# BİR ENERJİ DEPOLAMA ELEMANLI SABİT BAĞIMSIZ KAYNAKLI DEVRELERİN ANALİZİ

## ADIM ADIM YAKLAŞIM

BU YAKLAŞIM ÇÖZÜMÜN BİLİNEN FORMUNA DAYANIR, ANCAK TEMEL DEVRE ANALİZ ARAÇLARI KULLANILARAK $K_1, K_2, \tau$ SABİTLERİ BULUNUR.

$$x(t) = K_1 + K_2 e^{-\frac{t}{\tau}}, t > 0$$

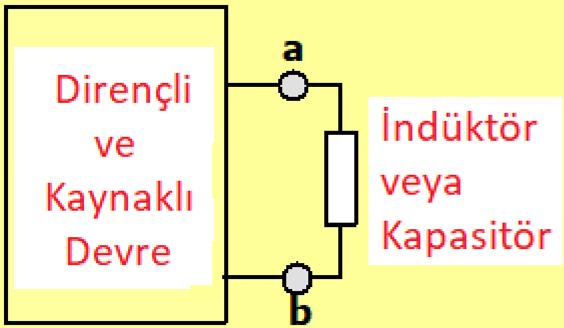
$K_1$ : ilgili degiskenin kalici durum degeridir ve devre kalici durumda analiz edilerek bulunabilir

$x(0+)$ : baslangic sartidir ve $K_1, K_2$ sabitlerini hesaplamak icin ikinci denklemi saglar

$\tau$ : zaman sabitidir ve depolama elemani uclarina göre Thevenin esdegerinden belirlenebilir

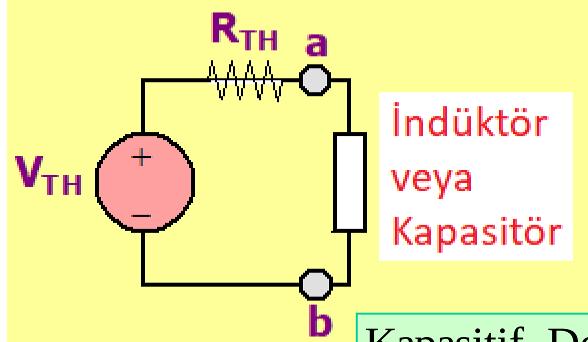
# TEK DEPOLAMA ELEMANLI DEVRE

## Zaman sabitinin elde edilmesi: Genel Yaklaşım



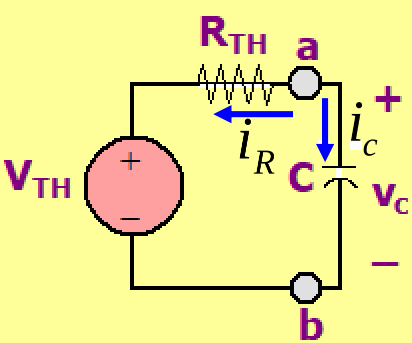

Tek depolama elemanlı devrenin temsili

Thevenin




Kapasitif Devre $\tau = R_{TH}C$

Indüktif Devre $\tau = \dfrac{L}{R_{TH}}$




**Durum 1.1**

Kapasitör uçlarındaki gerilim

**Düğüm a'ya KAK**

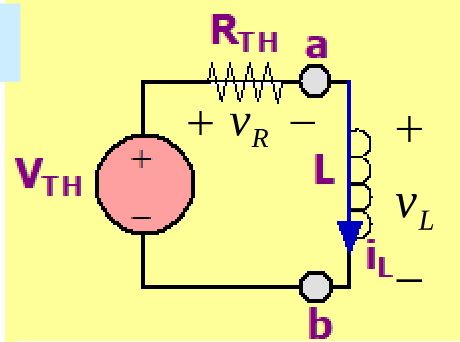
$$i_c + i_R = 0$$

$$i_c = C\frac{dv_C}{dt}$$

$$i_R = \frac{v_C - v_{TH}}{R_{TH}}$$

$$C\frac{dv_C}{dt} + \frac{v_C - v_{TH}}{R_{TH}} = 0$$

$$R_{TH}C\frac{dv_C}{dt} + v_C = v_{TH}$$




**Durum 1.2**

İndüktörden geçen akım

**KGK KULLAN**

$$v_R + v_L = v_{TH}$$

$$v_R = R_{TH}i_L$$

$$v_L = L\frac{di_L}{dt}$$

$$L\frac{di_L}{dt} + R_{TH}i_L = v_{TH}$$

$$\left(\frac{L}{R_{TH}}\right)\frac{di_L}{dt} + i_L = \frac{v_{TH}}{R_{TH}} = i_{SC}$$

ADIMLAR

ADIM 1. ÇÖZÜMÜN BİÇİMİ

$$x(t) = K_1 + K_2 e^{-\frac{t}{\tau}}, t > 0$$

$$K_1 = x(\infty);\ K_1 + K_2 = x(0+)$$

$x(0+)$'i belirleyin

ADIM 2: ANAHTARLAMADAN ÖNCE KALICI DURUMDA DEVREYİ ÇİZİN VE KAPASİTÖR GERİLİMİNİ VEYA İNDÜKTÖR AKIMINI BELİRLEYİN.

ADIM 3: DEVREYİ t=(0+) 'DA ÇİZİN, KAPASİTÖR BİR GERİLİM KAYNAĞI OLARAK, İNDÜKTÖR BİR AKIM KAYNAĞI OLARAK DAVRANIR. t = (0+)'DA İLGİLİ DEĞİŞKEN DEĞERİNİ BELİRLEYİN.

$x(\infty)$'i belirleyin

ADIM 4: ANAHTARLAMADAN SONRA DEVREYİ KALICI DURUMDA ÇİZİN VE İLGİLİ DEĞİŞKENİ KALICI DURUMDA BELİRLEYİN

ADIM 5: ZAMAN SABİTİNİ BELİRLEYİN.

$\tau = R_{TH} C$ tek kapasitörlü devre

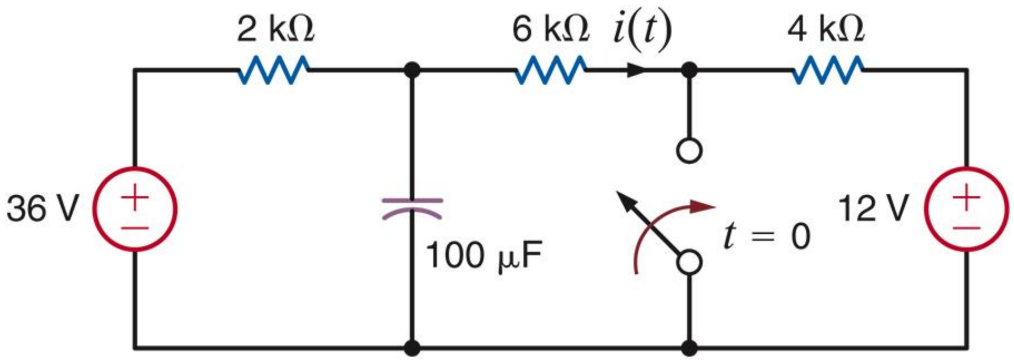
$\tau = \frac{L}{R_{TH}}$ tek indüktörlü devre

ADIM 6: K1, K2 SABİTLERİNİ BELİRLEYİN

$$K_1 = x(\infty),\quad K_1 + K_2 = x(0+)$$

ÖRNEK

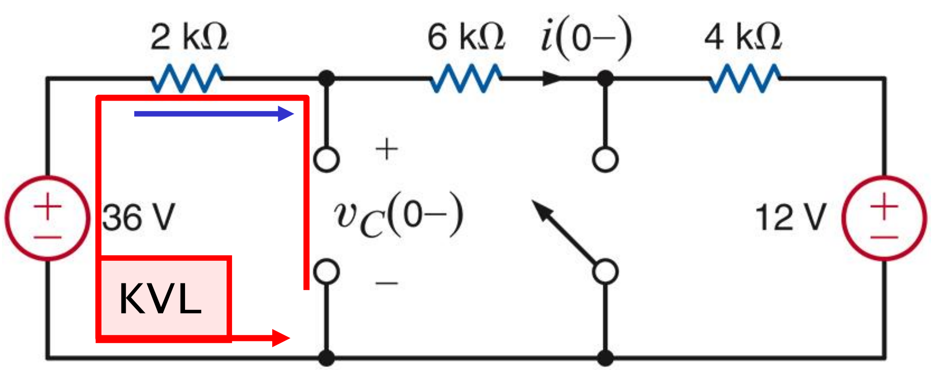
$t > 0$ için $i(t)$'yi bulun




ADIM 1: $i(t) = K_1 + K_2 e^{-\frac{t}{\tau}}, t > 0$

ADIM 2 : Kapasitör uclarindak i baslangic gerilimi

ANAHTARLAMADAN ÖNCE DEVREYİ KALICI DURUMDA KULLANIN



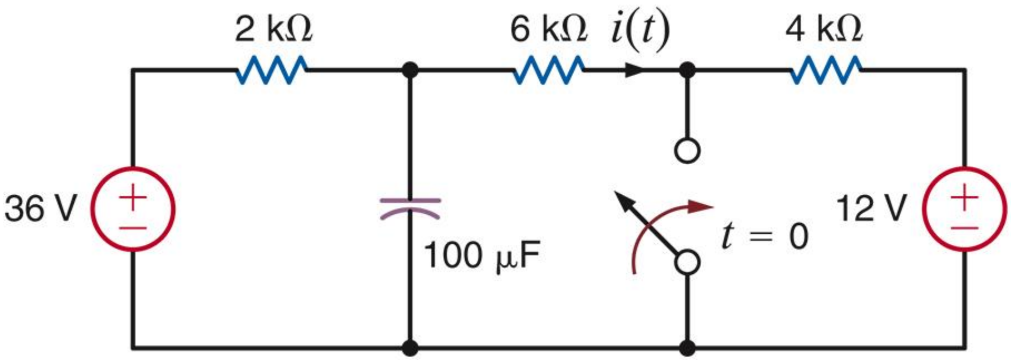

$$i = \frac{36-12}{(2+6+4)k\Omega} = \frac{24V}{12k\Omega} = 2mA = i(0-)$$

$$v_c(0-) = 36V - (2mA)(2k) = 32[V]$$

$$v_C(0+) = v_c(0-)$$

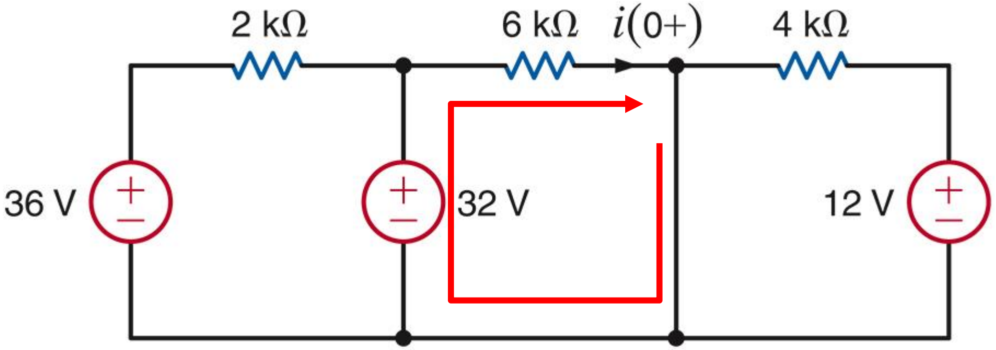
ÖRNEK - devam

$t > 0$ için $\boldsymbol{i}(\boldsymbol{t})$'yi bulun




ADIM 3: $\boldsymbol{i}(0+)$'yi belirleyin

t=(0+)'DA GEÇERLİ DEVREYİ KULLANIN.
KAPASİTÖR KAYNAK OLARAK DAVRANIR




$$\boldsymbol{i}(0+) = \frac{32\boldsymbol{V}}{6\boldsymbol{k}} = \frac{16}{3}\boldsymbol{mA}$$

<u>INDÜKTİF DEVRELER İÇİN NOTLAR</u>

(1)ADIM 2'DE İNDÜKTÖR BAŞLANGIÇ AKIMINI BELİRLEYİN

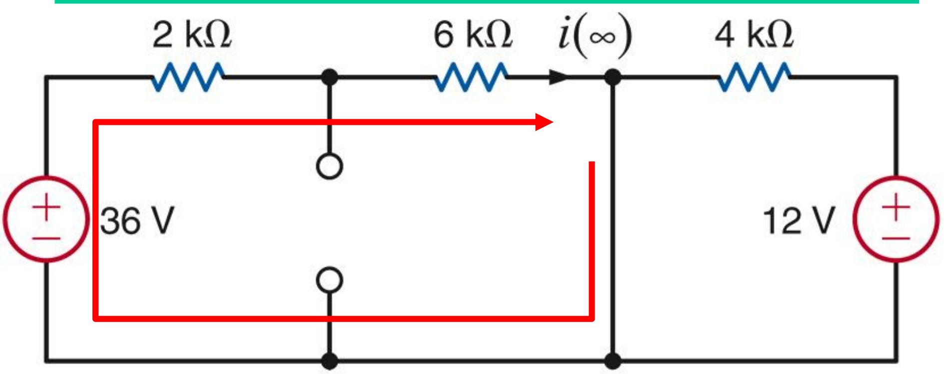
(2)t=(0+)'DAKİ DEVREDE, İNDÜKTÖRÜ BİR AKIM KAYNAĞI İLE DEĞİŞTİRİN

ÖRNEK - devam

$t > 0$ için $i(t)$'yi bulun

ADIM 4: $i(\infty)$'yi belirleyin

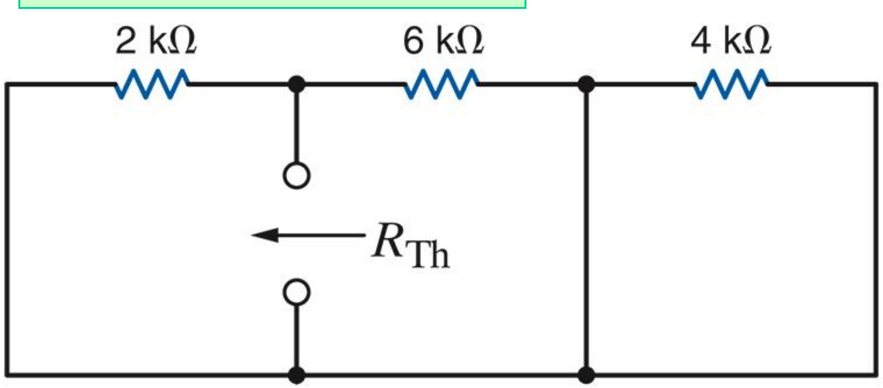
ANAHTARLAMADAN SONRA DEVREYİ KALICI DURUMDA KULLANIN




$$i(\infty) = \frac{36}{2k + 6k} = \frac{36}{8k} = \frac{9}{2} mA$$

ADIM 5: Zaman sabitini belirleyin

Kapasitif devre: $\tau = R_{TH} C$




$R_{TH} = 2k \,||\, 6k = 1.5k\Omega$ $\quad C = 100\mu F$

$\tau = (1.5 \times 10^3 \Omega)(100 \times 10^{-6} F) = 0.15s$

ÖRNEK - devam

$t > 0$ için $i(t)$'yi bulun

# ADIM 6: $K_1, K_2$'yi belirleyin

(ADIM 1) $i(t) = K_1 + K_2 e^{-\frac{t}{\tau}}, t > 0$

(ADIM 3) $i(0+) = \frac{16}{3} mA = K_1 + K_2$

(ADIM 4) $i(\infty) = \frac{9}{2} mA = K_1$

$\therefore K_2 = \frac{16}{3} - \frac{9}{2} = \frac{5}{6}$

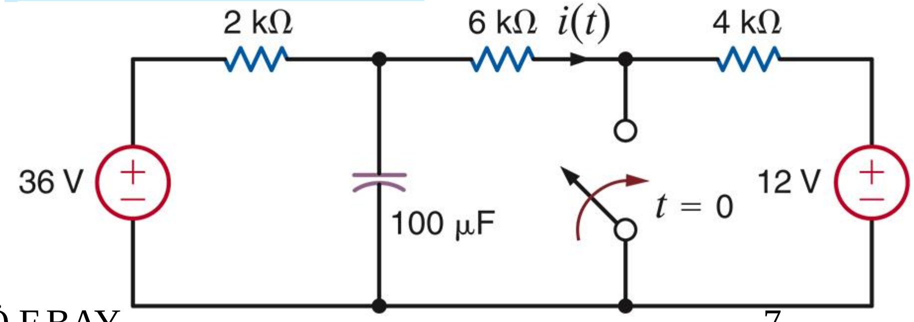
SON CEVAP

$$i(t) = \frac{9}{2} + \frac{5}{6} e^{-\frac{t}{0.15}}, t > 0$$

NOT: İNDÜKTİF DEVRE İÇİN

$$\tau = \frac{L}{R_{TH}}$$

ORJİNAL DEVRE



# SON CEVABI GÖSTERMEK İÇİN MATLAB KULLANIMI

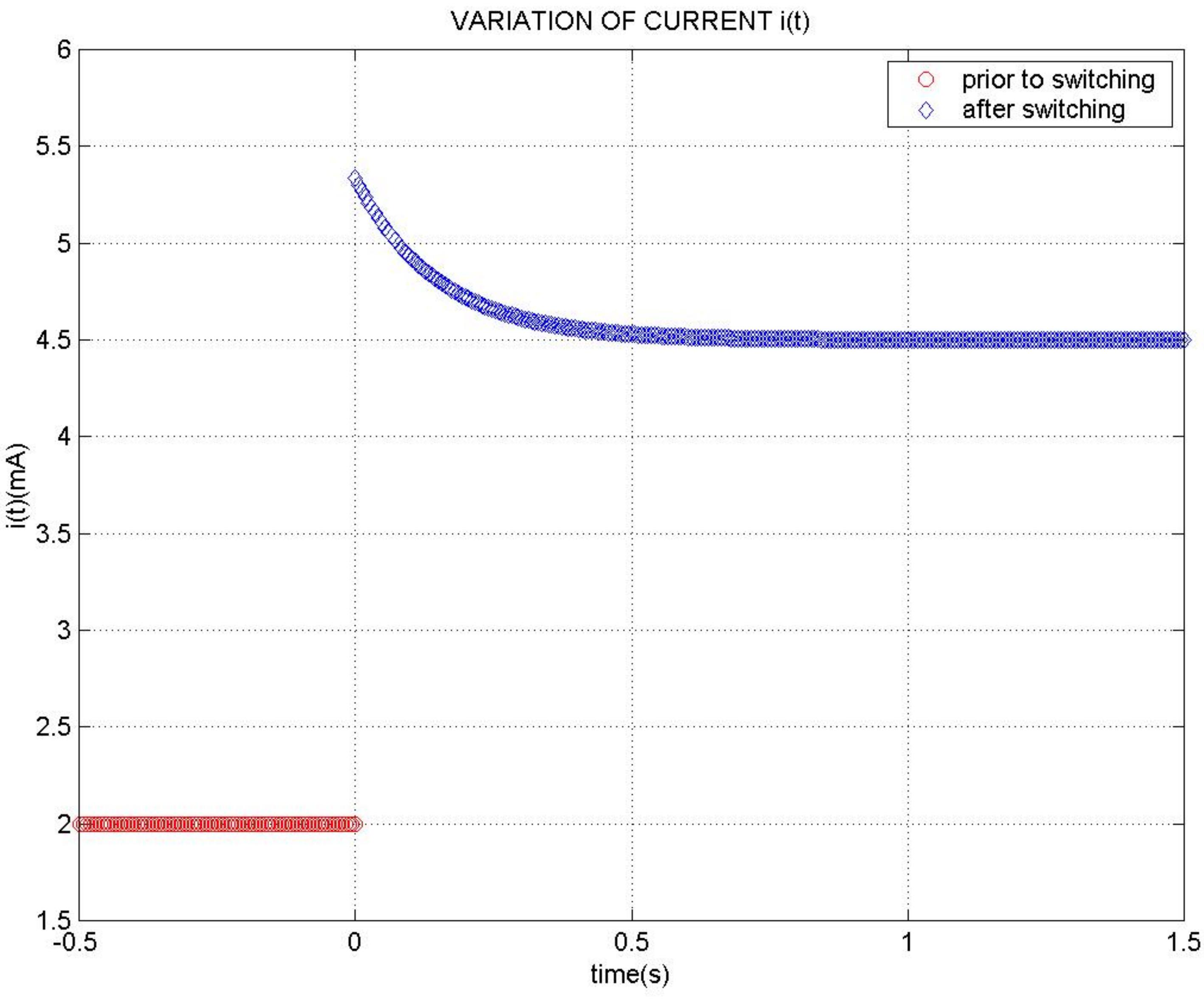
$$i(t) = \begin{cases} 2mA & t \le 0 \\ \frac{9}{2} + \frac{5}{6} e^{-\frac{t}{0.15}}, t > 0 \end{cases}$$

**Doğrusal aralıklı dizileri tanımlamak için kullanılan komut**

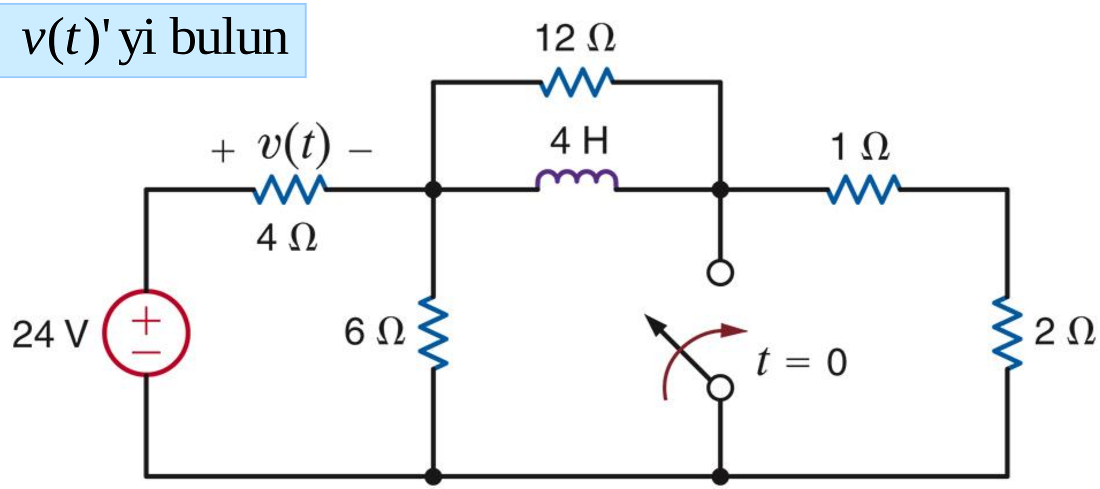
```
» help linspace
 LINSPACE Linearly spaced vector.
 LINSPACE(x1, x2) generates a row vector of 100 linearly
 equally spaced points between x1 and x2.
 LINSPACE(x1, x2, N) generates N points between x1 and x2.
 See also LOGSPACE, :.
```

**Kullanılan komutları içeren komut dosyası (m-dosyası). MATLAB Editörüyle Hazırlanmıştır**

```
%example6p3.m
%commands used to display funtion i(t)
%this is an example of MATLAB script or M-file
%must be stored in a text file with extension ".m"
%the commands are executed when the name of the M-file is typed at the
%MATLAB prompt (without the extension)
tau=0.15; %define time constant
tini=-4*tau; %select left starting point
tend=10*tau; %define right end point
tminus=linspace(tini,0,100); %use 100 points for t<=0
tplus=linspace(0,tend, 250); % and 250 for t>=0
iminus=2*ones(size(tminus)); %define i for t<=0
iplus=9/2+5/6*exp(-tplus/tau); %define i for t>=0
plot(tminus,iminus,'ro',tplus,iplus,'bd'), grid; %basic plot command specifying
                                                 %color and marker
title('VARIATION OF CURRENT i(t)'), xlabel('time(s)'), ylabel('i(t)(mA)')
legend('prior to switching', 'after switching')
axis([-0.5,1.5,1.5,6]);%define scales for axis [xmin,xmax,ymin,ymax]
```


VARIATION OF CURRENT i(t)
prior to switching
after switching
i(t)(mA)
time(s)
6
5.5
5
4.5
4
3.5
3
2.5
2
1.5
-0.5
0
0.5
1
1.5

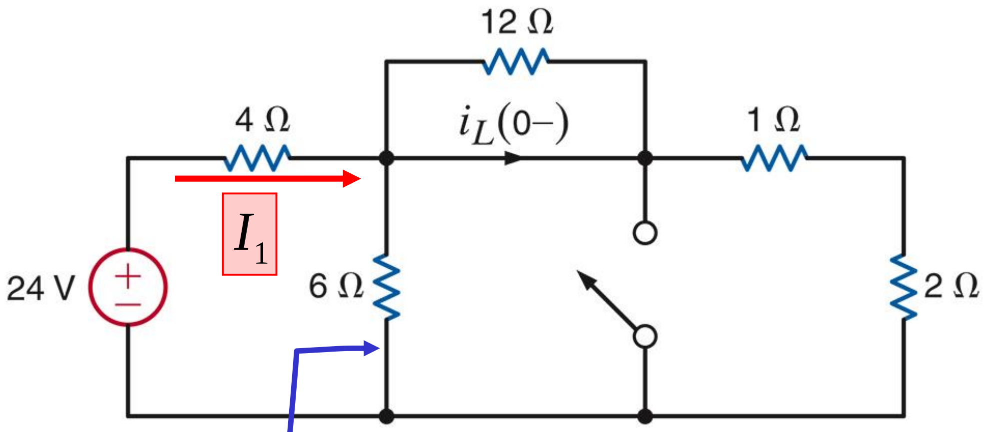
**ÖRNEK** $t > 0$ için $v(t)$'yi bulun




ADIM 1: $v(t) = K_1 + K_2 e^{-\frac{t}{\tau}}, t > 0$

ADIM 2: İndüktör başlangıç akımı

Anahtarlamadan önce kalıcı durumdaki devreyi kullanın

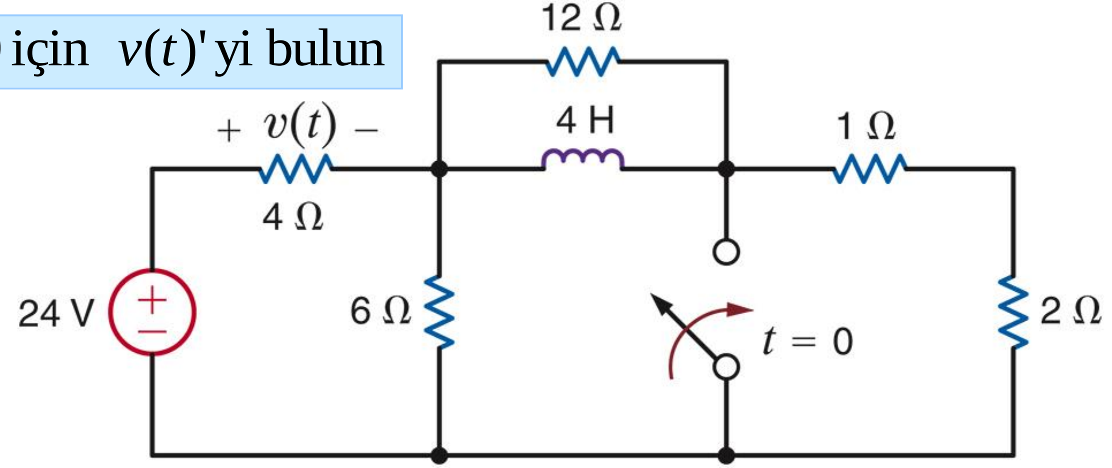



$$I_1 = \frac{24}{6} = 4mA$$

$$i_L(0-) = \frac{6}{6+3} I_1$$ Akım bölücü ile

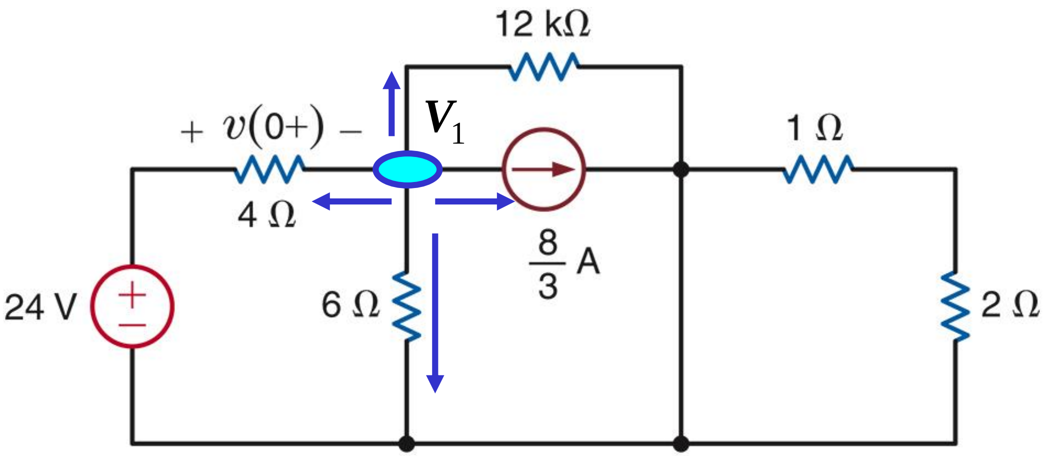
$$i_L(0-) = \frac{8}{3} mA$$

**ÖRNEK - devam** $t > 0$ için $v(t)$'yi bulun




ADIM 3: $v(0+)$'yi belirleyin

t=0+'daki devreyi kullanın.
İndüktör akım kaynağı ile değiştirilir




$$\frac{V_1 - 24}{4} + \frac{V_1}{6} + \frac{V_1}{12} + \frac{8}{3} = 0$$

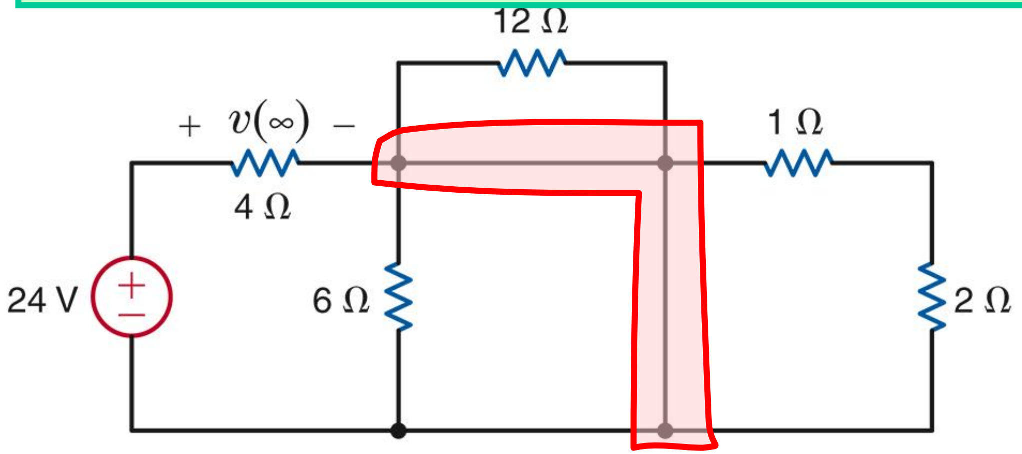
$$V_1 = \frac{20}{3}[V]$$

$$v(0+) = 24[V] - V_1 = \frac{52}{3}[V]$$

ÖRNEK - devam $t > 0$ için $v(t)$'yi bulun

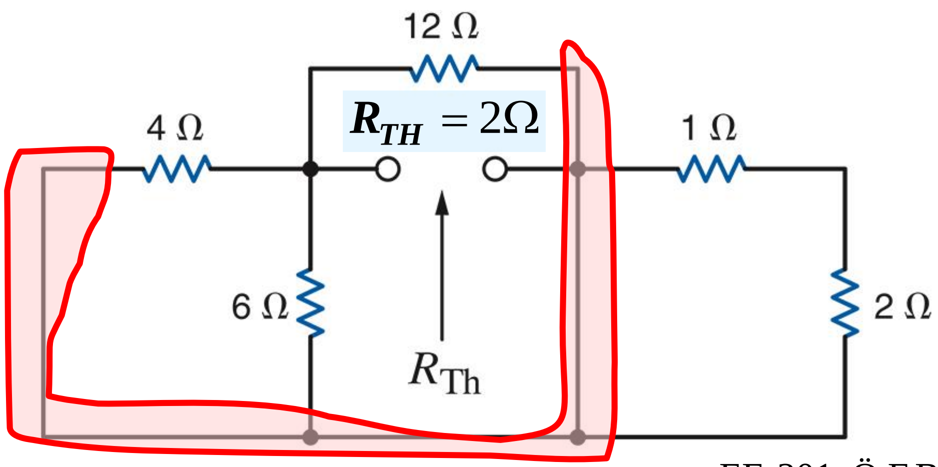
ADIM 4: $v(\infty)$'yi belirleyin

ANAHTARLAMADAN SONRA KALICI DURUMDAKİ DEVREYİ KULLANIN




$v(\infty) = 24[V]$

ADIM 5: Zaman Sabitini belirleyin




İndüktif Devre : $\tau = \dfrac{L}{R_{TH}}$

$R_{TH} = 4 \| 6 \| 12 = 2\Omega$

$\tau = \dfrac{4H}{2\Omega} = 2s$

**ÖRNEK - devam** $t > 0$ için $v(t)$'yi bulun

ADIM 6: $K_1$, $K_2$'yi belirleyin

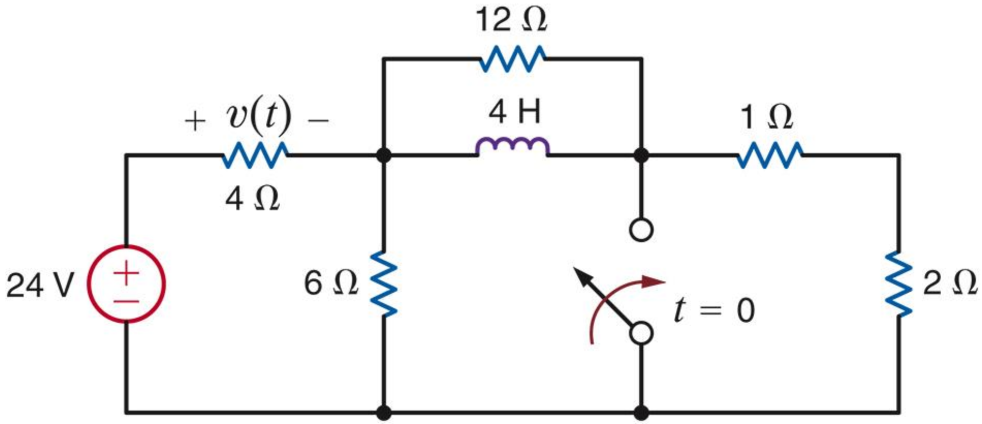
$$K_1 = v(\infty) = 24[V] \text{ (adim 4)}$$

$$v(0+) = \frac{52}{3} = K_1 + K_2 \text{ (adim 3)}$$

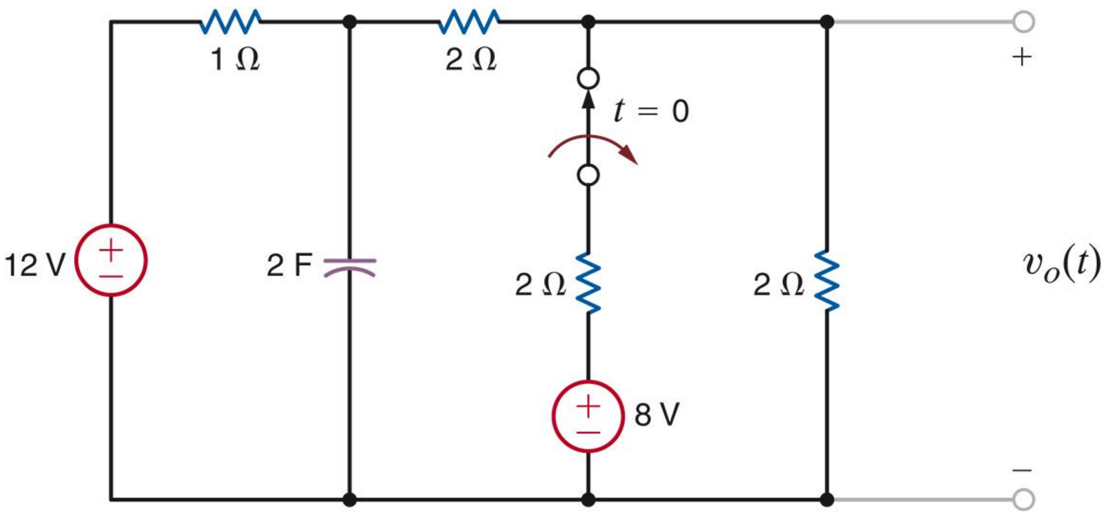
$$K_2 = \frac{52}{3} - 24 = -\frac{20}{3}[V]$$

CEVAP: $$v(t) = 24 - \frac{20}{3}e^{-\frac{t}{2}}, t > 0$$

ORJİNAL DEVRE

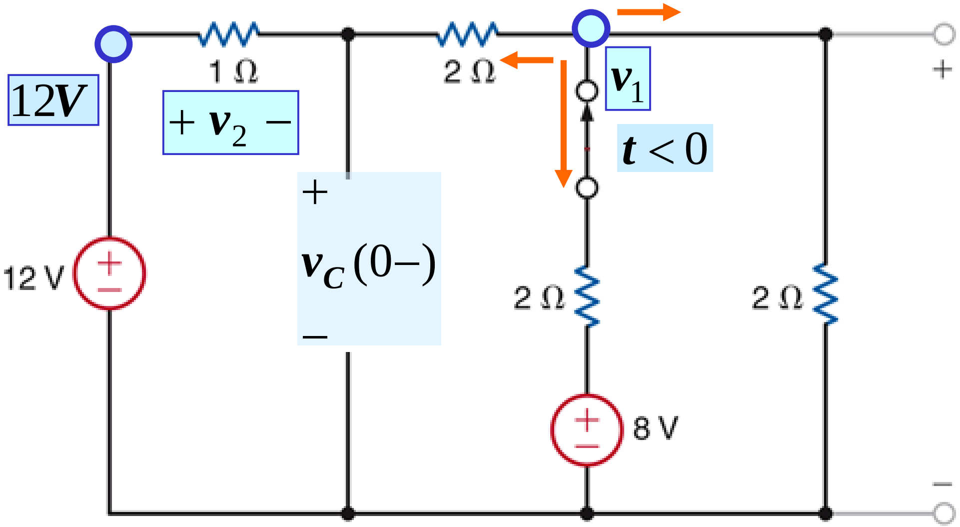


**ÖRNEK** $t>0$ için $v_0(t)$'yi bulun




ADIM 1: $v_o(t)=K_1+K_2e^{-\frac{t}{\tau}}, t>0$

ADIM 2: Kapasitör başlangıç gerilimi




KAK @ $v_1$: $\frac{v_1-12}{3}+\frac{v_1-8}{2}+\frac{v_1}{2}=0$ $*/6$

$8v_1-48=0 \Rightarrow v_1=6[V]$

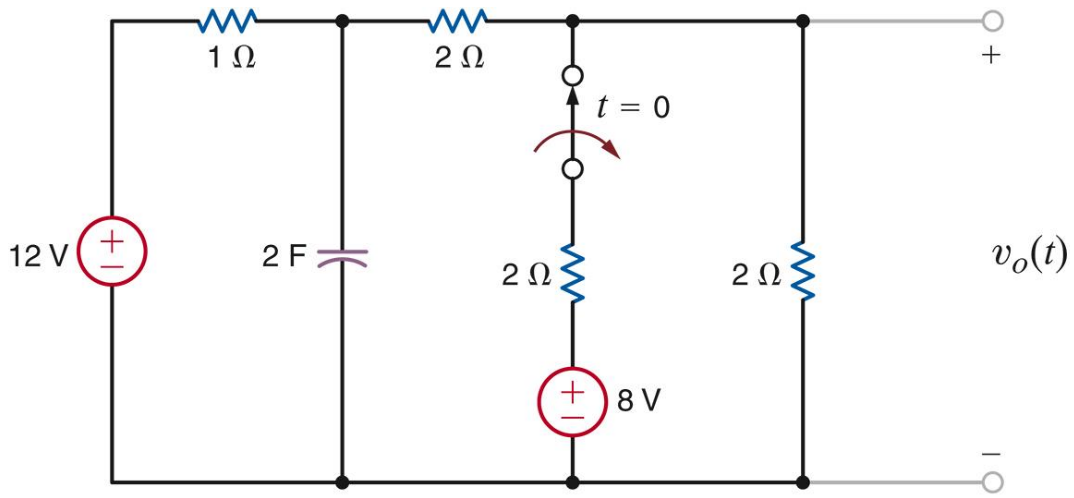
$v_2=\frac{1}{3}(12-v_1)=2[V]$

$v_C(0-)=12-v_2$

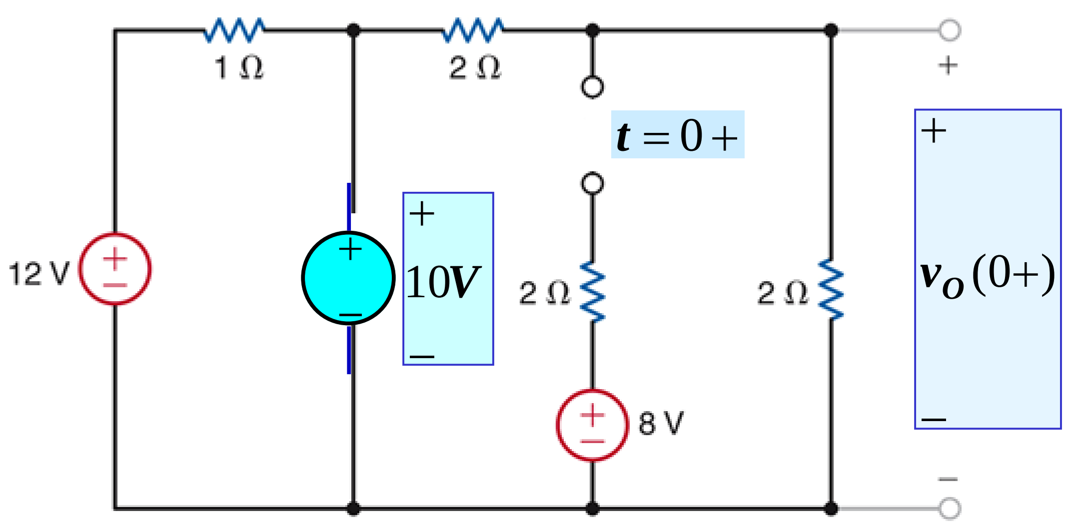
$v_2=2[V] \Rightarrow v_C(0-)=v_C(0+)=10[V]$

## ÖRNEK - devam

$t > 0$ için $v_0(t)$'yi bulun



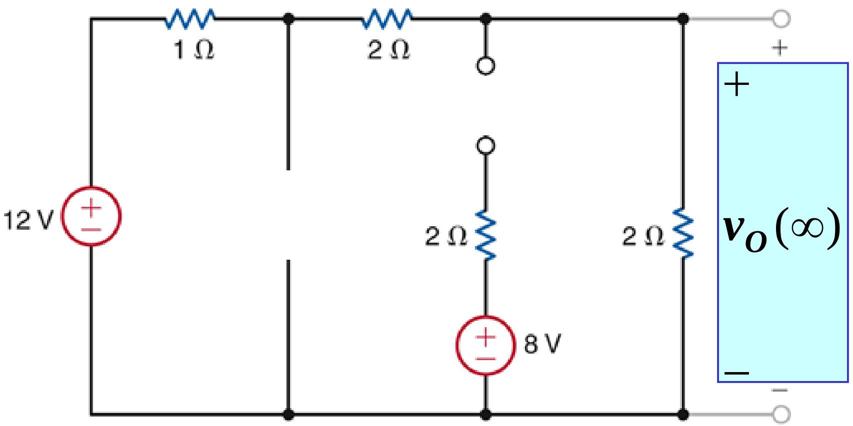

ADIM 3: $v_O(0+)$'yi belirleyin




$$v_O(0+) = \frac{2}{2+2}(10) = 5[V]$$

**ÖRNEK - devam** $t > 0$ için $v_0(t)$'yi bulun

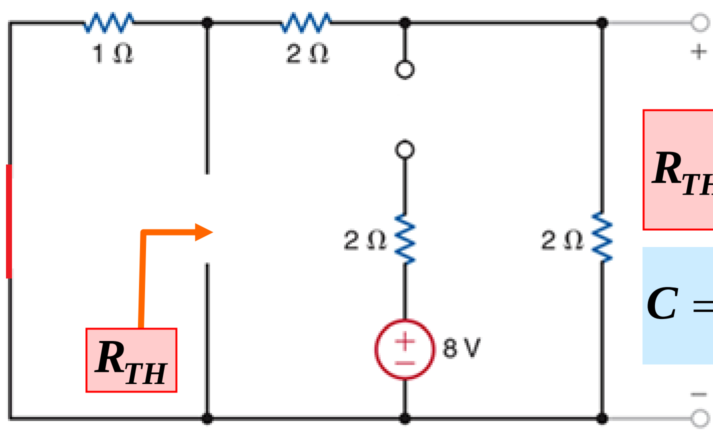
## ADIM 4: $v_0(\infty)$'i belirleyin




$$v_O(\infty) = \frac{2}{(1+2+2)}(12) = \frac{24}{5}[V]$$

## ADIM 5: Zaman Sabitini belirleyin

Kapasitif devre: $\tau = R_{TH}C$




$$R_{TH} = 1 \| 4 = \frac{4}{5}\Omega$$

$$C = 2F \Rightarrow \tau = \frac{8}{5}s$$

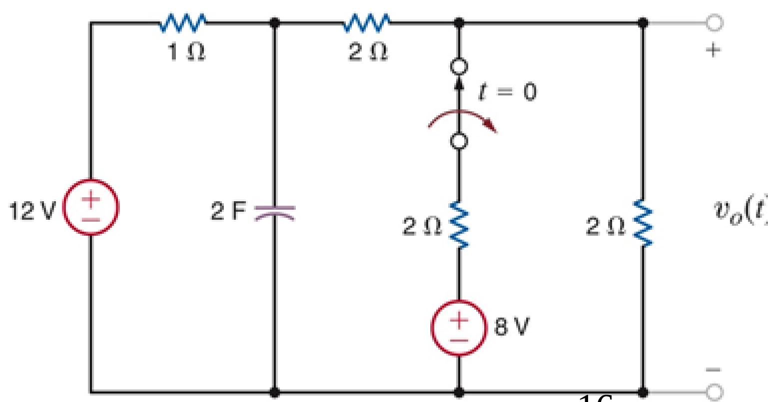
## ADIM 6: $K_1$, $K_2$'yi belirleyin

$$K_1 = v_O(\infty) = \frac{24}{5}[V]$$

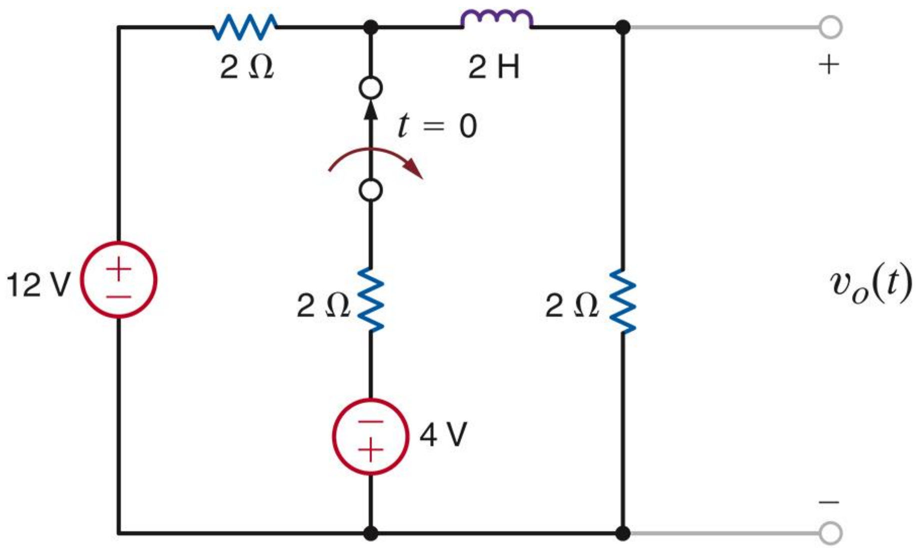
$$v_O(0+) = 5[V] = K_1 + K_2 \Rightarrow K_2 = \frac{1}{5}[V]$$

CEVAP: $v_O(t) = \frac{24}{5} + \frac{1}{5}e^{-\frac{t}{8/5}}[V];\ t > 0$

## ORJİNAL DEVRE

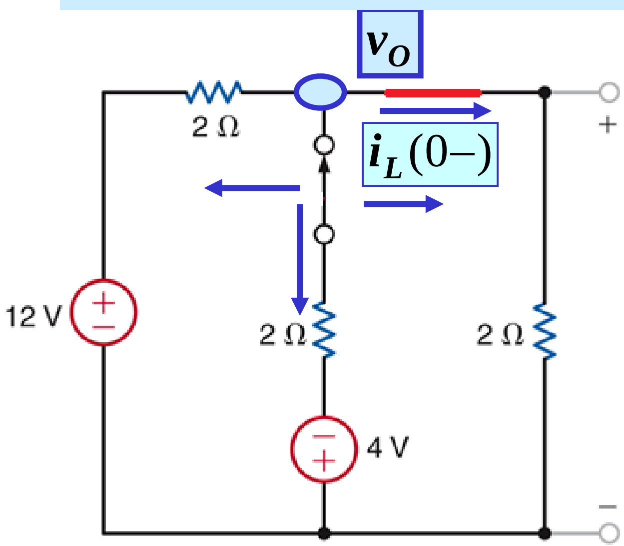


**ÖRNEK** $t > 0$ için $v_0(t)$'yi bulun




ADIM 1: $v_o(t) = K_1 + K_2 e^{-\frac{t}{\tau}}, t > 0$

ADIM 2: İndüktör başlangıç akımı

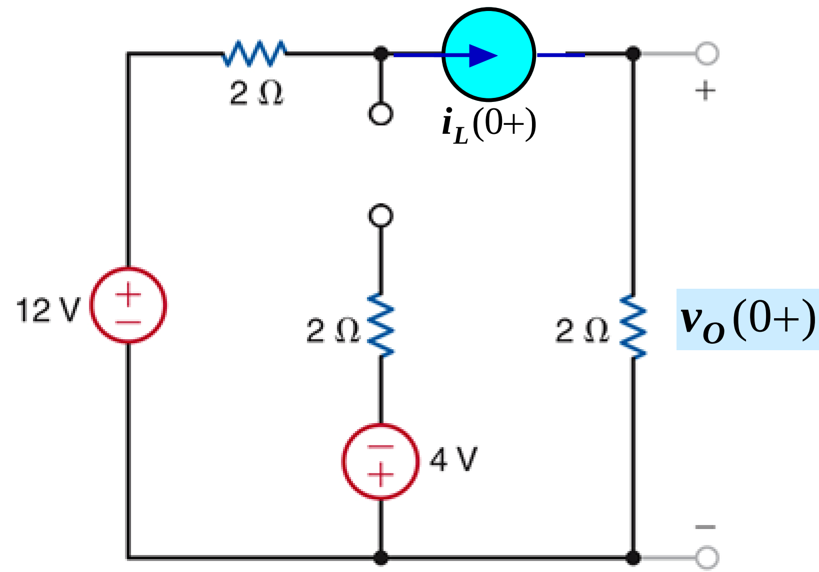



$$\frac{v_O - 12}{2} + \frac{v_O - (-4)}{2} + \frac{v_O}{2} = 0$$

$$v_O = \frac{8}{3}[V]$$

$$i_L(0-) = i_L(0+) = \frac{4}{3}[A]$$

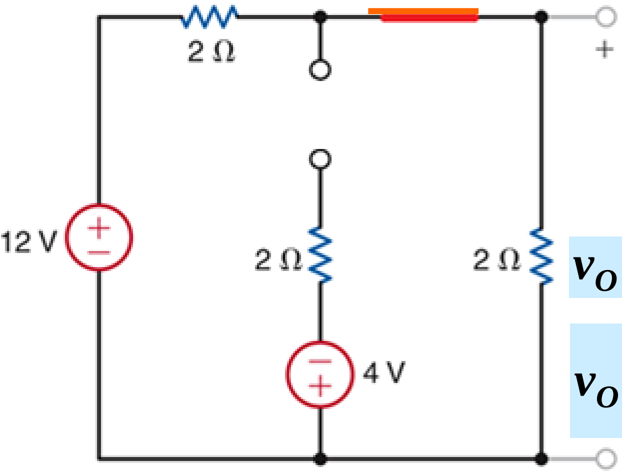
ADIM 3: $v_O(0+)$'yi belirleyin




$$v_O(0+) = 2 i_L(0+) = \frac{8}{3}[V]$$

**ÖRNEK - devam** $t > 0$ için $v_0(t)$'yi bulun

ADIM 4: $v_0(\infty)$'i belirleyin




$v_O(\infty)$

$$v_O(\infty) = \frac{2}{2+2}(12) = 6[V]$$

ADIM 6: $K_1$, $K_2$'yi belirleyin

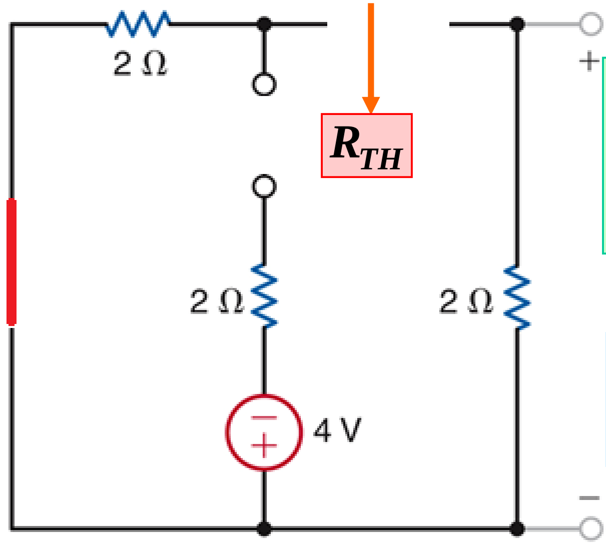
$K_1 = v_O(\infty) = 6[V]$ (adim 4)

$v_O(+) = \frac{8}{3} = K_1 + K_2$ (adim 3)

$K_2 = \frac{8}{3} - 6 = -\frac{10}{3}[V]$

CEVAP: $v_O(t) = 6 - \frac{10}{3} e^{-\frac{t}{0.5}}, \; t > 0$

ADIM 5: Zaman Sabitini belirleyin




$R_{TH}$

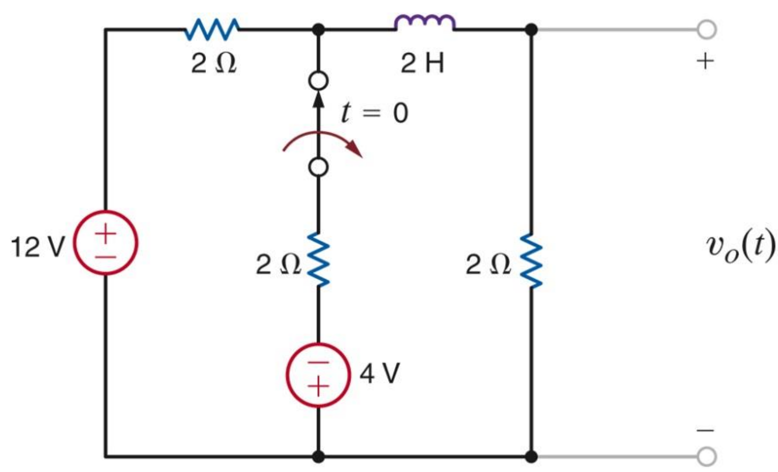
Kapasitif Devre

$$\tau = \frac{L}{R_{TH}}$$

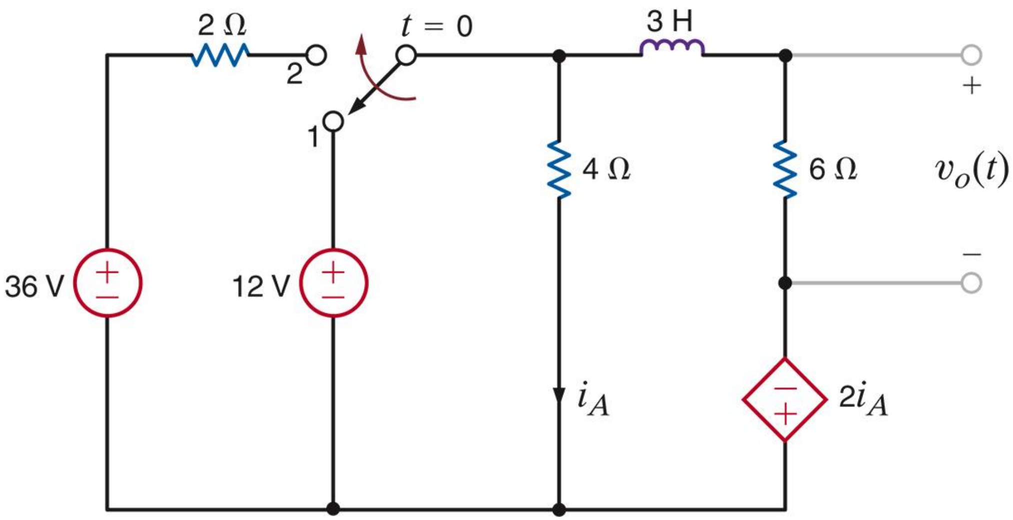
$R_{TH} = 4\Omega$

$$\tau = \frac{2}{4} = 0.5s$$

ORJİNAL DEVRE



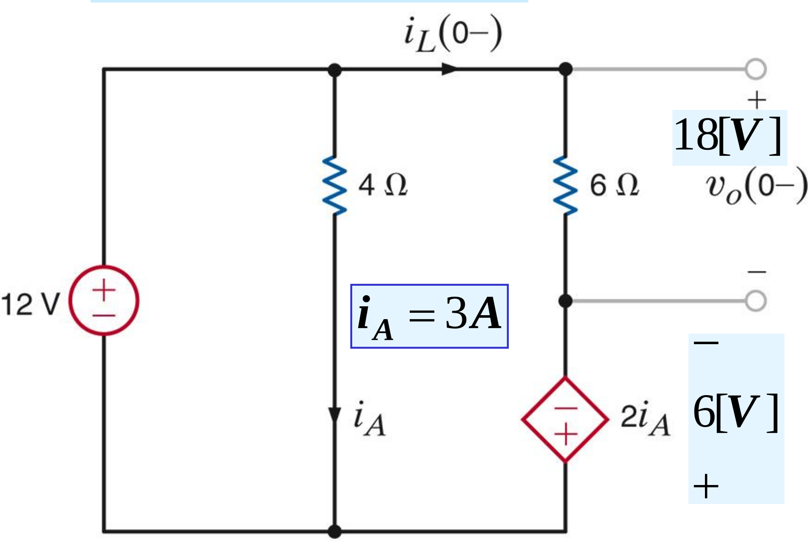
**ÖRNEK** $t > 0$ için $v_0(t)$'yi bulun




ADIM 1: $v_o(t) = K_1 + K_2 e^{-\frac{t}{\tau}}, \; t > 0$

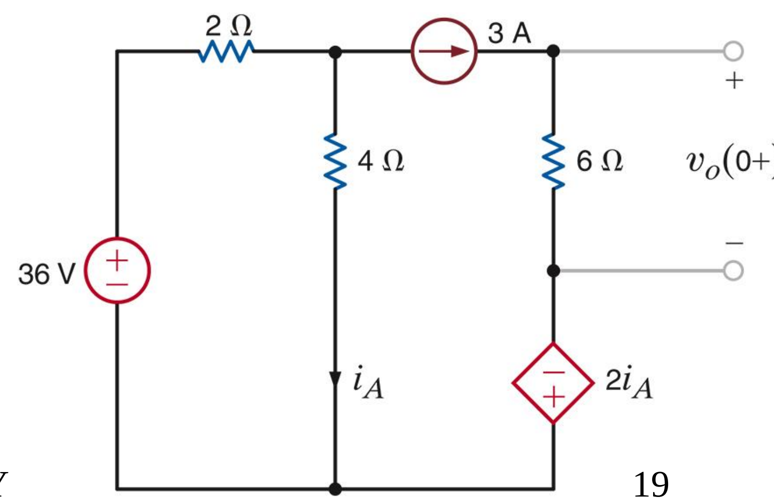
ADIM 2: $i_L(0+)$'yi belirleyin

$i_L(0-) = i_L(0+) = 3[A]$



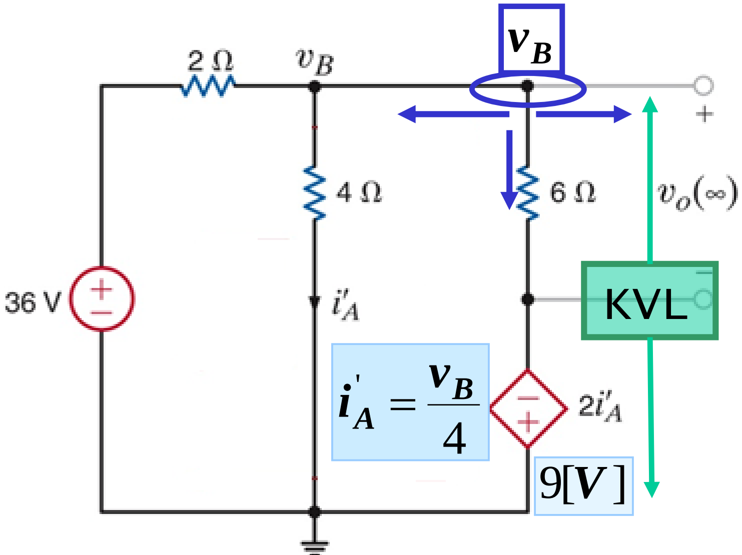

ADIM 3: $v_o(0+)$'yi belirleyin

$v_o(0+) = 3*6 = 18[V]$



**ÖRNEK - devam** $t > 0$ için $v_0(t)$'yi bulun

## ADIM 4: $v_o(\infty)$'i belirleyin




$$\frac{v_B - 36}{2} + \frac{v_B}{4} + \frac{v_B - (-2i'_A)}{6} = 0 \quad */12$$

$$11v_B + 4i'_A = 36 \times 6$$

$$v_B = 18[V],\ i'_A = 4.5[A]$$

$$v_o(\infty) = V_B + 2i_A$$
$$= 18 + 2*4.5 = 27[V]$$

$$v_o(\infty) = 27[V]$$

## ADIM 5: Zaman Sabitini belirleyin

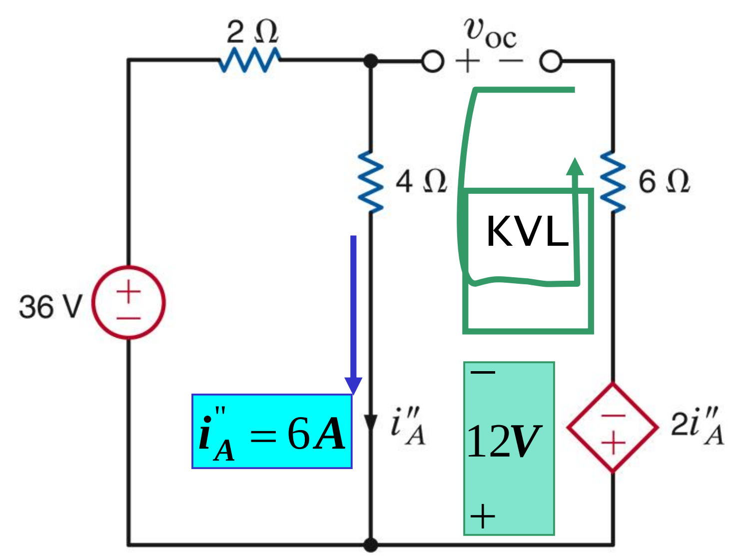
indüktif devre

$$\tau = \frac{L}{R_{TH}}$$

Bagimli kaynakli devre

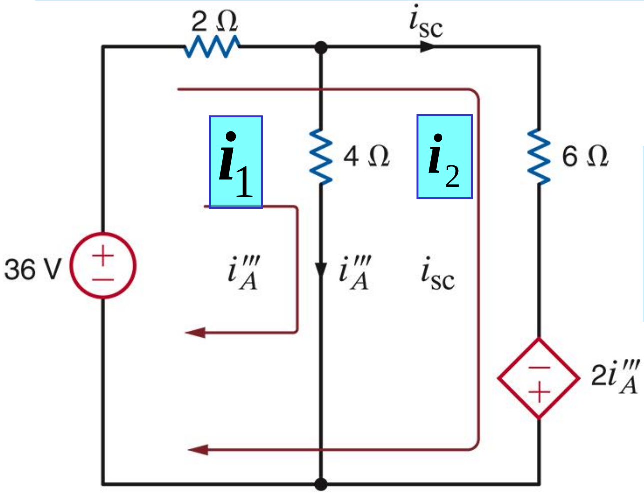
$$R_{TH} = \frac{v_{OC}}{i_{SC}}$$

## Açık devre gerilimi $V_{OC}$




$$v_{OC} = 24 + 12 = 36[V]$$

## Kısa devre akımı $I_{SC}$




$$i_A''' = i_1$$
$$i_{SC} = i_2$$

Not: indüktif durumda, kısa devre akımını hesaplamak için kullanılan devre, $v_o(\infty)$ 'ı belirlemek için aynı şekilde kullanılır.

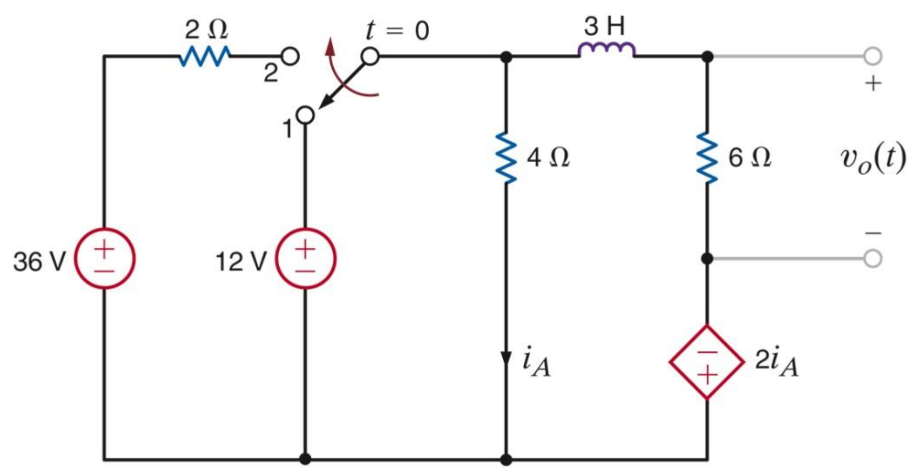
$$36 = 2(i_1 + i_2) + 4i_1$$
$$36 = 2(i_1 + i_2) + 6i_2 - 2i_A'''$$

$$i_2 = i_{SC} = \frac{36}{8}[A]$$

$$\left.\begin{aligned} v_{OC} &= 36[V] \\ i_{SC} &= 36/8[A] \end{aligned}\right\} \Rightarrow R_{TH} = 8\Omega$$

$$L = 3H \Rightarrow \tau = \frac{3}{8}s$$

ORJİNAL DEVRE



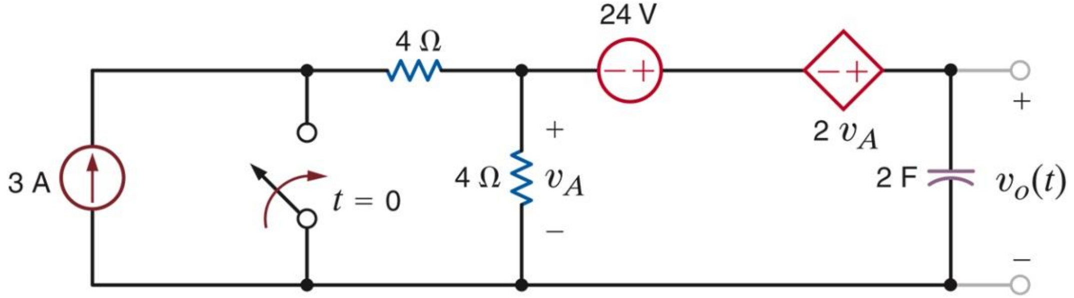

ADIM 6: $K_1$, $K_2$'yi belirleyin

$v_o(\infty) = 27 = K_1$ (adim 4)

$v_o(0+) = 18 = K_1 + K_2 \Rightarrow K_2 = -9[V]$ (adim 3)

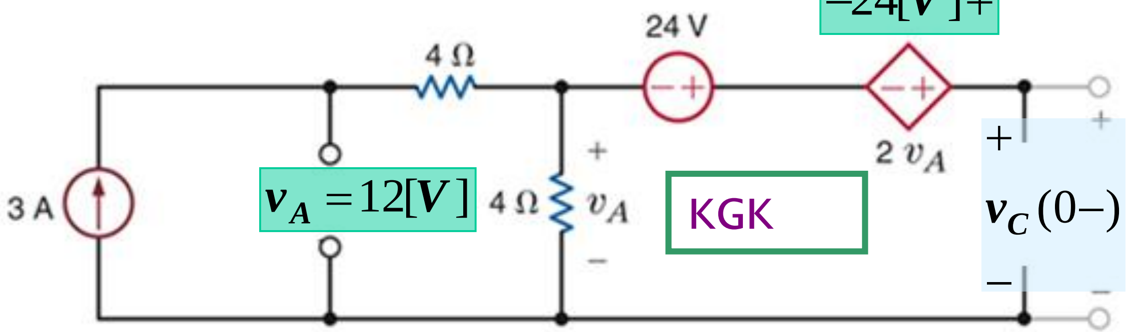
CEVAP: $v_o(t) = 27 - 9e^{-\frac{t}{3/8}}, \; t > 0$

**ÖRNEK** $t>0$ için $v_0(t)$'yi bulun




ADIM 1: $v_o(t)=K_1+K_2e^{-\frac{t}{\tau}}, t>0$

ADIM 2: $t=0+$'daki kapasitör gerilimini belirleyin




$v_C(0-)=24+24+12=60[V]$

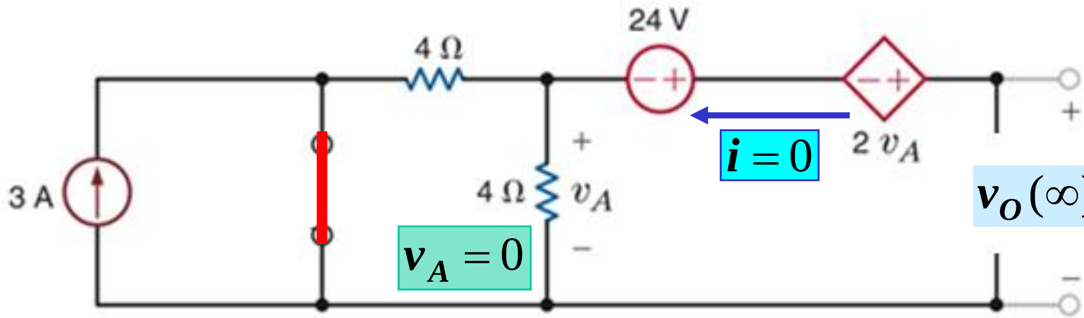
$v_C(0+)=v_C(0-)$

ADIM 3: $v_o(0+)$'yi belirleyin

$v_O=v_C \Rightarrow v_O(0+)=60[V]$

**ÖRNEK - devam** $t > 0$ için $v_0(t)$'yi bulun

## ADIM 4: $v_O(\infty)$'i belirleyin



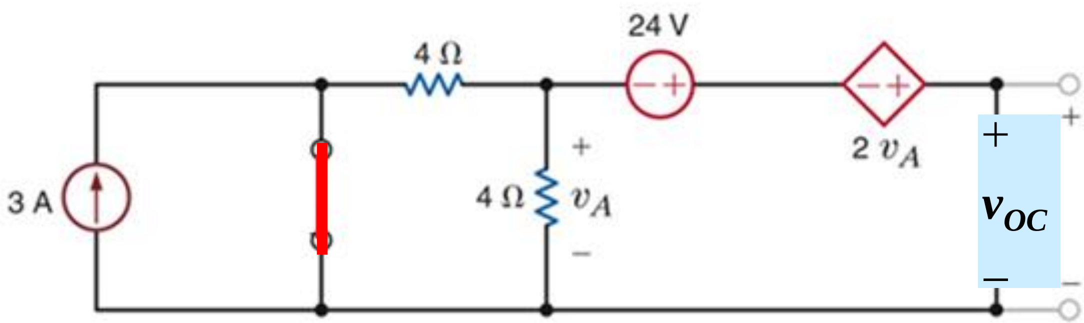

$v_O(\infty) = 24[V]$

## ADIM 5: Zaman Sabitini belirleyin

kapasitif devre $\Rightarrow \tau = R_{TH} C$

$R_{TH} = \dfrac{v_{OC}}{i_{SC}}$

Açık devre gerilimi $V_{OC}$



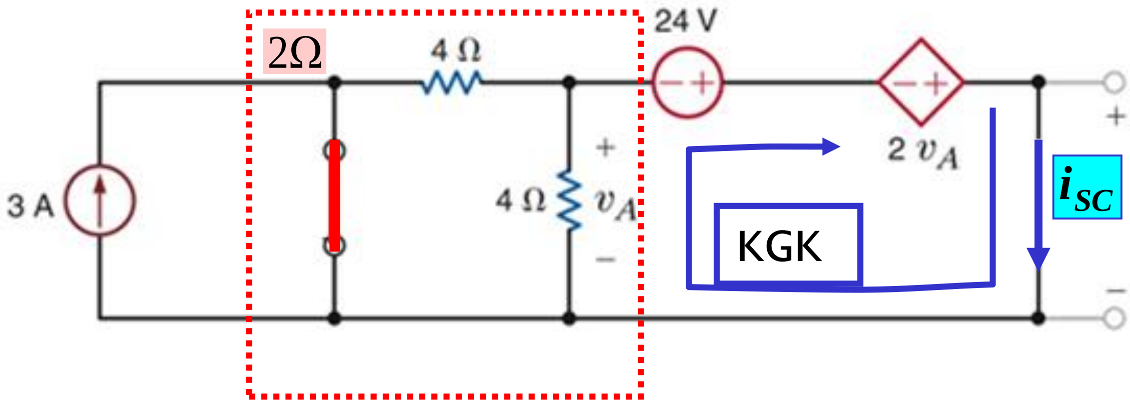

$v_O(\infty)$

$v_{OC} = v_O(\infty) = 24[V]$

## ÖRNEK - devam

$t>0$ için $v_0(t)$'yi bulun

### Kısa devre akımı $I_{SC}$




$$2i_{SC}-24-2v_A=0$$

$$v_A=-2i_{SC}$$

$$i_{SC}=4[A]$$

$$R_{TH}=\frac{24}{4}=6\Omega$$

$$\tau=6\Omega\times 2F=12s$$

### ADIM 6: $K_1$, $K_2$'yi belirleyin

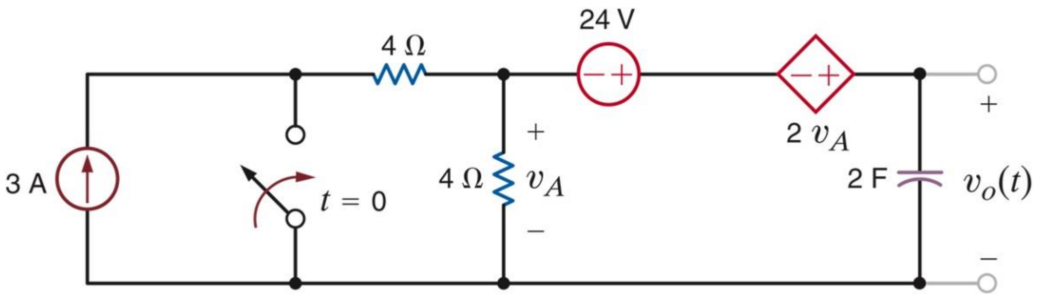
$K_1=v_O(\infty)=24$ (adim 4)

$v_O(0+)=60=K_1+K_2$ (adim 3)

$K_2=36[V]$

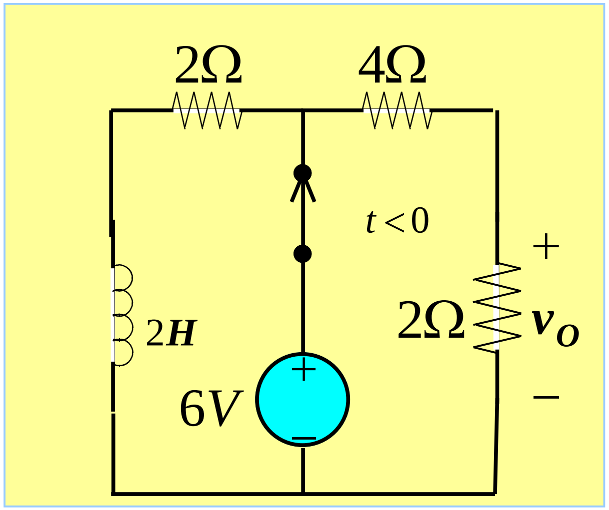
CEVAP: $v_O(t)=24+36e^{-\frac{t}{12}}$, $t>0$

### ORJİNAL DEVRE



# Indüktör örneği

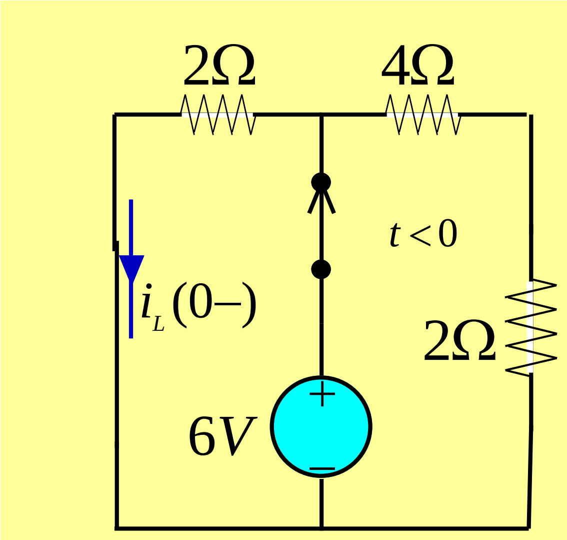
$t > 0$ için $v_0(t)$'yi bulun




## ADIM 1: Çözüm formu

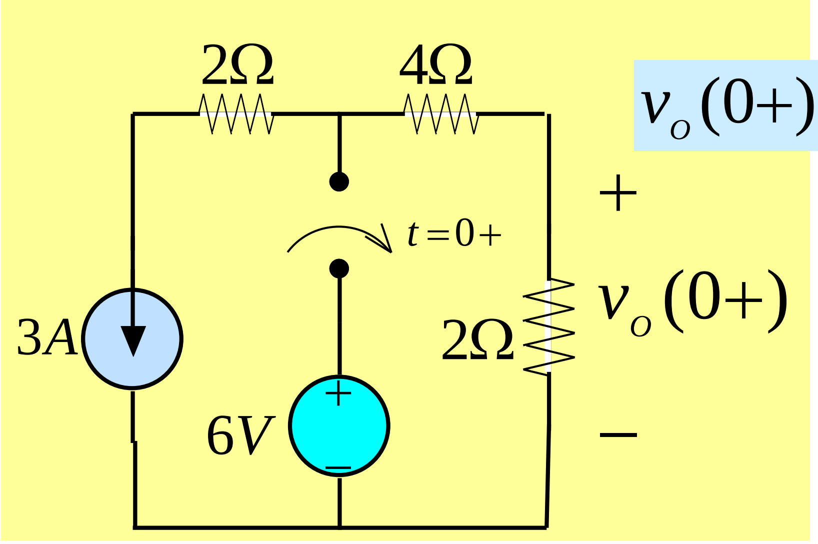
$$v_O(t) = K_1 + K_2 e^{-\frac{t}{\tau}}$$

## ADIM 2: İndüktör başlangıç akımı



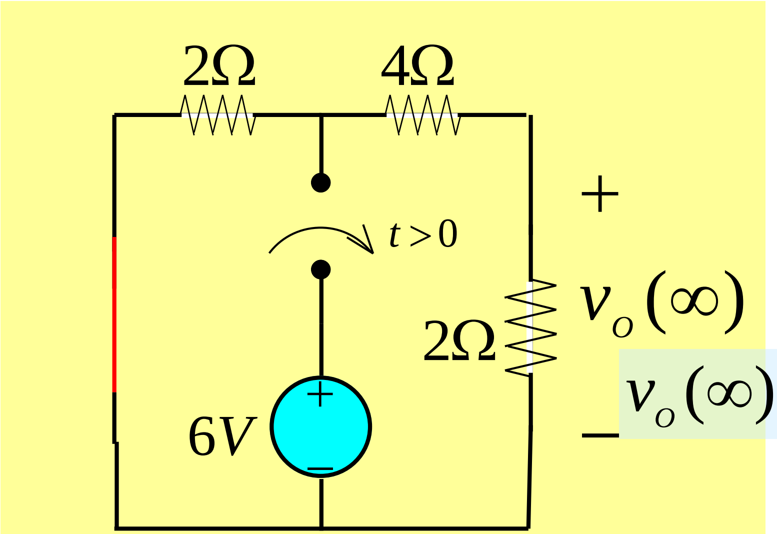

$$i_L(0-) = 3A$$

## ADIM 3: t=0+'da çıkışı belirleyin (indüktör akımı sabit)




$$v_O(0+) = -6V$$

## ADIM 4: Anahtarlamadan sonra kalıcı durumdayken çıkışı bulun




$$v_o(\infty) = 0$$

## ADIM 6: Çözümü bulun

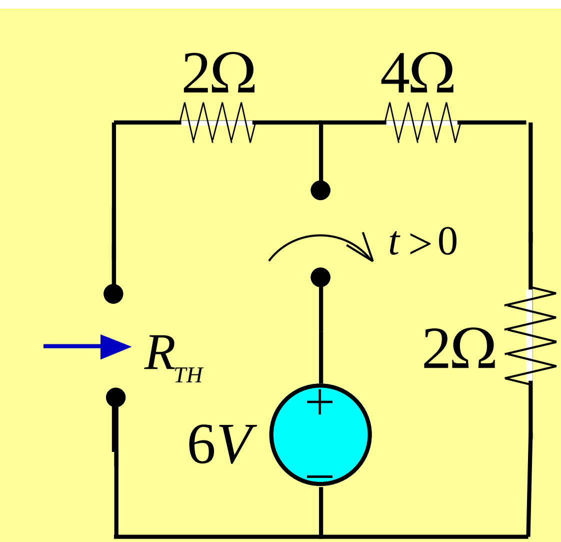
$$K_1 + K_2 = v_o(0+) = -6V$$

$$K_1 = v_o(\infty) = 0$$

$$v_o(t) = -6e^{-\frac{t}{0.25}}\,;\ t > 0$$

$$\boldsymbol{v_o(t) = -6e^{-4t}\,;\ t > 0}$$

## ADIM 5: Anahtarlamadan sonra zaman sabitini bulun

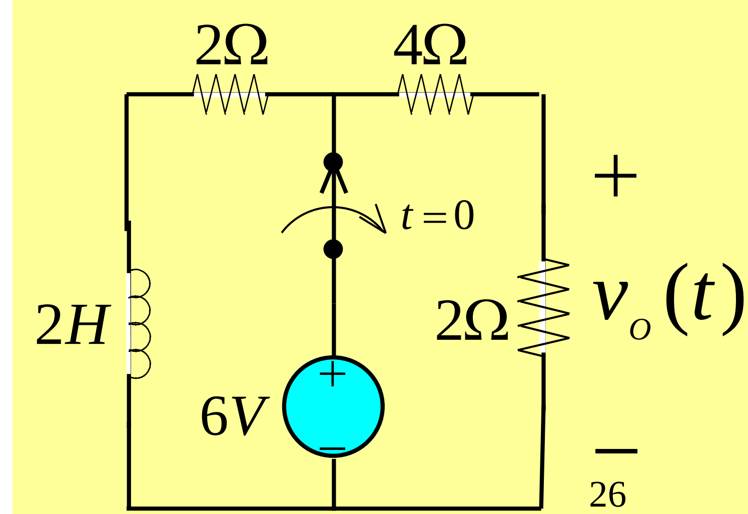



$$\tau = \frac{L}{R_{TH}}$$

$$R_{TH} = 8\Omega$$

$$\tau = \frac{2}{8} = 0.25\,s$$

## ORJİNAL DEVRE



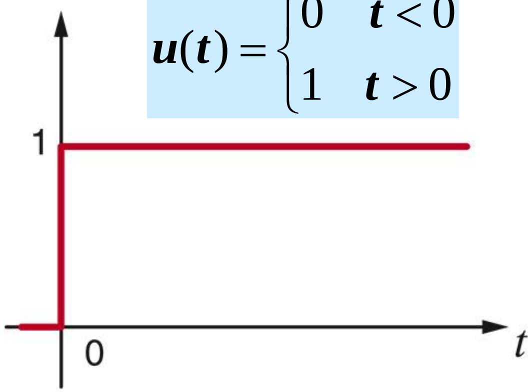
# DARBE (PULSE) CEVABI

**Devrelerin tekil fonksiyonların özel bir sınıfına olan tepkisini inceleyeceğiz.**

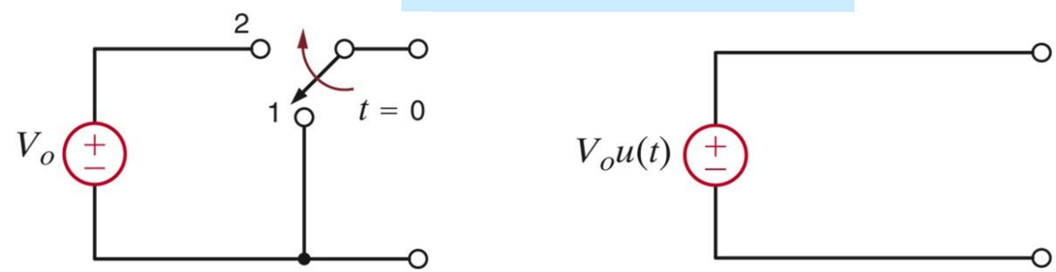
**Tekil Fonksiyonlar**

- Birinci dereceden devrelere bağlanan anlık bir kaynak sonucunda devrenin analizini yapmak için kullanılan fonksiyonlardır.
- Anahtarlama fonksiyonu olarak da bilinirler.

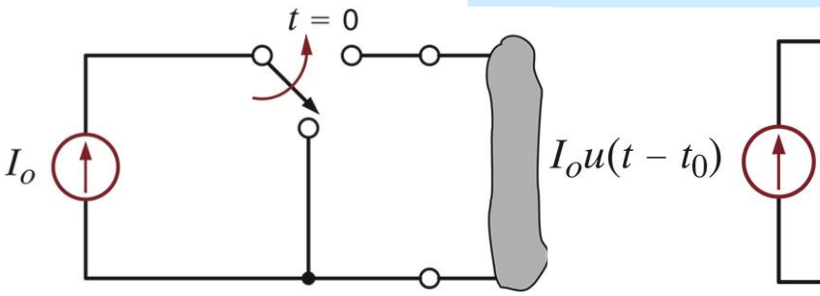
$$u(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ 1 & t > 0 \end{cases}$$



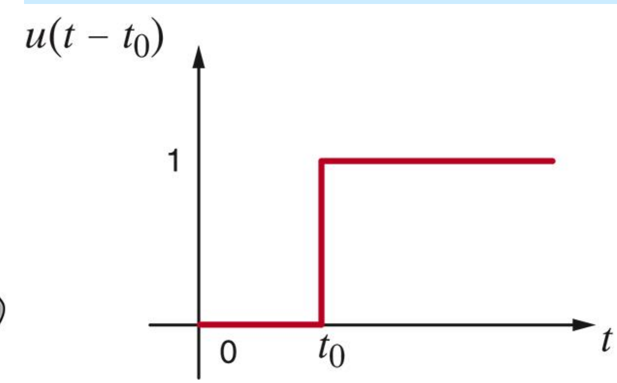

**GERİLİM KADEMESİ**



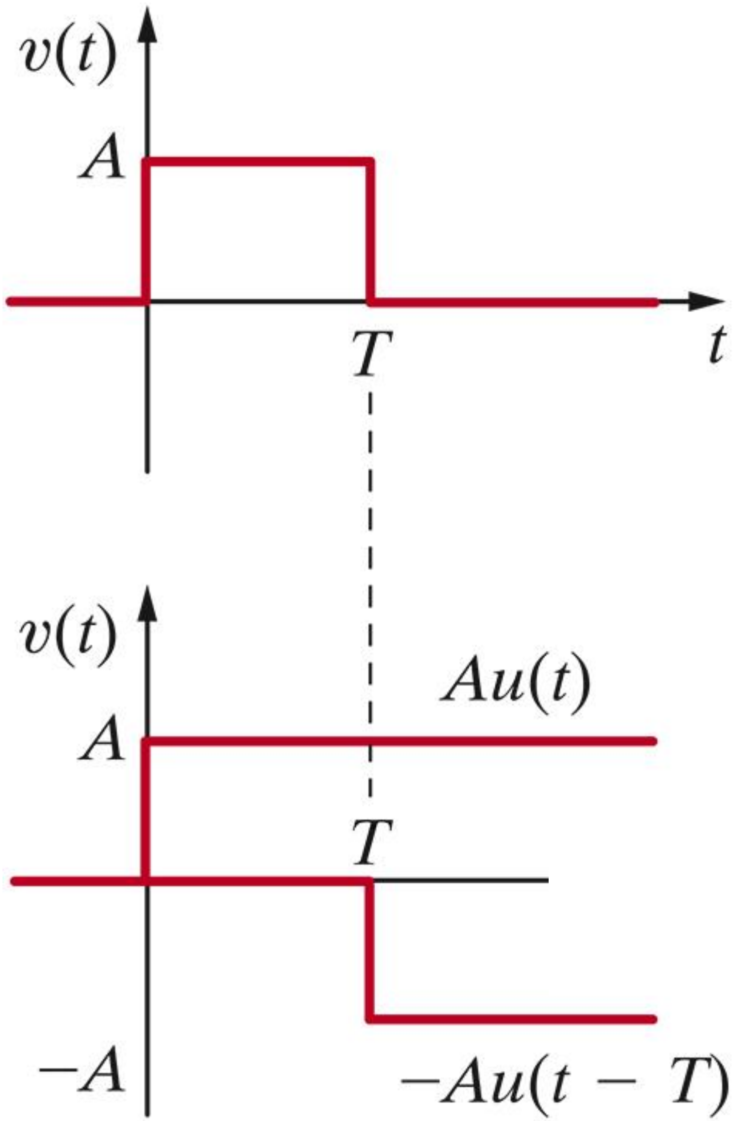

**AKIM KADEMESİ**




**ZAMAN KAYDIRILMIŞ BASAMAK**



DARBE SİNYALİ

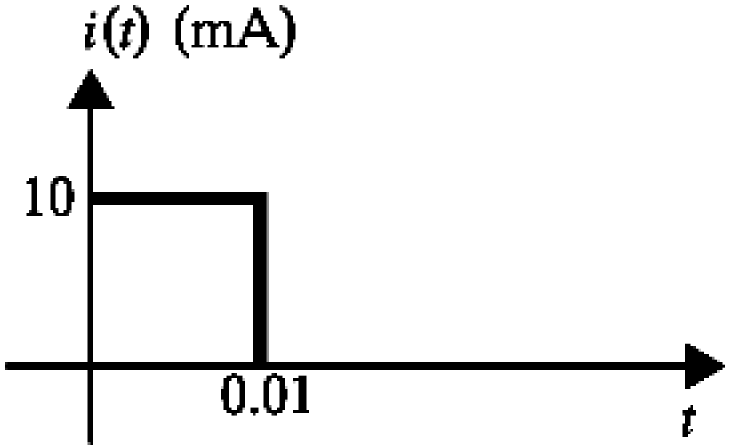



BASAMAK TOPLAMI OLARAK DARBE

## DARBE SİNYALİ

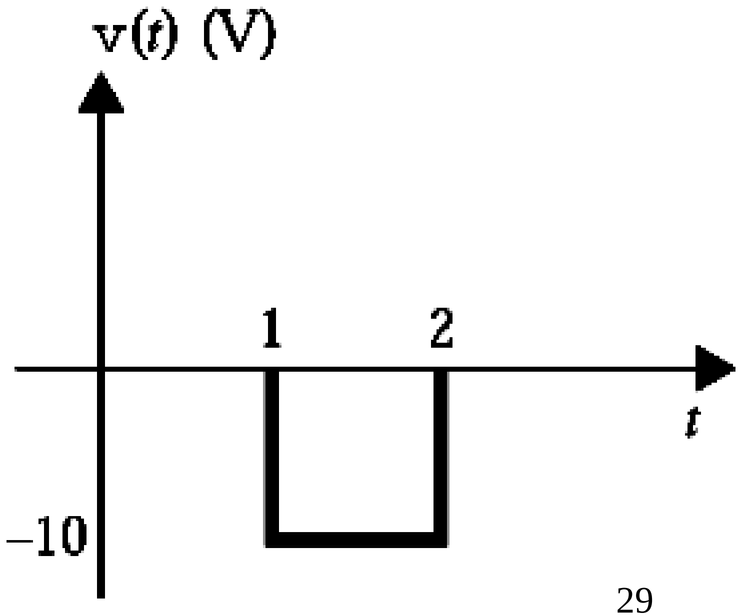
**ÖRNEK**

$$i(t) = 10[u(t) - u(t - 0.01)](mA)$$




**ÖRNEK**

$$v(t) = -10[u(t-1) - u(t-2)](V)$$



# SIFIR OLMAYAN İLK ZAMAN VE TEKRARLANAN ANAHTARLAMA

$$\tau \frac{dx}{dt} + x = f_{TH}; \quad x(t_0+) = x_0$$

$$x(t) = e^{-\frac{t-t_0}{\tau}} x(t_0) + \frac{1}{\tau}\int_{t_0}^{t} e^{-\frac{t-x}{\tau}} f_{TH}(x)dx$$

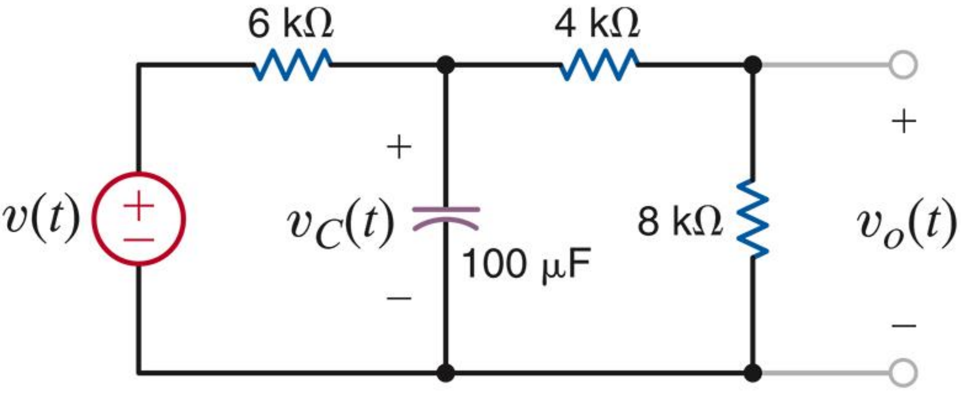
$$x(t) = K_1 + K_2 e^{-\frac{t-t_0}{\tau}}; t \geq t_0$$

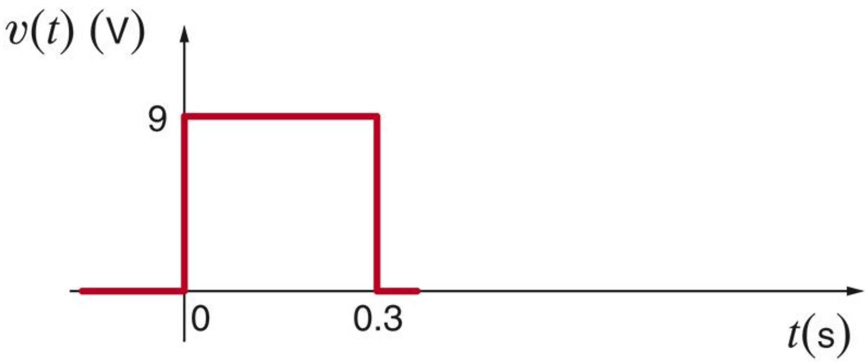
SABİT KAYNAKLAR İÇİN CEVAP

**Bu ifade kaynakların sabit olduğu herhangi bir aralıkta gerçekleşecektir.**
**Sabitlerin değerleri farklı olabilir ve her aralık için değerlendirilmelidir.**

**Bir aralığın sonunda bulunan değerler bir sonraki aralık için başlangıç koşulları olarak kullanılır.**

**ÖRNEK** $t>0$ için $v_0(t)$ çikis gerilimini bulun




$$\tau = R_{TH}C = (6k \,\|\, 12k) \times 100\mu F = 0.4s$$

$$v_o(\infty) = \frac{8}{10+8}(9) = K_1^{'} = 4$$

$$v_o(0+) = K_1^{`} + K_2^{'} = 0$$

$$4 + K_2^{'} = 0 \Rightarrow K_2^{'} = -4$$

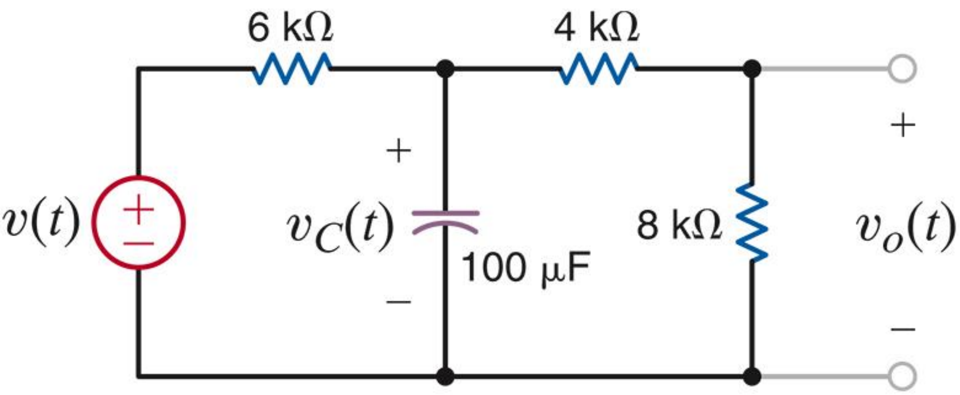
$$t<0 \Rightarrow v(t)=0 \Rightarrow v_O(t)=0 \qquad v_O(0+)=0$$

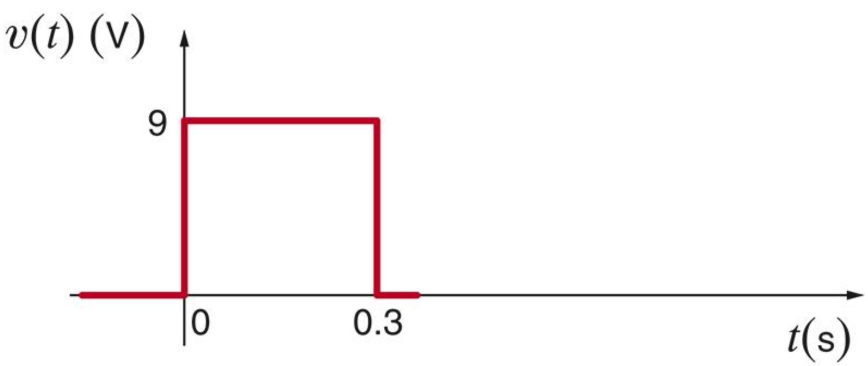
$$t>0 \Rightarrow v(t)=9V$$

$$v_o(t) = K_1^{'} + K_2^{'} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$v_o(t) = 4\left(1 - e^{-\frac{t}{0.4}}\right)$$

**ÖRNEK - devam** $t>0$ için $v_0(t)$ çikis gerilimini bulun




$t>0.3 \Rightarrow v(t)=0$ $t_o=0.3$

$$v_o(0.3+)=4(1-e^{-\frac{0.3}{0.4}})$$

$$v_O(t)=K_1^{''}+K_2^{''}e^{-\frac{(t-0.3)}{\tau^{'}}}$$ $\tau^{'}=0.4$

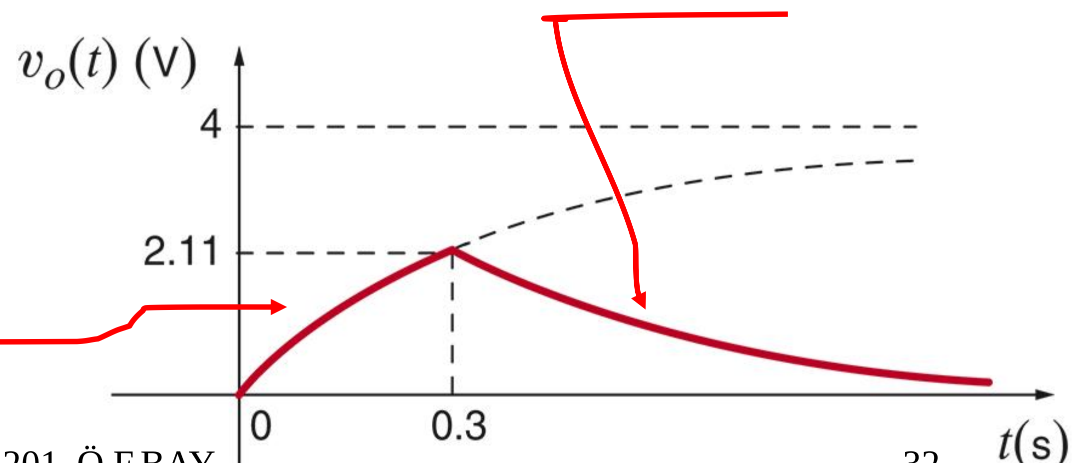
$$v_o(\infty)=0 \Rightarrow K_1^{''}=0$$

$$K_2^{''}=v_o(0.3+)=2.11(V)$$

$$v_o(t)=2.11e^{-\frac{t-0.3}{0.4}} \; ; \; t>0.3$$

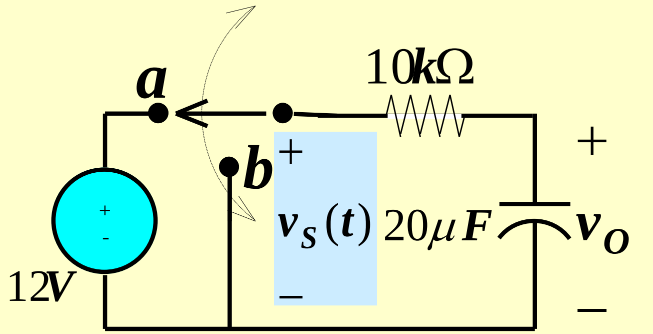
$0<t<0.3$

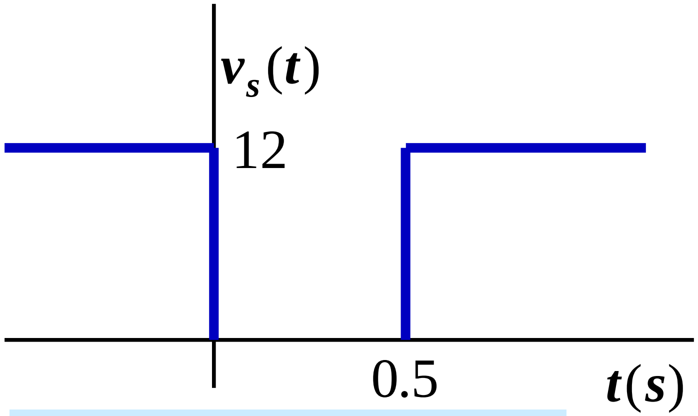
$$v_o(t)=4\left(1-e^{-\frac{t}{0.4}}\right)$$



**ÖRNEK** Anahtar başlangıçta ***a*** noktasındadır. t = 0’da ***b***'ye alınmaktadır ve t = 0.5'de tekrar ***a***'ya alınmaktadır.

$t > 0$ için $v_0(t)$'yi bulun




Parçalı sabit kaynak

Her bir aralıkta kaynak sabittir ve çıkış şu formdadır

$$v_O(t) = K_1 + K_2 e^{-\frac{t - t_O}{\tau}}$$

Sabitler olağan şekilde belirlenir.

$0 < t < 0.5$ (anahtar ***b***'de) $t_o = 0$

$$v_O(t) = K_1' + K_2' e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$v(0+) = 12[V] = K_1' + K_2'$$

$$v_O(\infty) = 0 = K_1'$$

$$\tau = (10k\Omega)(20\mu F) = 0.2s$$

$$v_O(t) = 12e^{-\frac{t}{0.2}}, 0 < t < 0.5$$

$t > 0.5$ (anahtar ***a***'da) $t_o = 0.5$

$$v_O(0.5+) = v_O(0.5-) = 12e^{-\frac{0.5}{0.2}} = 0.985$$

$$v_O(t) = K_1'' + K_2'' e^{-\frac{(t-0.5)}{\tau'}}$$

$$v_O(0.5+) = 0.985 = K_1'' + K_2''$$

$$v_O(\infty) = 12 = K_1''$$

$$K_2'' = 0.985 - 12 = -11.015$$

$$v_O(t) = 12 - 11.015e^{-\frac{t-0.5}{0.2}}, \ t > 0.5$$

# ÇIKIŞ GERİLİMİNİ ÇİZMEK İÇİN MATLAB KULLANIMI

```
%pulse1.m
% displays the response to a pulse response
tmin=linspace(-0.5,0,50); %negative time segment
t1=linspace(0,0.5,50); %first segment
t2=linspace(0.5, 1.5,100); %second segment
vomin=12*ones(size(tmin));
vo1=12*exp(-t1/0.2); %after first switching
vo2=12-11.015*exp(-(t2-0.5)/0.2); %after second switching
plot(tmin,vomin,'bo',t1,vo1,'rx',t2,vo2,'md'),grid
title('OUTPUT VOLTAGE'), xlabel('t(s)'),ylabel('Vo(V)')
```