



تجزیه و تحلیل گره

امیر عباس شایگانی اکمل



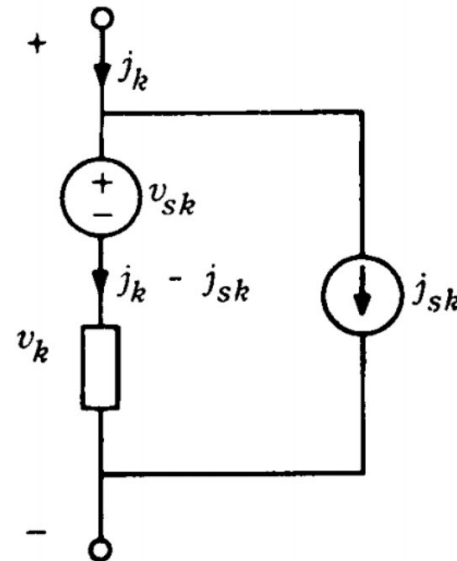
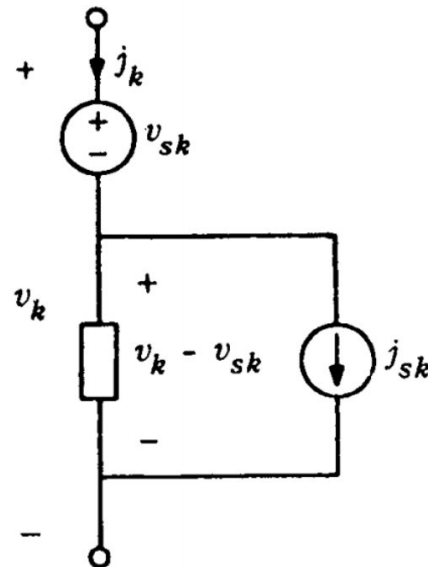
روش تجزیه و تحلیل گره

- در تجزیه و تحلیل گره، متغیرهای شبکه ولتاژهای گره هستند که با اعمال **KCL** ها در گره های شبکه (بجز گره مبنا) معادلات آن بدست می آید.
- در صورتیکه شبکه خطی و تغییر ناپذیر با زمان باشد، معادلات می تواند به صورت ماتریسی نوشته شود و با روشهای جبر خطی حل شود.
- بعد از تعیین ولتاژ گره ها، می توان ولتاژ شاخه ها و با استفاده از روابط شاخه ها جریان شاخه ها را تعیین کنیم.
- اغلب توصیه می شود، پیش از شروع تجزیه و تحلیل گره تمام منابع ولتاژ را به منابع جریان تبدیل کنیم.

شاخه استاندارد



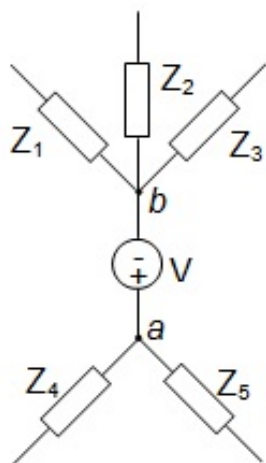
برای پیاده سازی روشهای منظم حل شبکه ابتدا باید شبکه استاندارد سازی شود. برای اینکار تمام شاخه های شبکه باید به صورت زیر باشند. البته منبع ولتاژ و منبع جریان و یا هر دو می توانند صفر باشند.



تبدیل منابع (انتقال منابع)

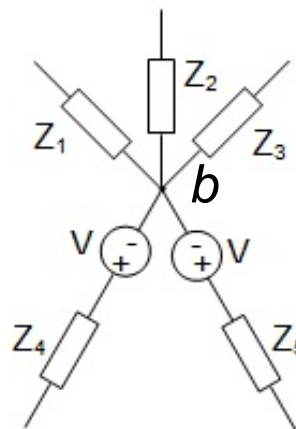
اگر منبعی به گونه ای در شبکه قرار داشت که شاخه آن استاندارد نبود، باید ابتدا با انتقال منبع شاخه های آن شبکه را استاندارد سازی کنیم.

تبدیل منبع ولتاژ



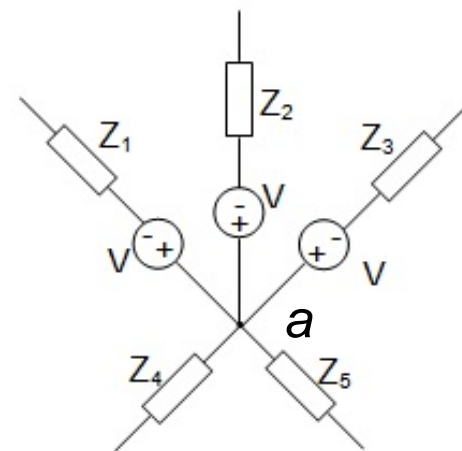
(a)

\equiv



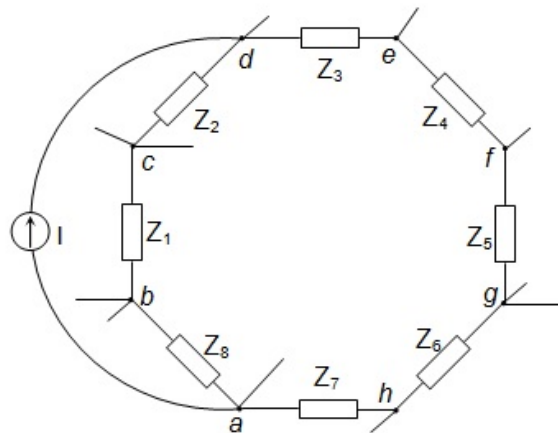
(b)

\equiv



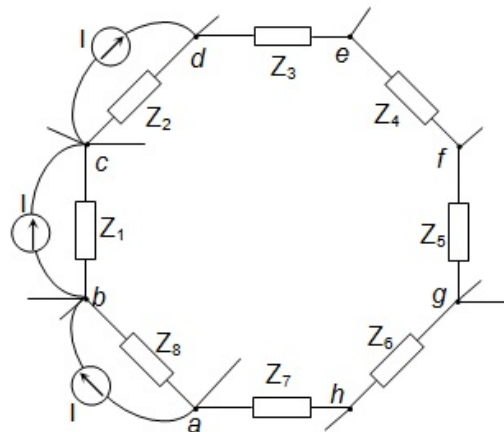
(c)

انتقال منبع جریان



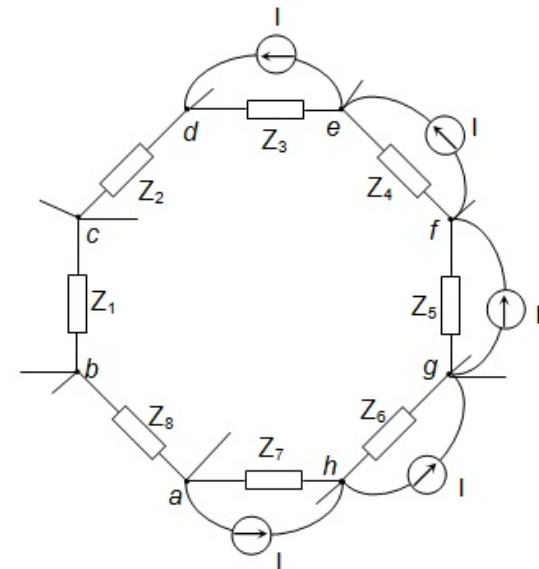
(a)

\equiv



(b)

\equiv

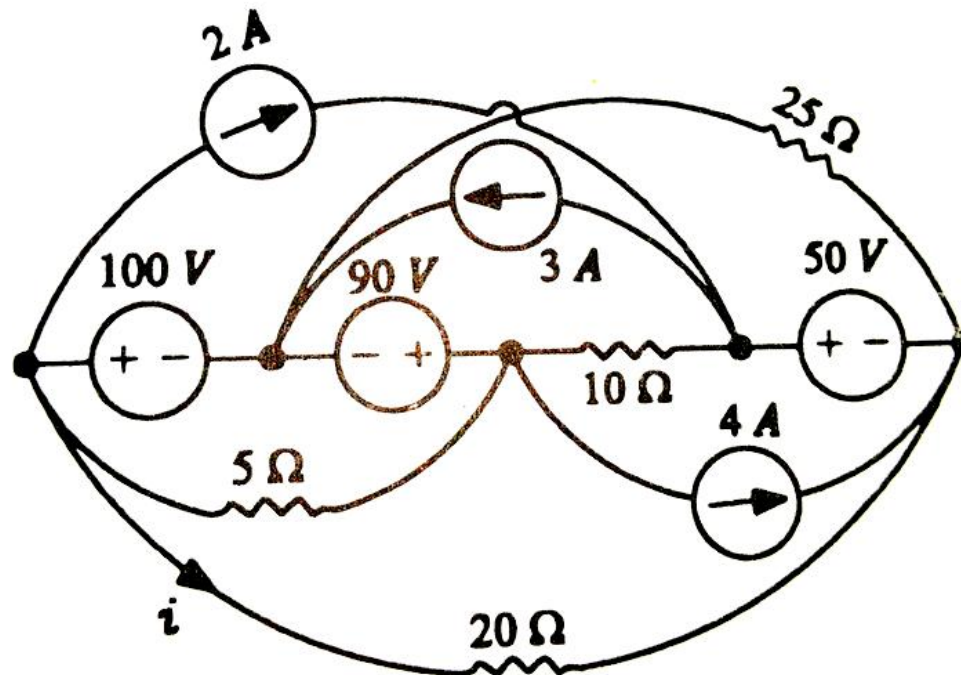


(c)

مثال انتقال منابع



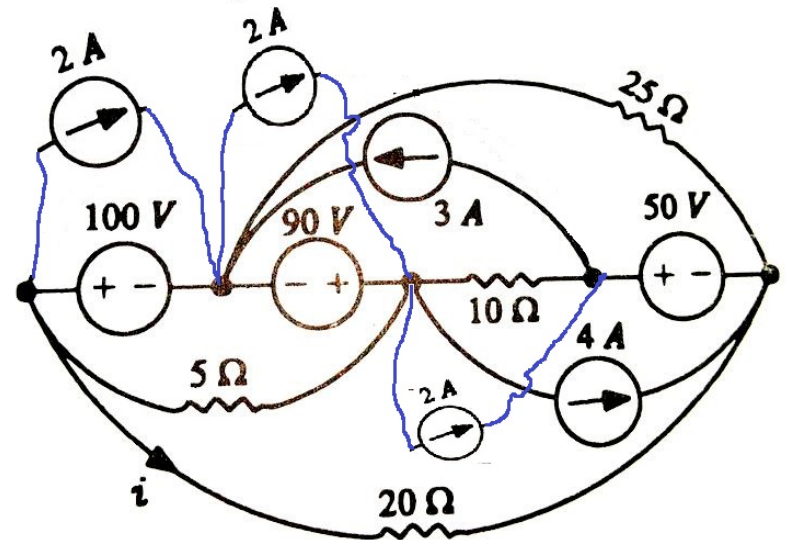
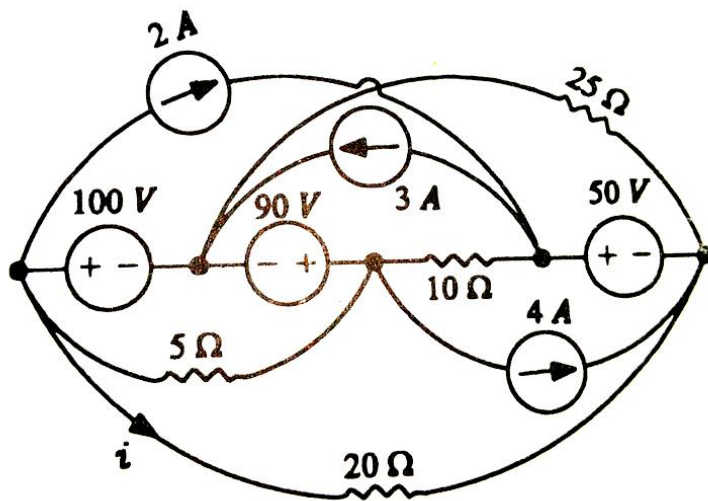
جریان i را بدست آورید.



حل مثال: قدم اول

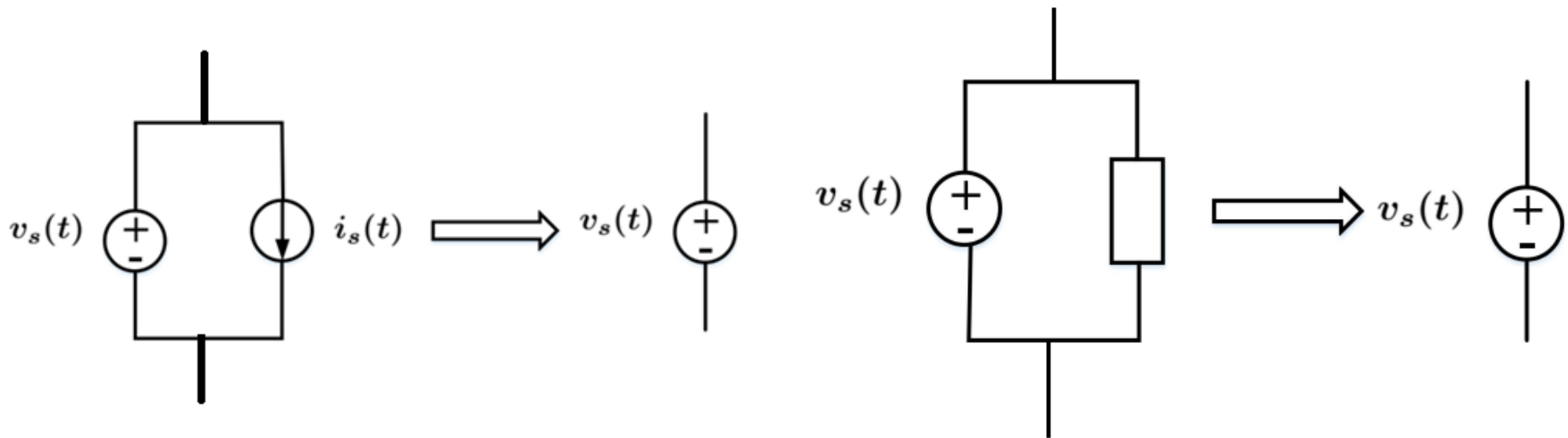


ابتدا منبع ۲ آمپری را به گره های مجاور وارد و خارج می کنیم.



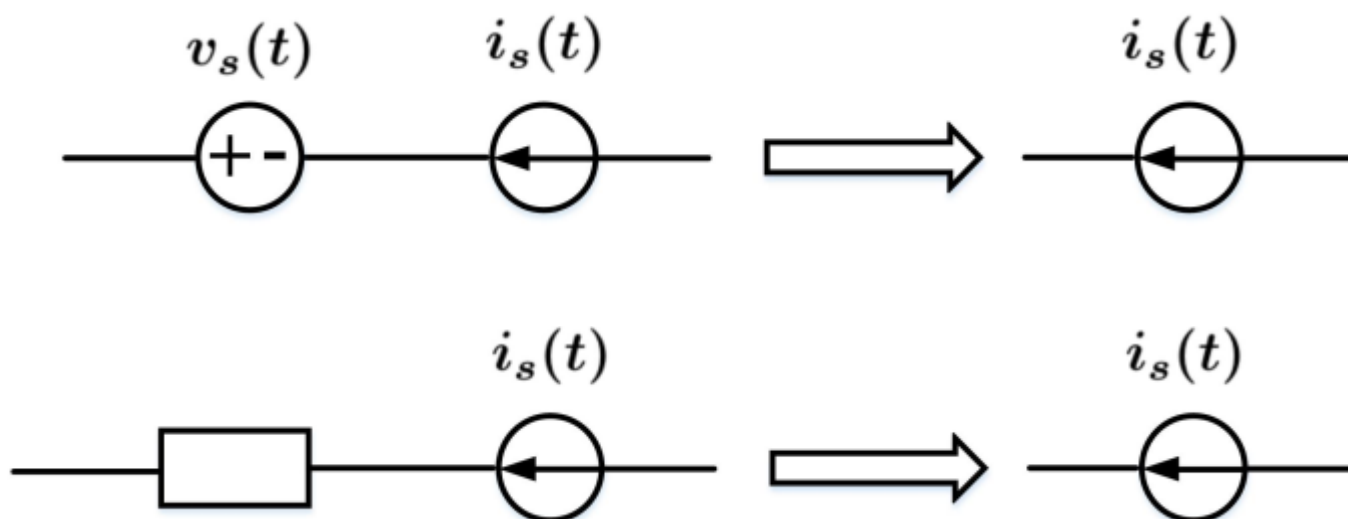
ساده سازی مربوط به منبع ولتاژ

در صورتیکه منبع ولتاژ با المانی موازی شود، بدلیل مشخص بودن اختلاف ولتاژ بین آن دو گره، جریان آن المان مشخص و می توان المان موازی را از تجزیه و تحلیل شبکه بدون تاثیر بر حل شبکه حذف کرد.

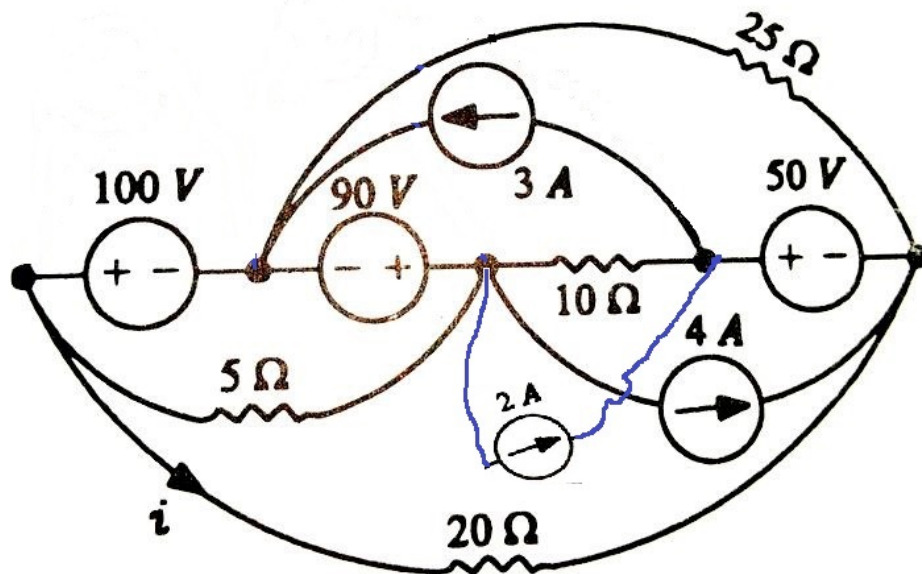
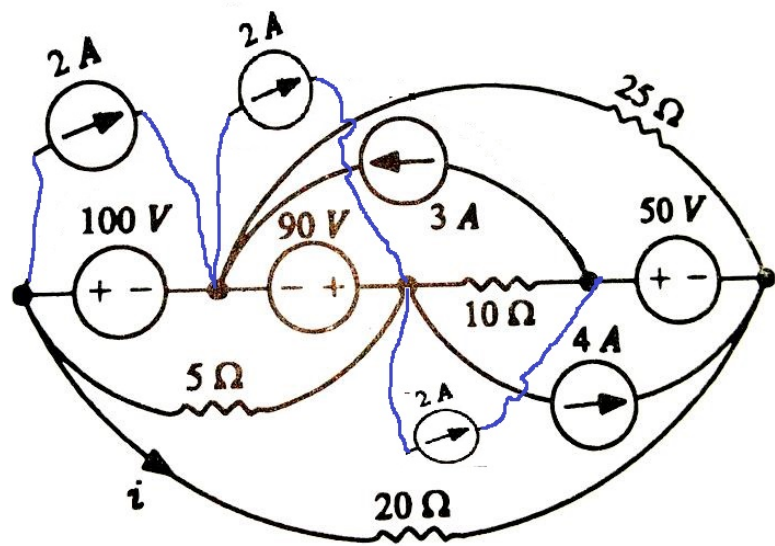


ساده سازی مربوط به منبع جریان

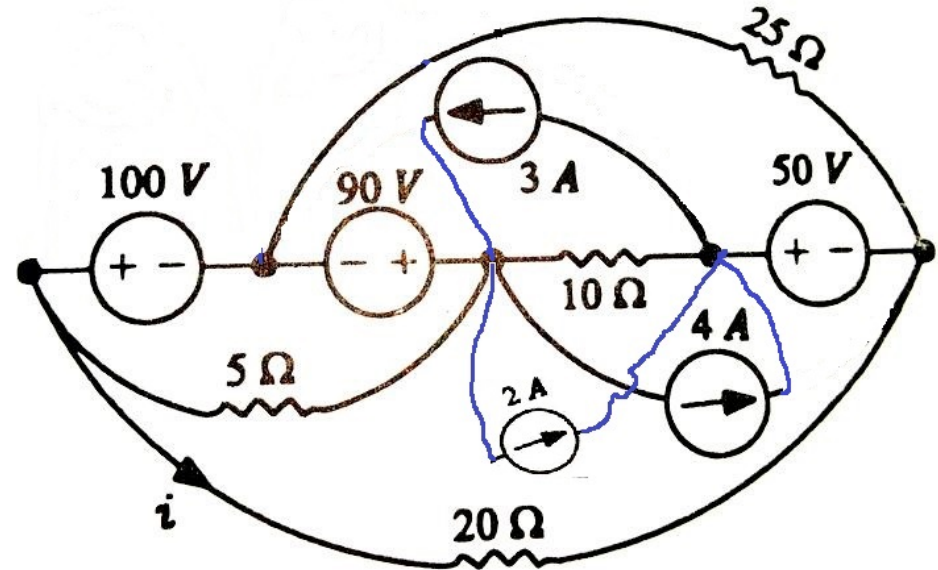
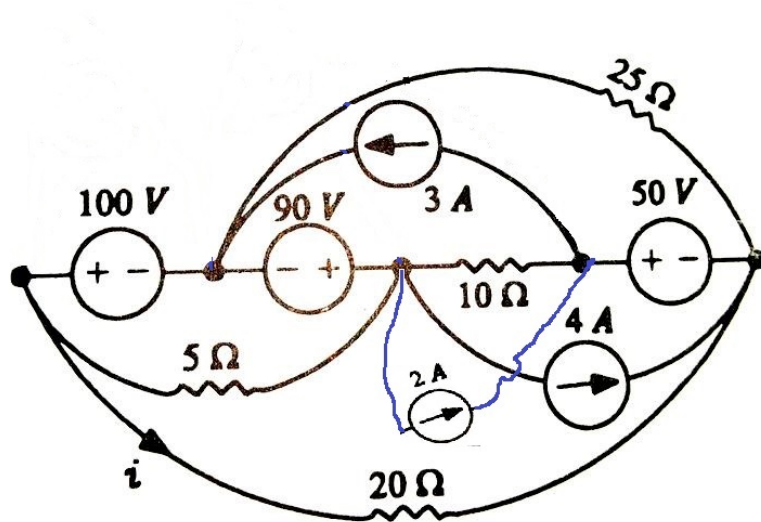
در صورتیکه منبع جریان با المانی سری شود، بدلیل مشخص بودن جریان عبوری از شاخه، ولتاژ آن المان مشخص و می توان المان سری را از تجزیه و تحلیل شبکه بدون تاثیر بر حل شبکه حذف کرد.



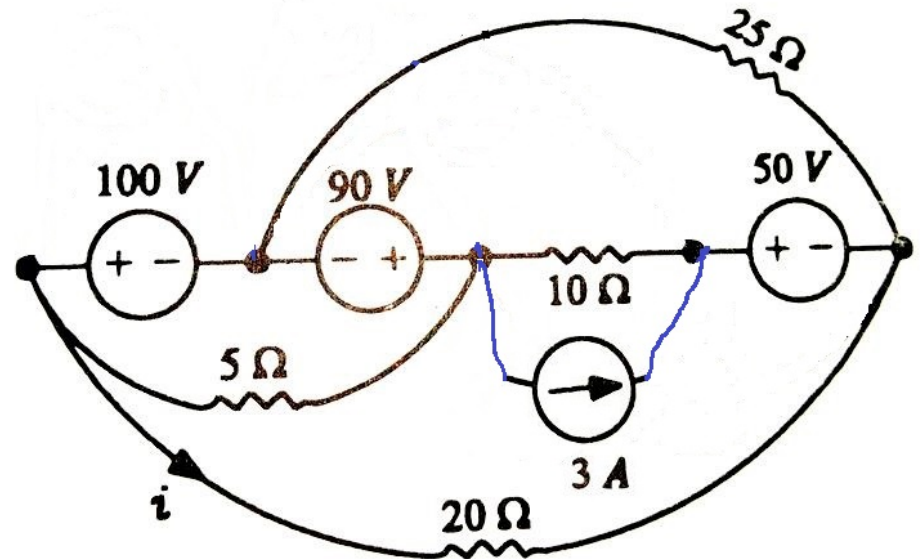
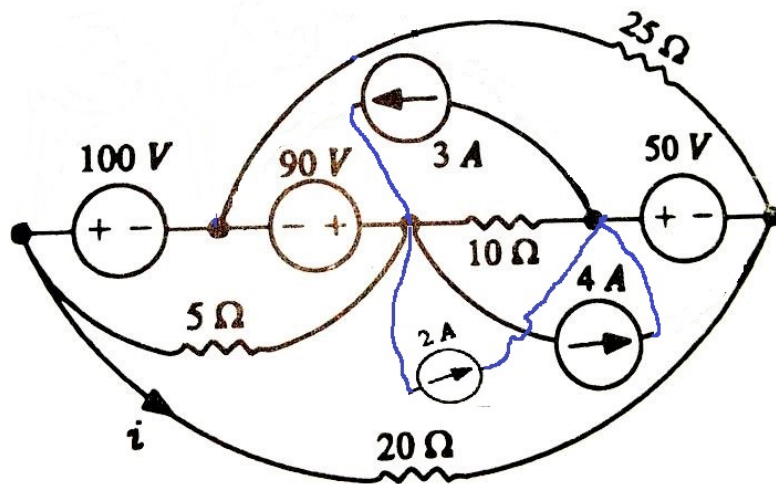
ادامه حل مثال



قدم دوم



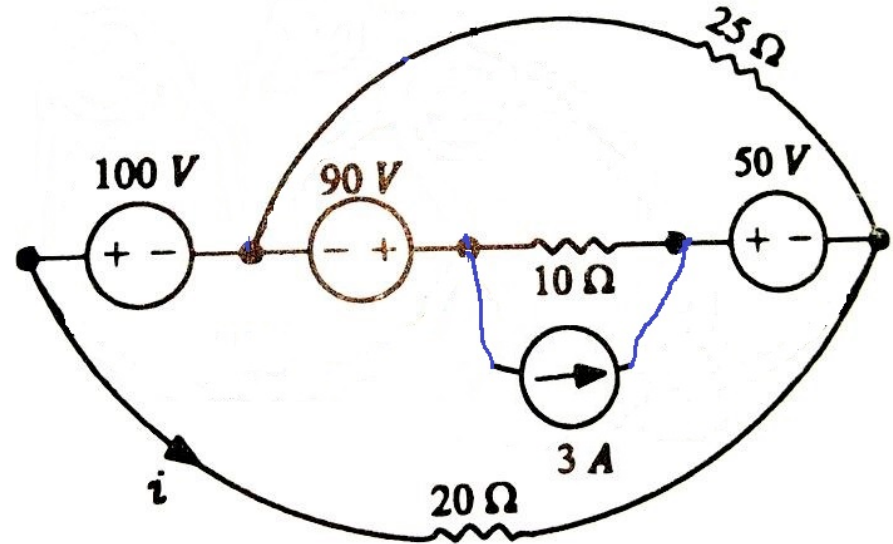
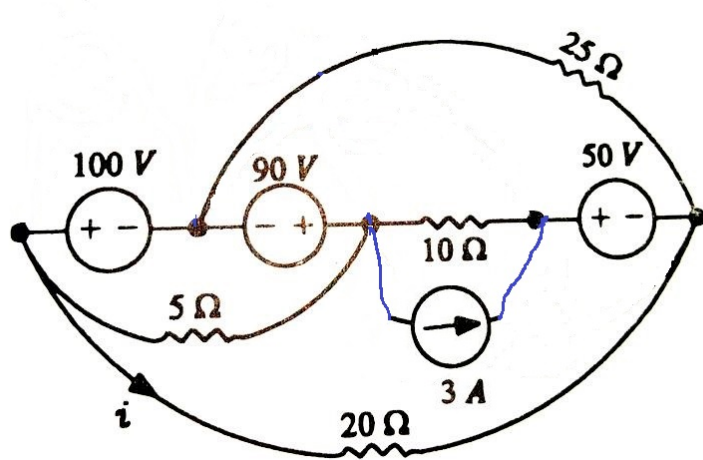
قدم سوم



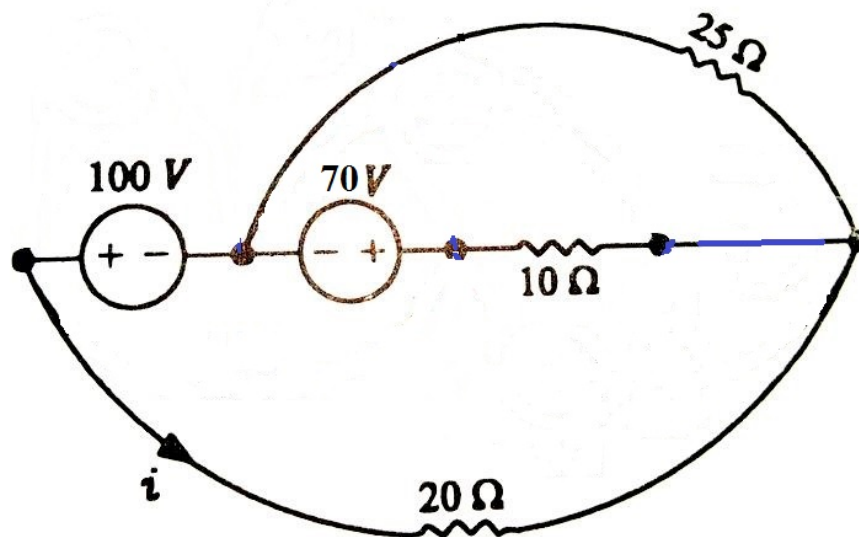
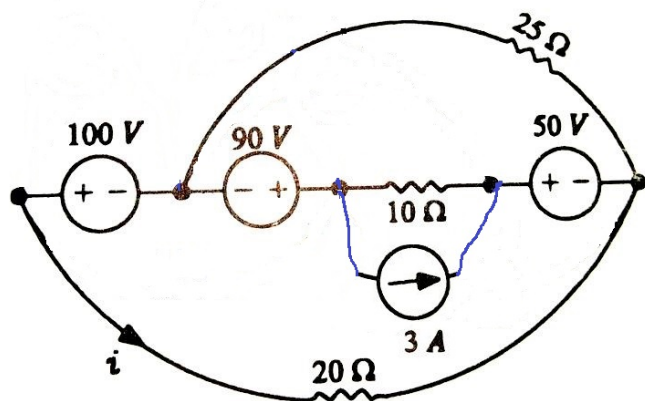
قدم چهارم



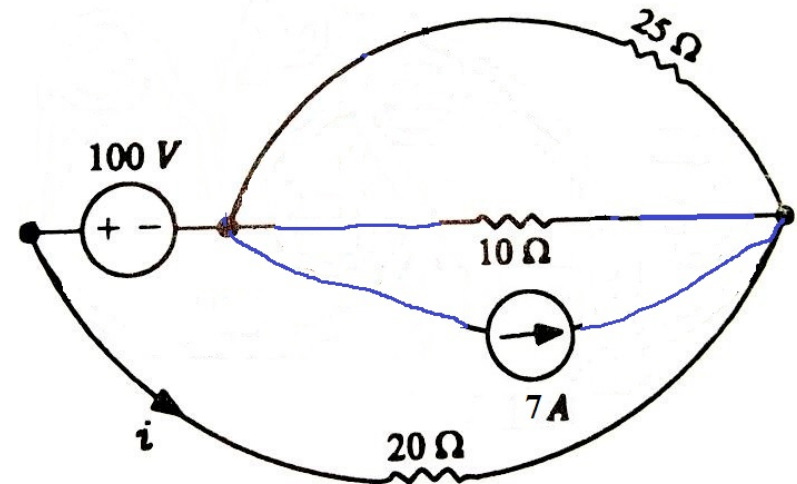
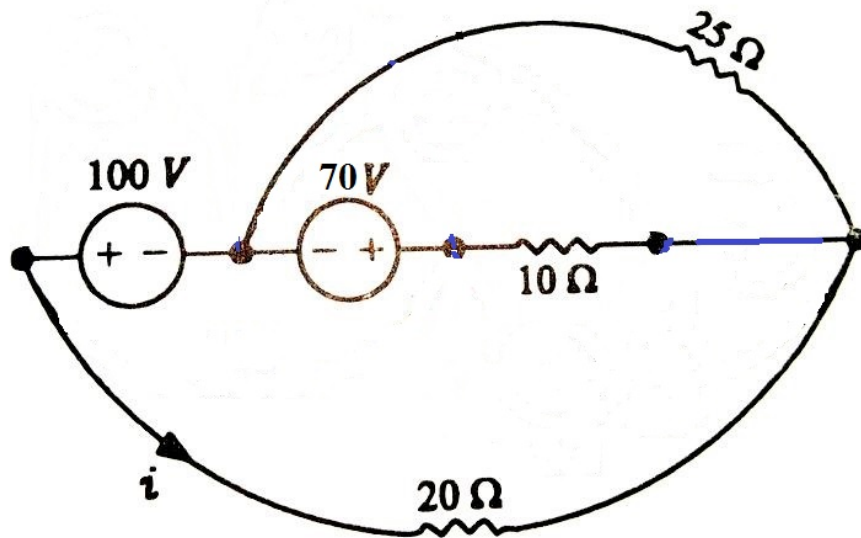
اختلاف ولتاژ مقاومت ۵ اهم برابر ۱۰ ولت است و جریان آن
تاثیری بر جریان مقاومت ۲۰ اهم ندارد! پس می توان آن را
حذف کرد.



تبدیل منبع جریان ۳ امپر به منبع ولتاژ ۳۰ ولت و جمع کردن آن با منابع ۵۰ ولت و ۹۰ ولت.



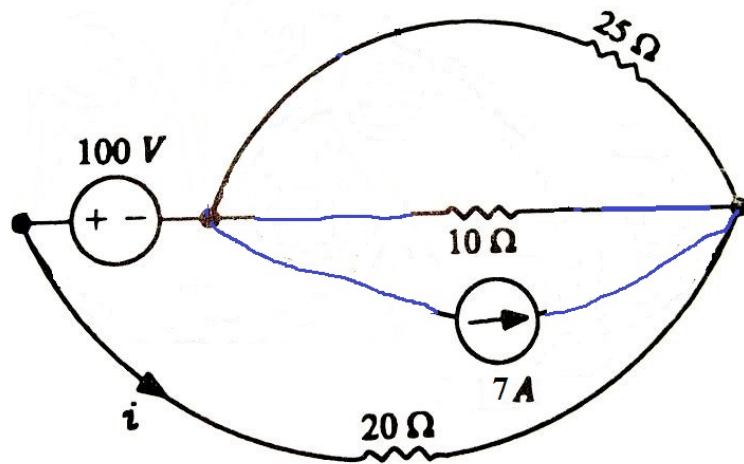
تبدیل منبع ۷۰ ولت به منبع جریان ۷ آمپر و موازی شدن
مقاومت ۲۵ اهم با ۱۰ اهم.



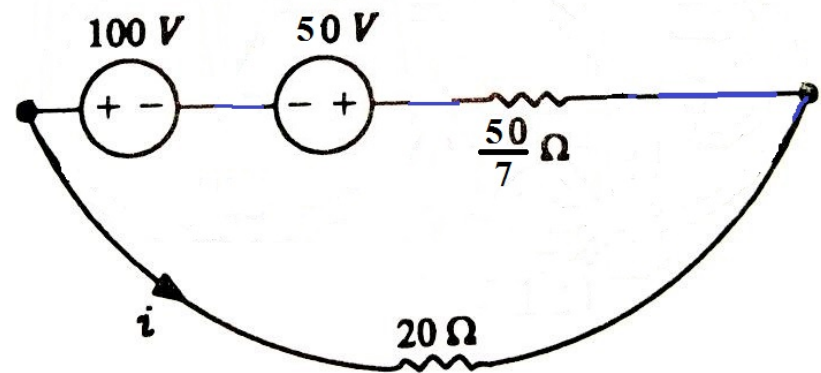
قدم هفتم و جواب



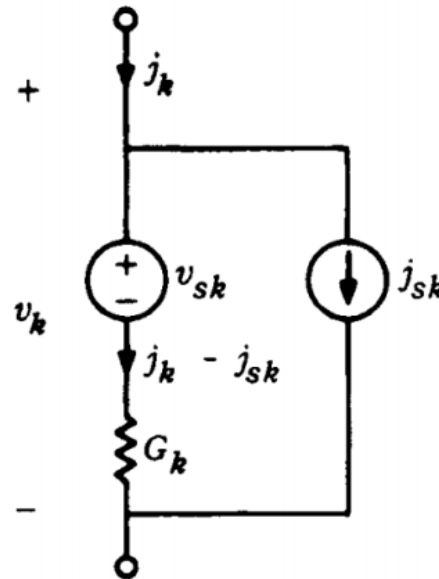
محاسبه مقاومت معادل موازی ۲۵ و ۱۰ اهم، $\frac{50}{7}$ اهم، و تبدیل منبع جریان ۷ آمپری به ۵۰ ولت سری با مقاومت $\frac{50}{7}$ اهم



$$i = \frac{50}{\frac{50}{7} + 20} = \frac{35}{19} A$$

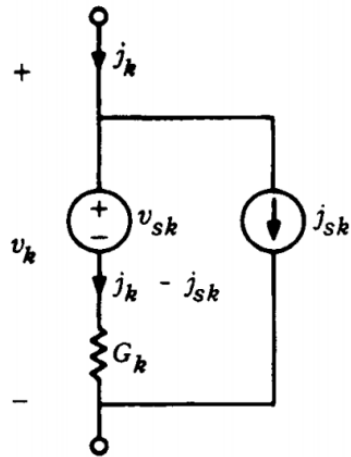


معادله شاخه مقاومتی



$$j_k = G_k v_k + j_{sk} - G_k v_{sk} \quad k = 1, 2, \dots, b$$

نوشتن ماتریسی معادلات



$$j_k = G_k v_k + j_{sk} - G_k v_{sk} \quad k = 1, 2, \dots, b$$

$$\mathbf{j} = \mathbf{G}\mathbf{v} + \mathbf{j}_s - \mathbf{G}\mathbf{v}_s$$

$$\mathbf{j} = \begin{bmatrix} j_1 \\ j_2 \\ \vdots \\ j_b \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{G} = \begin{bmatrix} G_1 & \cdot & \cdots & \cdot \\ \cdot & G_2 & \cdots & \cdot \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ \cdot & \cdots & \cdot & G_b \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{v} = \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \vdots \\ v_b \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{j}_s = \begin{bmatrix} j_{s1} \\ j_{s2} \\ \vdots \\ j_{sb} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{v}_s = \begin{bmatrix} v_{s1} \\ v_{s2} \\ \vdots \\ v_{sb} \end{bmatrix}$$



اعمال KCL و نوشتن معادله

$$j = Gv + j_s - Gv_s \quad Aj = \cdot \quad (\text{KCL})$$

$$v = A^T e \quad (\text{KVL})$$

$$AGA^T e + Aj_s - AGv_s = \cdot$$

$$Y_n \triangleq AGA^T$$

$$AGA^T e = AGv_s - Aj_s$$

$$i_s \triangleq AGv_s - Aj_s$$

$$\boxed{Y_n e = i_s}$$