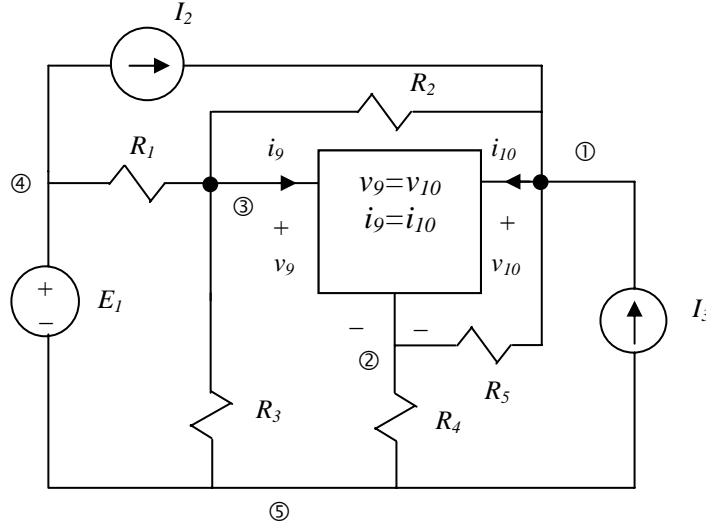


Örnek sorular

1- Şekildeki devrenin devre denklemlerini genelleştirilmiş düğüm gerilimleri yöntemini kullanarak yazınız.



Devrede 5. düğümü referans düğümü seçelim. O halde Genelleştirilmiş Düğüm Gerilimleri Yönteminde bilinmeyenler düğüm gerilimleri $vd1$, $vd2$, $vd3$, $vd4$ ve i_{E1} , $i9$, $i10$ olarak belirlenebilir.

(Not: 3-üçlü eleman için sadece 2 akım bilinmeyen olarak seçildi. Bu elemanın 2. düğümüne bağlı olan ucundan akan akım $i9$ ve $i10$ cinsinden, bu elemanı içine alan bir Gauss yüzeyi düşünülerek kolaylıkla yazılabilir.)

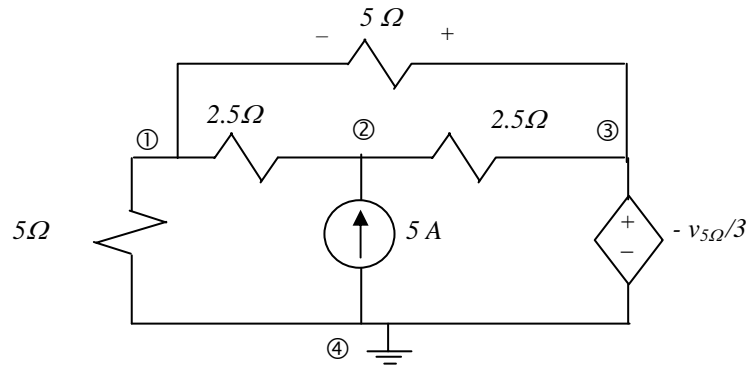
$$\begin{aligned} (vd1-vd3)/G2 + (vd1-vd2)/G5 + i10 &= I2 + I3 & (1. \text{ Düğüm denklemi}) \\ (vd2-vd1)/G5 + vd2G4 - (i9+i10) &= 0 & (2. \text{ Düğüm denklemi}) \\ (vd3-vd1)/G2 + (vd3-vd4)G1 + Vd3G3 + i9 &= 0 & (3. \text{ Düğüm denklemi}) \\ (vd4-vd3)/G1 + i_{E1} &= -I2 & (4. \text{ Düğüm denklemi}) \end{aligned}$$

(Ek denklemler)

$$\begin{aligned} vd4 &= E1 \\ vd3-vd2 &= vd1-vd2 \\ i9-i10 &= 0 \end{aligned}$$

Denklem takımında 7 bilinmeyen, 7 denklem var. Bu denklemler lineer bağımsızdır. Bu denklemlerden tüm bilinmeyenler bulunabilir.

2- Şekildeki devrenin denklemlerini genelleştirilmiş düğüm gerilimleri yöntemi ile yazarak, devredeki bağımlı gerilim kaynağının gerilimini bulunuz.



Bağımlı kaynağın gerilimi 3. düğümün düğüm gerilimine eşittir.

Devrenin düğüm denklemleri aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$(v_{d1}-v_{d2})/2.5+(v_{d1}-v_{d3})/5+v_{d1}/5=0$$

(1. Düğüm denklemi)

$$(v_{d2}-v_{d1})/2.5+(v_{d2}-v_{d3})/2.5=5$$

(2. Düğüm denklemi)

$$(v_{d3}-v_{d2})/2.5+(v_{d3}-v_{d1})/5+I_{bk}=0$$

(3. Düğüm denklemi, I_{bk} bağımlı kaynağın akımı)

$$v_{d3}= -(v_{d3}-v_{d1})/3$$

(Ek denklem)

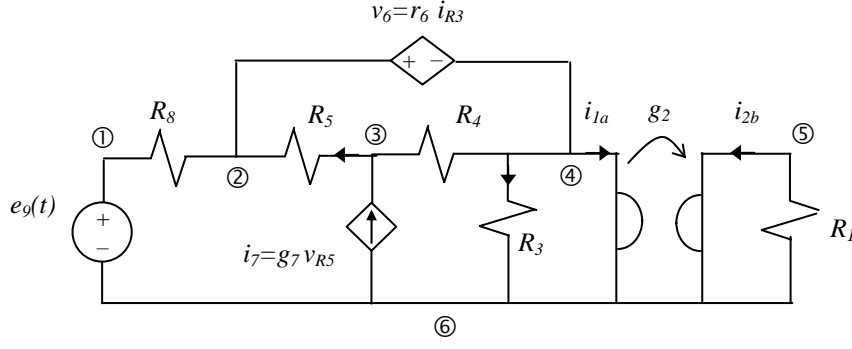
Ek denklemden

$v_{d1}=4 v_{d3}$ bulunur.

Bu eşitlik 1. ve 2. düğüm denklemlerinde yerine konulursa (1. ve 2. Düğüm denklemlerini 5 ile çarpmak işlemleri çok basitleştirmektedir)

$v_{d3}=1.25$ V olarak bulunur.

3-



Şekildeki devre genelleştirilmiş düğüm gerilimleri yöntemi ile analiz edilecektir. Bu amaçla devrenin düğüm ve ek denklemlerini yazınız (©'ıncı düğümü referans alınız).

Genelleştirilmiş Düğüm Gerilimleri Yönteminde bilinmeyenler

Düğüm gerilimleri $V_{d1}, V_{d2}, V_{d3}, V_{d4}, V_{d5}$ ve $i_{1a}, i_{2b}, i_6, i_7, i_9$ akımları olacaktır. Bu nedenle 10 denklem yazmamız gerekir. Bunlardan 5 tanesi düğüm denklemleri, geri kalan 5 tanesi de jirator, bağımlı kaynaklar ve bağımsız gerilim kaynağına ilişkin tanım bağıntıları yardımıyla yazılacak ek denklemler olacaktır.

Düğüm denklemleri

$$\textcircled{1} \quad (V_{d1} - V_{d2})G_8 + i_9 = 0 \quad (1)$$

$$\textcircled{2} \quad (V_{d2} - V_{d3})G_5 + (V_{d2} - V_{d1})G_8 + i_6 = 0 \quad (2)$$

$$\textcircled{3} \quad (V_{d3} - V_{d4})G_4 + (V_{d3} - V_{d2})G_5 - i_7 = 0 \quad (3)$$

$$\textcircled{4} \quad V_{d4}G_3 + (V_{d4} - V_{d3})G_4 - i_6 + i_{1a} = 0 \quad (4)$$

$$\textcircled{5} \quad V_{d5}G_1 + i_{2b} = 0 \quad (5)$$

Ek denklemler

Jiratorun tanım bağıntılarından: $i_{1a} = gV_{d5} \quad (6)$

$$i_{2b} = -gV_{d4} \quad (7)$$

6. elemanın tanım bağıntısından

$$\begin{aligned} v_6 &= r_6 i_{R3} \\ V_{d2} - V_{d4} &= r_6 V_{d4} G_3 \end{aligned} \quad (8)$$

7. elemanın tanım bağıntısından

$$\begin{aligned} i_7 &= g_7 v_{R5} \\ i_7 &= g_7 (V_{d3} - V_{d2}) \end{aligned} \quad (9)$$

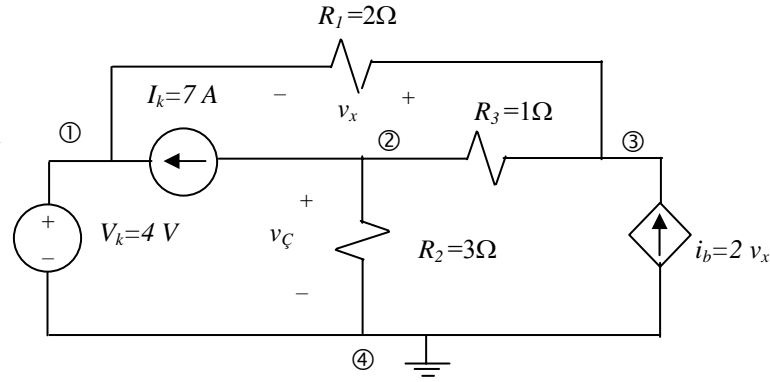
9. elemanın tanım bağıntısından

$$V_{d1} = e_9(t) \quad (10)$$

4- Şekilde verilmiş devrenin

a) Düğüm ve ek denklemlerini, elemanların sayısal değerlerini kullanmadan yazınız.

b) Devredeki v_C geriliminin değerini bulunuz.



a) Şekildeki devrenin düğüm ve ek denklemlerini yazalım ($V_{d1}, V_{d2}, V_{d3}, i_b, i_{vk}$ bilinmeyenler).

$$\begin{aligned} \text{①} \quad & -I_k + (V_{d1} - V_{d3})G_1 + I_{vk} = 0 \\ \text{②} \quad & (V_{d2} - V_{d3})G_3 + V_{d2}G_2 + I_k = 0 \\ \text{③} \quad & (V_{d3} - V_{d2})G_3 + (V_{d3} - V_{d1})G_1 - i_b = 0 \\ & \text{Ek denklemler:} \\ & V_{d1} = V_k \\ & I_b = 2V_x = 2(V_{d3} - V_{d1}) \end{aligned}$$

i_{vk} : bağımsız gerilim kaynağının akımı

b) Ek denklemleri ikinci ve üçüncü denklemlerde yerine koyalım.

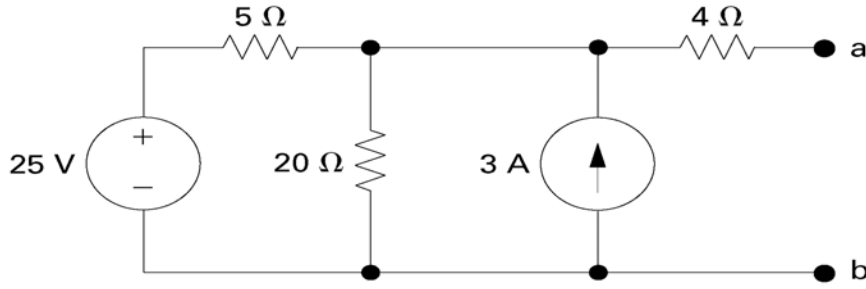
$$(V_{d2} - V_{d3}) + V_{d2}/3 + 7 = 0 \quad \Rightarrow \quad V_{d2}4/3 - V_{d3} = -7$$

$$(V_{d3} - V_{d2}) + (V_{d3} - 4)/2 - 2(V_{d3} - 4) = 0 \quad \Rightarrow \quad -V_{d2} - V_{d3}/2 = -6$$

$$\begin{bmatrix} 4/3 & -1 \\ -1 & -1/2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{d2} \\ V_{d3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -7 \\ -6 \end{bmatrix} \quad \Rightarrow \quad \begin{bmatrix} V_{d2} \\ V_{d3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4/3 & -1 \\ -1 & -1/2 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} -7 \\ -6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.5 \\ 9 \end{bmatrix}$$

$$V_C = V_{d2} = 1.5 \text{ V}$$

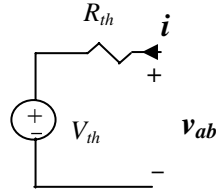
5- Şekildeki devrenin Thevenin eşdeğerini elde ediniz.



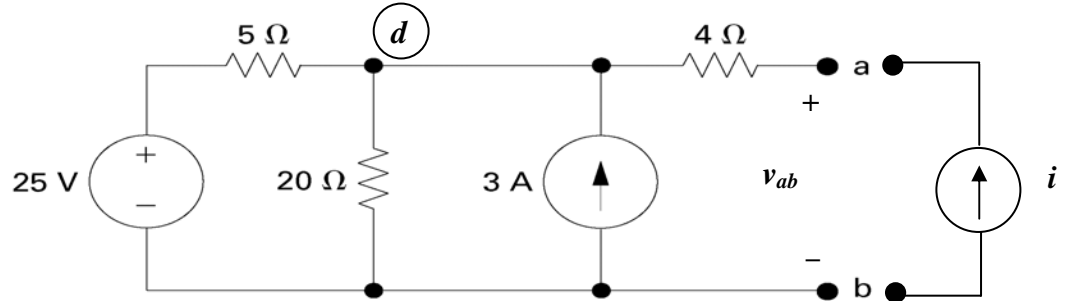
Lineer cebrik çok-uçlular (lineer direnç elemanları, bağımlı kaynaklar, jirator, transformatör, vs) ve bağımsız kaynaklardan oluşan 2-uçlular (1-kapılılar)da, uç gerilimi v_{ab} uç akımı i cinsinden

$$v_{ab} = R_{th} i + V_{th}$$

şeklinde yazılabilir. Bu denklemi gerçekleyen aşağıdaki devre verilen devrenin Thevenin eşdeğeri olarak bulunur.



2-uçlu devrenin thevenin eşdeğerini bulmak için devrenin a-b uçları arasına değeri i olan bağımsız akım kaynağı bağlanır ve v_{ab} gerilimi devredeki bağımsız kaynaklar cinsinden yazılır.



Yukarıdaki devre için genelleştirilmiş düğüm gerilimleri yöntemiyle aşağıdaki denklemler kolaylıkla elde edilebilir.

$$v_d/20 + (v_d - 25)/5 + (v_d - v_{ab})/4 - 3 - i = 0$$

(d düğümü için)

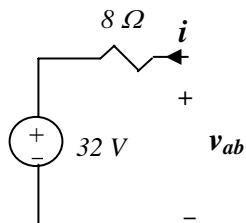
$$i = (v_{ab} - v_d)/4$$

(a düğümü için)

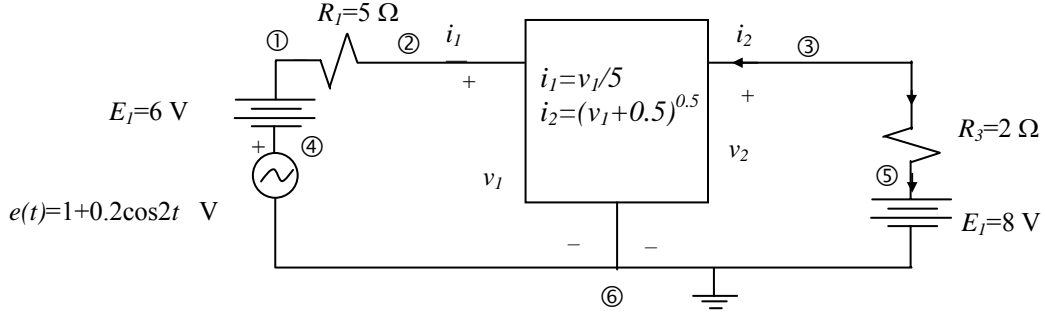
Bu iki denklemden v_d yok edilirse

$v_{ab} = 8i + 32$ olarak bulunur.

Buradan devrenin Thevenin Eşdeğeri aşağıdaki gibi bulunur.



6-



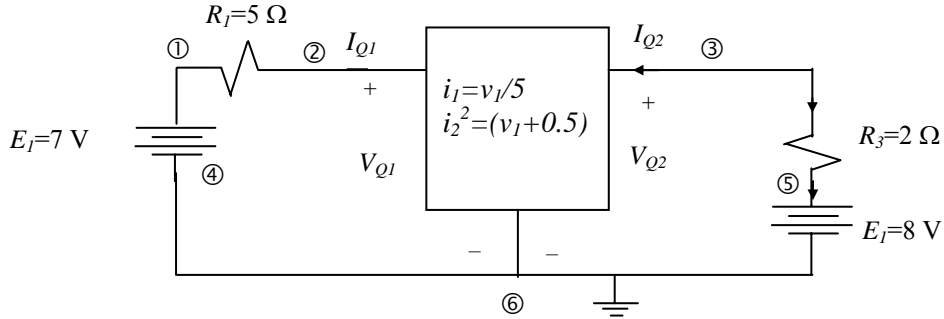
- a) Şekildeki devrenin DC çalışma noktası analizi yapılacaktır. Bu amaçla yukarıdaki devrede ne tür bir değişiklik yapılmalıdır?

Bu elde ettiğiniz devrede

- b) 3-uçlunun uç büyüklüklerinin devrenin çalışma noktasındaki değerlerini bulunuz.
c) 3-uçluyu çalışma noktası civarında lineerleştirerek, şekildeki devrenin küçük işaret eşdeğerini çiziniz.
d) Devredeki v_2 geriliminin değerini bulunuz.

Çözüm

- a) Sorudaki devrenin çalışma noktası analizi için aşağıdaki devre çözülmelidir.



b)

② numaralı düğüm için düğüm denklemi

$$I_{Q1} + (V_{Q1} - 7)/5 = 0 \text{ olarak yazılabilir.}$$

Ayrıca

$$I_{Q1} = V_{Q1}/5 \text{ denklemi kullanılırsa,}$$

$$V_{Q1} = 7/2 \text{ V olarak bulunur.}$$

$$\text{Öte yandan } I_{Q2}^2 = (V_{Q1} + 0.5) \text{ olduğundan, } I_{Q2}^2 = 4 \Rightarrow I_{Q2}^1 = -2 \text{ V, } I_{Q2}^2 = 2 \text{ V.}$$

Dikkat edilirse devrenin iki farklı çalışma noktası vardır.

③ numaralı düğüm için düğüm denklemi yazılırsa

$I_{Q2} + (V_{Q2} - 8)/2 = 0$ eşitliği elde edilir.

Buradan $V_{Q2}^1 = 12\text{V}$ ve $V_{Q2}^2 = 4\text{V}$ olarak elde edilir.

Üç uçlunun çalışma noktalarında uç büyüklüklerinin çalışma noktasındaki değerleri

($I_{Q1}^1 = 7/10\text{ A}$, $I_{Q2}^1 = -2\text{ A}$, $V_{Q1}^1 = 7/2\text{ V}$, $V_{Q2}^1 = 12\text{ V}$) ve
($I_{Q1}^2 = 7/10\text{ A}$, $I_{Q2}^2 = 2\text{ A}$, $V_{Q1}^2 = 7/2\text{ V}$, $V_{Q2}^2 = 4\text{ V}$) olmaktadır.

b) 3-uçlu çalışma noktası aşağıdaki gibi lineerleştirilebilir:

$$\tilde{i}_1 = \left. \frac{\partial(v_1/5)}{\partial v_1} \right|_Q v_1 + \left. \frac{\partial(v_1/5)}{\partial v_2} \right|_Q v_2 = \tilde{v}_1/5$$

$$\tilde{i}_2 = \left. \frac{\partial((v_1 + 0.5)^{0.5})}{\partial v_1} \right|_Q \tilde{v}_1 + \left. \frac{\partial((v_1 + 0.5)^{0.5})}{\partial v_2} \right|_Q \tilde{v}_2 = 0.5(V_{Q1} + 0.5)^{-0.5} \tilde{v}_1 = 0.5/I_{Q2} \tilde{v}_1$$

Buradan 3-uçlunun iki çalışma noktasına karşı gelen iki farklı küçük işaret eşdeğeri olduğu görülür.

Bunlardan birincisi

$$\tilde{i}_1 = \tilde{v}_1/5$$

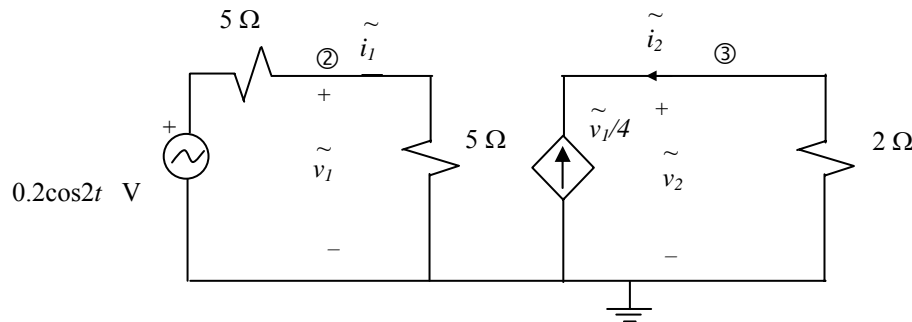
$$\tilde{i}_2 = 0.5/I_{Q2}^1 \tilde{v}_1 = -\tilde{v}_1/4$$

diğeri de

$$\tilde{i}_1 = \tilde{v}_1/5$$

$$\tilde{i}_2 = 0.5/I_{Q2}^2 \tilde{v}_1 = \tilde{v}_1/4$$

Bunlardan birincisine karşı düşen devre aşağıda verilmiştir.



Buradan \tilde{v}_1 gerilimi

$$\tilde{V}_1 = 0.2 \cos 2t / 2 = 0.1 \cos t \text{ V}$$

~

$$\tilde{v}_2 = 0.05 \cos t \text{ V}$$

olarak bulunur.

Sonuçta $v_2 = V_{Q2}^1 + \tilde{v}_2 = 12 + 0.05 \cos t \text{ V}$ olarak bulunur.

Diğer durum için de v_2 'nin değeri benzer şekilde

$$v_2 = V_{Q2}^2 + \tilde{v}_2 = 4 - 0.05 \cos t \text{ V}$$