

تجزیه و تحلیل گره:

برای تجزیه و تحلیل گره سه روش زیر موجود است.

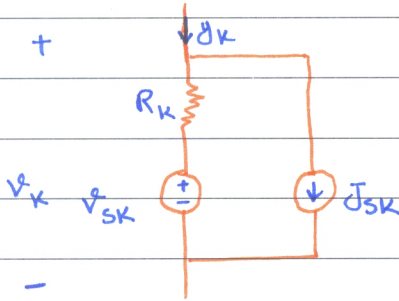
1. روش مبانی

2. روش ذهنی یا نظری

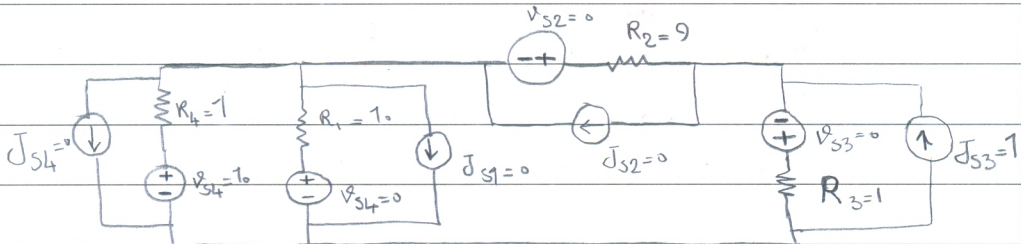
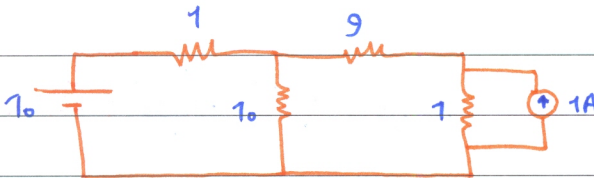
3. روش منظم یا ماتریسی

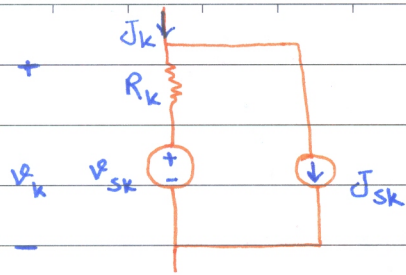
برای درجه بندی تجزیه و تحلیل گره ابتدا این روش را در مدارهای متفاوتی کب خواهیم نمود. سپس به تجزیه و تحلیل گره در مدارهای با حالت دائم سینوسی و در نهایت مدارها را به صورت کلی با این روش تجزیه و تحلیل می کنیم.

1. روش منظم یا ماتریسی:



Example: تبدیل مدار با شاخه های استاندارد.





$$J_k = J_{sk} + \frac{V_k - V_{sk}}{R_k}$$

$$J_k = J_{sk} + G_k V_k - G_k V_{sk}$$

یادآوری :

$$\begin{cases} 1/R = G \\ 1/L = C \end{cases}$$

$k = 1, \dots, b$

Example:

$$\begin{cases} J_1 = J_{s1} + G_1 V_1 - G_1 V_{s1} \\ J_2 = J_{s2} + G_2 V_2 - G_2 V_{s2} \\ \vdots \\ J_k = J_{sk} + G_k V_k - G_k V_{sk} \end{cases}$$

تبدیل به ماتریس می

$$\begin{bmatrix} J_1 \\ J_2 \\ \vdots \\ J_b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J_{s1} \\ J_{s2} \\ \vdots \\ J_{sb} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} G_1 & & & \\ & G_2 & & \\ & & \ddots & \\ & & & G_b \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ \vdots \\ V_b \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} G_1 & & & \\ & G_2 & & \\ & & \ddots & \\ & & & G_b \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{s1} \\ V_{s2} \\ \vdots \\ V_{sb} \end{bmatrix}$$

$\underbrace{\hspace{10em}}_J \quad \underbrace{\hspace{10em}}_{J_s} \quad \underbrace{\hspace{10em}}_G \quad \underbrace{\hspace{10em}}_V \quad \underbrace{\hspace{10em}}_G \quad \underbrace{\hspace{10em}}_{V_s}$

$$J = J_s + G V - G V_s \xrightarrow{\text{از پدیده ماتریس به فرم ماتریسی}} A_J = A_{J_s} + A_G V - A_G V_s$$

$$V = A^T e \Rightarrow 0 = A_J A^T e + A_G V - A_G V_s \Rightarrow \underbrace{A_G V_s - A_J A^T e}_{I_s} = \underbrace{A_G A^T e}_{Y_n}$$

و مثلاً

$$Y_n e = I_s$$

معادله ماتریسی نه

ماتریس $\leftarrow$ ماتریس $\leftarrow$ بردار ضرایب $\leftarrow$ بردار مقادیر

2. روش ذهنی یادگیری:

$$Y_n e = i_s$$

$$Y_n = \begin{cases} \text{مجموع ادیتانس‌ها منتقل به ترمینال‌ها} = \text{عناصر قطری} \\ (\text{ادیتانس‌ها}) \text{های مشترک در ولت} = - \text{عناصر غیرقطری} \end{cases}$$

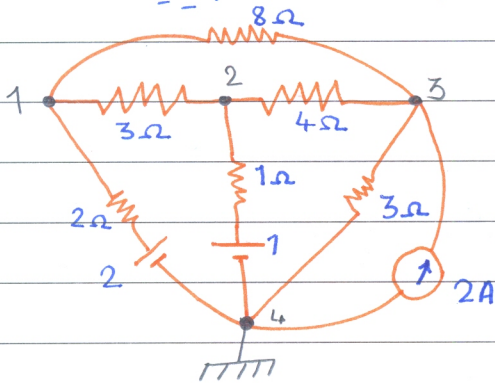
$$e = \text{بدار ولتاژ ترمینال‌ها را می‌خواهیم}$$

$$i_s = \text{ابتدایی منابع ولتاژ را به منبع جریان معادل تبدیل می‌کنیم سپس از جریان ترمینال وارد شده با سربا}$$

توضیح: ترمینال می‌زنیم

علامت مثبت و در خارج شود با علامت منفی می‌زنیم

Example: رابطه ماتریس $Y_n e = i_s$ را برای مدار مقابل به صورت ذهنی بنویسید.



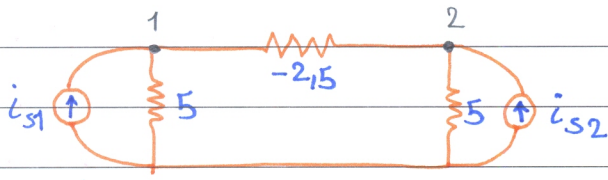
$$\begin{bmatrix} \frac{46}{48} & -\frac{1}{3} & -\frac{1}{8} \\ -\frac{1}{3} & \frac{19}{12} & -\frac{1}{4} \\ \frac{1}{8} & -\frac{1}{4} & \frac{17}{24} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ e_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 2 \end{bmatrix}$$

$$\frac{1}{3} + \frac{1}{2} + \frac{1}{8} = \frac{16 + 24 + 6}{48} = \frac{46}{48}$$

$$\frac{1}{3} + \frac{1}{1} + \frac{1}{4} = \frac{4 + 12 + 3}{12} = \frac{19}{12}$$

$$\frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} = \frac{8 + 6 + 3}{24} = \frac{17}{24}$$

Example: بین i_{s1} و i_{s2} چه ارتباطی وجود داشته باشد تا مدار بی نهایت جواب یا اصلاً جواب نداشته باشد؟ (مقایسه مقادیر ادیتیشن هستند)



* اگر دو معادله صفرا باشد معادله‌ها همبسته می‌شوند.

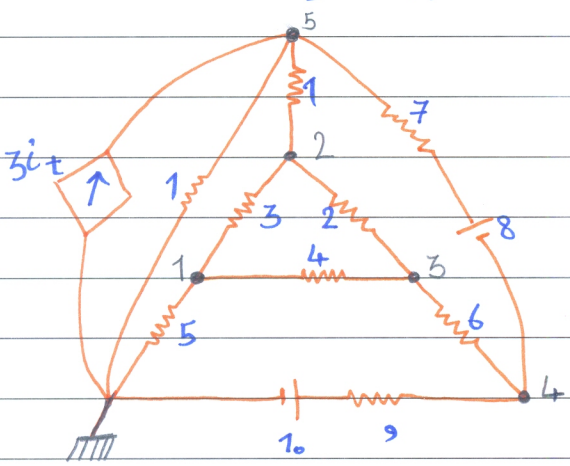
$$\begin{bmatrix} 2.5 & 2.5 \\ 2.5 & 2.5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} i_{s1} \\ i_{s2} \end{bmatrix}$$

$$\begin{cases} 2.5e_1 + 2.5e_2 = i_{s1} \\ 2.5e_1 + 2.5e_2 = i_{s2} \end{cases} \Rightarrow \begin{matrix} i_{s1} = i_{s2} & \Rightarrow \text{بی نهایت جواب} \\ i_{s1} \neq i_{s2} & \Rightarrow \text{اصلاً جواب ندارد} \end{matrix}$$

3. روش میانبر:

در این روش فرض بر این است که در مدار منبع واسطه وجود دارد. ابتدا فرض می‌کنیم منابع واسطه، منابعی هستند که معادلات آن‌ها را به صورت ذهنی برای این دواری نویسیم و در نهایت تغییرات منبع واسطه را بر اساس ولتاژ آن‌ها درست آورده و به سمت چپ رابط می‌اندرس $Y_n e = i_n$ انتقال می‌دهیم.

Example: معادله $Y_n e = i_n$ را برای مدار زیر بنویس میانبر درست آورید.



$$\frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} = \frac{20 + 15 + 12}{60} = \frac{47}{60}$$

$$\frac{1}{4} + \frac{1}{2} + \frac{1}{6} = \frac{3 + 6 + 2}{12} = \frac{11}{12}$$

$$\frac{1}{7} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{6 + 3 + 2}{6} = \frac{11}{6}$$

$$\frac{1}{7} + \frac{1}{6} + \frac{1}{9} = \frac{42 + 54 + 63}{378} = \frac{159}{378}$$

$$\frac{1}{7} + \frac{1}{1} + \frac{1}{7} = \frac{7 + 7 + 1}{7} = \frac{15}{7}$$

$$i_x = \frac{e_2 - e_3}{2}$$

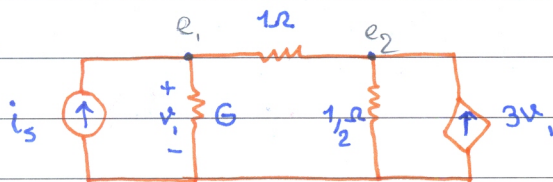
$$\begin{bmatrix} \frac{47}{60} & -1/3 & -1/4 & 0 & 0 \\ -1/3 & 11/6 & -1/2 & 0 & -1 \\ -1/4 & -1/2 & 11/12 & -1/6 & 0 \\ 0 & 0 & -1/6 & \frac{159}{378} & -1/4 \\ 6 & -1 & 0 & -1/7 & 15/7 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ e_3 \\ e_4 \\ e_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 10/9 - \frac{8}{7} \\ 3i_x + 8/7 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ \cdot \\ \cdot \\ 10/9 - 8/7 \\ 3(\frac{e_2 - e_3}{2}) + \frac{8}{7} \end{bmatrix}$$

$-1 - 3/2$ $0 + 3/2$

* برای حذف کردن مقدار مجهول درون ستون تاریخی رند

کانسیت ضریب e_2 و e_3 را با ابعالی برعکس همان سطرها آن طرف تساوی منتقل کنیم.

Example: معادلات نو را بر روش میلان برای مدار زیر بدست آورید و G را چنان انتخاب کنید که مدار جواب بیثباتی داشته باشد.



$$Y_n e = i_s$$

$$\begin{bmatrix} G+1 & -1 \\ -1 & 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} i_s \\ 3e_1 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} G+1 & -1 \\ -1 & 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} i_s \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} G+1 & -1 \\ -1 & 3 \end{vmatrix} \neq 0 \Rightarrow 3G + 3 - 4 \neq 0 \Rightarrow G \neq -1/3$$

تجزیه و تحلیل بهره در مدارهای با حالت دائمی سینوسی

1. روش منظم یا اُتو متدی
2. روش ذهنی یا ذهنی
3. روش میانبر

2. روش ذهنی یا ذهنی:

در این روش می خواهیم رابطه $I_s E = Y_n$ را به صورت ذهنی بدست آوریم، برای این کار ابتدا لایه منابع مدار را به منبع جریان تبدیل می کنیم سپس معادله مذکور را به صورت زیر بدست می آوریم:

$$Y_n = \begin{cases} \text{مجموع ادمیتانس های متصل به بهره مربوطه} = \text{عناصر روی خط اهری} \\ \text{نسبت ادمیتانس های مشترک بین بهره} = \text{عناصر غیر خطی} \end{cases}$$

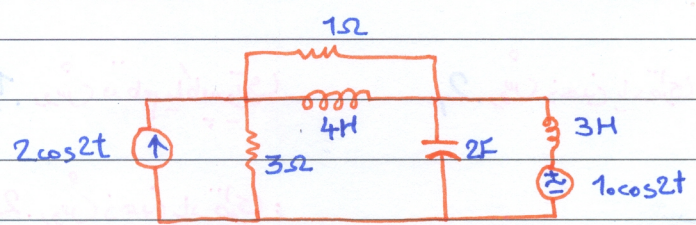
$E =$ بردار ولتاژ بهره در حالت دائمی سینوسی می باشد محولات حاصل هستند

$I_s =$ جمع جبری جریان های وارد شونده به بهره مربوطه

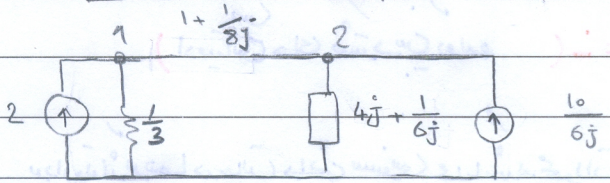
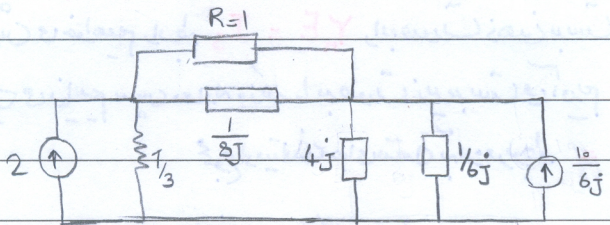
3. روش میانبر:

در این روش فرض بر این است که در مدار منبع جریان وابسته یا ولتاژ وابسته وجود دارد. ابتدا فرض می کنیم منابع وابسته منابعی مستقل هستند و معادله $I_s E = Y_n$ را به صورت ذهنی می نویسیم و در نهایت متغیرهای اضافی مدار را بر حسب ولتاژ بهره ها بدست آورده و به سمت چپ رابطه و ترمین مذکور انتقال می دهیم.

Example: با فرض اینکه مدار زیر در حالت دائمی سینوسی می باشد معادلات کده را به صورت ذهنی برای آن درست

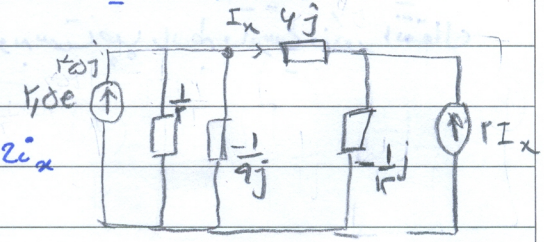
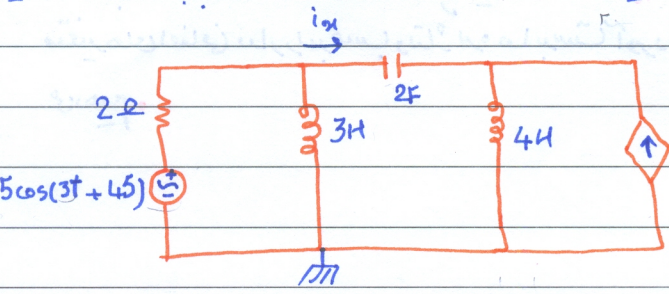


آورد -
نازور
یادآوری: $A \cos(\omega t + \phi) \rightarrow Ae^{j\phi}$
 $L \rightarrow j\omega L$
 $C \rightarrow \frac{1}{j\omega C}$
 $R \rightarrow R$
 $A \sin(\omega t + \phi) \rightarrow Ae^{j\phi}$ (تبدیل به سینوس)
 $\rightarrow Ae^{j\phi}$



$$\begin{bmatrix} \frac{1}{3} + 1 + \frac{1}{8j} & -1 - \frac{1}{8j} \\ -1 - \frac{1}{8j} & 4j + \frac{1}{6j} + 1 + \frac{1}{8j} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_1 \\ E_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ \frac{10}{6j} \end{bmatrix}$$

Example: با فرض اینکه مدار زیر در حالت دائمی سینوسی می باشد معادلات کده را به صورت ذهنی برای آن درست آورد



$$\Rightarrow \begin{bmatrix} \frac{1}{3} + 4j - \frac{1}{9j} & -4j \\ -4j & 4j - \frac{1}{18j} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_1 \\ E_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5\angle 45^\circ \\ \frac{10}{9j}(E_2 - E_1) \end{bmatrix}$$

$$\Rightarrow \begin{bmatrix} \frac{1}{3} + 4j - \frac{1}{9j} - \frac{1}{9j} & -4j \\ -4j & 4j - \frac{1}{18j} + \frac{1}{9j} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_1 \\ E_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5\angle 45^\circ \\ 0 \end{bmatrix}$$