

Elektrik Devre Temelleri

Hafta 11

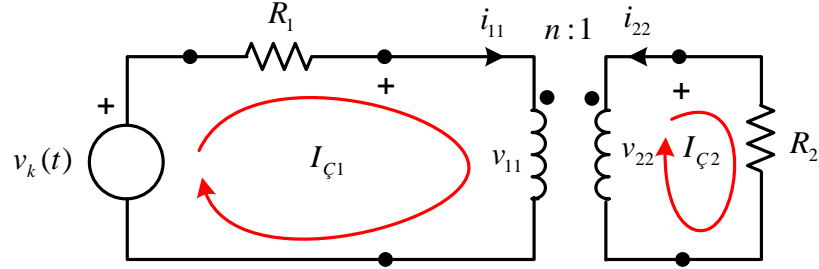
Yrd. Doç. Dr. Kürşat AYAN



6.3. BİR ELEKTRİK DEVRESİNDE ÇOK UÇLU DEVRE ELEMANLARI VARKEN DEVRE ÇÖZÜM YÖNTEMLERİ

6.3.1. ÇEVRE DENKLEMLERİ YÖNTEMİ

Bir elektrik devresinde çok uçlu elemanlar varsa, çok uçlu elemanların uçları arasındaki gerilimleri, bağımsız gerilim kaynakları olarak varsaymak suretiyle çevre denklemleri yazılır. Daha sonra çok uçluların tanım bağıntıları çevre denklemleri cinsinden yazılıp, devre denklemlerine ilave edilecektir. Örneğin içerisinde transformatör elemanı barındıran bir elektrik devresinin çevre denklemleri aşağıdaki gibi yazılır.



$$\begin{bmatrix} R_1 & 0 \\ 0 & R_2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} I_{\text{Ç1}}(t) \\ I_{\text{Ç2}}(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_k(t) - v_{11}(t) \\ v_{22}(t) \end{bmatrix}$$

Transformatör elemanına ait tanım bağıntısı aşağıdaki gibi verilir.

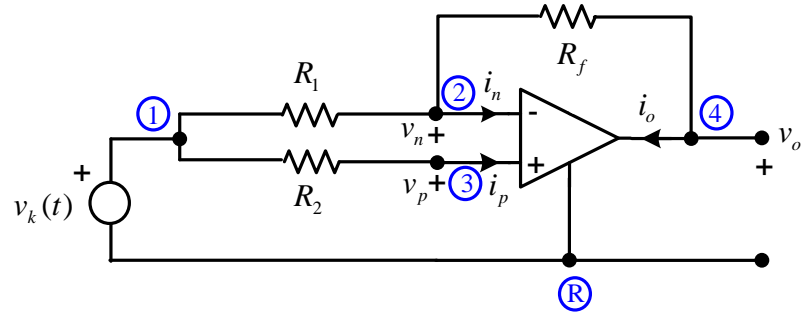
$$v_{11}(t) = n \cdot v_{22}(t)$$
$$i_{11}(t) = -\frac{1}{n} \cdot i_{22}(t)$$

Ek denklemler ise aşağıdaki gibi verilir.

$$v_{11}(t) = n \cdot v_{22}(t)$$
$$I_{\text{Ç1}}(t) = -\frac{1}{n} \cdot (-I_{\text{Ç2}}(t)) = \frac{1}{n} \cdot I_{\text{Ç2}}(t)$$

6.3.2. DÜĞÜM DENKLEMLERİ YÖNTEMİ

Bir elektrik devresinde çok uçlu elemanlar varsa, çok uçlu elemanların düğüm akımlarını, bağımsız akım kaynakları olarak varsaymak suretiyle düğüm denklemleri yazılır. Daha sonra çok uçluların tanım bağıntıları düğüm denklemleri cinsinden yazılıp, devre denklemlerine ilave edilecektir. Örneğin içerisinde işlemsel kuvvetlendirici elemanı barındıran bir elektrik devresinin düğüm denklemleri aşağıdaki gibi yazılır.



$$\begin{bmatrix} \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} & -\frac{1}{R_1} & -\frac{1}{R_2} & 0 \\ -\frac{1}{R_1} & \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_f} & 0 & -\frac{1}{R_f} \\ -\frac{1}{R_2} & 0 & \frac{1}{R_2} & 0 \\ 0 & -\frac{1}{R_f} & 0 & \frac{1}{R_f} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} v_{d1}(t) \\ v_{d2}(t) \\ v_{d3}(t) \\ v_{d4}(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -i_{ka}(t) \\ -i_n(t) \\ -i_p(t) \\ -i_o(t) \end{bmatrix}$$

İşlemsel kuvvetlendirici elemanına ait tanım bağıntısı aşağıdaki gibi verilir.

$$i_n(t) = 0$$

$$i_p(t) = 0$$

$$v_n(t) - v_p(t) = 0$$

Ek denklemler ise aşağıdaki gibi verilir.

$$i_n(t) = 0$$

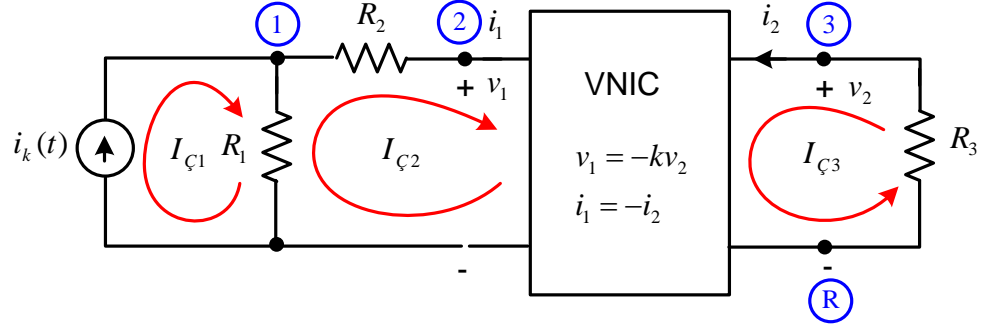
$$i_p(t) = 0$$

$$v_{d2}(t) - v_{d3}(t) = 0$$

Uygulama: Aşağıdaki şekildeki devrenin;

a.) Çevre denklemlerini yazınız.

b.) Düğüm denklemlerini yazınız.



a.) Çevre denklemleri

$$\begin{bmatrix} R_1 & -R_1 & 0 \\ -R_1 & R_1 + R_2 & 0 \\ 0 & 0 & R_3 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} I_{\text{Ç1}}(t) \\ I_{\text{Ç2}}(t) \\ I_{\text{Ç3}}(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -v_{ak}(t) \\ -v_1(t) \\ -v_2(t) \end{bmatrix} \quad \begin{aligned} I_{\text{Ç1}}(t) &= i_k(t) \\ v_1(t) &= -k \cdot v_2(t) \\ i_1 = -i_2 &\Rightarrow I_{\text{Ç2}} = -I_{\text{Ç3}} \end{aligned}$$

$$\begin{bmatrix} R_1 & -R_1 & 0 \\ -R_1 & R_1 + R_2 & 0 \\ 0 & 0 & R_3 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} I_k(t) \\ -I_{\text{Ç3}}(t) \\ I_{\text{Ç3}}(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -v_{ak}(t) \\ -v_1(t) \\ \frac{1}{k} v_1(t) \end{bmatrix}$$

b.) Düğüm denklemleri

$$\begin{bmatrix} G_1 + G_2 & -G_2 & 0 \\ -G_2 & G_2 & 0 \\ 0 & 0 & G_3 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} v_{d1}(t) \\ v_{d2}(t) \\ v_{d3}(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} i_k(t) \\ -i_1(t) \\ -i_2(t) \end{bmatrix} \quad \begin{aligned} v_1(t) &= -k \cdot v_2(t) \\ v_{d2}(t) &= -k \cdot v_{d3}(t) \\ i_1 &= -i_2 \end{aligned}$$

$$\begin{bmatrix} G_1 + G_2 & -G_2 & 0 \\ -G_2 & G_2 & 0 \\ 0 & 0 & G_3 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} v_{d1}(t) \\ -k \cdot v_{d3}(t) \\ v_{d3}(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} i_k(t) \\ -i_1(t) \\ i_1(t) \end{bmatrix}$$