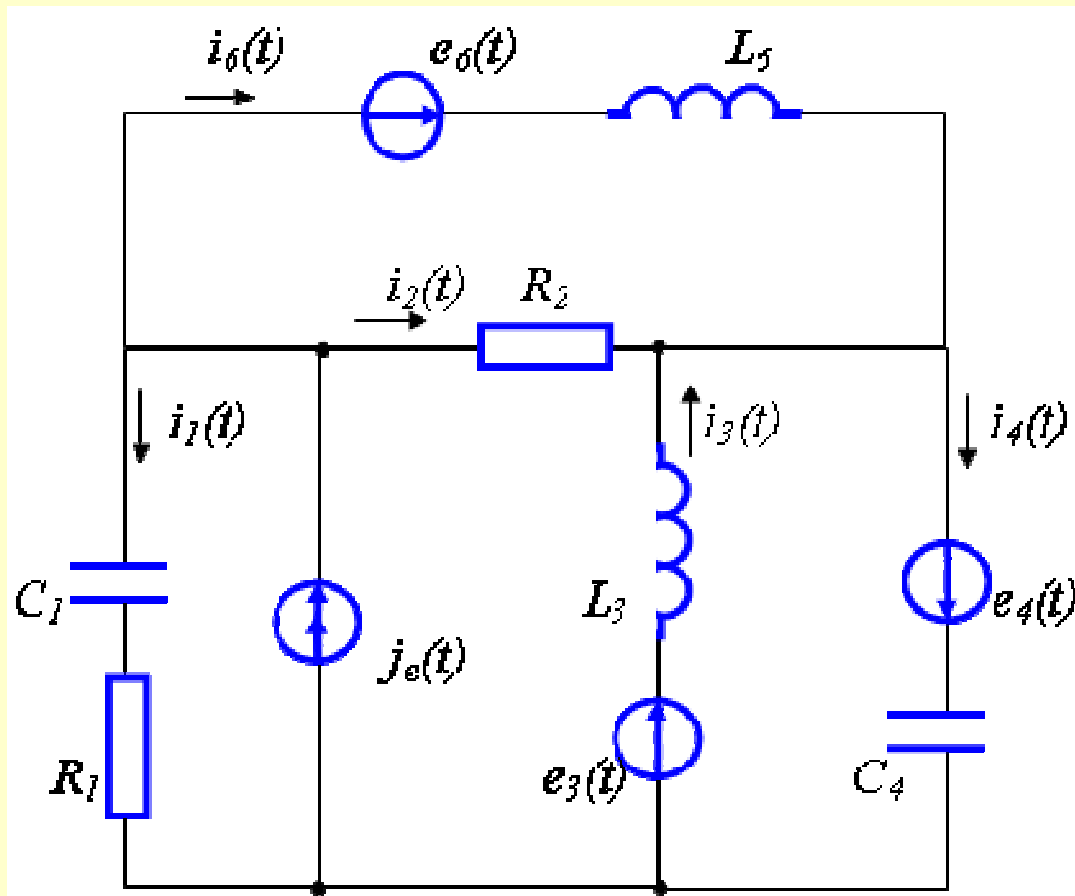


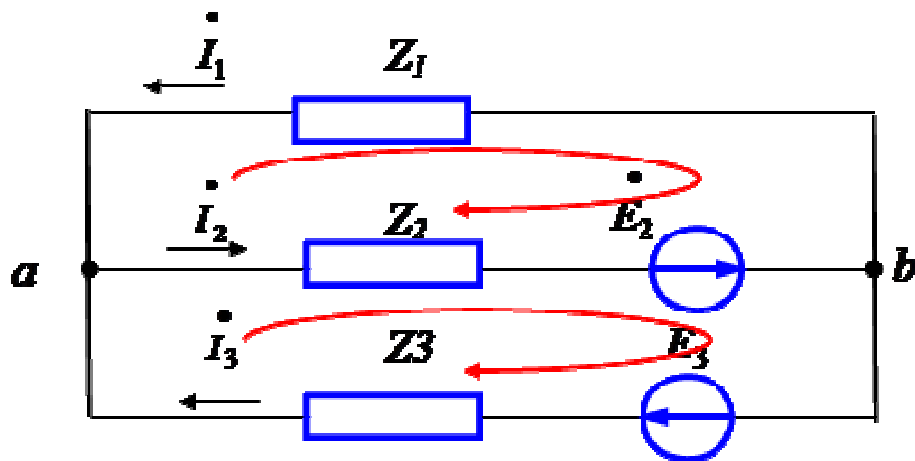
Методи за анализ на стационарни режими в линейни електрически вериги

- При анализ на вериги с повече от един източник и по-голям брой клонове се използват различни методи за анализ на стационарни режими



- При използването им се достига до решаване на линейни системи уравнения относно неизвестни токове или потенциали.

Вече познаваме един такъв метод – Методът с клонови токове



за възел "a":

$$\dot{I}_1 - \dot{I}_2 + \dot{I}_3 = 0$$

за двата контура :

$$-\dot{I}_1 Z_1 - \dot{I}_2 Z_2 = -\dot{E}_2$$

$$\dot{I}_2 Z_2 + \dot{I}_3 Z_3 = \dot{E}_2 + \dot{E}_3$$

1. Определяме брой клонове и брой възли във веригата:

- брой възли $n=2$,
- брой клонове $m=3$

2. Записваме система уравнения по метода с клонови токове:

- $n-1=1$ уравнения по I закон на Кирхоф
- $k=m-n+1=2$ уравнения по II закон на Кирхоф

- Предимство - приложим за всяка схема независимо от входните сигнали.
- Недостатък - голям брой уравнения за по-сложни вериги.

Метод с контурни токове

Алгоритъм на метода

1. Определяме брой клонове и брой възли във веригата:

брой възли - n

брой клонове - m

2. Избираме K брой независими контура, в които протичат

K -на брой контурни тока $\dot{I}_{\text{конт } 1}, \dot{I}_{\text{конт } 2}, \dot{I}_{\text{конт } 3}, \dots, \dot{I}_{\text{конт } k}$

$$k = m - n + 1$$

3. Записваме система от K -на брой уравнения относно неизвестните контурни токове, която има вида:

Метод с контурни токове

Система уравнения относно неизвестните контурни токове

$$+ \overset{\bullet}{I}_{\text{конт } 1} Z_{11} \pm \overset{\bullet}{I}_{\text{конт } 2} Z_{12} \pm \overset{\bullet}{I}_{\text{конт } 3} Z_{13} \pm \dots \pm \overset{\bullet}{I}_{\text{конт } k} Z_{1k} = \overset{\bullet}{E}_{\text{конт } 1}$$

$$\pm \overset{\bullet}{I}_{\text{конт } 1} Z_{21} + \overset{\bullet}{I}_{\text{конт } 2} Z_{22} \pm \overset{\bullet}{I}_{\text{конт } 3} Z_{23} \pm \dots \pm \overset{\bullet}{I}_{\text{конт } k} Z_{2k} = \overset{\bullet}{E}_{\text{конт } 2}$$

$$\pm \overset{\bullet}{I}_{\text{конт } 1} Z_{31} \pm \overset{\bullet}{I}_{\text{конт } 2} Z_{32} + \overset{\bullet}{I}_{\text{конт } 3} Z_{33} \pm \dots \pm \overset{\bullet}{I}_{\text{конт } k} Z_{3k} = \overset{\bullet}{E}_{\text{конт } 3}$$

.....

.....

$$\pm \overset{\bullet}{I}_{\text{конт } 1} Z_{k1} \pm \overset{\bullet}{I}_{\text{конт } 2} Z_{k2} \pm \overset{\bullet}{I}_{\text{конт } k} Z_{23} \pm \dots + \overset{\bullet}{I}_{\text{конт } k} Z_{kk} = \overset{\bullet}{E}_{\text{конт } k}$$

Система уравнения по МКТ

$$+ \overset{\bullet}{I}_{\text{конт } 1} Z_{11} \pm \overset{\bullet}{I}_{\text{конт } 2} Z_{12} \pm \overset{\bullet}{I}_{\text{конт } 3} Z_{13} \pm \dots \pm \overset{\bullet}{I}_{\text{конт } k} Z_{1k} = \overset{\bullet}{E}_{\text{конт } 1}$$

$$\pm \overset{\bullet}{I}_{\text{конт } 1} Z_{21} + \overset{\bullet}{I}_{\text{конт } 2} Z_{22} \pm \overset{\bullet}{I}_{\text{конт } 3} Z_{23} \pm \dots \pm \overset{\bullet}{I}_{\text{конт } k} Z_{2k} = \overset{\bullet}{E}_{\text{конт } 2}$$

$$\pm \overset{\bullet}{I}_{\text{конт } 1} Z_{31} \pm \overset{\bullet}{I}_{\text{конт } 2} Z_{32} + \overset{\bullet}{I}_{\text{конт } 3} Z_{33} \pm \dots \pm \overset{\bullet}{I}_{\text{конт } k} Z_{3k} = \overset{\bullet}{E}_{\text{конт } 3}$$

.....

.....

$$\pm \overset{\bullet}{I}_{\text{конт } 1} Z_{k1} \pm \overset{\bullet}{I}_{\text{конт } 2} Z_{k2} \pm \overset{\bullet}{I}_{\text{конт } k} Z_{k3} \pm \dots + \overset{\bullet}{I}_{\text{конт } k} Z_{kk} = \overset{\bullet}{E}_{\text{конт } k}$$

$\overset{\bullet}{I}_{\text{конт } 1}, \overset{\bullet}{I}_{\text{конт } 2}, \overset{\bullet}{I}_{\text{конт } 3}, \dots, \overset{\bullet}{I}_{\text{конт } k}$

--- търсените контурни токове

Система уравнения по МКТ

$$\begin{aligned}
 & + \dot{I}_{\text{конт } 1} Z_{11} \pm \dot{I}_{\text{конт } 2} Z_{12} \pm \dot{I}_{\text{конт } 3} Z_{13} \pm \dots \pm \dot{I}_{\text{конт } k} Z_{1k} = \dot{E}_{\text{конт } 1} \\
 & \pm \dot{I}_{\text{конт } 1} Z_{21} + \dot{I}_{\text{конт } 2} Z_{22} \pm \dot{I}_{\text{конт } 3} Z_{23} \pm \dots \pm \dot{I}_{\text{конт } k} Z_{2k} = \dot{E}_{\text{конт } 2} \\
 & \pm \dot{I}_{\text{конт } 1} Z_{31} \pm \dot{I}_{\text{конт } 2} Z_{32} + \dot{I}_{\text{конт } 3} Z_{33} \pm \dots \pm \dot{I}_{\text{конт } k} Z_{3k} = \dot{E}_{\text{конт } 3} \\
 & \dots\dots\dots \\
 & \dots\dots\dots \\
 & \pm \dot{I}_{\text{конт } 1} Z_{k1} \pm \dot{I}_{\text{конт } 2} Z_{k2} \pm \dot{I}_{\text{конт } k} Z_{k3} \pm \dots + \dot{I}_{\text{конт } k} Z_{kk} = \dot{E}_{\text{конт } k}
 \end{aligned}$$

$$Z_{ii} = Z_{11}, Z_{22}, Z_{33}, \dots, Z_{kk}$$

--- собствени контурни съпротивления

Система уравнения по МКТ

$$\begin{aligned}
 + \dot{I}_{\text{конт } 1} Z_{11} \pm \dot{I}_{\text{конт } 2} Z_{12} \pm \dot{I}_{\text{конт } 3} Z_{13} \pm \dots \pm \dot{I}_{\text{конт } k} Z_{1k} &= \dot{E}_{\text{конт } 1} \\
 \pm \dot{I}_{\text{конт } 1} Z_{21} + \dot{I}_{\text{конт } 2} Z_{22} \pm \dot{I}_{\text{конт } 3} Z_{23} \pm \dots \pm \dot{I}_{\text{конт } k} Z_{2k} &= \dot{E}_{\text{конт } 2} \\
 \pm \dot{I}_{\text{конт } 1} Z_{31} \pm \dot{I}_{\text{конт } 2} Z_{32} + \dot{I}_{\text{конт } 3} Z_{33} \pm \dots \pm \dot{I}_{\text{конт } k} Z_{3k} &= \dot{E}_{\text{конт } 3} \\
 \dots\dots\dots & \\
 \dots\dots\dots & \\
 \pm \dot{I}_{\text{конт } 1} Z_{k1} \pm \dot{I}_{\text{конт } 2} Z_{k2} \pm \dot{I}_{\text{конт } k} Z_{k3} \pm \dots + \dot{I}_{\text{конт } k} Z_{kk} &= \dot{E}_{\text{конт } k}
 \end{aligned}$$

Z_{ij} ----- взаимни контурни съпротивления за контур "i" и за контур "j".

$$Z_{ij} = Z_{ji}$$

Система уравнения по МКТ

$$\begin{aligned}
 + \dot{I}_{\text{конт } 1} Z_{11} \pm \dot{I}_{\text{конт } 2} Z_{12} \pm \dot{I}_{\text{конт } 3} Z_{13} \pm \dots \pm \dot{I}_{\text{конт } k} Z_{1k} &= \dot{E}_{\text{конт } 1} \\
 \pm \dot{I}_{\text{конт } 1} Z_{21} + \dot{I}_{\text{конт } 2} Z_{22} \pm \dot{I}_{\text{конт } 3} Z_{23} \pm \dots \pm \dot{I}_{\text{конт } k} Z_{2k} &= \dot{E}_{\text{конт } 2} \\
 \pm \dot{I}_{\text{конт } 1} Z_{31} \pm \dot{I}_{\text{конт } 2} Z_{32} + \dot{I}_{\text{конт } 3} Z_{33} \pm \dots \pm \dot{I}_{\text{конт } k} Z_{3k} &= \dot{E}_{\text{конт } 3} \\
 \dots\dots\dots & \\
 \dots\dots\dots & \\
 \pm \dot{I}_{\text{конт } 1} Z_{k1} \pm \dot{I}_{\text{конт } 2} Z_{k2} \pm \dot{I}_{\text{конт } k} Z_{23} \pm \dots + \dot{I}_{\text{конт } k} Z_{kk} &= \dot{E}_{\text{конт } k}
 \end{aligned}$$

$\dot{E}_{\text{конт } 1}, \dot{E}_{\text{конт } 2}, \dot{E}_{\text{конт } 3}, \dots, \dot{E}_{\text{конт } k}$

----- контурни е. д. н.

Метод с контурни токове

Алгоритъм на метода

4. Решаваме системата уравнения и определяме контурните токове:

- $I_{\text{конт } 1} = \dots\dots\dots$

- $I_{\text{конт } 2} = \dots\dots\dots$

- $I_{\text{конт } 3} = \dots\dots\dots$

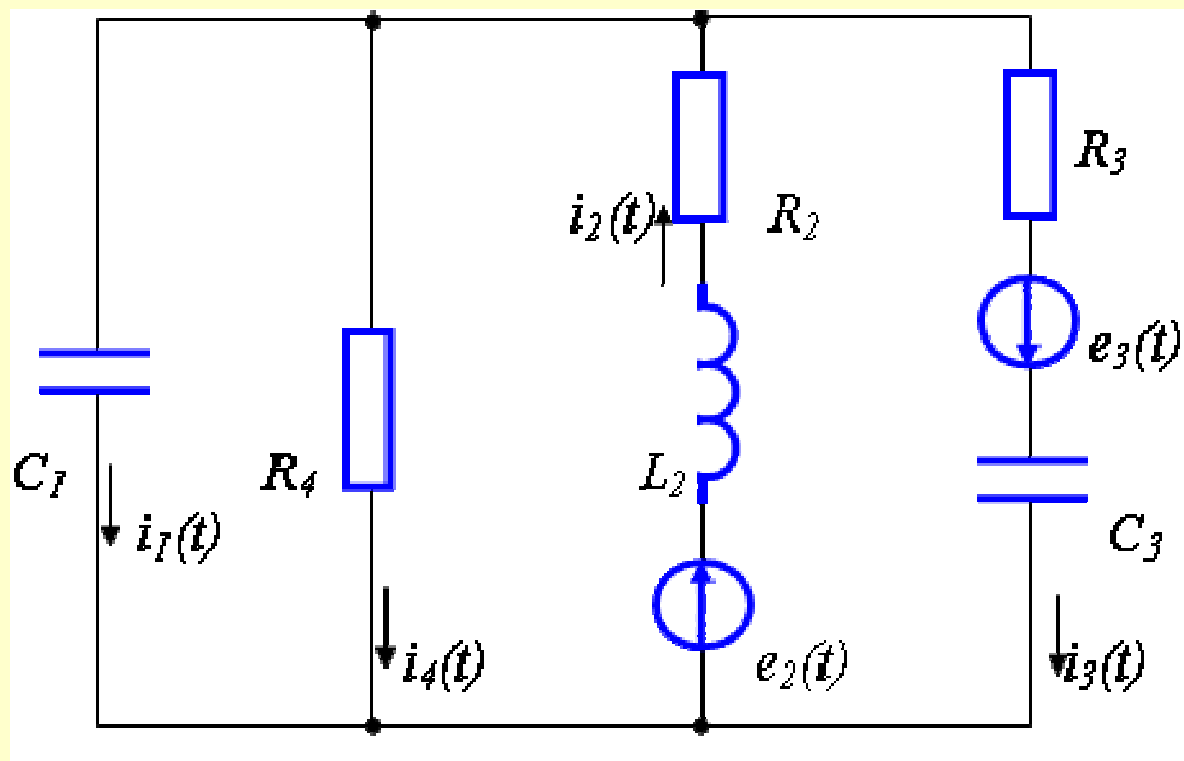
.....

- $I_{\text{конт } k} = \dots\dots\dots$

5. Определяме клоновите токове като алгебрична сума от контурните токове, които минават през съответния клон

Пример 1:

Да се определят клоновите токове за веригата показана на фигурата, като се използва МКТ



$$f=160\text{Hz},$$

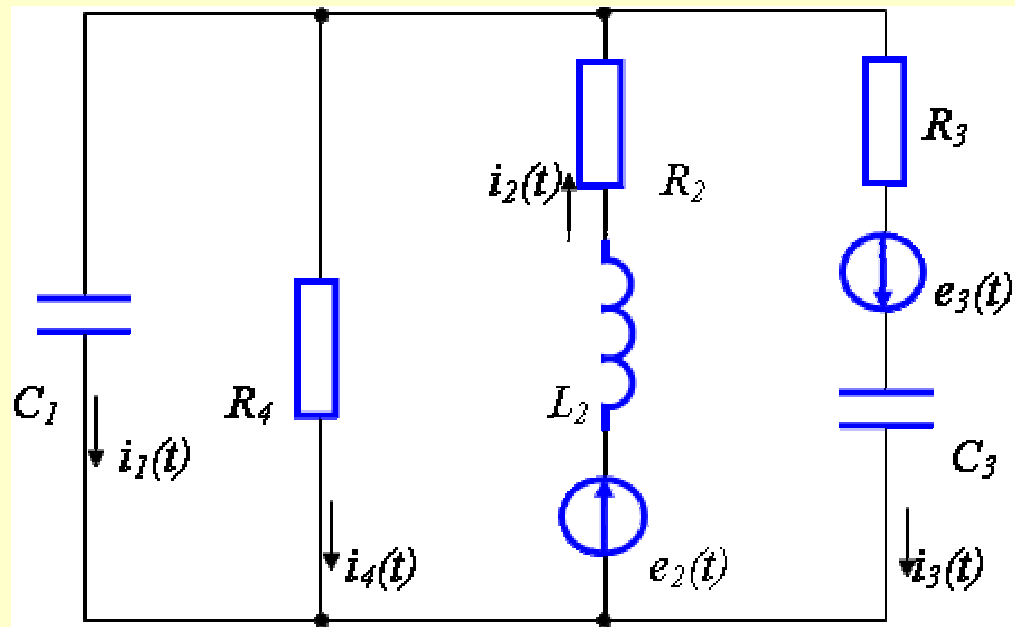
$$R_4 = R_3 = 10\Omega, R_2 = 5\Omega,$$

$$L_2 = 10\text{ mH},$$

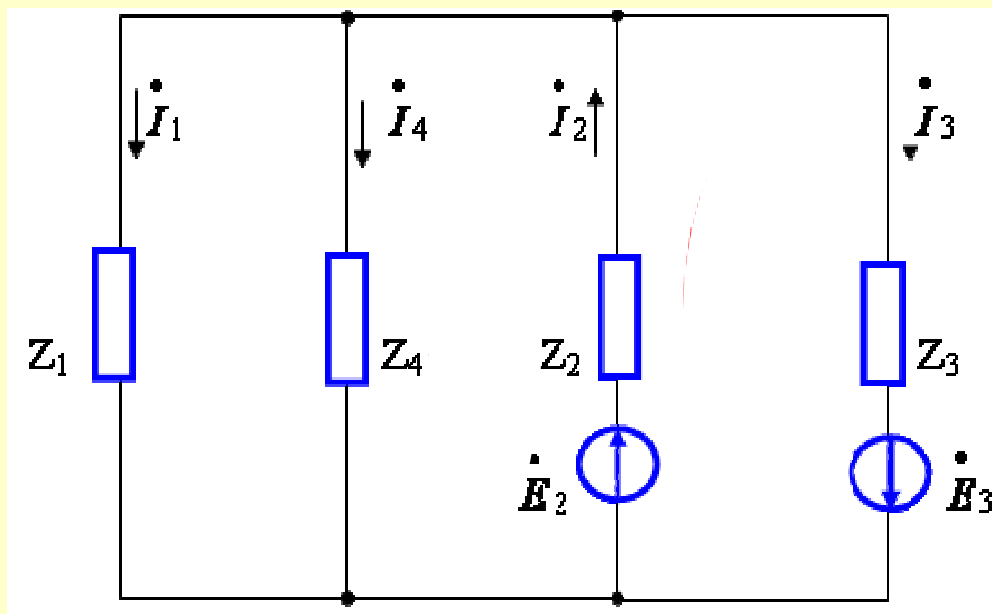
$$C_1 = 100\mu\text{F}, C_3 = 125\mu\text{F},$$

$$e_2(t) = 71\sin(\omega t + 45^\circ)\text{V}$$

$$e_3(t) = 112\sin(\omega t + 90^\circ)\text{V}$$



$f = 160 \text{ Hz}$,
 $R_4 = R_3 = 10 \Omega$, $R_2 = 5 \Omega$,
 $L_2 = 10 \text{ mH}$,
 $C_1 = 100 \mu\text{F}$, $C_3 = 125 \mu\text{F}$,
 $e_2(t) = 71 \sin(\omega t + 45^\circ) \text{ V}$
 $e_3(t) = 112 \sin(\omega t + 90^\circ) \text{ V}$



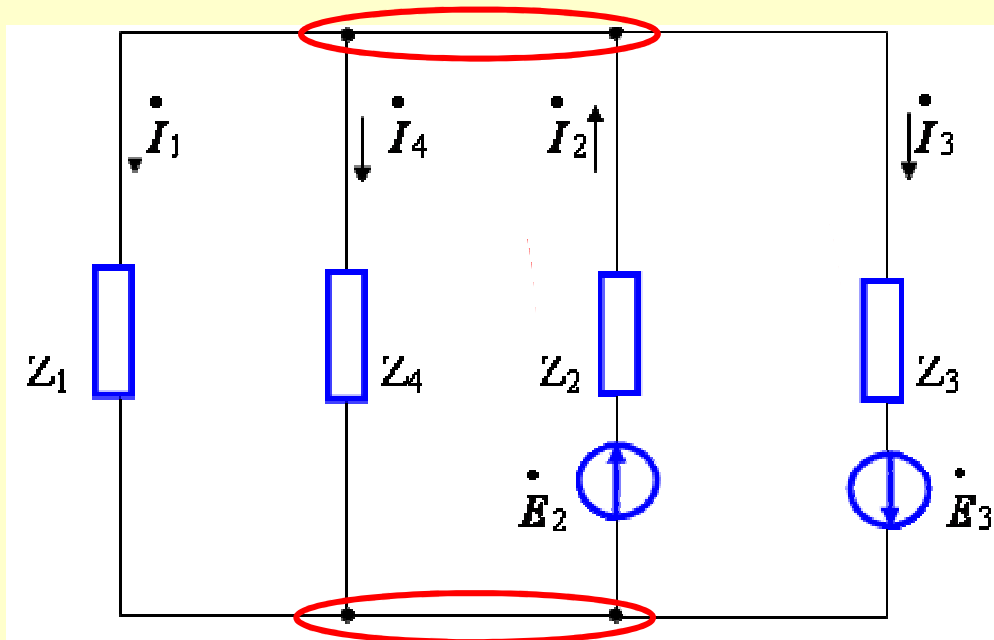
$$Z_1 = -j \frac{1}{\omega C_1} = -j10 \Omega$$

$$Z_2 = R_2 + j\omega L_2 = (5 + j10) \Omega$$

$$Z_3 = R_3 - j \frac{1}{\omega C_3} = (10 - j8) \Omega$$

$$Z_4 = R_4 = 10 \Omega$$

Решение на задачата по МКТ



1. Определяме :

брой възли

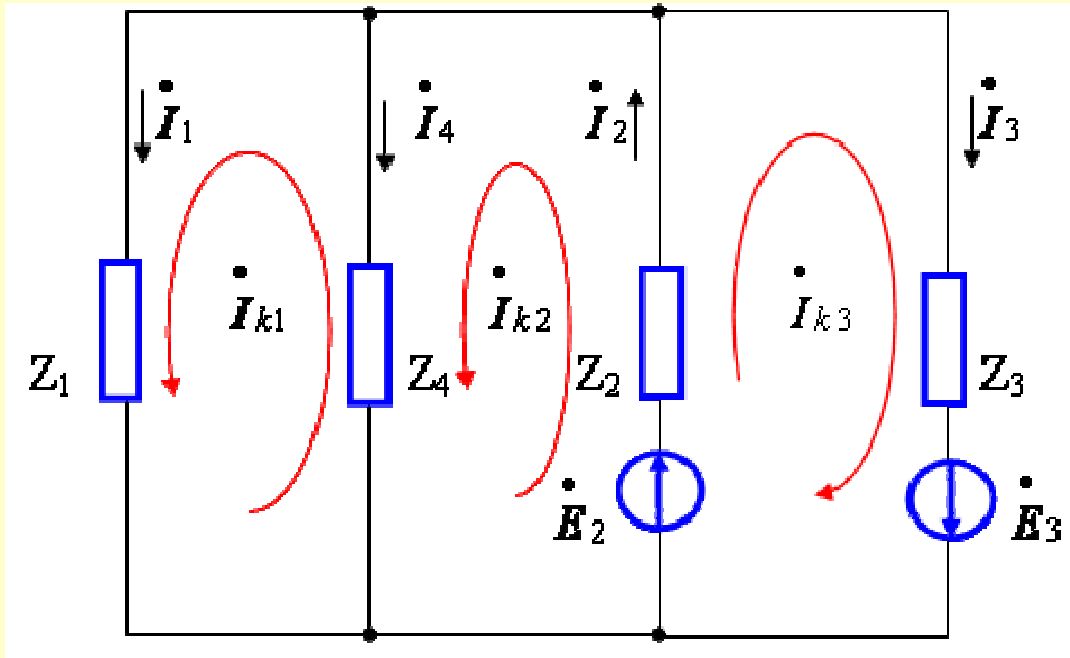
брой клонове

2. Определяме :

$$k = m - n + 1 = 3$$

3. Записваме системата уравнения по метода с контурни токове

Решение на задачата по МКТ



- $I_{k1} = (4,044 + j2,7)A$
- $I_{k2} = (6,714 - j1,376)A$
- $I_{k3} = (-0,302 + j3,714)A$

4. Заместваме със стойности и решаваме системата:

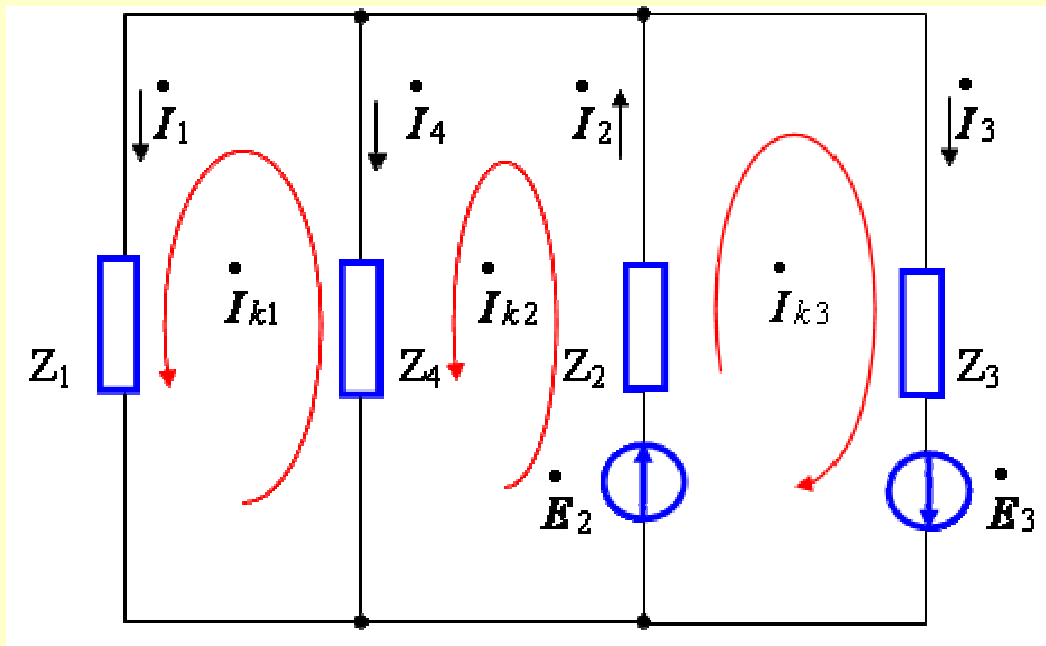
$$\dot{I}_{k1}(-j10 + 10) - \dot{I}_{k2} 10 = 0$$

$$-\dot{I}_{k1} 10 + \dot{I}_{k2}(10 + 5 + j10) + \dot{I}_{k3}(5 + j10) = 35 + j35$$

$$+ \dot{I}_{k2}(10 - j8) + \dot{I}_{k3}(5 + j10 + 10 - j8) = 35 + j35 + j80$$

Решение на задачата по МКТ

6. Определяме клоновите токове:



$$\dot{I}_{k1} = (4,044 + j2,7)A$$

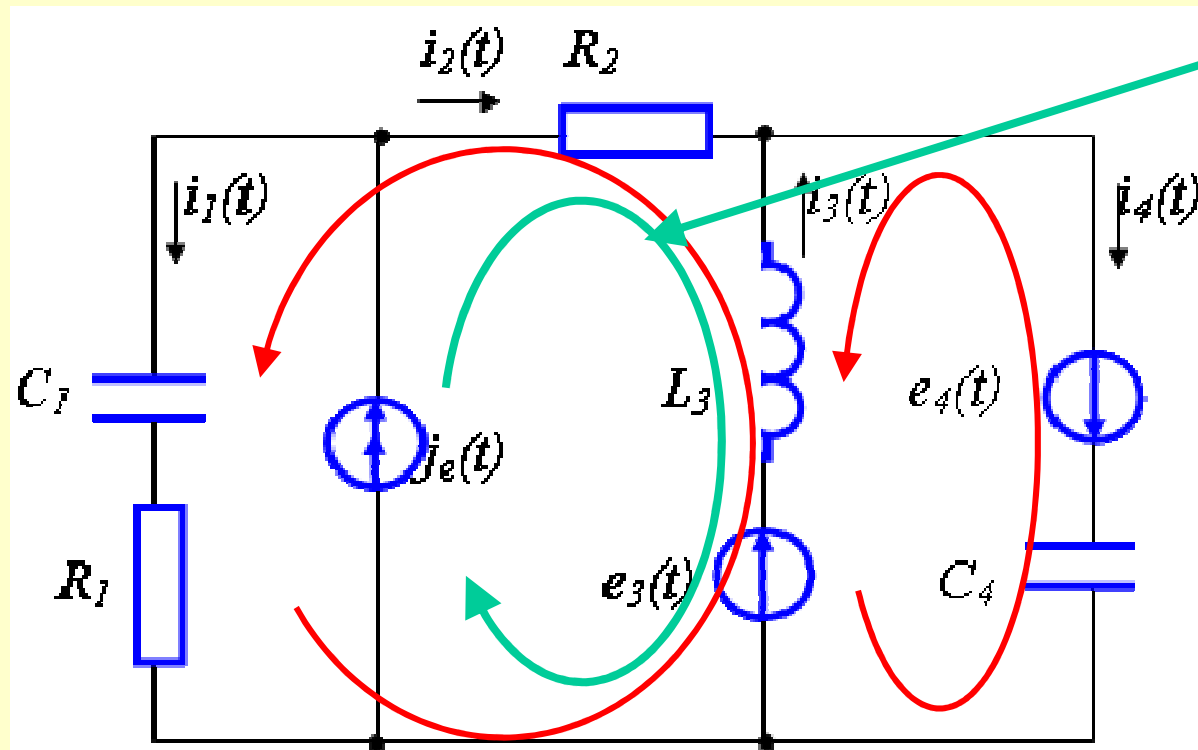
$$\dot{I}_{k2} = (6,714 - j1,376)A$$

$$\dot{I}_{k3} = (-0,302 + j3,714)A$$

$$\dot{I}_1 = \dot{I}_{k1}$$

Особеност при метода с контурни токове

Методът с контурни токове има особеност, когато във веригата има източник на ток.

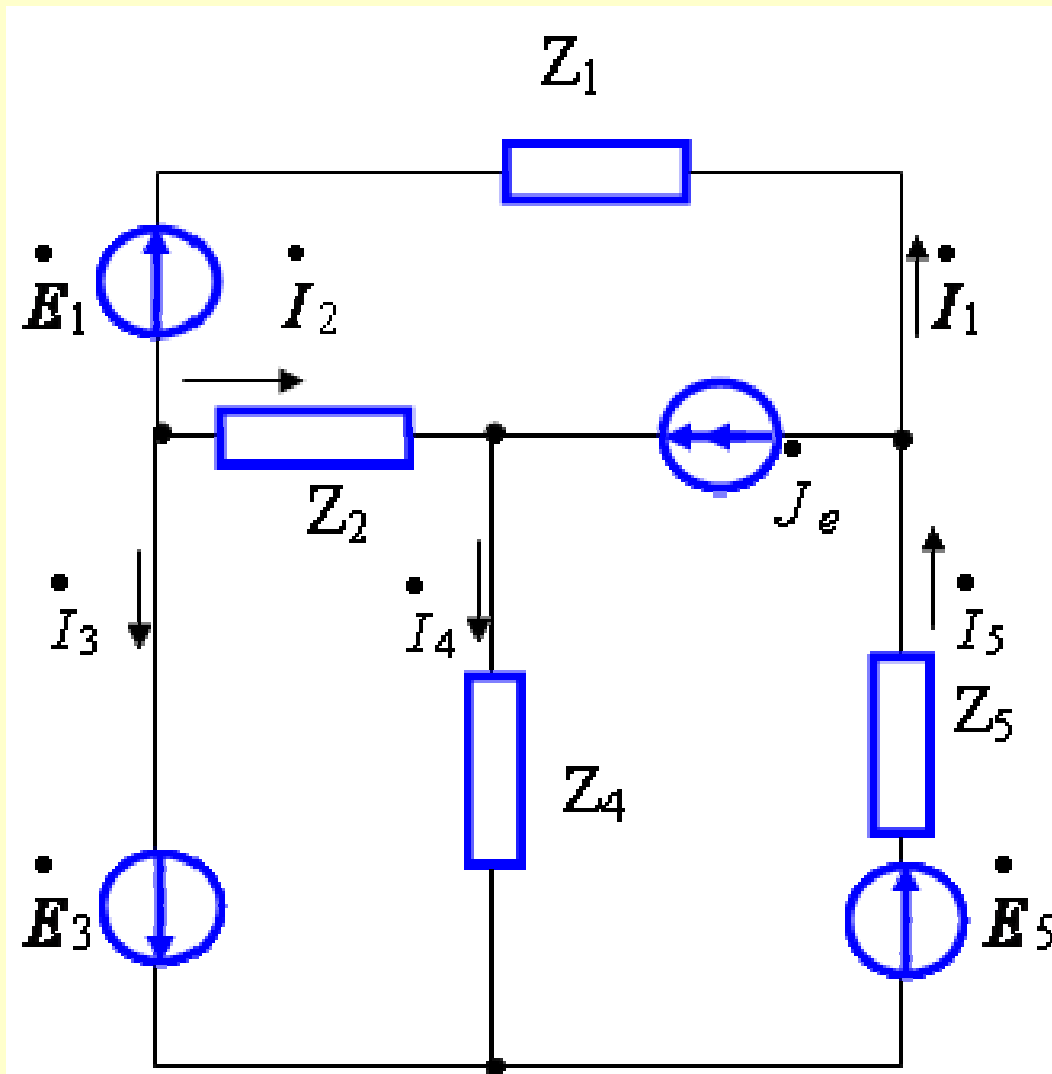


За този контур
не се пише уравнение

- контурите се избират така, че през клоната с източник на ток да минава само един контурен ток.
- За контура с източник на ток не се пише уравнение, тъй като контурният ток в него е известен – това е токът на източника на ток.

Пример:

Анализ на верига с особеност по метода с контурни токове



$$\begin{aligned}\dot{E}_1 &= j30 V; & \dot{E}_3 &= j100 V; \\ \dot{E}_5 &= 50 V; & J_e &= j2 A\end{aligned}$$

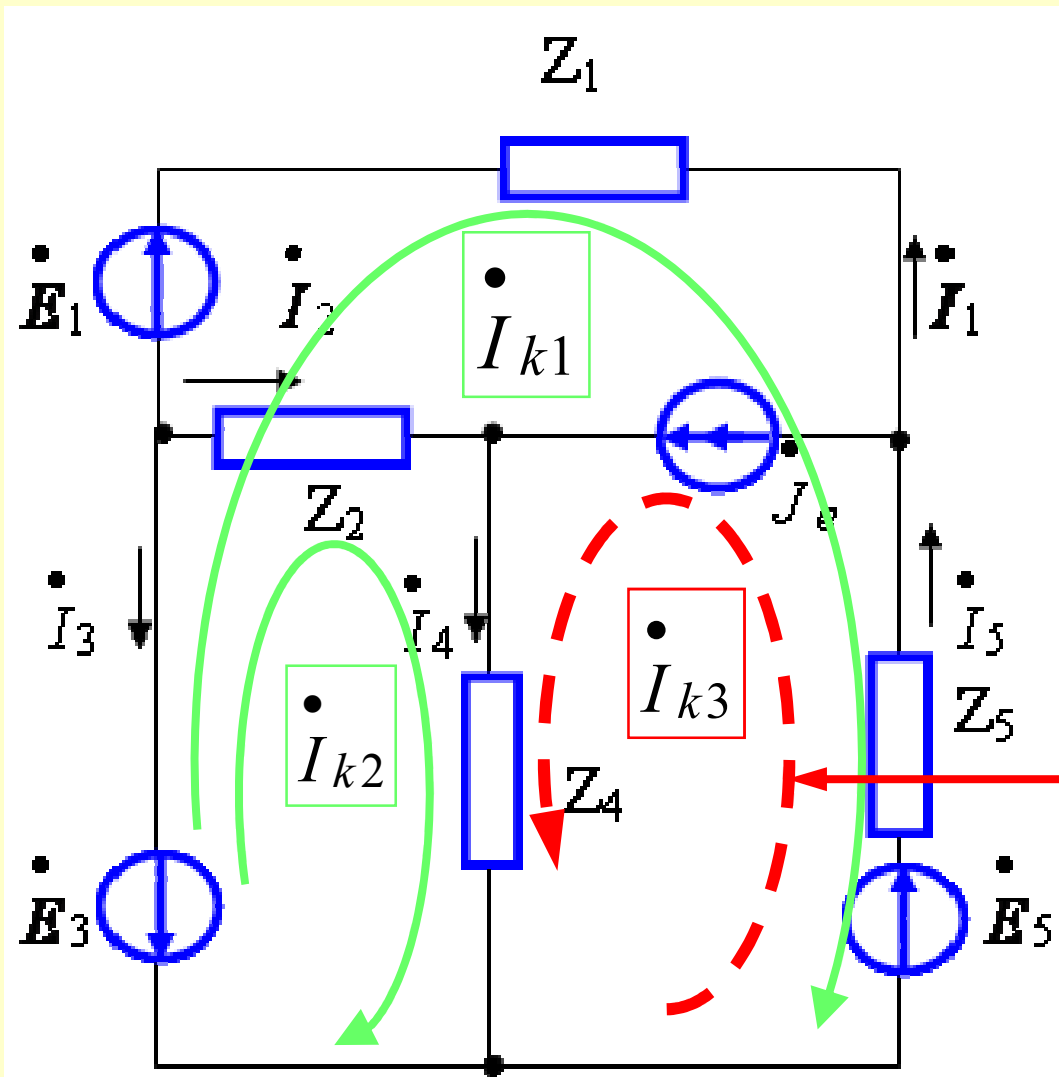
$$Z_1 = -j10\Omega$$

$$Z_2 = (5 + j10)\Omega$$

$$Z_4 = 5\Omega$$

$$Z_5 = 10\Omega$$

Решение на задачата по МКТ

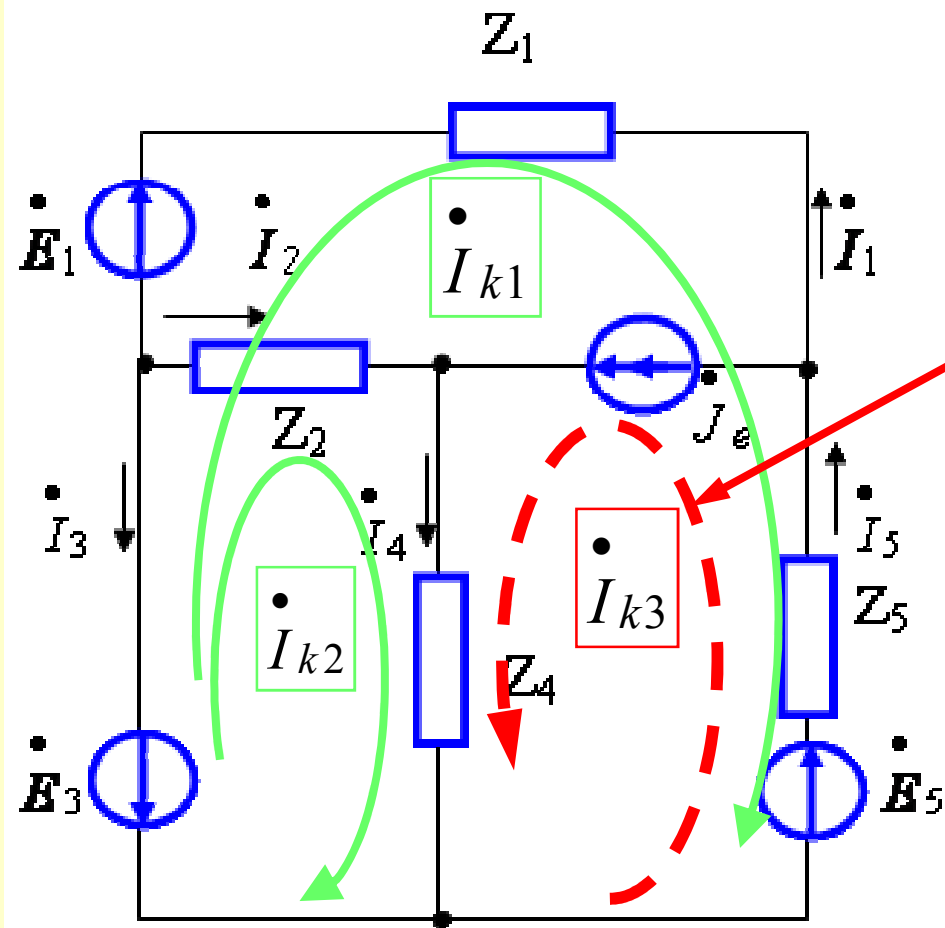


1. Определяме:
брой възли $n=4$,
брой клонове $m=6$

2. Определяме :
 $k=m-n+1=3$

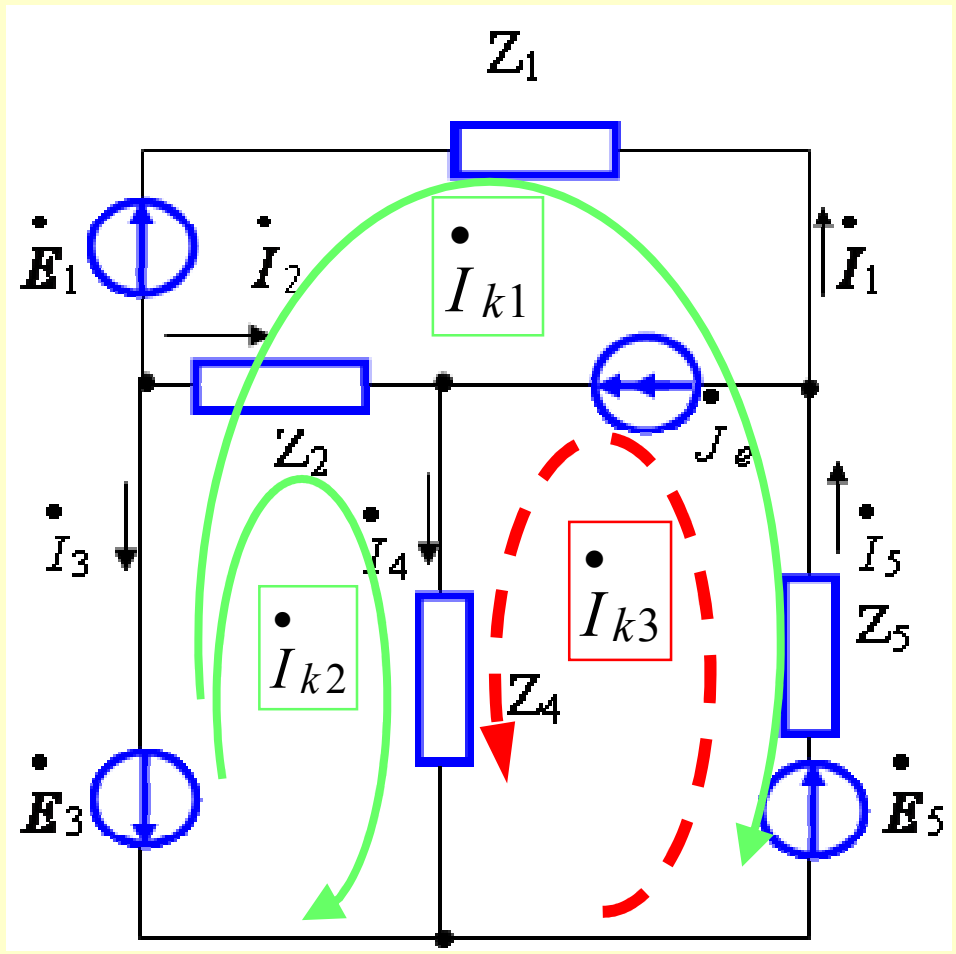
3. Избираме контурите

$$I_{k3} = J_e = j2A$$



За този контур
не се пише уравнение

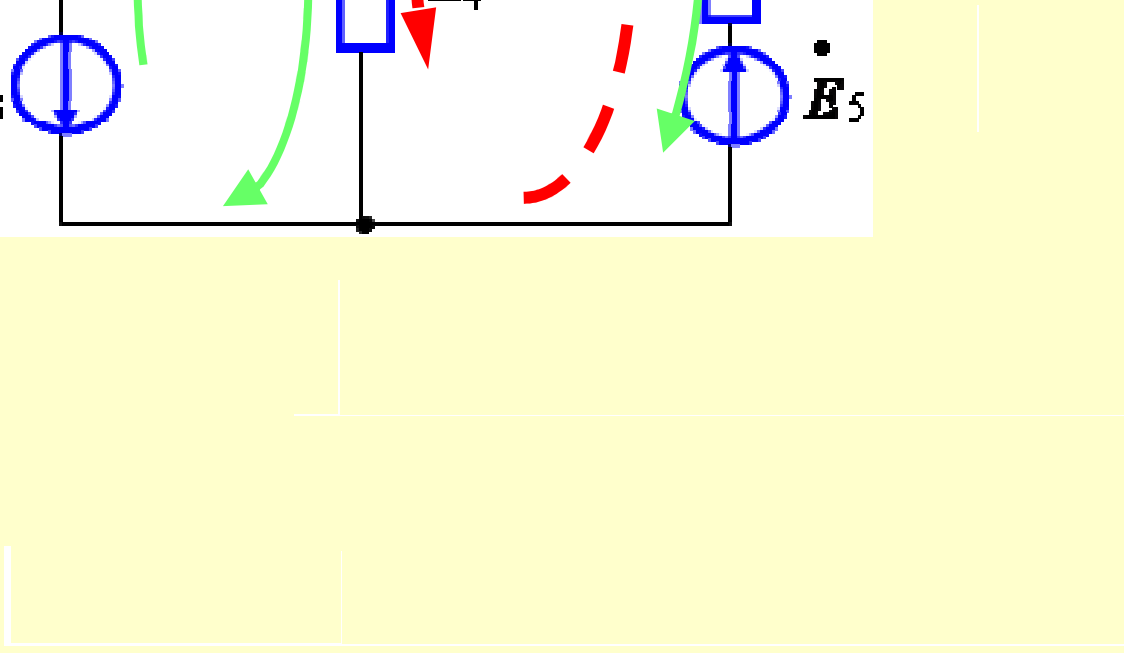
$$I_{k3} = J_e = j2A$$



5. Определяме трите контурни тока:

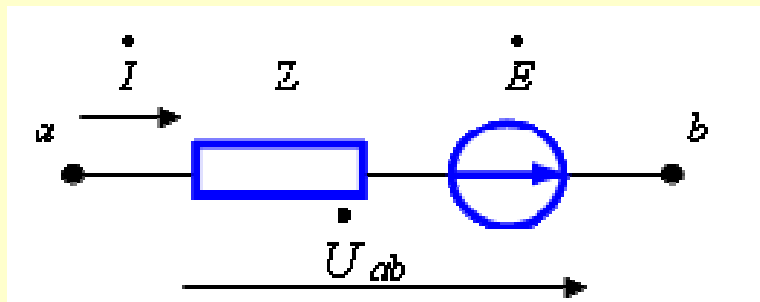
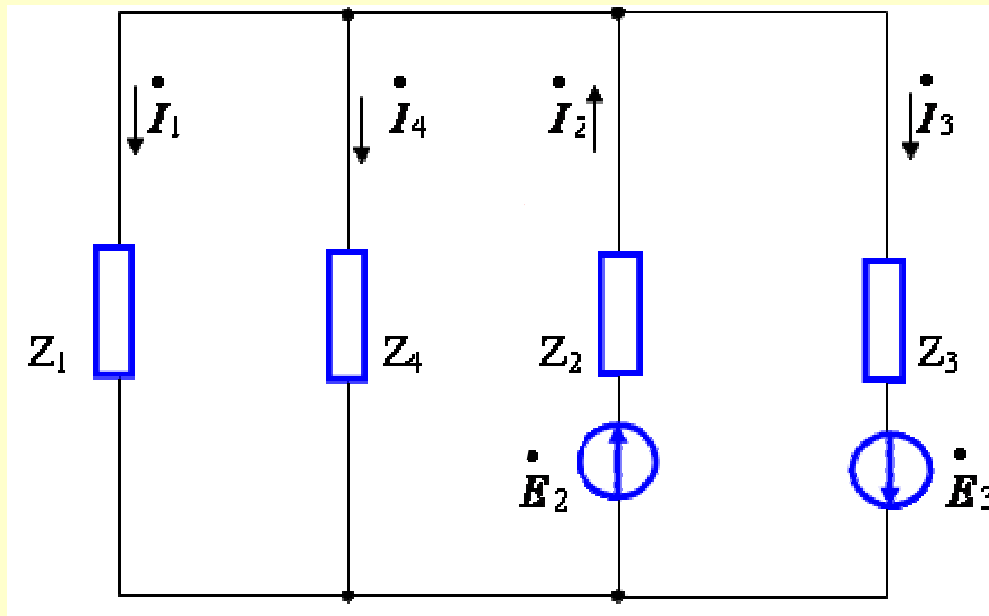
$$\begin{aligned}
 I_{k1} &= -j5A \\
 I_{k2} &= (-5,5 + j5,5)A \\
 I_{k3} &= j2A
 \end{aligned}$$

6. Определяме клоновите токове:



Метод с възлови потенциали

Идеята на метода е предложена от Максвел



$$I = \frac{\dot{U}_{ab} + \dot{E}}{Z} = \frac{\dot{V}_a - \dot{V}_b + \dot{E}}{Z}$$

Метод с възлови потенциали

Алгоритъм на метода

1. Определяме брой възли във веригата:

брой възли - n

2. Избираме възел с нулев потенциал

$$\dot{V}_n = 0$$

3. Записваме система от $n-1$ уравнения относно неизвестните потенциали

Система от $n - 1$ уравнения относно неизвестните потенциали

$$\begin{aligned}
 +\dot{V}_1 Y_{11} - \dot{V}_2 Y_{12} - \dot{V}_3 Y_{13} - \dots - \dot{V}_{n-1} Y_{1,n-1} &= \dot{J}_{\text{възел 1}} \\
 -\dot{V}_1 Y_{21} + \dot{V}_2 Y_{22} - \dot{V}_3 Y_{23} - \dots - \dot{V}_{n-1} Y_{2,n-1} &= \dot{J}_{\text{възел 2}} \\
 -\dot{V}_1 Y_{31} - \dot{V}_2 Y_{32} + \dot{V}_3 Y_{33} - \dots - \dot{V}_{n-1} Y_{3,n-1} &= \dot{J}_{\text{възел 3}} \\
 \dots & \\
 \dots & \\
 -\dot{V}_1 Y_{n-1,1} - \dot{V}_2 Y_{n-1,2} - \dot{V}_3 Y_{n-1,3} \pm \dots + \dot{V}_{n-1} Y_{n-1,n-1} &= \dot{J}_{\text{възел } n-1}
 \end{aligned}$$

$$\dot{V}_1, \dot{V}_2, \dot{V}_3, \dots, \dot{V}_{n-1}$$

- са търсените потенциали

Система от $n - 1$ уравнения относно неизвестните потенциали

$$\begin{aligned}
 + \dot{V}_1 Y_{11} - \dot{V}_2 Y_{12} - \dot{V}_3 Y_{13} - \dots - \dot{V}_{n-1} Y_{1,n-1} &= \dot{J}_{\text{възел 1}} \\
 - \dot{V}_1 Y_{21} + \dot{V}_2 Y_{22} - \dot{V}_3 Y_{23} - \dots - \dot{V}_{n-1} Y_{2,n-1} &= \dot{J}_{\text{възел 2}} \\
 - \dot{V}_1 Y_{31} - \dot{V}_2 Y_{32} + \dot{V}_3 Y_{33} - \dots - \dot{V}_{n-1} Y_{3,n-1} &= \dot{J}_{\text{възел 3}} \\
 \dots & \\
 \dots & \\
 - \dot{V}_1 Y_{n-1,1} - \dot{V}_2 Y_{n-1,2} - \dot{V}_3 Y_{n-1,3} \pm \dots + \dot{V}_{n-1} Y_{n-1,n-1} &= \dot{J}_{\text{възел } n-1}
 \end{aligned}$$

$$Y_{ii} = Y_{11}, Y_{22}, Y_{33}, \dots, Y_{n-1,n-1}$$

---собствени възлови проводимости

Система от $n - 1$ уравнения относно неизвестните потенциали

$$\begin{aligned}
 +\dot{V}_1 Y_{11} - \dot{V}_2 Y_{12} - \dot{V}_3 Y_{13} - \dots - \dot{V}_{n-1} Y_{1,n-1} &= \dot{J}_{\text{възел } 1} \\
 -\dot{V}_1 Y_{21} + \dot{V}_2 Y_{22} - \dot{V}_3 Y_{23} - \dots - \dot{V}_{n-1} Y_{2,n-1} &= \dot{J}_{\text{възел } 2} \\
 -\dot{V}_1 Y_{31} - \dot{V}_2 Y_{32} + \dot{V}_3 Y_{33} - \dots - \dot{V}_{n-1} Y_{3,n-1} &= \dot{J}_{\text{възел } 3} \\
 \dots & \\
 \dots & \\
 -\dot{V}_1 Y_{n-1,1} - \dot{V}_2 Y_{n-1,2} - \dot{V}_3 Y_{n-1,3} \pm \dots + \dot{V}_{n-1} Y_{n-1,n-1} &= \dot{J}_{\text{възел } n-1}
 \end{aligned}$$

$$Y_{ij}$$

ВЗАИМНИ ВЪЗЛОВИ ПОВОДИМОСТИ
за възел "i" и за възел "j".

$$Y_{ij} = Y_{ji}$$

Система от $n - 1$ уравнения относно неизвестните потенциали

$$\begin{aligned}
 +\dot{V}_1 Y_{11} - \dot{V}_2 Y_{12} - \dot{V}_3 Y_{13} - \dots - \dot{V}_{n-1} Y_{1,n-1} &= \dot{J}_{\text{възел } 1} \\
 -\dot{V}_1 Y_{21} + \dot{V}_2 Y_{22} - \dot{V}_3 Y_{23} - \dots - \dot{V}_{n-1} Y_{2,n-1} &= \dot{J}_{\text{възел } 2} \\
 -\dot{V}_1 Y_{31} - \dot{V}_2 Y_{32} + \dot{V}_3 Y_{33} - \dots - \dot{V}_{n-1} Y_{3,n-1} &= \dot{J}_{\text{възел } 3} \\
 \dots & \\
 \dots & \\
 -\dot{V}_1 Y_{n-1,1} - \dot{V}_2 Y_{n-1,2} - \dot{V}_3 Y_{n-1,3} \pm \dots + \dot{V}_{n-1} Y_{n-1,n-1} &= \dot{J}_{\text{възел } n-1}
 \end{aligned}$$

$$\dot{J}_{\text{възел } 1}, \dot{J}_{\text{възел } 2}, \dot{J}_{\text{възел } 3}, \dots, \dot{J}_{\text{възел } n-1}$$

---- ВЪЗЛОВИ
 електродвижещи токове

Метод с възлови потенциали

Алгоритъм на метода

4. Решаваме системата уравнения и определяме неизвестните потенциали:

$$\bullet \\ V_1 = \dots\dots\dots$$

$$\bullet \\ V_2 = \dots\dots\dots$$

$$\bullet \\ V_3 = \dots\dots\dots$$

.....

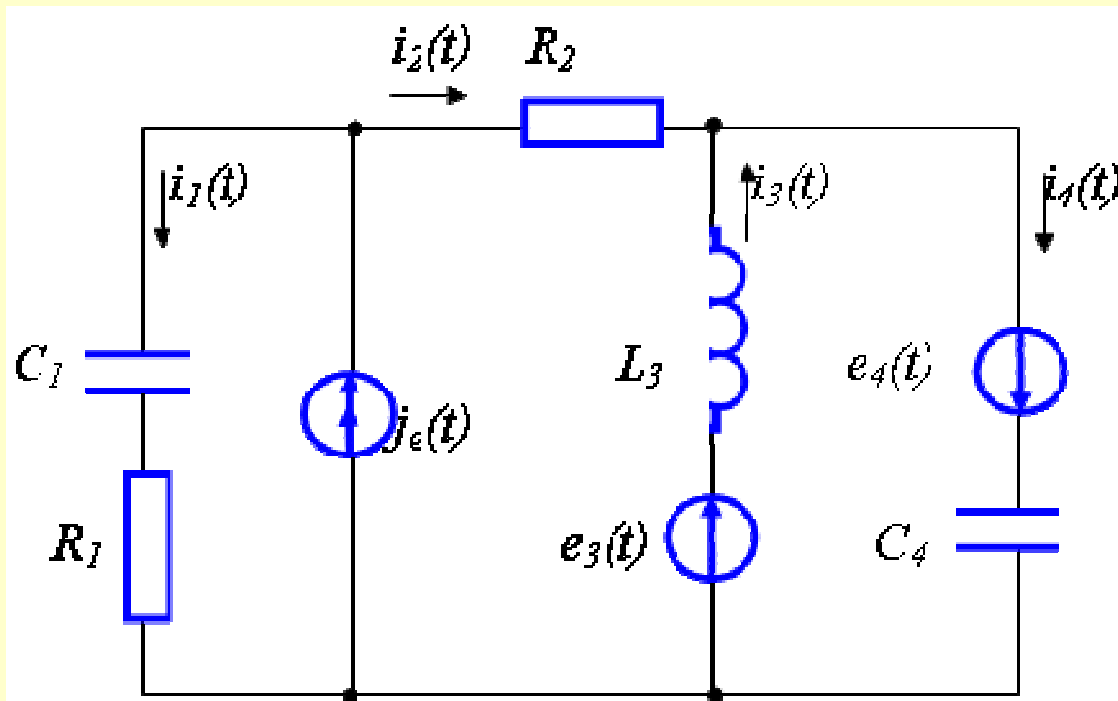
$$\bullet \\ V_{n-1} = \dots\dots\dots$$

5. Определяме клоновите токове по закона на Ом.

Пример:

Анализ на верига по метода с възлови потенциали.

Да се определят клоновите токове за веригата показана на фигурата, като се използва метода с възлови потенциали



$$f=160\text{Hz},$$

$$R_1 = R_2 = 10\Omega,$$

$$L_3 = 10\text{mH},$$

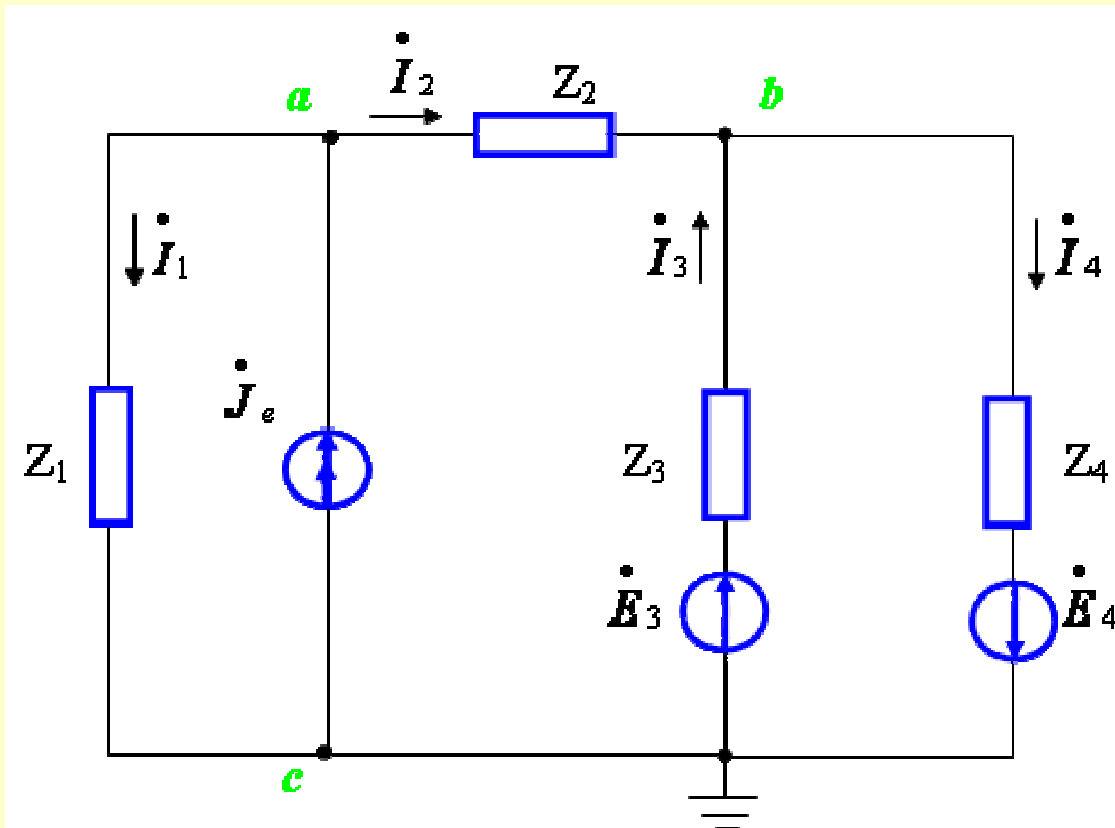
$$C_1 = C_4 = 100\mu\text{F},$$

$$e_3(t) = 200\sin(\omega t + 45^\circ)\text{V}$$

$$e_4(t) = 141\sin(\omega t + 90^\circ)\text{V}$$

$$j_e(t) = 14,1\sin(\omega t - 90^\circ)\text{V}$$

Определяме комплексните съпротивления и източници във веригата



$$\dot{E}_3 = (100 + j100)V$$

$$\dot{E}_4 = j100V$$

$$\dot{J}_e = j10A$$

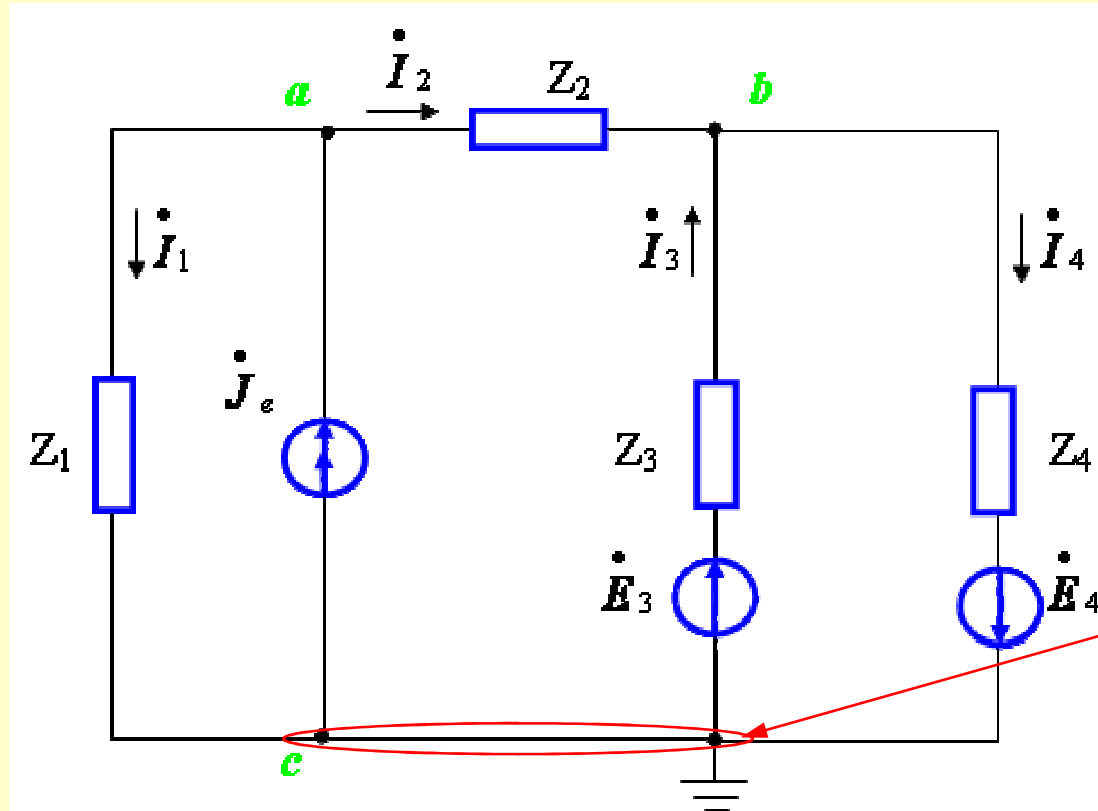
$$Z_1 = (10 - j10)\Omega$$

$$Z_2 = 10\Omega$$

$$Z_3 = j10\Omega$$

$$Z_4 = -j10\Omega$$

Решение по МВП



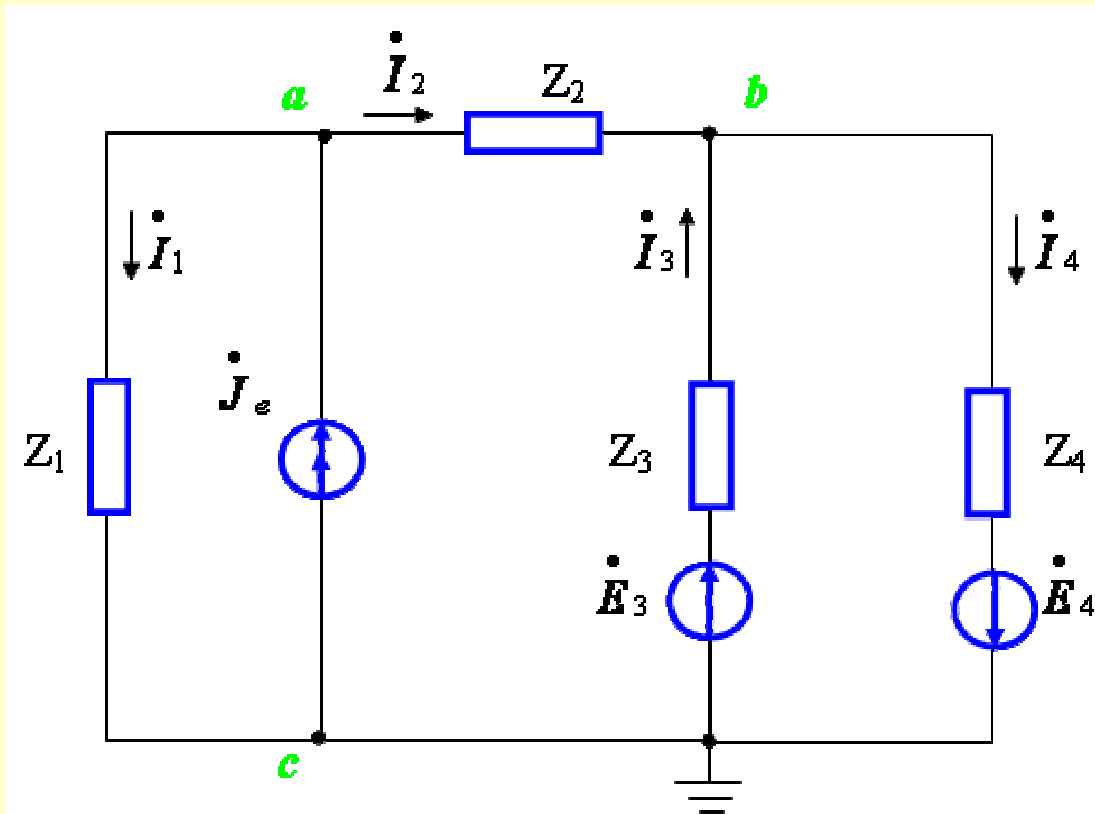
1. Определяем :
брой възли $n=3$

2. Избираме възел с
нулев потенциал :

$$V_c = 0$$

3. Записваме системата
уравнения по МВП

Решение по МВП



4. Решаваме системата

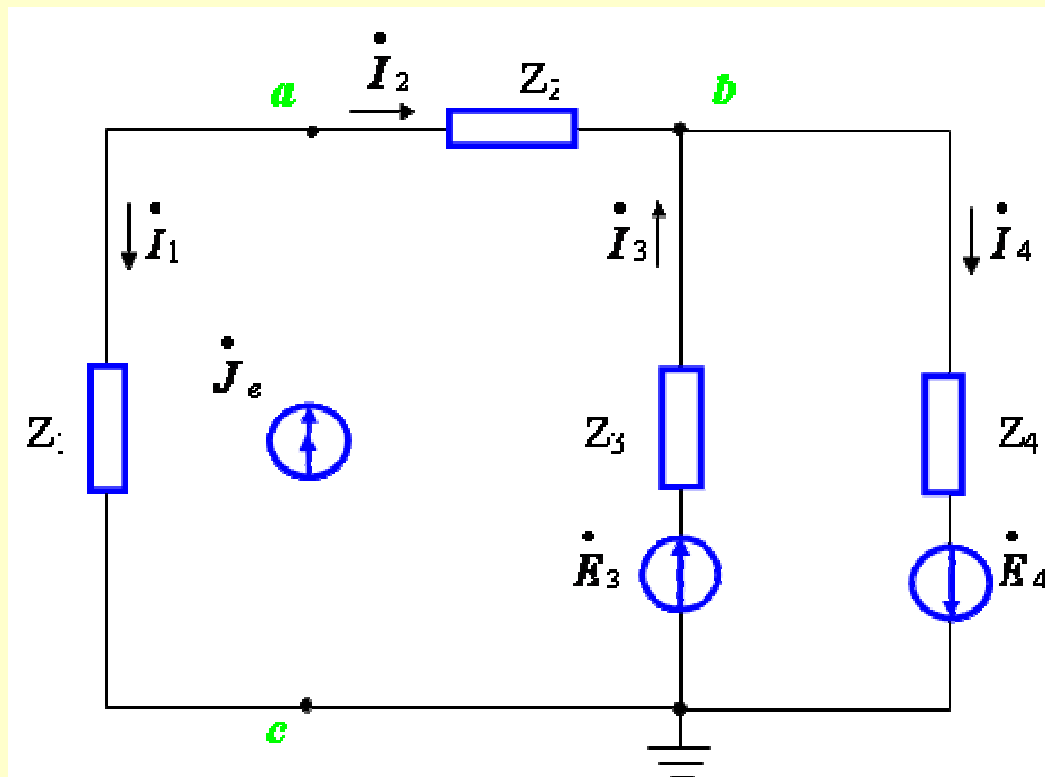
$$\dot{V}_a = -j400V$$

$$\dot{V}_b = (200 - j500)V$$

$$\dot{V}_c = 0V$$

5. Определяме клоновите токове по закона на Ом:

Решение по МВП



4. Решаваме системата

$$\dot{V}_a = -j400V$$

$$\dot{V}_b = (200 - j500)V$$

$$\dot{V}_c = 0V$$

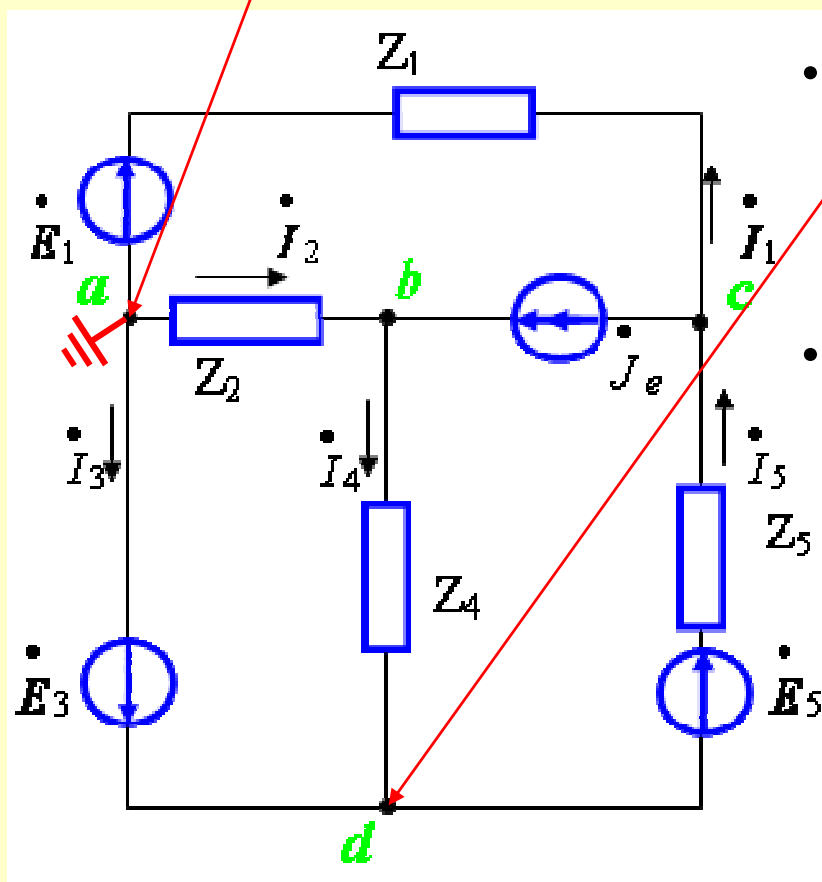
5. Определяме клоновите токове по закона на Ом:

$$\dot{I}_3 = \frac{\dot{V}_c - \dot{V}_b + \dot{E}_3}{Z_3}$$

Особеност при МВП

МВП има особеност, ако във веригата има клон с идеален източник на е.д.н.

- Възел с нулев потенциал- единият от възлите, на клона с идеален източник на е.д.н.



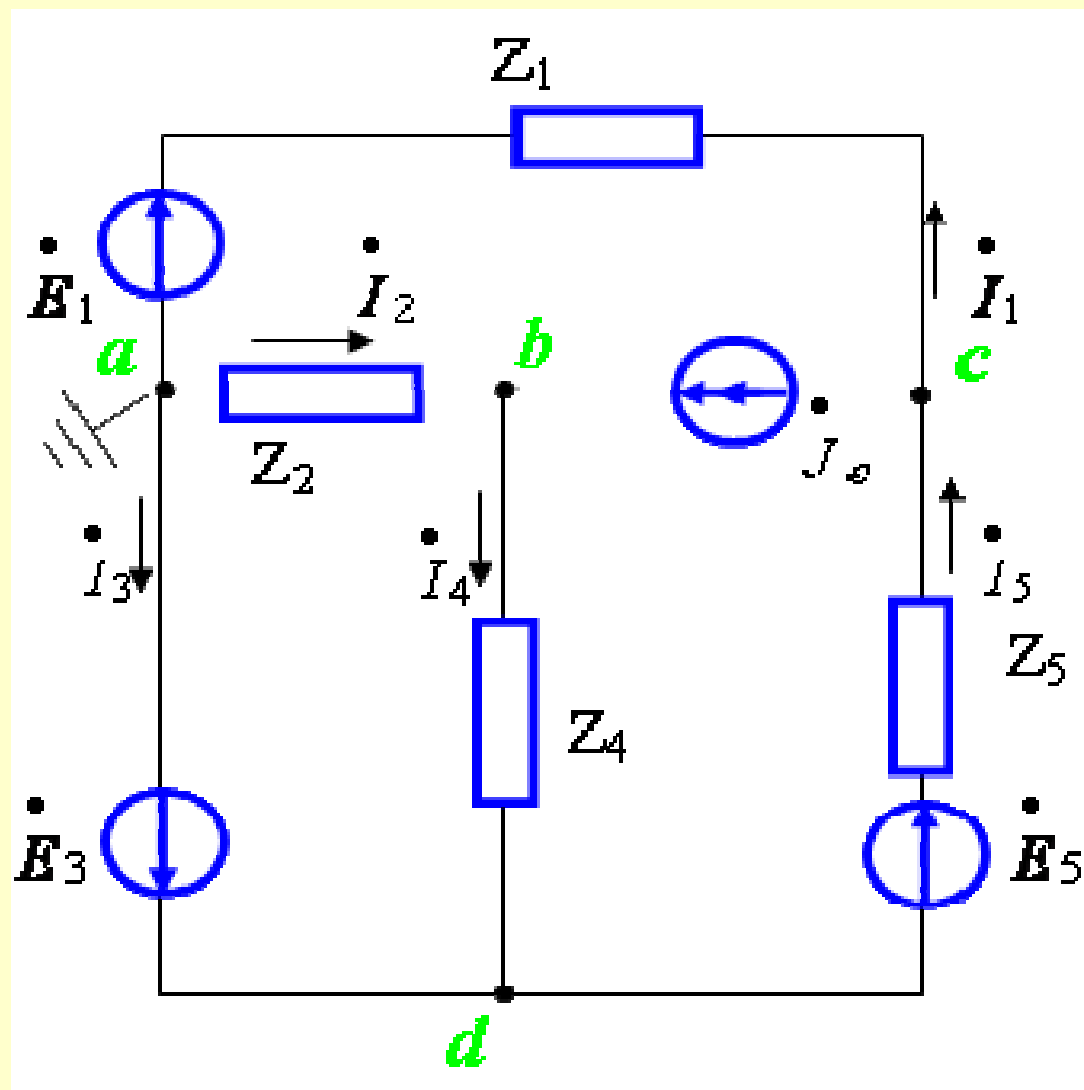
- Потенциалът на втория възел е известен и за него не се пише уравнение.

- Токът в клона с идеален източник на е.д.н. не може да се определи по закона на Ом.

Той се определя последен по първия закон на Кирхоф.

Пример:

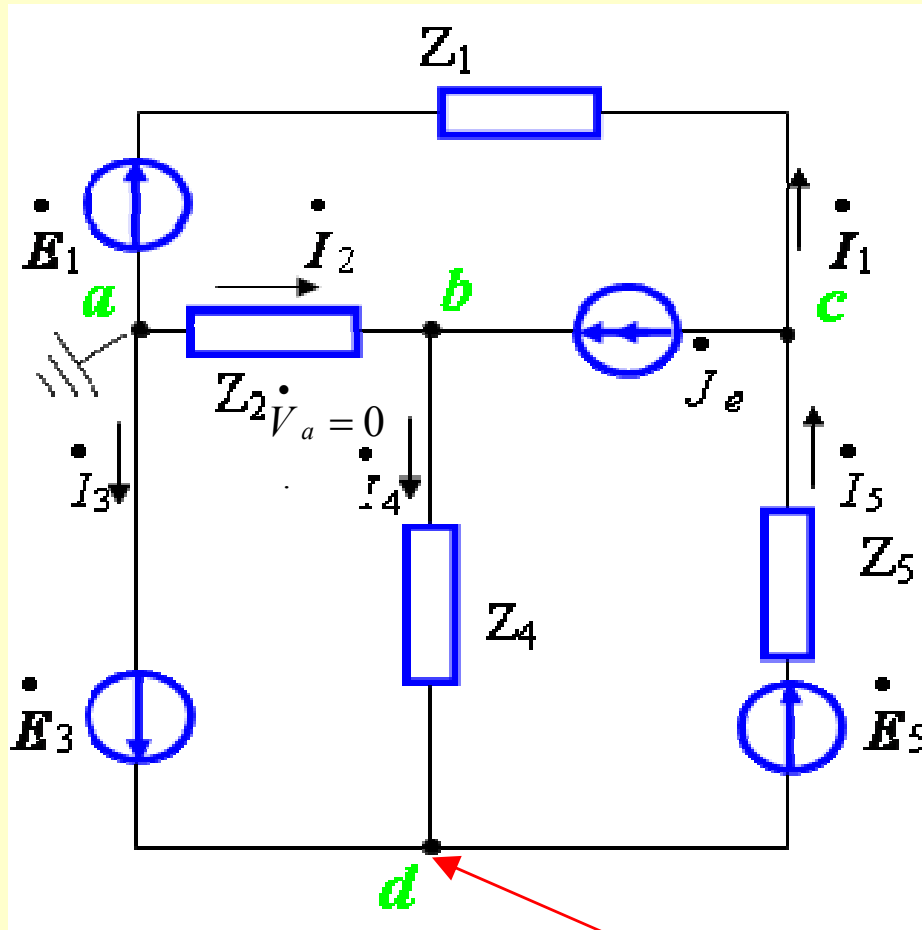
Анализ на верига с особеност по МВП



- $E_1 = j30 V$
- $E_3 = j100 V$
- $E_5 = 50 V$
- $J_e = j2 A$

$$Z_1 = -j10\Omega$$
$$Z_2 = (5 + j10)\Omega$$
$$Z_4 = 5\Omega$$
$$Z_5 = 10\Omega$$

Решение на задачата по метод с възлови потенциали



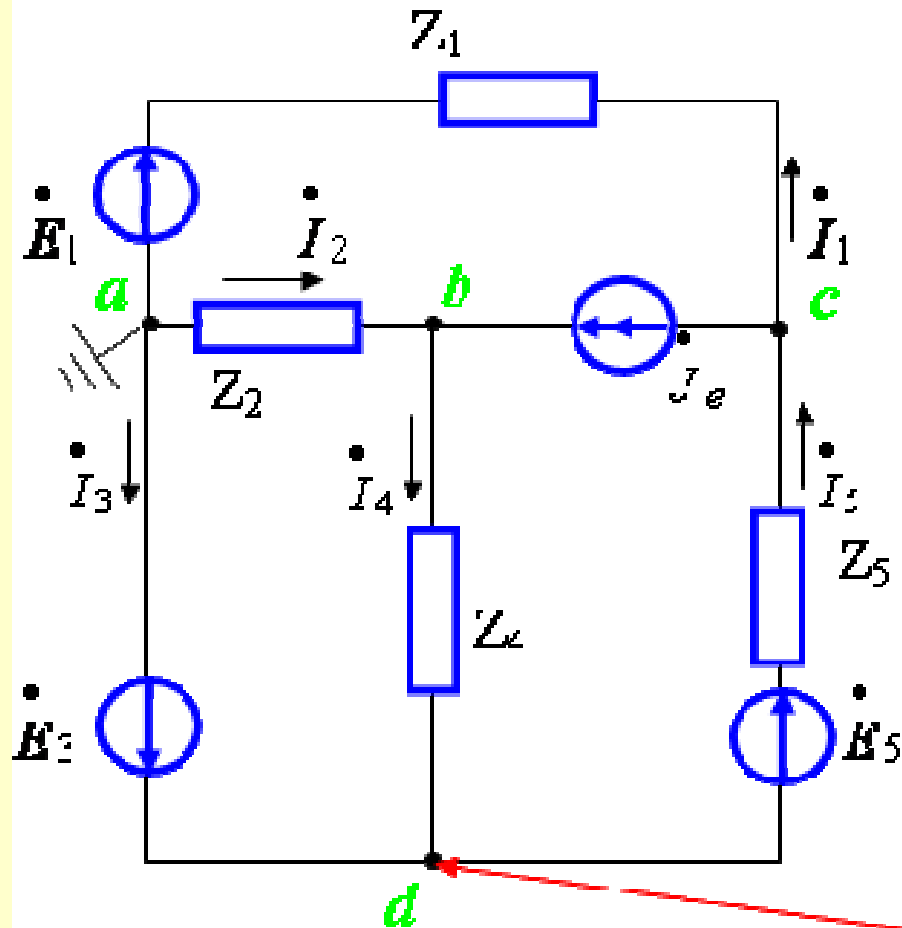
1. Определяме :
брой възли $n=4$

2. Избираме $\dot{V}_a = 0$

$$\dot{V}_a = 0 \Rightarrow \dot{V}_d = \dot{E}_3$$

за възел «d» не пишем уравнение

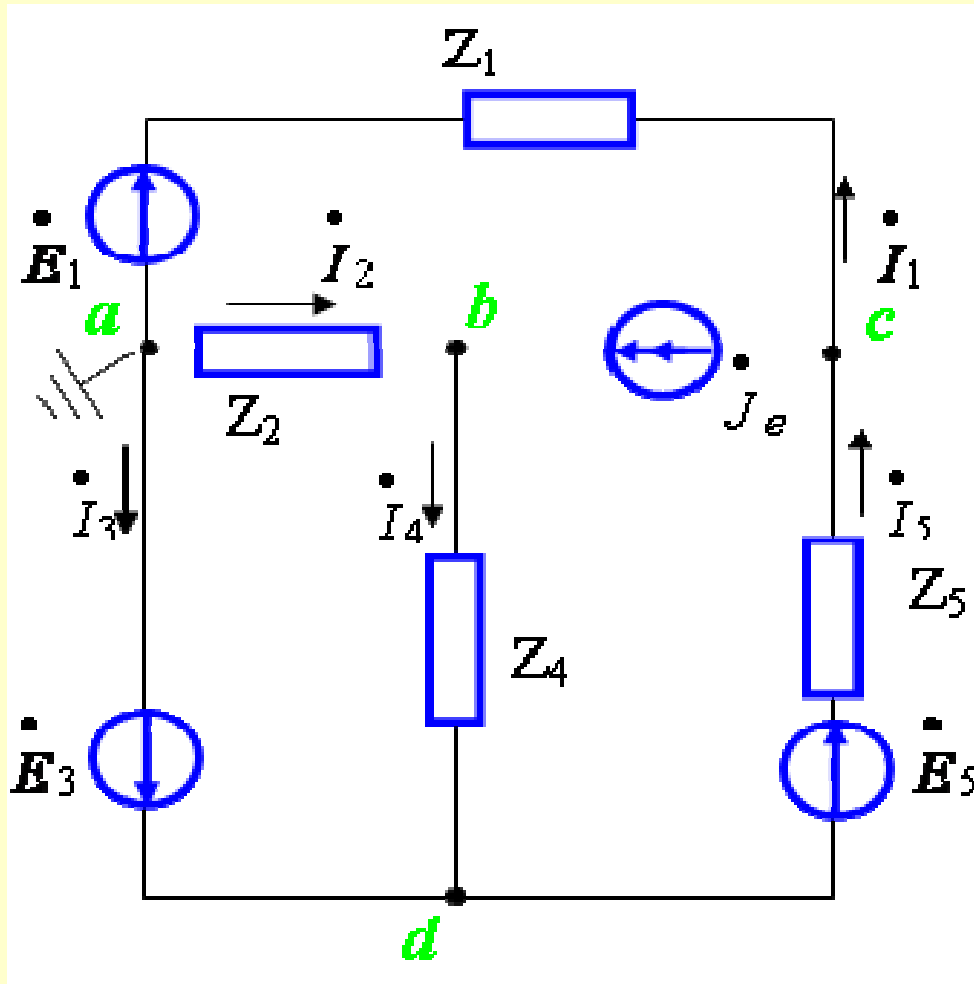
Решение на задачата по метод с възлови потенциали



За този възел не се пише уравнение

$$\dot{V}_a = 0 \rightarrow \dot{V}_d = \dot{E}_3 = j100V$$

Решение на задачата по метод с възлови потенциали

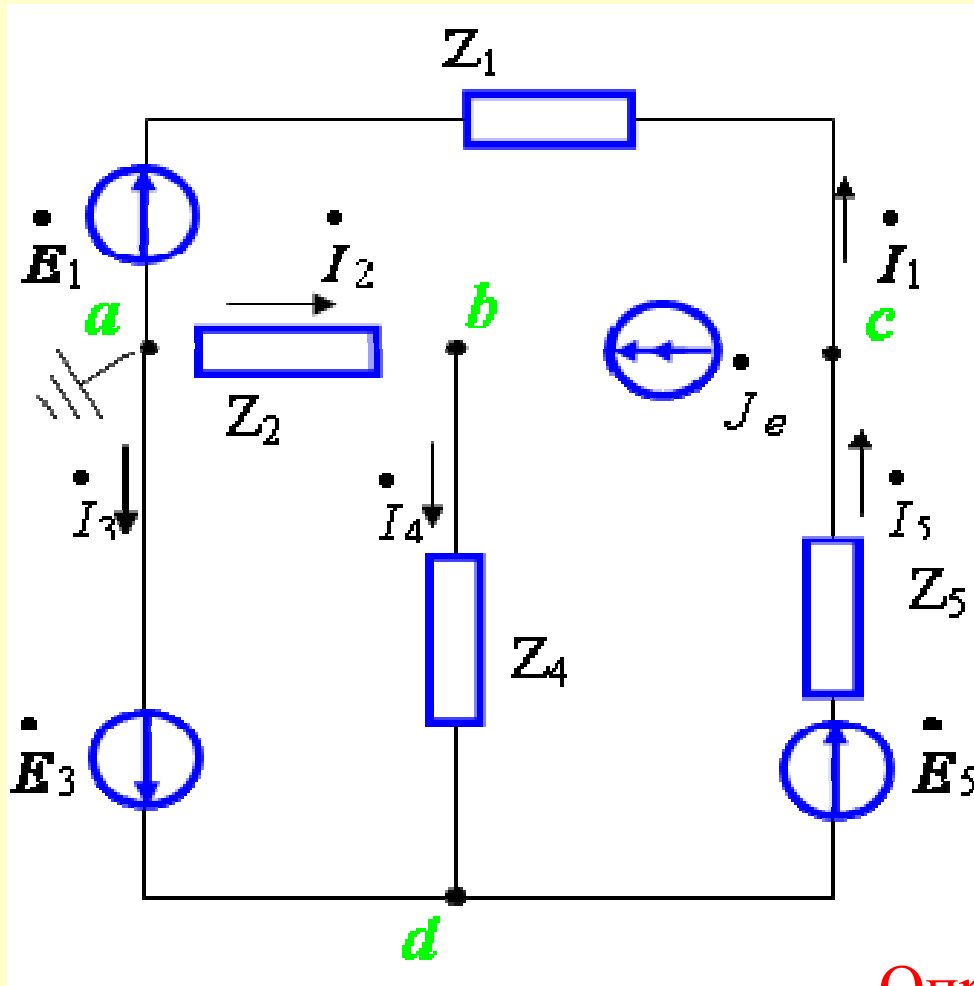


$$\begin{aligned} \dot{V}_a &= 0 \\ \dot{V}_b &= (-22,5 + j67,5)V \\ \dot{V}_c &= (50 + j30)V \\ \dot{V}_d &= j100V \end{aligned}$$

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{V}_c - \dot{V}_a - \dot{E}_1}{Z_1} = j5A$$

$$\dot{I}_2 = \frac{\dot{V}_a - \dot{V}_b}{Z_2} = (-5,5 + j5,5)A$$

Решение на задачата по метод с възлови потенциали

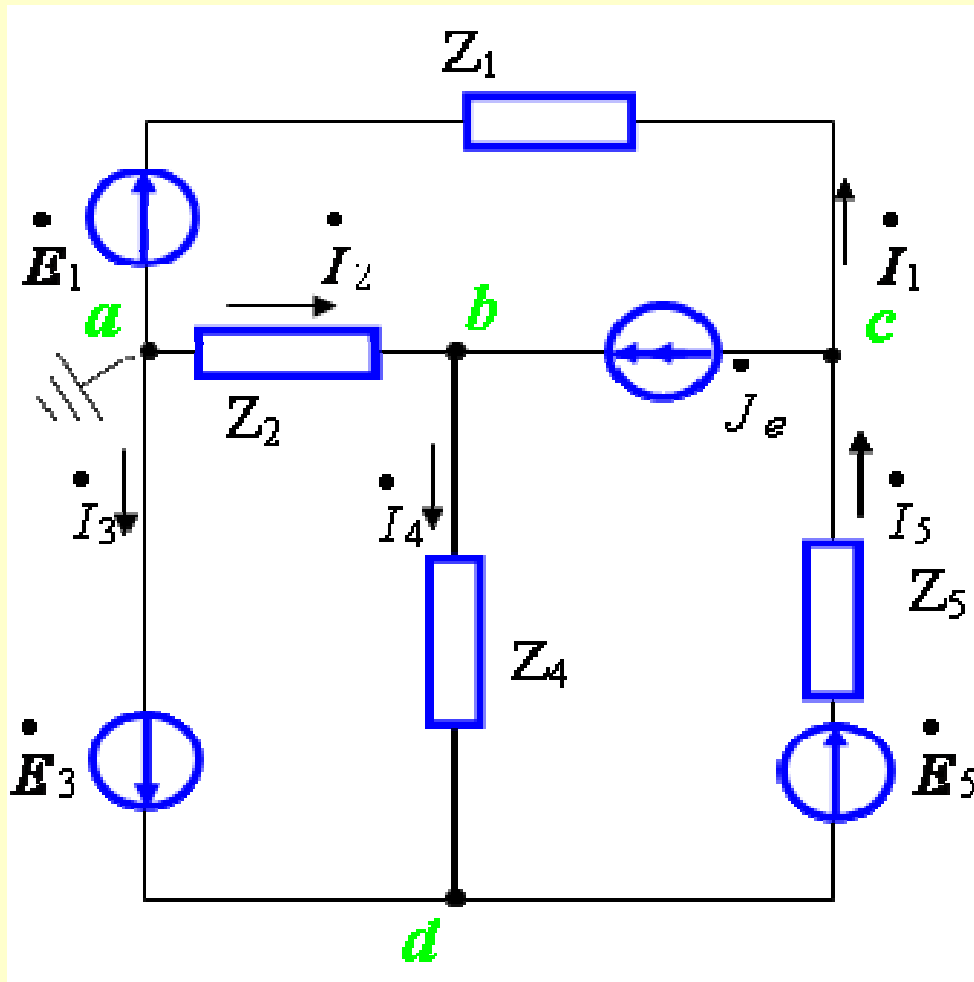


$$\begin{aligned} \dot{V}_a &= 0 \\ \dot{V}_b &= (-22,5 + j67,5)V \\ \dot{V}_c &= (50 + j30)V \\ \dot{V}_d &= j100V \end{aligned}$$

~~$$I_3 = \frac{\dot{V}_a - \dot{V}_d + E_3}{Z_3} =$$~~

Определя се последен по Кирхоф

Решение на задачата по метод с възлови потенциали



$$\begin{aligned} \dot{V}_a &= 0 \\ \dot{V}_b &= (-22,5 + j67,5)V \\ \dot{V}_c &= (50 + j30)V \\ \dot{V}_d &= j100V \end{aligned}$$

$$\dot{I}_4 = \frac{\dot{V}_b - \dot{V}_d}{Z_4} = (-5,5 + j7,5)A$$

$$\dot{I}_5 = \frac{\dot{V}_d - \dot{V}_c + \dot{E}_5}{Z_5} = j5 + j2 = j7A$$

$$\dot{I}_3 = \dot{I}_5 - \dot{I}_4 = (5,5 - j5,5)A$$