

مدارهای الکتریکی و الکترونیکی

فصل سوم: تحلیل گره و مش

استاد درس: محمود ممتازپور

ceit.aut.ac.ir/~momtazpour

فهرست مطالب

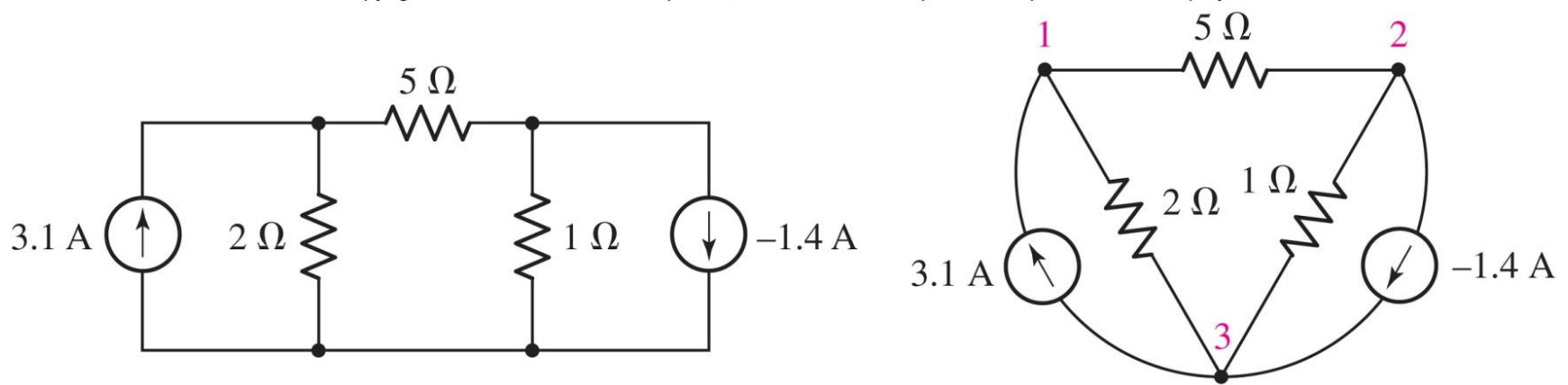
□ تحلیل گره و مش

تحلیل مدار

- مدارها را می‌توان با روش‌های خلاقانه مختلفی تحلیل کرد.
- ولی هر چه مدارها پیچیده‌تر می‌شوند، نیاز به یک روش ساخت‌یافته برای اعمال قوانین KVL و KCL و قانون اهم به مدارها بیشتر حس می‌شود.
- در روش تحلیل گره:
 - متغیرهای مجهول، ولتاژ گره‌های مدار است.
 - برای هر گره مدار، معادله KCL نوشته می‌شود.
- در روش تحلیل مش:
 - متغیرهای مجهول، جریان مش‌های مدار است.
 - برای هر مش مدار، معادله KVL نوشته می‌شود.

روش تحلیل گره

□ به غیر از گره مرجع (که ولتاژ آن صفر است)، به بقیه گره‌ها یک ولتاژ نسبت می‌دهیم.

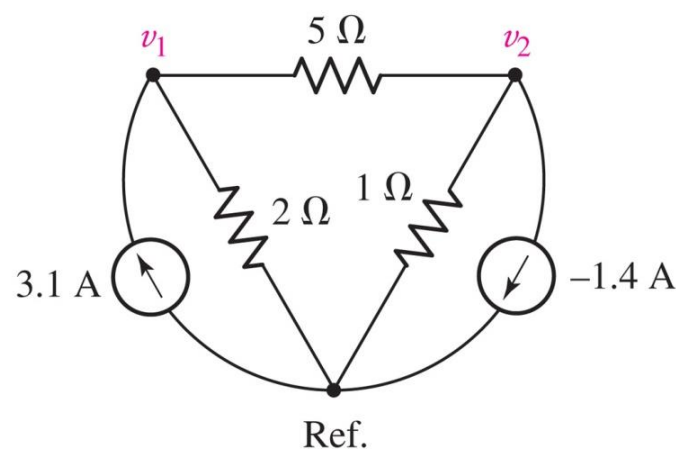
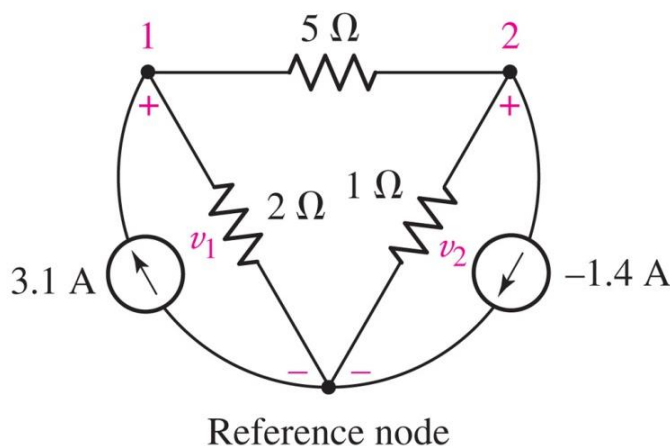


□ در این مثال، 3 گره وجود دارد.

□ ایده اصلی روش تحلیل گره: اگر ولتاژ گره‌ها مشخص شود، همه پارامترهای مدار به‌دست خواهد آمد.

نحوه انتخاب مرجع

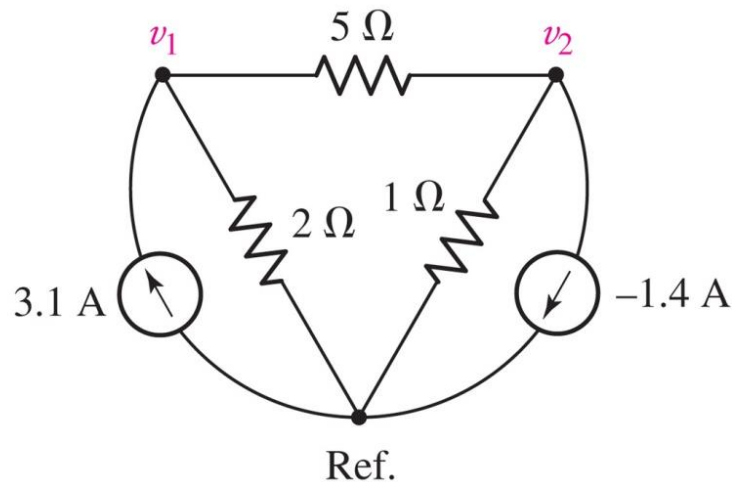
- انتخاب گره مرجع دلخواه است. این گره می‌تواند:
 - پایین‌ترین گره مدار باشد.
 - گره زمین یا سر منفی منبع تغذیه باشد (اگر یک منبع وجود دارد).
 - یک گره با بیشترین تعداد اتصال باشد (برای ساده کردن معادلات)



- ولتاژ بقیه گره‌ها نسبت به گره مرجع سنجیده می‌شود.

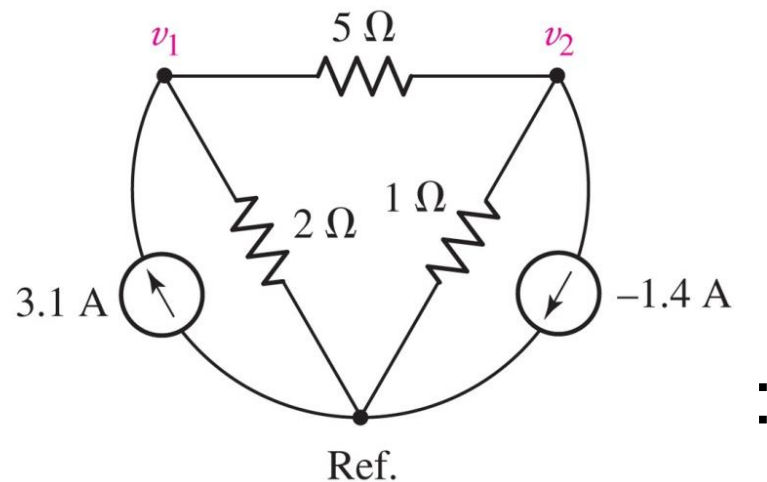
اعمال KCL به گره‌ها (به غیر از گره مرجع)

□ معادله KCL گره اول با اعمال همزمان قانون اهم به مقاومت‌ها



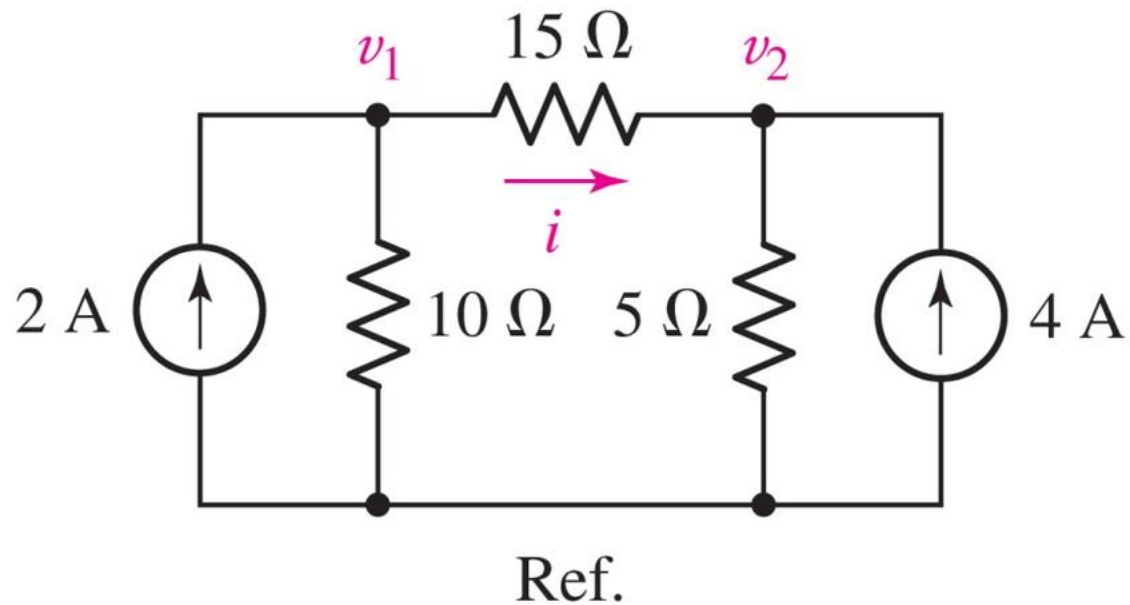
اعمال KCL به گره‌ها (به غیر از گره مرجع)

□ معادله KCL گره دوم با اعمال همزمان قانون اهم به مقاومت‌ها



تحلیل گره

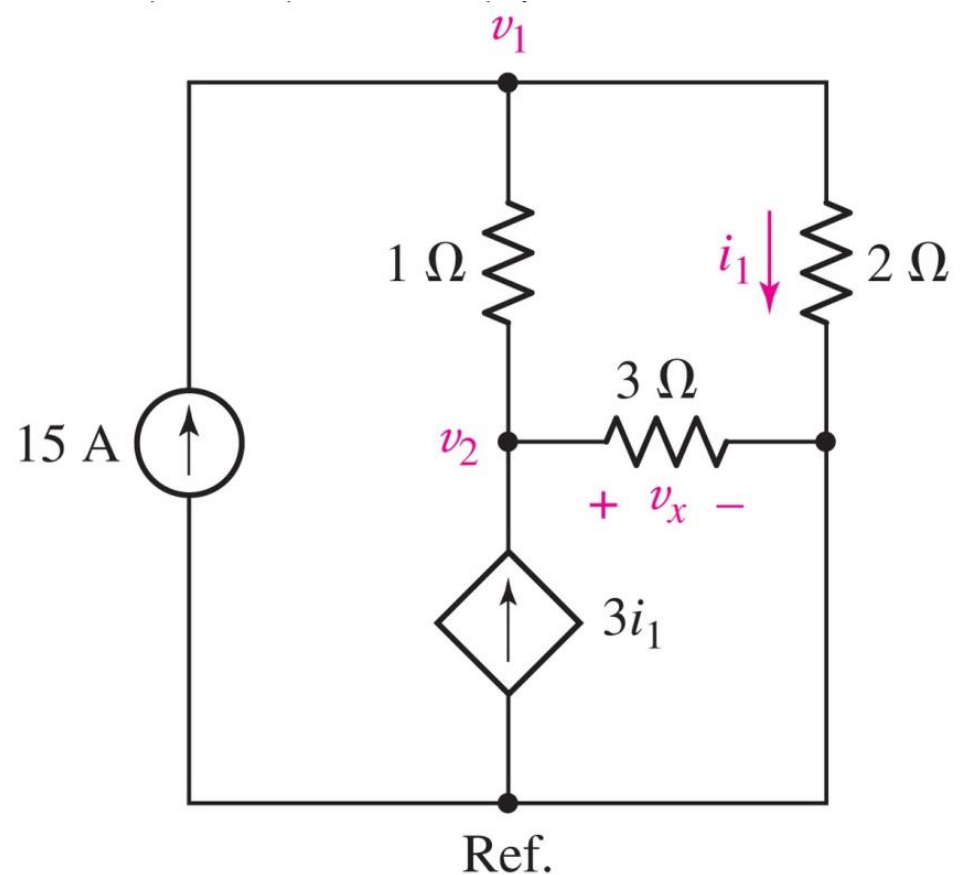
□ مثال: جریان i را در مدار زیر بیابید.



تحلیل گره و منابع جریان وابسته

□ مثال: توان تولیدی منبع وابسته را به دست آورید.

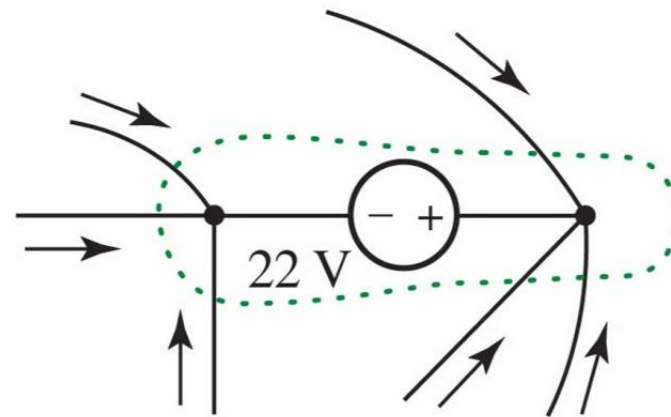
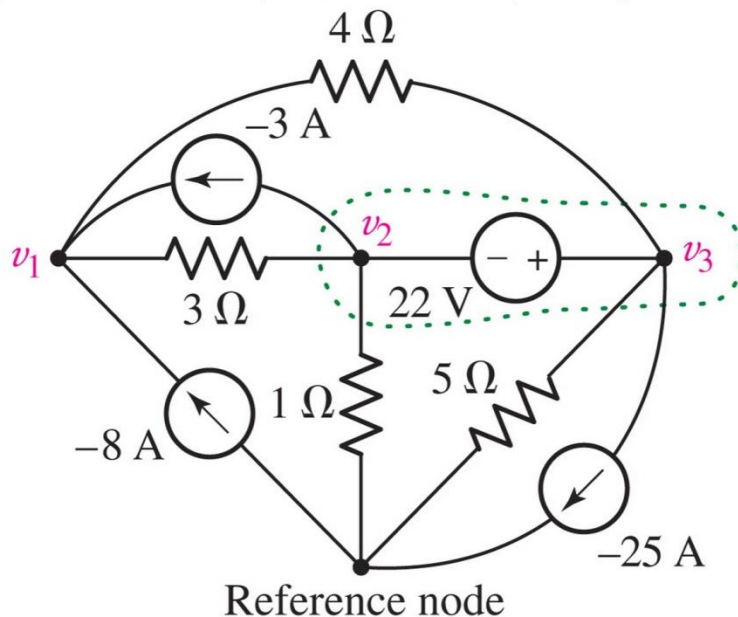
(راهنمایی: متغیر i_1 را با
استفاده از رابطه آن با v_1
حذف کنید.)



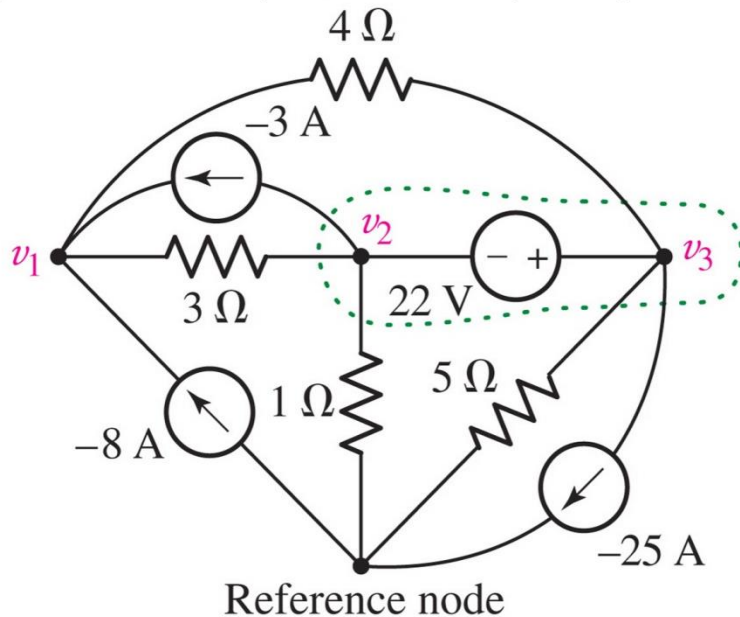
منابع ولتاژ در روش تحلیل گره (مفهوم ابرگره)

□ **چالش:** در هنگام نوشتن معادله KCL برای گره‌های 2 و 3، جریان گذرنده از منبع ولتاژ چقدر است؟

□ برای اجتناب از یک متغیر مجهول دیگر برای جریان منبع ولتاژ، معادله KCL را برای ابرگره (Supernode) می‌نویسیم:



روش تحلیل گره با وجود ابرگره

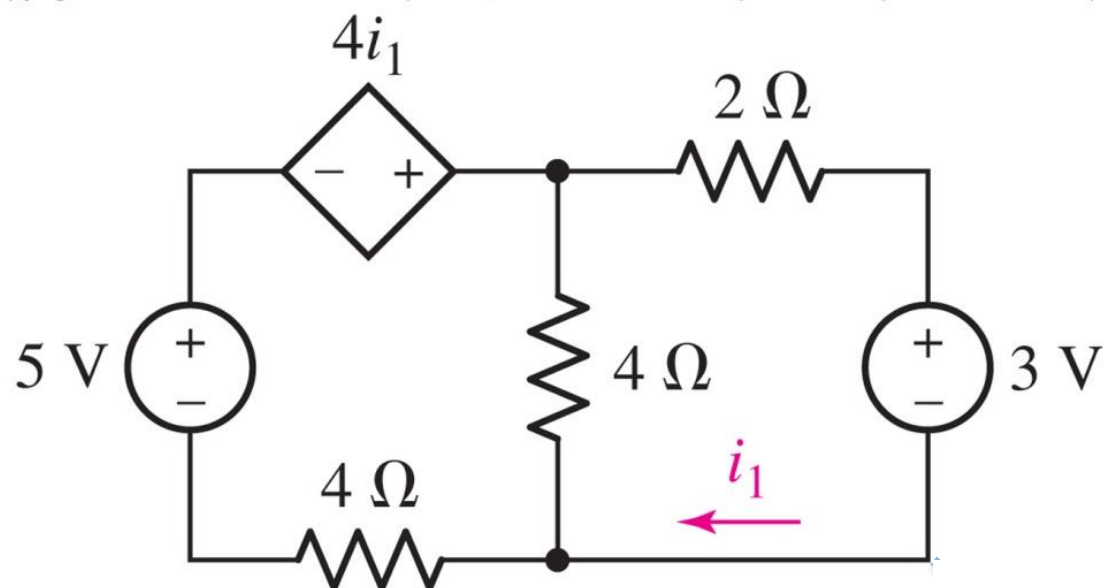


1. معادله KCL گره 1 را بنویسید.

2. معادله KCL را برای ابرگره شامل گره‌های 2 و 3 بنویسید.

3. معادله منبع ولتاژ درون ابرگره را نیز اضافه کنید.

□ جریان i_1 را بیابید.



روش تحلیل مش (جایگزین روش گره)

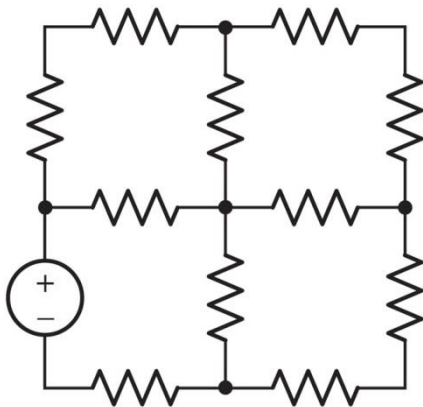
□ مش: حلقه‌ای که درونش حلقه دیگری وجود ندارد.

□ در روش مش:

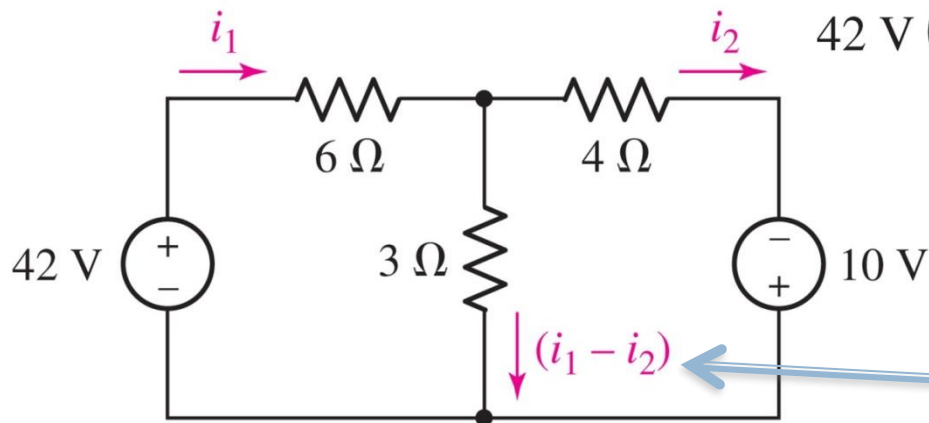
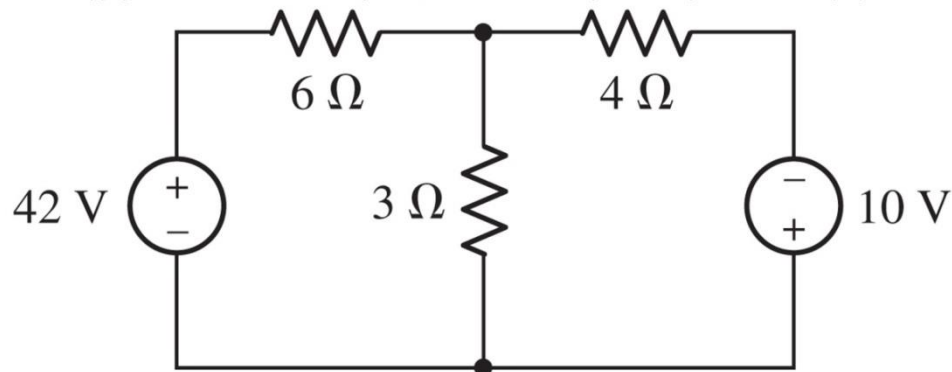
□ به همه مش‌های مدار یک جریان نسبت می‌دهیم.

□ برای همه مش‌ها KVL می‌نویسیم.

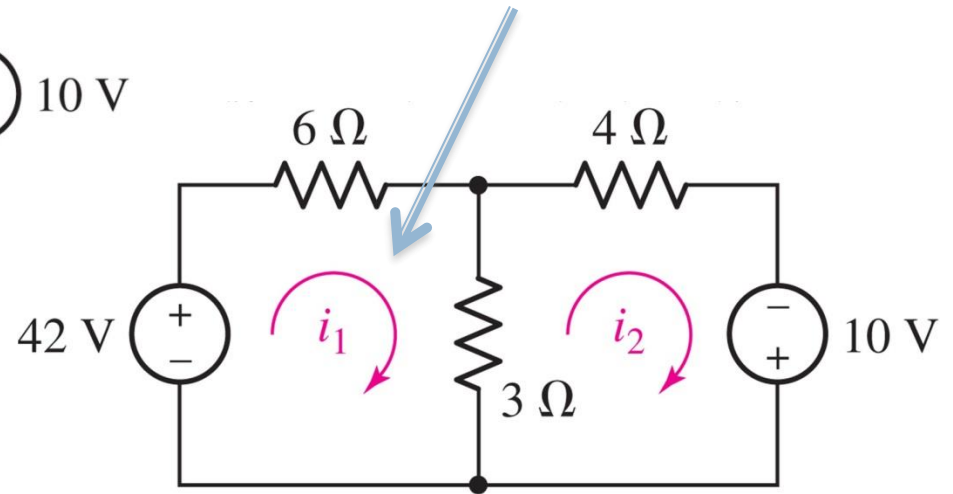
□ مثال: مدار زیر چند مش دارد؟



روش تحلیل مش



جریان مش

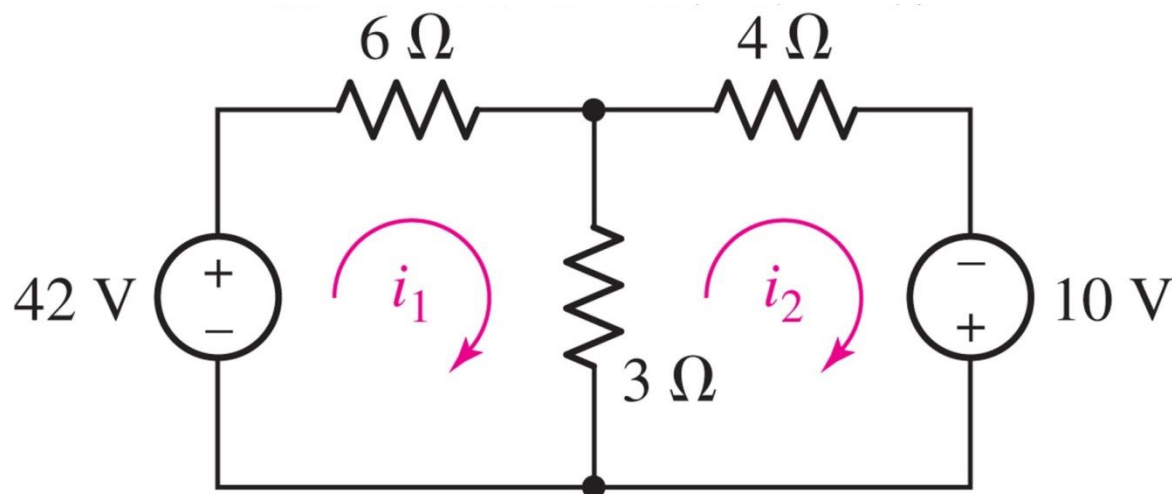


جریان شاخه

نوشتن KVL برای مش‌ها

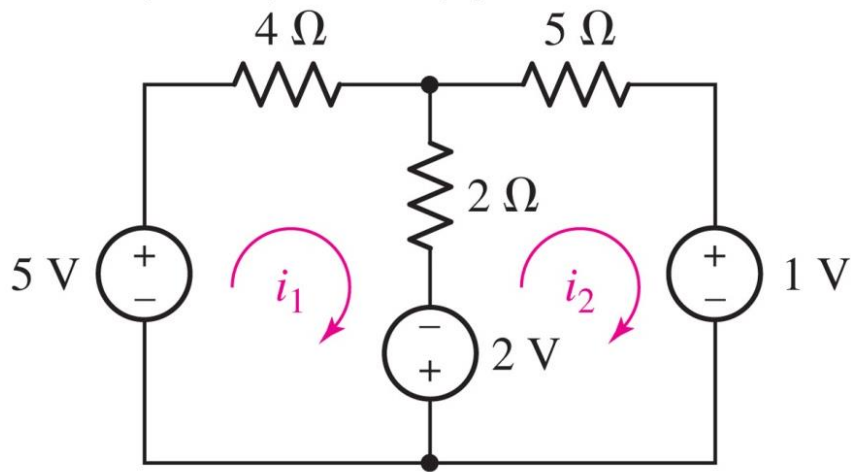
نوشتن KVL برای مش 1:
($\sum \text{drops} = 0$)

نوشتن KVL برای مش 2:
($\sum \text{drops} = 0$)



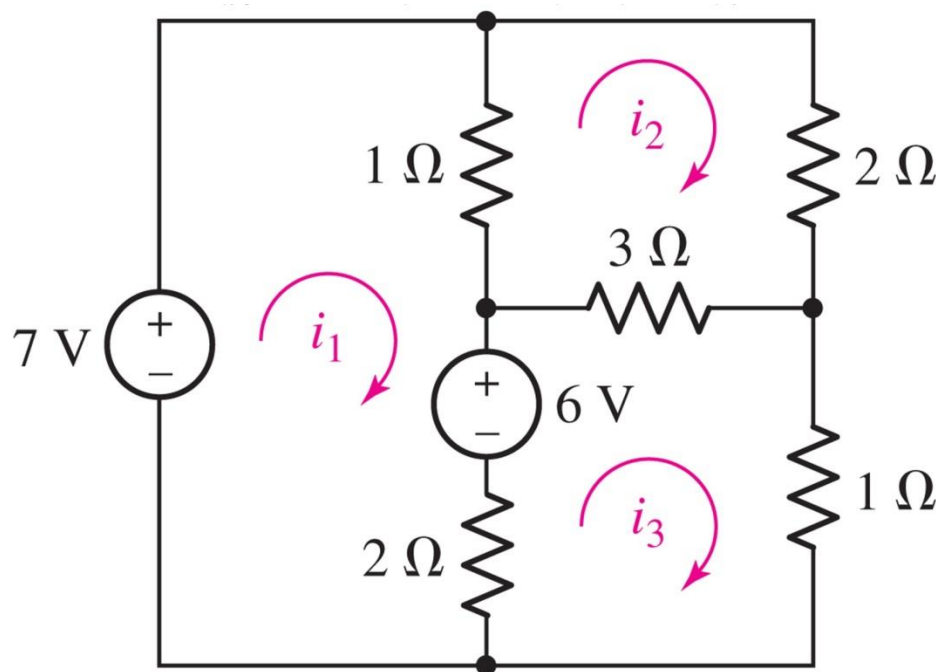
تحلیل مش: مثال 1

□ توان تولیدی منبع 2 ولتی را تعیین کنید.



تحلیل مش: مثال 2

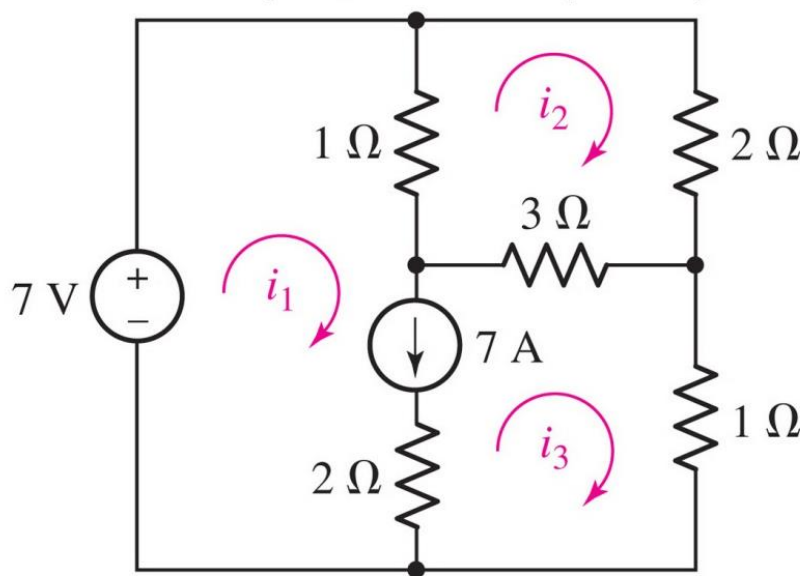
□ جریان‌های i_1 ، i_2 و i_3 را به دست آورید.



منابع جریان در روش تحليل مش (مفهوم ابرمش)

□ چالش: در هنگام نوشتن معادله KVL برای مش‌های 1 و 3، ولتاژ دو سر منبع جریان چقدر است؟

□ برای اجتناب از یک متغیر مجهول دیگر برای ولتاژ منبع جریان، معادله KVL را برای ابرمش (Supermesh) می‌نویسیم:



روش تحلیل مش با وجود ابرمش

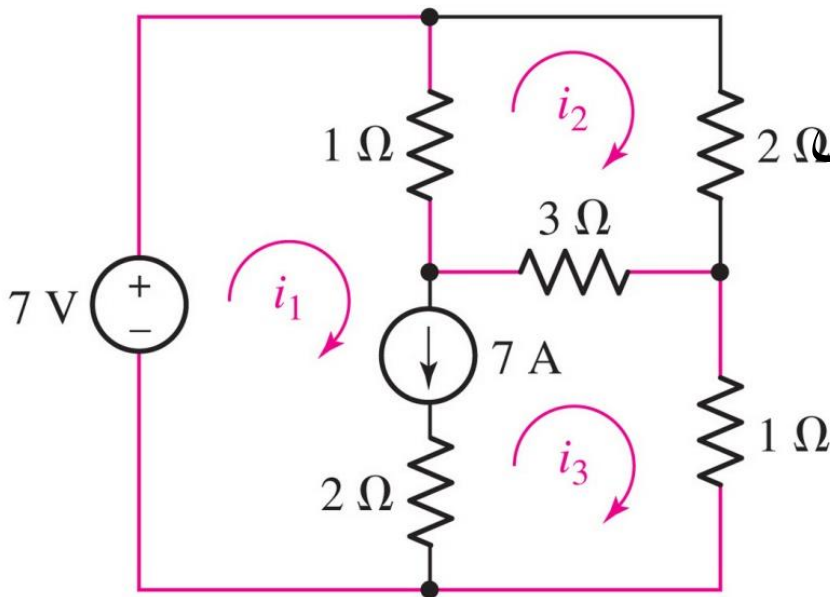
1. معادله KVL مش 2 را بنویسید.

2. معادله KVL را برای ابرمش شامل

مش‌های 1 و 3 بنویسید.

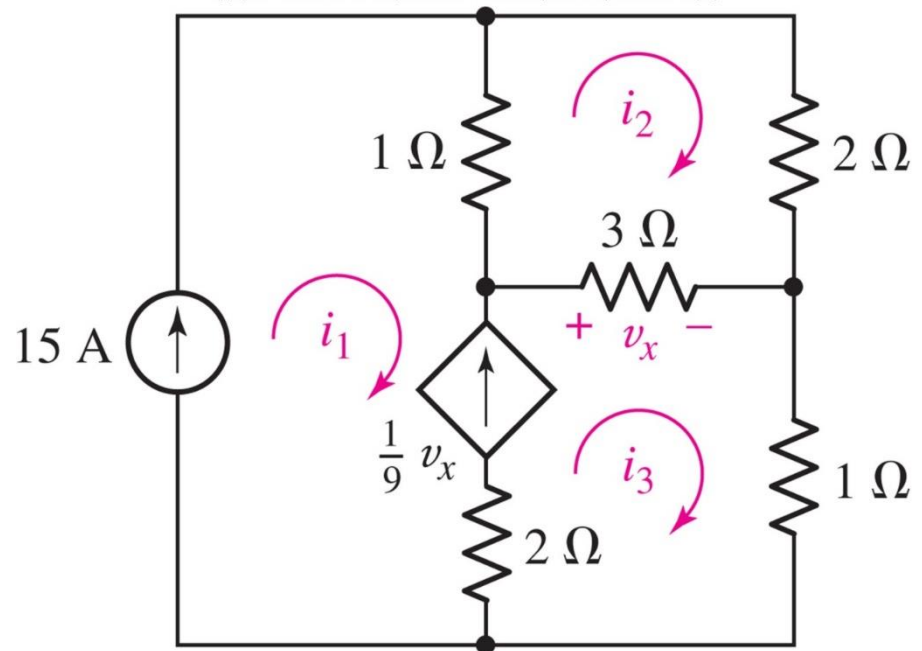
3. معادله منبع جریان درون ابرمش

را نیز اضافه کنید.



تحلیل مش و منابع وابسته: مثال

□ جریان‌های مش را بیابید.



تحلیل مش یا گره؟ کدام را انتخاب کنیم؟

- روشی که به تعداد معادلات کمتری منجر می‌شود.
- یا روشی که با آن راحت‌تر هستید.
- یا هر دو! (یکی برای چک کردن نتایج دیگری)

خلاصه مطالب

□ تحلیل گره

1. همه گره‌های مدار را بیابید. یکی را به عنوان مرجع انتخاب کنید و به آن ولتاژ صفر بدهید. بقیه گره‌ها را با متغیرهای v_1 ، v_2 و ... نام‌گذاری کنید.
2. همه منابع ولتاژ (مستقل و وابسته) را اتصال کوتاه کنید.
3. برای گره‌های باقیمانده KCL بنویسید.
4. در صورت لزوم برای منابع ولتاژ معادله بنویسید.
5. در صورت لزوم برای منابع وابسته بر حسب ولتاژ گره‌ها معادله بنویسید.

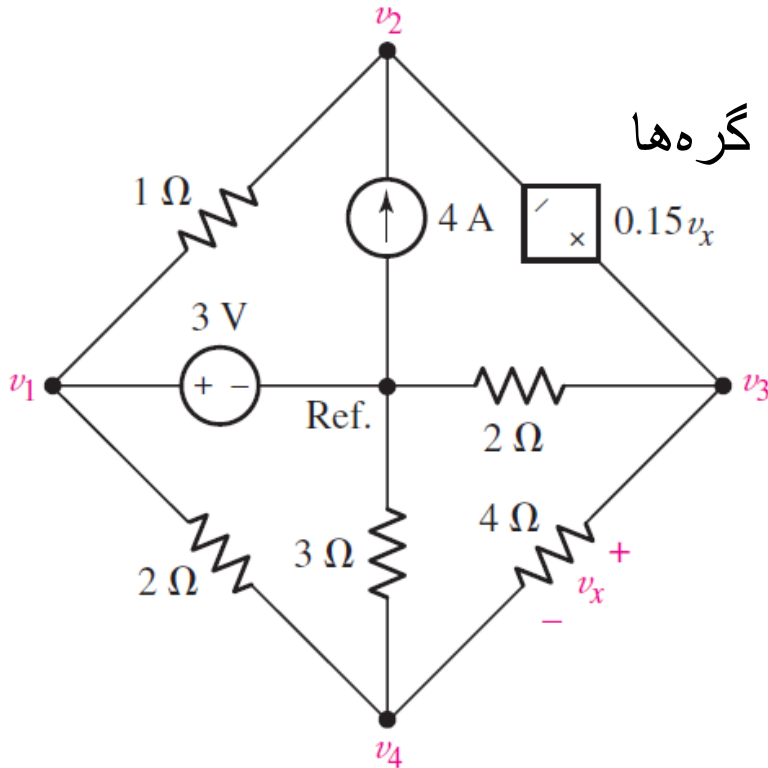
خلاصه مطالب (ادامه)

□ تحلیل مش

1. همه مش‌های مدار را بیابید و جریان آنها را با متغیرهای i_1 ، i_2 و ... نام‌گذاری کنید.
2. همه منابع جریان (مستقل و وابسته) را مدار باز کنید.
3. برای مش‌های باقیمانده KVL بنویسید.
4. در صورت لزوم برای منابع جریان معادله بنویسید.
5. در صورت لزوم برای منابع وابسته بر حسب جریان مش‌ها معادله بنویسید.

تمرین کلاسی 1

□ ولتاژ v_x را با استفاده از روش تحلیل گره به دست آورید.



1. یافتن گره‌ها، انتخاب مرجع، نام‌گذاری ولتاژ گره‌ها

2. اتصال کوتاه کردن منابع ولتاژ

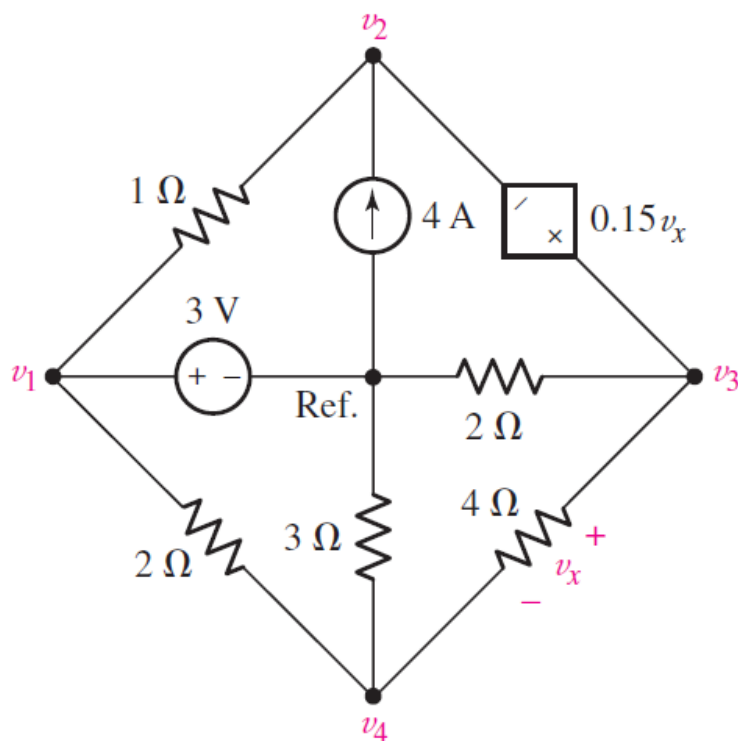
3. نوشتن KCL برای گره‌های باقیمانده

4. نوشتن معادله منابع ولتاژ

5. نوشتن معادله منابع وابسته

تمرین کلاسی 2

□ ولتاژ v_x را با استفاده از روش تحلیل مش به دست آورید.



1. یافتن مش‌ها، نام‌گذاری جریان مش‌ها
2. مدار باز کردن منابع جریان
3. نوشتن KVL برای مش‌های باقیمانده
4. نوشتن معادله منابع جریان
5. نوشتن معادله منابع وابسته