

DÜĞÜM GERİLİMLERİ YÖNTEMİ

Analiz edilecek devrede gerilim kaynaklarının birer ucu ortak bir düğüme bağlı ise bu yöntem basarı ile uygulanır. Bunun dışındaki durumlarda yöntemin uygulanmasında bazı zorluklar vardır.

Düğüm gerilimleri yöntemiyle devre şöyle çözülür:

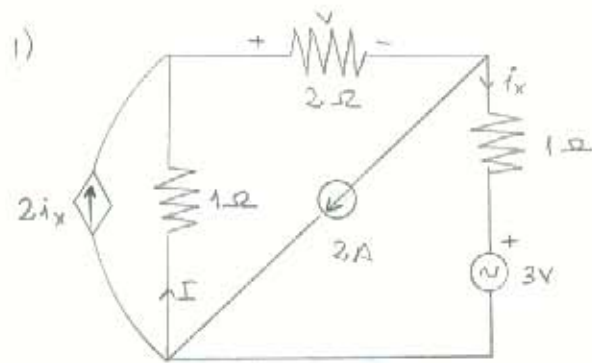
1) Devre grafi atılır ve bir referans düğümü seçilir. Devrede binden fazla gerilim kaynağı varsa, onların birleştiği düğüm referans olarak seçilir. Gerilim yoksa herhangi bir düğüm referans olarak seçilebilir. Gerilim kaynakları dağılıksa bu yöntemle çözüm yapmak çok zordur. Referans düğümü ile bazı düğümler arasında gerilim kaynakları bulunacaktır. Böyle düğümlerin gerilimleri bilinendir. Yöntemin bilinmeyenleri bu referans düğümüne göre ölçülen diğer düğümlerin gerilimleridir.

2) Gerilimi bilinmeyen düğümler için uc- denklemleri yazılır. $i(t) = G \cdot V(t)$ biçimindedir. Düğüm kesitlemesi denklemlerinde yerine konur.

3) Her elemanın gerilimi bağlı oldukları düğüm gerilimleri cinsinden yazılır. Sonra 2. adımda elde edilen denklemlerde yerine konur.

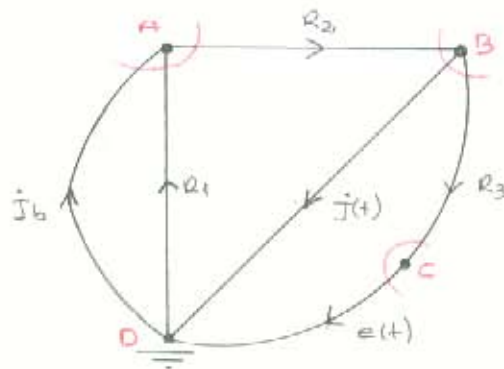
4) Düzenlenerek matrisel biçimde yazılır.

Denklemler sisteminde bilinmeyen düğüm gerilimleri herhangi bir yolla çözülür. 3. adımdaki her elemanın gerilimini düğüm gerilimleri cinsinden veren ifadeler kullanarak tüm direnç elemanlarının gerilimleri bulunur. Gerilim kaynaklarının akımlarını bulmak istersek bağlı oldukları düğümler için düğüm kesitlemesi denklemleri yazılır. Son olarak kaynakların gerilimlerini bulmak istersek bu kaynakların oluşturduğu herhangi bir çevreye gerilimler yasası uygulanır. Böylece devre analiz edilmiş olur.



Soru: Devreyi DÜĞY ile çözünüz?
 V ve I değerlerini bulunuz?

Çözüm:



$$V_0 = 0 \text{ V (Referans)}$$

$$V_c = e(t)$$

$$\dot{J}_b = 2 \cdot i_{R3}$$

$$\begin{aligned} \text{a) } -\dot{J}_b - i_{R1} + i_{R2} &= 0 \\ -i_{R2} + \dot{J}(t) + i_{R3} &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) } i(t) &= G \cdot V(t) \\ -2 \cdot G_3 \cdot V_{R3} - G_1 \cdot V_{R1} + G_2 \cdot V_{R2} &= 0 \\ -G_2 \cdot V_{R2} + G_3 \cdot V_{R3} + \dot{J}(t) &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c) } V_{R2} &= V_A - V_B \\ V_{R1} &= -V_A \\ V_{R3} &= V_B - V_C = V_B - e(t) \end{aligned}$$

$$-2G_3(V_B - e(t)) + G_1 \cdot V_A + G_2(V_A - V_B) = 0$$

$$-G_2(V_A - V_B) + G_3(V_B - e(t)) + \dot{j}(t) = 0$$

$$(-2G_3 - G_2)V_B + (G_1 + G_2)V_A = -2G_3 \cdot e(t)$$

$$(G_2 + G_3)V_B + (-G_2)V_A = +G_3 \cdot e(t) - \dot{j}(t)$$

$$3V_A - 5V_B = -12$$

$$-V_A + 3V_B = 2$$

$$V_A = -13/2 \text{ V} , \quad V_B = -3/2 \text{ V}$$

$$V_{R1} = -V_A = 13/2 \text{ V}$$

$$i_{R1} = G_1 \cdot V_{R1} = 13/2 \text{ A}$$

$$V_{R2} = V_A - V_B = -5 \text{ V}$$

$$i_{R2} = G_2 \cdot V_{R2} = -5/2 \text{ A}$$

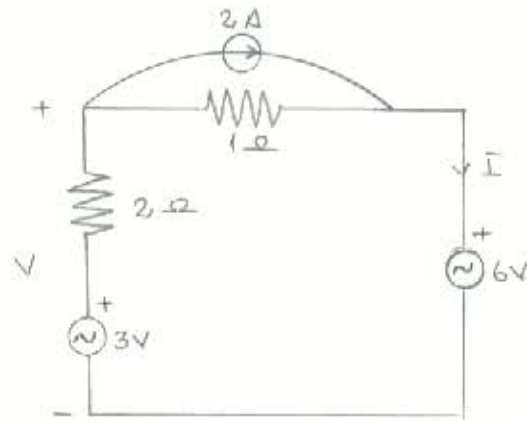
$$V_{R3} = V_B - e(t) = -9/2 \text{ V}$$

$$i_{R3} = G_3 \cdot V_{R3} = -9/2 \text{ A}$$

$$V_{j(t)} = e(t) + V_{R3} = -3/2 \text{ V}$$

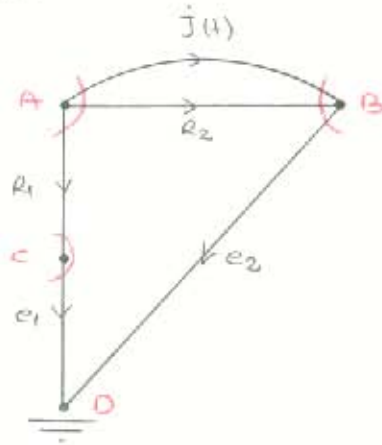
$$i_{e(t)} = i_{R3} = -9/2 \text{ A}$$

2.)



Soru: Devreyi DÜĞÜ ile çözünüz?
V ve I değerlerini bulunuz?

Çözüm:



$V_D = 0V$ (Referans)

$V_B = e_2(t)$

$V_C = e_1(t)$ } Bilmiyor

a) A : $i_{R1} + i_{R2} + j(t) = 0$

B : $i_{R2} - i_{R1} + (-j(t)) = 0 \Rightarrow i_{R2} = i_{R1} + j$

C : $-i_{R1} + i_{C1} = 0 \Rightarrow i_{C1} = i_{R1}$

b) $G_1 \cdot V_{R1} + G_2 \cdot V_{R2} + j(t) = 0$

c) $V_{R1} = V_A - V_C = V_A - 3$

$V_{R2} = V_A - V_B = V_A - 6$

$V_{j(t)} = V_A - V_B = V_A - 6$

$$G_1 (V_A - 3) + G_2 (V_A - 6) + \dot{J}(t) = 0$$

$$(G_1 + G_2) V_A = 3G_1 + 6G_2 - \dot{J}(t)$$

$$V_A = 11/3 \text{ V}$$

$$\underline{V_{R1} = 2/3 \text{ V}}$$

$$\underline{i_{R1} = 1/3 \text{ A}}$$

$$\underline{V_{R2} = -7/3 \text{ V}}$$

$$\underline{i_{R2} = -7/3 \text{ A}}$$

$$\underline{V_{\dot{J}(t)} = -7/3 \text{ V}}$$

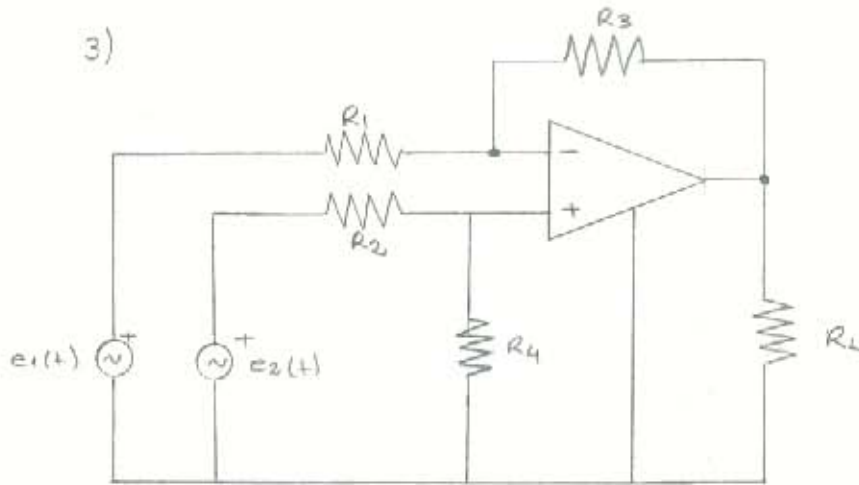
$$\underline{i_{e1} = 1/3 \text{ A}}$$

$$\underline{i_{e2} = 7/3 \text{ A}}$$

$$\underline{V = 2/3 \text{ V}}$$

$$\underline{I = 7/3 \text{ A}}$$

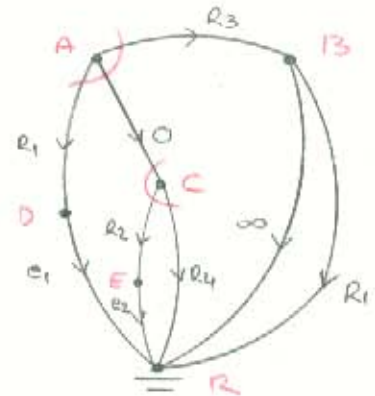
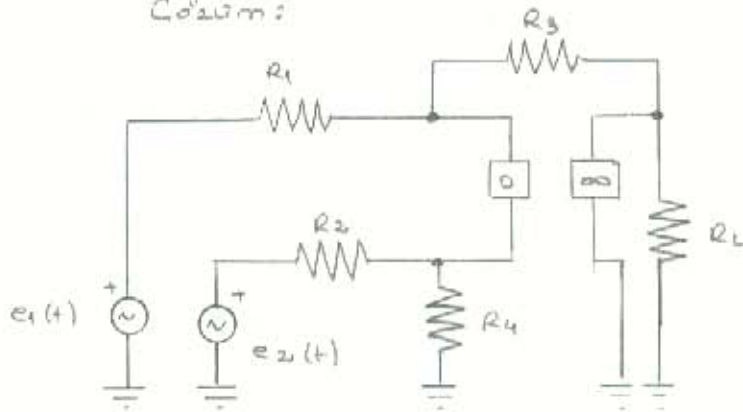
3)



NÖT: İşlemsel kuvvettendirici ideal bir eleman olarak düşünülecektir. Kavramsal elemanlarla modelleyip çözülecektir.

Soru: Devreyi DÜĞY ile çözüp, R_1 uclarındaki gerilimi bulunuz?

Çözüm:



$$V_R = 0 \text{ V (Referans)}$$

$$\left. \begin{array}{l} V_E = e_2(t) \\ V_D = e_1(t) \end{array} \right\} \text{ Biliniyor}$$

$$\left. \begin{array}{l} i_0 = 0 \text{ A} \\ V_0 = 0 \text{ V} \end{array} \right\} \text{ Nullator}$$

$$a) A: i_{R1} + i_0 + i_{R3} = 0$$

$$c: -i_0 + i_{R2} + i_{R4} = 0$$

$$b) \quad G_1 \cdot V_{R1} + G_3 \cdot V_{R3} = 0$$

$$G_2 \cdot V_{R2} + G_4 \cdot V_{R4} = 0$$

$$c) \quad V_{R1} = V_A - e_1(t)$$

$$V_{R2} = V_C - e_2(t)$$

$$V_{R3} = V_A - V_B$$

$$V_{R4} = V_C$$

$$V_{RL} = V_B = V_{\infty}$$

$$V_A - V_C = 0 \Rightarrow \underline{V_A = V_C}$$

$$G_1 (V_A - e_1) + G_3 (V_A - V_B) = 0$$

$$G_2 (V_C - e_2) + G_4 \cdot V_C = 0$$

$$(G_1 + G_3) V_C - G_3 \cdot V_B = G_1 \cdot e_1 \quad , \quad V_B = V_{RL}$$

$$(G_2 + G_4) V_C = G_2 \cdot e_2$$

$$(G_1 + G_3) V_C - G_3 \cdot V_{RL} = G_1 \cdot e_1$$

$$(G_2 + G_4) V_C = G_2 \cdot e_2$$

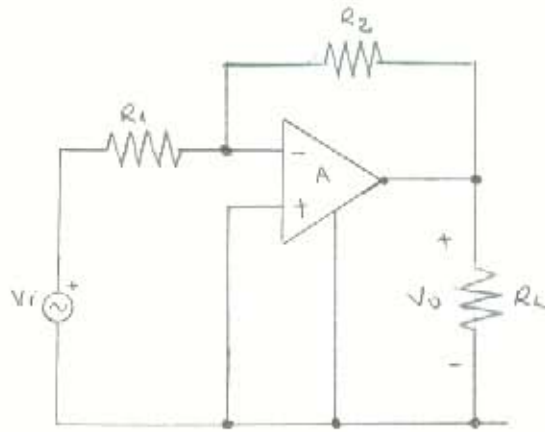
$$(G_1 + G_3) \cdot V_C - G_1 \cdot e_1 = G_3 \cdot V_{RL}$$

$$V_C = \frac{G_2 \cdot e_2}{G_2 + G_4} \quad , \quad V_{RL} = \frac{(G_1 + G_3) V_C - G_1 \cdot e_1}{G_3}$$

$$V_{RL} = \frac{(G_1 + G_3) \cdot \frac{G_2 \cdot e_2}{G_2 + G_4} - G_1 \cdot e_1}{G_3}$$

$$V_{RL} = \frac{(G_1 + G_3) G_2 \cdot e_2 - (G_2 + G_4) \cdot G_1 \cdot e_1}{G_3 \cdot (G_2 + G_4)}$$

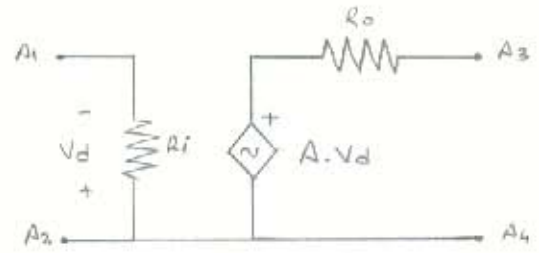
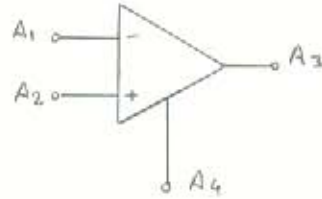
4.)



V_i : Giriş gerilimi

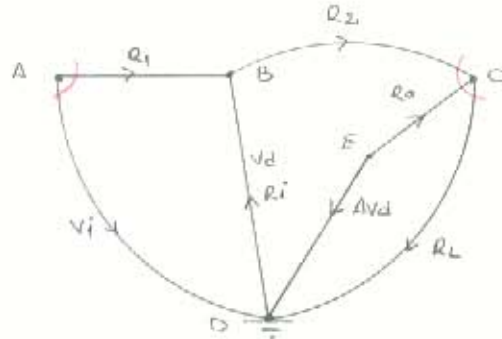
V_o : Çıkış gerilimi

A : Kazanç



Soru: İşlemsel kuvvettendiricinin 2- ucu elemanlardan oluşan modelin eşdeğer devresi verilmiştir. Eşdeğer devreyi kullanarak DÜĞY ile devredeki V_o çıkış gerilimini bulunuz?

Çözüm:



$$V_D = 0$$

$$V_A = V_i$$

$$V_E = A \cdot V_d$$

$$V_B = -V_D$$

Biliniyor

$$V_C = V_{RL}$$

$$V_{R1} = V_A - V_B$$

$$V_{R2} = V_B - V_C$$

$$V_{R0} = V_E - V_C$$

$$\begin{aligned}
 \text{A gain: } G_1 \cdot (V_A - V_B) + V_i &= 0 \Rightarrow G_1 \cdot (V_A - V_B) + V_A = 0 \\
 \underbrace{G_1 \cdot R_1}_{i_{R_1}} & \quad (G_1 + 1) V_A = G_1 \cdot V_B \\
 & \quad (G_1 + 1) V_A = -G_1 \cdot V_d \Rightarrow
 \end{aligned}$$

$$V_d = \frac{-(1+G_1)}{G_1} \cdot V_A \quad V_i$$

$$\text{C gain: } -i_{R_2} - i_{R_0} + i_{R_L} = 0$$

$$-G_2 \cdot V_{R_2} - G_{R_0} \cdot V_{R_0} + G_{R_L} \cdot V_{R_L} = 0$$

$$-G_2 \cdot (V_B - V_C) - G_{R_0} (V_E - V_C) + G_{R_L} \cdot V_C = 0$$

$$-G_2 (-V_d - V_C) - G_{R_0} (A \cdot V_d - V_C) + G_{R_L} \cdot V_C = 0$$

$$G_2 \cdot V_d + G_2 \cdot V_C - A \cdot G_{R_0} \cdot V_d + G_{R_0} \cdot V_C + G_{R_L} \cdot V_C = 0$$

$$(G_2 + G_{R_0} + G_{R_L}) V_C + (G_2 + -A \cdot G_{R_0}) V_d = 0$$

$$(G_2 + G_{R_0} + G_{R_L}) V_C = -(G_2 + -A \cdot G_{R_0}) V_d$$

$$V_C = \frac{-V_d \cdot (G_2 - A \cdot G_{R_0})}{(G_2 + G_{R_0} + G_{R_L})}$$

$$V_C = \left(\frac{1+G_1}{G_1} \right) \cdot V_i \cdot (-1) \cdot \frac{(A \cdot G_{R_0} - G_2)}{(G_2 + G_{R_0} + G_{R_L})}$$

$$V_C = \frac{(G_1 + 1) \cdot (G_2 - A \cdot G_{R_0}) \cdot V_i}{(G_0 + G_2 + G_{R_L})}$$