Elektrik Devre Temelleri

2024-2025 Bahar Dönemi

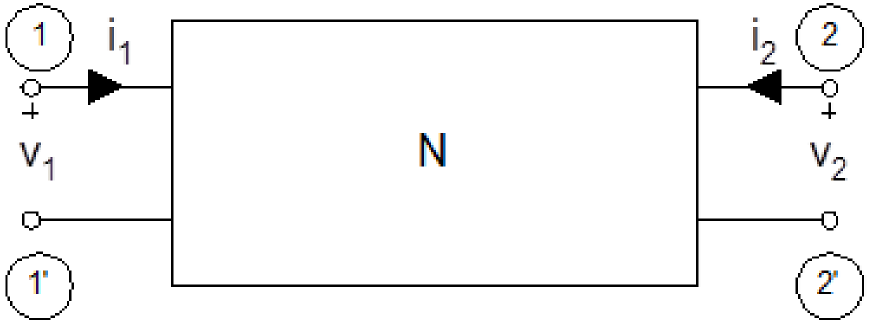
Hafta 12

9 Mayıs 2025

Sibel ÇİMEN

Umut Engin AYTEN

İKİ KAPILI DEVRELERDE DEVRE PARAMETRELERİ



$v_1 ve\ v_2$: Kapı gerilimleri.

$i_1 ve\ i_2$: Kapı akımları.

Devre parametreleri bulunacak olan iki kapılının içinde bağımsız kaynak bulunmamalıdır.

1. Açık Devre Parametreleri (Empedans Parametreleri / z-Parametreleri)

Kapı gerilimlerinin, kapı akımları cinsinden ifade edildiği parametrelerdir.

$$v_1 = z_{11} i_1 + z_{12} i_2$$

$$v_2 = z_{21} i_1 + z_{22} i_2$$

Matrisel şekilde gösterim:

$$\begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} z_{11} & z_{12} \\ z_{21} & z_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix}$$

$$[z_{ij}]$$

$z_{11} = \frac{v_1}{i_1}\Big|_{i_2=0}$ Birimi Ω'dur.

$z_{21} = \frac{v_2}{i_1}\Big|_{i_2=0}$ Birimi Ω'dur.

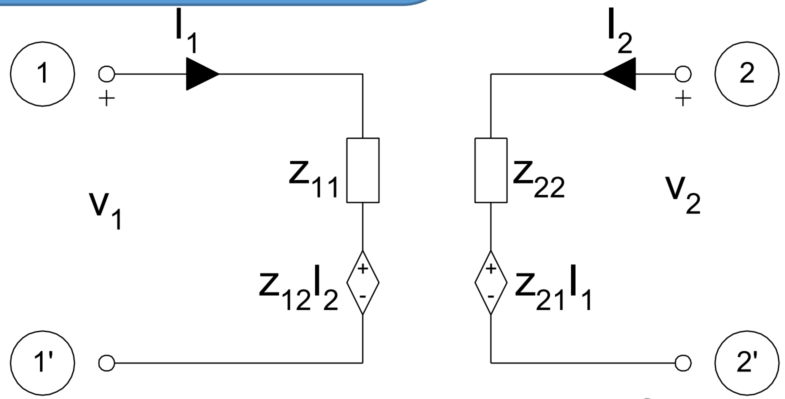
İkinci kapı açık devre yapılır.

$z_{12} = \frac{v_1}{i_2}\Big|_{i_1=0}$ Birimi Ω'dur.

$z_{22} = \frac{v_2}{i_2}\Big|_{i_1=0}$ Birimi Ω'dur.

Birinci kapı açık devre yapılır.

Eşdeğer Devresi



İKİ KAPILI DEVRELERDE DEVRE PARAMETRELERİ

2. Kısa Devre Parametreleri (Admitans Parametreleri / y-Parametreleri)

Kapı akımlarının, kapı gerilimleri cinsinden ifade edildiği parametrelerdir.

$$i_1 = y_{11}v_1 + y_{12}v_2$$

$$i_2 = y_{21}v_1 + y_{22}v_2$$

Matrisel şekilde gösterim:

$$\begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} \\ y_{21} & y_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix}$$

$$[y_{ij}]$$

$$y_{11} = \frac{i_1}{v_1}\Big|_{v_2=0}$$ Birimi S'dir.

$$y_{21} = \frac{i_2}{v_1}\Big|_{v_2=0}$$ Birimi S'dir.

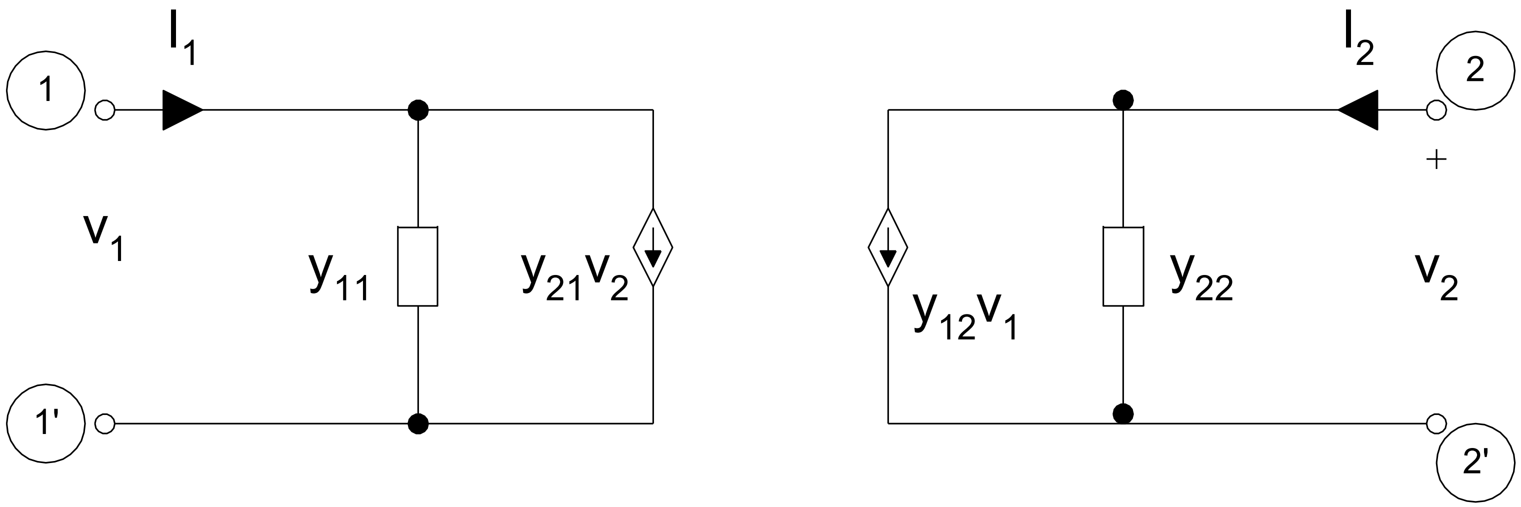
İkinci kapı kısa devre yapılır.

$$y_{12} = \frac{i_1}{v_2}\Big|_{v_1=0}$$ Birimi S'dir.

$$y_{22} = \frac{i_2}{v_2}\Big|_{v_1=0}$$ Birimi S'dir.

Birinci kapı kısa devre yapılır.

Eşdeğer Devresi



İKİ KAPILI DEVRELERDE DEVRE PARAMETRELERİ

3. Hibrid Parametreleri (Karma Parametreler / h-Parametreleri)

$$v_1 = h_{11}i_1 + h_{12}v_2$$

$$i_2 = h_{21}i_1 + h_{22}v_2$$

Matrisel şekilde gösterim:

$$\begin{bmatrix} v_1 \\ i_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ v_2 \end{bmatrix}$$

$$[h_{ij}]$$

$h_{11} = \frac{v_1}{i_1}\Big|_{v_2=0}$ Birimi Ω'dur.

$h_{12} = \frac{v_1}{v_2}\Big|_{i_1=0}$ Birimsizdir.

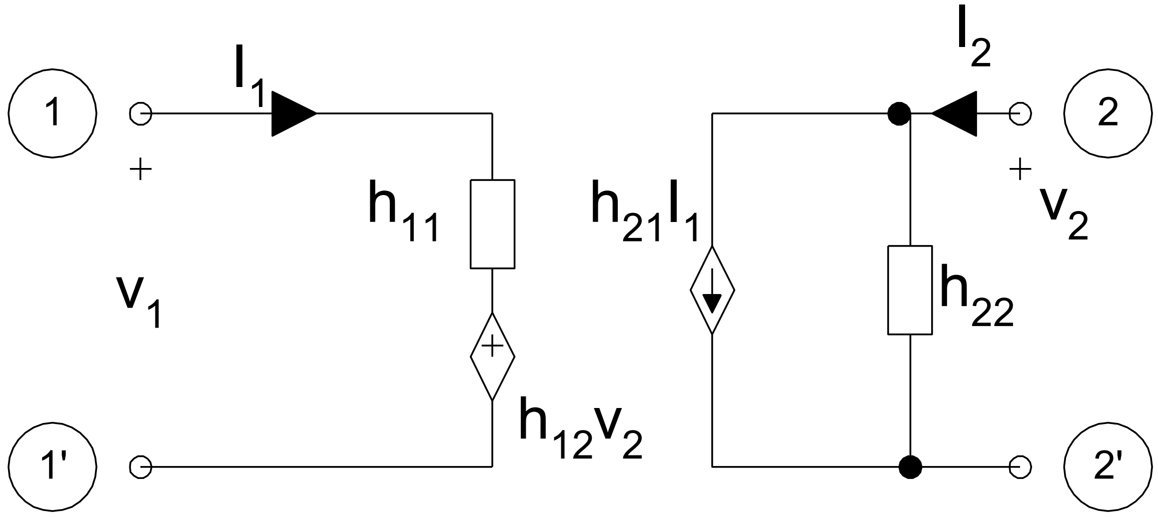
$h_{21} = \frac{i_2}{i_1}\Big|_{v_2=0}$ Birimsizdir.

$h_{22} = \frac{i_2}{v_2}\Big|_{i_1=0}$ Birimi S'dir.

İkinci kapı kısa devre yapılır.

Birinci kapı açık devre yapılır.

Eşdeğer Devresi



İKİ KAPILI DEVRELERDE DEVRE PARAMETRELERİ

4. Ters Hibrid Parametreleri (g-Parametreleri)

$$i_1 = g_{11}v_1 + g_{12}i_2$$

$$v_2 = g_{21}v_1 + g_{22}i_2$$

Matrisel şekilde gösterim:

$$\begin{bmatrix} i_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} \\ g_{21} & g_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ i_2 \end{bmatrix}$$

$$[g_{ij}]$$

$g_{11} = \frac{i_1}{v_1}\Big|_{i_2=0}$ Birimi S'dir.

$g_{21} = \frac{v_2}{v_1}\Big|_{i_2=0}$ Birimsizdir.

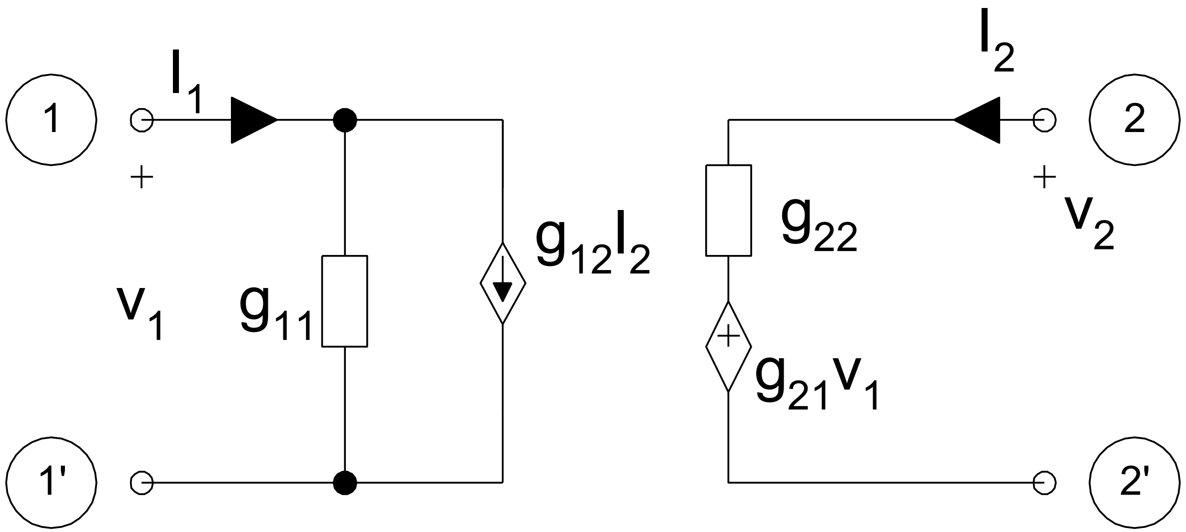
İkinci kapı açık devre yapılır.

$g_{12} = \frac{i_1}{i_2}\Big|_{v_1=0}$ Birimsizdir.

$g_{22} = \frac{v_2}{i_2}\Big|_{v_1=0}$ Birimi Ω'dur.

Birinci kapı kısa devre yapılır.

Eşdeğer Devresi



İKİ KAPILI DEVRELERDE DEVRE PARAMETRELERİ

5. Transmisyon Parametreleri (Kaskat Parametreleri / ABCD-Parametreleri)

$$v_1 = Av_2 + B(-i_2)$$

$$i_1 = Cv_2 + D(-i_2)$$

Matrisel şekilde gösterim:

$$\begin{bmatrix} v_1 \\ i_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_2 \\ -i_2 \end{bmatrix}$$

$$[ABCD]$$

$A = \frac{v_1}{v_2}\Big|_{-i_2=0}$ Birimsizdir.

$C = \frac{i_1}{v_2}\Big|_{-i_2=0}$ Birimsi S'dir.

İkinci kapı açık devre yapılır.

$B = \frac{v_1}{-i_2}\Big|_{v_2=0}$ Birimsizdir.

$D = \frac{i_1}{-i_2}\Big|_{v_2=0}$ Birimsizdir.

İkinci kapı kısa devre yapılır.

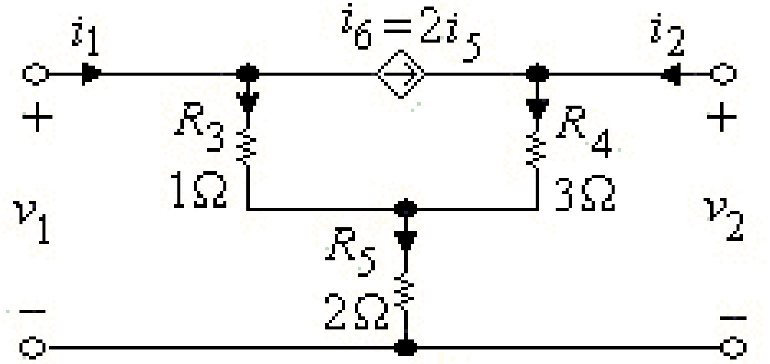
Eşdeğer Devresi Bulunmamaktadır.

İKİ KAPILI DEVRELERDE DEVRE PARAMETRELERİ

Yanda verilen iki kapılı devrenin

a) *h* parametrelerini hesaplayınız (20p).

b) *h*– parametresi eşdeğer devre modelini çiziniz (5p).



$$v_1 = h_{11} i_1 + h_{12} v_2$$

$$i_2 = h_{21} i_1 + h_{22} v_2$$

$h_{11} = \frac{v_1}{i_1}\Big|_{v_2=0}$ Birimi Ω'dur.

$h_{12} = \frac{v_1}{v_2}\Big|_{i_1=0}$ Birimsizdir.

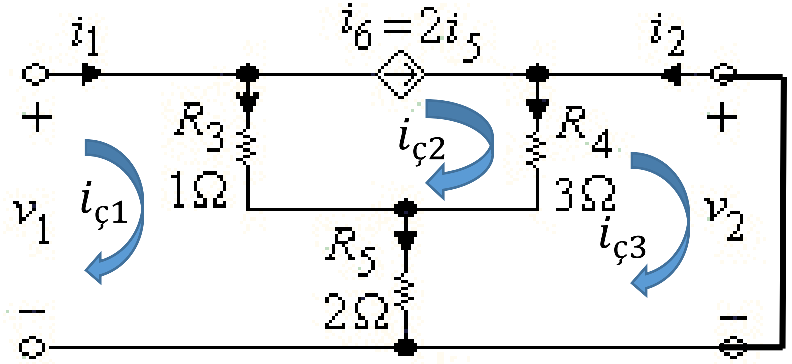
$h_{21} = \frac{i_2}{i_1}\Big|_{v_2=0}$ Birimsizdir.

$h_{22} = \frac{i_2}{v_2}\Big|_{i_1=0}$ Birimi S'dir.

İKİ KAPILI DEVRELERDE DEVRE PARAMETRELERİ

$$h_{11} = \frac{v_1}{i_1}\Big|_{v_2=0}$$

$$h_{21} = \frac{i_2}{i_1}\Big|_{v_2=0}$$



$v_2 = 0$ yapılır.

Çevre akımları yöntemi kullanalım.

$$\begin{bmatrix} 1+2 & -1 & -2 \\ -1 & 1+3 & -3 \\ -2 & -3 & 2+3 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} i_{ç1} \\ i_{ç2} \\ i_{ç3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_1 \\ -v_6 \\ 0 \end{bmatrix}$$

3. satırdan:

$$-2i_{ç1} - 3i_{ç2} + 5i_{ç3} = 0 \rightarrow i_{ç2} = \frac{6}{11} i_{ç1}$$

Ek denklem:

$$i_6 = 2i_5 \rightarrow i_{ç2} = 2(i_{ç1} - i_{ç3})$$

$$\downarrow$$

$$i_{ç3} = i_{ç1} - \frac{1}{2} i_{ç2}$$

$$i_{ç3} = \frac{8}{11} i_{ç1} \rightarrow -i_2 = \frac{8}{11} i_1 \rightarrow \boxed{h_{21} = \frac{i_2}{i_1}\Big|_{v_2=0} = -\frac{8}{11}}$$

1. satırdan:

$$3i_{ç1} - i_{ç2} - 2i_{ç3} = v_1$$

$$\downarrow$$

$$11i_{ç1} = 11v_1$$

$$i_{ç1} = i_1 \rightarrow 11i_1 = 11v_1$$

$$\boxed{h_{11} = \frac{v_1}{i_1}\Big|_{v_2=0} = 1\ \Omega}$$

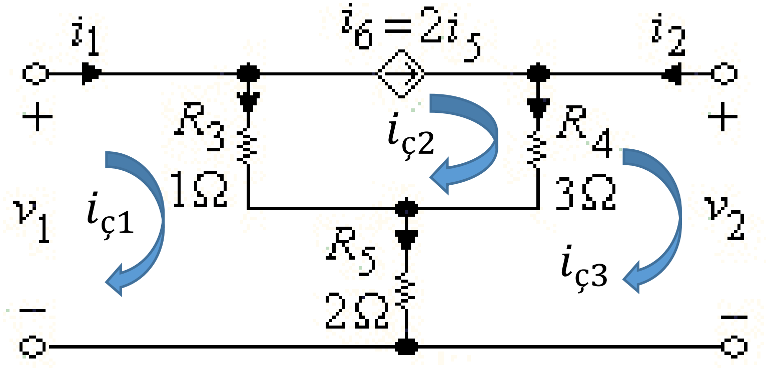
İKİ KAPILI DEVRELERDE DEVRE PARAMETRELERİ

$$h_{12} = \frac{v_1}{v_2}|_{i_1=0}$$

$$h_{22} = \frac{i_2}{v_2}|_{i_1=0}$$

$i_1 = 0$

Birinci kapı açık devre yapılır.



Çevre akımları yöntemi kullanalım.

$$\begin{bmatrix} 1+2 & -1 & -2 \\ -1 & 1+3 & -3 \\ -2 & -3 & 2+3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{ç1} \\ i_{ç2} \\ i_{ç3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_1 \\ -v_6 \\ -v_2 \end{bmatrix}$$

Ek denklem:

$i_6 = 2i_5$ ➔ $i_{ç2} = 2(i_{ç1} - i_{ç3})$

$i_1 = i_{ç1} = 0A$ ➔ $i_{ç2} = -2i_{ç3}$

$i_{ç2} = -2(-i_2)$

3. satırdan:

$$-2i_{ç1} - 3i_{ç2} + 5i_{ç3} = -v_2$$

$-3(2i_2) + 5(-i_2) = -v_2$ ➔ $11i_2 = v_2$

$$\boxed{h_{22} = \frac{i_2}{v_2}|_{i_1=0} = \frac{1}{11}\,S}$$

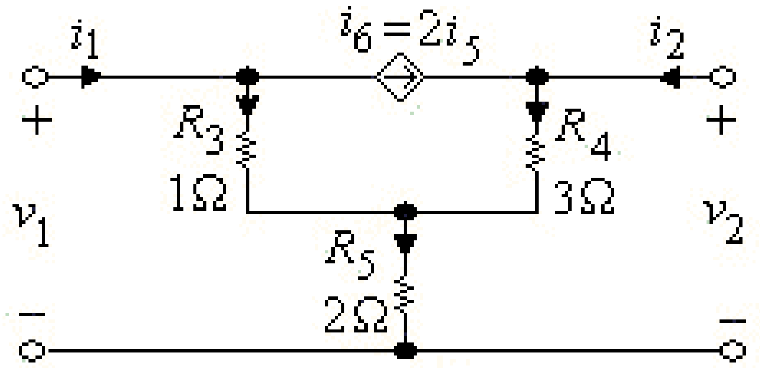
1. satırdan:

$$3i_{ç1} - i_{ç2} - 2i_{ç3} = v_1$$

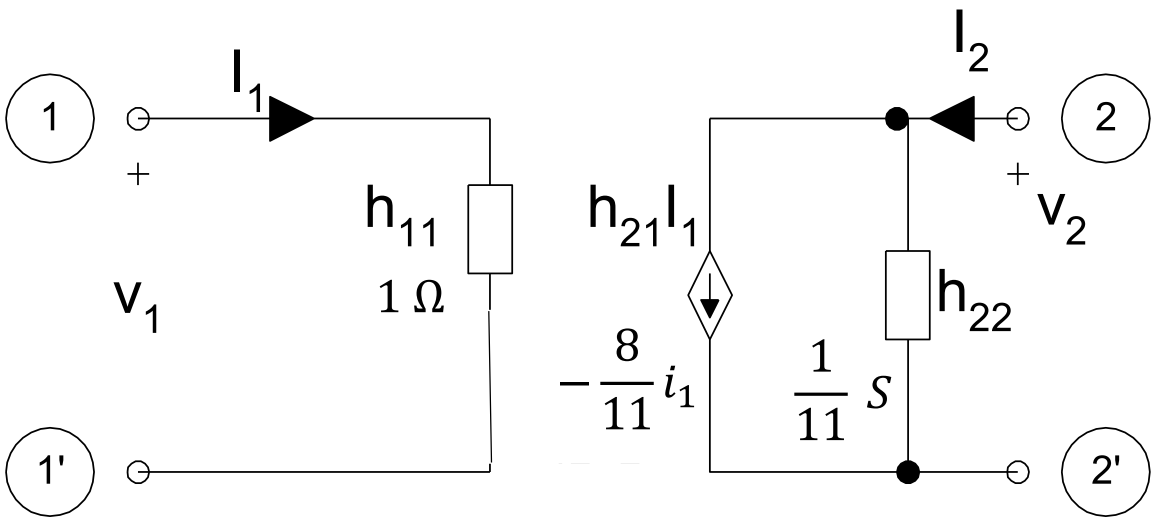
$$0 - (2i_2) - 2(-i_2) = v_1$$

$v_1 = 0$ ➔ $\boxed{h_{12} = \frac{v_1}{v_2}|_{i_1=0} = 0}$

İKİ KAPILI DEVRELERDE DEVRE PARAMETRELERİ



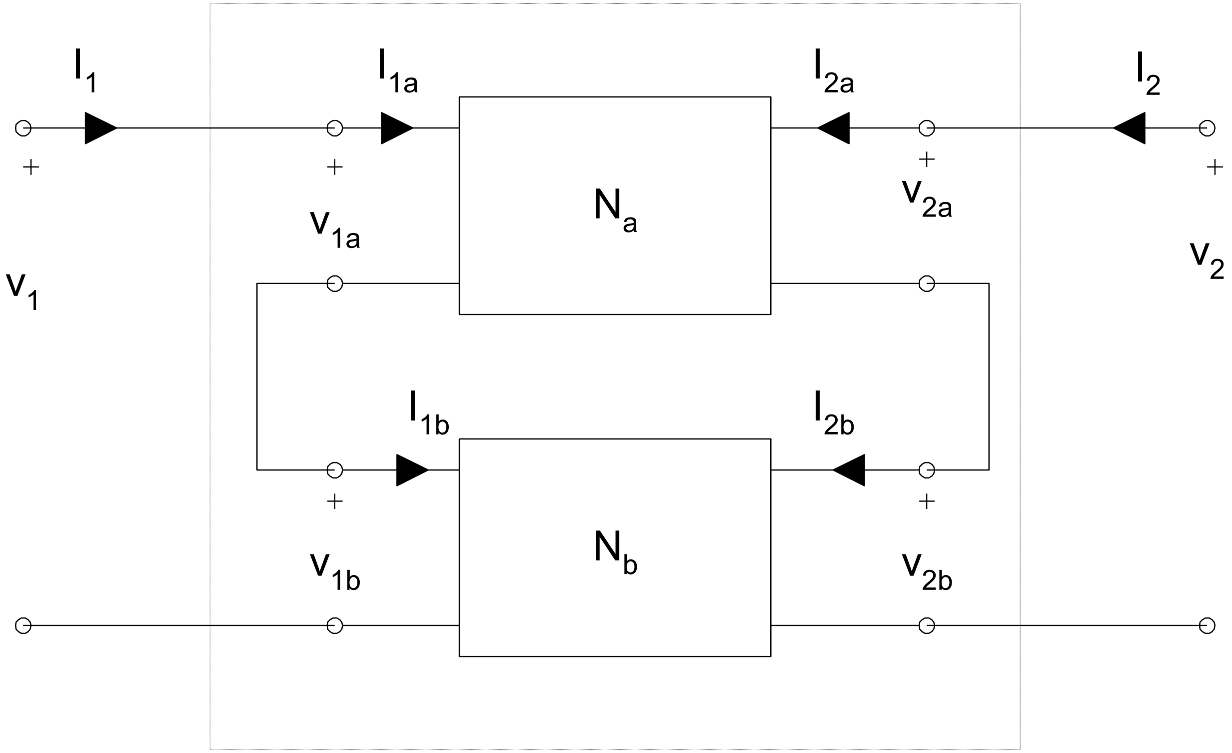
$\equiv$



İKİ KAPILI DEVRELERDE DEVRE PARAMETRELERİ

İKİ KAPILI DEVRELERİN ÇEŞİTLİ BAĞLANTI ŞEKİLLERİ

SERİ BAĞLANTI:



$$V_1 = V_{1a} + V_{1b}$$

$$V_2 = V_{2a} + V_{2b}$$

$$I_1 = I_{1a} = I_{1b}$$

$$I_2 = I_{2a} = I_{2b}$$

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_{1a} \\ V_{2a} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} V_{1b} \\ V_{2b} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} z_{11a} & z_{12a} \\ z_{21a} & z_{22a} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} z_{11b} & z_{12b} \\ z_{21b} & z_{22b} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} =$$

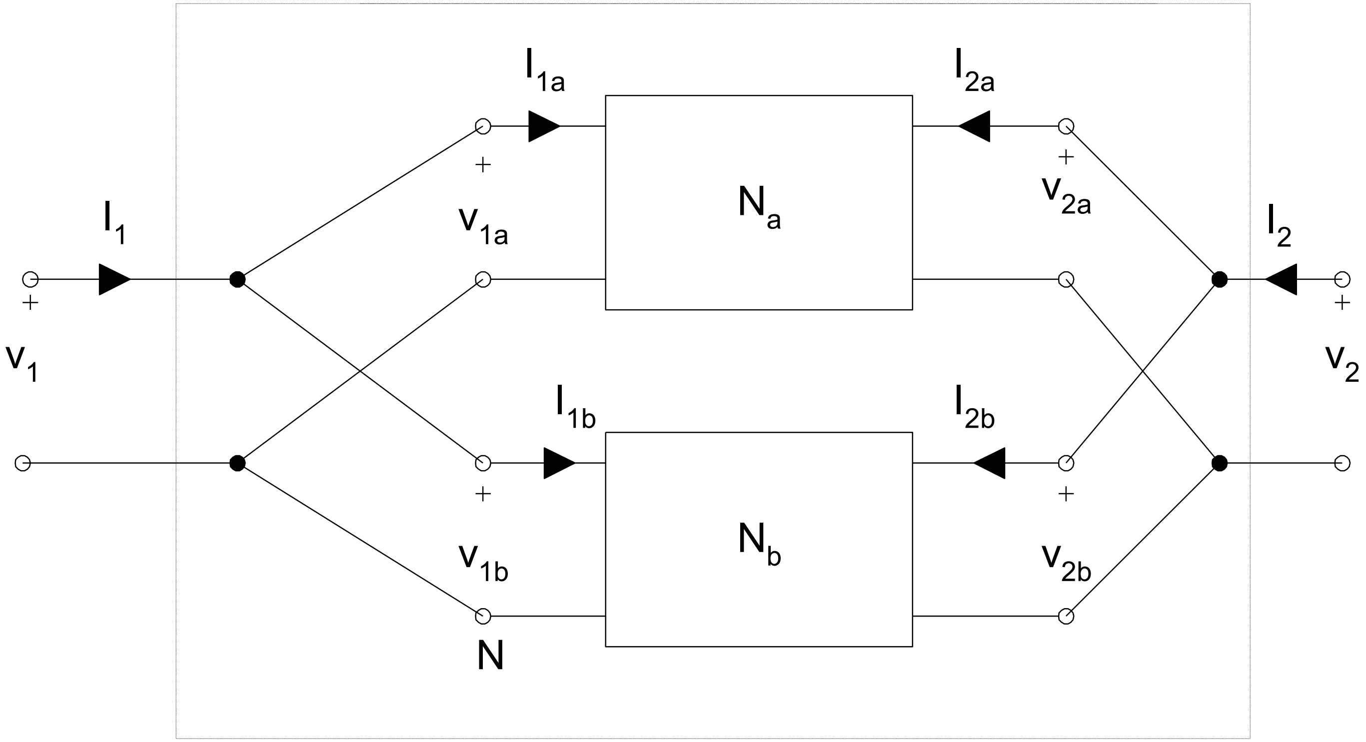
$$\begin{bmatrix} z_{11a} + z_{11b} & z_{12a} + z_{12b} \\ z_{21a} + z_{21b} & z_{22a} + z_{22b} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix}$$

$$\boxed{[z] = [z_a] + [z_b]}$$

İKİ KAPILI DEVRELERDE DEVRE PARAMETRELERİ

İKİ KAPILI DEVRELERİN ÇEŞİTLİ BAĞLANTI ŞEKİLLERİ

PARALEL BAĞLANTI:



$$I_1 = I_{1a} + I_{1b}$$

$$I_2 = I_{2a} + I_{2b}$$

$$V_1 = V_{1a} = V_{1b}$$

$$V_2 = V_{2a} = V_{2b}$$

$$\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_{1a} \\ I_{2a} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} I_{1b} \\ I_{2b} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_{11a} & y_{12a} \\ y_{21a} & y_{22a} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} y_{11b} & y_{12b} \\ y_{21b} & y_{22b} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix}$$

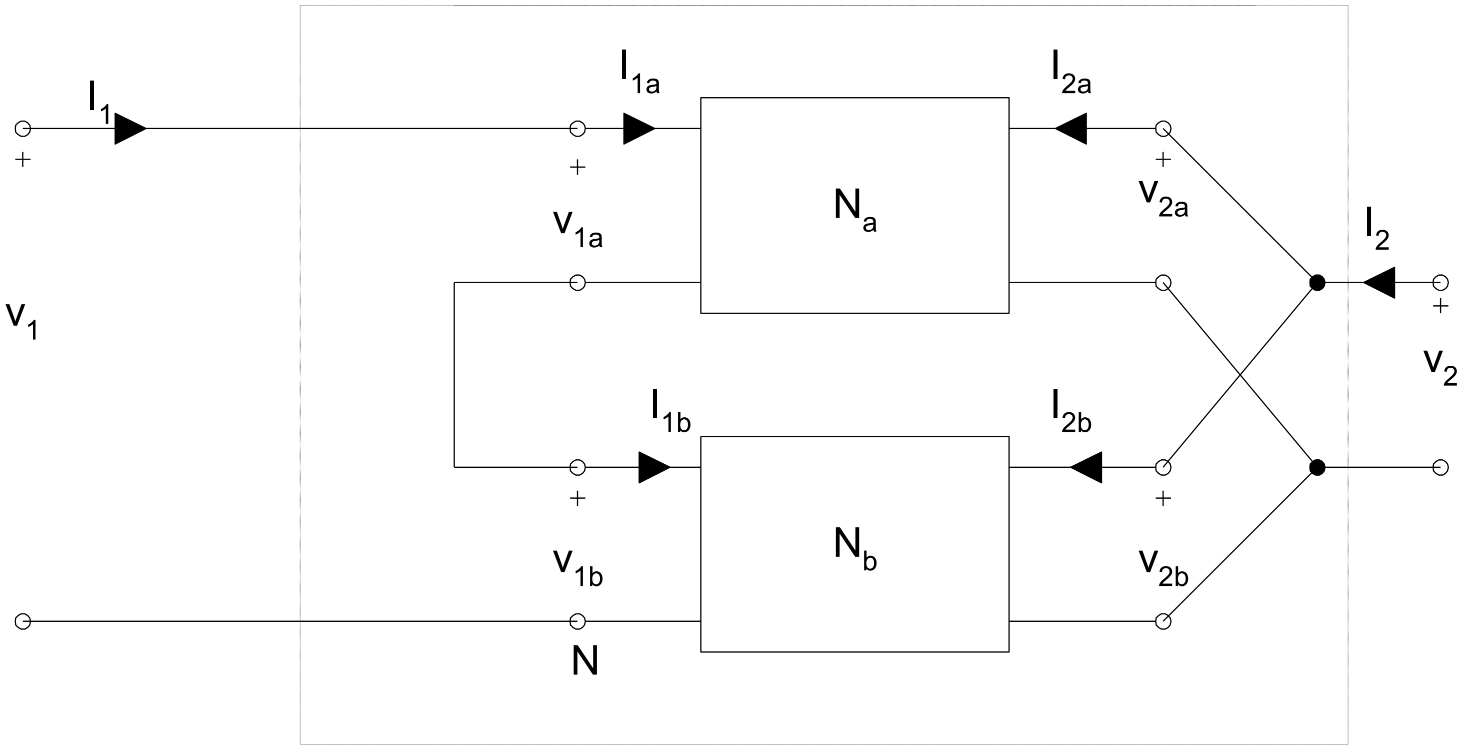
$$= \begin{bmatrix} y_{11a} + y_{11b} & y_{12a} + y_{12b} \\ y_{21a} + y_{21b} & y_{22a} + y_{22b} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix}$$

$$\left[y\right] = \left[y_a\right] + \left[y_b\right]$$

İKİ KAPILI DEVRELERDE DEVRE PARAMETRELERİ

İKİ KAPILI DEVRELERİN ÇEŞİTLİ BAĞLANTI ŞEKİLLERİ

SERİ-PARALEL BAĞLANTI:



$$V_1 = V_{1a} + V_{1b}$$

$$I_1 = I_{1a} = I_{1b}$$

$$I_1 = I_{2a} + I_{2b}$$

$$V_2 = V_{2a} = V_{2b}$$

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_{1a} \\ I_{2a} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} V_{1b} \\ I_{2b} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11a} & h_{12a} \\ h_{21a} & h_{22a} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ V_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} h_{11b} & h_{12b} \\ h_{21b} & h_{22b} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ V_2 \end{bmatrix}$$

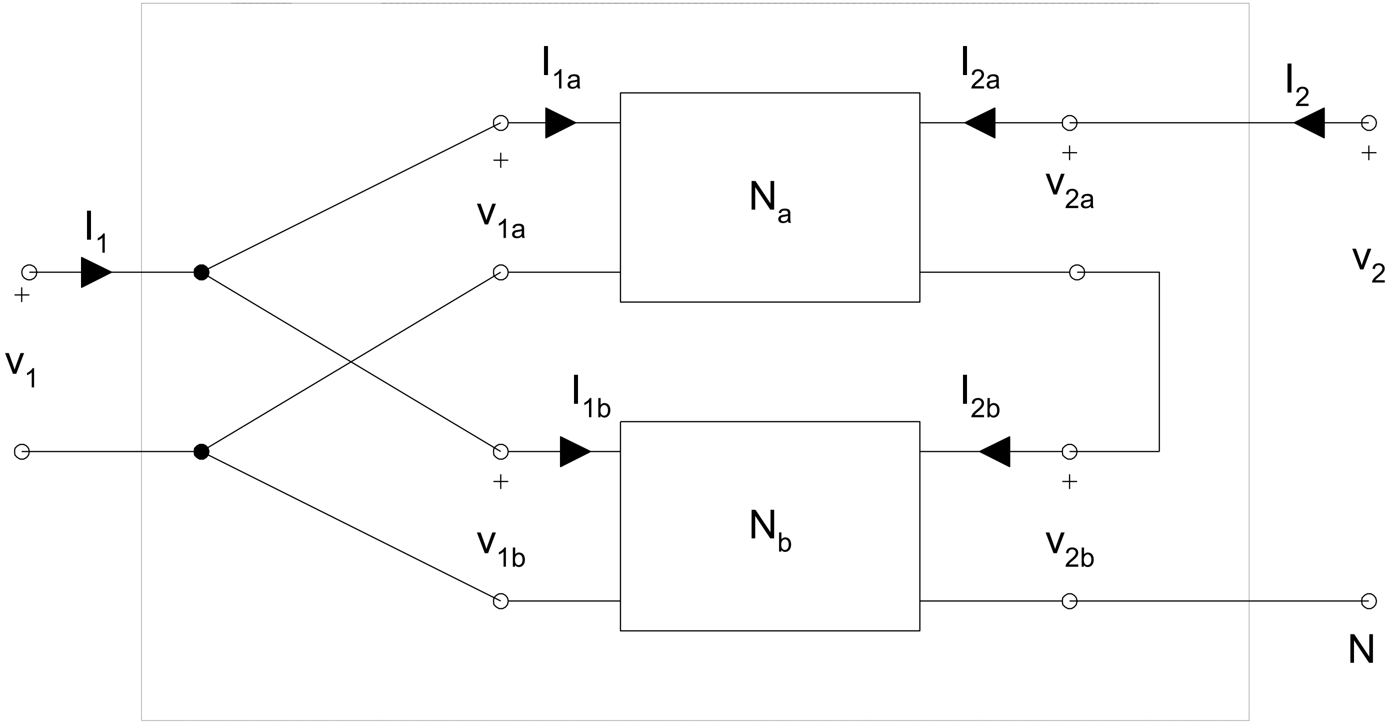
$$= \begin{bmatrix} h_{11a} + h_{11b} & h_{12a} + h_{12b} \\ h_{21a} + h_{21b} & h_{22a} + h_{22b} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ V_2 \end{bmatrix}$$

$$\boxed{[h] = [h_a] + [h_b]}$$

İKİ KAPILI DEVRELERDE DEVRE PARAMETRELERİ

İKİ KAPILI DEVRELERİN ÇEŞİTLİ BAĞLANTI ŞEKİLLERİ

PARALEL-SERİ BAĞLANTI:



$$I_1 = I_{1a} + I_{1b}$$

$$V_2 = V_{2a} + V_{2b}$$

$$V_1 = V_{1a} = V_{1b}$$

$$I_2 = I_{2a} = I_{2b}$$

$$\begin{bmatrix} I_1 \\ V_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_{1a} \\ V_{1a} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} I_{1b} \\ V_{1b} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} g_{11a} & g_{12a} \\ g_{21a} & g_{22a} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ I_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} g_{11b} & g_{12b} \\ g_{21b} & g_{22b} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ I_2 \end{bmatrix}$$

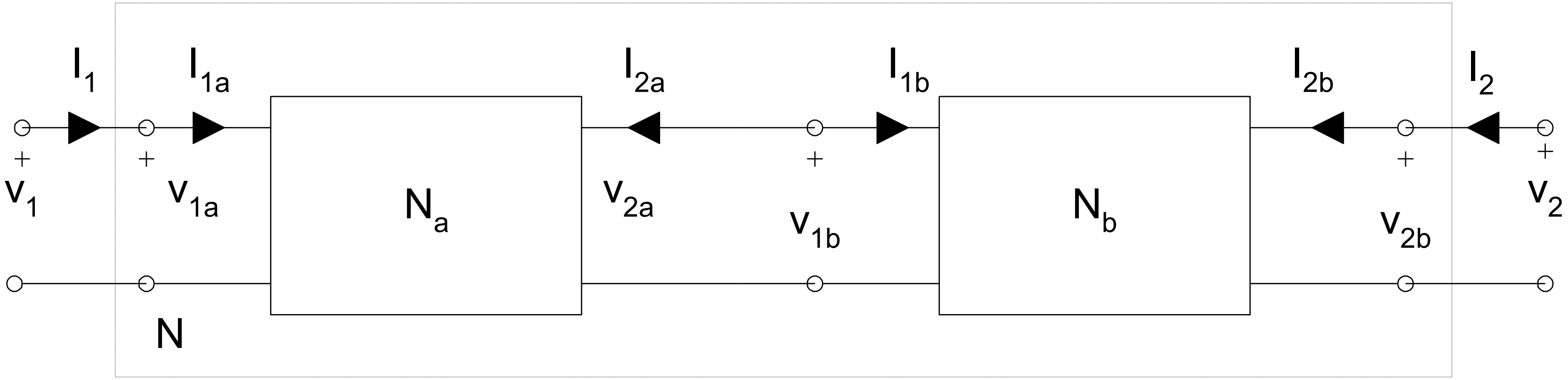
$$= \begin{bmatrix} g_{11a} + g_{11b} & g_{12a} + g_{12b} \\ g_{21a} + g_{21b} & g_{22a} + g_{22b} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ I_2 \end{bmatrix}$$

$$\boxed{[g] = [g_a] + [g_b]}$$

İKİ KAPILI DEVRELERDE DEVRE PARAMETRELERİ

İKİ KAPILI DEVRELERİN ÇEŞİTLİ BAĞLANTI ŞEKİLLERİ

ARD ARDA (KASKAD) BAĞLANTI:



$$I_1 = I_{1a}$$

$$V_1 = V_{1a}$$

$$V_{2a} = V_{1b}$$

$$-I_{2a} = I_{1b}$$

$$I_{2b} = I_2$$

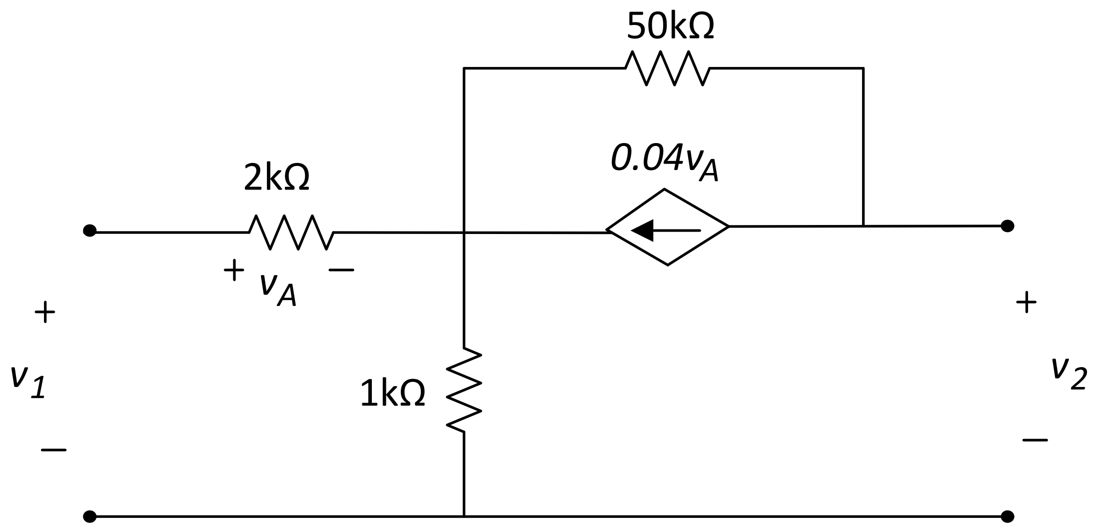
$$V_{2b} = V_2$$

$$\begin{bmatrix} V_{2a} \\ -I_{2a} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_{1b} \\ I_{1b} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_b & B_b \\ C_b & D_b \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_2 \\ -I_2 \end{bmatrix}$$

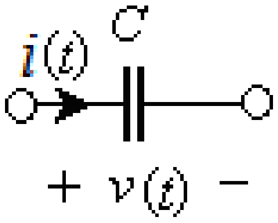
$$\begin{bmatrix} V_1 \\ I_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_a & B_a \\ C_a & D_a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{2a} \\ -I_{2a} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_a & B_a \\ C_a & D_a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A_b & B_b \\ C_b & D_b \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_2 \\ -I_2 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_a & B_a \\ C_a & D_a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A_b & B_b \\ C_b & D_b \end{bmatrix}$$

Örnek: z ve y parametrelerini bulunuz.



KAPASİTE ELEMANI



$$q(t) = Cv(t)$$

$$\frac{dq(t)}{dt} = C\frac{dv(t)}{dt}$$

$$\boxed{i(t) = C\frac{dv(t)}{dt}}$$

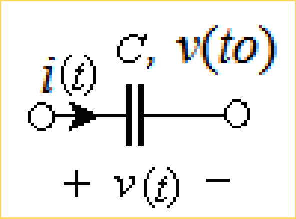
$$i(t) = C\frac{dv(t)}{dt}$$

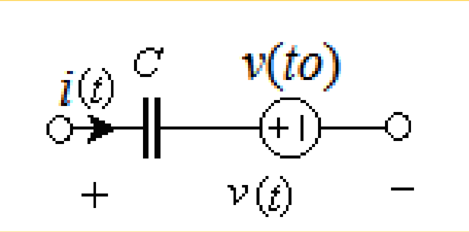
$$v(t) = \frac{1}{C}\int_{-\infty}^{t} i(\tau)d\tau = \frac{1}{C}\int_{-\infty}^{t_o} i(\tau)d\tau + \frac{1}{C}\int_{t_o}^{t} i(\tau)d\tau$$

$$\frac{1}{C}\int_{-\infty}^{t_o} i(\tau)d\tau = v(t_o)$$

Başlangıç değeri veya ilk koşul denir.

İlk koşullu kapasite elemanının sembolü, eşdeğer devresi;

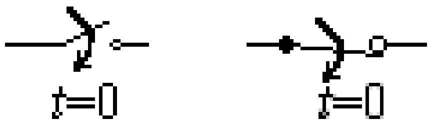




$$\boxed{v(t) = \frac{1}{C}\int_{t_o}^{t} i(\tau)d\tau + v(t_o)}$$

$$v(t) = \frac{1}{C}\int_{0}^{t} i(\tau)d\tau + v(0) \qquad v(t) = \frac{1}{C}\int_{0^-}^{t} i(\tau)d\tau + v(0^-)$$

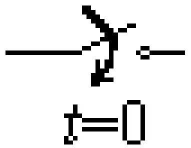
Anahtar Elemanı



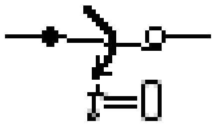
ε çok küçük bir reel sayı olmak üzere.

$0^- = 0 - \varepsilon$ Anahtar kapanmadan veya açılmadan hemen önceki an.

$0^+ = 0 + \varepsilon$ Anahtar kapanmadan veya açılmadan hemen sonraki an.



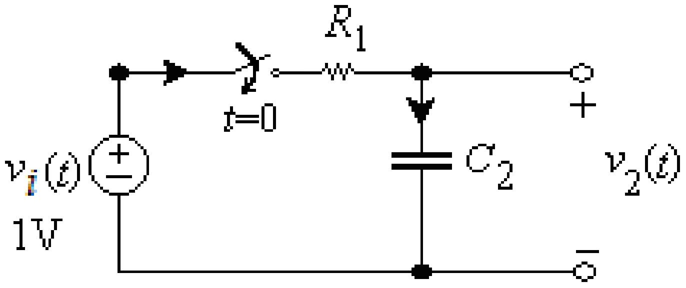
Anahtar -∞'dan 0^- saniyeye kadar açık durumda (açık devre elemanı) ve t=0s'de anahtar kapanıyor. $t = 0^+$ saniyeden sonra kapalı durumdadır (kısa devre elemanı).



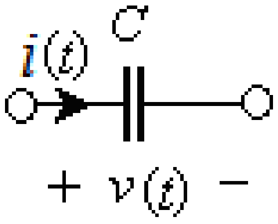
Anahtar -∞'dan 0^- saniyeye kadar kapalı durumda (kısa devre elemanı) ve t=0s'de anahtar açılmaktadır. $t = 0^+$ saniyeden sonra açık durumdadır (açık devre elemanı).

KAPASİTE ELEMANI

DC Şartlarda ve sürekli halde kapasite elemanının davranışı:



Anahtar t=0 saniyede kapalı konuma getirilmektedir. $V_i(t)$=1 V DC olduğuna göre çok uzun bir süre geçtikten sonra kapasite üzerindeki gerilim ($v_2(\infty)$) değeri ne olacaktır?

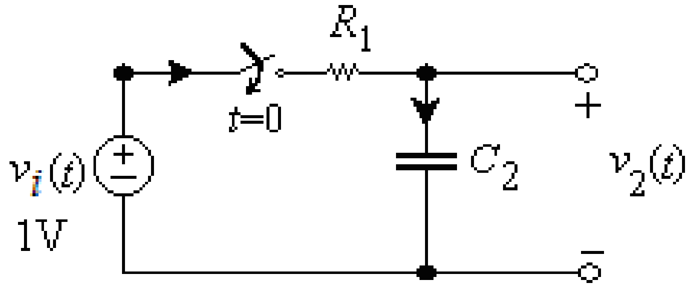


$$i(t) = C\frac{dv(t)}{dt}$$

$v(t)$ gerilim değeri DC şartlarda (zamana göre değişimi 0) sürekli olarak aynı sabit değerde olacaktır. Bu durumda $\frac{dv(t)}{dt} = 0$ olacaktır. Yani DC ve sürekli halde $i(t) = 0$ A olacaktır. Bu durumda kapasite elemanı açık devre elemanı gibi davranır.

DC Şartlarda ve sürekli halde

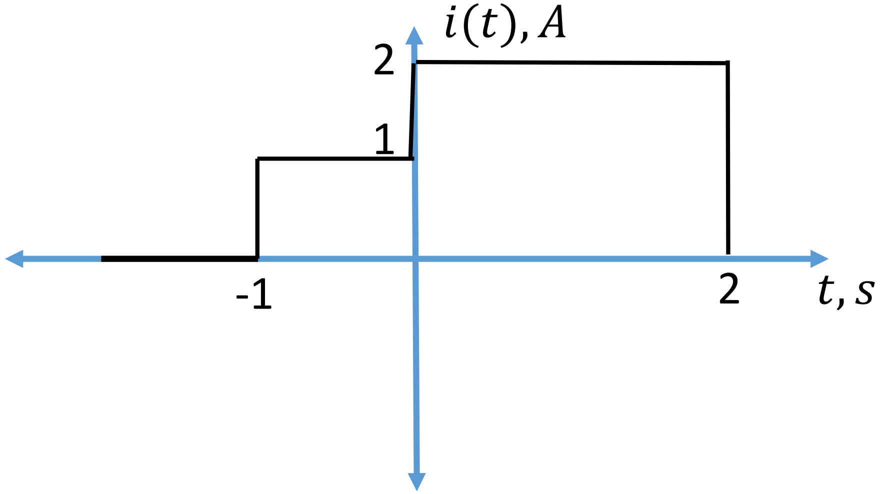
$i(t) = 0$ A olacaktır ve açık devre elemanı olarak davranacaktır.



Anahtar t=0 saniyede kapalı konuma getirildikten sonra kapasite üzerindeki gerilim değeri $v_2(\infty)$=1 V olur.

KAPASİTE ELEMANI

Ani değişimlerde kapasite elemanının davranışı:



Bu akım işareti C=1 F değerindeki bir kapasite elemanının üzerinden geçen akıma ait olsun.

$t = 0^{-}s$'deki kapasite üzerindeki gerilim değerini bulalım.

$$v(0^-) = \frac{1}{1}\int_{-\infty}^{-1} 0d\tau + \frac{1}{1}\int_{-1}^{0^-} 1d\tau = \tau|_{-1}^{0^-} = \left(0^- - (-1)\right) = 1\ V$$

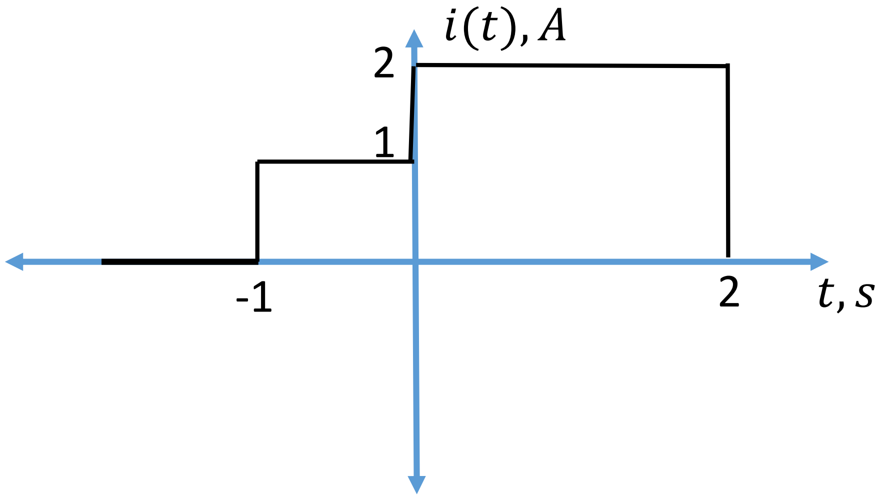
t=0 saniyede ani bir değişim var. $t = 0^+$ saniyede $v(0^+)$ değeri ne olacaktır?

$$v(0^+) = \frac{1}{C}\int_{-\infty}^{0^+} i(\tau)d\tau = \frac{1}{1}\int_{-\infty}^{0^-} i(\tau)d\tau + \frac{1}{1}\int_{0^-}^{0^+} i(\tau)d\tau$$

$$v(0^+) = v(0^-) + \frac{1}{1}\int_{0^-}^{0^+} i(\tau)d\tau$$

KAPASİTE ELEMANI

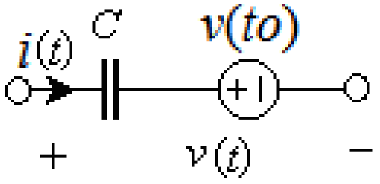
Ani değişimlerde kapasite elemanının davranışı:



$$v(0^+) = v(0^-) + \frac{1}{1}\int_{0^-}^{0^+} i(\tau)d\tau$$

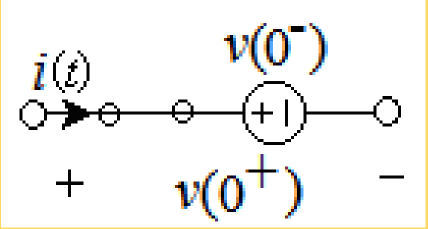
$$\int_{0^-}^{0^+} i(\tau)d\tau = ?$$

$i(\tau)$ akım ifadesi impuls fonksiyonu ve türevleri biçiminde <u>olmadığı</u> müddetçe $\int_{0^-}^{0^+} i(\tau)d\tau = 0$ olur.



➔

$t = 0^+ s$ için;



Bu durumda;

$\boxed{v(0^+) = v(0^-)}$ olur.

$$v(0^+) = v(0^-) = 1 \text{ V}$$

Kapasite elemanı ani değişimlerde kısa devre elemanı gibi davranır.

KAPASİTE ELEMANI

$i(\tau)$ akım ifadesi impuls fonksiyonu olursa;

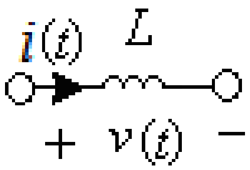
$$v(0^+) = v(0^-) + \frac{1}{1}\int_{0^-}^{0^+} i(\tau)d\tau$$

$$v(0^+) = v(0^-) + \frac{1}{1}\int_{0^-}^{0^+} \delta(\tau)d\tau$$

$v(0^+) = v(0^-) + 1$ Olur. Yani;

$$v(0^+) \neq v(0^-)$$

ENDÜKTANS ELEMANI

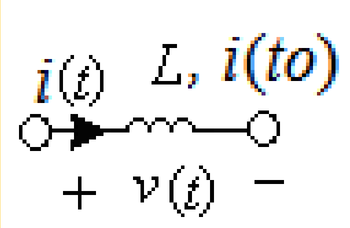


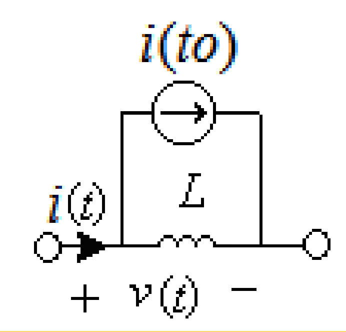
$$\emptyset(t) = Li(t)$$

$$\frac{d\emptyset(t)}{dt} = L\frac{di(t)}{dt}$$

$$\boxed{v(t) = L\frac{di(t)}{dt}}$$

İlk koşullu endüktans elemanının sembolü, eşdeğer devresi;





$$v(t) = L\frac{di(t)}{dt}$$

$$i(t) = \frac{1}{L}\int_{-\infty}^{t} v(\tau)d\tau = \frac{1}{L}\int_{-\infty}^{t_o} v(\tau)d\tau + \frac{1}{L}\int_{t_o}^{t} v(\tau)d\tau$$

$$\frac{1}{L}\int_{-\infty}^{t_o} v(\tau)d\tau = i(t_o)$$

Başlangıç değeri veya ilk koşul denir.

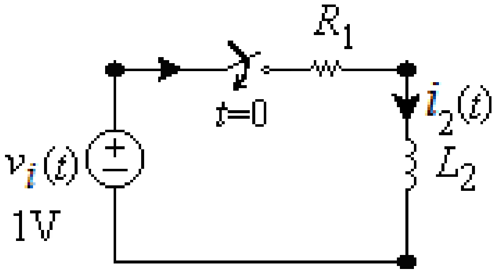
$$\boxed{i(t) = \frac{1}{L}\int_{t_o}^{t} v(\tau)d\tau + i(t_o)}$$

$$i(t) = \frac{1}{L}\int_{0}^{t} v(\tau)d\tau + i(0)$$

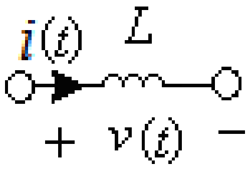
$$i(t) = \frac{1}{L}\int_{0^-}^{t} v(\tau)d\tau + i(0^-)$$

ENDÜKTANS ELEMANI

DC Şartlarda ve sürekli halde endüktans elemanının davranışı:



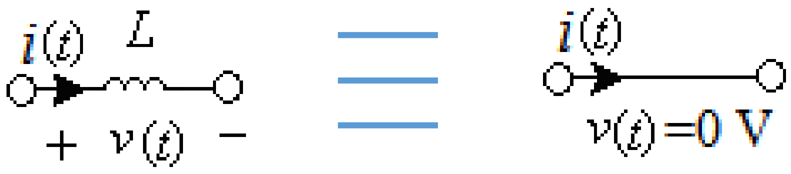
Anahtar t=0 saniyede kapalı konuma getirilmektedir. V_i(t)=1 V DC olduğuna göre çok uzun bir süre geçtikten sonra endüktans elemanı üzerindeki akım ($i_2(\infty)$) değeri ne olacaktır?



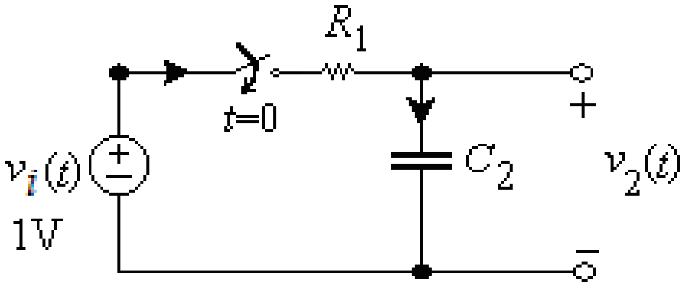
$$v(t) = L\frac{di(t)}{dt}$$

$i(t)$ gerilim değeri DC şartlarda (zamana göre değişimi 0) sürekli olarak aynı sabit değerde olacaktır. Bu durumda $\frac{di(t)}{dt} = 0$ olacaktır. Yani DC ve sürekli halde $\mathrm{v}(t) = 0$ V olacaktır. Bu durumda endüktans elemanı kısa devre elemanı gibi davranır.

DC Şartlarda ve sürekli halde



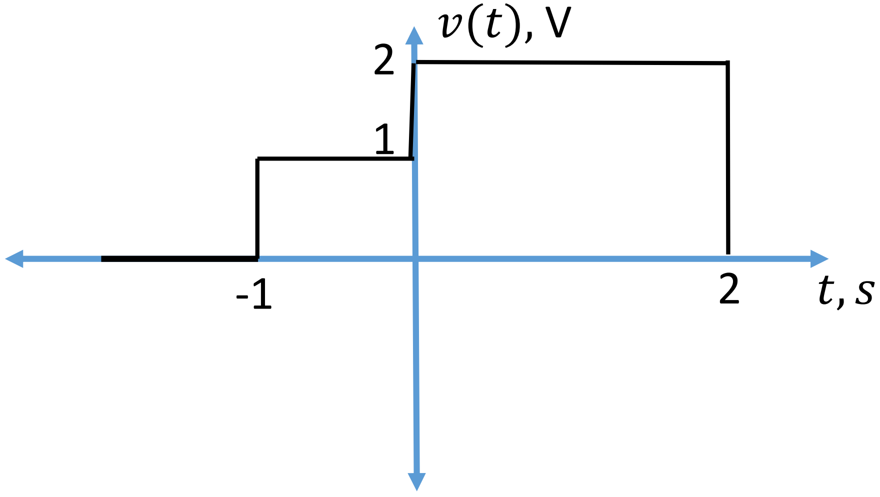
$\mathrm{v}(t) = 0$ V olacaktır ve kısa devre elemanı olarak davranacaktır.



Anahtar t=0 saniyede kapalı konuma getirildikten sonra kapasite üzerindeki gerilim değeri $v_2(\infty)$=1 V olur.

ENDÜKTANS ELEMANI

Ani değişimlerde endüktans elemanının davranışı:



Bu gerilim işareti L=1 H değerindeki bir <u>endüktans elemanının</u> üzerindeki gerilim değişimi olsun.

$t = 0^{-}s$'deki endüktans elemanı üzerinden geçen akımın değerini bulalım.

$$i(0^{-}) = \frac{1}{1}\int_{-\infty}^{-1} 0 d\tau + \frac{1}{1}\int_{-1}^{0^{-}} 1 d\tau = \tau|_{-1}^{0^{-}} = \left(0^{-} - (-1)\right) = 1\ A$$

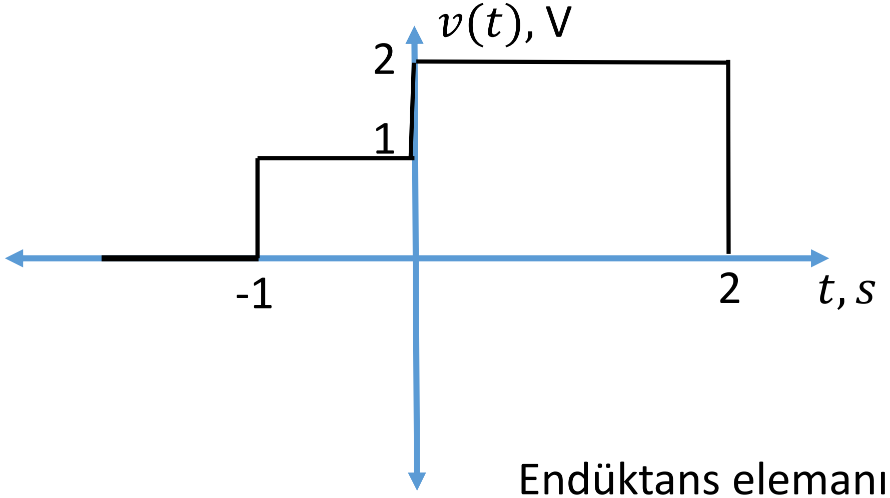
t=0 saniyede ani bir değişim var. $t = 0^{+}$ saniyede $\mathrm{i}(0^{+})$ değeri ne olacaktır?

$$i(0^{+}) = \frac{1}{L}\int_{-\infty}^{0^{+}} v(\tau)d\tau = \frac{1}{1}\int_{-\infty}^{0^{-}} v(\tau)d\tau + \frac{1}{1}\int_{0^{-}}^{0^{+}} v(\tau)d\tau$$

$$i(0^{+}) = i(0^{-}) + \frac{1}{1}\int_{0^{-}}^{0^{+}} v(\tau)d\tau$$

ENDÜKTANS ELEMANI

Ani değişimlerde endüktans elemanının davranışı:

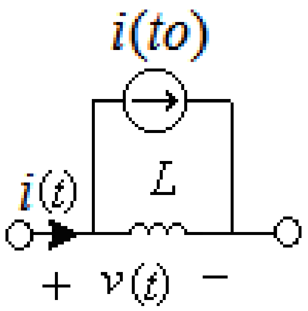


$$i(0^+) = i(0^-) + \frac{1}{1}\int_{0^-}^{0^+} v(\tau)d\tau$$

$$\int_{0^-}^{0^+} v(\tau)d\tau = ?$$

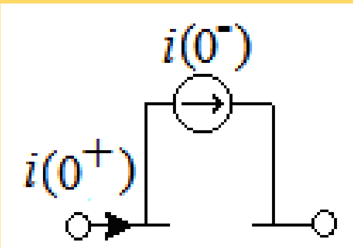
$v(\tau)$ gerilim ifadesi impuls fonksiyonu ve türevleri biçiminde <u>olmadığı</u> müddetçe $\int_{0^-}^{0^+} v(\tau)d\tau = 0$ olur.

Endüktans elemanı ani değişimlerde açık devre elemanı gibi davranır.



➔

$t = 0^+ s$ için;



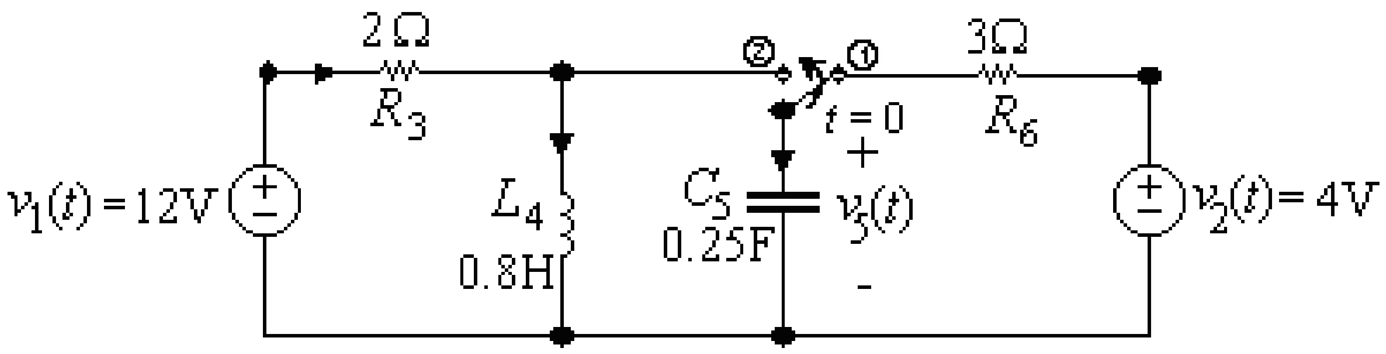
Bu durumda;

$\boxed{i(0^+) = i(0^-)}$ olur.

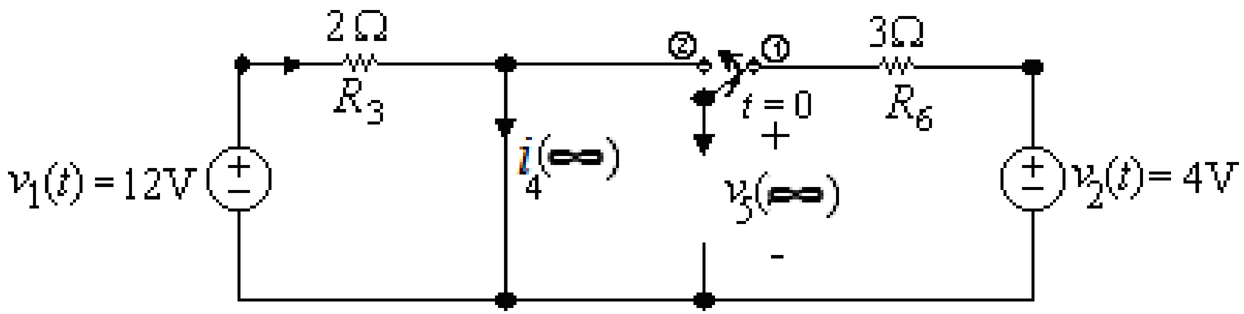
$i(0^+) = i(0^-) = 1$ A

1. Yanda verilen devrede anahtar uzun süre ① konumunda kalmış ve t=0 anında ② konumuna getirilmiştir.

a) Dinamik elemanların $v_5(0^-)$ ve $i_4(0^-)$ başlangıç değerlerini bulunuz. Anahtarlar konum değiştirdikten sonra t=0$^+$ için devrenin eşdeğerini çiziniz. $v_5(0^+)$, $v_3(0^+)$ ve $i_4(0^+)$ değerlerini bulunuz.



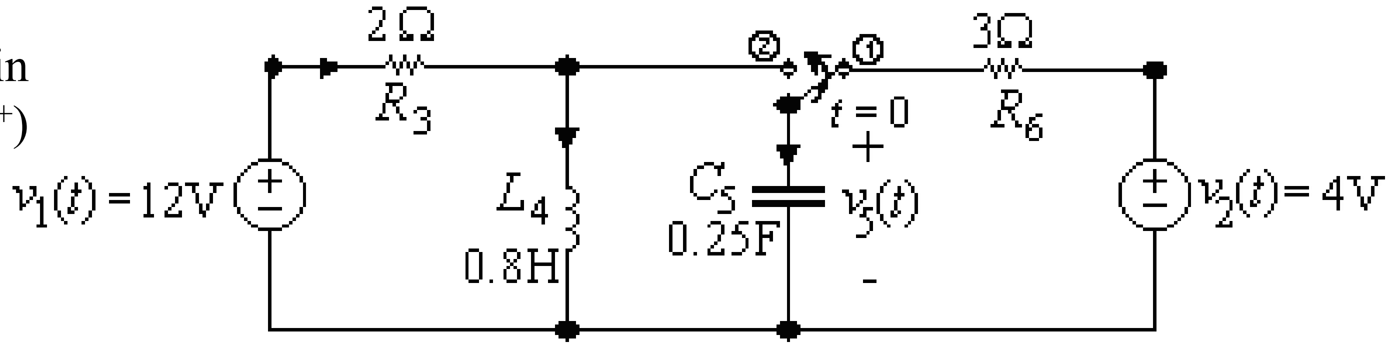
-∞<t≤0$^-$ saniye aralığı için (DC şartlarda uzun süre geçmiş) eşdeğer devre (anahtar 1 konumuda);



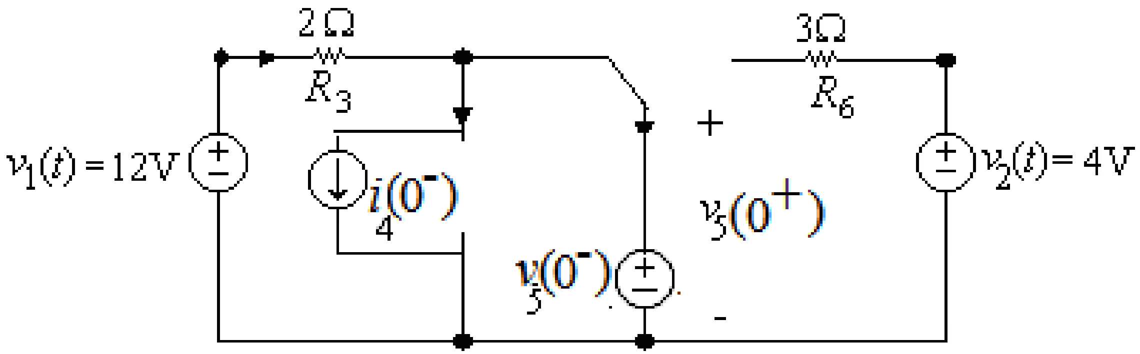
$$i_4(\infty) = \frac{12}{2} = 6\ A \rightarrow \boxed{i_4(0^-) = i_4(\infty) = 6\ A}$$

$$\boxed{v_5(0^-) = v_5(\infty) = 4\ \text{V}}$$

Anahtarlar konum değiştirdikten sonra t=0[+] için devrenin eşdeğerini çiziniz. $v_5(0^+)$, $v_3(0^+)$ ve $i_4(0^+)$ değerlerini bulunuz.



$t = 0^+ saniye$ için eşdeğer devre (anahtar 2 konumunda):



$$i_4(0^+) = i_4(0^-) = 6\ A$$

$$v_5(0^+) = v_5(0^-) = 4\ V$$