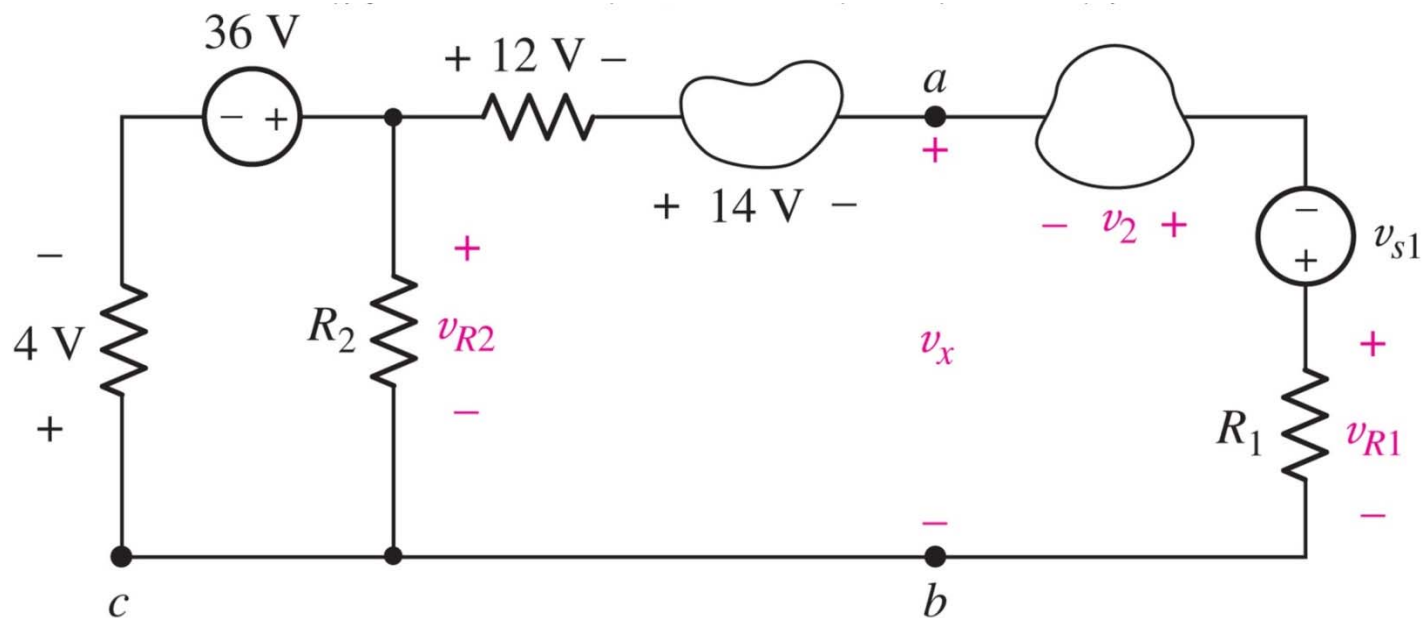
نقطه A و B مساوی است.

$$v_1 = (-v_3) + v_2$$



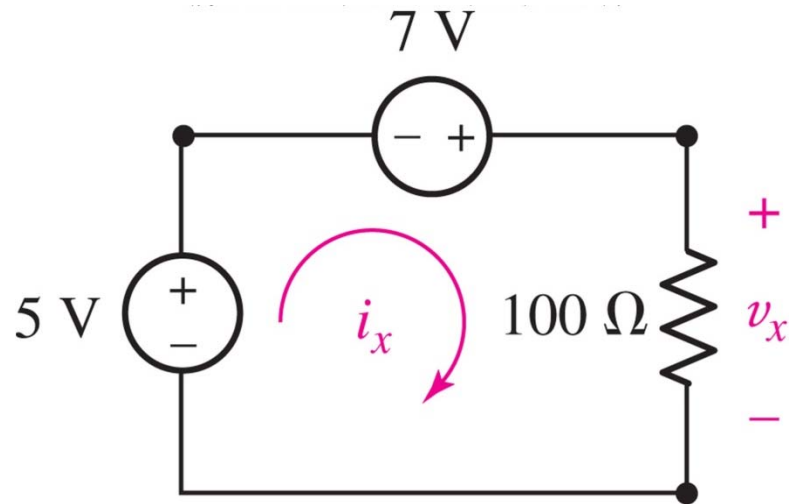
# مثالی از کاربرد KVL

□ ولتاژ  $v_{R2}$  و  $v_x$  را بیابید.



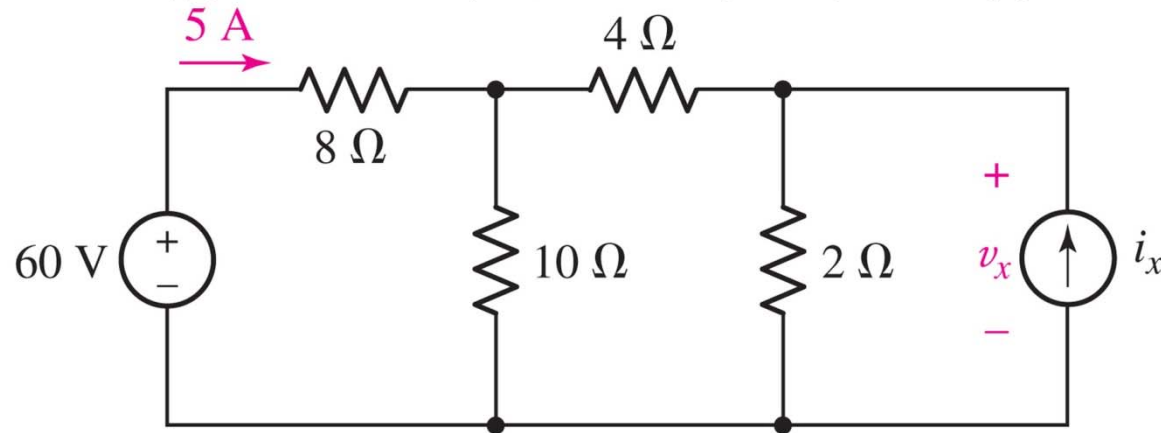
# اعمال KVL، KCL و قانون اهم

□ مثال: جریان  $i_x$  و ولتاژ  $v_x$  را بیابید.



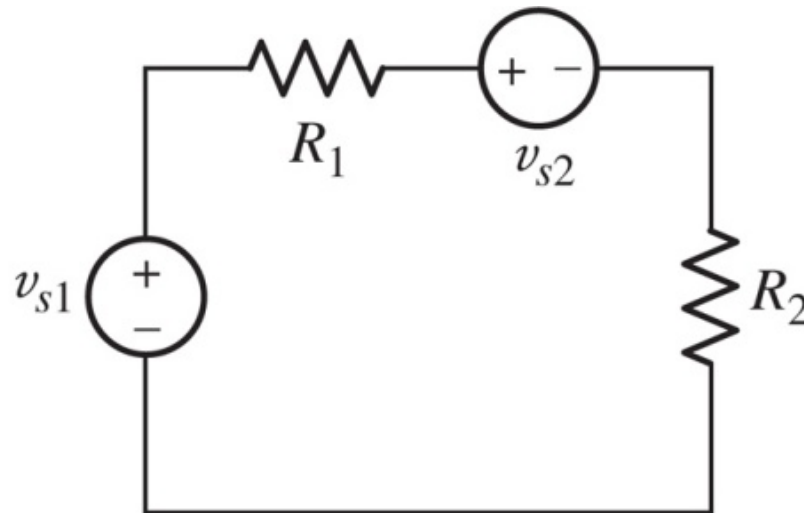
# اعمال KVL، KCL و قانون اهم

□ مثال ۲: جریان  $i_x$  و ولتاژ  $v_x$  را بیابید.



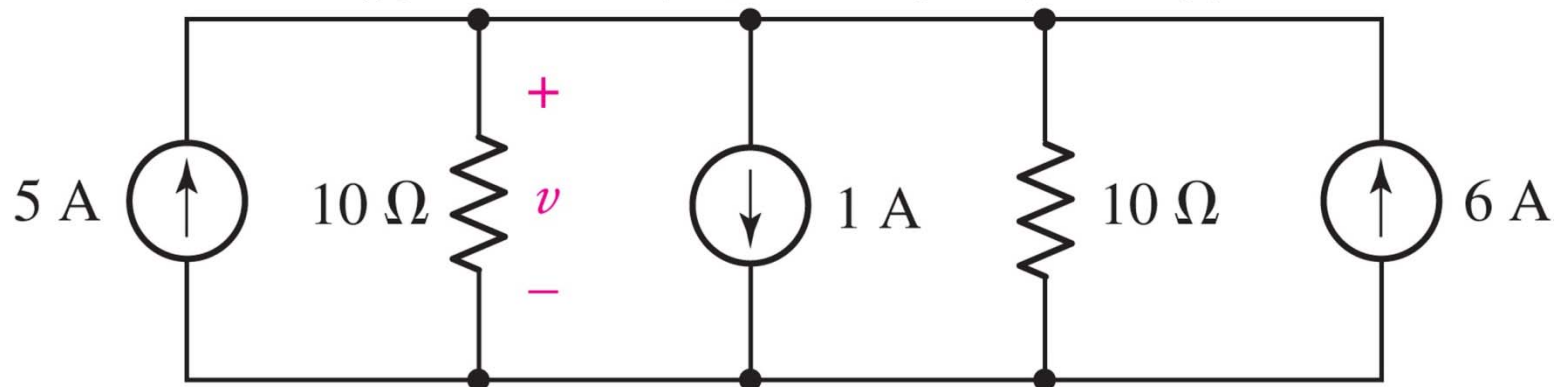
# اتصال سری

□ المان‌هایی که در یک مسیر قرار دارند و یک جریان یکسان از همه آنها می‌گذرد، اصطلاحاً به صورت سری به همدیگر متصل‌اند.



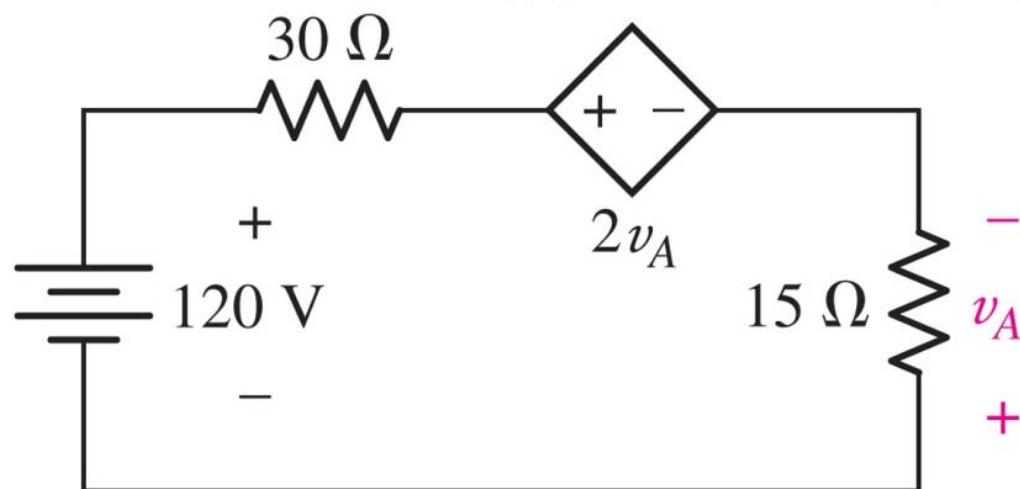
# اتصال موازی

المان‌هایی که دو سر آنها به همدیگر متصل است و اختلاف ولتاژ یکسانی بین دو سر آنها وجود دارد، اصطلاحاً به صورت موازی به همدیگر متصل‌اند.



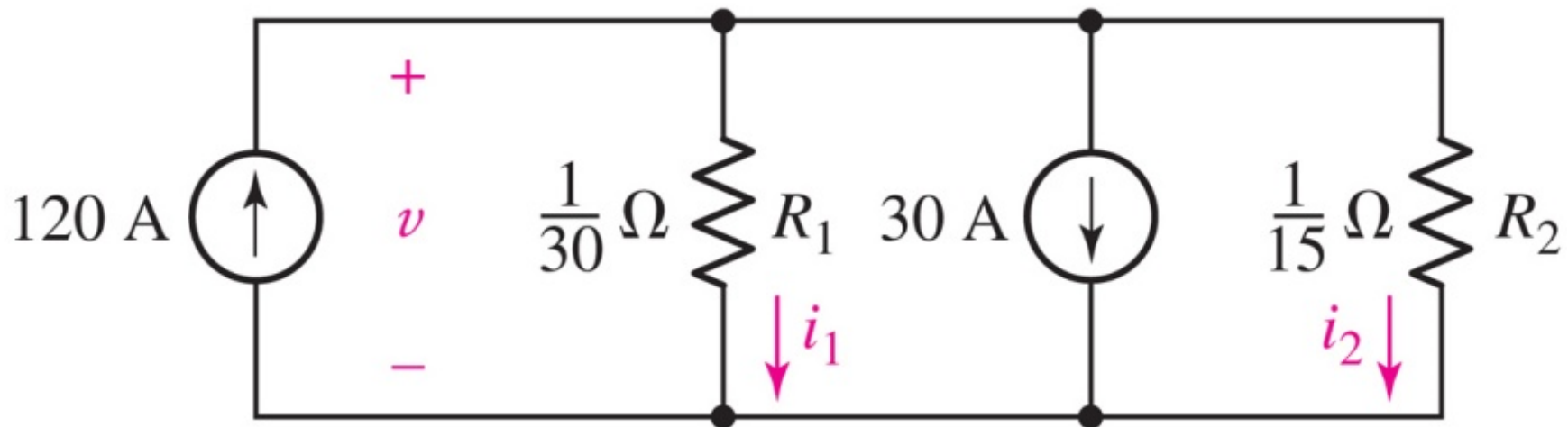
## مثال: مدار با یک حلقه

□ توان جذب شده توسط هر المان را بیابید.



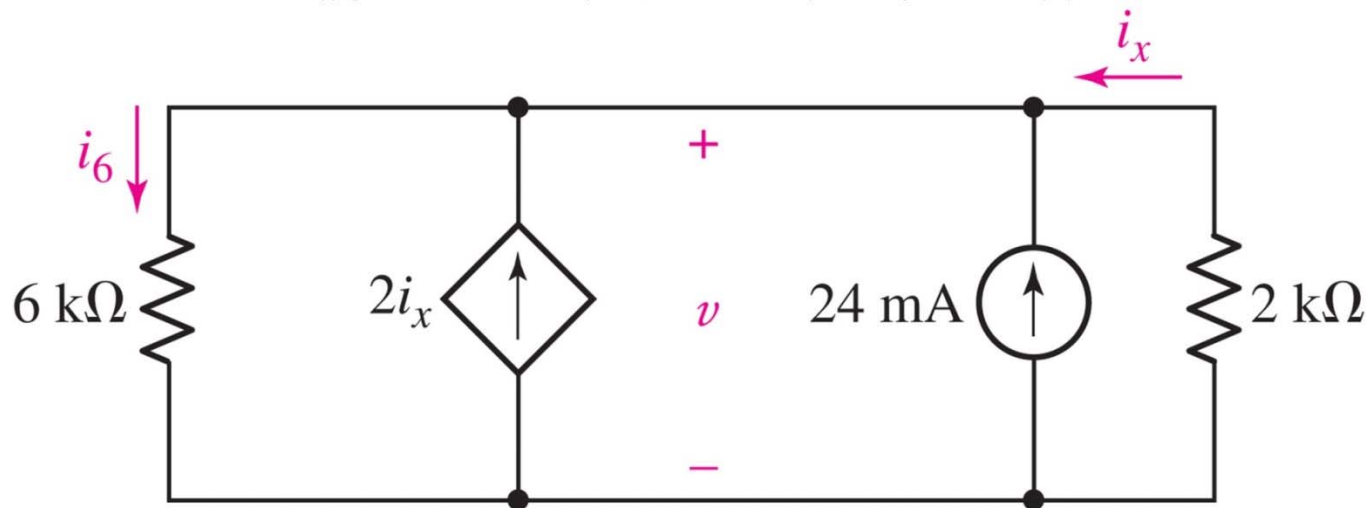
## مثال: مدار با یک جفت گره

□ ولتاژ  $v$  و جریان‌های  $i_1$  و  $i_2$  را بیابید.



## مثال ۲: مدار با یک جفت گره

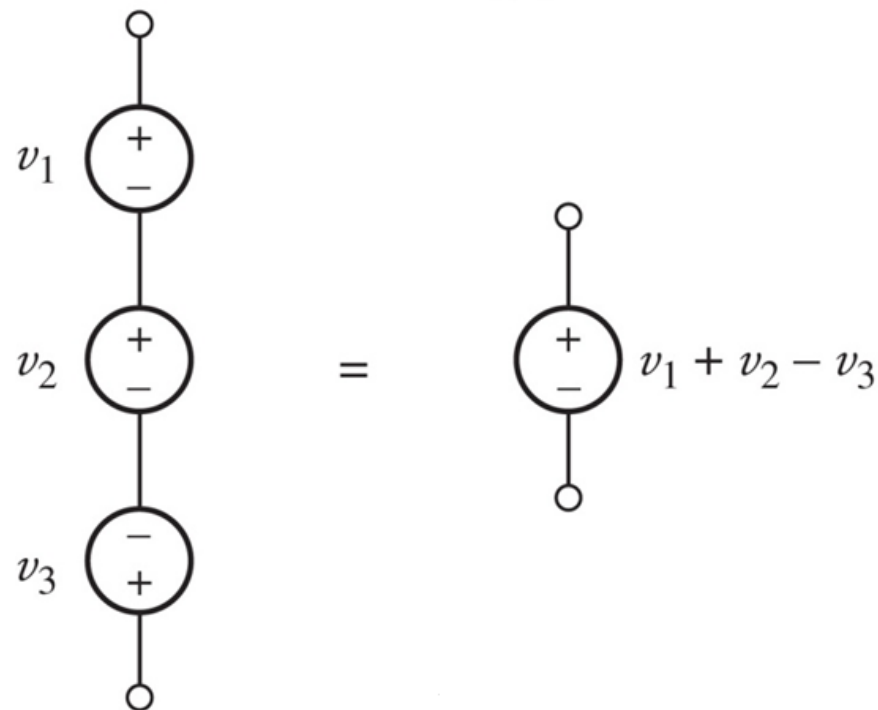
□ ولتاژ  $v$  و توان تولید شده توسط منبع مستقل را بیابید.





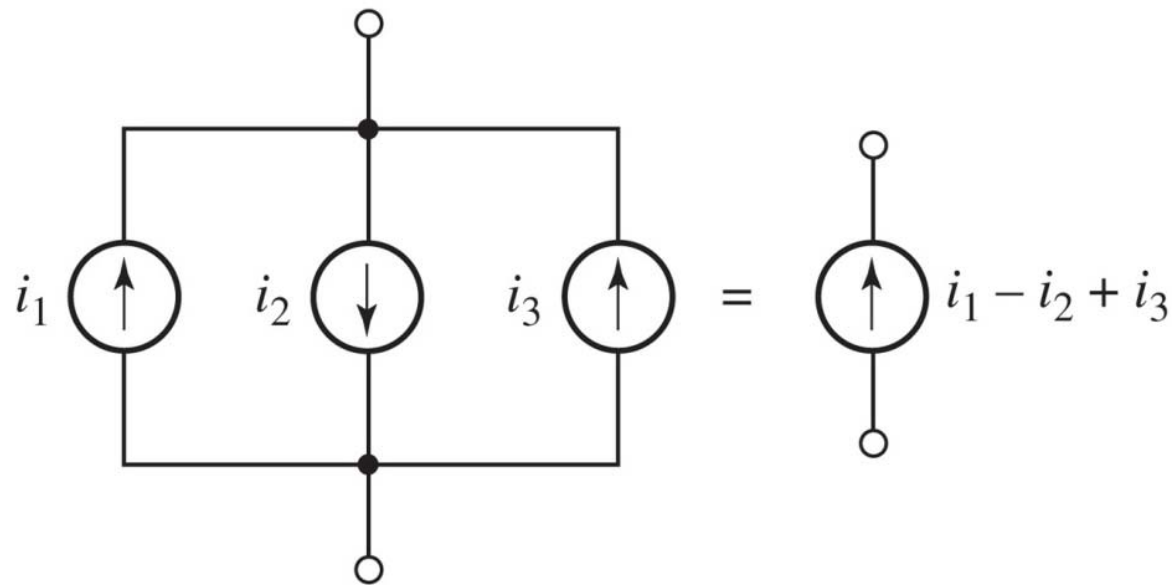
# ترکیب منابع ولتاژ سری

□ منابع ولتاژ که به صورت سری متصل‌اند را می‌توان با هم ترکیب کرد.



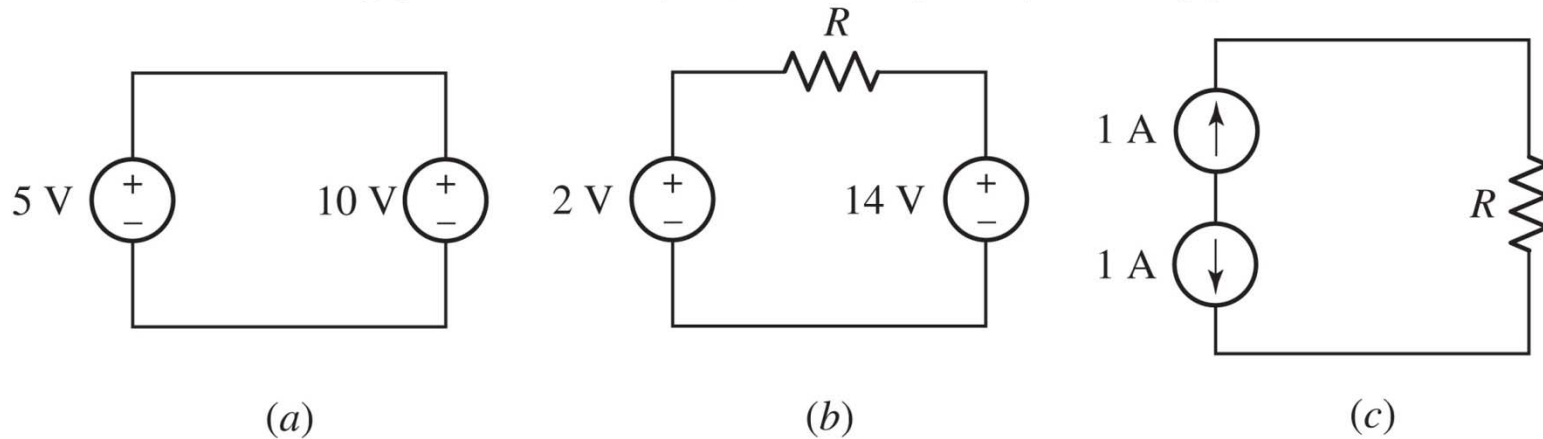
# ترکیب منابع جریان موازی

□ منابع جریان که به صورت موازی متصل‌اند را می‌توان با هم ترکیب کرد.



# مدارهای غیرممکن

□ از آنجایی که مدل‌های ما ایده‌آل هستند، وجود مدارهای زیر غیرممکن و رفتار آنها غیرقابل توضیح است.

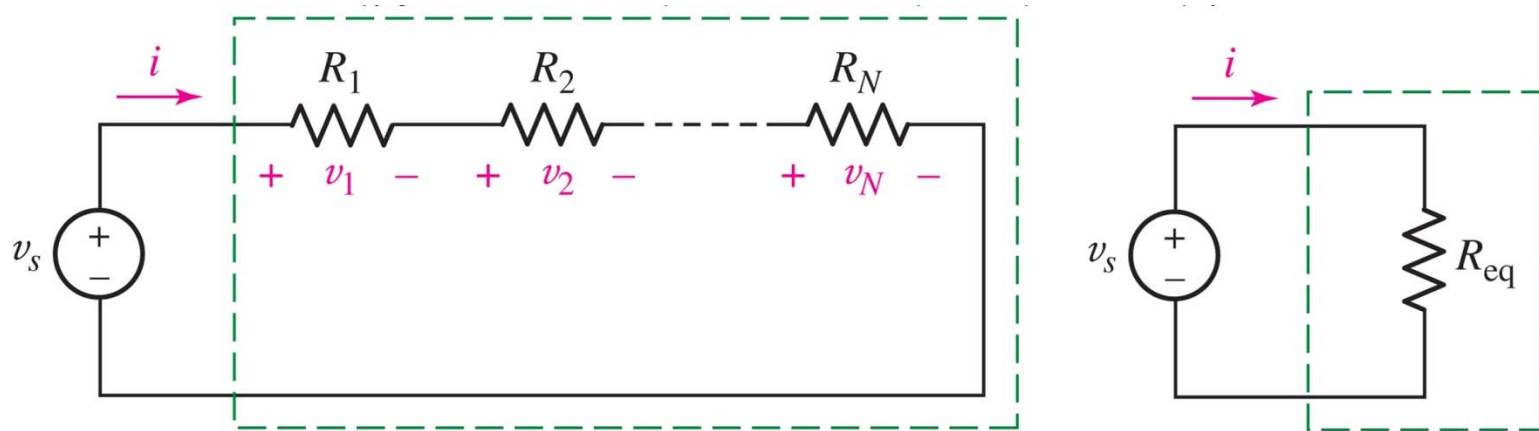


□ منابع ولتاژ موازی (a) و منابع جریان سری (c) مدارهای غیرممکن هستند.

# مقاومت‌های سری

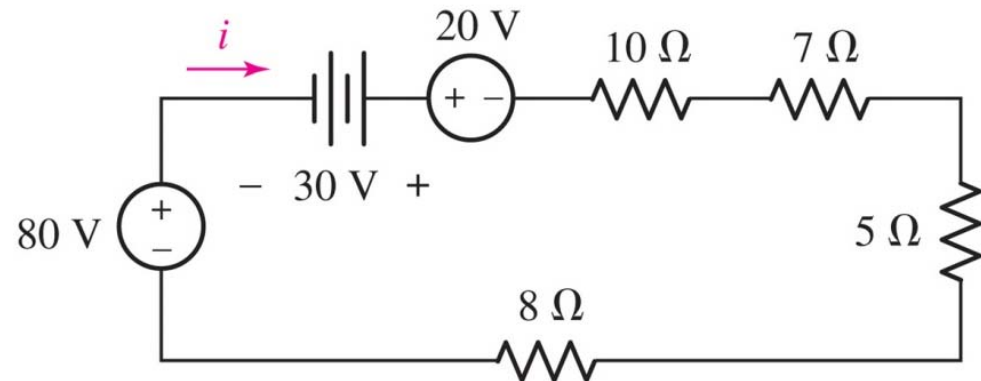
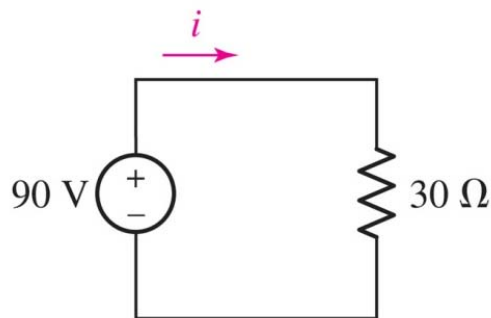
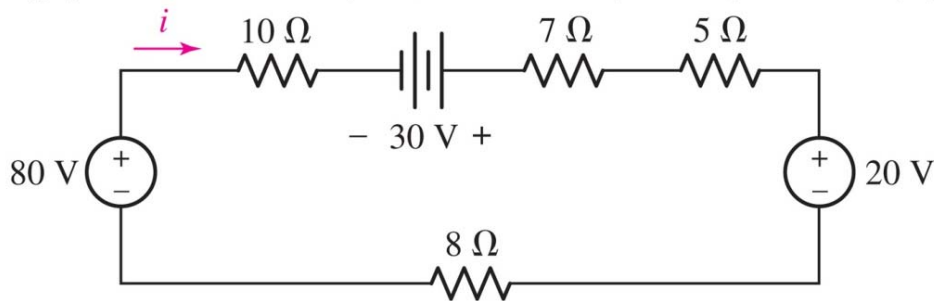
□ با استفاده از KVL، می‌توان نشان داد (در خانه انجام دهید):

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots + R_N$$



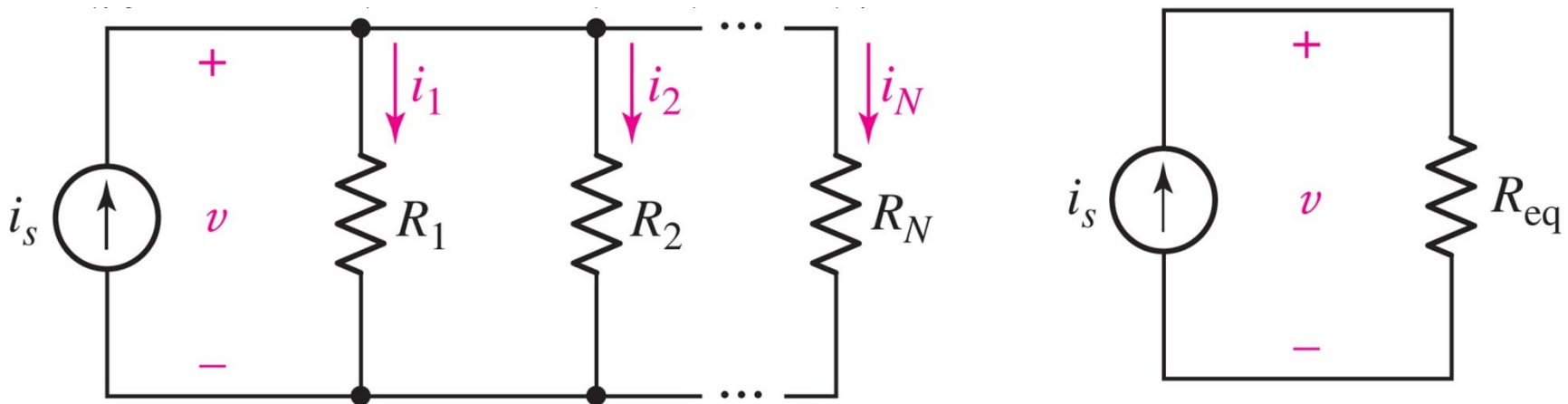
## مثال: ساده‌سازی مدار

□ جریان  $i$  و توان تولیدی منبع ۸۰ ولت را به دست آورید.



# مقاومت‌های موازی

□ با استفاده از KCL، می‌توان نشان داد (در خانه انجام دهید):



$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_N}$$

# محاسبه مقاومت معادل دو مقاومت موازی

□ یک راه ساده برای محاسبه مقدار دو مقاومت موازی:

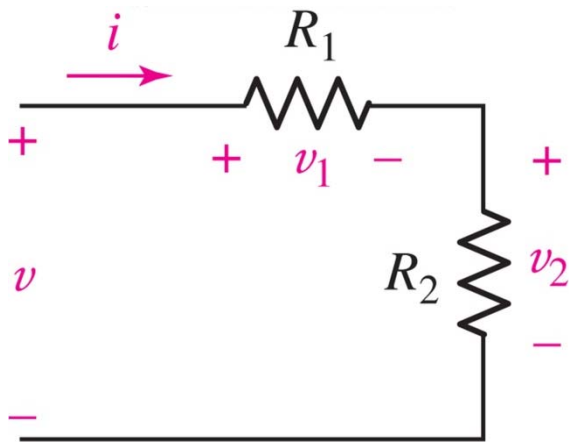
□ ضرب مقاومت‌ها تقسیم بر جمع مقاومت‌ها

$$R_{eq} = R_1 \parallel R_2$$
$$= \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

## تقسیم ولتاژ

□ ولتاژ اعمالی بر روی مقاومت‌های سری به صورت زیر بین آنها تقسیم می‌شود.



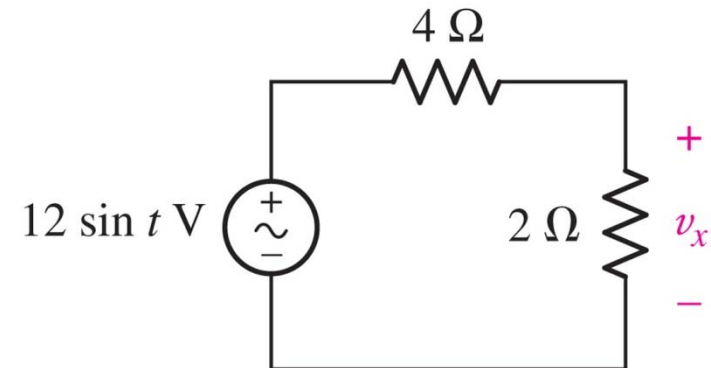
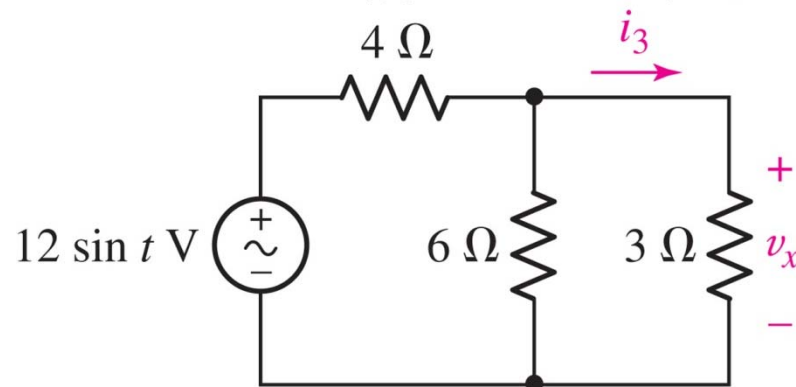
$$v_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} v$$

$$v_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} v$$



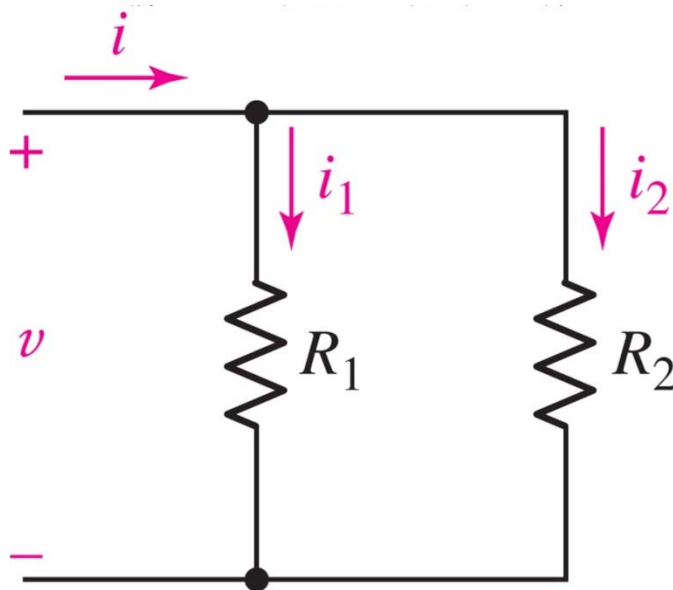
# تقسیم ولتاژ

□ مثال: ولتاژ  $v_x$  را بیابید.



## تقسیم جریان

□ جریان اعمالی به مقاوماتهای موازی به صورت زیر بین آنها تقسیم می‌شود.

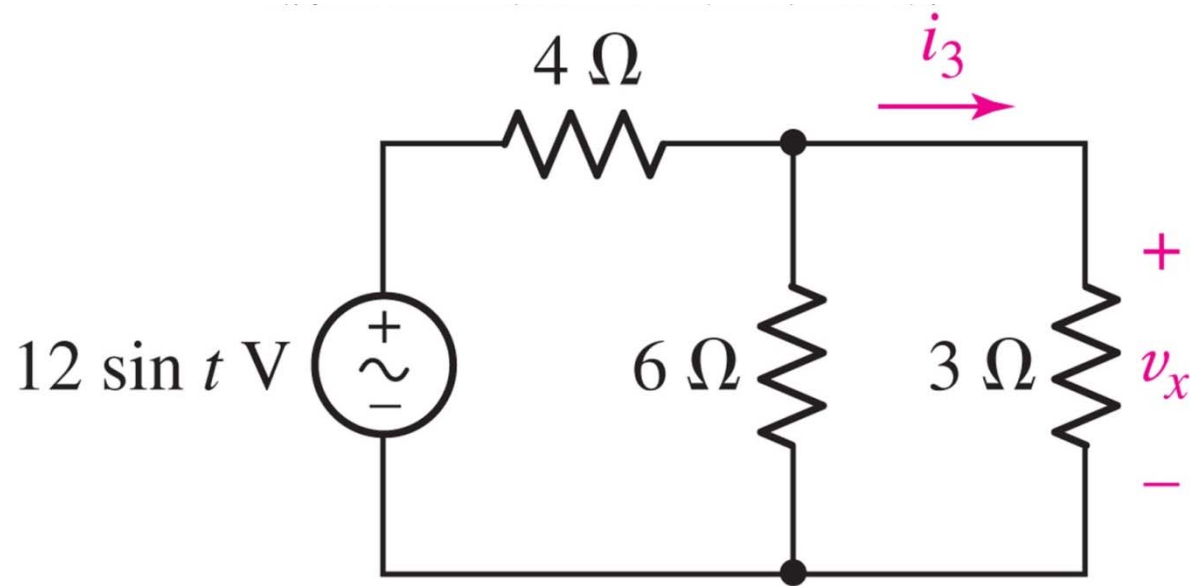


$$i_1 = i \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$i_2 = i \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

## تقسیم جریان

□ مثال: جریان  $i_3(t)$  را بیابید.



# خلاصه مطالب

□ مطالبی که در این اسلاید فراگرفتید:

□ قوانین KVL و KCL و نحوه استفاده از آنها در تحلیل مدار

□ منابع سری و موازی و ترکیب منابع

□ مقاومتهای سری و موازی و نحوه محاسبه مقاومت معادل

□ قوانین تقسیم ولتاژ و جریان بین مقاومتهای سری و موازی

## تمرین کلاسی

□ ولتاژ  $V_{out}$  را به شرط  $g_m = 322\text{mS}$  بیابید.

