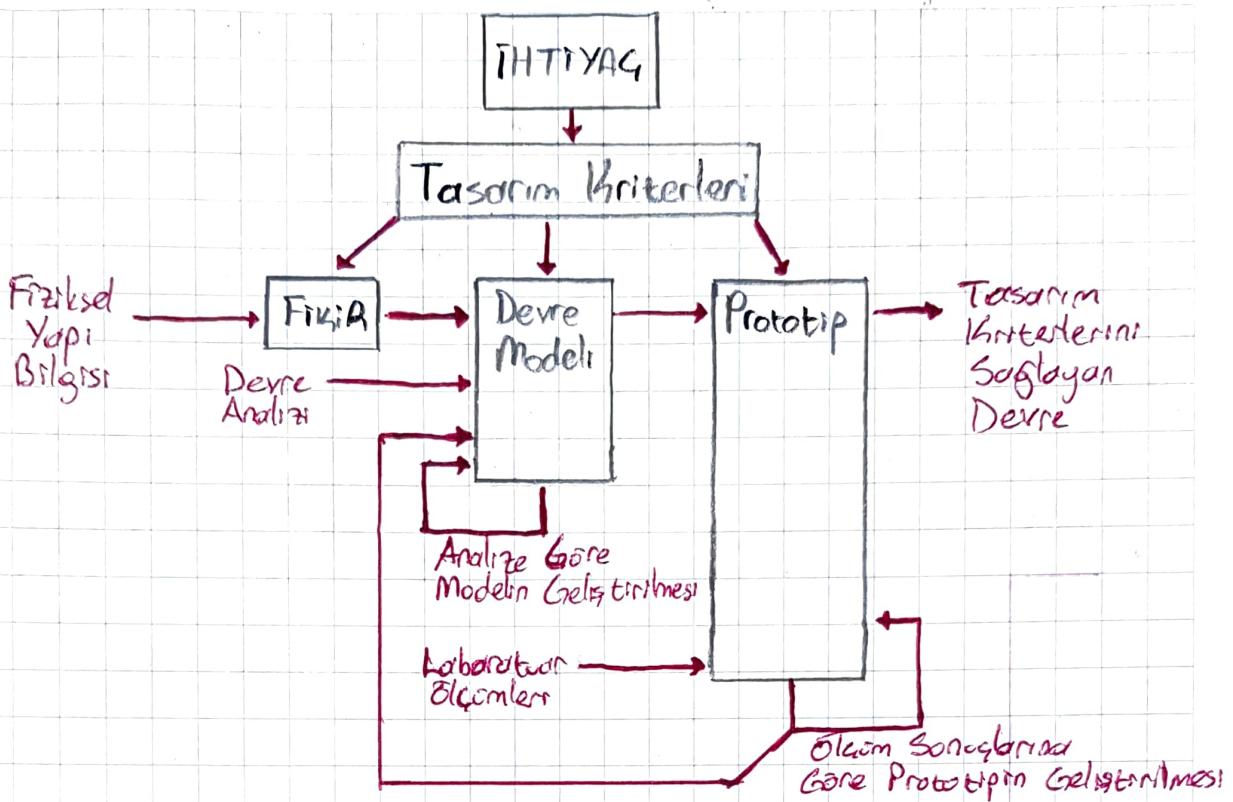


Elektrik Devreleri I



- Devre modeli gerçek olmalıdır.
- Tasarım kriterleri uluslararası standartlara uymalıdır.

Temel Kavramlar ve Birimler

ÜZÜLÜM

İKİ

ÇOK ÜZÜLÜM

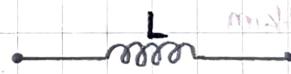
Direnç

(R) (Ω , ohm)



Bobin

(L) (H, Henry)



Kondansatör

(C) (F, Farad)



Diyot



Akım Kaynagi



Gerişim Kaynagi



- Kondansatörler AC ve DC olmak üzere ikiye ayrılır.

Transistor (Elektronik Dersinde)



Tristar (Güç Elektronik Dersinde)



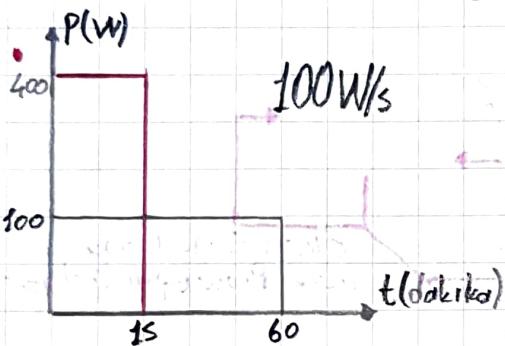
Boyleklik

Frekans	Hertz	(Hz)
Kuvvet	Newton	(N)
Enerji	Joule	(J)
Gçg	Watt	(W)
Elektrik Yoku	Coulomb	(C)
Elektrik Potansiyali	Volt	(V)
Elektrik Direnci	Ohm	(Ω)
Elektrik Akımları	Siemens	(S)
Elektrik Kapasitesi	Farad	(F)
Manyetik Akı	Weber	(Wb)
Endüktans	Henry	(H)

SI Brimi (Sembolü)

Hertz	(Hz)	sn^{-1}
Newton	(N)	kg.m/s^2
Joule	(J)	N.m
Watt	(W)	J/s
Coulomb	(C)	A.s
Volt	(V)	W/A
Ohm	(Ω)	V/A
Siemens	(S)	A/V
Farad	(F)	C/V
Weber	(Wb)	V.s
Henry	(H)	Wb/A

Diger Birimlerle İfadeleri



- Gçg ile zamanın çarpımı enerjiyi verir.
- Direncin tersi sıfır olamaz.

milli (m) : 10^{-3}
 mikro (μ) : 10^{-6}
 nano (n) : 10^{-9}
 piko (p) : 10^{-12}

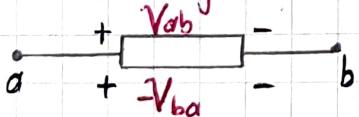
kilo (k) : 10^3
 mega (M) : 10^6
 giga (G) : 10^9
 tera (T) : 10^{12}

Yok ve Akım

- Akım (+) dan (-) ye doğru hareket eder.
- Küçük hattan artık değer, büyük hattın etkin değerdir.

$$i = \frac{dq}{dt}$$

Gerişim, Enerji ve Gçg



$$V_{ba} = -V_{ab}$$

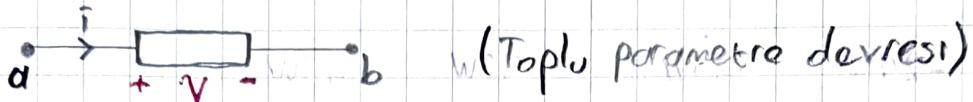
$$P = \frac{dW}{dt} = Vi \quad (\text{W})$$

$$\text{Enerji; } W = P \cdot t \quad (\text{Wh})$$

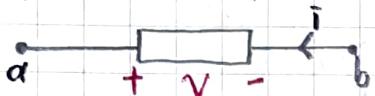
P zamanla değişse;

$$W = \int_{t_0}^t V(t) i(t) dt = \int_{t_0}^t P(t) dt$$

Akım ve Gerilim Yıksı Neglisi



Akım (+) ustan geliyor ve (-) ustan çıkıyor ise eleman enerji tüketen (pozitif) bir elemandır. RLC devresi gibi.



Akım (-) ustan giriyor ve (+) ustan çıkıyor ise eleman enerji üretken (aktif) bir elemandır.

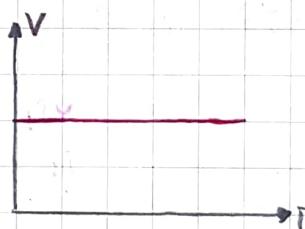
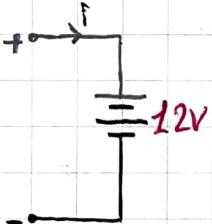
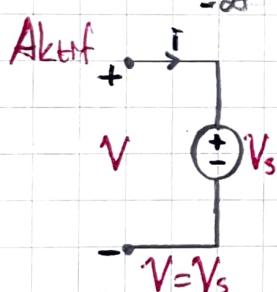
- Akım kaynağının her zaman gerilimi vardır.

Positif ve Aktif Elemanlar

Bir eleman boşta bir kaynaktan sağladığı enerjiden daha fazla enerji vermiyorsa pozitiftir. Positif bir elemanın herhangi bir andaki net enerjisini pozitiftir.

$$W(t) = \int_{-\infty}^t P(\tau) d\tau = \int_{-\infty}^t Vi d\tau \geq 0$$

• Örneğin; Direnç, Kondansatör



Bağımsız gerilim kaynağı; Akıma göre değişmiyor.



Bağımsız akım kaynağı; Akımı gerilime göre değişmiyor.



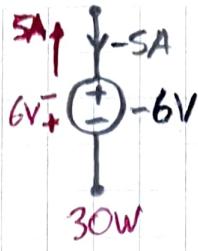
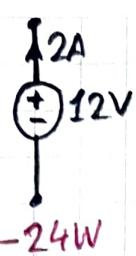
Toplu parametre gösterimi

Gerilim kaynağı ise akım ters yönde ve güç negatif enkar.

$$P = Vi$$

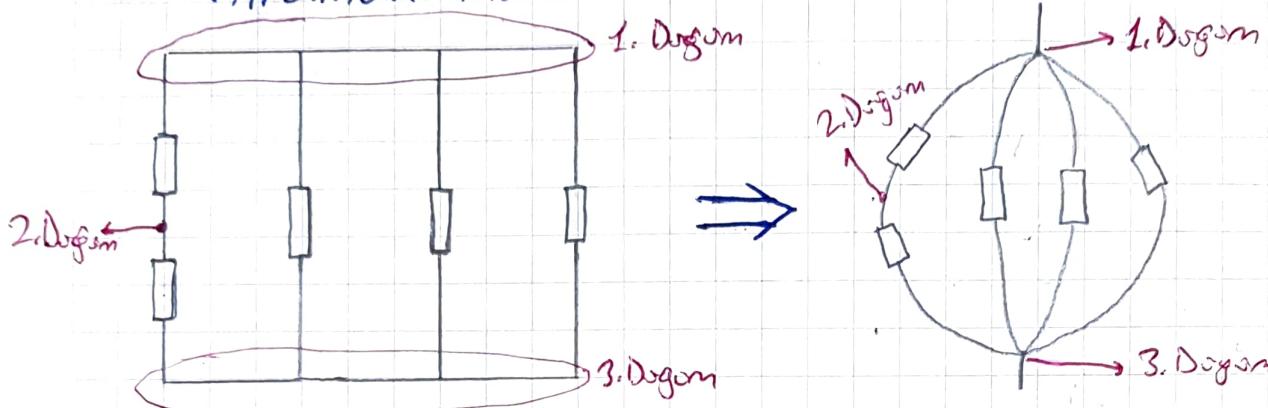
(Gekilen Güc)

= Örnek =



Dört elementin
geliştiği
yere
kactır?

Kirchhoff Yasaları

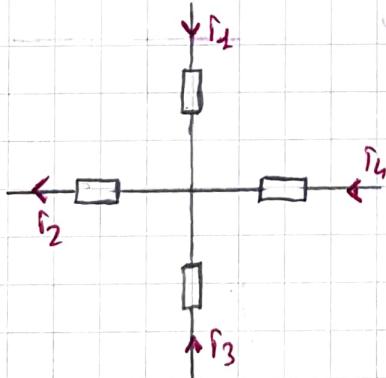


İki element ve daha fazla元件 bağlanılan yerlere
düğüm denir. Aradaki元件 yoksa tamamı tek bir
düğümde olur.

Kirchhoff Akım Yasası (KCL)

Bir düğüme giren akımların toplamı sıfırdır.
Burdaki akımlar元件 akımlarıdır. Akım ve yön gereklidir. Düğüme giren (+), çıkış (-) kabul edilebilir.

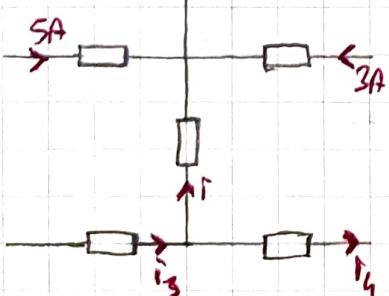
$$\sum_{n=1}^N i_n = 0$$



$$i_1 + (-i_2) + i_3 + i_4 = 0$$



i1'ı bulunuz?



$$5A + 2A + 3A + i = 0$$

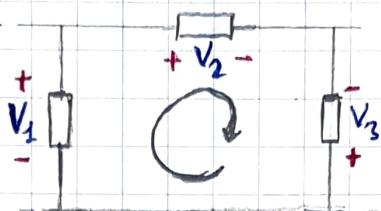
$$i = -10A$$

$$i_3 + (-i) + (-i_4) = 0$$

Kirchhoff Gerilim Yasası (KVL)

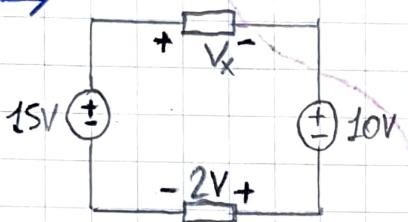
Kapali bir devrede gerilim dogrularının cebirsel toplamı sıfırdır. Elemanların (+) ve (-) tarafları gereklidir.

$$\sum_{i=1}^N V_i = 0$$



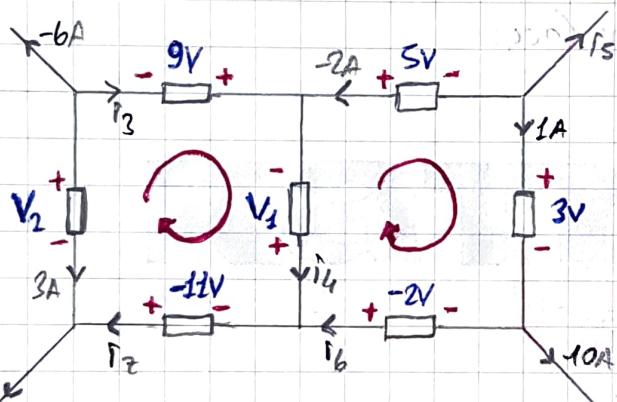
$$-V_1 + V_2 - V_3 = 0$$

$$V_2 = V_1 + V_3$$



$$V_x + 10V + 2V - 15V = 0$$

$$V_x = 3V$$



$$V_f = -10V$$

$$V_2 = 12V$$

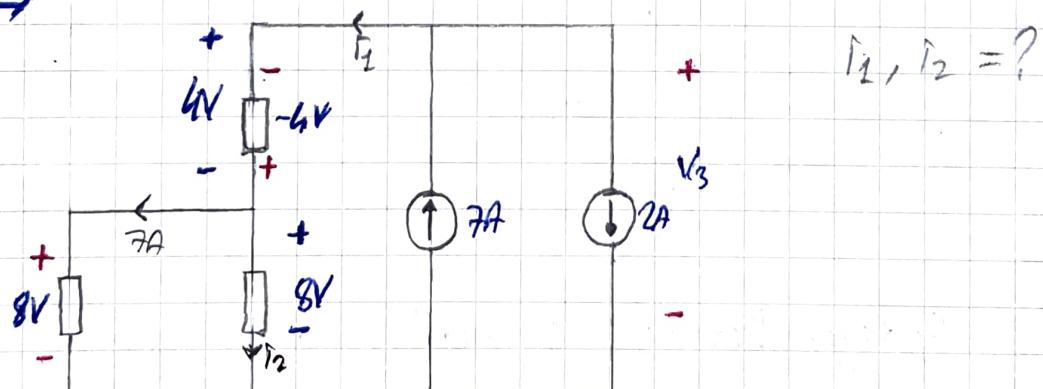
$$I_3 = 3A$$

$$I_4 = 1A$$

$$I_S = 1A$$

$$i_6 = -8A$$

$$i_7 = -8A$$



$$V_3 = 6V + 8V = 12V$$

$$7A - i_1 - 2A = 0$$

$$i_1 = 5A$$

$$i_1 - 7A - i_2 = 0$$

$$5A - 7A - i_2 = 0$$

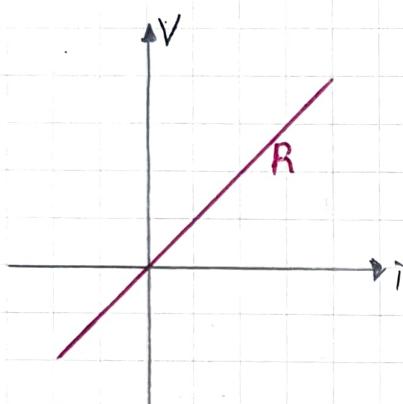
$$i_2 = -2A$$

Ohm Konusu

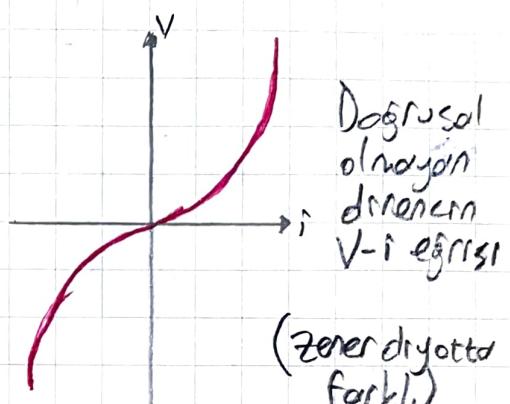
Bir direncin üzerindeki gerilim düşümü direnç akımı ile doğru orantılıdır.



$$V = R \cdot i \quad (\text{Bu bağıntı doğrusal için geçerlidir.})$$



Dogrusal direncin
 $V-i$ eğrisi



Dogrusal
olmayan
direncin
 $V-i$ eğrisi

(Zener diyotta
farklı.)

• Direncin Üzerindeki Aşırı Gözü:

$$P = V_i = R_i i = R_i^2 = \frac{V^2}{R}$$

• Direncin İletkenliği:

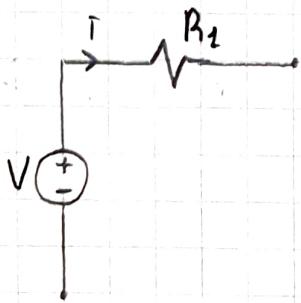
$$G = \frac{1}{R} \quad (\text{s}) \quad i = GV \quad P = \frac{i^2}{G} = GV^2$$

• Devre teorisinde dirence bağlı olarak kısır devre ve açık devre tanımları vardır.

Kısa devrede direncin değeri sıfır ohmdur. Mükemmel iletkenler üzerindeki gerilim düşümü sıfır voltur.

Açık devrenin iletkenliği sıfır siemensdir. Diğer bir deyişle mükemmel bir yarıkta üzerinde bir gerilim uygulandığında içinden hiç bir akım olmaz.

Seri Eşdeğer Devreler ve Gerilim Bölümü



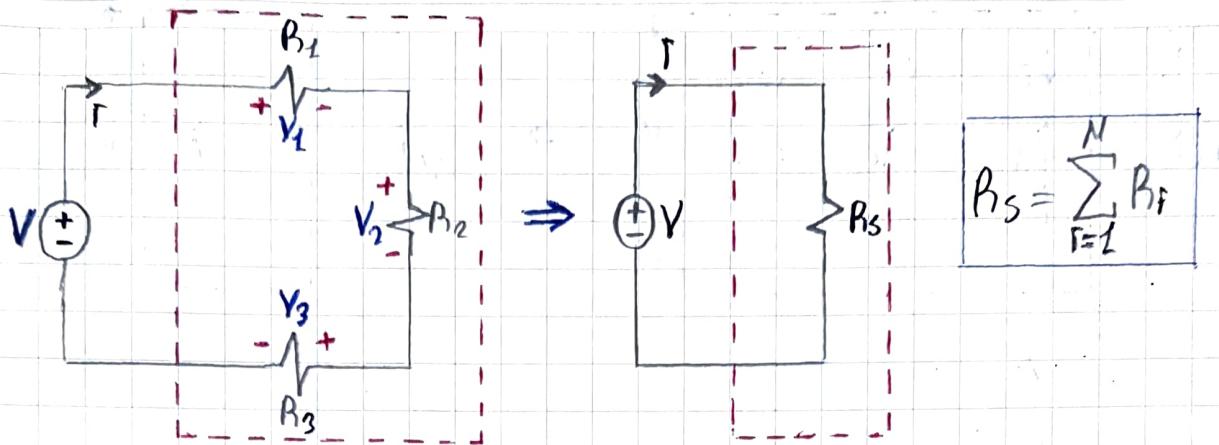
Direnç neden seri bağlanır?

1- Devredeki ohm ekşiliklerini gidermek

2- Gerilim Bölme konu

3- 220V şebekeleri olduğunda 100V'lu

3 tone direnci seri olarak bağlanır.



$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

$$V = i(R_1 + R_2 + R_3)$$

$$V = iR_s$$

$$V_1 = \frac{R_1}{R_s} V$$

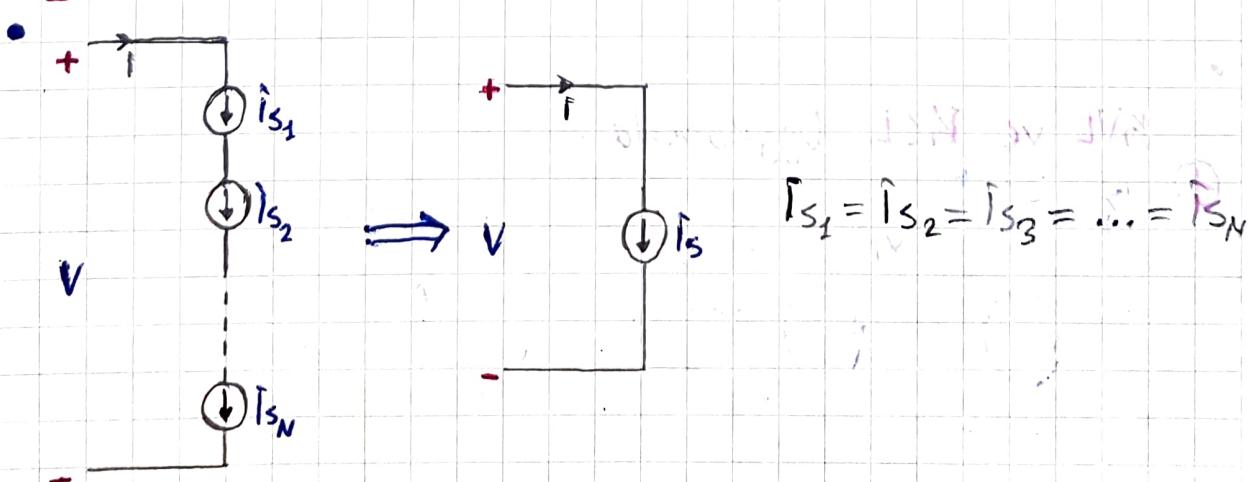
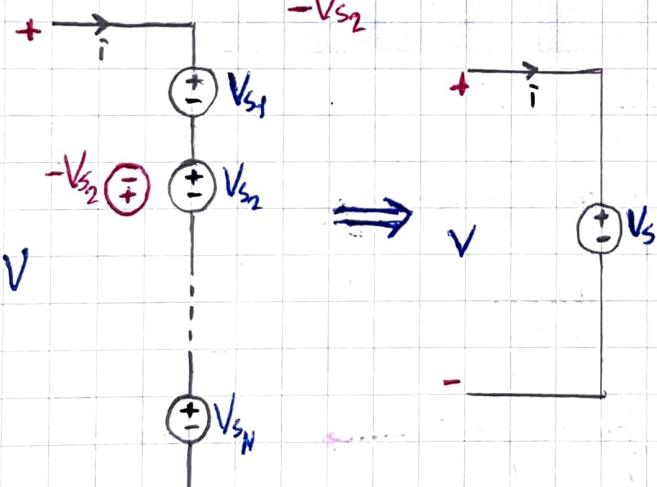
$$V_2 = \frac{R_2}{R_s} V$$

$$V_3 = \frac{R_3}{R_s} V$$

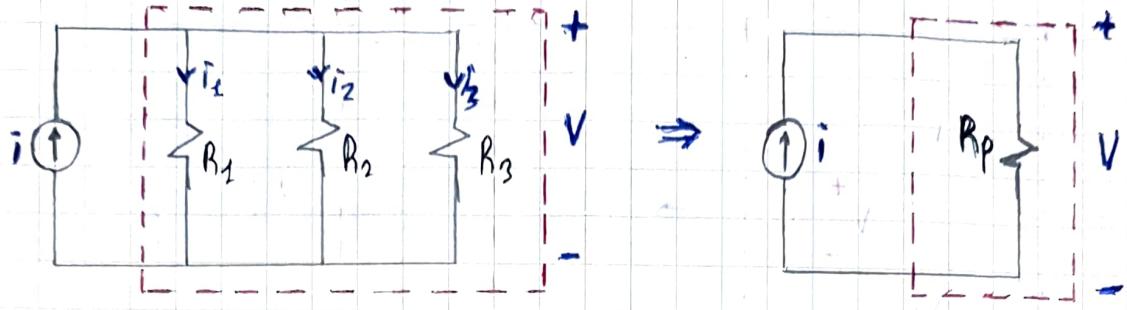
Neden gerilim kaynağının sersi borçlanır?

- Gerilimi artırmakla ilgili (örnek: Güneş paneli için des.)

- $V_s = V_{s1} + V_{s2} + V_{s3} + \dots + V_{sN}$



Paralel Esdeger Devreler ve Akım Bölme



$$i = i_1 + i_2 + i_3$$

$$\bar{i} = (G_1 + G_2 + G_3)V$$

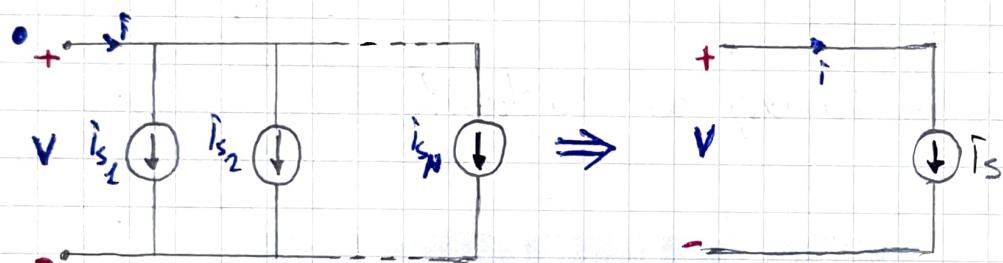
$$\bar{i} = G_p V$$

$$G_p = G_1 + G_2 + G_3$$

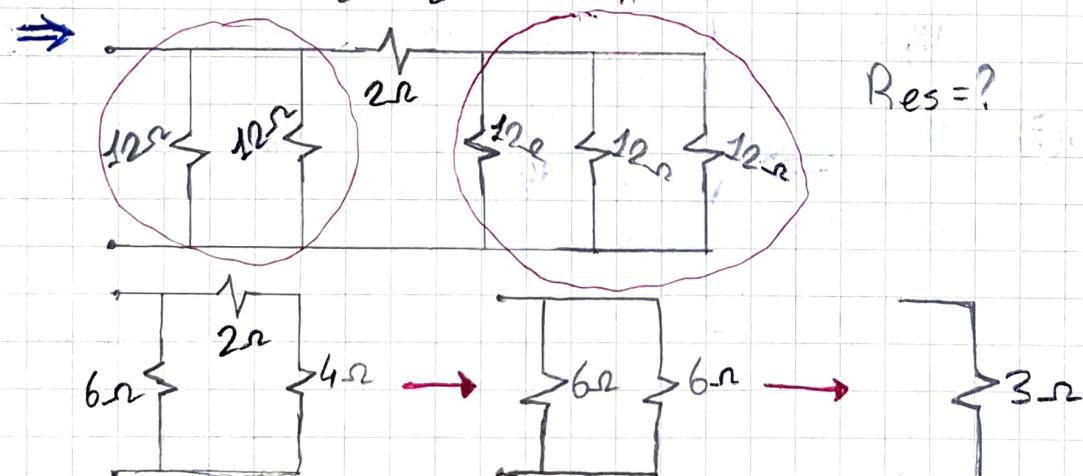
Kısa devre olursa dirençlerin
bağlantıları okunmez.

$$\bar{i}_i = \frac{R_p}{R_i} \cdot \bar{i}$$

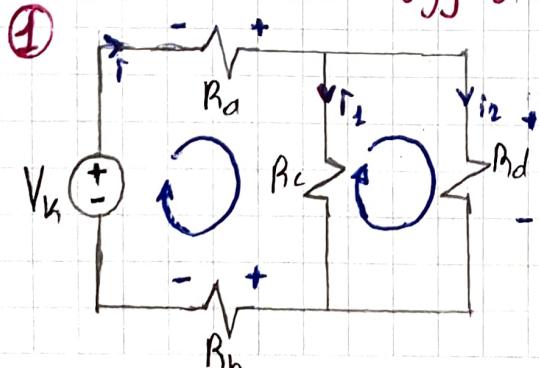
$$\frac{1}{R_p} = \sum_{i=1}^N \frac{1}{R_i}$$



$$I_s = I_{s1} + I_{s2} + \dots + I_{sN}$$



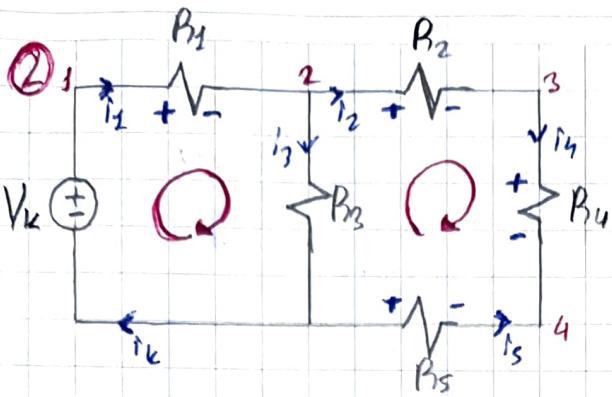
- Akım bölmeli i_{cm} paralel, gerilim bölmeli V_{cm} seri bağlanmalı
- KVL ve KCL Uygulamaları**



$$I - i_1 - i_2 = 0$$

$$-V_k + V_{R_{1A}} + V_{R_{2B}} + V_{R_{3C}} = 0$$

$$-V_{R_{3C}} + V_{R_{4D}} = 0$$



$$i_k + (-i_1) = 0$$

$$i_k = i_1$$

$$i_1 + (-i_2) + (-i_3) = 0$$

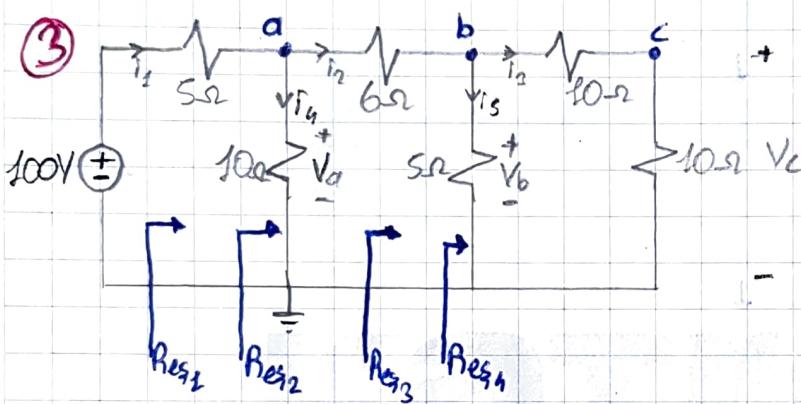
$$i_1 = i_2 + i_3$$

$$i_2 + (-i_4) = 0 \quad i_4 + i_5 = 0$$

$$i_2 = i_4 \quad i_4 = -i_5$$

Genre 1 / $-V_k + V_{R_1} + V_{R_3} = 0$

Genre 2 / $-V_{R_3} + V_{R_2} + V_{R_4} - V_{R_5} = 0$



Elemen akımlarını bulunuz?

$$V_k = i_1 R_{eq1}$$

$$R_{eq1} = \frac{5 \cdot 20}{5+20} = 4\Omega$$

$$\Rightarrow R_{eq3} = 6 + R_{eq4} = 10\Omega$$

$$V_b = i_2 R_{eq4} = 5 \cdot 4 = 20V$$

$$\therefore I = \frac{V_k}{R_{eq1}} = \frac{100}{10} = 10A$$

$$R_{eq2} = \frac{10 \cdot 10}{10+10} = 5\Omega$$

$$i_5 = \frac{V_b}{5} = \frac{20}{5} = 4A$$

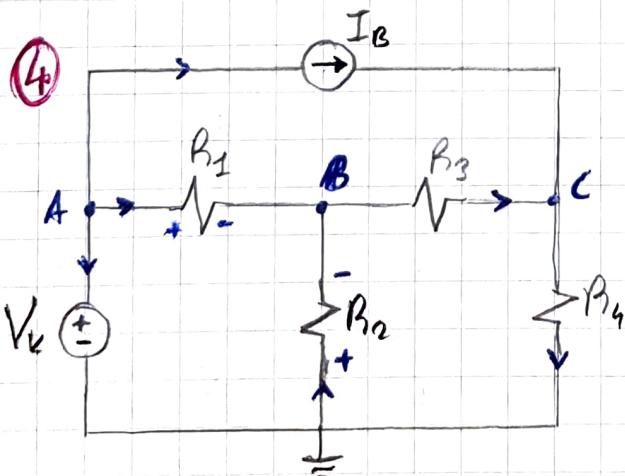
$$V_a = i_1 R_{eq2} = 10 \cdot 5 = 50V$$

$$R_{eq1} = R_{eq2} + 5 = 10\Omega$$

$$i_3 = \frac{V_k}{10+10} = \frac{20}{20} = 1A$$

$$i_4 = \frac{V_a}{10} = \frac{50}{10} = 5A$$

$$i_2 = \frac{V_a}{R_{eq3}} = \frac{50}{10} = 5A$$



$$V_k = 6V \quad I_B = 2A$$

$$R_1 = 1\Omega \quad R_2 = 2\Omega$$

$$R_3 = R_4 = 3\Omega$$

KCL yontemini kullanarak direnç akımlarını ve harcadıkları güçler bulunuz?

$$\begin{aligned} A) -I_B - I_{B_1} - I_K &= 0 \\ B) -I_{B_3} + I_{A_1} + I_{B_2} &= 0 \\ C) -I_{B_4} + I_B + I_{B_3} &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_B &= 2A, V = IR \\ I_{B_1} &= \frac{V_{R_1}}{R_1} = \frac{V_A - V_B}{R_1} \\ I_{B_2} &= \frac{0 - V_B}{R_2} \\ I_{B_3} &= \frac{V_B - V_C}{R_3} \\ I_{B_4} &= \frac{V_C - 0}{R_4} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A) -2 - \frac{V_A - V_B}{R_1} - I_K &= 0 \\ B) -\frac{V_B - V_C}{R_3} + \frac{V_A - V_B}{R_1} - \frac{V_B}{R_2} &= 0 \\ C) -\frac{V_C}{R_4} + 2 + \frac{V_B - V_C}{R_3} &= 0 \end{aligned}$$

$$A) V_A - V_B = -2 - I_K$$

$$B) V_A - \frac{1}{6} V_B + \frac{1}{3} V_C = 0$$

$$C) \frac{1}{3} V_B - \frac{2}{3} V_C = -2$$

$$\leftarrow V_A = V_K = 6V$$

$$\begin{aligned} V_B &= \frac{21}{5} V \\ V_C &= \frac{51}{10} V \end{aligned} \quad \left\{ \begin{array}{l} B) 11V_B - 2V_C = 36 \\ C) 2V_C - V_B = 6 \end{array} \right.$$

$$I_{B_1} = \frac{V_{B_1}}{R_1} = \frac{V_A - V_B}{R_1} = \frac{9}{5} A, \quad I_{B_3} = \frac{V_{B_3}}{R_3} = \frac{V_B - V_C}{R_3} = -\frac{3}{10} A$$

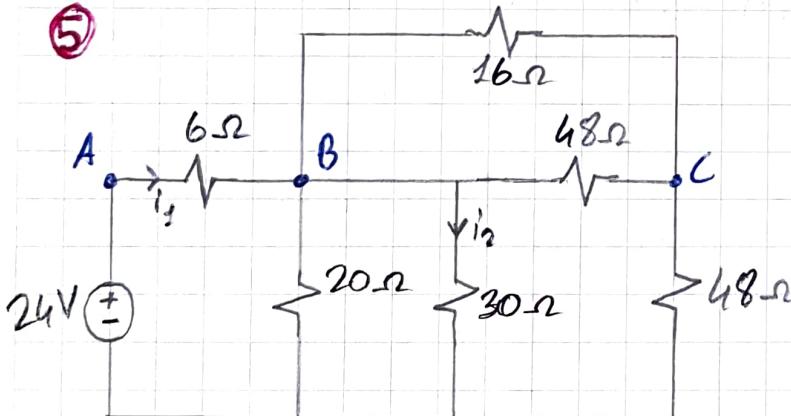
$$I_{B_2} = \frac{-V_B}{R_2} = -\frac{21}{10} A, \quad I_{B_4} = \frac{V_C}{R_4} = \frac{51}{30} A$$

$$P = I^2 R$$

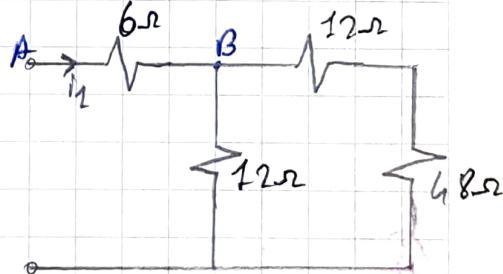
$$P_{B_1} = I_{B_1}^2 R_1 = \left(\frac{9}{5}\right)^2 \cdot 1 = 3,36W, \quad P_{B_3} = 0,27W$$

$$P_{B_2} = 8,82W$$

5)



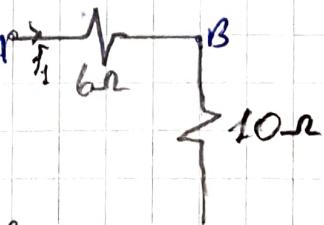
$$I_1, I_2 = ?$$



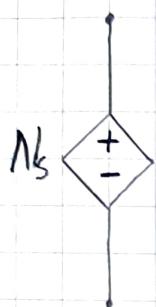
$$I_1 = \frac{24}{6+10} = \frac{3}{2} = 1,5A$$

$$V_B = I_1 \cdot 10 = 15V$$

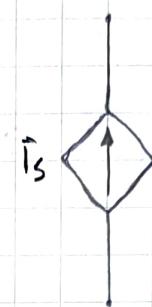
$$I_2 = \frac{V_B}{30} = \frac{15}{30} = 0,5A$$



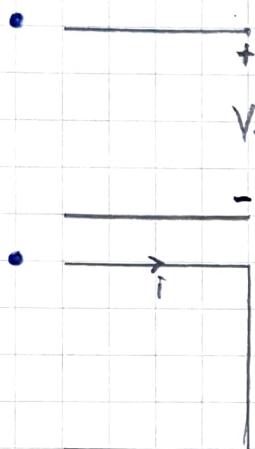
Bağımlı Kaynaklar



Bağımlı gerilim
kaynağı

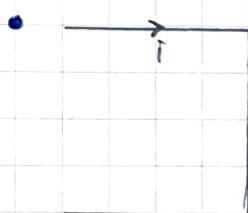


Bağımlı akım
kaynağı



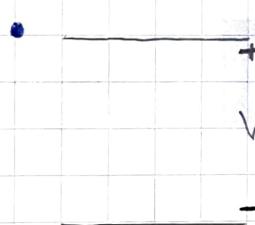
$$\text{Diamond symbol: } \begin{matrix} + \\ - \end{matrix} \mu V_1 \quad (\text{V}) \quad V = \mu V_1$$

Gerilim kontrolls
gerilim kaynağı



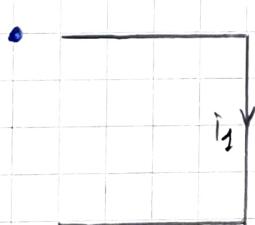
$$\text{Diamond symbol: } \begin{matrix} + \\ - \end{matrix} r i_1 \quad (\text{V}) \quad V = r i_1$$

Akım kontrolls
gerilim kaynağı



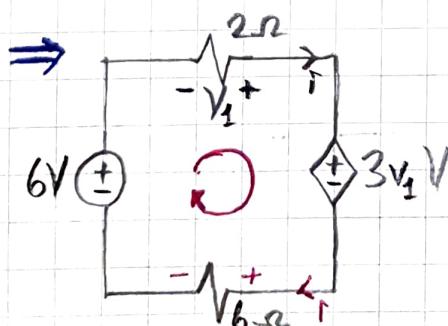
$$\text{Diamond symbol: } \begin{matrix} + \\ - \end{matrix} g V_1 \quad (\text{A}) \quad i = g V_1$$

Gerilim kontrolls
akım kaynağı



$$\text{Diamond symbol: } \begin{matrix} + \\ - \end{matrix} \beta i_1 \quad (\text{A}) \quad i = \beta i_1$$

Akım kontrolls
akım kaynağı



$$\text{a) } i = ?$$

$$\text{b) } 3V_1 \text{ yerine } 6V_1 \text{ olursa } i = ?$$

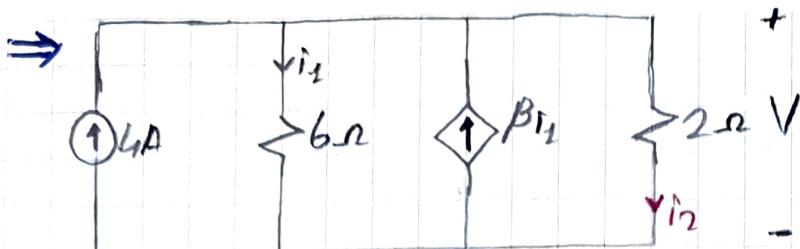
$$\text{a) } -6 - V_1 + 3V_1 + 6i = 0$$

$$V_1 = -2i$$

$$2(-2i) + 6i = 6$$

$$i = 3A$$

$$\text{b) } i = -\frac{3}{2} A$$



$V = 8V$ olması için
 β ne olmalıdır?

$$KCL \rightarrow 4 - i_1 + \beta i_1 - i_2 = 0$$

$$i_1 = \frac{V}{6} \quad i_2 = \frac{V}{2}$$

$$i_1 = \frac{8}{6} A \quad i_2 = \frac{8}{2} = 4A$$

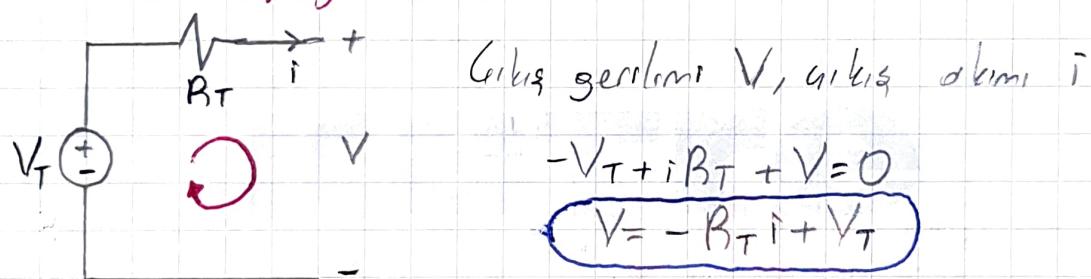
$$4 - \frac{4}{3} + \beta \frac{4}{3} - 4 = 0$$

$$\beta \frac{4}{3} = \frac{4}{3}$$

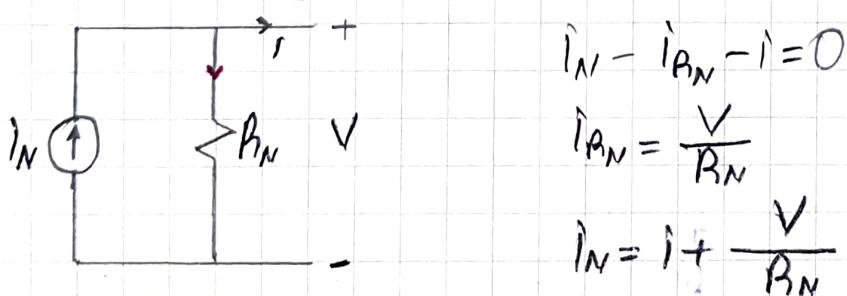
$$\beta = 1$$

Thevenin ve Norton Esdeger Devreler

Thevenin Esdeger Devre



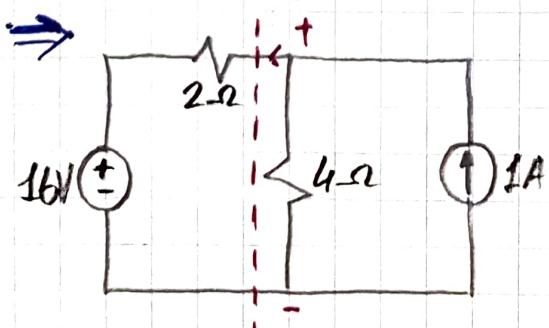
Norton Esdeger Devre



$$R_N = R_T$$

$$V_T = R_N i_N$$

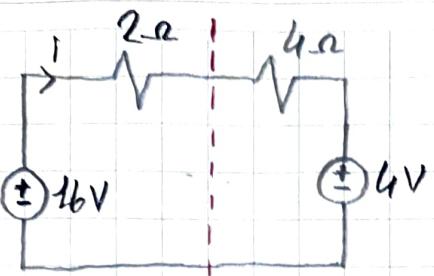
$$V = -R_N i + R_N i_N$$



$$R_N = 4\Omega \quad i_N = 1A$$

$$R_T = R_N = 4\Omega$$

$$V_T = R_N i_N = 4 \cdot 1 = 4V$$

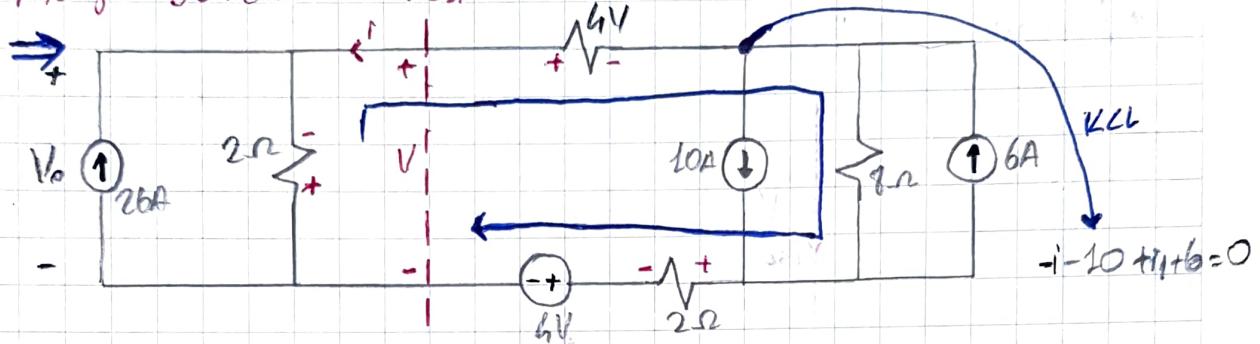


$$-16 + 2i + 4i + 4 = 0$$

$$6i = 12$$

$$i = 2A$$

Eski defter Denklem Bulunuşu



$$KVL \rightarrow -4i - 8i_2 - 2i + 6 - V = 0$$

$$V = -14i - 28$$

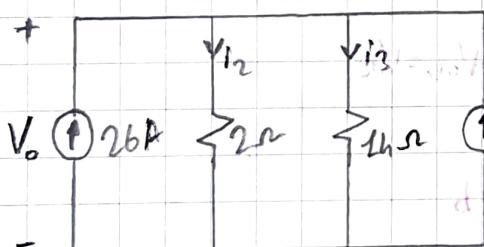
$$R_T = 16\Omega$$

$$V_T = -28V$$

$$V = -R_T i + V_T$$

$$R_N = R_T = 16\Omega$$

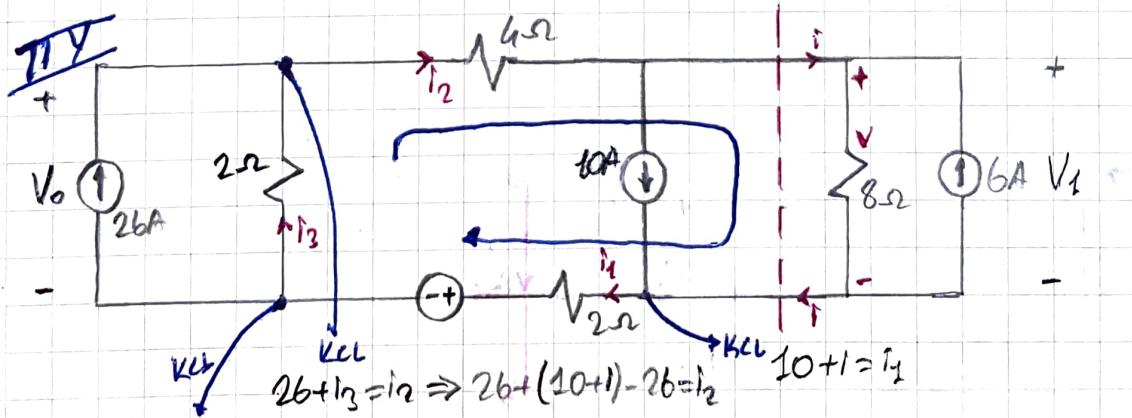
$$i_N = \frac{V_T}{R_T} = -2A$$



$$26 - i_2 - i_3 + (-2) = 0$$

$$26 - 2 = \frac{V_o}{2} + \frac{V_o}{16}$$

$$V_o = 42V$$

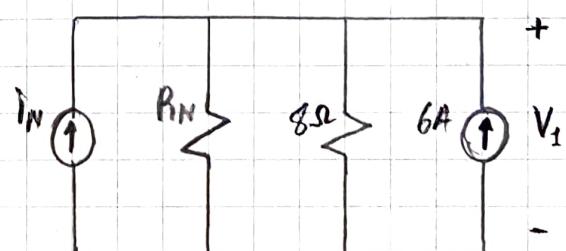


$$i_2 - i_3 - 26 = 0$$

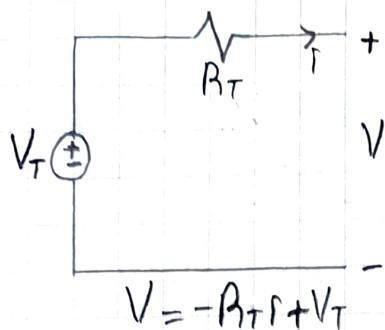
$$i_3 = -26 + i$$

$$i_3 = (10 + i) - 26$$

$$\begin{cases} V + 2i_3 + 4 + 2i_2 + 4i_2 = 0 \\ V = -R_T i + V_T \end{cases}$$



• Thevenin Arik devre durumunda



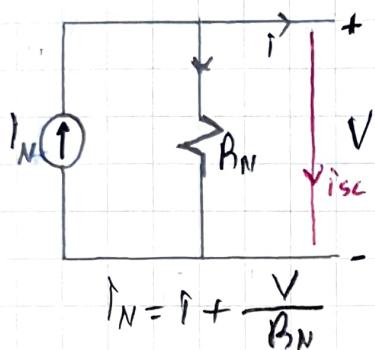
$$V = V_{oc}$$

$$I = 0$$

$$V = V_T = V_{oc}$$

$$V = -R_T * I + V_T$$

• Norton Kısıtlı devre durumunda



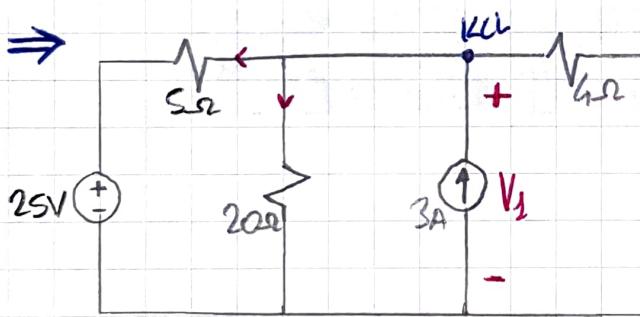
$$V = 0$$

$$I_N = I = I_{sc}$$

$$I_N = I + \frac{V}{R_N}$$

$$R_N = R_T = \frac{V_T}{I_N} = \frac{V_{oc}}{I_{sc}}$$

• Akım kaynağından matematiksel gelenek var dir. SC \rightarrow kısıtlı devre
OC \rightarrow arik devre



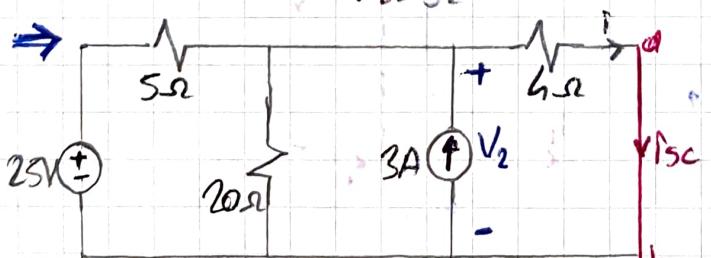
Devrenin thevenin eyledeğirmen bulunuş

$$3 - \frac{V_1}{20} - \frac{V_1 - 25}{5} - 0 = 0$$

$$\frac{V_1}{20} + \frac{V_1 - 25}{5} = 3$$

$$V_1 = 32$$

$$V_{oc} = V_1 = 32V = V_T$$



$$I_{sc} = \frac{V_2}{6} = \frac{16}{6} = 4A$$

$$R_T = R_N = \frac{V_{oc}}{I_{sc}} = \frac{32}{4} = 8\Omega$$

$$3 - \frac{V_2}{20} - \frac{V_2 - 25}{5} - \frac{V_2}{6} = 0$$

$$\frac{V_2}{20} + \frac{V_2 - 25}{5} + \frac{V_2}{6} = 3$$

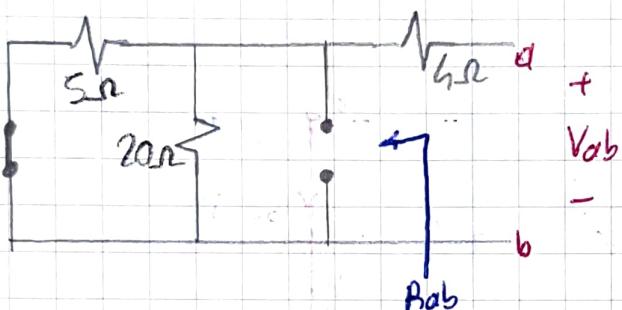
$$V_2 = 16V$$



Thevenin Direncinin Bulunması

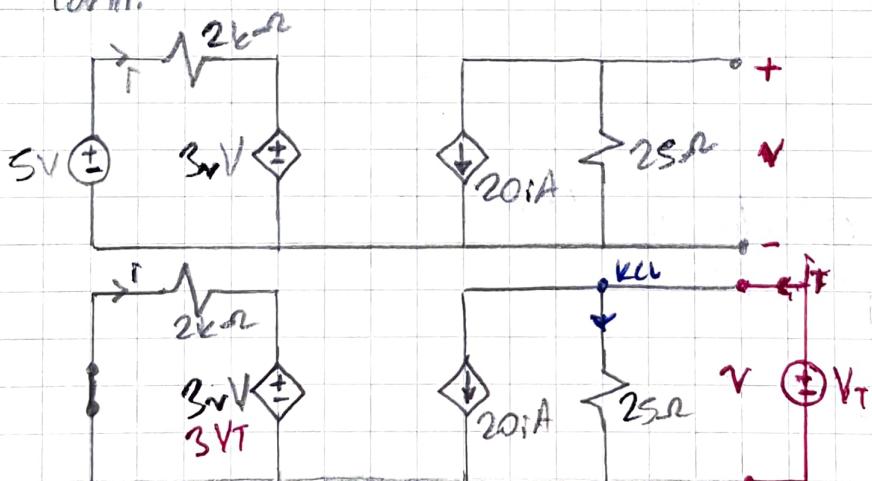
a) Eğer devrede **sadece** bağımsız kaynaklar varsa devre dışı bırakılıp eşdeğer direnç bulunur.

Aynı kaynaktan sıfır olması için devre, gerilim kaynaklarının sıfır olması için kiral devre yapılmalıdır.



$$R_{ab} = R_T = 6 + \frac{5 \cdot 20}{5+20} = 8\Omega$$

b) Eğer devrede bağımlı kaynaklar varsa bağımsız kaynaklar devre dışı bırakılır ve sadece bağımsız kaynaklar bulunmaktadır.



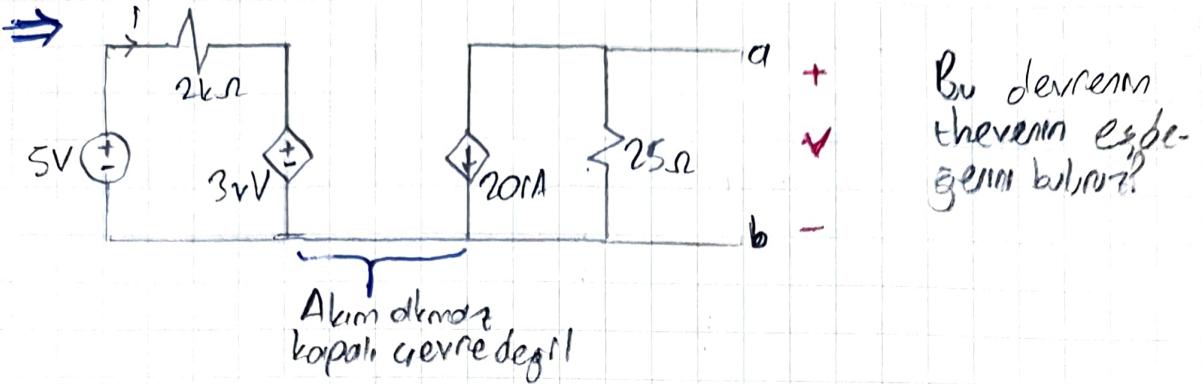
$$2k = 2000$$

$$i_T = \frac{V_T}{25} - 20$$

$$i = -\frac{3V_T}{2000}$$

$$I_T = \frac{V_T}{25} - \frac{60V_T}{2000}$$

$$\frac{V_T}{i_T} = 100\Omega > R_T$$



Açık devre durumunda;

$$V_T = V_{OC} = 1V$$

$$V = -25 \cdot 20 = -500V$$

$$I = \frac{5 - 3}{2000}$$

$$V = V_T = -5V$$

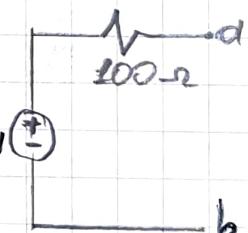


$$I_{SC} = -20A$$

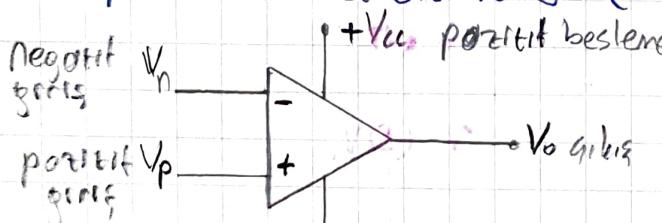
$$I = \frac{5}{2000} = 2.5mA$$

$$I_{SC} = -20 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} = -50mA$$

$$R_T = \frac{V_{OC}}{I_{SC}} = \frac{-5}{-50 \cdot 10^{-3}} = 100\Omega$$



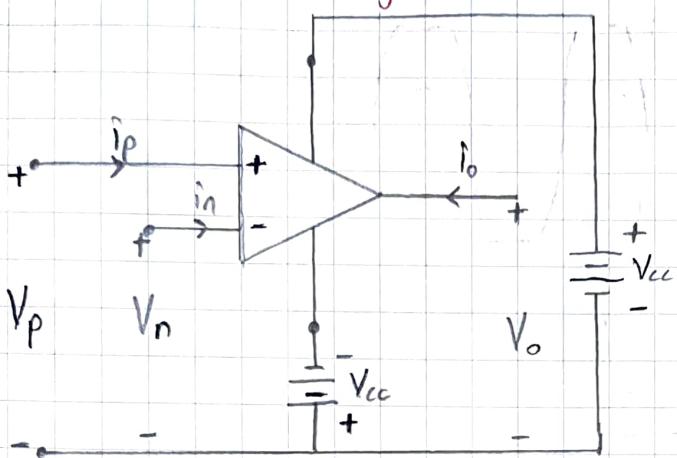
İşlemsel Kuruşlendiriciler (OPAMP)



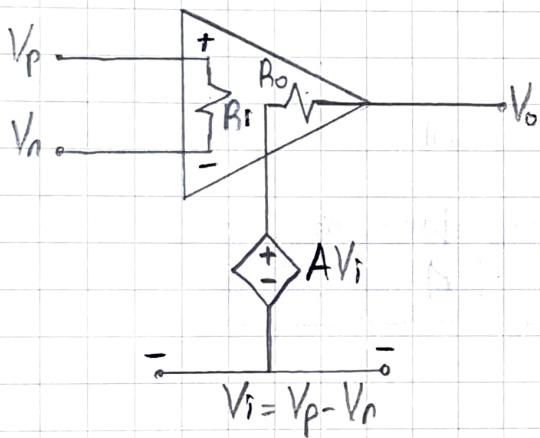
-Vcc negatif besleme

$\frac{1}{2}$ ortak toprak

Besteneler nasıl bağlanır?

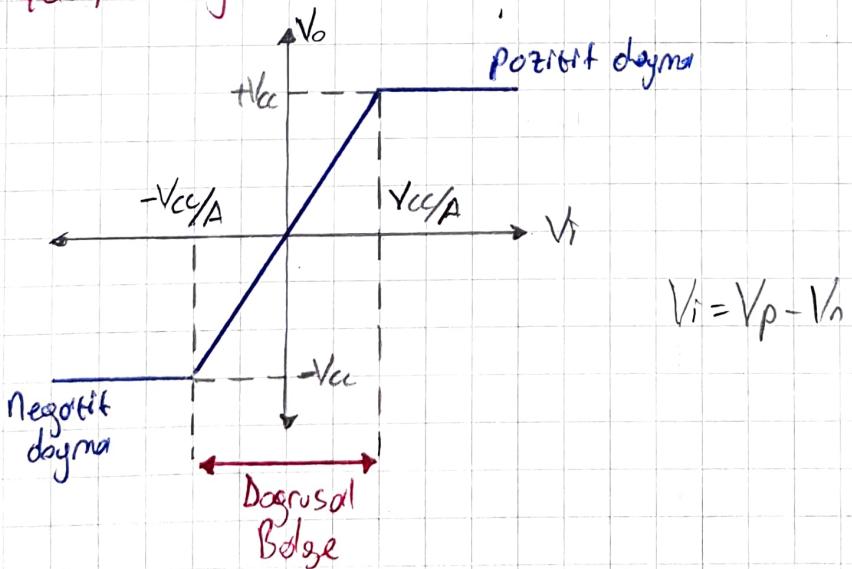


Opampin ta yapısı

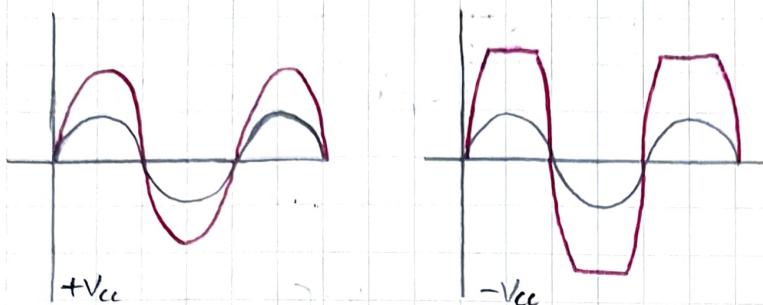


$$R_o \rightarrow 100\Omega \text{ ile } 150\Omega \text{ arası}$$

Girişlerin egrisi:



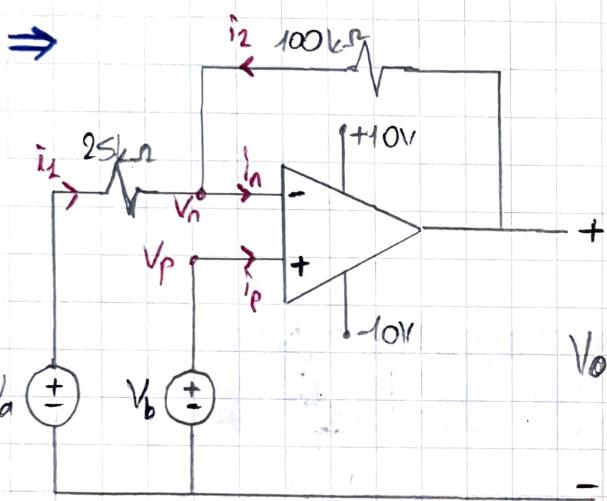
- Fazla gerilimde dayanışma gider bu da sinus dalgasında kırılma yapar.



- Ideal opamp;

$$\begin{aligned} i_p &= i_n = 0 \\ V_p - V_n &= 0 \\ V_p &= V_n \end{aligned}$$

$$R_i \rightarrow \infty$$



Devredelerdeki opamp ideal olduğunu söyleyelim;

- $V_a = 1V$, $V_b = 0$ olması durumunda $V_o = ?$
- $V_a = 1V$, $V_b = 2V$ ise $V_o = ?$
- $V_a = 1.5V$ iken opampın dayanışma sınırlaması nedeniyle V_o hangi aralıklara olmalıdır?

İdeal $\rightarrow i_n = i_p = 0$
 $V_n - V_p = 0$

a) V_n 'de KCL $\rightarrow i_1 + i_2 = i_n = 0$

$$i_1 = \frac{V_a - V_n}{25 \cdot 10^3} = \frac{1 - V_n}{25 \cdot 10^3}, \quad i_2 = \frac{V_o - V_n}{100 \cdot 10^3} = \frac{V_o - 0}{100 \cdot 10^3}$$

$$V_n = V_p = V_b = 0 \quad i_1 + i_2 = 0$$

$$i_1 = \frac{1 - 0}{25 \cdot 10^3} \quad \frac{1}{25 \cdot 10^3} + \frac{V_o}{100 \cdot 10^3} = 0$$

$$V_o = 4V$$

b) $V_n = V_p = V_b = 2V$

$$i_1 = \frac{V_a - V_n}{25 \cdot 10^3} = \frac{1 - 2}{25 \cdot 10^3} = -\frac{1}{25 \cdot 10^3}, \quad i_2 = \frac{V_o - V_n}{100 \cdot 10^3} = \frac{V_o - 2}{100 \cdot 10^3}$$

$$i_1 = -i_2$$

$$\frac{1}{25} = \frac{V_o - 2}{100}$$

$$V_o = 6V$$

$$c) V_a = 1,5V$$

$$V_n = V_p = V_b$$

$$i_s = -i_2$$

$$\frac{1,5 - V_b}{2s} = - \frac{V_o - V_b}{100}$$

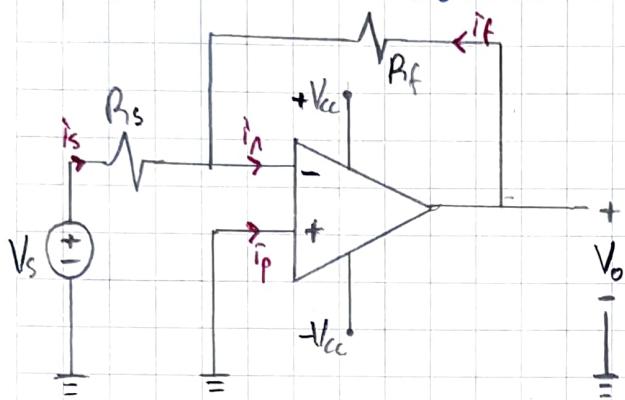
$$V_b = \frac{1}{5} (6 + V_b)$$

$$-V_{cc} \leq V_o \leq V_{cc}$$

$$-10V \leq V_o \leq 10V$$

$$-0,8V \leq V_b \leq 3,2V$$

Evinen Kuvvetlendirici



$$i_s + i_f = i_n = 0$$

$$V_n = V_p = 0$$

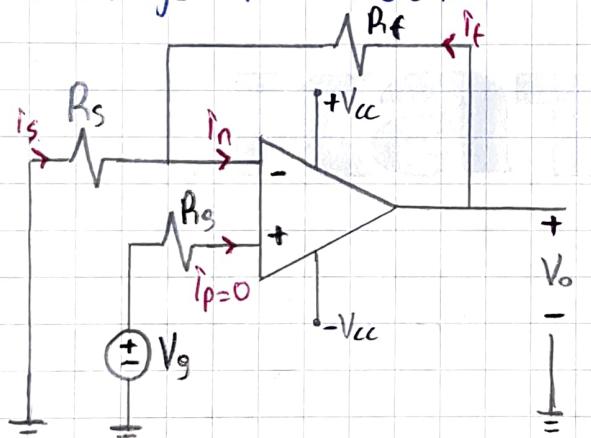
$$i_s = \frac{V_s - V_n}{R_s} = \frac{V_s}{R_s}$$

$$i_f = \frac{V_o - V_n}{R_f} = \frac{V_o}{R_f}$$

$$i_s = -i_f \quad V_o = -\frac{R_f}{R_s} V_s$$

Evindeki denek negitif (-) ile gecmekte demektir.

Evinmeyen Kuvvetlendirici



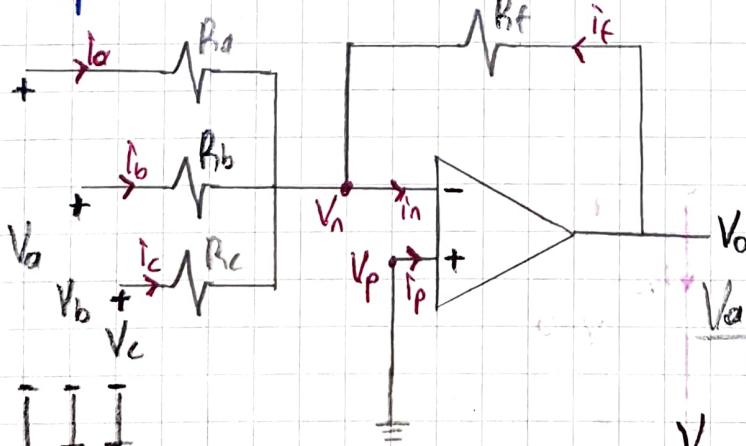
$$V_p = V_n = V_g$$

$$i_s = \frac{0 - V_g}{R_s}$$

$$i_f = \frac{V_o - V_g}{R_f}$$

$$V_o = \frac{R_s + R_f}{R_s} V_g$$

Toplana Kuvvetlendirici



$$i_a + i_b + i_c + i_n + i_f = i_o = 0$$

$$V_n = V_p = 0$$

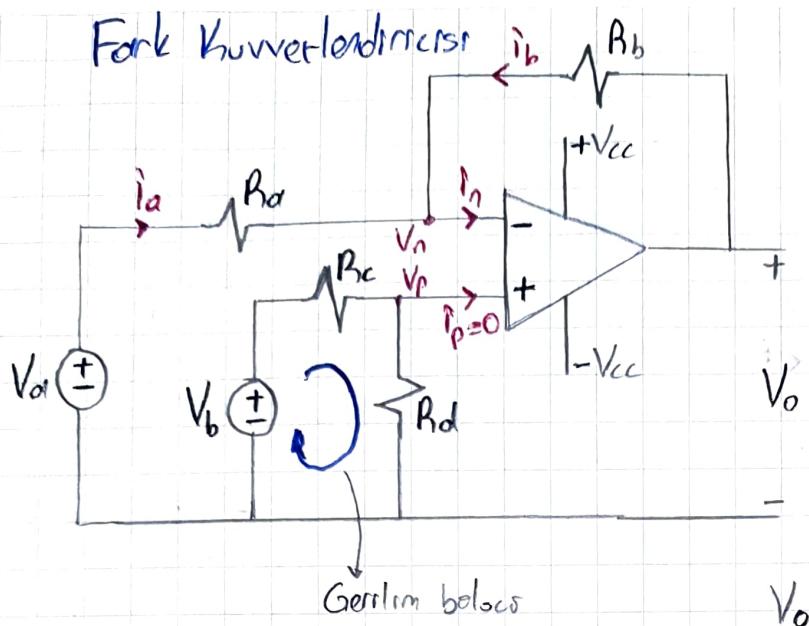
$$\frac{V_a - V_n}{R_a} + \frac{V_b - V_n}{R_b} + \frac{V_c - V_n}{R_c} + \frac{V_o - V_n}{R_f} = 0$$

$$V_o = - \left(\frac{R_f}{R_a} V_a + \frac{R_f}{R_b} V_b + \frac{R_f}{R_c} V_c \right)$$

Eger $\rightarrow R_a = R_b = R_c = R_f$ alinirsada

$$V_o = - \frac{R_f}{R_s} (V_a + V_b + V_c)$$

ÖDEV

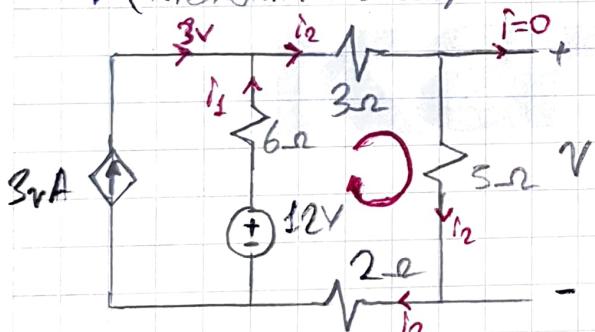


$$V_o = \frac{R_d(R_a + R_b)}{R_a(R_c + R_d)} V_b - \frac{R_b}{R_a} V_a$$

$$\frac{R_a}{R_b} = \frac{R_c}{R_d} \text{ olunrsa}$$

$$V_o = \frac{R_b}{R_a} (V_b - V_a)$$

\Rightarrow (Thevenin / Norton)



Thevenin esdegerini bulunuz?
(Bağımlı kaynak varsa Bieg)
bulanız

$$3V + i_1 - i_2 = 0$$

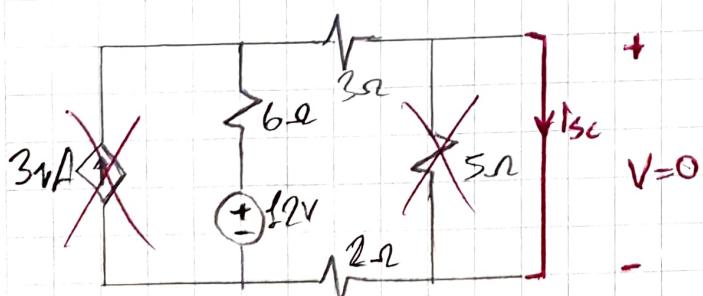
$$i_2 = 3V + i_1$$

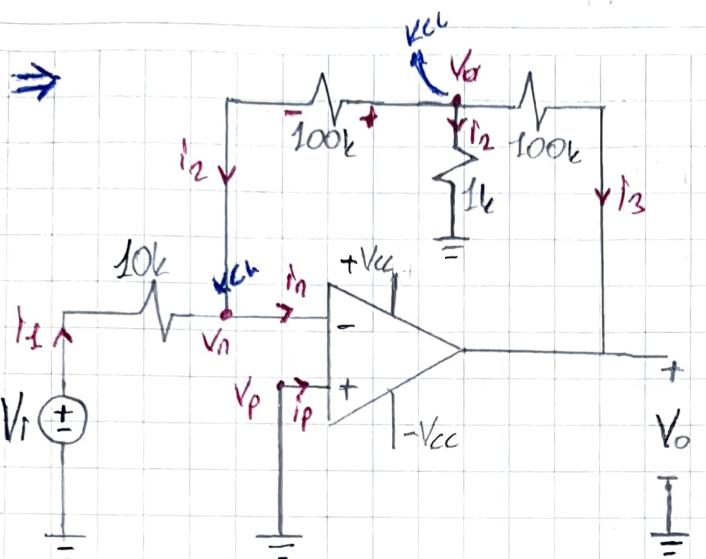
$$-12V + 6i_1 + 3i_2 + 5i_2 + 2i_2 = 0$$

$$i_2 = 3V + i_1$$

$$V = 5i_2$$

$$i_2 = (5i_2) \cdot 3 + i_1$$





$$\frac{V_o}{V_i} = ?$$

$$V_n = V_p = 0$$

$$I_1 + I_2 = I_3 = 0$$

$$I_1 = \frac{V_i - V_n}{10 \cdot 10^3} = \frac{V_i}{10 \cdot 10^3}$$

$$I_2 = \frac{V_o - V_n}{100 \cdot 10^3} = \frac{V_o}{100 \cdot 10^3}$$

$$I_1 = -I_2$$

$$\frac{V_i}{10 \cdot 10^3} = -\frac{V_o}{100 \cdot 10^3}$$

$$V_o = -10V_i$$

$$\frac{V_o}{100 \cdot 10^3} + \frac{V_o - V_o}{100 \cdot 10^3} + \frac{V_o - 0}{1000} = 0$$

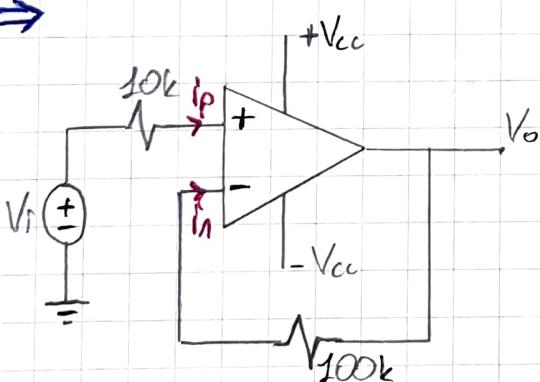
$$V_o = 102V_n$$

$$V_o = 102(-10V_i)$$

$$V_o = -1020V_i$$

$$\frac{V_o}{V_i} = -1020$$

⇒

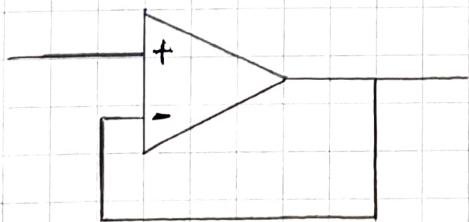


$$\frac{V_o}{V_i} = ?$$

$$I_p = I_n = 0$$

$$V_n = V_p$$

$$\frac{V_o}{V_i} = 1$$



Fizleyici devre
(Tampon devre)

ANALİZ YÖNTEMLERİ

1- Superpozisyon

Lineer devrede bir den formlar bir boyutlu iken devre gözlemleri boyutsuz koyulursa her dene ayrı ayrı yapılır ve daha sonra sonuçlar birleştirilir.

$$\alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \dots + \alpha_n x_n = y$$

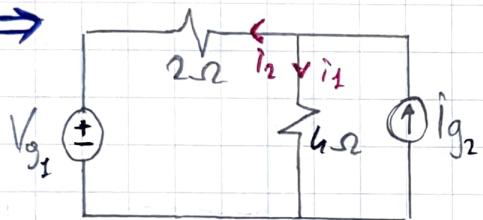
Devrede iki boyutlu varsa

$$\alpha_1 x_1^a + \alpha_2 x_2^a + \dots + \alpha_n x_n^a = y_a$$

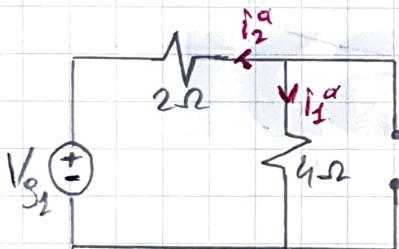
$$\alpha_1 x_1^b + \alpha_2 x_2^b + \dots + \alpha_n x_n^b = y_b$$

$$\alpha_1 (x_1^a + x_2^b) + \alpha_2 (x_1^a + x_2^b) + \dots + \alpha_n (x_n^a + x_n^b) = y_a + y_b$$

\Rightarrow

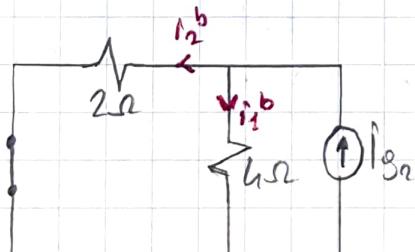


ilk basılı akım ve gorsiminin
oyunu olsun.



$$i_1^a = \frac{V_{g1}}{6}$$

$$i_1^b = -\frac{V_{g1}}{6}$$



$$i_1^b = \frac{1}{3} i_{g2}$$

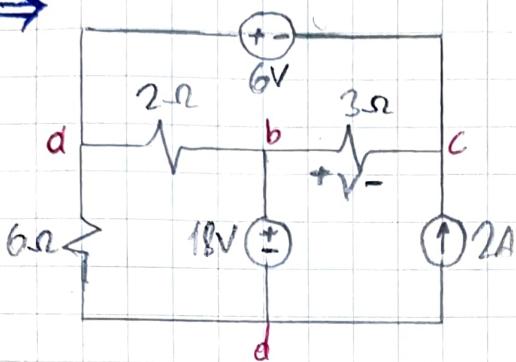
$$i_1^b = \frac{2}{3} i_{g2}$$

Superpozisyon \rightarrow

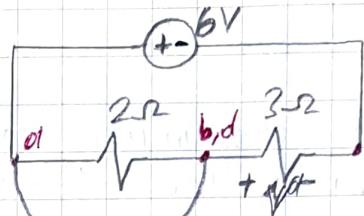
$$i_1 = i_1^a + i_1^b = \frac{V_{g1}}{6} + \frac{1}{3} i_{g2}$$

$$i_2 = i_2^a + i_2^b = -\frac{V_{g1}}{6} + \frac{2}{3} i_{g2}$$

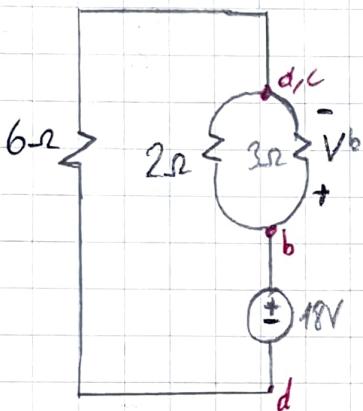
⇒



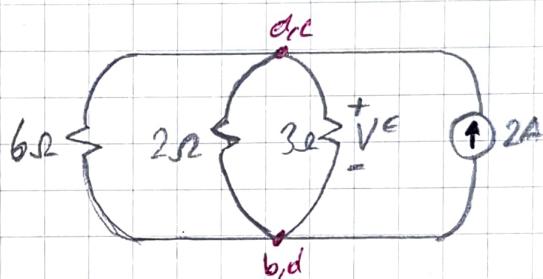
Superpozisyon teoreminin kullanılabileceğini göstermek istiyoruz?



$$V^d = \frac{6}{3 + \frac{3}{2}} \cdot 3 = 4V$$



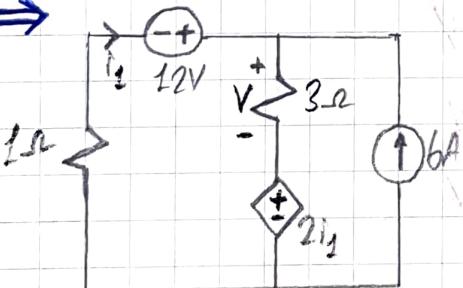
$$V^b = \frac{18}{\frac{6}{5} + 6} \cdot \frac{6}{5} = 3V$$



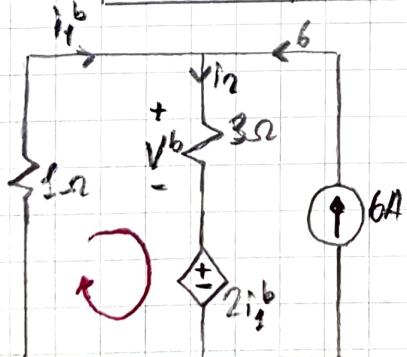
$$V^c = -\frac{1}{\frac{1}{6} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3}} \cdot 2 = -2V$$

$$V = V^a + V^b + V^c = 4 + 3 - 2 = 5V$$

⇒



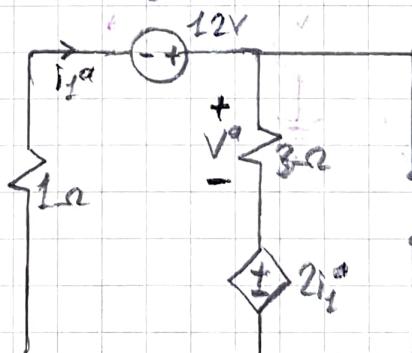
3Ω direnci direncin gerilimini ve harcadığını göstermek istiyoruz?



$$i_2^b + 3(6 + i_2^b) + 2i_2^b = 0$$

$$i_2^b = -3A$$

$$V^b = 3(6 + i_2^b) = 9V$$



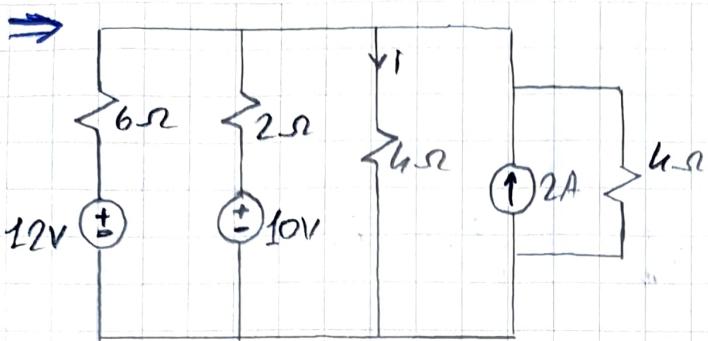
$$-12 + 3i_2^a + 2i_2^a + i_2^a = 0$$

$$i_2^a = 2A$$

$$V^a = 3i_2^a = 6V$$

$$V = V^a + V^b = 6 + 9 = 15V$$

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{15^2}{3} = 75W$$



Superpozisyon 1b i
elde etmek için?

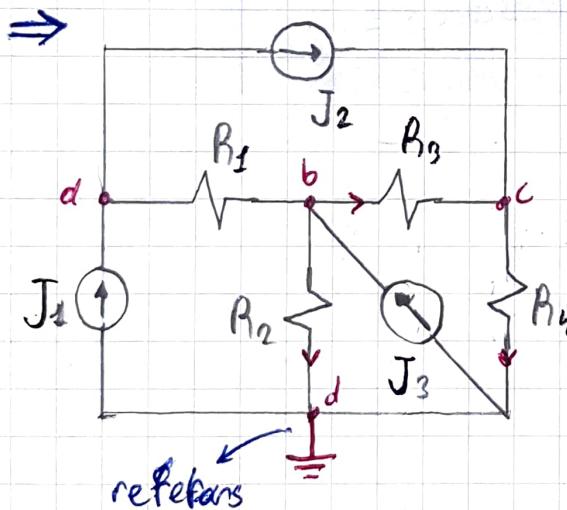
2-Dugum Gerilimleri Yontemi

Yontemin uygulama adimlari;

1- Dugumlerden biri referans dugumu sayilir ve referans dugumun gerilimi sifir kabul edilir. Devrede yalnız bir tane referans dugunu olur.

2- Digem digumlar KCL uygulanir. Burada bulunulan denklem eleman denkmleridir. (Eleman olmadan KCL uygulanmaz)

3- Bağımsız düşüm sayısı kadar denklem elde edilir ve çözülenler. Elde edilen denklem sistemi lineer denklemlerin çözümüne ilişkin herhangi bir yöntemeござdır. Yontemin bilinmeyenleri olan düşüm gerilimleri bulunduktan sonra bütün elemanların gerilimi ve akımları bulunur.



$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 5\Omega$$

$$J_1 = 6A, J_2 = 3A, J_3 = 6A$$

$$a/ I_{R_1} - J_1 + J_2 = 0$$

$$b/ -I_{R_1} + I_{R_2} + I_{R_3} - J_3 = 0$$

$$c/ -I_{R_3} + I_{R_4} - J_2 = 0$$

$$a/ \frac{V_{R_1}}{R_1} - J_1 + J_2 = 0$$

$$b/ -\frac{V_{R_1}}{R_1} + \frac{V_{R_2}}{R_2} + \frac{V_{R_3}}{R_3} - J_3 = 0$$

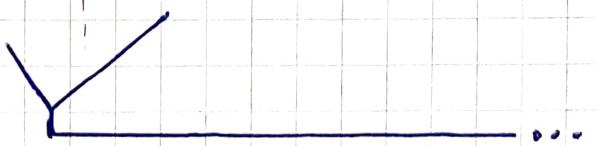
$$c/ -\frac{V_{R_3}}{R_3} + \frac{V_{R_4}}{R_4} - J_2 = 0$$

$$V_{R_1} = V_a - V_b$$

$$V_{R_2} = V_b - V_d = V_b$$

$$V_{R_3} = V_b - V_c$$

$$V_{R_4} = V_c - V_d = V_c$$



$$\rightarrow a/ \frac{V_a - V_b}{R_1} = J_1 - J_2$$

$$b/ -\frac{V_a - V_b}{R_1} + \frac{V_b}{R_2} + \frac{V_b - V_c}{R_3} = J_3$$

$$c/ -\frac{V_b - V_c}{R_3} + \frac{V_c}{R_4} = J_2$$

$$\boxed{\frac{1}{R_1} = G_1, \quad \frac{1}{R_2} = G_2, \quad \frac{1}{R_3} = G_3, \quad \frac{1}{R_4} = G_4}$$

$$a/ G_1 (V_a - V_b) = J_1 - J_2$$

$$b/ -G_1 (V_a - V_b) + G_2 V_b + G_3 (V_b - V_c) = J_3$$

$$c/ -G_3 (V_b - V_c) + G_4 V_c = J_2$$

↓

$$d/ G_1 V_a - G_2 V_b = J_1 - J_2$$

$$b/ -G_1 V_a + (G_1 + G_2 + G_3) V_b - G_3 V_c = J_3$$

$$c/ -G_3 V_b + (G_3 + G_4) V_c = J_2$$

$$\begin{bmatrix} G_1 & -G_2 & 0 \\ -G_1 & G_1 + G_2 + G_3 & -G_3 \\ 0 & -G_3 & G_3 + G_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_a \\ V_b \\ V_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J_1 - J_2 \\ J_3 \\ J_2 \end{bmatrix}$$

$$G \cdot V = I$$

$$V = G^{-1} I$$

$$V_a = 50V$$

$$V_{R_1} = V_a - V_b = 15V$$

$$V_b = 35V$$

$$V_{R_2} = 35V$$

$$V_c = 25V$$

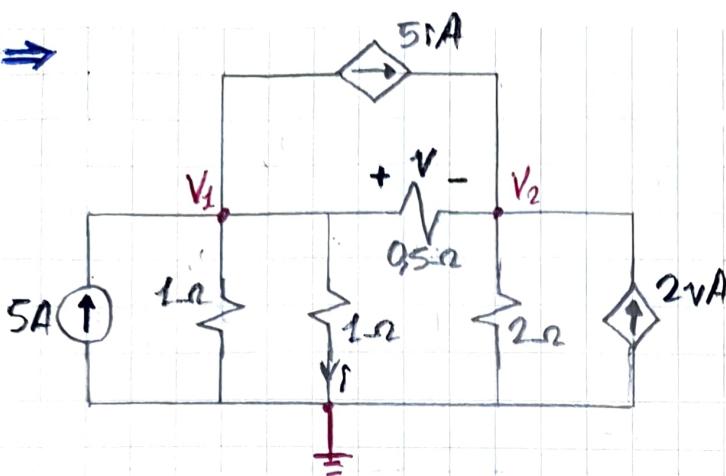
$$V_{R_3} = 10V$$

$$V_{R_4} = 25V$$

$$V_{J_1} = V_a - V_d = 50V$$

$$V_{J_2} = V_c - V_a = -25V$$

$$V_{J_3} = V_b - V_d = 35V$$



Düzen gelenen yekanının kullandırılarak V_1 V_2 bulun?

$$1V_1 + 1V_1 + 2(V_2 - V_1) = 5 - 5I$$

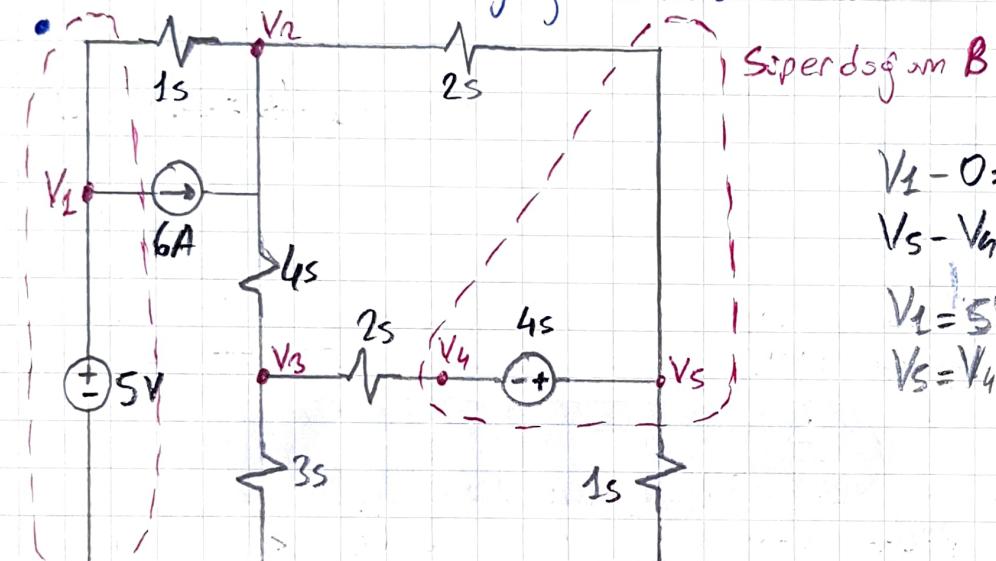
$$\frac{1}{2}V_2 + 2(V_2 - V_1) = 5I + 28$$

$$I = \frac{V_1}{1} = V_1 \quad | \quad V_1 = 1V$$

$$V_2 = 2V$$

$$V = V_1 - V_2 \quad | \quad V = -1V$$

3-Derecede Gerilim Kaynağı Olması Durumu



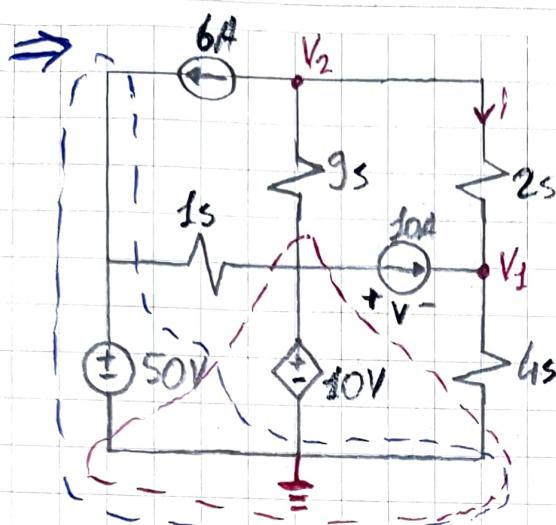
Superdöşam A

$$V_2 / 1(V_2 - 5) + 4(V_2 - V_3) + 2[V_2 - (V_4 + 4)] = 6$$

$$V_3 / 4(V_3 - V_2) + 3(V_3 - 0) + 2(V_3 - V_4) = 0$$

$$2(V_4 - V_3) + 2[(V_4 + 4) - V_2] + 1[(V_4 + 4) - 0] = 0$$

$$\begin{bmatrix} 7 & -4 & -2 \\ -4 & 9 & -2 \\ -2 & 2 & 5 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} V_2 \\ V_3 \\ V_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3 \\ 0 \\ 12 \end{bmatrix}$$



değirmeni bulunuz?

$$4V_1 + 2(V_1 - V_2) = 10$$

$$2(V_2 - V_1) + 9(V_2 - 10V) = -6$$

$$V = 10V - V_1 \Rightarrow V = \frac{1}{9}V_1$$

$$6V_1 - 2V_2 = 10$$

$$-12V_1 + 11V_2 = -6$$

$$V_1 = \frac{7}{3}V, V_2 = 2V$$

$$I = 2(V_2 - V_1) = 2(2 - \frac{7}{3}) = -\frac{2}{3}A$$

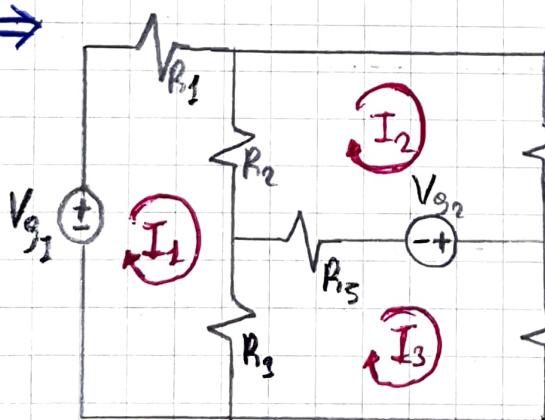
4- Gevre Akımları Yöntemi

Yöntemin Uygulanma Adımları

1- Her bir gevre (g_{ij}) içiń keşti bir gevre akımı yonsalıdır. Her bir devre elemanından en az bir gevre akımı gecmelidir. Gevre akımı birden fazla g_{ij} içerecek olanın da seçilebilir.

2- Seçilen her bir devre için KVL uygulanır.

3- Gevre sayısı kadar denklem elde edilir ve çözünlər.



$$I_1/V_{g_1} + R_1 I_1 + R_2 (I_1 - I_2) + R_3 (I_1 - I_3) = 0$$

$$I_2/V_{g_2} + R_4 (I_2 - I_3) + R_2 (I_2 - I_1) + R_5 I_2 = 0$$

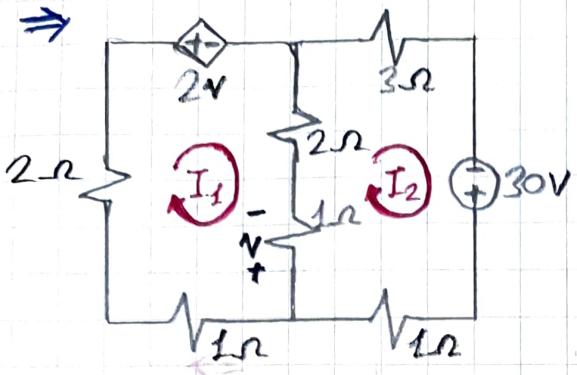
$$I_3/V_{g_2} + R_6 I_3 + R_3 (I_3 - I_1) + R_5 (I_3 - I_2) = 0$$

$$(R_1 + R_2 + R_3) I_1 - R_2 I_2 - R_3 I_3 = V_{g_1}$$

$$-R_2 I_1 + (R_2 + R_4 + R_5) I_2 - R_5 I_3 = -V_{g_2}$$

$$-R_3 I_1 - R_5 I_2 + (R_3 + R_5 + R_6) I_3 = V_{g_2}$$

$$\begin{bmatrix} R_1 + R_2 + R_3 & -R_2 & -R_3 \\ -R_2 & R_2 + R_4 + R_5 & -R_5 \\ -R_3 & -R_5 & R_3 + R_5 + R_6 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_{g_1} \\ -V_{g_2} \\ V_{g_2} \end{bmatrix}$$



$$6I_1 - 3I_2 = 2V$$

$$-3I_1 + 7I_2 = 30$$

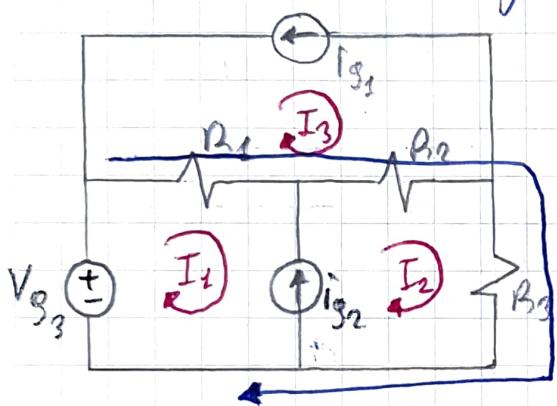
$$V = 1 \cdot (I_2 - I_1)$$

$$I_1 = 1,2A$$

$$I_2 = 6,8A$$

$$V = 3,6V$$

5- Devrede Akım Kaynağının Ohm's Dorusu

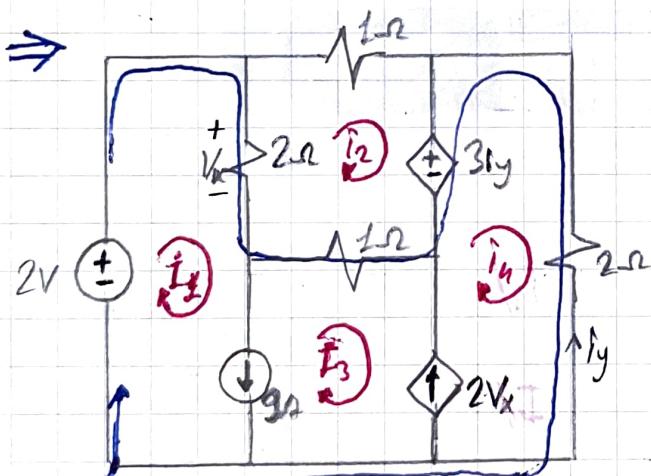


$$I_3 = -i_{g_1}$$

$$I_2 - I_1 = i_{g_2} \rightarrow I_2 = I_1 + i_{g_2}$$

$$R_1(I_1 + i_{g_1}) + R_2(I_1 + i_{g_2} + i_{g_3}) + R_3(I_2 + i_{g_3}) = V_{g_3}$$

$$I_1 = \frac{V_{g_3} - R_2 i_{g_1} - R_2 (I_{g_1} + i_{g_2}) - R_3 i_{g_3}}{R_1 + R_2 + R_3}$$



$$I_1 - I_3 = 9 \rightarrow I_3 = I_1 - 9$$

$$I_4 - I_2 = 2V_x \rightarrow I_4 = 2V_x + I_2 - 9$$

$$I_{12} + 3I_y + 1(I_2 - I_1 + 9) + 2(I_2 - I_4) = 0$$

$$2(I_2 - I_4) + 1(I_2 - 9 - I_2) - 3I_y + 2(I_4 + 2V_x - 9) - 2 = 0$$

$$-3I_y + 6I_2 = -9 - 3I_y$$

$$5I_y - 3I_2 = 28 - 6V_x + 3I_y$$

$$V_x = (I_2 - I_1) \cdot 2$$

$$I_y = -(I_3 + 2V_x - 9)$$

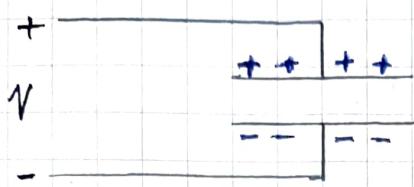
$$= -(I_4 - 2[2(I_2 - I_1)] - 9)$$

$$I_y = -5I_4 + 6I_2 + 9$$

$$\left. \begin{aligned} -18I_y + 16I_2 &= -36 \\ 28I_4 - 23I_2 &= 56 \end{aligned} \right\} I_1 = 2A, I_2 = 0$$

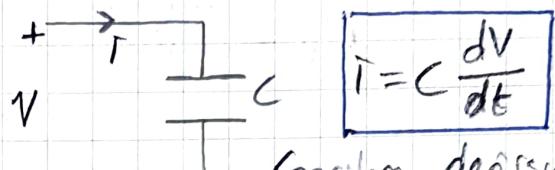
ENERJİ DEPOLAYAN ELEMANLAR

1- Kondansatör

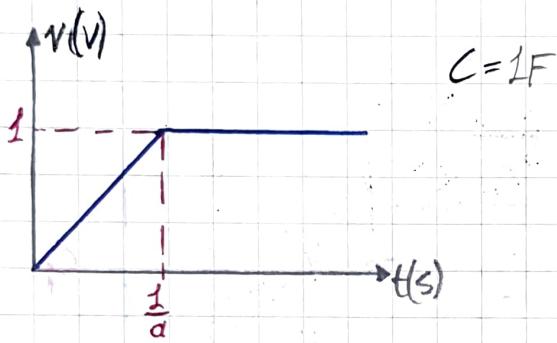


$$q = CV$$

Düzenli gerilimde elektrik
lit kondansatör kullanılır.

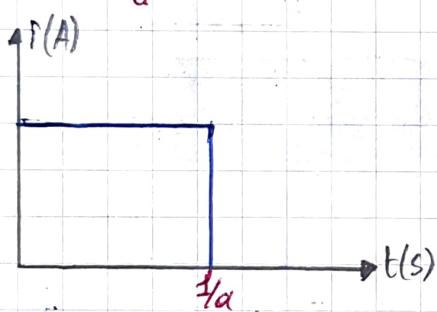


Gerilim değişimi
varsa kondansatör-
de akım düşer.



$$C = 1F$$

$$V = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ at & 0 \leq t \leq a^{-1} \\ 1 & t > a^{-1} \end{cases}$$



$$i = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ a & 0 \leq t \leq a^{-1} \\ 0 & t > a^{-1} \end{cases}$$

$$V(t) = \frac{1}{C} \int_{t_0}^t i(\tau) d\tau + V(t_0)$$

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

$$V(-\infty) = 0$$

$$C = 1F$$

$$V(t) = \frac{1}{1} \int_{-\infty}^t 0 d\tau + V(-\infty) = 0, \quad t < 0$$

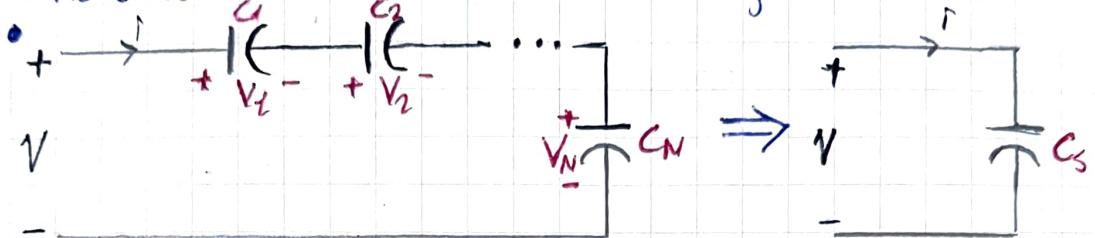
$$V(t) = \frac{1}{1} \int_0^t a d\tau + V(0) = at, \quad 0 \leq t \leq a^{-1}$$

$$V(t) = \frac{1}{1} \int_{a^{-1}}^t 0 d\tau + V(a^{-1}) = 1, \quad t > a^{-1}$$

Kondansatörde Biriken Enerji

$$W_c(t) = \int_{-\infty}^t V_i d\tau = \int_{-\infty}^t V \left(C \frac{dV}{dt} \right) d\tau = \frac{1}{2} CV^2(t)$$

Kondansatörlerin Seri ve Paralel Bağlanması.



$$\frac{1}{Cs} = \sum_{n=1}^N \frac{1}{C_n}$$

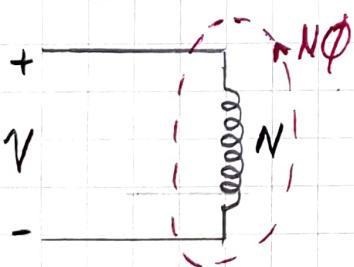


$$I = C_1 \frac{dV}{dt} + C_2 \frac{dV}{dt} + \dots + C_N \frac{dV}{dt}$$

$$I = C_p \frac{dV}{dt}$$

$$C_p = \sum_{n=1}^N C_n$$

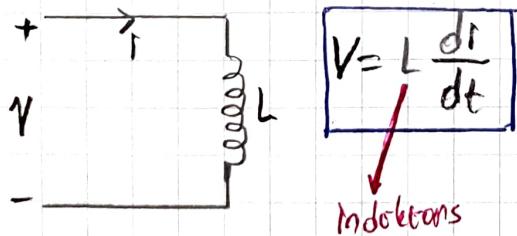
2-Bobin



Toplam Ağı; $A = N\Phi$

$$\lambda = L_i$$

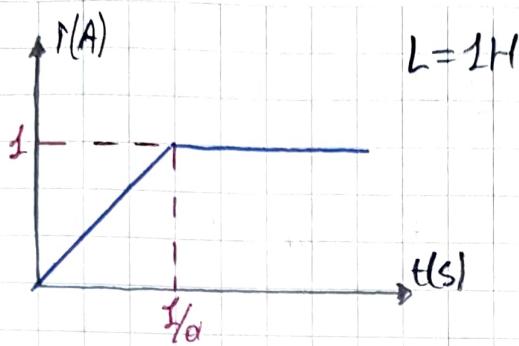
$$V = \frac{d\lambda}{dt}$$



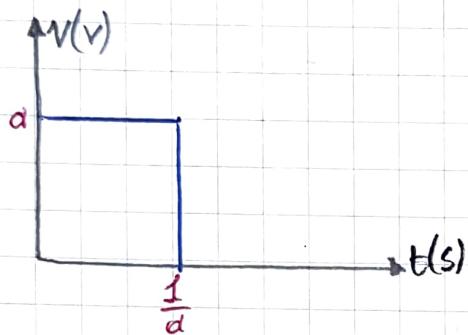
Bobinde akım değişimi varsa gerilim oluşur.

DC akıya bobin bağlanırsa kısa devre, kondansatör bağlanırsa açık devre olur.

Bobinler hava akırdaklı ve demir akırdaklı diye 2 ye ayrılır.



$$I = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ at & 0 \leq t \leq a^{-1} \\ 1 & t > a^{-1} \end{cases}$$



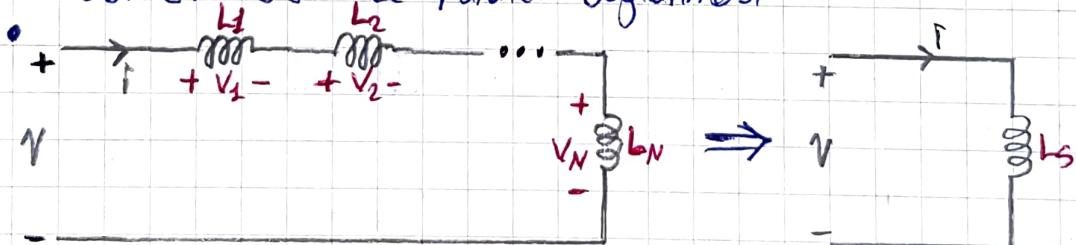
$$V = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ a & 0 \leq t \leq a^{-1} \\ 0 & t > a^{-1} \end{cases}$$

$$i(t) = \frac{1}{L} \int_{t_0}^t V(\tau) d\tau + i(t_0)$$

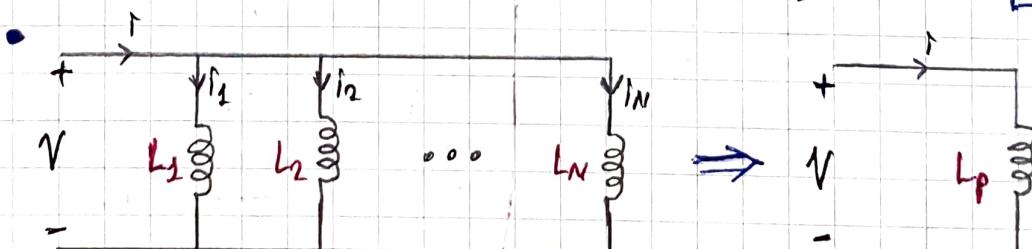
Bobinde Biriken Enerji

$$W_L(t) = \int_{-\infty}^t V_i d\tau = \int_{-\infty}^t (L \frac{di}{dt}) i d\tau = \frac{1}{2} L i^2(t)$$

Bobinlerin Seri ve Parallel Bağlanması,



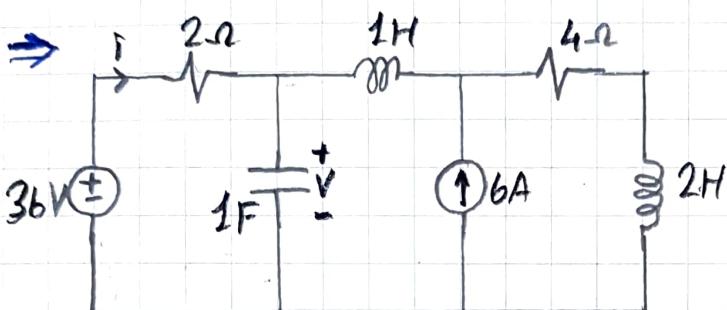
$$V = L_1 \frac{di}{dt} + L_2 \frac{di}{dt} + \dots + L_N \frac{di}{dt} = \left(\sum_{n=1}^N L_n \right) \frac{di}{dt}, \quad L_s = \sum_{n=1}^N L_n$$



$$\frac{1}{L_p} = \sum_{n=1}^N \frac{1}{L_n}$$

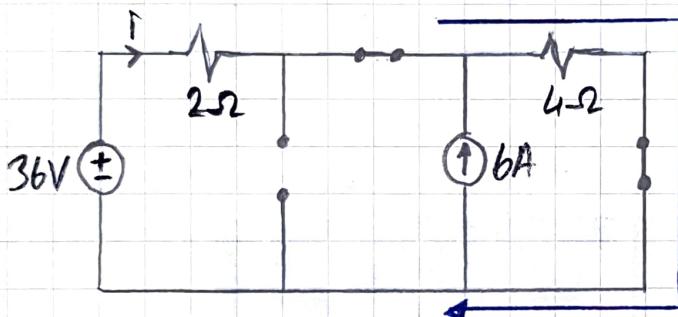
SÜREKLİ HAL DC ANALİZİ

Bir devrede bütün akım ve gerilimler sabit ise o devre sürekli halde dir denilebilir. Kondansatör akımı ile gerilimi arasındaki bağıntı $i = C \frac{dv}{dt}$ olduğundan sürekli halde $i=0$ olup kondansatör devre gibi davranır. Benzer biçimde bobin gerilimi $v = L \frac{di}{dt}$ olduğundan sürekli halde $v=0$ olup bobin kısır devre gibi davranır.



Sürekli halde i akımını ve v gerilimini bulunuz?

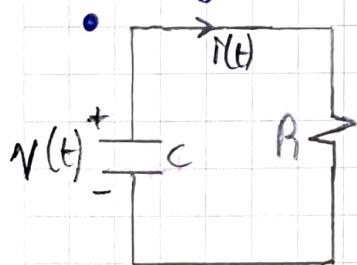
(Sürekli olduğundan
kondansatör kısır,
bobin kısır devre)



$$2i + 4(i+6) = 36 \\ i = 2A \\ v = 4(i+6) = 4 \cdot 8 = 32V$$

BİRİMİCİ DERECEDEKİ DEVRELER

Kaynak ikermeyen Basit RC ve RL Devreleri



$$t=0'da \\ V(0)=V_0 \\ W_C(0)=\frac{1}{2} CV_0^2$$

$$t>0 \text{ için}$$

$$C \frac{dV}{dt} + \frac{V}{R} = 0$$

$$\frac{dV}{dt} + \frac{1}{RC} V = 0$$

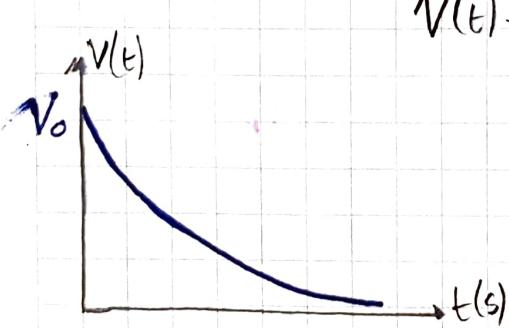
$$\frac{dV}{V} = -\frac{1}{RC} dt$$

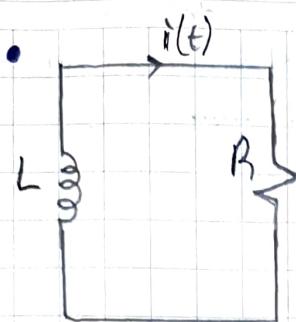
$$\int \frac{dV}{V} = -\frac{1}{RC} \int dt$$

$$\ln V = -\frac{1}{RC} t$$

$$V = K e^{-t/RC}$$

$$t=0'da \\ V(0)=K e^0 = V_0 \\ K=V_0 \\ V(t)=V_0 e^{-t/RC}$$





$$t=0'da \\ i(0)=I_0$$

$$W_L(0)=\frac{1}{2}LI_0^2$$

$t > 0$ için
KVL →

$$L \frac{di}{dt} + Ri = 0$$

$$\frac{di}{dt} + \frac{R}{L}i = 0$$

$$i(t) = Ke^{st}$$
 olsun

$$\frac{d}{dt}(Ke^{st}) + \frac{R}{L}(Ke^{st}) = 0$$

$$(s + \frac{R}{L})Ke^{st} = 0$$

$$s + \frac{R}{L} = 0$$

$$s = -\frac{R}{L}$$

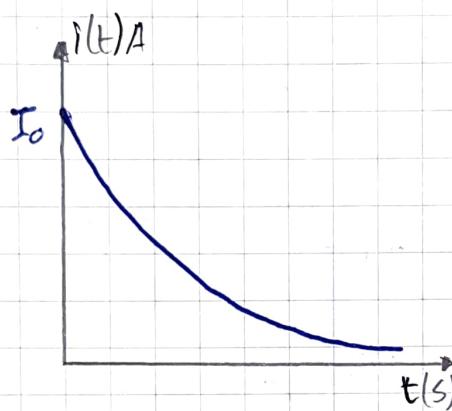
$$i(t) = Ke^{-\frac{R}{L}t} \quad (s > 0 \text{ otomat})$$

$$t=0'da$$

$$i(0) = Ke^0 = I_0$$

$$K = I_0$$

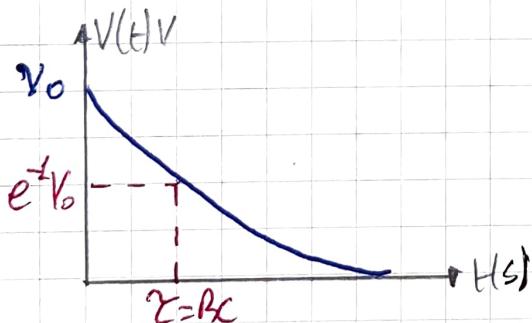
$$i(t) = I_0 e^{-\frac{R}{L}t}$$



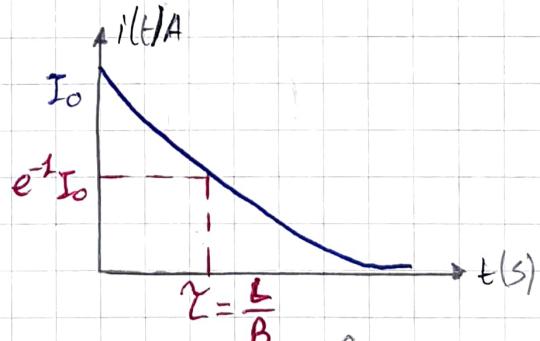
- Kondansatör gerilim depolar, bobin akım depolar.

Zaman Sabitleri

Bir devrenin zaman sabiti devrenin doğal cevabının $\frac{1}{e}$ katına ulaşması için gerekilen zaman değeridir.



$$V(t) = V_0 e^{-t/RC}$$

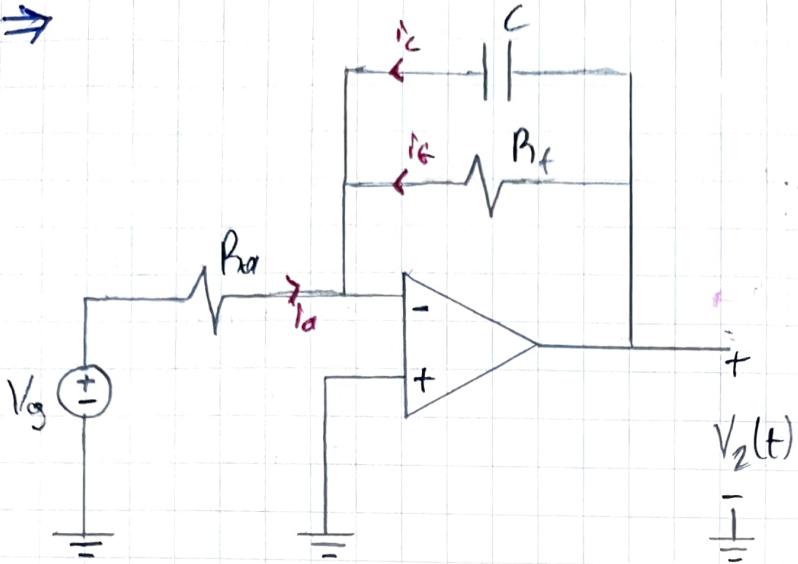


$$i(t) = I_0 e^{-t/L}$$

5 zaman sabiti sonunda devrenin doğal cevabı sıfır bulul edilir.

$$\left. \begin{aligned} e^{-1} &= 0,3678 \\ e^{-2} &= 0,135 \\ e^{-3} &= 0,05 \\ e^{-4} &= 0,018 \\ e^{-5} &= 0,01 \end{aligned} \right\}$$

⇒



$$t=0' \text{ da } V_2(0)=V_0 \\ t>0 \text{ da } V_g(t)=0 \\ V_2(t)=?$$

$$I_C = C \frac{dV}{dt}, \quad I_d + I_f + I_C = 0, \quad V_p = V_n = 0$$

$$\frac{V_g - V_n}{R_{da}} + \frac{V_2 - V_n}{R_f} + C \frac{d}{dt} (V_2 - V_n) = 0$$

$$\frac{V_g}{R_{da}} + \frac{V_2}{R_f} + C \frac{dV_2}{dt} = 0$$

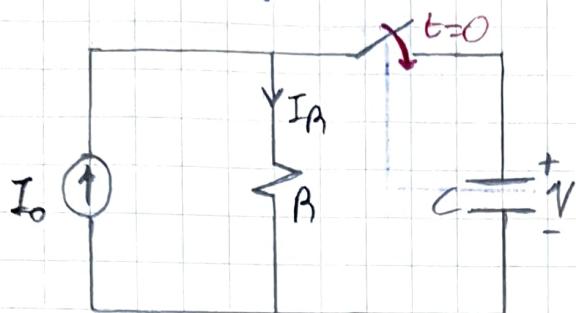
$$t>0 \text{ da } \rightarrow \frac{V_2}{R_f} + \frac{C dV_2}{dt} = 0$$

$$\frac{dV_2}{dt} + \frac{1}{R_f C} V_2 = 0 \quad | \quad V_2(t) = K e^{-\frac{t}{R_f C}}$$

$$V_2(t) = K e^{st} \quad | \quad t=0' \text{ da} \quad | \quad V_2(0) = K e^0 = V_0$$

$$s + \frac{1}{R_f C} = 0 \quad | \quad V_2(t) = V_0 e^{-t/R_f C}$$

DC Kaynaklı Devreler



Anhakar konum degistirmeden önce devreyi sürekli halde kabul edeceğiz.

$t < 0$ için

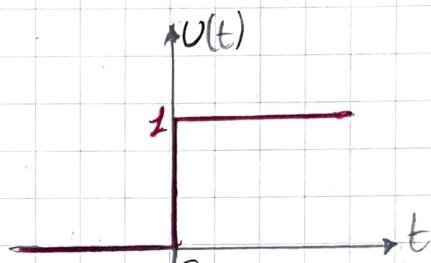
$t = 0$ de

$$V(0-) = V_0 \text{ olsun}$$

$t > 0$ için

$$C \frac{dV}{dt} + \frac{V}{R} = I_0$$

$$\frac{dV}{dt} + \frac{1}{RC} V = \frac{I_0}{C}$$



0^- , 0 , 0^+

\downarrow açık
 $0-E$

\downarrow kapalı
 $0+E$

Zorlanmaç çözüm (Kaynaktan dolayı)

$$V_f(t) = A \text{ olsun}$$

$$\frac{d}{dt} A + \frac{A}{RC} = \frac{I_0}{C}$$

$$A = I_0 R$$

$$V_f(t) = RI_0$$

Dörtlü çözüm (Enerji depolayıcı elementlerin başlangıç değerleri)
Kaynak yok. Sadece sabitler sonraki değerler sıfırlanır.

$$\frac{dV_n}{dt} + \frac{1}{RC} V_n = 0$$

$$V_n(t) = Ke^{st} \text{ olursa}$$

$$s + \frac{1}{RC} = 0 \quad (\text{karakteristik denklem})$$

$$s = -\frac{1}{RC} \longrightarrow V_n(t) = Ke^{-t/RC}$$

Toplam çözüm

$$V(t) = V_n(t) + V_f(t)$$

$$V(t) = K e^{-\frac{t}{RC}} + RI_0$$

$t=0^+$ 'da

Kondansatör ıgın;

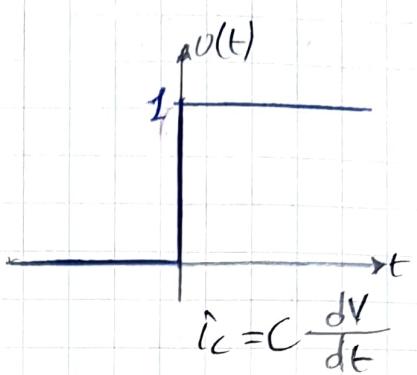
$$V(0^+) = V(0^-)$$

$$V(0^+) = K e^0 + RI_0 = V_0$$

$$K = V_0 - RI_0$$

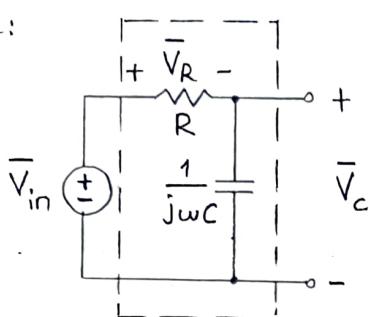
$$V(t) = (V_0 - RI_0) e^{-\frac{t}{RC}} + RI_0$$

NOT: Kondansatör param 0^+ ve 0^- aynı olmak zorunda genks dur zaman değişimlerinde genlik du değersmet.



FİLTRELER (süzgeçler)

Örnek:



Kondansatör gerilimi çıkış olarak alınırsa,

$$\bar{H}_{LP}(j\omega) = \frac{\bar{V}_c}{\bar{V}_{in}} = \frac{1/(j\omega C)}{R + [1/(j\omega C)]} = \frac{1}{j\omega RC + 1}$$

Devrenin kazancı

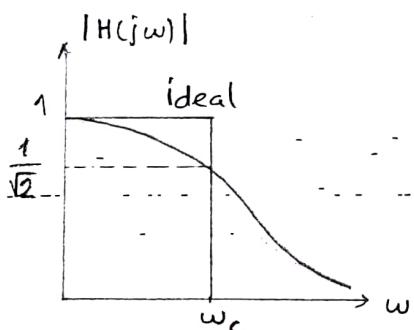
$$|\bar{H}_{LP}(j\omega)| = \frac{1}{\sqrt{R^2 C^2 \omega^2 + 1}} \quad \omega_c = \frac{1}{RC}$$

Eğer direnç gerilimi çıkış olarak alınırsa,

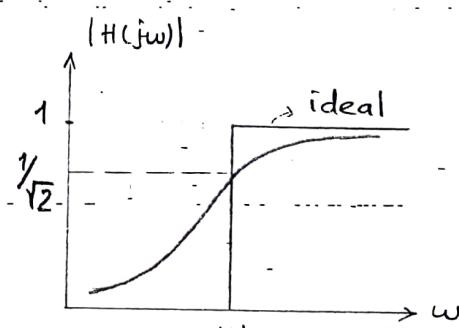
$$\bar{H}_{HP}(j\omega) = \frac{\bar{V}_R}{\bar{V}_{in}} = \frac{R}{R + [1/(j\omega C)]} = \frac{j\omega RC}{j\omega RC + 1}$$

Kosinus frekans \rightarrow Kosinus $\frac{1}{\sqrt{2}}$

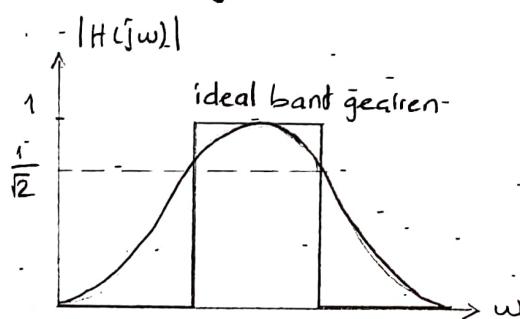
$$|\bar{H}_{HP}(j\omega)| = \frac{RC\omega}{\sqrt{R^2 C^2 \omega^2 + 1}}$$



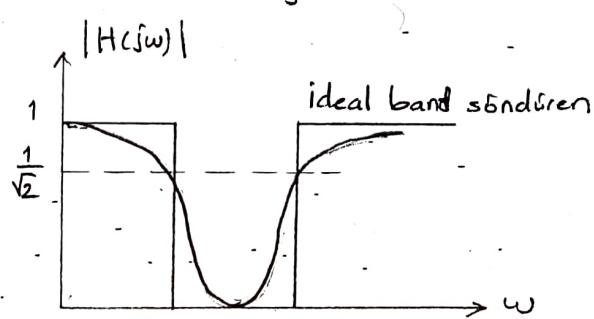
Alçak geçiren filtre kazanç eğrisi



Üstrek geçiren filtre kazanç eğrisi

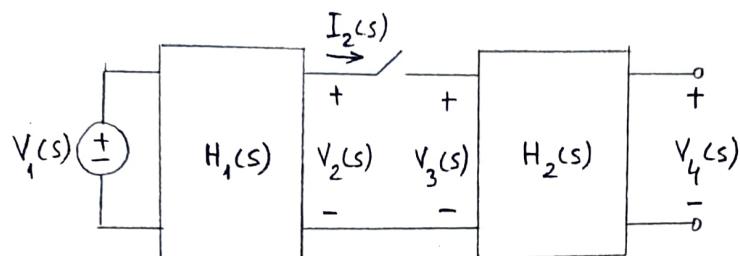


Yüksek geçiren

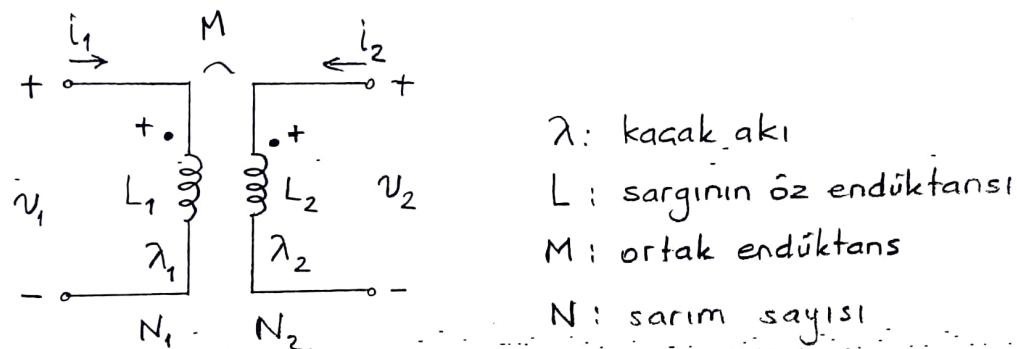


Razılık geçiren bandırsıma

$$\bar{H}_{BP}(j\omega) = \bar{H}_{LP}(j\omega) \bar{H}_{HP}(j\omega)$$



ORTAK ENDÜKTANS VE TRANSFORMATÖRLER



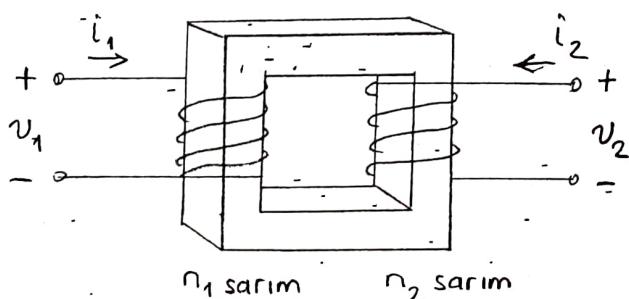
$$\lambda = N\phi \quad \lambda = Li \quad v = \frac{d\lambda}{dt} = L \frac{di}{dt}$$

$$\lambda_1 = N_1 \phi_1 = N_1 \phi_{11} + N_1 \phi_{12}$$

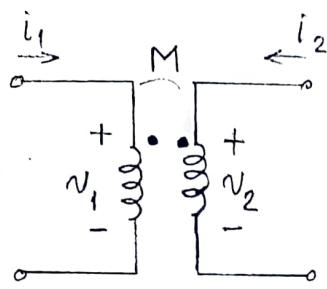
$$v_1 = \frac{d\lambda_1}{dt} = L_1 \frac{di_1}{dt} \pm M \frac{di_2}{dt}$$

$$v_2 = \frac{d\lambda_2}{dt} = L_2 \frac{di_2}{dt} \pm M \frac{di_1}{dt}$$

her ilgis + veya - ise $M+$
 bir + digeri - ise $M-$



$$\begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L_1 \mp M & 0 \\ 0 & L_2 \end{bmatrix} \frac{d}{dt} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix}$$

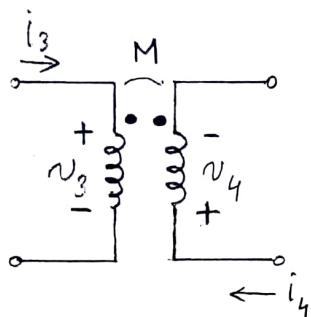


$$v_1 = L_1 \frac{di_1}{dt} + M \frac{di_2}{dt}$$

$$v_2 = M \frac{di_1}{dt} + L_2 \frac{di_2}{dt}$$

Kuplaj katsayıısı

$$k = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}} \quad 0 \leq k \leq 1$$



$$v_3 = L_3 \frac{di_3}{dt} - M \frac{di_4}{dt}$$

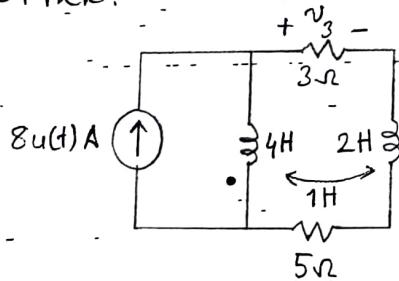
$$v_4 = -M \frac{di_3}{dt} + L_4 \frac{di_4}{dt}$$

Başlangıç şartları sıfır olduğunda,

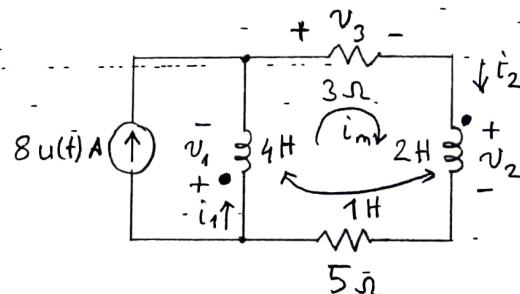
$$V_1(s) = s L_1 I_1(s) \pm s M I_2(s)$$

$$V_2(s) = \pm s M I_1(s) + s L_2 I_2(s)$$

Örnek:



v_3 gerilimini bulunuz.



$$V_1(s) + 3I_m(s) + V_2(s) + 5I_m(s) = 0$$

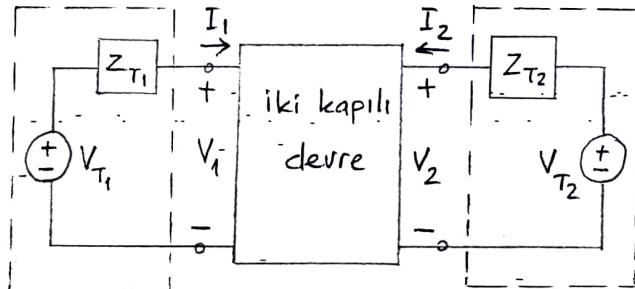
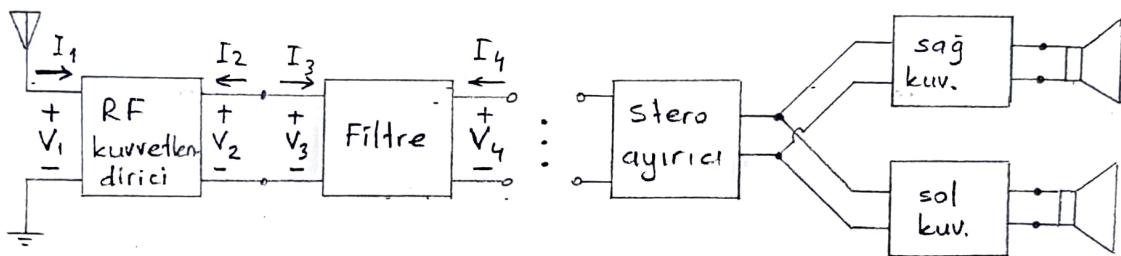
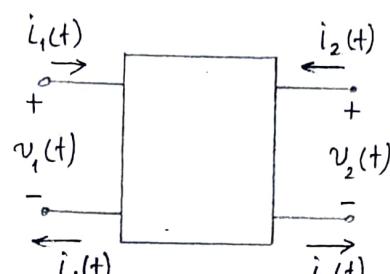
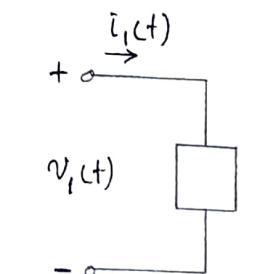
$$[4sI_1(s) + sI_2(s)] + 8I_m(s) + [sI_1(s) + 2sI_2(s)] = 0$$

$$i_m = i_2 \quad i_1 = i_m - 8u(t) = i_2 - 8u(t)$$

$$4s(I_2(s) - \frac{8}{s}) + sI_2(s) + 8I_2(s) + s(I_2(s) - \frac{8}{s}) + 2sI_2(s) = 0$$

$$I_2(s) = \frac{5}{s+1} \quad v_3(t) = 3i_2(t) = 15e^{-t} V \quad t > 0$$

İKİ KAPILI DEVRELER



$V_1(s)$ yerine V_1 ,
 $V_2(s)$ yerine V_2 yazılmıştır

Birinci durumda $I_2(s)=0$ alınır. Bu durumda

$$\left. \frac{V_1}{I_1} \right|_{I_2=0} = z_{11} I_1$$

$$\left. \frac{V_2}{I_1} \right|_{I_2=0} = z_{21} I_1$$

İkinci olarak, $I_1=0$ alınır.

$$\left. \frac{V_1}{I_2} \right|_{I_1=0} = -z_{12} I_2$$

$$\left. \frac{V_2}{I_2} \right|_{I_1=0} = z_{22} I_2$$

$$\boxed{V_1 = z_{11} I_1 + z_{12} I_2}$$

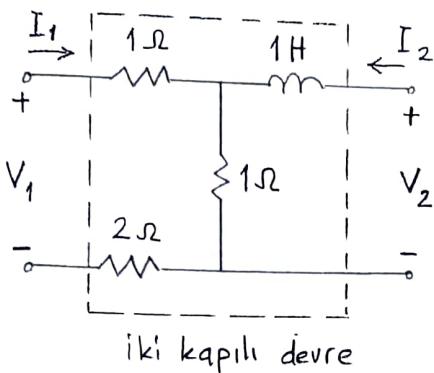
$$\boxed{V_2 = z_{21} I_1 + z_{22} I_2}$$

$$\boxed{\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} z_{11} & z_{12} \\ z_{21} & z_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix}}$$

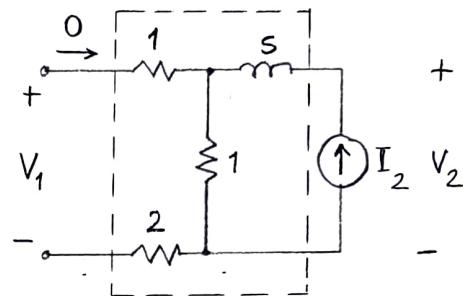
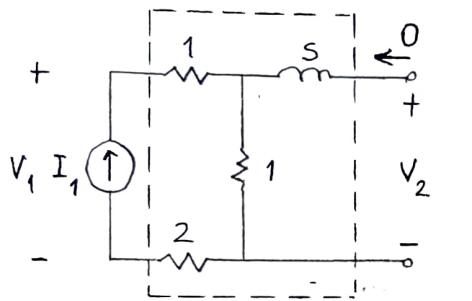
\uparrow

Z parametre matrisi

Örnek



Şekildeki iki kapılı devrenin z parametrelerini bulunuz.



$$I_2 = 0 \text{ için}$$

$$Z_{11} = \frac{V_1}{I_1} \quad | \quad I_2 = 0$$

$$Z_{21} = \frac{V_2}{I_1} \quad | \quad I_2 = 0$$

$$V_1 = 4I_1 \quad V_2 = I_1$$

$$Z_{11} = 4 \quad Z_{21} = 1$$

$$Z_{12} = \frac{V_1}{I_2} \quad | \quad I_1 = 0$$

$$Z_{22} = \frac{V_2}{I_2} \quad | \quad I_1 = 0$$

$$V_1 = I_2$$

$$V_2 = (s+1) I_2$$

$$Z_{12} = 1$$

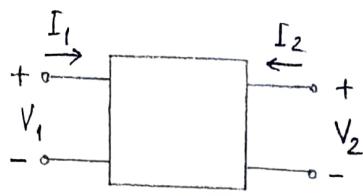
$$Z_{22} = s+1$$

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4 & 1 \\ 1 & s+1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix}$$

gökhan

h. gokhan

Y
Y
Y



$$\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} \\ y_{21} & y_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix}$$

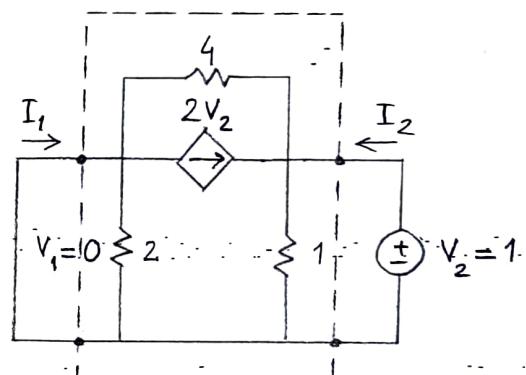
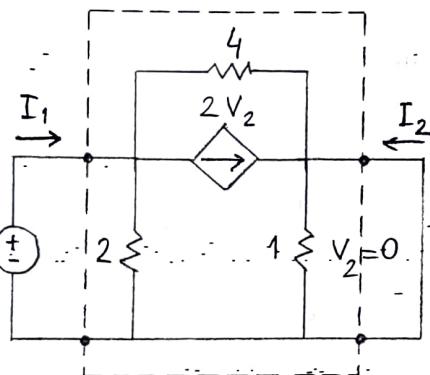
$$y_{11} = \frac{I_1}{V_1} \Big|_{V_2=0}$$

$$y_{21} = \frac{I_2}{V_1} \Big|_{V_2=0}$$

$$y_{12} = \frac{I_1}{V_2} \Big|_{V_1=0}$$

$$y_{22} = \frac{I_2}{V_2} \Big|_{V_1=0}$$

Örnek



$$I_1 = \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{4} \right) (1) = \frac{3}{4} = y_{11}$$

$$I_2 = \frac{-\frac{1}{4}}{\frac{1}{4} + \frac{1}{2}} I_1 = \left(-\frac{1}{3} \right) \left(\frac{3}{4} \right) = -\frac{1}{4} = y_{21}$$

İkinci devreden

$$I_1 = 2(1) - \frac{1}{4} = \frac{7}{4} = y_{12}$$

$$I_2 = \left(1 + \frac{1}{4} \right) (1) - 2 = -\frac{3}{4} = y_{22}$$

$$\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{3}{4} & \frac{7}{4} \\ -\frac{1}{4} & -\frac{3}{4} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ V_2 \end{bmatrix}$$

hibrit parametreler

$$\begin{bmatrix} I_1 \\ V_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} \\ g_{21} & g_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ I_2 \end{bmatrix}$$

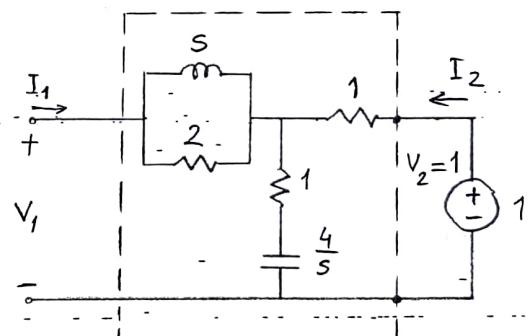
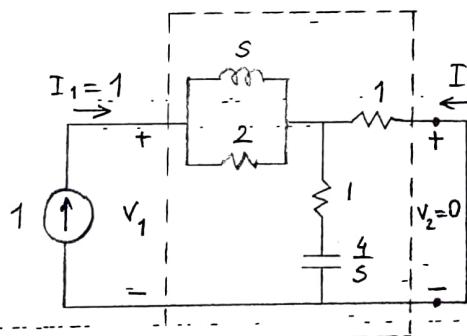
Ters hibrit

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ I_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_2 \\ -I_2 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} V_2 \\ -I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A' & B' \\ C' & D' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ I_1 \end{bmatrix}$$

iletim parametreleri

Örnek: Aşağıdaki devrenin hibrit parametrelerini bulunuz.



$$Z_{in} = \frac{2s}{s+2} + \frac{1[1+(4/s)]}{1+1+(4/s)} = \frac{\frac{5}{2}s+2}{s+2}$$

$$V_1 = Z_{in} I_1 = \frac{\frac{5}{2}s+2}{s+2}$$

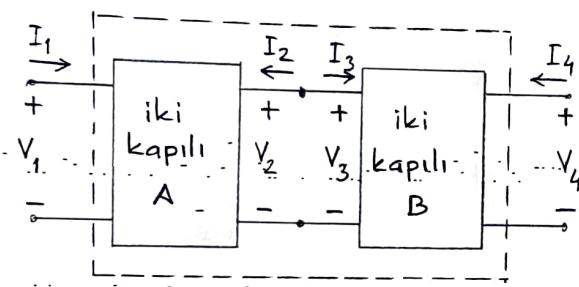
$$I_2 = \frac{-1}{1+[s/(s+4)]} (1) = \frac{-\frac{1}{s}-2}{-s+2}$$

$$I_2 = \frac{V_2}{2+(4/s)} = \frac{s}{2s+4}$$

$$V_1 = \left(1 + \frac{4}{s}\right) I_2 = \frac{s+4}{2(s+2)}$$

$$\begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{5s+4}{2(s+2)} & \frac{s+4}{2(s+2)} \\ \frac{-(s+4)}{2(s+2)} & \frac{s}{2(s+2)} \end{bmatrix}$$

İKİ KAPILI DEVRELERİN BİRLEŞTİRİLMESİ
Kaskad Bağlama



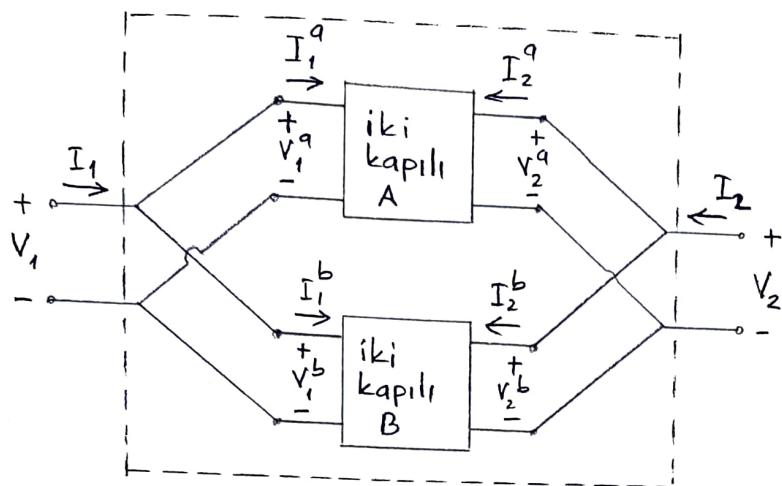
$$A : \begin{bmatrix} V_1 \\ I_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_2 \\ -I_2 \end{bmatrix}$$

$$B : \begin{bmatrix} V_3 \\ I_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b & b \\ c & d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_4 \\ -I_4 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} V_2 \\ -I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_3 \\ I_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b & b \\ c & d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_4 \\ -I_4 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ I_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b & b \\ c & d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_4 \\ -I_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_4 \\ -I_4 \end{bmatrix}$$

Paralel Bağlama



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

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_1^a \\ V_2^a \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_1^b \\ V_2^b \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \left\{ \begin{bmatrix} y_{11}^a & y_{12}^a \\ y_{21}^a & y_{22}^a \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} y_{11}^b & y_{12}^b \\ y_{21}^b & y_{22}^b \end{bmatrix} \right\} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} \\ y_{21} & y_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix}$$



SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ

**ELEKTRİK DEVRE TASARIM
LABORATUVARI - I**

DENEY FÖYÜ

MUSAB UĞUR
B150100037



2016

ELEKTRİK DEVRE ve TASARIM LABORATUVARINDA KULLANILAN ELEMAN ve ÖLÇÜ ALETLERİNİN TANITILMASI

DİRENÇLER

Elektrik akımına karşı gösterilen zorluğa direnç adı verilir. Endüstride kullanılan çok çeşitli direnç tipleri vardır. Foto direnç, termistör, VDR, ayarlanabilir dirençler bunlardandır. Sabit değerli dirençlerin değerleri genellikle direnç üzerindeki renklerle kodlanarak ifade edilirler. Herhangi bir direncin değerini ölçmek için, ohmmetreının iki ucu direncin iki ucuna bağlanarak sonuç göstergeden okunur. Multimetre veya avometre kullanıldığında, seçme komütatörü ile ohmmetre seçeneği seçilmelidir. Direnci ölçülecek elemanın bir devreye bağlı olmaması ve herhangi bir gerilim altında bulunmaması gereklidir. Aksi halde yaniltıcı ölçümler yapılmış olur.



Şekil.1 Direnç

DİRENÇ RENK KODLARI

Direnç değerleri imalatçı firma tarafından iki şekilde belirtilir.

Direnç değeri direncin üzerine rakamlarla yazılır.

Direnç değeri direncin üzerine işaretlenen renk kodları ile belirtilir.



Şekil.2

Direnç üzerindeki :

1.Renk Bandı:Birinci sayı

2.Renk Bandı:İkinci sayı

3.Renk Bandı:Çarpan

4.Renk Bandı:Tolerans olarak kullanılmaktadır

Tablo: Direnç renk kod tablosu

RENKLER	SAYI	ÇARPAN	TOLERANS
Renksiz	—	—	$\pm\%20$
Gümüş	—	10^{-2}	$\pm\%10$
Altın	—	10^{-1}	$\pm\%5$
Siyah	0	10^0	—
Kahverengi	1	10^1	$\pm\%1$
Kırmızı	2	10^2	$\pm\%2$
Turuncu	3	10^3	—
Sarı	4	10^4	—
Yeşil	5	10^5	$\pm\%0,5$
Mavi	6	10^6	$\pm\%0,25$
Mor	7	10^7	$\pm\%0,1$
Gri	8	10^8	$\pm\%0,05$
Beyaz	9	10^9	—

Renk kodlarını okumaya renklerin en yakın olduğu uç tarafından başlanır. Birinci bandda siyah, gümüş, altın rengi ve ikinci bandda gümüş ve altın rengi kullanılmaz. Direncin yapısının küçük oluşu nedeniyle renkler her iki uca aynı uzaklıkta olabilir. O zaman yukarıda söylenen renklerin sıralanışına dikkat etmek gereklidir.

Örnek:

- 1.Band: Kahverengi 1
- 2.Band: Siyah 0
- 3.Band: Kırmızı 10^2
- 4.Band: Gümüş $\pm\%10$

Bu direncin değeri $1000\Omega \pm\%10$ yani $1K\Omega$ dur.

DİRENÇ KUTUSU

Direnç kutusu üzerindeki kademeli komutatörler yardımıyla istenilen değerlerde direncin elde edilmesini sağlar. Komutatörlerin göstereceği değerler toplamı direnç değerini verir. Direnç kutuları gerilim ve akım jeneratörleri ile akım ve gerilim ayarlarında kullanılırlar. Aynı zamanda yük direnci yerine deneylerde kullanılacağı gibi çeşitli deneylerde vazgeçilmez bir elemandır.

BOBIN

Elektronik devrelerde çok kullanılan elemanlardan biri de bobinlerdir. Bobinler alternatif akımın bulunduğu yerlerde kullanılırlar çünkü; alternatif akımla bobinler arasında özel bir durum mevcuttur. Bobin bir iletkenin üzerinden geçen akımı mağnetik alan çizgilerine çevirerek yapısal olarak enerji dönüşümünü gerçekleştirmektedir. Bu bobine akım depolama özelliği kazandırır.

Bobinler 'Makara', 'Karkas' denilen bobinin üzerine sarıldığı; plastik, seramik, sert kağıt gibi maddelerden yapılmış bobine destek olan yalıtkan malzemeye verilen isimdir. Tellerin hiç hareket etmemesi istenen yüksek frekanslarda bobin makaralarında çentikler mevcuttur. Kimi bobinlerin içinde bir çekirdek vardır, çekirdek çeşitli maddelerden yapılabilir, demir veya demir tozu olan ferit çekirdek olarak kullanılabilir. Kullanım yerine göre, makara içerişi boş kalırsa *havalı bobin*, demir bir göbek (nüve) geçirilirse *nüveli bobin* di verilir. Bobinin her bir sarımına *spır* denir. Günümüzde multimetrelerin çoğunda bobin endüktansının değerini ölçme kabiliyeti bulunmamaktadır. Bu nedenle burada sadece bobinin kısaca arızalı olup olmadığı kontrol edilebilir. Bunun için multimetrenin komütatörü ohmmetre konumuna getirilerek ölçüm yapılır, bobin iletkenlerinin devreyi tamamlayıp tamamlamadığı kontrol edilir. Bobinlerin direnci (bakır telden yapıldıklarından) genellikle 100 ohm 'dan küçüktür. Bobinin uçlarının birbirinden farkı yoktur. Ohmmetrenin uçları bobine bağlanır ve sonsuzdan farklı bir değer ölçülyorsa (çoğu kez 100 ohm 'dan küçük) bobin sağlamdır. Sağlamlık konusunda ayrıca gözle de tetkik yapılmalıdır. Örneğin göz ile görülür yanma ibaresi görülürse bobin beklenilen görevi yapamayabilir.



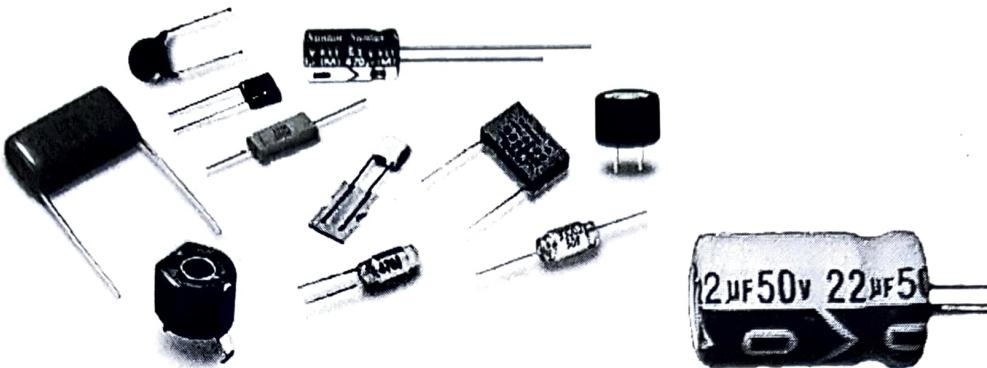
Şekil.3 Bobin Örnekleri

KONDANSATÖR

Alternatif akım devrelerinde, elektrik yükü biriktirmek, kapasitif reaktans sağlamak amacıyla kullanılan Temelde bir ince yalıtkan ile birbirinden ayrılmış iki iletken levhadan oluşan bir devre elemanıdır. Elektrik yükü depolayabilme özelliğine sahiptir. Kondansatörlerde birim olarak kullanılan Farad çok büyük bir değerdir. Pratikte pek kullanılmaz. Farad'ın milyonda biri olan mikrofarad ve mikrofaradın milyonda biri olan pikofarad en çok kullanılan birimlerdir. Arada nano farad vardır. Bir nano farad mikrofaradın 1000 katıdır.

Kondansatörlerin sağlamlık kontrolü ohmmetre ile yapılabilir. Kondansatör kısa devre ise ohmmetre sona kadar saparak sıfır ohm değeri gösterir. Kondansatör sağlam ise, ohmmetre devresindeki pil ile kondansatörün ilk şarj akımı izlenebilir. Alet ilk anda şarj akımı ile küçük bir sapma yapar ve kondansatörün dolması ile aletin ibresi geriye düşer. Kondansatör bu sırada şarjlı olduğundan alet uçları ters düz edilirse kondansatör önce boşalıp sonra ters yönde dolacağından şarj akımı daha uzun sürer. Kondansatör ölçen bir aletle yapılrsa daha sıhhatli olur.

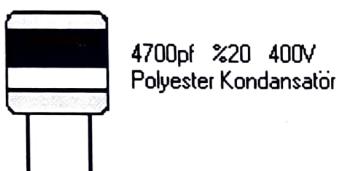
Kondansatörler yapılarındaki dielektrik malzemeye göre sınıflandırılırlar. Belli başlı kondansatörler şunlardır: 1. Havalı 2. Kağıt 3. Mika 4. Polistren 5. Tantal 6. Yağlı 7. Elektrolitik 8. Polyester 9. Seramik 10. Mylar gibi kondansatör çeşitleri mevcuttur.



Şekil.4 Kondansatör Örnekleri

Kondansatör Renk Kodları

Örnek:



Şekil.5 Kondansatör Renk Kodları Örnek

Kondansatör Renk Kodları				
Renk	değer	sıfır sayısı	Tolerans %	voltaj
Siyah	0	0	20	
Kahverengi	1	1	1	100
Kırmızı	2	2	2	200
Turuncu	3	3	3	300
Sarı	4	4	4	400
Yeşil	5	5	5	500
Mavi	6	6	6	600
Mor	7	7	7	700
Gri	8	8	8	800
Beyaz	9	9	9	900
Altın		0,1	5	1000
Gümüş		0,01	10	2000
Renksiz			20	500

Seramik kondansatörlerin renk kodları aşağıda verildiği gibidir. Birinci renk Sıcaklık katsayısı daha sonraki 3 renk halkası ise değer belirten renklerdir. Son halka ise toleransı gösterir.



Şekil.6 Kondansatör Renk Kodları Örnek

SERAMİK KONDANSATÖRLER				
Renk	Çarpan	Toerans 10 pf altı	Tolerans 10 pf üstü	Sıcaklık katsayısı ppm/C
Siyah	1	% 20	2 pf	0
Kahverengi	10	%1		-30
Kırmızı	100	%2		-80
Turuncu	1000			-150
Sarı				-220
Yeşil		%5	0.5 pf	-330
Mavi				-470
Mor				-750
Gri	0.01		0.25 pf	30
Beyaz	0.1	%10	1.0 pf	500

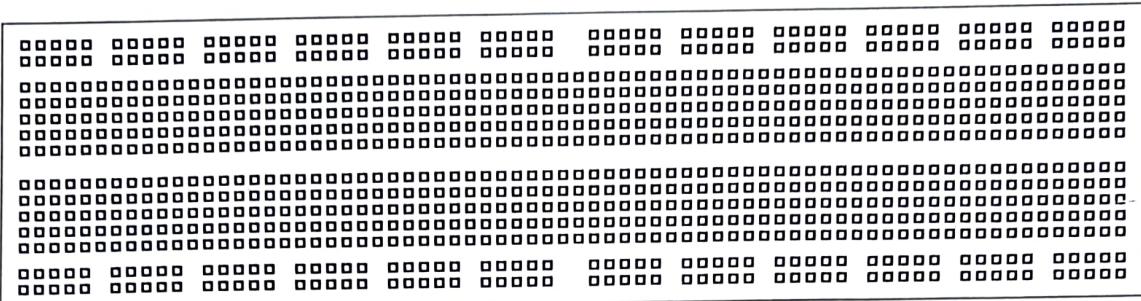
SİNYAL JENERATÖRÜ

Sinüsoidal , kare ve üçgen dalga sinyal üreten bir cihazdır. Cihaz üzerindeki komütatör ve tuşlar yardımıyla üretilen sinyalin genlik ve frekans değeri değiştirilebilir. Deneylerde istenilen frekans ve genlik değerinde , istenilen dalga tipinin elde edilmesini sağlar. Örneğin 50Hz 100mV'luk bir sinüsoidal dalgayı frekans ve gerilim ayarı ile elde edebiliriz.

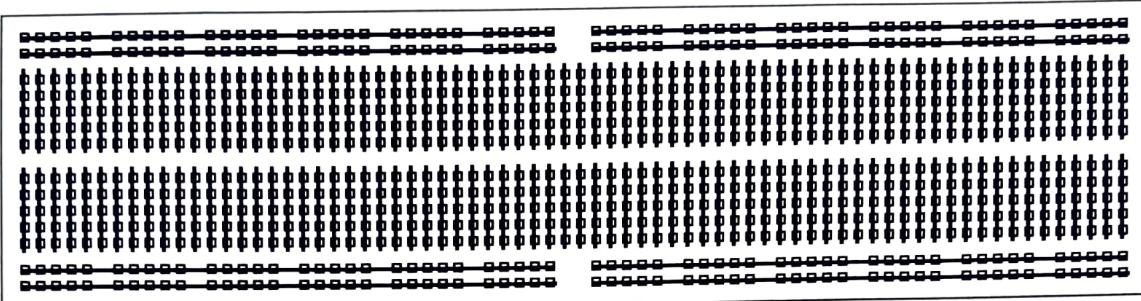
BREADBOARD

Üzerinde devrelerin herhangi bir lehim gerektirmeden kurulduğu yapılardır. Board üzerinde iki çepit yol vardır. Bunlardan birincisi güç yollarıdır. Bu yollardaki birleştirm noktaları yatay yönde birbiri ile kısa devre düþey yönde ise açýk devredirler. Genel olarak bir devrenin besleme ve toprak hatları için kullanýýrlar.

Ikinci çepit yol ise eleman yollarıdır. Bu yollar birbiri ile düþey yönde kısa devre, yatay yönde açýk devredirler. Genelde 5 adet birleştirm noktası bulunur. Bu 5 nokta birbiri ile kısa devredir. Diğer eleman yolları ile aralarýnda bir boþluk vardır. Bu boþluk entegre devrelerin bacak aralýðýnýa uygun þekilde dizayn edilmiptir. Aþaðda alttan ve üstten görünüpleri verilmiptir.



Şekil.7 Breadboard'un üstten görünüşü



Şekil.8 Breadboard'un alttan görünüşü

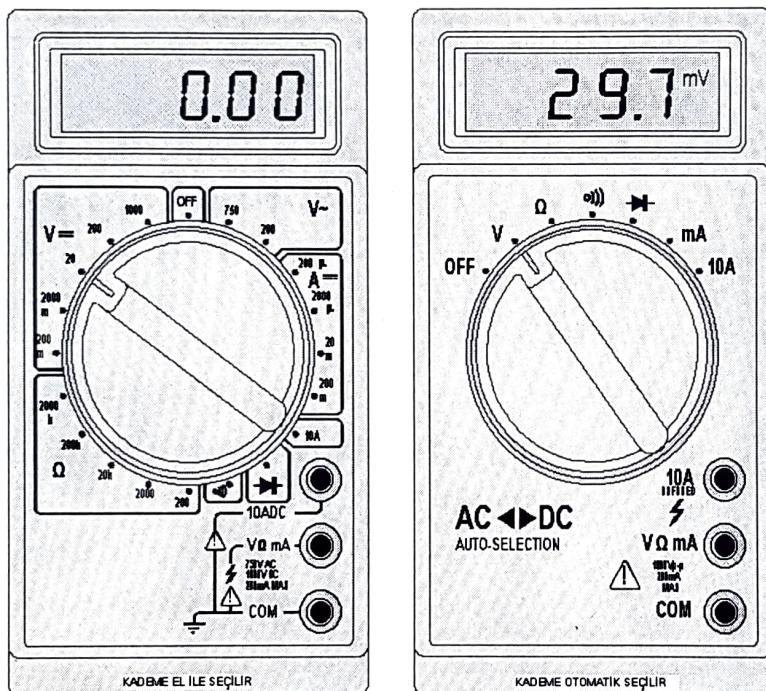
Aşağıdaki tabloda çok büyük ve çok küçük sayıların bilimsel olarak gösterimi verilmektedir.

SI Önekler			
Okunuşu	İsmi	Değeri	Gösterimi
eksa	EXA	10^{18}	E
peta	PETA	10^{15}	P
tera	TERA	10^{12}	T
ciga	GIGA	10^9	G
mega	MEGA	10^6	M
kilo	KILO	10^3	k
hekt	HECTO	10^2	h
deka	DECA	10^1	da
desi	DECI	10^{-1}	d
santi	CENTI	10^{-2}	c
mili	MILLI	10^{-3}	m
mikro	MICRO	10^{-6}	u
nano	NANO	10^{-9}	n
piko	PICO	10^{-12}	p
femto	FEMTO	10^{-15}	f
atto	ATTO	10^{-18}	a

MULTİMETRE

Bu cihaz gerilim, akım ve direnci bir arada ölçtüüğü için multimetre adını alır. Bu ölçümleri yapmak için voltmetre, ampermetre ve ohmmetrenin bir arada bulunduğu önemli ve temel laboratuvar cihazlarından biridir. Üzerindeki komütatör yardımıyla yapmak istediğimiz ölçme ile ilgili kısma, komütatörü getirerek ölçme işlemini yaparız. Bu cihaz hem doğru akım hem de alternatif akımı ölçebilir. Bu cihazın skalası gerilim, akım ve direnç için ayrı ayrı ölçeklendirilmesi gereklidir. Böyle bir cihazın kademeleri aşağıdaki gibi olabilir.

DC akım	: $50\mu A$, $1mA$, $10mA$, $500mA$, $10A$
DC gerilim	: $250 mV$, $2.5mV$, $10V$, $50V$, $250V$, $1000V$, $5000V$
AC gerilim	: $2.5V$, $10V$, $50V$, $250V$, $1000V$, $5000V$
Ohm	: $R \times 1$, $R \times 100$, $R \times 10000$



Şekil.9 Multimetre

Bu cihaz ile gerilim, akım ve direnç dışında frekans, ses şiddeti, sıcaklık gibi büyüklüklerin ölçümü de yapılabilir. Direnç ölçümünde her kademeye için sıfır ayarının yapılması gereklidir. Multimetrelerin duyarlılıkları, $1000 \Omega/V$ 'dan $10000 \Omega/V$ 'ta kadar değişebilir. En çok rastlanılan duyarlılık değeri, $20000 \Omega/V$ 'tur. Bu duyarlılık yalnız DC kademeler için geçerlidir. Voltmetre devreye paralel bağlanırken, ampermetre seri bağlanmaktadır. Ohmmetre kademesi bulunan multimetre ile direnç ölçerken, ya dışarıdan bir gerilim verilir yada içine bir pil takılır. Multimetre kullanılmadığı zaman ohmmetre kademelerinde bırakılmamalıdır. Aksi halde pilin ömrü kısalır.

DENEY 1. KIRCHOFF YASALARI

AMAÇ: Kirchoff gerilim ve akım yasalarını test etmek

ARAÇLAR & ELEMANLAR

1. DC güç kaynağı
2. Multimetre
3. Dirençler

ÖN ÇALIŞMA

1. Şekil 1.1 deki devredeki tüm çevreler için KVL ve tüm düğümler için KCL denklemlerini yazınız.
2. Şekil 1.2 deki devredeki tüm elemanların akım ve gerilimlerini hesaplayınız.
3. Şekil 1.3 deki devredeki tüm elemanların akım ve gerilimlerini hesaplayınız.
4. Şekil 1.4 deki tüm elemanların akım ve gerilimlerini hesaplayınız.
5. Deneyde yapılacak bütün adımların simülasyonda gerçekleştiriniz ve ön çalışmanızı ekleyiniz.

TEORİK BİLGİ

Elektrik devrelerinin analizi için Kirchoff yasaları olarak adlandırılan iki temel yasa vardır. Bunlar Kirchoff Akım Yasası (Kirchoff Current Law, KCL) ve Kirchoff Gerilim Yasası (Kirchoff Voltage Law, KVL) dir. Kirchoff Gerilim Yasası bir elektrik devresinin çevrelerine uygulanır ve şu şekilde ifade edilir:

Herhangi bir kapalı çevrede gerilimlerin cebirsel toplamı sıfırdır.

Bu yasa matematiksel olarak $\sum V_k = 0$ şeklinde ifade edilir.

Örneğin şekil 1.1 deki devrede ABCDA çevresine Kirchoff Gerilim Yasası uygulanırsa:

$$I_1.R_1 + I_2.R_2 + I_5.R_5 - V = 0$$

$$-V + R_1 I_1 + R_2 I_2 + R_3 I_3 = 0$$

$$R_3 I_3 + R_4 I_4 - R_5 I_5 = 0$$

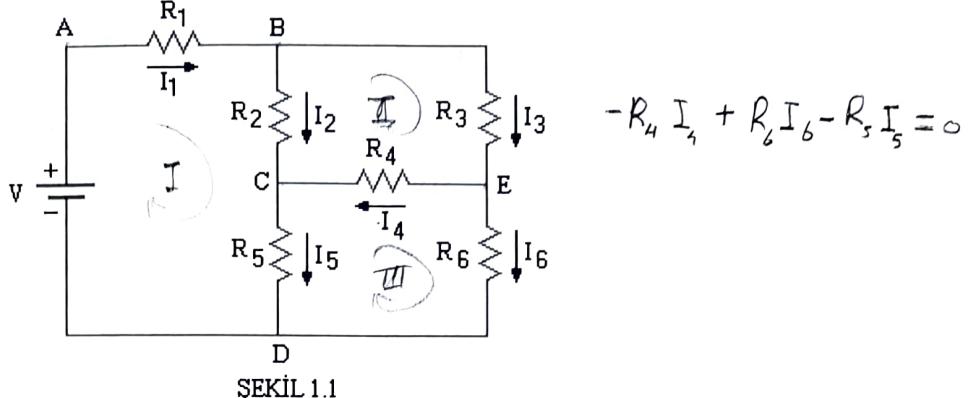
$$\beta / I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

$$\beta / I_1 = I_2 + I_3$$

$$\gamma / I_2 + I_4 - I_5 = 0$$

$$\delta / I_5 - I_1 + I_6 = 0$$

$$\epsilon / I_3 - I_4 - I_6 = 0$$



Kirchoff Akım Yasası bir elektrik devresinin düğümlerine uygulanır ve şu şekilde ifade edilir:

Herhangi bir düğümdeki akımların cebirsel toplamı sıfırdır.

Bu yasa matematiksel olarak $\sum I_k = 0$ şeklinde ifade edilir.

Şekil 1.1 deki B düğümüne Kirchoff Akım Yasası uygulanırsa

$$I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

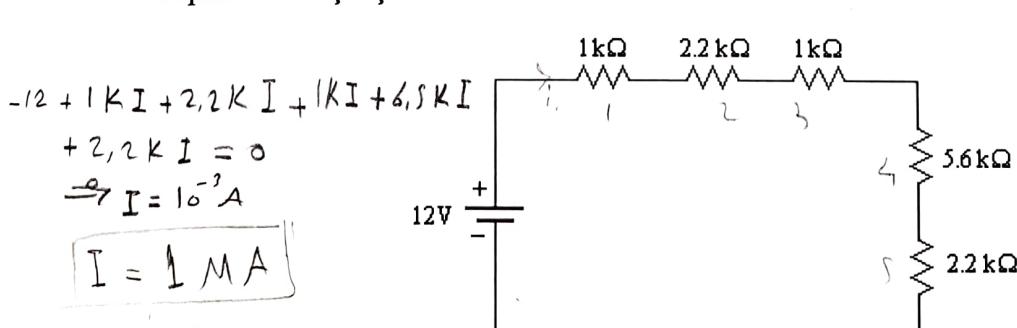
E düğümü için

$$I_3 - I_4 - I_6 = 0$$

DENEYİN YAPILISI

KIRCHOFF GERİLİM YASASI

- Şekil 1.2 deki devreyi board üzerine kurunuz.
- Güç kaynağının çıkış gerilimini ve 5 direncin gerilim düşümlerini multimetre ile ölçün. Ölçtüğünüz değerleri Tablo 1'e kaydedin ve kaynak gerilimi ile gerilim düşümlerinin toplamını karşılaştırın.



ŞEKİL 1.2

$$V_1 = 1 V$$

$$V_2 = 2.2 V$$

$$V_3 = 1 V$$

$$V_4 = 5.6 V$$

$$V_5 = 2.2 V$$

DENEY.2 SÜPERPOZİSYON TEOREMİ DENEYİ

AMAÇ: Birden Fazla Bağımsız Kaynak (Akım Ve Gerilim) İçeren Devrelerin Çözümünde Kullanılan Süperpozisyon Teoremi'nin Deneysel Olarak Uygulanması.

ARAÇ VE ELEMENLAR:

Dirençler: $4,7\text{k}\Omega$, $6,8\text{k}\Omega$, $10\text{k}\Omega$

Kaynaklar: $V_1 = 5\text{V}$, $V_2 = 10\text{V}$

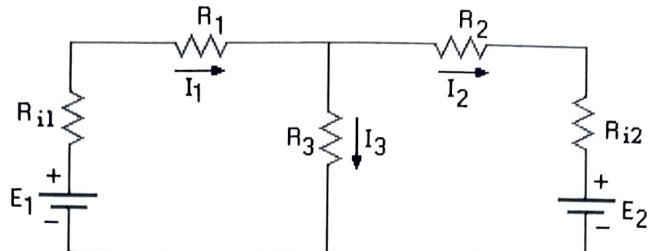
ÖN ÇALIŞMALAR:

1. Elektrik Devreleri Kitabınızdan Süperpozisyon Teoremine Çalışın.
2. Şekil 2.4 Deki Devrede $R_1 = 4,7\text{k}\Omega$, $R_2 = 6,8 \text{ K}\Omega$, $R_3 = 10\text{k}\Omega$, $V_1 = 5\text{V}$, $V_2 = 10\text{V}$ Değerleri İçin Teorik Çözüm Yapınız.
3. Deneyde yapılacak bütün adımların simülasyonda gerçekleştiriniz ve ön çalışmanızı ekleyiniz.
4. Yaptığınız Teorik Çalışmayı Deneyden Önce İlgili Araştırma Görevlisine Teslim Ediniz.

TEORİK BİLGİ:

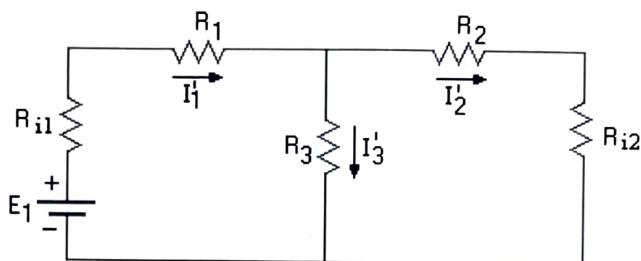
Birden Fazla Besleme Kaynağına Sahip Doğrusal (Lineer) Devrelerin Çözümünü Kolaylaştırır Bir Teoremdir. Bağımsız Gerilim Kaynakları Kısa-Devre, Bağımsız Akım Kaynakları Açık-Devre edilir. Her defasında bir kaynak sanki devrede tek kaynakmış gibi ele alınır. Birinci kaynak için akım ve gerilimler hesaplanır. Tüm kaynaklar için ayrı ayrı hesap yapıldıktan sonra devre tümüyle çözülmüş olur. Bulunan akım ve gerilimlerin cebirsel toplamı hesaplanır. Aynı yöndeaki akımlar toplanır; zıt yöndeaki akımlar çıkarılır. gerilimlere de aynı işlemler uygulanır.

Örnek bir devrede süperpozisyonu açıklarsak;

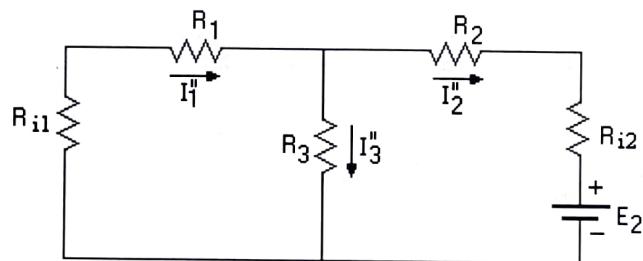


ŞEKİL 2.1

Bu devrenin eşdeğeri;



ŞEKİL 2.2



ŞEKİL 2.3

$$I_1 = I_1' + I_1''$$

$$I_2 = I_2' + I_2''$$

$$I_3 = I_3' + I_3''$$

$$I_1' = \frac{E_1}{R_{i1} + R_1 + \frac{(R_{i2}+R_2) \cdot R_3}{R_2+R_3+R_{i2}}} = \frac{E_1}{R_{es1}}$$

$$I_2' = \frac{R_3}{R_{i2} + R_2 + R_3} I_1'$$

$$I_3' = \frac{R_2 + R_{i2}}{R_2 + R_{i2} + R_3} I_1,$$

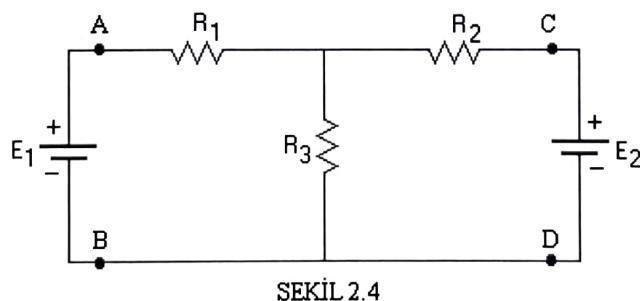
$$I_1'' = \frac{R_3}{R_{i1} + R_1 + R_3} I_2''$$

$$I_2'' = \frac{E_2}{R_{i2} + R_2 + \frac{(R_{i1} + R_1) \cdot R_3}{R_1 + R_3 + R_{i1}}} = \frac{E_2}{R_{eq2}}$$

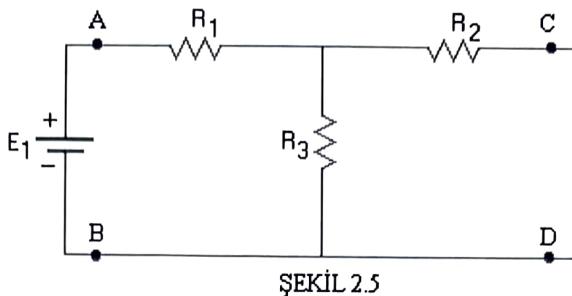
$$I_3'' = \frac{R_1 + R_{i1}}{R_1 + R_{i1} + R_3} I_2''$$

DENEYİN YAPILISI:

1. Malzeme listesinde belirtilen dirençleri alın ve ölçün. Tablo 1. e kaydedin.
2. Belirtilen dirençlerle Şekil 2.4 deki deneyi oluşturun.



3. 10V' luk kaynağı çıkarın C ve D olarak adlandırılan noktaları birleştirerek kısa devre yapın (Şekil 2.5).



ŞEKİL 2.5

4. +5V' luk kaynaktan görülen toplam direnci hesaplayın. Sonra +5V' luk kaynağı çıkarın, hesabınızı doğrulamak için A ve B noktaları arasındaki direnci ölçün. Hesaplanan ve ölçülen değerleri tablo2. ye kaydedin.

5. Toplam akımı hesaplamak için gerilim kaynağını ve toplam direnci kullanın. Bu akım R_1 direncinden geçen akımdır, bu yüzden I_1 akımı olarak tablo 2 ye kaydedin. Akım bölgüsü kuralını kullanarak R_2 ve R_3 dirençlerinin akımlarını belirleyin. I_2 ve I_3 için akım bölgüsü formülü:

$$I_2 = I_T \frac{R_3}{R_2 + R_3}$$

$$I_3 = I_T \frac{R_2}{R_2 + R_3}$$

6. Şekil 2.5. deki her bir direncin uçlarındaki gerilimi hesaplamak için bir önceki adımda hesaplanan akımları ve ölçülen direnç değerlerini kullanın. Sonra +5V luk güç kaynağını bağlayın ve devredeki gerçek gerilimleri ölçün. Ölçülen ve hesaplanan gerilimleri tablo2 ye kaydedin.

7. +5Vluk güç kaynağını devreden çıkartın, A ve B uçlarını birleştirin. C ve D uçlarındaki toplam direnci hesaplayın. Hesabınızı doğrulamak için direnci ölçün. Hesaplanan ve ölçülen değerleri tablo2 ye kaydedin.

8. Şekil 2.6 deki her bir direnç üzerindeki akımı hesaplayın. R_2 den akan akımın toplam akım olduğuna ve R_1 ve R_3 e bölündüğüne dikkat edin. Şekil 2.6 de akım değerlerini ve yönlerini işaretleyin.

DENEY 3. THEVENİN TEOREMİ

AMAÇ : Thevenin teoreminin deneysel uygulaması.

ARAÇLAR & ELEMANLAR

- 1 – DC Güç kaynağı
- 2 – Dijital multimetre
- 3 – Dirençler (150Ω , 270Ω , 470Ω , 560Ω , 680Ω , 820Ω)
- 4 – Board
- 5 – $1k\Omega$ Potansiyometre

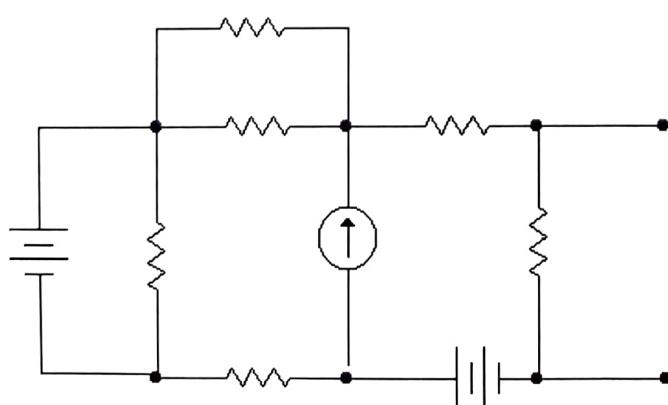
HAZIRLIKLER

Elektrik Devreleri kitabınızdan Thevenin Teoremi konusunu çalışın.

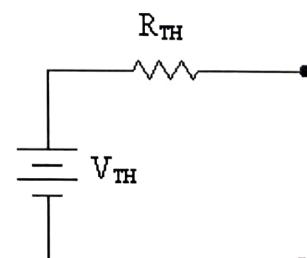
ÖN ÇALIŞMA

1. Deneyde yapılacak bütün adımların simülasyonda gerçekleştiriniz ve ön çalışmanızı ekleyiniz.

Eşdeğer devreler bir ağdaki akım ve gerilimlerin çözülmesini basitleştirir. Eşdeğer devreler kavramı elektronikte birçok problemi çözmek için temeldir. Thevenin teoremi iki terminalle (uç) ilgilendiğinden (genellikle çıkış uçları), karmaşık lineer bir ağı bir eşdeğer devreye indirmeyi sağlar. Thevenin eşdeğer devresi bir gerilim kaynağı ve seri bir dirençten oluşmaktadır. (AC devrelerde direncin yerini empedans alır.) Birden fazla gerilim kaynağı, akım kaynakları ve dirençlerden oluşan Şekil 3.1(a)'daki gibi karışık bir devre düşünün. Thevenin teoremi bu devreyi Şekil 3.1(b)'de gösterilen eşdeğer devreye indirgeyebilir. Şekil 3.1(b)'deki devre Thevenin eşdeğer devresi olarak adlandırılır.



Şekil 3.1 (a)

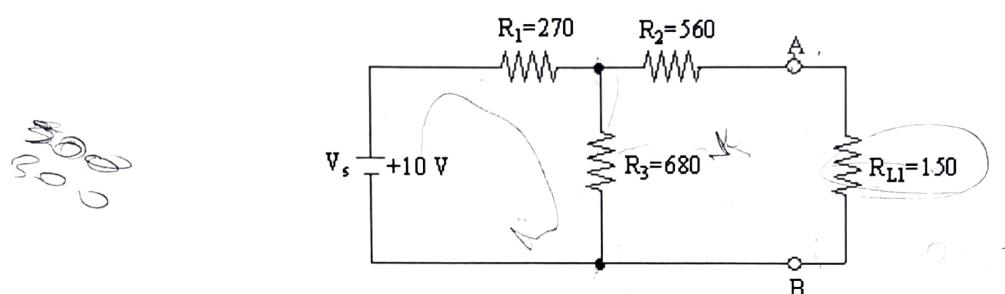


Şekil 3.1 (b)

Bir devreyi eşdeğer Thevenin devresine basitleştirmek için iki adım izlenir. İlk adım ilgilenilen uçlardaki dirençler çıkarıldıkten sonra uçlardaki gerilimlerin ölçülmesi veya hesaplanmasıdır. Bu açık devre gerilimi Thevenin gerilimidir. İkinci adım kaynaklar iç dirençleriyle çıkartıldıktan sonra aynı açık devre uçlarında görülen direncin hesaplanmasıdır. Gerilim kaynakları için iç direnç genellikle sıfır alınır, akım kaynaklarının iç direnci sonsuzdur (açık devre).

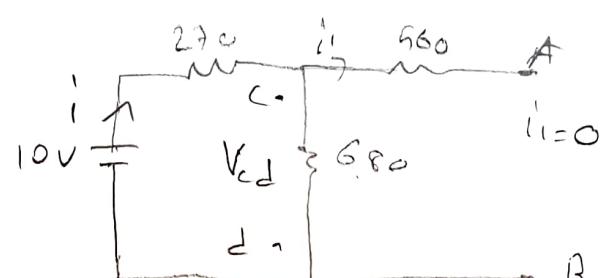
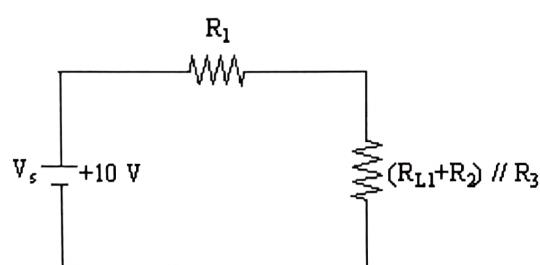
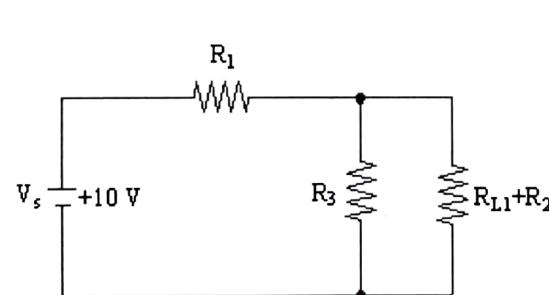
DENEYİN YAPILISI

6 adet direncin değerlerinin ölçün ve tabloya kaydedin.



Şekil 3.2

Şekil 3.2 de gösterilen devreyi oluşturun. Gerilim kaynağından görülen eşdeğer devreyi hesaplayın. Şekil 3.3 gerilim kaynağından görülen eşdeğer devreyi göstermektedir. Yük direncinin uçlarındaki V_L gerilimini hesaplayınız.



Şekil 3.3

$$V_{cd} = V_{AB} = V_{TH}$$

$$\frac{1}{270} \cdot 680 = 7,15 = V_{TH}$$

$$10 = 950 \cdot i \Rightarrow i = \frac{1}{95} \text{ A}$$

DENEY 4 : OSİLOSKOP VE SİNYAL GENERATÖRÜ TANITIMI

AMAÇ : Osiloskop ve Sinyal Generatörünün kullanılmasının öğrenilmesi.

HAZIRLIKLAR

Bu deneyin ön çalışması yoktur. Ancak deneye gelmeden önce osiloskop ve sinyal generatörünün araştırılması önerilir.

Not: Deneyden önce bölümün internet sayfasından ek kaynak duyurusu yapılabilir.

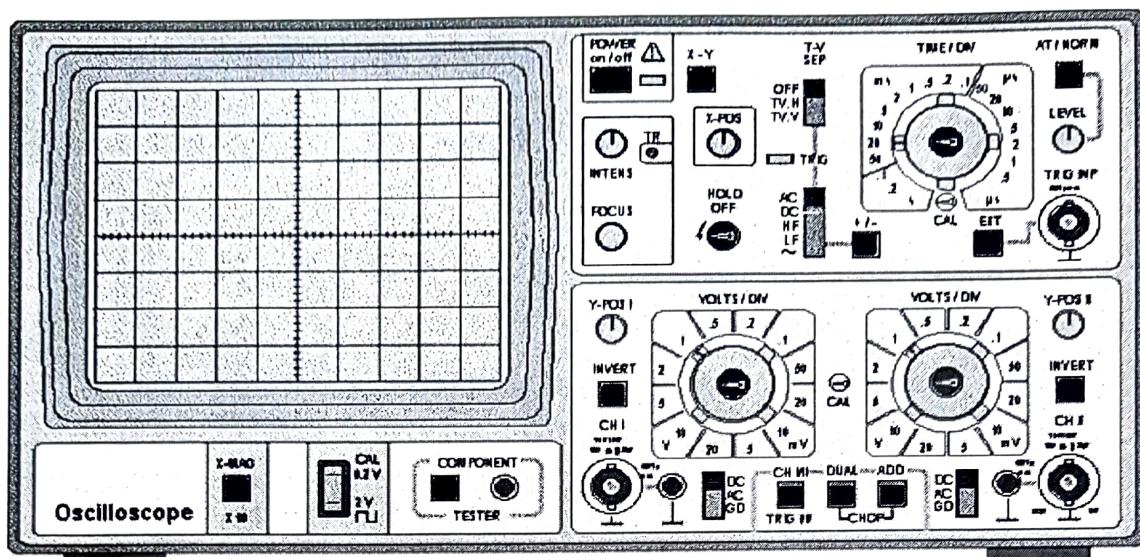
OSİLOSKOP

Osiloskopun Genel Tanıtımı

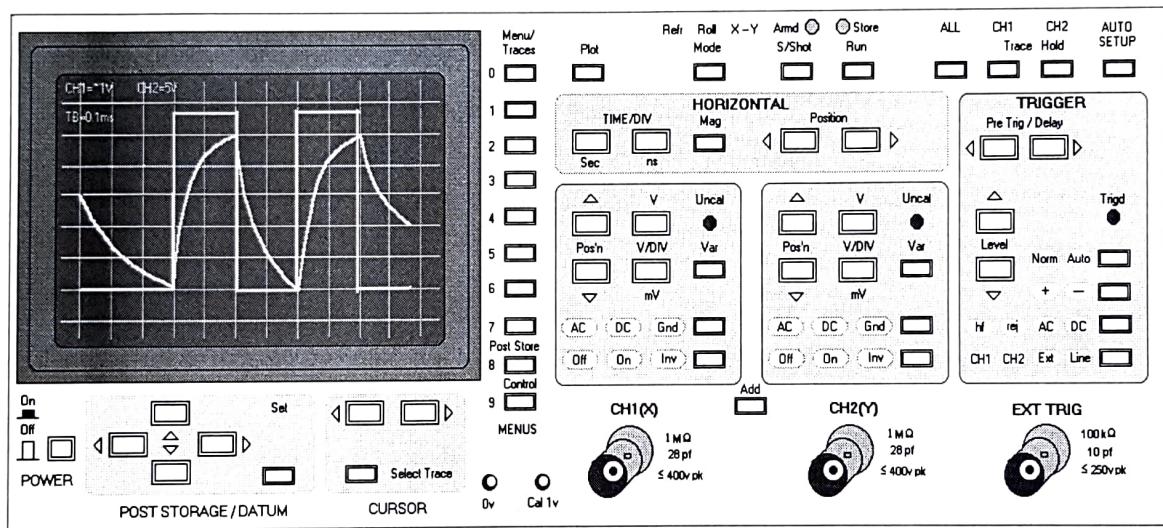
Osiloskop değişken gerilimlerin incelenmesi, genlik, süre ve frekanslarının ölçülmesi için kullanılan bir cihazdır. Sinyalin zamana göre değişimini kolaylıkla incelememize yarar. Ayrıca osiloskop yardımıyla gerilim ve faz farkı gibi ölçümler yapılabilir. En önemli kısımları; katot ışınılı , düşey ve yatay kuvvetlendiriciler, yatay süpürme devresi ve güç kaynağıdır. Sinyal şekillerini görebildiğimiz için, hem dizayn hem de arıza tespiti için vazgeçilmez bir araçtır. Burada sizlere osiloskop hakkında genel bilgilerin yanı sıra, osiloskop ile ölçme işleminin nasıl yapıldığı ve osiloskopun nasıl çalıştığı konularında bilgiler verilecek.

Osiloskop elektrik sinyallerini görünür hale getiren gelişmiş bir ölçü aletidir. Bu özelliğinden dolayı elektronik devrelerinin test işleminde önemli bir görev üstlenir. Çünkü devrenin farklı noktalarındaki sinyalleri görünür hale getirerek, dalga şekillerinin kolayca incelenmesi sağlanır. Elektronik sistemlerin incelenmesinde izlenecek en iyi yol, sistemi oluşturan her alt kademe veya bloğun giriş ve çıkış sinyallerini osiloskop ile görünür hale getirerek incelemek ve böylece her kademedede olması gereken sinyallerin doğru olarak bulunup bulunmadığını kontrol etmektir.

Aşağıda hem analog hem de dijital bir osiloskopun ön yüzden görünüşü verilmiştir. Piyasada çok çeşitli şekil ve markalarda bulunan osiloskopların genel görüntüsünde ufak tefek farklılıklar olsa da, kontrol düğmeleri ve fonksiyonları benzerlik gösterir.



Şekil.10a Tipik bir analog osiloskop (HAMEG)

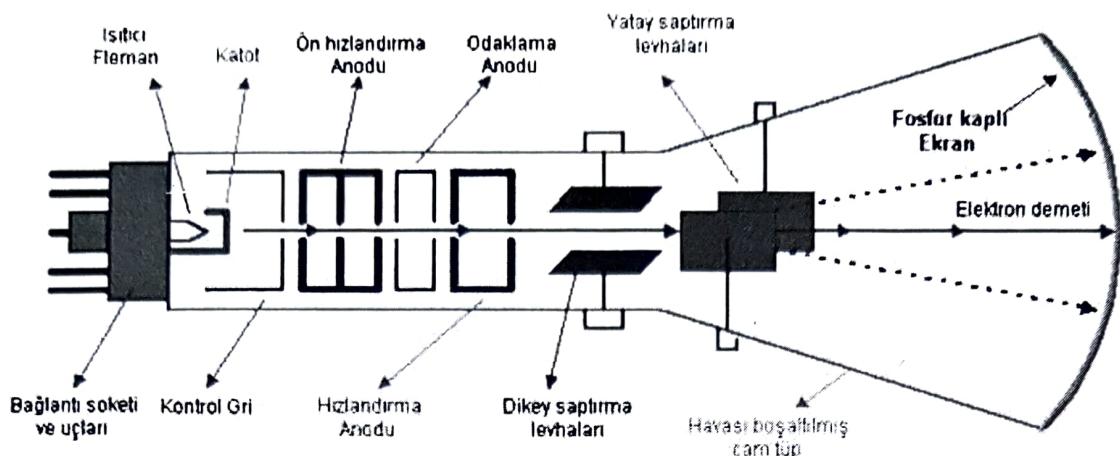


Şekil.10b Tipik bir Dijital Osiloskop (GOULD)

Osiloskopun fonksiyonu oldukça basittir. Osiloskop ölçmek istenen gerilim değişiminin zamana karşı grafiğini verir veya daha basit bir ifadeyle V/t grafiğini çizer(Gerilim Y ekseninde, zaman ise X ekseninde olacak şekilde).

Osiloskopun Çalışması

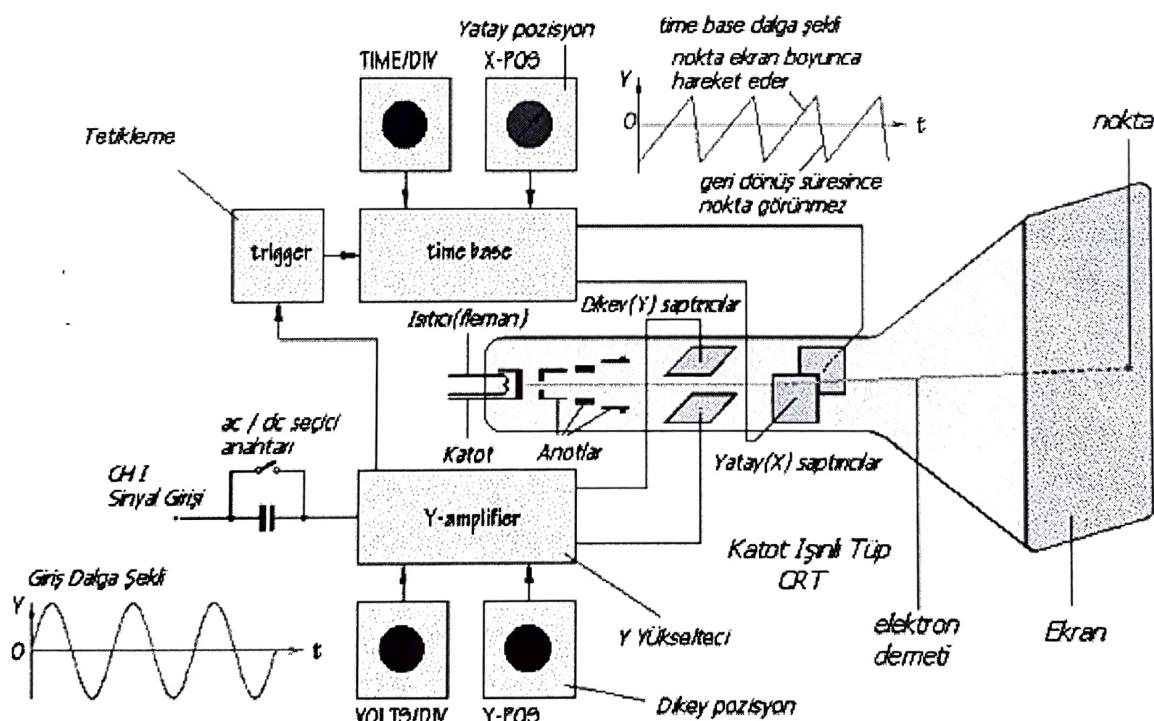
Osiloskop ile ölçme işleminin daha verimli yapılabilmesi için, çalışma prensibinin bilinmesinde fayda vardır. Osiloskop temelde bir Katot Işını Tüp (Cathode Ray Tube-CRT) ve bu ekranı sürecek yardımcı elektronik devrelerden oluşur. Kısaca CRT diye de adlandırılan Katot Işını tüp temelde evlerimizde kullanılan televizyon tüpleri ile aynı boyutlarıdır, osiloskop ekranı televizyon ekranına yapıya sahiptir. Arasındaki en büyük fark göre daha küçük boyutludur. Şekil.11'de CRT'nin yapısı görülmektedir.



Şekil.11 Katot Işınılı Tüp - Cathode Ray Tube (CRT)

CRT'nin çalışma prensibi kısaca fleman tarafından ısıtılan Katot'un yaydığı elektronların, pozitif

gerilime sahip kontrol gri ve anotlar tarafından hızlandırılması ve odaklanması ile, ekran yüzeyine çarpması ve bu çarpmanın etkisi ile fosfor kaplı ekranın ışaması ilkesine dayanır. Dikey ve yatay saptırıcı levhalar ile de, odaklanan elektron demetinin ekranın herhangi bir notasına çarpması kontrol edilebilir. Bu kontrolün nasıl yapıldığını anlamak için Şekil.13'e bakiyoruz.



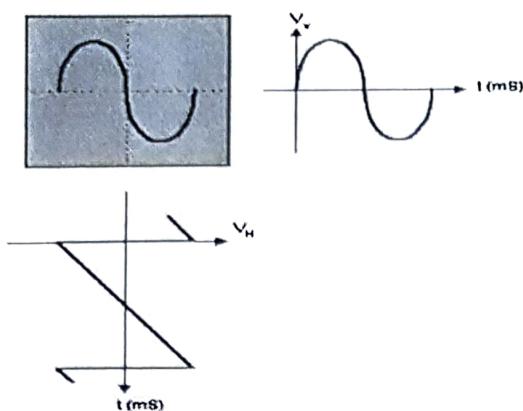
Şekil.12 Osiloskop blok diyagramı

Şekil.12 bakılırsa yatay saptırıcılara time base dalga şekli diye adlandırılan testere dışı sinyal uygulanmıştır (Bu sinyale Sweep- süpürme sinyali de denir). Grafik üzerinde bu dalga şekli incelenirse, zamanın değişimine karşılık gerilimin negatiften sıfıra, oradan da pozitife ve tekrar hızla

negatif geçtiği görülebilir. Yatay saptırıcılara uygulanan bu sinyal sonucu, zamana göre yatay saptırıcı levhalardan birinin gerilim değeri diğerine göre değişim gösterir. Bu değişim soldaki levhanın gerilimini referans olarak açıklarsak, sağdaki levhanın gerilimi lineer (doğrusal) olarak negatiften pozitife doğru artar. Bu iki levha arasından geçen ve negatif yükle sahip elektron demeti de bu değişimden etkilenir ve hangi levha daha pozitif ise ona doğru yaklaşır. Sağdaki levhanın gerilimi devamlı olarak negatiften pozitife doğru lineer olarak arttığına göre, elektron demeti de devamlı olarak soldaki levhanın yanından hareket ederek lineer bir hareketle sağdaki levhaya yaklaşacaktır. Bunun sonucu olarak da ekranda düz bir çizgi görünecektir (dikey saptırıcılara herhangi bir sinyal uygulanmadığı durumda). Not: Ekranın fosfor kaplı olması, ekran yüzeyine çarpan elektron demetinin ışık olarak kendini göstermesine neden olur. Bu ışıma fosfor kaplı yüzeyin özelliğinden dolayı hemen kaybolmaz ve belli bir süre ekranda görünür. Bunun sonucu, devamlı olarak soldan sağa doğru hareket eden elektron demetinin çarptığı noktalar belli bir süre ışık verir. Biz bu noktaları gözümüzün özelliğinden dolayı ayrı ayrı değil, sanki bir çizgi imiş gibi görürüz. İşte bu işlemi yapabilmek için

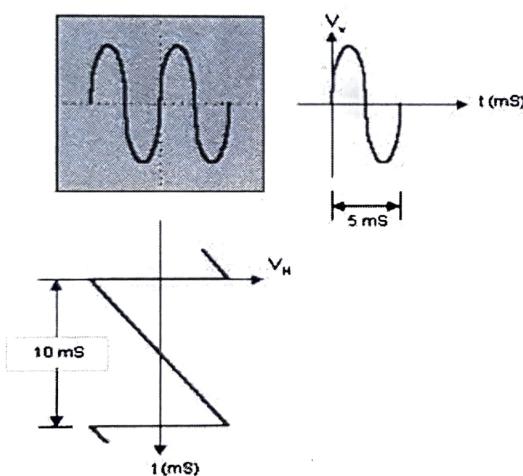
time base sinaline yani testere sinaline ihtiyacımız vardır. Bu sinyal Şekil.13'te görülen trigger (tetikleme) ve time base katlarında üretilir ve yatay saptırıcılara uygulanır. Bu sinalın periyodu ise osiloskopun ön panelinde bulunan Time/div düğmesi ile kullanıcı tarafından değiştirilebilir. Bu değiştirme sonucu kullanıcı, elektron demetinin ekranın solundan sağına ne kadar sürede gideceğini ayarlar, yani grafiğin zaman ekseninin ölçüğünü değiştirmiştir.

Dikey saptırıcı levhaların çalışmasına gelince; bu levhalarda aynen yatay saptırıcılar gibi çalışır, arasındaki fark ise bu levhalara uygulanacak voltajın osiloskop içinde üretilmeyerek, dışarıdan uygulanmasıdır. Biz ölçmek istediğimiz sinalı bu levhalara uygularız, dolayısı ile elektron demetinin aşağıdan yukarıya hareketini dışarıdan uygulanan sinalın genliği belirler. Şimdi Şekil.13'de görülen time base sinalının yatay saptırıcılara, sinüs sinalının de dikey saptırıcılara aynı anlı olarak uygulandığını düşünelim. Bu durumda elektron demeti soldan sağa doğru lineer olarak hareket ederken, dikey saptırıcıların gerilimleri de zamana göre değiştiğinden, aynı zamanda aşağıdan yukarıya doğruda hareket edecektir. Bu iki hareketin vektöriyel bileşimi ise ekranda görünen şekli verecektir (şeklimizde sinüs eğrisi olarak). Dikey saptırıcılara dışarıdan direkt olarak sinyal uygulanmaz, bu sinyal önce bir dikey kuvvetlendiriciye (Y yükselteci), oradan da dikey saptırıcılara uygulanır. Bu kuvvetlendiricinin kazancı ise, osiloskopun ön panelinde bulunan Volt/div düğmesi ile kullanıcı tarafından değiştirilebilir.



Şekil.13 Osiloskopta Görüntü Oluşması

Yukarıda anlatılanları şimdi Şekil.14 üzerinde düşünelim. Yatay saptırıclara testere dışı, dikey saptırıclara ise sinüs eğrisi uygulanıyor ve bu iki sinyalin periyodu aynı, dolayısı ile ekranda tam bir sinüs dalgası görülmektedir. Eğer testere dışı sinyalin periyodunu, sinüs sinyalinin periyodunun iki katına çıkarırsak, ekranda sinüs eğrisi iki tam periyot boyunca görünür.



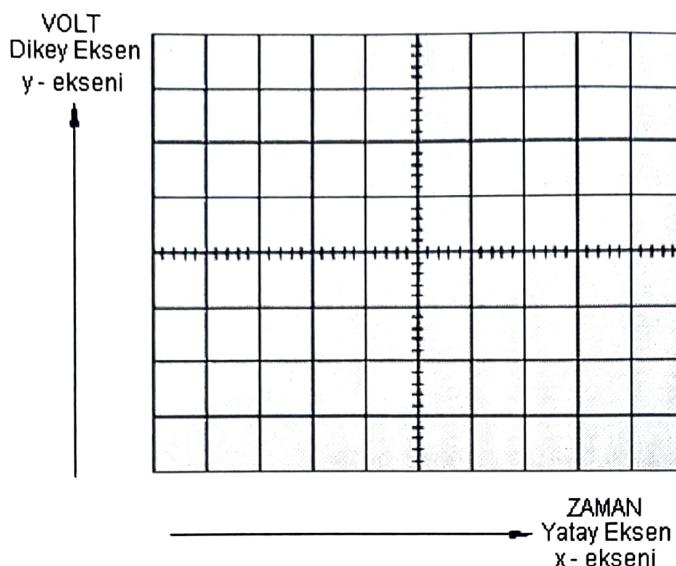
Şekil.14 Osiloskopta Görüntü Oluşması

Osiloskop Kontrol Düğmeleri ve Ayarları

Burada, ön panel üzerinde bulunan düğme, soket ve anahtarların görevlerini inceleyelim. Osiloskopun üzerinde bulunan düğme soket ve anahtarların açıklamaları analog osiloskop için verilmiştir. Ancak dijital osiloskopta ilgili düğmeye basılarak aynı işlemler gerçekleştirilir.

Ekran :

Osiloskopun en önemli parçası olan ekran Şekil.15'de görülmektedir.

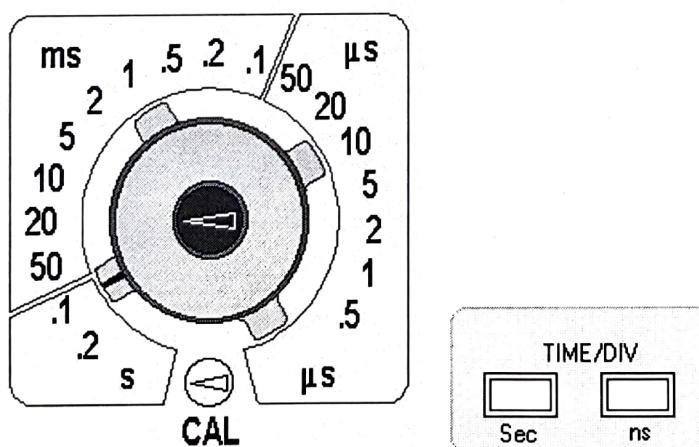


Şekil.15 Osiloskop Ekranı

Ekran genellikle her biri 1 cm'den oluşan yatay ve dikey karelerden oluşmaktadır. Yatay eksen zaman (Time), dikey eksen ise gerilimdeki değişimleri ifade etmektedir.

Time/div

Ön panelde bulunan bir diğer kumanda ise Time/div diye adlandırılan ve Şekil.16'de görülen düğmedir.

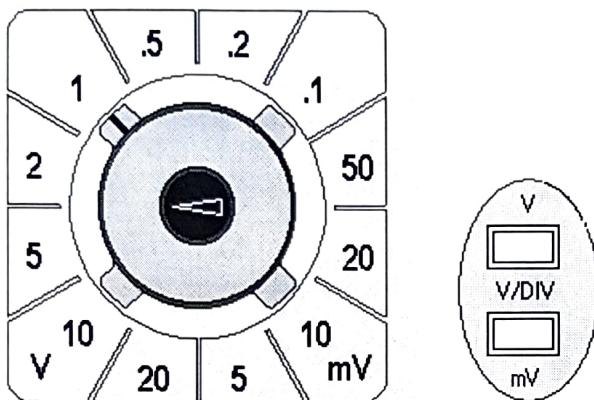


Şekil.16 Analog ve Dijital osiloskopta Time/div Düğmesi

Bu düğmenin görevi, yatay saptırıcılara uygulanan testere dışı (Time base) sinyalin periyodunu değiştirmektir. Şekilden görüldüğü gibi düğme üzerinde S (saniye), mS (milisaniye) ve μ s (mikrosaniye) kademeleri vardır. Buna göre kademe hangi değeri gösteriyor ise, ekranda görülen yatay karelerden her birinin değeri bu değere eşittir. Örneğin Time/div = 1mS seçeneğinde iken ekranda

görülen şeklin bir periyodu 4 kareye sığıyorsa, her bir kare 1 mS'ye eşit olduğundan sinyalin periyodu $(4 \text{ kare}) \times (1 \text{ mS}) = 4 \text{ mS}$ olur. Düğme üzerindeki kırmızı daire ile gösterilen ve CAL diye tarif edilen kısım ise, Time/div düğmesinin kalibrasyonunun yapıldığı yerdir. Eğer ölçülen değerin doğruluğundan emin olmak istiyorsak, öncelikle değeri bilinen güvenilir bir kaynak osiloskop girişine bağlanır ve ekranda bilinen değer okununcaya kadar CAL düğmesi ile ayar yapılır, bundan sonra bu ayar sabit bırakılıp diğer ölçme işlemlerine geçilebilir.

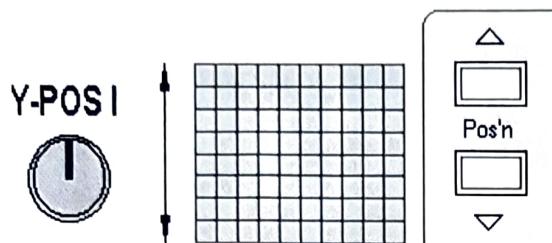
Volt/div



Şekil.17 Analog ve Dijital osiloskopta Volt/div Düğmesi

Bu düğmenin görevi ölçmek istenen ve dışarıdan uygulanan sinyali farklı oranlarda yükselterek veya düşürerek, dikey saptırıcılara uygulamaktır. Buradan ekran üzerinde bulunan her bir dikey karenin, bu düğmenin gösterdiği değere eşit olacağı anlaşılabılır. Örneğin bu düğme 10 mV değerini gösterirken, ekranda görülen sinyalin genliği dikey karelere üçün sığıyor olsun, buna göre sinyalin voltaj değeri $(3 \text{ kare}) \times (10 \text{ mV}) = 30 \text{ mV}$ olur. Düğmenin ortasında kırmızı daire ile gösterilen kontrol ise gerilim kalibrasyonu yapmak için kullanılır. Eğer osiloskop ön paneline dikkat edilirse bu düğmeden iki adet olduğu görülebilir. Bunun nedeni osiloskopun iki kanallı olması, yani aynı anda iki ayrı girişten verilen iki ayrı sinyali aynı ekranda gösterebilmesidir. Dolayısı ile her bir giriş için ayrı bir Volt/div düğmesi vardır. Bu iki girişin yatay saptırıcılarına aynı testere dışı sinyal uygulandığından Time/div düğmesi bir tanedir. Bu iki giriş kanalından birincisi CH1 (1.Kanal), ikincisi de CH2 (2. Kanal) olarak gösterilir.

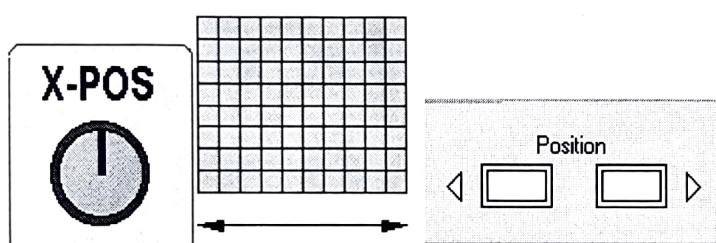
Y – POS



Şekil.18 Y-POS Düğmesi ve kontrol alanı

Bu düğmenin görevi, ekranda görünen şekli Y ekseni boyunca aşağı veya yukarı hareket ettirmektir. Böylece sinyali istediğimiz bir bölgede görebilir, veya istediğimiz kareler ile çakıştırabiliriz. Bu bize değer okumada yardımcı olacaktır. İki kanallı osiloskoplarda her bir kanal için ayrı bir Y-POS düğmesi eklenerek, her bir kanaldan verilen sinyal birbirinden bağımsız olarak aşağı ve yukarı kaydırılabilir.

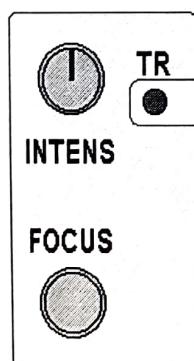
X-POS



Şekil.19 X-POS Düğmesi ve kontrol alanı

Bu düğmenin görevi, ekranda görünen şekli X ekseni boyunca sağa veya sola doğru hareket ettirmektir. Böylece sinyali istediğimiz bir bölgede görebilir, veya istediğimiz kareler ile çakıştırabiliriz. Bu bize değer okumada yardımcı olacaktır.

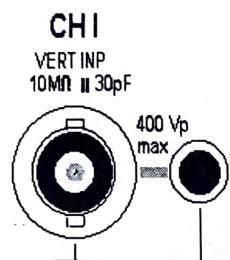
Intens ve Focus



Şekil.20 Intens ve Focus Düğmeleri

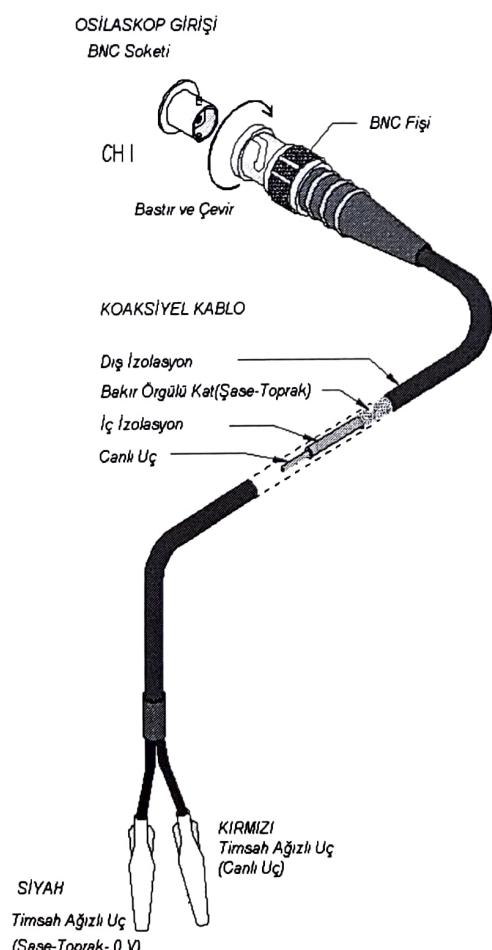
Bu düğmelerin görevi, ekranda görülen şeklin netlik ve parlaklığının ayarlanmasıdır. Intens (Intensity-Yoğunluk) düğmesi katottan çıkan elektron demetinin yoğunluğunu değiştirek, şeklin ekranda daha parlak görünmesine yardımcı olur. Focus (odaklama) düğmesi ile de, elektron demetini ekranda odaklayarak netlik ayarı yapılabilir.

CH1 ve CH2 Girişleri



Şekil.21 CH1 (1. Kanal) Girişi

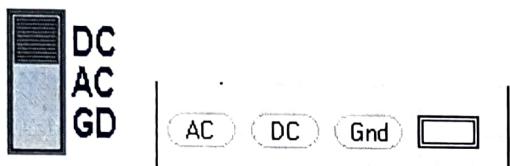
Dışarıdan ölçmek istediğimiz sinyal osiloskoba bu soket yardımı ile uygulanır. Bu tip soket özel bir yapıya sahiptir ve BNC soket olarak anılır. Bu sokete Şekil.22'de görülen ölçme uçları da denilen osiloskop probu takılır.



Şekil.22 Osiloskop Probu ve Bağlantısı

Girişlerin yanında yazanlar, giriş empedans ve kapasite değeri(10 MW ve 30 pF) ile bu girişlerden osiloskoba zarar vermeden ölçülebilecek maksimum gerilim değerleridir (400 Vp).

DC/AC/GND Seçici Anahtarları

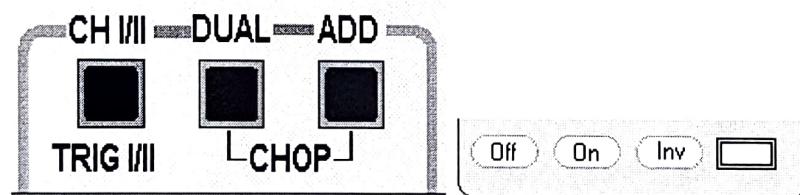


Şekil.23 DC/AC/GND Seçici Anahtarları

Bu anahtarın görevi, BNC soketlerden girişe verilen sinyalin hangi koşullarda osiloskoba uygulanacağının tespitiidir. Örneğin GND (Ground - Toprak) seçili ise bu durumda girişten verilen sinyal iptal edilir ve giriş toprağa (osiloskopun şase seviyesine) bağlanır. Böylece bir referans noktası (sıfır noktası) belirlenir ve bundan sonraki ölçümler bu referans noktasına göre yapılır. DC konumu seçili ise, girişlerden verilen sinyal direkt olarak osiloskoba uygulanır (Dikey kuvvetlendiriciye).

AC konumunda ise giriş sinyaline seri bir kondansatör bağlanır. Böylece girişte olabilecek DC bileşenler filtre edilerek, osiloskoba sadece AC bileşenlerin uygulanması sağlanmış olur.

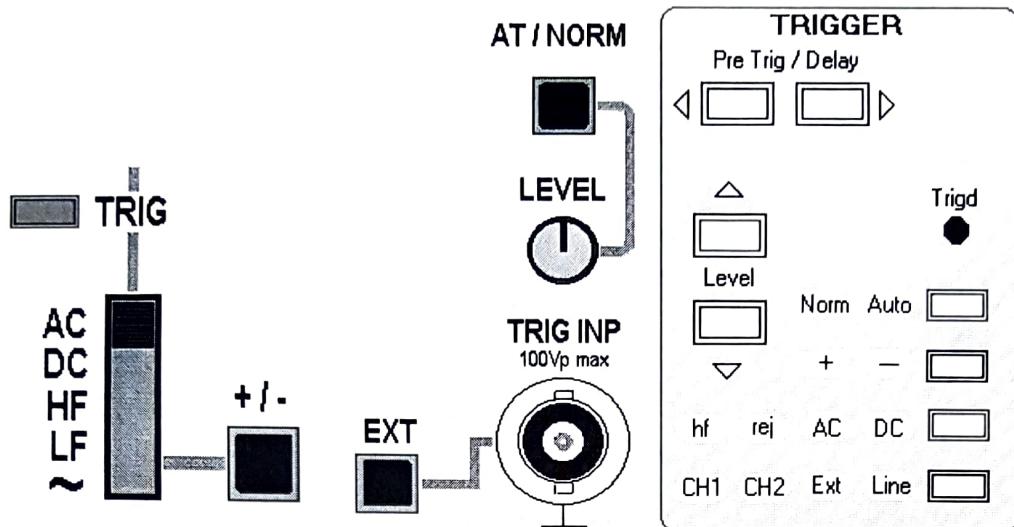
Kanal Seçici Anahtarlar



Şekil.24 Kanal Seçici Anahtarlar

Bu düğmeler sayesinde 1. ve 2. kanallardan verilen sinyallerin ekranda nasıl görüntüleneceği seçilir. CHI/II düğmesine, basılı iken sadece 2.kanaldan, basılı değilken ise sadece 1. kanaldan verilen sinyal ekranda görünür. DUAL düğmesine basılırsa, her iki girişten verilen sinyal ekranda aynı anda görüntülenir.Bu görüntüleme yatay tarama sinyalinin (time base sinyali) bir alternansında bir kanal, diğer alternansında diğer kanal olacak şekildedir. ADD düğmesi ile her iki girişten verilen sinyallerin toplamı ekranda tek bir sinyal olarak görüntülenir. CHOP düğmesi aktif iken her iki girişten verilen sinyal ekranda aynı anda ve eşzamanlı olarak görüntülenir.

Tetikleme(Trigger) Kontrolü

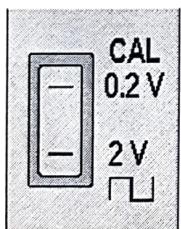


Şekil.25 Tetikleme Kontrol Düğmeleri

Osiloskop ekranında görünen sinyal ile tetikleme sinyali arasındaki uyumu (senkronizasyon) sağlarlar. Eğer ekranda görünen şekil sabit kalıyor ve daima kayıyorsa bu düğmeler ile ayarlamalar yapılırlar, ekranda sabit olarak kalması sağlanır. Normalde AT/NORM seçici anahtarı AT (Automatic- otomatik) konumuna getirilerek, osiloskop içerisinde bulunan elektronik devrelerin bu işi otomatik olarak

yapması sağlanır. Bu birçok ölçüm için geçerli ve yeterli bir yoldur. Bunun dışında NORM (Normal) konumu seçilirse bu işi dışarıdan kullanıcı manuel (elle ayar) olarak yapabilir. EXT düğmesi ile de, tetikleme sinyali dışarıdan TRIG INP BNC soketi yoluya osiloskoba uygulanabilir. Tetikleme sağlandığında TRIG ışığı yanar.

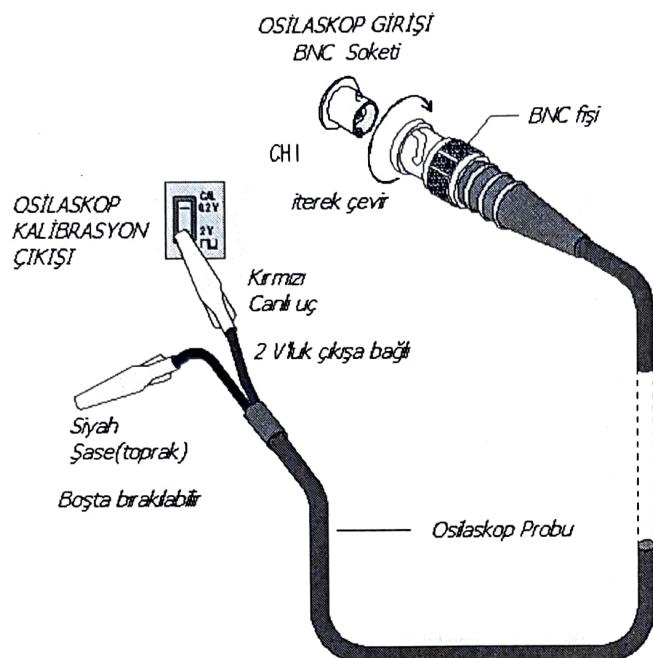
Kalibrasyon Ayarı ve Çıktıları



Şekil.26 Kalibrasyon Çıktıları

Osiloskopun doğru ölçüm yapabilmesi için, zaman zaman kalibrasyon edilmesi gerekebilir. Bunun nedeni, eğer osiloskopun ayarı bozulmuş ise, ölçmelerde hata oluşabilir. Bu yüzden osiloskopun doğru ölçüm sonuçlarını verdiğinden emin olmak için kalibrasyon işlemi yapılır. Bu iş için, değeri bilinen bir kaynağa ihtiyaç vardır. İşte bu kaynak osiloskop ön panelinde Şekil.26'de görüldüğü gibi verilmiştir. Sekilden görüldüğü gibi ister genlik değeri 0,2 Volt, isterse de 2 Volt olan kare dalga şekli seçilerek ve seçilen sinyal Şekil.27'de görüldüğü gibi osiloskoba uygulanarak, osiloskopun

kalibrasyonu yapılabilir. Kalibrasyon için, Volt/div ve Time/div düğmeleri üzerinde bulunan CAL ayar düğmeleri kullanılır.



Şekil.27 Osiloskop Kalibrasyon Bağlantısı

DENEY 5 : SERİ RL VE RC DEVRELERİNİN TRANZİENT ANALİZİ

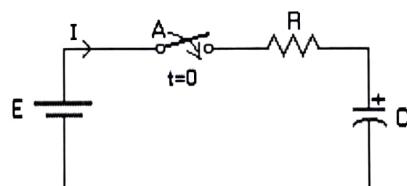
AMAÇ : Akım ve gerilim depolayan bobin ve kondansatör elemanlarının doğru akım ve kare dalgaya karşı davranışlarının zaman kuşağında incelenmesi

DENEYDE KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER :

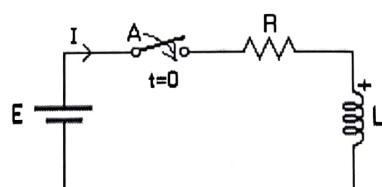
1. Dirençler :
2. Bobinler :
3. Kondansatörler :
4. Osiloskop
5. Osilatör (Sinyal Jeneratörü)

ÖN ÇALIŞMA :

1. Bobin ve kondansatör uç akım ve gerilim denklemlerini yazınız.
2. Aşağıdaki devrede $E=10V$, $R=2.2k\Omega$ ve $C=150\mu F$ olmak üzere deney foyünün Teorik Bilgi kısmından da yararlanarak zaman sabitini bulunuz ve kondansatörün gerilim eğrisini çiziniz. ($V_C(0) = 0$)



3. Aşağıdaki devrede $E=10V$, $R=2.2k\Omega$ ve $L=20mH$ olmak üzere deney foyünün Teorik Bilgi kısmından da yararlanarak zaman sabitini bulunuz ve bobinin akım eğrisini çiziniz. ($I_L(0)=0$)

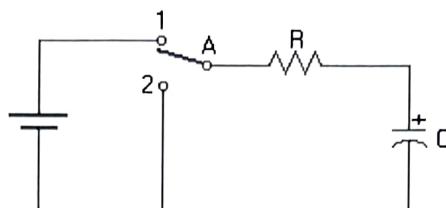


4. Deneyde yapılacak bütün adımların simülasyonda gerçekleştiriniz ve ön çalışmanızı ekleyiniz.

TEORİK BİLGİ :

5.1 RC DEVRESİNİN AÇMA-KAPAMA ANINDAKİ DAVRANIŞI

5.1.1 RC Devresinin Açıma Anındaki Analizi



Şekil 5.1

Şekil 5.1 deki RC devresinde $t=0$ anında A anahtarı kapatılır yani 1 konumuna alınır ve devreden I akımının akışı sağlanır. Anahtar kapalı iken devrenin durum denklemi kondansatör geriliği için (1) deki gibidir:

$$-E + V_C + V_R = 0$$

$$\frac{dV_C}{dt} = -\frac{1}{RC} V_C + \frac{1}{RC} E \quad (1)$$

Bu differansiyel denklemenin çözümü ile kondansatör üzerinde düşen gerilim hesaplanır.

Dif. Denklemi çözüldüğünde

$$V_C = E \cdot (1 - e^{-\frac{t}{RC}}) = E \cdot (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \quad \text{elde edilir.}$$

Burada τ zaman sabitidir ve değeri seri RC devresi için $\tau=R.C$ ile hesaplanır. R 'nin birimi ohm ve C 'nin birimi farad alındığında τ 'nın birimi saniye olur.

Anahtar kapalı iken kondansatörden geçen akım ise

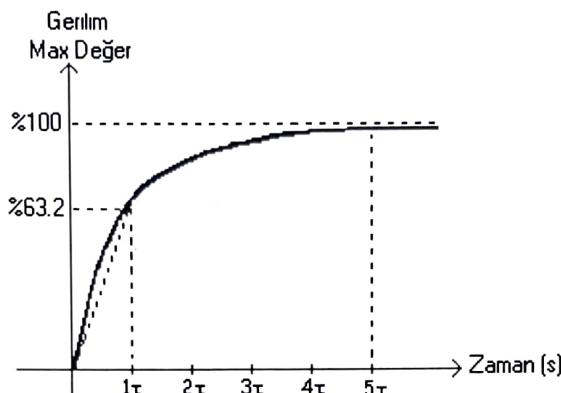
$$I_C = \frac{E}{R} e^{-t/RC} \text{ amper olarak elde edilir.}$$

Anahtarın kapatıldığı yani devreye DC gerilimin uygalandığı anda kondansatör akım ve geriliminin değişimi aşağıdaki gibi olacaktır.

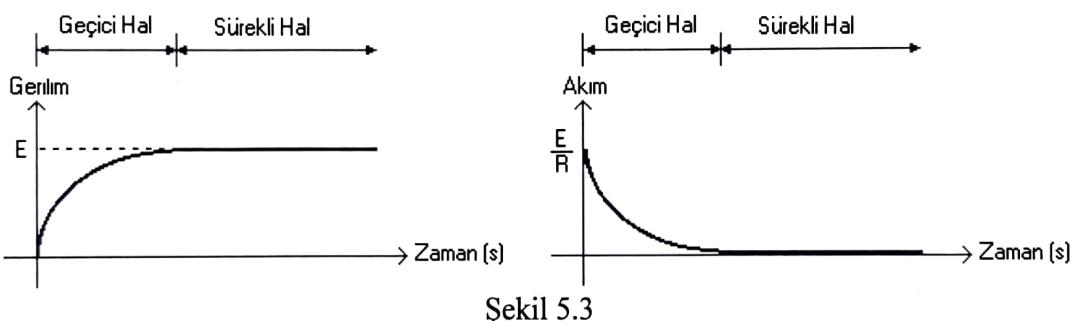
Gerilim ve Akım Değişimi:

$V_C = E \cdot (1 - e^{-\frac{t}{RC}}) = E \cdot (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ denklemenin çözümünde $t \rightarrow \infty$ 'a gittikçe $e^{-\frac{t}{\tau}}$ bileşeni SIFIR'a gider. Dolayısıyla kondansatörün gerilimi maksimum değeri olan E değerine ulaşır yani kondansatör dolar. $t = \tau$ anında ise maksimum değerin %63'üne ulaşır. Devre zaman sabitinin 5 katından sonraki sürede içinde ise geçici hal durumu ihmal edilerek sürekli hal durumu incelenmeye başlanır. Sürekli hal devrede $t \rightarrow \infty$ 'a giderken incelenir. Mesela $R=1k$

ve $C=100\mu F$ ise $\tau=RC=1k \cdot 100\mu F=100ms =0.1$ s. Devre eğer anahtar kapatıldıkten sonra 1s geçtiyse sadece sürekli hal incelenir. Çünkü devre 5 zaman sabiti olan $5\tau=5 \cdot 0.1=0.5s$ zamanı çoktan geçmiştir. Devre artık sürekli haldedir. Şekil 5.2'de anahtar açıldıktan sonra kondansatörün 5τ süresindeki değişimini ve Şekil 5.3'de anahtar açıldıktan sonra kondansatör akım ve geriliminin değişimini vermektedir.



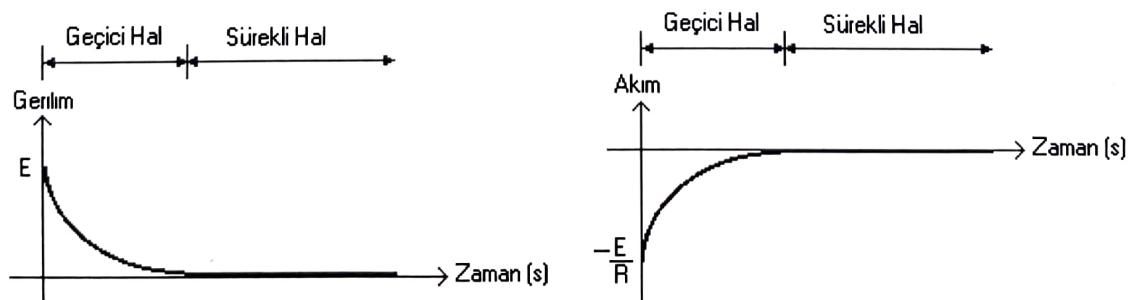
Şekil 5.2



Şekil 5.3

5.1.1 RC Devresinin Kapama Anındakı Analizi

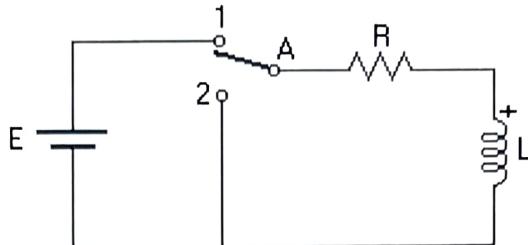
RC devresinde belli bir süre sonra anahtar kapatıldıkten sonra yani anahtar 2 konumuna alındıktan sonra kondansatör üzerinde endüklenen gerilim direnç üzerinde boşalır. Bu durumda kondansatörün akımı ve gerilimi aşağıdaki gibi değişir.



Şekil 5.4

5.2 RL DEVRESİNİN AÇMA-KAPAMA ANINDAKİ DAVRANIŞI

5.2.1 RL Devresinin Açma Anındaki Analizi



Şekil 5.5

Şekil 5.5 teki RL devresinde $t=0$ anında A anahtarı kapatılır yani anahtar 1 konumuna alınır ve devreden I akımının akışı sağlanır. Anahtar kapalı iken devrenin durum denklemi (2) deki gibidir:

$$I \cdot R + L \cdot \frac{dI}{dt} - E = 0 \quad (2)$$

Bu diferansiyel denklemi çözümü ile devreden akan akım hesaplanır:

$$I = \frac{E}{R} \left(1 - e^{-\frac{t \cdot R}{L}}\right) = \frac{E}{R} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$

burada τ zaman sabiti olarak adlandırılır ve seri RL devresi için değeri $\tau = L/R$ dir.

L bobini (endüktans, self) üzerindeki gerilim ise

$$V_L = L \frac{dI}{dt} = E e^{-\frac{t}{\tau}} \text{ olarak elde edilir.}$$

Anahtarın kapatıldığı yani devreye DC akımın uygulandığı andan itibaren akım ve gerilimin değişimleri aşağıdaki gibi olacaktır.

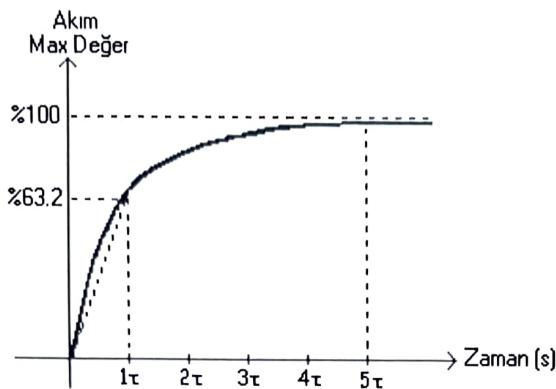
Akım ve Gerilim Değişimi :

Devre seri olduğundan kaynak akımı ile direnç ve bobinden aynı akım geçer.

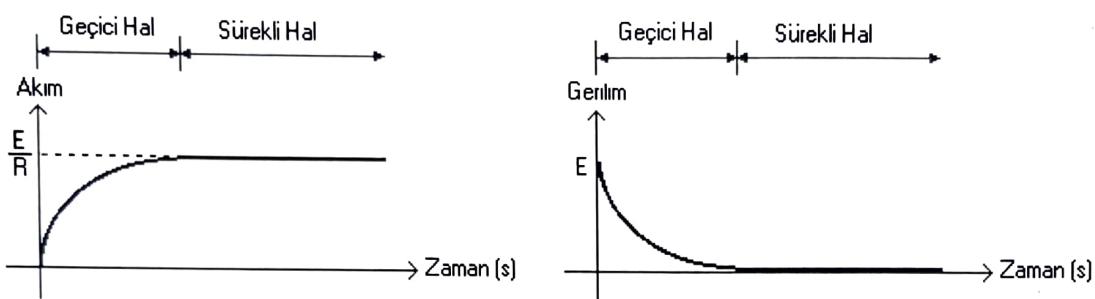
$$I = I_R = I_L$$

$$I = \frac{E}{R} \left(1 - e^{-\frac{t \cdot R}{L}}\right) = \frac{E}{R} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) \text{ çözümünde } t \rightarrow \infty \text{ 'a gittikçe } e^{-\frac{t}{\tau}} \text{ bileşeni SIFIR'a gider}$$

dolayısıyla akım da maksimum değer olan E/R değerine ulaşır. I akımı, $t=\tau$ saniyede ise maksimum değerin %63'üne ulaşır. Devre zaman sabitinin 5 katından sonraki süre içinde ise geçici hal durumu ihmal edilerek sürekli hal durumu incelenmeye başlanır. Sürekli hal devrede $t \rightarrow \infty$ 'a giderken incelenir. Şekil 4.6 da bobinden geçen akımın 5τ zaman süresindeki değişim eğrisi ve şekil 5.7 de ise bobinden geçen akımın ve üzerinde endüklenen gerilimin uzun süre içindeki değişimini verilmektedir.



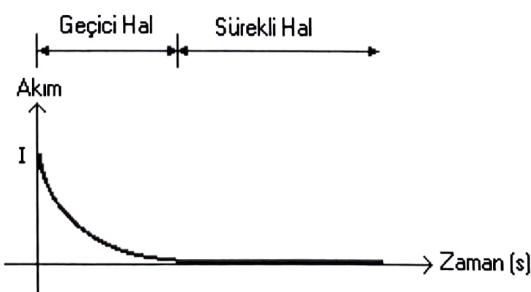
Şekil 5.6



Şekil 5.7

5.2.2 RL Devresinin Kapama Anındaki Analizi

RL devresinde belli bir zaman sonra anahtar 2 konumuna getirilirse, yani gerilim kaynağı devreden çıkarılırsa, bobin üzerinde depolanan akım RC devresinde olduğu gibi direnç üzerinde boşalır. Şekil 5.8'de anahtar 2 konumuna alındığında akımın değişimini göstermektedir.

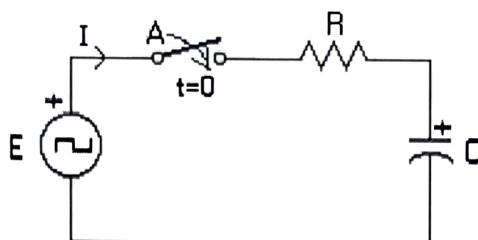


Şekil 5.8

DENEYİN YAPILIŞI :

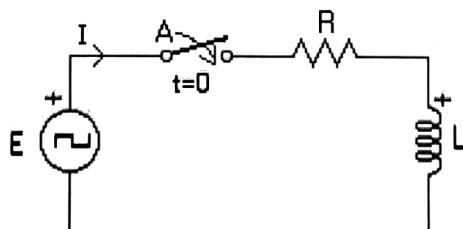
Osiloskopta devrenin DC cevabını (tranzient analizini) görmek zor olduğundan deneyde kare dalga kullanılacaktır. Kare dalgada anahtarın hem açma hem de kapama anının periyodik olarak izlenmesi mümkündür. Deneyde frekansı ve genliğini kendimizin belirleyebileceğim bir osilator yardımıyla elde edilen devrenin cevabını inceleyebiliriz.

1. Şekil 5.9'daki devreyi board üzerine kurunuz.



Şekil 5.9

2. Osilatör istediğiniz bir frekans ve genliğe ayarlayınız.
3. Devredeki kondansatör ve direnç elemanı üzerindeki gerilimleri osiloskop yardımıyla elde ediniz. Bulduğunuz eğrileri uygun şekilde Tablo 5.1' e kaydedin.
4. Değişik direnç ve kondansatör değerleri için adım 3' ü tekrarlayın. Elde ettiğiniz eğrileri Tablo 5.2 ye kaydedin.
5. Şekil 5.10'daki devreyi board üzerine kurunuz.



Şekil 5.9

6. Devredeki bobin ve direnç elemanı üzerinden geçen akımı osiloskop yardımıyla elde ediniz. Bulduğunuz eğrileri uygun şekilde Tablo 5.3' e kaydedin.
7. Değişik direnç ve bobin değerleri için adım 6' yi tekrarlayın. Elde ettiğiniz eğrileri Tablo 5.4 ye kaydedin.

DENEY 5 VERİ KAĞIDI

Deneyin adı :
Grup :
Öğrencilerin isimleri :

Deney Asistanının Adı :

İmzası :

DENEY VERİLERİ :

Tablolarda kullanılan Değerler:

	Tablo1	Tablo2	Tablo3	Tablo4
Direnç				
Bobin				
Kondansatör				

Kaynak	Deneydeki Değer
Frekans	
Genlik	

Tablo 5.1

Tablo 5.2

Tablo 5.3

Tablo 5.4