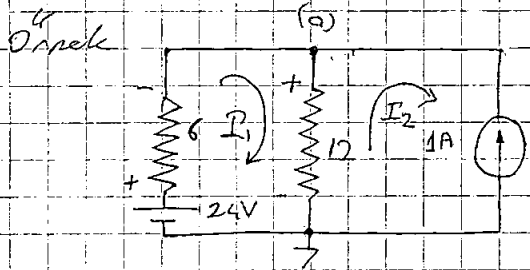


Açıklama;

Tek kaynaklı ve özellikle çok kaynaklı devrelere uygulanan bir çözüm metodudur. Çözüm için, K.G.K kuralından yararlanılır. Bu kurala göre, her kapalı pöze peritimler toplamı sıfırdır. Her göze bir çavra akımı çizilerek K.G.K'na uygulanmasma çalışılır. Çizilen göz (çavra) akımları genellikle aynı yöne doğru çizilmeye çalışılır. Devredeki tüm kaynaklar peritim kaynağı olarak dikkate alınır. (Akım kaynakları dönüşürülür).

İşlem Sırası

- 1- Her göze çavra akımları çizilip ve farklı olarak isimlendirilir.
- 2- Çavra akımlarından yararlanarak çözüm denklemleri göz sayısı kadar hazırlanır.
- 3- Hazırlanan denklemler bir çözüm metodu yardımı ile çözülerek göz akımları bulunur.
- 4- Bulunan göz akımları yardımı ile kol akımları hesaplanır.
- 5- Kol akımları yardımı ile eleman analizi yapılır.

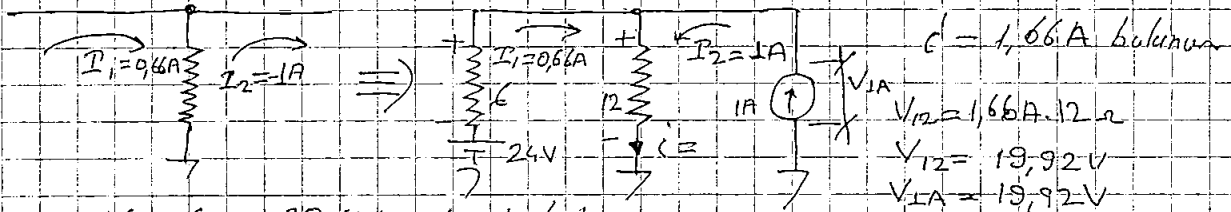


I. göz denklemleri yazılırsa,
 $24V - (6I_1) - 12(I_1 - I_2) = 0$
 $24V = 18I_1 - 12I_2$ elde edilir.

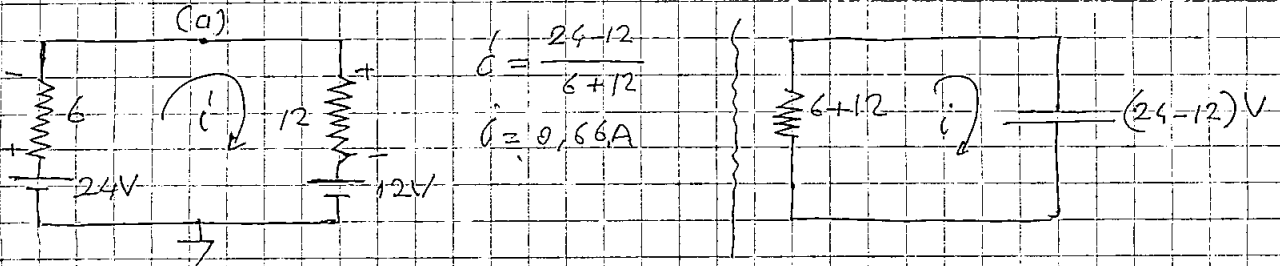
II. göz denklemleri yazılırsa,
 $I_2 = -1A$ olur.

Denklemler düzenlenirse ve $24 = 18I_1 - 12(-1A) \Rightarrow I_1 = 0,66A$ bulunur.

Bulunan göz akımlarından faydalanılarak kol akımları hesaplanır. Kol akımları kullanılarak eleman peritimi tanımlanır.



Aynı örnekte, kaynak dönüşümü yardımı ile yapılabilir.



Bulunan akımdan faydalanılarak 12Ω 'ye elemanın peritim bulunurken $7,92V$ olduğu gözle görülür. Halbuki önceki çözümlerde $V_{12} = 19,92V$ volt bulunmaktaydı.

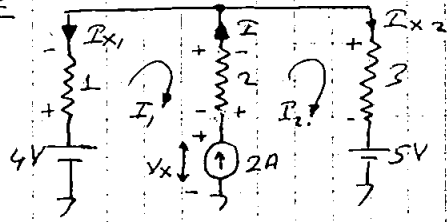
İki çözüm dikkatli inceleme kaybol dönüşümü bören elemanların durumlarını değiştirildiğinden elemanlar da değişebilir.

Super Çözüm Metodu

Örnek

K=2 akımlarını çözüm metodu yardımı ile bulunur.

a)



Açıklama:

Akım kaynağının uçlarında V_x gibi bir potansiyel var olduğunu kabul edelim.

1. denklem $\rightarrow 4 - 3I_1 + 2I_2 - V_x = 0$

2. denklem $\rightarrow -5 - 5I_2 + 2I_1 + V_x = 0$

$$4 - 5 + 2I_1 - 5I_2 - 3I_1 + 2I_2 = 0$$

3. denklem $I = I_2 - I_1 \Rightarrow I_2 = -2 + I_1$

$$I_{x1} = -I_{x1} = 1,75 A$$

$$I_{x2} = I_2 = -3,75 A \quad \left\{ \begin{array}{l} I = 2 A \end{array} \right.$$

$$-1 - I_1 - 3I_2 = 0 \text{ olur.}$$

$$-1 = +I_1 + 3I_2$$

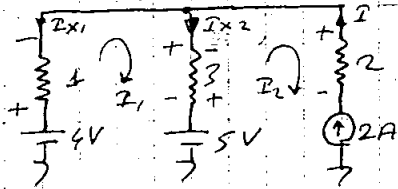
$$-1 = I_1 + 3(-2 + I_1)$$

$$-1 = 4I_1 - 6 \Rightarrow -7 = 4I_1$$

$$I_1 = -\frac{7}{4} = -1,75 A$$

$$I_2 = -2 + (-1,75) = -3,75$$

b) Aynı sonucu paralel kolları değiştirerek gözlemler.



$$I_2 = -2 A \text{ olur. 1. denklem}$$

$$4 - 4I_1 + 3I_2 - 5 = 0 \text{ 2. denklem}$$

$$4 - 5 = 4I_1 + 3(-2)$$

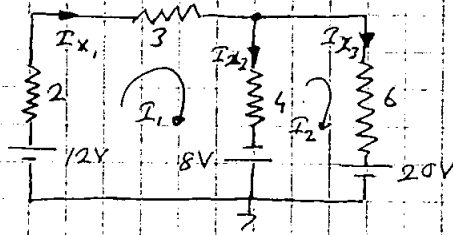
$$-1 = 4I_1 + 6 \Rightarrow I_1 = -\frac{7}{4} A$$

$$I_{x1} = 1,75 A = -I_1$$

$$I_{x2} = I_1 - I_2 = (-1,75) - 2 = -3,75 A$$

Örnek

Kol akımlarını süper metodu yardımı ile bulunuz.



Formal süper denklemleri,

1. denklem $\Rightarrow 20 = 9I_1 - 4I_2$

2. denklem $\Rightarrow -28 = -4I_1 + 10I_2$ olur.

$$\Delta = \begin{vmatrix} 9 & -4 \\ -4 & 10 \end{vmatrix} = +(9 \cdot 10) - (-4 \cdot -4) = 90 - 16 = 74$$

1. Yol

Not = Sol köşegen elemanları aynı olmalıdır.

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} 20 & -4 \\ -28 & 10 \end{vmatrix} = +(20 \cdot 10) - (-4 \cdot -28) = 88 \quad I_1 = \frac{\Delta_1}{\Delta} = \frac{88}{74} = 1,19A$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} 9 & 20 \\ -4 & -28 \end{vmatrix} = +(9 \cdot -28) - (20 \cdot -4) = 172 \quad I_2 = \frac{\Delta_2}{\Delta} = \frac{172}{74} = 2,34A$$

Pay matrisi hazırlanırken, bilinmeyen akım kolonunun yerine kaymak kolonu yazılır.

2. Yol

$$\begin{bmatrix} 20 \\ -28 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 9I_1 & -4I_2 \\ -4I_1 & +10I_2 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} 20 \\ -28 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 9 & -4 \\ -4 & 10 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} \text{ yazılabilir}$$

$$\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 9 & -4 \\ -4 & 10 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 20 \\ -28 \end{bmatrix} \text{ şekline dönüştürülebilir}$$

"-1" Ters matris anlamındadır. Ters matrisin asılımı için matrisin transpozunu (sıra ve sütunların değeri yer değiştirilir ve elemanların işaretleri "Δ" ile bölünür. Ayrıca matris köşefektörlerle asılır.

$$\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \frac{1}{\Delta} \begin{bmatrix} 10 & -(-4) \\ -(-4) & 9 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 20 \\ -28 \end{bmatrix} = \frac{1}{74} \begin{bmatrix} (10 \cdot 20) + (4 \cdot -28) \\ (4 \cdot 20) + (9 \cdot -28) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{88}{74} \\ \frac{172}{74} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1,19 \\ 2,34 \end{bmatrix} A$$

Örnek

$48 = 3V_1 - 2V_2$ denklemlerini matris formuyla çözünüz.
 $-20 = 2,5V_1 - 3,5V_2$

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3 & -2 \\ 2,5 & -3,5 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 48 \\ -20 \end{bmatrix} \text{ olarak yazılabilir}$$

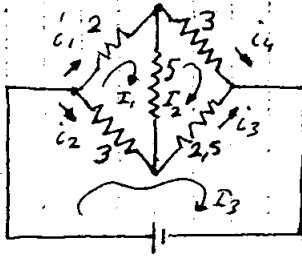
$$\Delta = \begin{vmatrix} 3 & -2 \\ 2,5 & -3,5 \end{vmatrix} = (3 \cdot -3,5) - (-2 \cdot 2,5) = -5,5$$

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} = \frac{1}{-5,5} \begin{bmatrix} -3,5 & +2 \\ -2,5 & 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 48 \\ -20 \end{bmatrix} = -\frac{1}{5,5} \begin{bmatrix} (-3,5 \cdot 48) + (2 \cdot -20) \\ (-2,5 \cdot 48) + (3 \cdot -20) \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} = \frac{1}{5,5} \begin{bmatrix} -168 & -40 \\ -120 & -60 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -208 \\ -55 \\ -180 \\ -55 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 37,8 \\ 32,7 \end{bmatrix} V \text{ olarak bulunur.}$$

Örnek

Kol akımlarını, elemanların değerlerini ohm kabul ederek
şeyre akımları metodu yardımı ile bulunuz.



Davre denklemleri formatta olarak yazılabilir.

$$\begin{aligned} 1. \text{ denklemler} & - 0 = 10I_1 - 5I_2 - 3I_3 \\ 2. \text{ denklemler} & - 0 = -5I_1 + 10.5I_2 - 2.5I_3 \\ 3. \text{ denklemler} & - 26 = -3I_1 - 2.5I_2 + 5.5I_3 \end{aligned}$$

Denklemin akım katsayıları dikkate alınarak, determinant matrisi hazırlanır.

$$\Delta = \begin{vmatrix} 10 & -5 & -3 \\ -5 & 10.5 & -2.5 \\ -3 & -2.5 & 5.5 \end{vmatrix} \quad \begin{array}{l} \text{Hızlı olarak} \\ \text{matrisi yandaki} \\ \text{kural geçerlidir.} \end{array} \Rightarrow \begin{vmatrix} b & c \\ d & e' \end{vmatrix} \quad \begin{array}{l} \text{Köşegen} \\ \text{elementleri} \\ \text{aynı olmalı.} \end{array}$$

3x3 lük payda determinant matrisinin bulunması için,

a) "Sarrus Kuralı" uygulanır.

Bu kurala göre ilk iki sütun sağ tarafa taşınır (veya ilk iki satır alt tarafa taşınır).

$$\Delta = \begin{vmatrix} 10 & -5 & -3 & -10 & -5 \\ -5 & 10.5 & -2.5 & -5 & 10.5 \\ -3 & -2.5 & 5.5 & -3 & -2.5 \end{vmatrix} = + (577.5 - 37.5 - 37.5) - (44.5 + 62.5 + 137.5) = 208$$

Sağ köşegenler elementleri çarpıldıktan sonra "+" ile çarpılır, sol köşegen elementleri karelerinin içinde çarpıldıktan sonra "-" ile çarpılıp toplanır.

b) "Laplace Açılımı" uygulanır.

$$\Delta = + (10) \begin{vmatrix} 10.5 & -2.5 \\ -2.5 & 5.5 \end{vmatrix} - (-5) \begin{vmatrix} -5 & -2.5 \\ -3 & 5.5 \end{vmatrix} + (-3) \begin{vmatrix} -5 & 10.5 \\ -3 & -2.5 \end{vmatrix} = 515 - 175 - 132 = 208$$

Herhangi bir satır veya sütuna göre açılım yapılabilir. İşlem için matris elementleri alınır ve alt olduğu satır - sütun yok sayılarak kalan elementlerle matris formunda çarpılır. İşleme satır veya sütun boyunca sırası ile devam edilir. İşaretlere "+" dan başlanarak "-" ve yine "+" devam edilir.

Göz akımlarının Bulunması

1. Yol "Cramer Metodu" ile

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} 10 & -5 & -3 & 0 & -5 \\ 0 & 10.5 & -2.5 & 0 & 10.5 \\ 26 & -2.5 & 5.5 & 26 & -2.5 \end{vmatrix} = 1144$$

$$I_1 = \frac{\Delta_1}{\Delta} = \frac{1144}{208} = 5.5A$$

Bu metot ile çözüm için aranacak bilinmeyen akım kolonu kapatılır ve matrisle kaynak değerleri alınır.

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} 10 & 0 & -3 & 10 & 0 \\ -5 & 0 & -2.5 & -5 & 0 \\ -3 & 26 & 5.5 & -3 & 26 \end{vmatrix} = 1040$$

$$I_2 = \frac{\Delta_2}{\Delta} = \frac{1040}{208} = 5A$$

$$I_3 = \frac{\Delta_3}{\Delta} = \frac{2080}{208} = 10A \text{ bulunur.}$$

2. YOL

$$\begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ 26 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 10I_1 - 5I_2 - 3I_3 \\ -5I_1 + 10,5I_2 - 2,5I_3 \\ -3I_1 - 2,5I_2 + 5,5I_3 \end{vmatrix} \text{ yerine } \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ 26 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 10 & -5 & -3 \\ -5 & 10,5 & -2,5 \\ -3 & -2,5 & 5,5 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{vmatrix} \text{ yazılabilir.}$$

$$\begin{vmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 10 & -5 & -3 \\ -5 & 10,5 & -2,5 \\ -3 & -2,5 & 5,5 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} -1 \\ 0 \\ 26 \end{vmatrix} \quad \text{ve her matris alınır,}$$

$$\begin{vmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{vmatrix} = \frac{1}{\Delta} \left(\begin{vmatrix} 10,5 & -2,5 \\ -2,5 & 5,5 \end{vmatrix} - \begin{vmatrix} -5 & -3 \\ -2,5 & 5,5 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} -5 & -3 \\ 10,5 & -2,5 \end{vmatrix} \right. \\ \left. - \begin{vmatrix} -5 & -2,5 \\ -3 & 5,5 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 10 & -3 \\ -3 & 5,5 \end{vmatrix} - \begin{vmatrix} 10 & -3 \\ -5 & -2,5 \end{vmatrix} \right) \cdot \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ 26 \end{vmatrix} \\ \left. + \begin{vmatrix} -5 & 10,5 \\ -3 & -2,5 \end{vmatrix} - \begin{vmatrix} 10 & -5 \\ -3 & -2,5 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 10 & -5 \\ -5 & 10,5 \end{vmatrix} \right)$$

Satır ve sütun işaretleri sol köşeden başlanarak, +|- sırdan itibaren verilir.

İşlem için 3x3 matrisin ilk satırdan veya sütündan başlanarak elemanlar kapatılıp ait olduğu satır ve sütun dikkate alınmadan kalanlar alınıp yeni matrise geçirilip 3x3 satır alınıyorsa yeni matriste sütuna, sütun alınıyorsa yeni matriste satır yazılır. Oluşturulan 2x2'lik matrisin işaretleri eklenir ve aşağıdaki gibi akımlar bulunur.

$$\begin{vmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{vmatrix} = \frac{1}{208} \begin{vmatrix} 51,5 & 35 & 44 \\ 35 & 46 & 40 \\ 44 & 40 & 80 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ 26 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \frac{1144}{208} \\ \frac{1040}{208} \\ \frac{2080}{208} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 5,5 \\ 5 \\ 10 \end{vmatrix} \text{ Amper}$$

Kol akımlarının bulunması

$$I_3 = I_1 = 5,5A, \quad I_2 = I_3 - I_1 = 10 - 5,5 = 4,5A \\ I_4 = I_2 = 5A, \quad I_1 = I_1 = 5,5A$$

$$\text{Orta kol akımı } I_5 = I_1 - I_2 = 5,5 - 5 = 0,5A \text{ (Yukarıdan aşağıya doğru)}$$

Not

Satır Sütuna aktarma işlemine "Transpoz" denir.