

EEM-185

EEM'İN TEMELLERİ - 1

Birim Sistemleri:

Fiziksel bir büyüklüğün değeri verilirken sayısal değerinin yanında birimi de olmalıdır. Ancak bu durumda fiziksel büyüklük tam olarak tanımlanır ve karışıklıklar önlenir. Fakat her fiziksel büyüklük için ayrı bir birimin tanımlanması yerine fiziksel yasalarla birçok büyüklük birbirine bağlantılı olduğundan bir büyüklüğü diğer bir büyüklük cinsinden ifade etmek daha kullanışlıdır.

Mekanikte CGS, MKS; Elektrodinamikte de MKSA gibi birim sistemleri kullanılır.

$$v = \frac{x}{t} \left( \frac{m}{sn} \right) \quad a = \frac{v}{t} \left( \frac{m}{sn^2} \right)$$

$$F = m \cdot a \left( \frac{kg \cdot m}{sn^2} = \text{Newton (N)} \right)$$

Verilen üş eşitlikte 6 fiziksel büyüklük vardır. Üş eşitlikle üş büyüklük tanımlanır. Geniş katon üş büyüklüğün temel birim olarak tanımlanması gerektir. Temel birimin seçimi kullanımdaki kolaylığa bağlıdır.

24.09.2010

2

Mekanikte yol, kütle ve zaman temel birimdir. Bir birimin büyüklüğü dünyanın her yerinde, aynı koşullar altında ölçülüp ölçülmediği zamandan bağımsız olarak aynı değeri vermelidir.

Metre =

Başlangıçta dünya çevresinin  $10^{-7}$ 'sine eşit olarak şekilde platin iridyumdan yapılmış bir çubuk 1 m. olarak kullanılıyordu. Fiziksel ölçme yöntemlerinin gelişiminden sonra 1 m., Krypton atomunun uyarılması sonucu yaydığı kızıl ışının 1.650.763,73 dalga boyu olarak tanımlandı.

Kilogram = 1 kg., 4°C'de 1 lt. saf suyun kütlesidir.

Saniye =

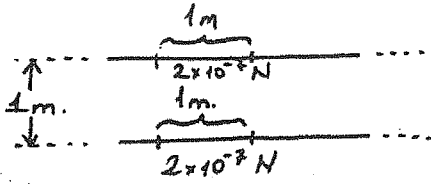
Başlangıçta 1900 yılının 31.556.928,974'de 1'i olarak tanımlanmıştır. Son olarak 1 sn., uyarılmış cesium atomunun yaydığı ışığın periyodunun 919.263,77 katı olarak tanımlanmıştır.

Elektrodinamik birim sisteminde de mekanikle uyum sağlamak amacıyla yol, kütle, zaman temel birim olarak kabul edilmiştir. Bunların yanına dördüncü birim olarak yük ya da akım eklenmiş ve MKSA birim sistemi oluşturulmuştur.

$$\text{Yük} = \text{Akım} \times \text{Zaman}$$

$$Q = I \times t$$

1 Amper =



Boşlukta birbirinden 1 m. uzaklıkta, kesitleri ihmal edilecek kadar küçük olan, sonsuz uzunlukta, paralel

doprusal iki iletkenin pestipinde metre başına

$2 \times 10^{-7}$  Newton kuvvet oluşturan elektriksel akım şiddetidir.

Birim Katbri =

Fiziksel büyüklüğün değeri çok büyük yada çok küçükse birimin katbri kullanılır.

|                             |                            |
|-----------------------------|----------------------------|
| $10^{-12} \rightarrow$ Piko | $10^{12} \rightarrow$ Tera |
| $10^{-9} \rightarrow$ Nano  | $10^9 \rightarrow$ Giga    |
| $10^{-6} \rightarrow$ Mikro | $10^6 \rightarrow$ Mega    |
| $10^{-3} \rightarrow$ Mili  | $10^3 \rightarrow$ Kilo    |

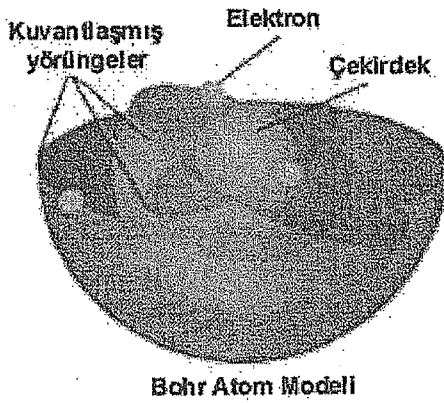
İşlemlerde, kullanılan birimin değerlerine dikkat edilmelidir.

Elektrik =

2.500 yılı aşkın bir zamandır bilinmekte olan elektrik kavramı, eski Yunancada kehribar anlamına gelen "electron" kelimesinden türetilerek ismini almıştır. Başlangıçta kehribarı sürtünmeyle elektrikleterek hafif cisimleri çeker hale getirmek bir oyun olarak görülmüştür. Elektrik'in doğum yılı, İtalyan fizikçisi Volta'nın ilk pili yaptığı 1.800 yılı kabul edilir ve yeni bir bilim dalı doğmuştur. Elektrik nedir? sorusuna kesin bir cevap vermek mümkün değildir. Elektrik yükü bir fiziksel büyüklük olup, doğanın bir özelliğini yansıtmaktadır ve bu özelliği mekanik yöntemlerle

açıklamak mümkün değildir. Elektrik yükü maddenin bir özelliği olup, varlığı ancak dolaylı olarak izlenebilir.

Elektriksel olayların ışığında Bohr atom modeli kullanılır. Bu modele göre, atomun çekirdeğinde pozitif (+)



yüklü protonlar, etrafında da belirli yörüngeler üzerinde dönen negatif (-) yüklü elektronlar bulunmaktadır. Atomda pozitif yük miktarı, negatif yük miktarına eşit

olduğunda atom dışarıya karşı etkisizdir (nötrdür).

### Akım:

Elektron yükü dopadaki en küçük yük olup

$e = 1,6 \times 10^{-19}$  coulomb'dur. Elektron hareketiyle belirli bir yük bir noktadan diğerine taşınır ve taşınan yük miktarı  $Q = I \times t$  'dir. Bir kesitten 1 sn. süresince 1 amper akım akarsa 1 coulomb'luk elektron yükü taşınır. 1 sn.'de kesitten geçen yük, elektron sayısı "n" ile, elektron yükü "e" nin çarpımına da eşittir.

$$Q = I \times t = n \times e$$

24.09.2010

5

Bir kesitten 1 sn. süresince 1 amper akım geçerse  
o kesitten geçen elektron sayısı:

$$1 \text{ amper} \times 1 \text{ saniye} = n \times 1,6 \times 10^{-19}$$

$$\Rightarrow \boxed{n = 0,624 \times 10^{19}} \text{ olur.}$$

Bir kesitten saniyede  $0,624 \times 10^{19}$  elektron geçiyorsa  
akan akım şiddeti 1 amperdir.

Elektrik akımı maddedeki serbest elektronların akışıdır.  
Herhangi bir maddenin birim hacmindeki serbest elektron  
sayısı o maddenin elektrik akımını iletmedeki özelliğini  
belirler. Maddenin birim hacmindeki serbest elektron sayısı  
ne kadar fazla ise o madde o kadar iyi iletkenidir.

Bütün maddelerde serbest elektronlar bir atomdan  
diğerine atlırlar. Bakırın  $1 \text{ cm}^3$  'ünde  $8,54 \times 10^{22}$   
serbest elektron vardır. En iyi iletken olan gümüşte, serbest  
elektron sayısı bakıra göre %5 daha fazladır.

İyon:

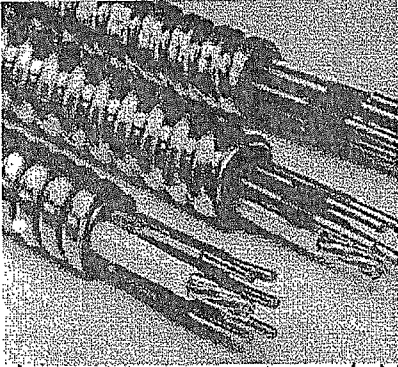
Elektriksel olarak dengede olan bir atomdan  
elektronlar ayrılırsa, atomun elektriksel dengesi bozulduğundan  
atom pozitif iyon durumuna geçer. Bazı atomlar  
da dış yörüngelerindeki elektron sayısını tamamlamak  
için diğer atomlardan elektron alırlar. Bu duruma

atomdaki negatif yükler fazlasından atom negatif iyon durumuna geçer. İyonlar da yer değiştirdiklerinde iki nokta arasında elektriksel yük taşır.

### İletkenler - Yalıtkenler ve Yarı İletkenler :

Maddeler elektriksel özelliklerine göre bu üç gruba ayrılırlar. İletkenler iki sınıfta incelenir. Birinci sınıf iletkenlerde akım, elektronlar tarafından taşındığından bu iletkenlerin yapısında akım geçmesi nedeniyle bir depisiklik oluşmaz.

Bu sınıf iletkenlere metaller ve karbon örnek olarak verilebilir. İkinci sınıf iletkenler elektrolitlerdir. Bunlar asitler, bazlar ve tuz çözeltilerinden oluşur. Elektrolitlerde akımın taşınmasına iyonlar da katılıpından elektrolitin yapısı değişir.

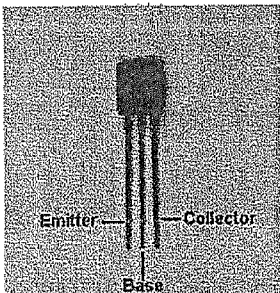
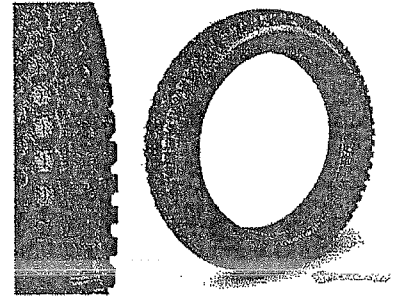


İyi bir iletken olan bakır kablo

İyi bir yalıtken olan lastik

Yalıtkenler, elektrik akımını geçirmeyen maddelerdir. Lastik, cam, porselen, mik, köpük vb. örnek olarak verilebilir. Tüm maddelerin atom

yapısından dolayı belirli bir iletkenliği mevcuttur. İyi bir iletkenin iletkenliği  $6 \times 10^5 \frac{\text{mho}}{\text{cm}}$  civarındadır. İyi bir yalıtkenin iletkenliği ise  $6 \times 10^{-18} \frac{\text{mho}}{\text{cm}}$  'ye kadar düşebilir.



En iyi yarı iletkenlerden olan transistör

Elektrik iletimi atom yapısına bağlı olduğundan bir atoma enerji vermek suretiyle malzemenin yalıtkenliği değişmektedir. Örneğin cam  $20^\circ\text{C}$  'de iyi bir yalıtkenken,  $300^\circ\text{C}$  'nin üzerinde iletken hale geçer. Hava  $30.000 \frac{\text{volt}}{\text{cm}}$  'de iletken olur.

Bu gerilime havanın delinme gerilimini de denir. Toprak, kesiti çok büyük olan iyi bir iletkenidir.

Görüldüğü gibi malzemeleri kesin iki bölüme ayırmak mümkün değildir. Bu iki gruba girmeyen maddeler ne tümüyle iletken ne de tümüyle yalıtkandır. Bunlara yarı iletken denir. Bunlardan silisyumun iletkenliği  $2,2 \times 10^{-2} \frac{\text{mho}}{\text{cm}}$ , germanyumun ki ise  $10^{-6} \frac{\Omega}{\text{cm}}$  'dır. Bazı elektrikli makemelerin yapımında çok önemli rolleri vardır.

⚠ Bilgi = mho, iletkenlik birimidir ve sembolü " $\Omega$ " 'dır.

mho 'nun diğer adı siemens'tir ve sembolü "S" 'dir.

### Elektrik Akımının Etkileri

Üç türlü etkisi vardır.

1. Isı Etkisi: İlerisinden akım geçen iletken ısınır.

Bu özelliğinden faydalanılarak ısıtıcılar ve lambalar üretilir.

2. Manyetik Etkisi: İlerisinden akım geçen iletken etrafında manyetik alan oluşur. Motor, generatör ve transformatörlerin üretiminde bu özellikten faydalanılır.

3. Kimyevi Etkisi: İlerisinden akım geçen elektrolitlerde kimyasal değişimler gözlenir. Pili, akümülatörün çalışma prensibinde bu özellikten faydalanılır.

Akım, ayrıca hayvanlar ve insanlar üzerinde de etki gösterir.

Akımın sinir ve kısırlara etkisiyle canlılarda organik bozukluklar ve hatta ölümler oluşabilir.

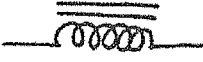
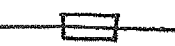
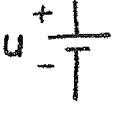
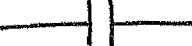
### Elektrik Akımının İnsan Üzerindeki Etkisi

Bu etki akımın şiddetine ve türüne bağlıdır. D.A. ve A.A.'ın etkileri değişiktir.

İnsan vücudunun direnci çok değişik etkenlere bağlıdır. A.A.'da 42V., D.A.'da 60V. tehlike sınırındır.

İnsan hayatı için tehlikeli akım sınırı 20-30 mA. değerinden sonra başlar.

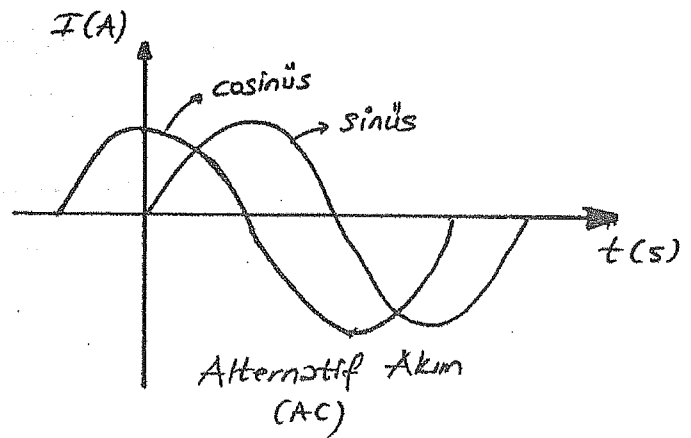
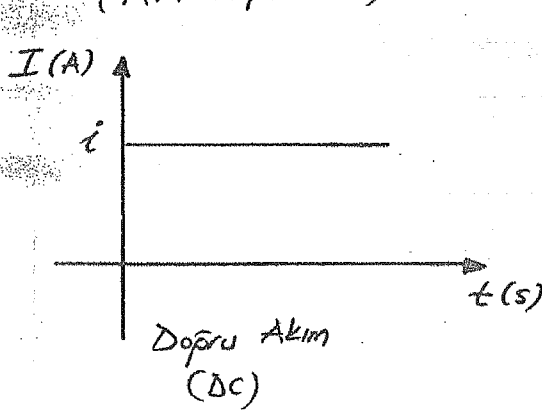
### Elektrikte Kullanılan Semboller

|                                                                                     |                                              |                                                                                     |                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
|  | İletken                                      |  | Demir nüveli (= demir çekirdekli) indüktans |
|  | Kesişen iki iletken                          |  | Sigorta                                     |
|  | Elektriksel olarak bağlı kesişen iki iletken |  | Dofuz Gerilim Kaynağı                       |
|  | Anahtar                                      |  | Alternatif Gerilim Kaynağı                  |
|  | Direnç                                       |  | Akım Kaynağı                                |
|  | Reosta (Ayarlı Direnç)                       |  | Ampermetre                                  |
|  | Kondansatör (Kapasitör)                      |  | Voltmetre                                   |
|  | İndüktans                                    |  | Wattmetre                                   |

Akım:

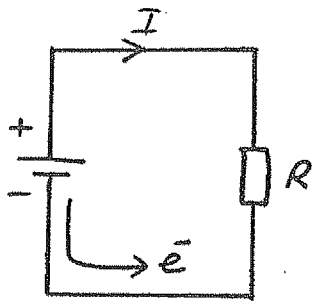
Bir kesitten " $t$ " süresi içinde " $Q$ " yükü geçiyorsa  $I = \frac{Q}{t}$

olur. Zamana göre yönü ve değeri değişmeyen akıma doğru akım (DA veya DC) denir. Zamana göre yönü ve değeri sinüs veya cosinüs biçiminde değişen akıma alternatif akım (AA veya AC) denir.



Birim kesitten geçen akım miktarına akım yoğunluğu denir.

$$S = \frac{I}{A} \text{ (A/mm}^2\text{)}.$$

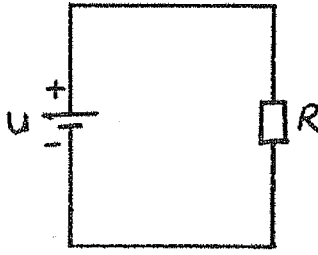


Artı yüklü taşıyıcıların bir kesitten geçtiği yön pozitif akım yönü olarak tanımlanır. Elektron akımının karşı yönü elektrik akımının pozitif yönüdür.

Akım yönü elektron akış yönünün tersinedir.

Gerilim:

Elektrik yüklü taşıyıcıları harekete geçiren yani akımın akmasını sağlayan bir kuvvet olmalıdır. Bu kuvvet şekilde görülen gerilim kaynağının  $U$  gerilimidir.

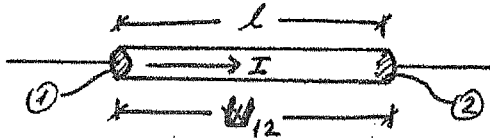


$U$  gerilim kaynağının (+) ucunda elektron eksikliği, (-) ucunda elektron fazlalığı vardır.

Kaynak bir  $R$  direncine bağlanırsa (-) kutuptan (+) kutuba doğru bir elektron akışı başlar.

Gerilim kaynağı kendi EMK'sı (Elektro Motor Kuvveti) yardımıyla (+) kutba ulaşan elektronları (-) kutba aktararak her iki kutuptaki elektron yoğunluklarının aynı akşerlerde kalmasını sağlar. Böylece akımın da sürekliliği sağlanır.

Gerilim kavramı, belirli bir elektrik yükünü taşımak için sarfedilen enerji olarak açıklanmaktadır.



Bir iletken kesiti

(1 ve 2 numaralı kesitler arasındaki) gerilim düşümü

$Q$  yükünü (1) kesitinden (2) kesitine taşımak için sarfedilen enerji  $W_{12}$  olsun:

$$U_{12} = \frac{W_{12}}{Q}$$

Birim yükü taşımak için kullanılan enerjiye birim gerilim denir. Yada  $l$  uzunluğundaki iletkenin,  $I$  akımının akmasını sağlayan büyüklüktür denir. Birimi Volt (V) 'tur.

01.10.2010  
11

### Volt'un MKSA Birim Sistemindeki Karsılığı

$$\text{Volt} = \frac{W}{q} = \frac{F \cdot l}{I \cdot t} = \frac{m \cdot a \cdot l}{I \cdot t} = \frac{\frac{kg \cdot m^2}{s^2}}{A \cdot s} \Rightarrow \boxed{\text{Volt} = \frac{kg \cdot m^2}{A \cdot s^3}}$$

### Direnç:

Kapalı bir elektrik devresinde "U" geriliminin etkisiyle bir akım akar. Gerilim artarsa kesitten geçen yük, dolayısıyla o kesitten geçen akım da artar.

$$I = G \cdot U$$

Buradaki "G" iletkenin özelliğine bağlı bir sabit olup, "U" sabit tutulurken "G" artarsa "I" da artar. Bu nedenle "G" ye iletkenlik denir. Birimi siemens (S) ya da mho ( $\Omega$ ) dur. Uygulamada genellikle "G" nin yerine tersi olan "R" kullanılır. "R" akıma karşı gösterilen zorluk olup, direnç olarak isimlendirilir.

$$R = \frac{1}{G} \quad \text{ve} \quad \boxed{R = \frac{U}{I}} \quad \text{Birimi ohm } (\Omega) \text{ dur.}$$

$$\Omega = \frac{\frac{kg \cdot m^2}{A \cdot s^3}}{A} \Rightarrow \boxed{\Omega = \frac{kg \cdot m^2}{A^2 \cdot s^3}}$$

### Akımın Ölçülmesi:

Akım, ampermetre ile ölçülür. Ampermetre devreye seri bağlanır. —(A)—. Ampermetrelerin iç direnci küçüktür.

Ampermetre :

- Akımın ısı etkisinden yararlanılarak
- Akımın manyetik etkisinden yararlanılarak
- Elektronik devre elemanları kullanılarak yapılan ölçü

şekilleridir.

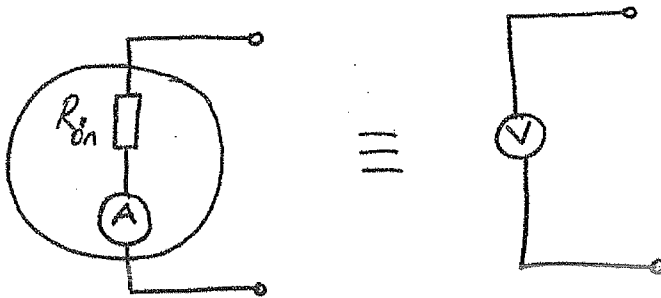
Gerilimin Ölçülmesi=

Gerilim, voltmetre ile ölçülür. Voltmetre devreye paralel bağlanır . Voltmetrelerin iç direnci büyüktür. ( $10\text{ k}\Omega$ ,  $50\text{ k}\Omega$ ,  $100\text{ k}\Omega$  gibi).

Not=

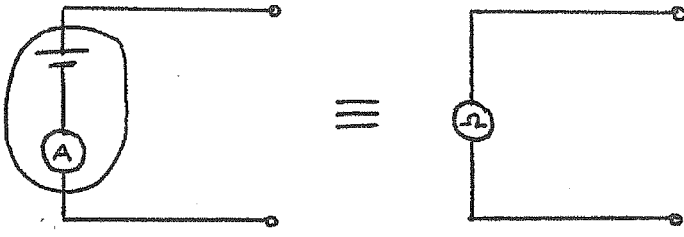
Ölçü şekillerinin birçoğunun çalışma prensibi ampermetre kullanımını gerektirir.

Gerilimin ölçülmesi "OHM Kanunu" na göre akımın ölçülmesiyle yapılır. Voltmetre, ampermetreye bir ön direnç bağlanarak elde edilir.



Ohmmetre :

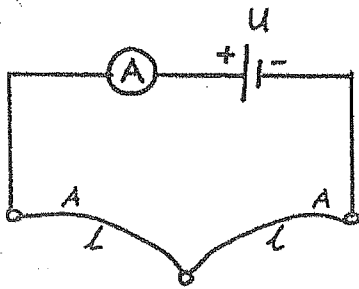
Direnç ölçer. Ölçülecek direncin her iki ucunun da bosta olması gerekir. Devreye bağlı bir direncin devreden çıkartılmadan ölçülmesi hatalı sonuç verir. Ohmmetre, ampermetreye bir pil bağlanarak elde edilir.



Ölçü aletleri analog ve dijital ölçü aletleri olmak üzere iki sınıfa ayrılırlar.

### Direnç Bulunması:

$l$  uzunluğunda  $A$  kesitinde bir kabloyu devreye aşağıdaki şekillerde bağlayıp akımı ölçüp direnci hesaplıyoruz.



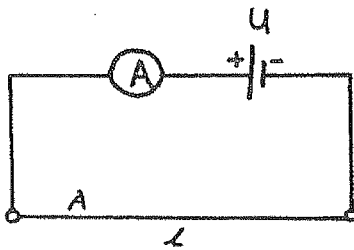
iletkenin Boyu =  $2l$   
iletkenin Kesiti =  $A$

Ölçülen Akım  
 $I$  (A)

Hesaplanan Direnç  
 $R$  ( $\Omega$ )

$I$

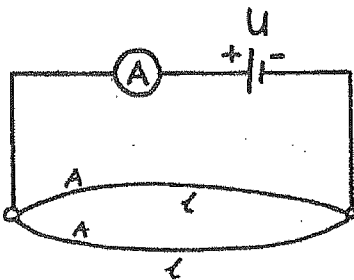
$R$



iletkenin Boyu =  $l$   
iletkenin Kesiti =  $A$

$2I$

$\frac{R}{2}$



iletkenin Boyu =  $l$   
iletkenin Kesiti =  $2A$

$4I$

$\frac{R}{4}$

$l$  uzunluğunda,  $A$  kesitinde bir iletkenin direncinin uzunluğu ve kesitine ilişkisi:

$$R = \rho \times \frac{l}{A} = \frac{l}{\mathcal{H} \cdot A}$$

$\rho$  ( $\Omega$ ) = Matzemeye ilişkin bir sabit olup özgül direnç ya da öz direnç olarak isimlendirilir.

$\mathcal{H}$  (kapa) =  $\rho$ 'nun tersi olup özgül iletkenlik ya da öz iletkenlik olarak isimlendirilir.

$$\boxed{\rho = \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}} \quad \mathcal{H} = \frac{1}{\rho} = \frac{1}{\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}} \Rightarrow \boxed{\mathcal{H} = \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}}$$

Tablodaki  $\alpha$  ve  $\beta$  iletkenin ısıl kararlılığını belirleyen katsayıdır.

| İLETKEN    | $\rho_{20} \left( \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \right)$ | $\mathcal{H}_{20} \left( \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} \right)$ | $\alpha_{20} (10^{-3} \cdot K^{-1})$ | $\beta_{20} (10^{-6} \cdot K^{-2})$      |
|------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------|
| Gümüş      | 0,016000                                                             | 62,5                                                                        | 3,80                                 | 0,7                                      |
| Bakır      | 0,017857                                                             | 56                                                                          | 3,93                                 | 0,6                                      |
| Altın      | 0,022727                                                             | 44                                                                          | 4,00                                 | 0,5                                      |
| Alüminyum  | 0,028570                                                             | 35                                                                          | 3,77                                 | 1,3                                      |
| Wolfram    | 0,055555                                                             | 18                                                                          | 4,10                                 | 1,0                                      |
| Nikel      |                                                                      | (13-9)                                                                      | (3,70-6,00)                          | 9,0                                      |
| Demir      |                                                                      | (10-7)                                                                      | (4,50-6,00)                          | 6,0                                      |
| Platin     |                                                                      | (9-7)                                                                       | (2,00-3,00)                          | 0,6                                      |
| Mançanin   |                                                                      | 2,3                                                                         | 0,04                                 | Aksim oldukları için $\beta$ değeri yok. |
| Konstantan |                                                                      | 2                                                                           | 0,0035                               |                                          |
| Civa       |                                                                      | 1,04                                                                        | 0,92                                 | 1,2                                      |
| Krom-Nikel |                                                                      | 0,91                                                                        | 0,2                                  | Aksim. $\beta$ yok.                      |

Alaşımların İçerikleri:

| ALAŞIM     | Bakır | Nikel | Mançan | Krom |
|------------|-------|-------|--------|------|
| Mançanın   | %84   | %4    | %12    | —    |
| Konstantan | %54   | %45   | %1     | —    |
| Krom-Nikel | —     | %79   | %1     | %20  |

Direnç Değerlerinin Üzerlerindeki Renk Bantlarına Göre Okunması/Bulunması

Genellikle elektronik devrelerde kullanılan dirençlerin üzerinde 4 tane renk bantı bulunur. Bu renk bantları kenarlardan birine daha yakın baktır. Okumaya kenara yakın banttın başlanır.



0 - Siyah

1 - Kahverengi

2 - Kırmızı

3 - Turuncu (=Portakal)

4 - Sarı

5 - Yeşil

6 - Mavi

7 - Mor (=Menekşe)

8 - Gri

9 - Beyaz

1. ve 2. renk DEĞER BANDI

3. renk U's BANDI

4. renk TOLERANS BANDI

| <u>Tolerans Renkleri</u> | <u>Tolerans Değerleri</u> |
|--------------------------|---------------------------|
|--------------------------|---------------------------|

Altın

%5

Gümüş

%10

4. Renk Yoksa

%20

$R_{\text{persek}} =$

İlk iki bantta düşen renklerin sayısal değerleri yan yana yazılır. Üçüncü renk kadar "0" atılır yada ( $10^{3.\text{Renk}}$ ) ile çarpılır. Böylece  $R_{\text{nominal}} = R_n$  elde edilir. Bu değere  $\pm \% \text{ Tolerans}$  renginin değeri eklenip çıkarılır ve  $R_{\text{persek}} = R_p$  bulunur.

Örnek=

1. Renk = Mavi

2. Renk = Gri

3. Renk = Sarı

4. Renk = Gümüş

Bir direncin üzerindeki renk bantları sırasıyla verilmiştir. Bu direncin nominal değerini bulunuz, persek değeri hakkında yorum yapınız.

Çözüm=

1. Renk = 6

2. Renk = 8

3. Renk = 4

4. Renk =  $\%10$

$$R_n = 68 \times 10^4 \Rightarrow R_n = 680.000 \Omega \Rightarrow \boxed{R_n = 680 \text{ K}\Omega}$$

$$R_p = 680.000 \begin{cases} +\%10 \text{ Tolerans} = 748.000 \Omega = \boxed{748 \text{ K}\Omega} \\ -\%10 \text{ Tolerans} = 612.000 \Omega = \boxed{612 \text{ K}\Omega} \end{cases}$$

$$\boxed{R_p = 612 \text{ K}\Omega \sim 748 \text{ K}\Omega}$$

ÖDEV:

Hazır devre kitlelerinden alınıp yapılacak ve 3. Aralık 2010'da teslim edilecek.

(Flip-Flop Devresi, Karşınsek Devresi, FM alıcı-verici vb.)

Malzeme Gantası Oluşturulacak

- AVO metre

- Lehim makinesi

- Lehim

- Pasta

- Bread Board

- Kontrol Kalemi

- Tornavida (Düz-Yıldız)

- Yon Keski

- Pense

- Karpaburnu

Örnek:1 km. uzunluğunda,  $70 \text{ mm}^2$  kesitindeki

a. Bakır iletkenin direncini,

b. Bakır hattın direncini hesaplayınız.

(Hesaplar NŞA altında  $20^\circ\text{C}$  için yapılacaktır)Çözüm:

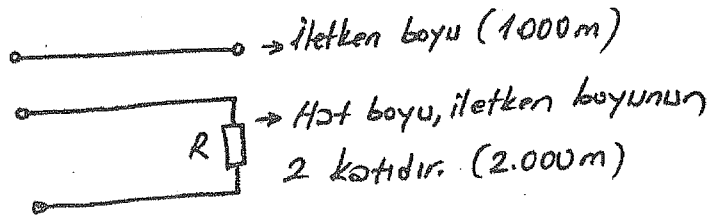
$$l = 1 \text{ km} = 1.000 \text{ m} \quad (2) \quad R = \rho \cdot \frac{l}{A} = \frac{l}{\frac{1}{\rho} \cdot A} = \frac{1.000 \text{ (m)}}{56 \cdot \left(\frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}\right) \cdot 70 \text{ (mm}^2\text{)}}$$

$$A = 70 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{20} = 56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2 \text{ (Bakır)}$$

$$\Rightarrow R = 0,255 \Omega$$

(b)



$$R_H = \frac{2l}{\frac{1}{\rho} \cdot A} = 0,51 \Omega$$

Örnek:Çapı  $0,45 \text{ mm}$ . ve direnci  $55 \Omega$  olan krom-nikel telin uzunluğunu bulunuz.Çözüm:

$$\text{Çap} = 0,45 \text{ mm} \rightarrow \text{Yarıçap} = 0,225 \text{ mm} \rightarrow \text{Kesit} = \pi r^2 = 0,159 \text{ mm}^2$$

$$R = \frac{l}{\frac{1}{\rho} \cdot A} \Rightarrow l = R \cdot \frac{1}{\rho} \cdot A = 55 \left(\frac{\Omega}{\text{m}}\right) \cdot 0,91 \left(\frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}\right) \cdot 0,159 \text{ (mm}^2\text{)}$$

$$\Rightarrow l = 7,958 \text{ m}$$

Örnek:

Kesiti  $10 \text{ mm}^2$  olan bakır hattın yerine alüminyum hat döşenecektir. Hat direncinin aynı kalması için alüminyum hattın kesitini hesaplayınız. (NŞA)

Çözüm=

$$A_{\text{bakır}} = 10 \text{ mm}^2$$

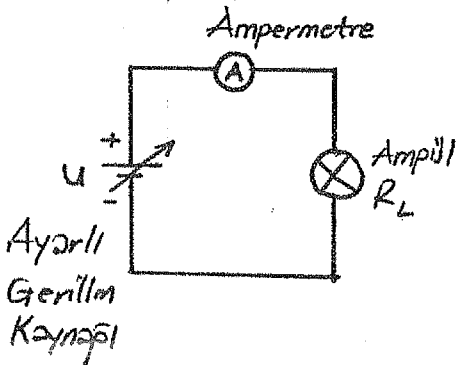
$$\rho_{20-\text{bakır}} = 56 \left( \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} \right)$$

$$\rho_{20-\text{Alüminyum}} = 35 \left( \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} \right)$$

$$\frac{l}{\rho_B \times A_B} = \frac{l}{\rho_A \times A_A}$$

$$\frac{l}{56 \left( \frac{\text{m}}{\text{mm}^2 \cdot \Omega} \right) \cdot 10 (\text{mm}^2)} = \frac{l}{35 \left( \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} \right) \cdot A_A}$$

$$A_A = 16 \text{ mm}^2$$

Isının Direng Üzerindeki Etkisi

|                            |      |      |                     |
|----------------------------|------|------|---------------------|
| $U(\text{V})$              | 115  | 230  | ÖLÇÜLEN<br>DEĞER    |
| $I(\text{A})$              | 0,65 | 0,95 |                     |
| $R = \frac{U}{I} (\Omega)$ | 175  | 242  | HESAPLANAN<br>DEĞER |

Akım arttıkça tel ısınmakta ve direnci artmaktadır. Saf metallerin dirençleri ısıyla artar.

Dirençin Isıya Göre Değişimi:

$$R_2 = R_1 \cdot (1 + \alpha (t_2 - t_1) + \beta \cdot (t_2 - t_1)^2)$$

$\alpha, \beta$  = Malzemenin ısı katsayıları

$t_1$  = Başlangıçtaki ısı

$t_2$  = Son durumdaki ısı

$R_1$  =  $t_1$  'deki direnç

$R_2$  =  $t_2$  'deki direnç

Düşük sıcaklıklarda ( $t < 1.000^\circ\text{C}$ )  $\beta$  katsayısı da küçük olduğundan  $\beta$  'u terim ihmal edilir. Düşük sıcaklıklarda direnç:

$$R_2 = R_1 \cdot (1 + \alpha (t_2 - t_1)) \quad \text{başvurmasıyla hesaplanır.}$$

Örnek:

Bir ampül içindeki volfran telin çapı 0,024mm, uzunluğu 62 cm.'dir. Bu telin  $20^\circ\text{C}$  'deki ve  $2.200^\circ\text{C}$  'deki direnç değerlerini hesaplayınız. Her iki durumda 220V.'lük kaynaktan çekilen akımları bulunuz.

Çözüm:

$$\text{Çap} = 0,024 \text{ mm} \rightarrow \text{Yarıçap} = 0,012 \text{ mm} \rightarrow \text{Kesit} = A = 4,52 \times 10^{-4} \text{ mm}^2$$

$$\alpha = 4,1 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$$

$$\beta = 10^{-6} \text{ K}^{-2}$$

$$\rho = 18 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$$

$$R_{20} = \frac{l}{\rho \cdot A} = \frac{0,62 \text{ m}}{18 \cdot \left(\frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}\right) \cdot 4,52 \times 10^{-4} (\text{mm}^2)}$$

$$\Rightarrow R_{20} = 79,3 \Omega$$

$$t_1 = 20^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 2.200^\circ\text{C}$$

$$l = 62 \text{ cm} = 0,62 \text{ m}$$

$$R_{2.200} = R_{20} \cdot (1 + \alpha \cdot (t_2 - t_1) + \beta \cdot (t_2 - t_1)^2)$$

$$R_{2.200} = 75,3 (\Omega) \cdot (1 + (4,1 \times 10^{-3}) \cdot (2180^\circ\text{C}) + 10^{-6} \cdot (2180)^2)$$

$$R_{2.200} = 1.110 \Omega$$

$$I_1 = \frac{U}{R_{20}} = \frac{220}{75,3} = 2,92 \text{ A} \quad I_2 = \frac{U}{R_{2.200}} = \frac{220}{1.100} = 0,2 \text{ A}$$

Ampül devreye girerken normal akımının yaklaşık 15 katını çekmektedir. Alasımlar metallerin ısıl bağımlılığını azaltmaktadır.

Manganin ve Konstantan alasımları dirençlerini ısınin değişimiyle hemen hemen hiç değıştirmeyebilir. Bu nedenle bu iki alasımın teknikte özel yerleri vardır.

Not:

Karbonun ısıl katsayısı negatiftir. Yani ısındıkça direnç azalır.

Örnek:

Bir motorun  $15^\circ\text{C}$  tki sarısına 220V. uygulandığında 5A. çekmektedir. Gerilim aynı kalmasına rağmen bir süre sonra akımın 4,5 A.'e düştüğü gözleniyor. Sarının sıcaklığı ne kadar olmuştur. (Tersi belirtilmedikçe iletken olarak bakır alınır).  $\alpha_{15} = 42 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$

Cözüm:

$$t_1 = 15^\circ\text{C}$$

$$t_2 = ?$$

$$U = 220\text{V}$$

$$I_1 = 5\text{A}$$

$$I_2 = 4,5\text{A}$$

$$\alpha_{15} = 42 \cdot 10^{-4} \text{K}^{-1}$$

$$H_B = 56 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$$

$$R_1 = \frac{U}{I_1} = \frac{220}{5} = 44 \Omega$$

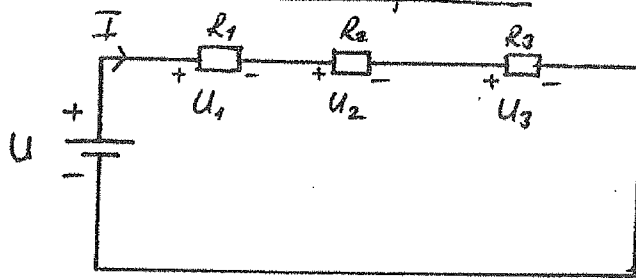
$$R_2 = \frac{U}{I_2} = \frac{220}{4,5} = 48,9 \Omega$$

$$R_2 = R_1 \cdot (1 + \alpha \cdot (t_2 - t_1))$$

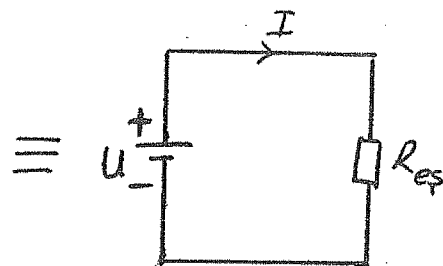
$$\frac{48,9}{44} = \frac{44 \times (1 + 42 \cdot 10^{-4} \cdot (t_2 - 15))}{44}$$

$$1,111 = 1 + 42 \cdot 10^{-4} \cdot (t_2 - 15) \Rightarrow \frac{0,111}{42 \cdot 10^{-4}} = \frac{42 \cdot 10^{-4} \cdot (t_2 - 15)}{42 \cdot 10^{-4}}$$

$$26,515 = t_2 - 15 \Rightarrow \boxed{t_2 = 41,51^\circ\text{C}}$$

15.10.2010Dirençlerin Seri Bağlanması:

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

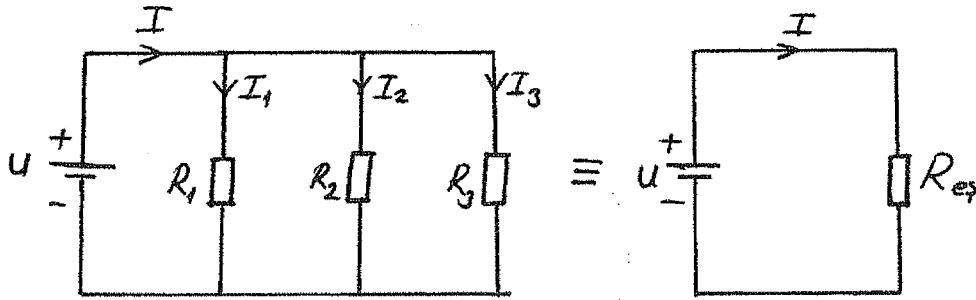


$$U = I \cdot R_{eq}$$

$$I \cdot R_{eq} = I \cdot R_1 + I \cdot R_2 + I \cdot R_3$$

$$\boxed{R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}$$

## Dirençlerin Paralel Bağlanması:



$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

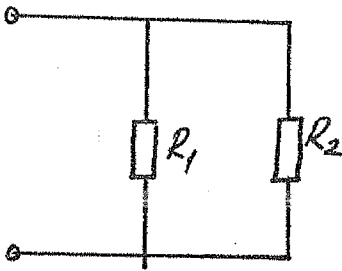
$$I = \frac{U}{R_{eq}}$$

$$\frac{U}{R_{eq}} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3}$$

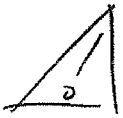
$$\boxed{\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}}$$

İletkenlik ( $G$ ), direncin tersi olduğuna göre,  $\frac{1}{R_{eq}} = G_{eq}$

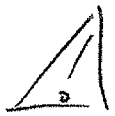
$$G_{eq} = G_1 + G_2 + G_3 + \dots + G_n$$



$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 \cdot R_2} \Rightarrow \boxed{R_{eq} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}}$$



NOT-1 Aynı akıma sahip elemanlar seri bağlıdır.

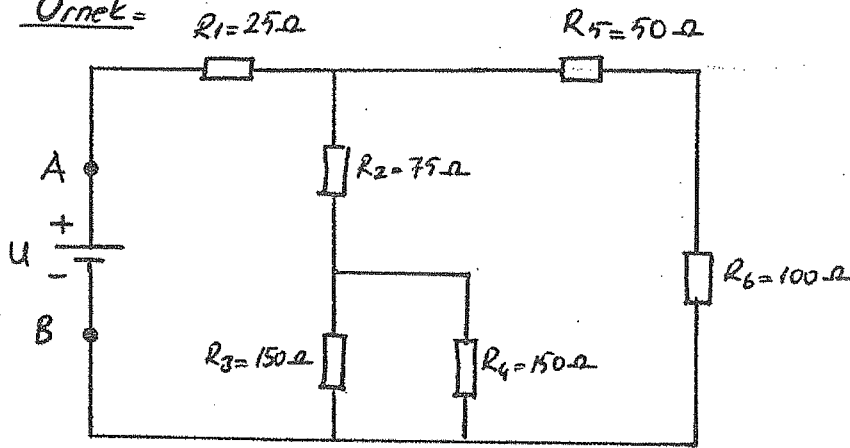


NOT-2 Aynı gerilime sahip elemanlar paralel bağlıdır.

## Eşdeğer Direnç Hesabı

Bir devrede eşdeğer direnç kavramı tek kaynaklı bir devre için o kaynağın uçlarına bağlı dirençlerin oluşturacağı eşdeğer direnç ile tanımlanır. Bazen devrede kaynaklar yokken de herhangi iki nokta arasına ilişkin eşdeğer direnç hesabı yapılabilir. Eşdeğer direnç hesaplanırken öncelikle devredeki döğruşon seri yada döğruşon paralel dirençler pözönüne alınır. Daha sonra sonbın başa döğruşon dolaylı oluşacak seri yada paralel durumlar pözönüne alınarak eşdeğer direnç hesabı yapılır.

Örnek =

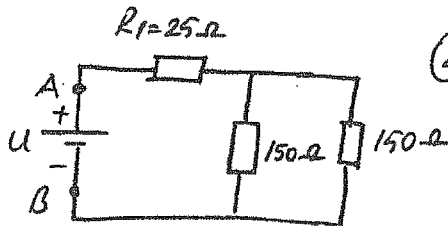


A-B uçları arasındaki eşdeğer direnç hesaplayınız.

Çözüm =

- ①  $R_5 - R_6$  döğruşon seri  $\Rightarrow R_5 + R_6 = 50 + 100 = 150 \Omega$
- ②  $R_3 - R_4$  döğruşon paralel  $\Rightarrow \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{150} + \frac{1}{150} = 75 \Omega$
- ③  $R_2$  ile 2. adımda elde edilen ( $75 \Omega$ ) 'luk direnç döğruşon seri

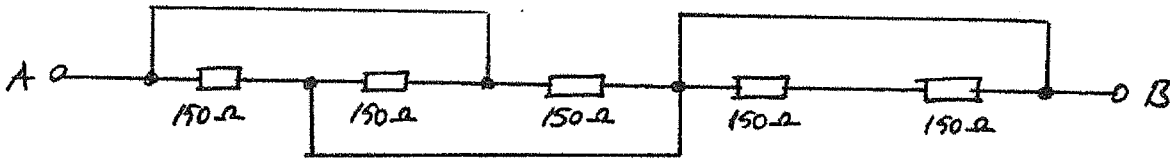
$$75 + 75 = 150 \Omega$$



- ④  $150 \Omega$  'luk dirençler döğruşon paralel

$$\frac{150 \cdot 150}{150 + 150} = 75 \Omega$$

- ⑤  $R_1$  ile  $75 \Omega$  'luk (4. adımda elde edilen) direnç döğruşon seri =  $R_{es} = 25 + 75 \Rightarrow \boxed{R_{es} = 100 \Omega}$

Örnek=

$$R_{AB} = R_{eq} = ?$$

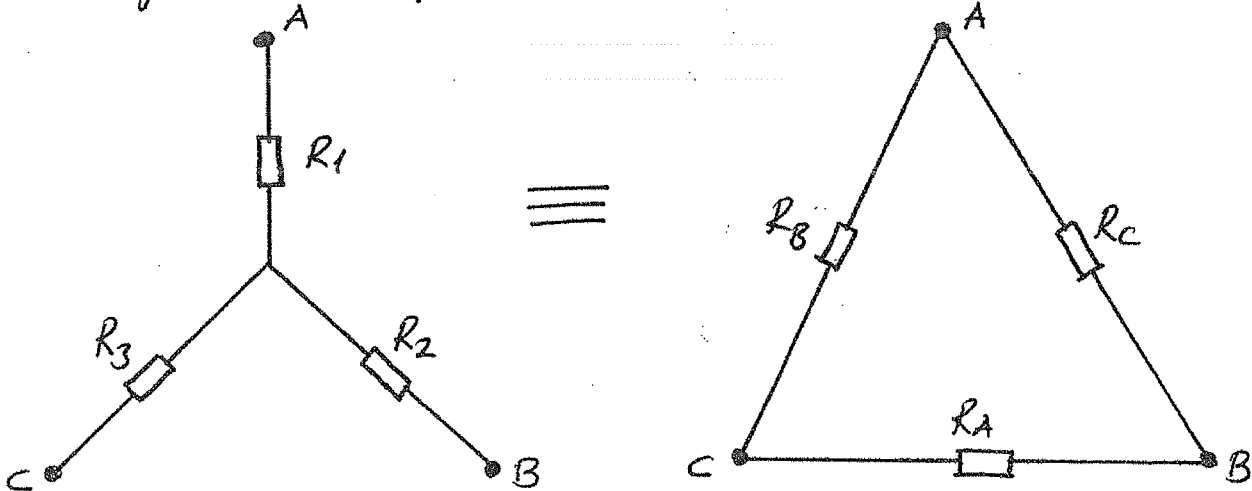
Çözüm=

$$R_{eq} = 90 \Omega$$

### Yıldız-Üçgen yada Üçgen-Yıldız Direnç Dönüşümleri

Eşdeğer direnç hesaplanırken herhangi bir aşamada doğrudan seri yada doğrudan paralel dirençler yoksa yıldız ( $\lambda$ ) yada üçgen ( $\Delta$ ) bağlı direnç grupları vardır.

Bu yöntem eşdeğer direnç hesabında kolaylık sağlar. Bu dönüşümler akımlara ilişkin büyüklükler (akımlar ve gerilimler) değişmez.



15.10.2010  
25

$$R_{AB\Delta} = R_{AB\Delta}$$

$$R_1 + R_2 = \frac{R_C \cdot (R_A + R_B)}{R_A + R_B + R_C}$$

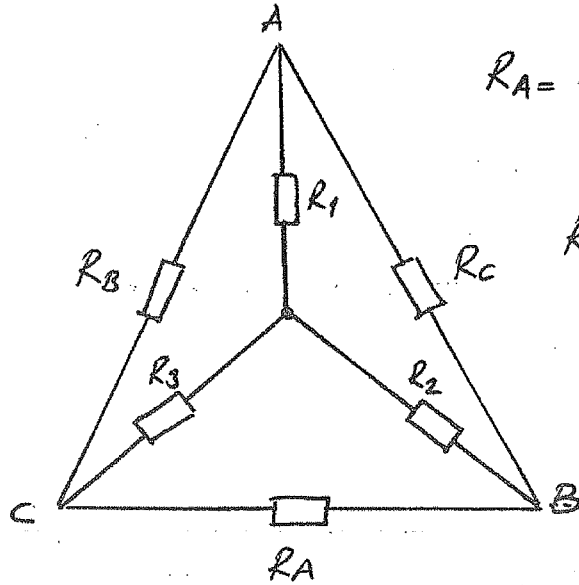
$$R_{AC\Delta} = R_{AC\Delta}$$

$$R_1 + R_3 = \frac{R_B \cdot (R_A + R_C)}{R_A + R_B + R_C}$$

$$R_{BC\Delta} = R_{BC\Delta}$$

$$R_2 + R_3 = \frac{R_A \cdot (R_B + R_C)}{R_A + R_B + R_C}$$

Direrler  $\Delta$  bölüysa ve  $R_1, R_2, R_3$  biliniyorsa;  $R_A, R_B$  ve  $R_C$  aşğıdaki bölüntülerle hesaplanır.



$$R_A = \frac{R_1 \cdot R_2 + R_1 \cdot R_3 + R_2 \cdot R_3}{R_1}$$

$$R_B = \frac{R_1 \cdot R_2 + R_1 \cdot R_3 + R_2 \cdot R_3}{R_2}$$

$$R_C = \frac{R_1 \cdot R_2 + R_1 \cdot R_3 + R_2 \cdot R_3}{R_3}$$

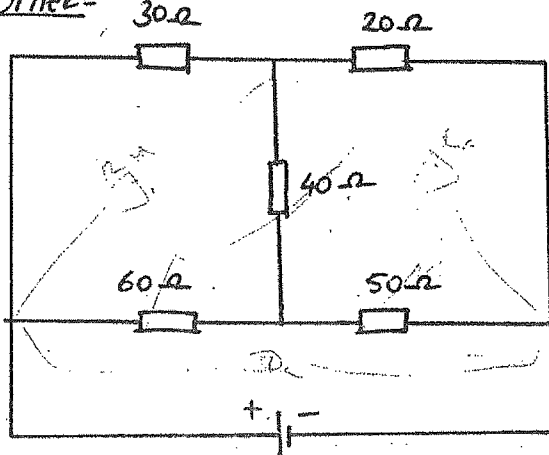
Direrler  $\Delta$  bölüysa ve  $R_A, R_B, R_C$  biliniyorsa;  $R_1, R_2, R_3$  'ün hesabı:

$$R_1 = \frac{R_B \cdot R_C}{R_A + R_B + R_C}$$

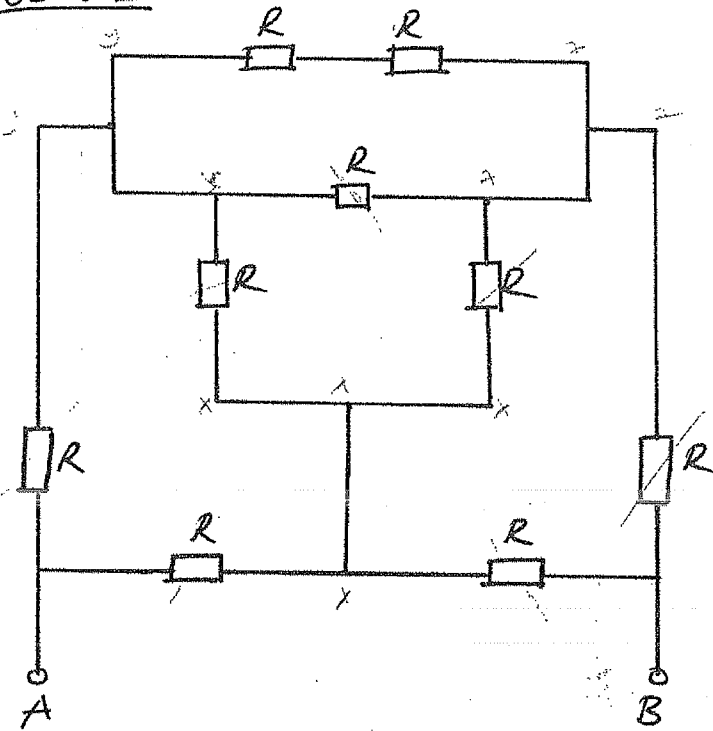
$$R_2 = \frac{R_A \cdot R_C}{R_A + R_B + R_C}$$

$$R_3 = \frac{R_A \cdot R_B}{R_A + R_B + R_C}$$

Örnek = 30Ω

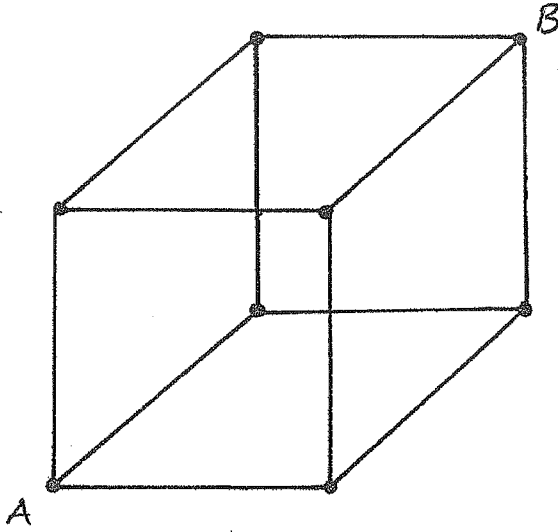


$R_{eq} = ?$

ÖDEV-1: $R = 100 \Omega$  olmak üzere; $R_{eq} = ?$ 

/ 60

ÖDEV-2:

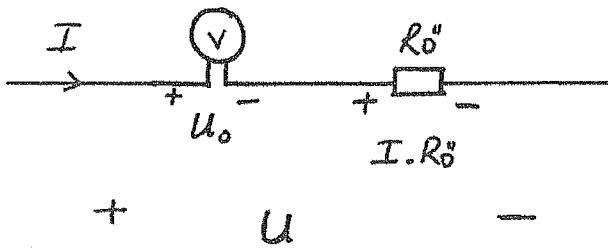


Küp şeklindeki tel düzende  
tüm tellerin direnci  $1 \Omega$   
olmak üzere (diyagonal dahil)  
 $R_{AB} = ?$

Voltmetre Ölçü Sınırının (= Ölçme Sahasının) Genişletilmesi

Voltmetrenin ölçme sınırı seri bağlanan bir ön direnç yardımıyla genişletilir.

Ölçü aletinin üzerinde  $U_0$  ve  $R_i$  değerlerinin ne olduğu yazılıdır. Yani bu değerler bilinen değerlerdir.



$U_0$  = Voltmetrenin ölçebileceği en yüksek gerilim değeri

$R_i$  = Voltmetrenin iç direnci

$$U_0 = I \cdot R_i$$

$$U = U_0 + I \cdot R_0 \quad \text{eşitliğin her iki tarafını } U_0 \text{ 'a bölersek}$$

$$\frac{U}{U_0} = \frac{U_0}{U_0} + \frac{I \cdot R_0}{U_0} \Rightarrow \frac{U}{U_0} = 1 + \frac{I \cdot R_0}{I \cdot R_i}$$

$$\frac{U}{U_0} \text{ 'a } K \text{ dersek}$$

$$K = \frac{U}{U_0} = 1 + \frac{R_0}{R_i} \Rightarrow R_0 = (K - 1) \cdot R_i$$

$R_0$  = Sisteme bağlanarak ön direnç

$K$  = Ölçme sınırı genişletme katsayısı

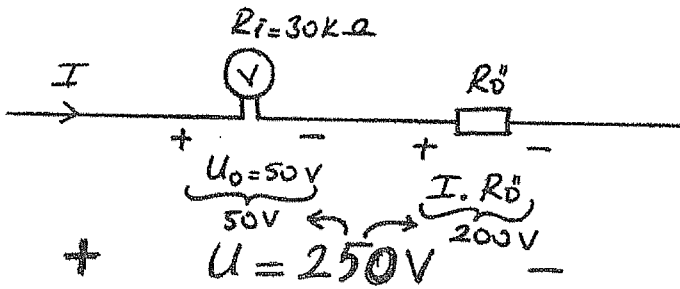
Örnek=

İç direnci  $30\text{ k}\Omega$  olan  $50\text{ V}$ 'luk bir voltmetre ile  $250\text{ V}$ 'a kadar gerilim ölçülmek isteniyor.

- Gerekli işlemleri yapınız
- Voltmetre  $30\text{ V}$ 'u gösteriyorsa ölçülen gerçek değeri hesaplayınız.
- Gerçekte  $220\text{ V}$  ölçülüyor ise voltmetrenin göstereceği değeri bulunuz.

Çözüm:

a. - 1. YOL -



$$I = \frac{U_0}{R_i} = \frac{50}{30.000} = 1,667 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

$$R_0 = \frac{U_0}{I} = \frac{200}{1,667} = \boxed{120 \text{ k}\Omega}$$

- 2. YOL -

$$K = \frac{U}{U_0} = \frac{250}{50} = 5. \text{ Ölçme sınırını 5 kat büyütmeliyiz.}$$

$$R_0' = (5-1) \cdot 30 = \boxed{120 \text{ k}\Omega}$$

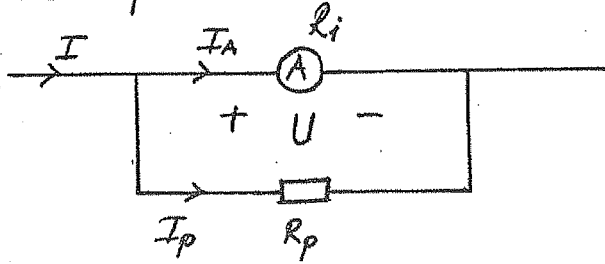
$$b. U_p = K \cdot U_{\text{ölçüm}} = 5 \cdot 30 \Rightarrow \boxed{U_p = 150 \text{ V}}$$

$$c. U_p' = K \cdot U_{\text{ölçüm}}' \Rightarrow 220 = 5 \cdot U_{\text{ölçüm}}' \Rightarrow \boxed{U_{\text{ölçüm}}' = 44 \text{ V}}$$

## Ampermetrenin Ölçü Sınırının (=ölçme Sahasının) Geniştirilmesi <sup>29</sup>

Ampermetrenin ölçme sınırı kendisine paralel (=şönt) bağlanan direnç yardımıyla genişletilir.

Elimizdeki ampermetre en fazla  $I_A$  akımını ölçüyor, biz daha büyük bir akım ölçmek istiyorsak ampermetreye bir  $R_p$  direncini paralel olarak bağlarız.



$$U = I_A \cdot R_i = I_p \cdot R_p$$

$$I = I_A + I_p \Rightarrow I_p = I - I_A$$

$$I_A \cdot R_i = (I - I_A) \cdot R_p$$

$$\Rightarrow R_p = \frac{I_A \cdot R_i}{I - I_A} \quad \text{Pay ve paydayı } I_A \text{ 'ya bölersek:}$$

$$R_p = \frac{R_i}{\frac{I}{I_A} - 1} \quad \text{Ölçme sınırı "K" kat genişletilirse: } K = \frac{I}{I_A}$$

$$\Rightarrow \boxed{R_p = \frac{R_i}{K - 1}}$$

Örnek:

İç direnci  $0,1 \Omega$  olan  $10A$ 'lık bir ampermetre ile  $40A$ 'e kadar akım ölçmek isteniyor.

2. Gerekli işlemleri yapınız.

b. Ampermetre  $6A$ 'ı gösteriyorsa gerçek akım değerini hesaplayınız.

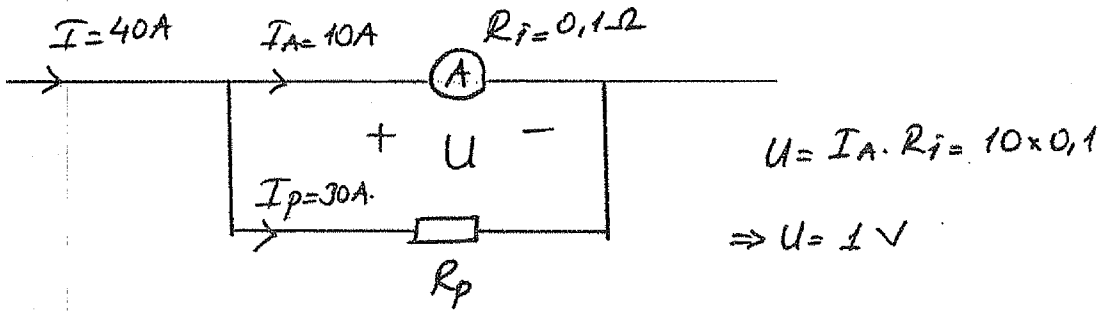
c. Gerçekte  $36A$  ölçülüyorsa ampermetrenin göstereceği değeri bulunuz.

Cözüm:

2. -1.YOL-

$$K = \frac{I}{I_A} = \frac{40}{10} = 4 \quad R_p = \frac{R_i}{K-1} = \frac{0,1}{4-1} \Rightarrow \boxed{R_p = 0,033 \Omega}$$

-2.YOL-



$$I_p = I - I_A = 40 - 10 \Rightarrow I_p = 30A. \quad R_p = \frac{U}{I_p} = \boxed{\frac{1}{30} \Omega}$$

b.  $I_p = K \cdot I_{A0}$   $I_p = I$  gerek

$I_{A0} =$  Ölçü sırasında okunan

$$I_p = 4 \times 6 \Rightarrow \boxed{I_p = 24A}$$

c.  $I_p' = K \cdot I_{A0}' \Rightarrow 36 = 4 \times I_{A0}' \Rightarrow \boxed{I_{A0}' = 9A}$

NOT-1:

Voltmetreler, iç dirençleri büyük olduğundan ölçme yaparken çektikleri akım ihmal edilecek kadar küçük değerlerde olur. Uygulamada voltmetre ile ölçüm yaparken akım çekmediği kabul edilir.

(Akım  $\frac{Akım}{Çeker}$ )

NOT-2:

Ampermetrelerle akım ölçerken iç dirençleri çok küçük olduğundan dolayı üzerlerinde ihmal edilecek kadar küçük gerilim düşürürler.

Uygulamada ampermetrelerin üzerindeki gerilim düşmediği kabul edilir. (Gerilim Düşer)

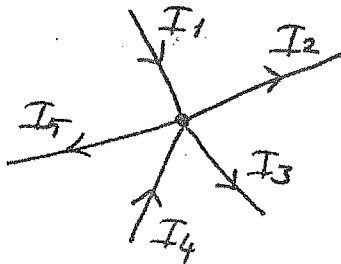
NOT-3:

Hatasız ölçme yapılması mümkün değildir. Ölçü aletinden ve/veya okumadan kaynaklanan hatalar muhtakak olacaktır. Bir ölçmede hatanın en az olması istenir.

22.10.2010

1. KIRCHHOFF YASASI (Kirşofun Akımlar Kanunu)=

Bir devrede herhangi bir düğüme gelen akımların toplamı, düğümden giden akımların toplamına eşittir. Yada herhangi bir düğüme ilişkin akımların cebirsel toplamı "0" a eşittir. Bu toplamda düğümden giden akımlar (+), düğüme gelen akımlar da (-) işaretli olarak yer alırlar veya tam tersi olur. Ama genel kabul budur.



$$I_2 + I_3 + I_5 = I_1 + I_4$$

yada

$$-I_1 + I_2 + I_3 - I_4 + I_5 = 0$$

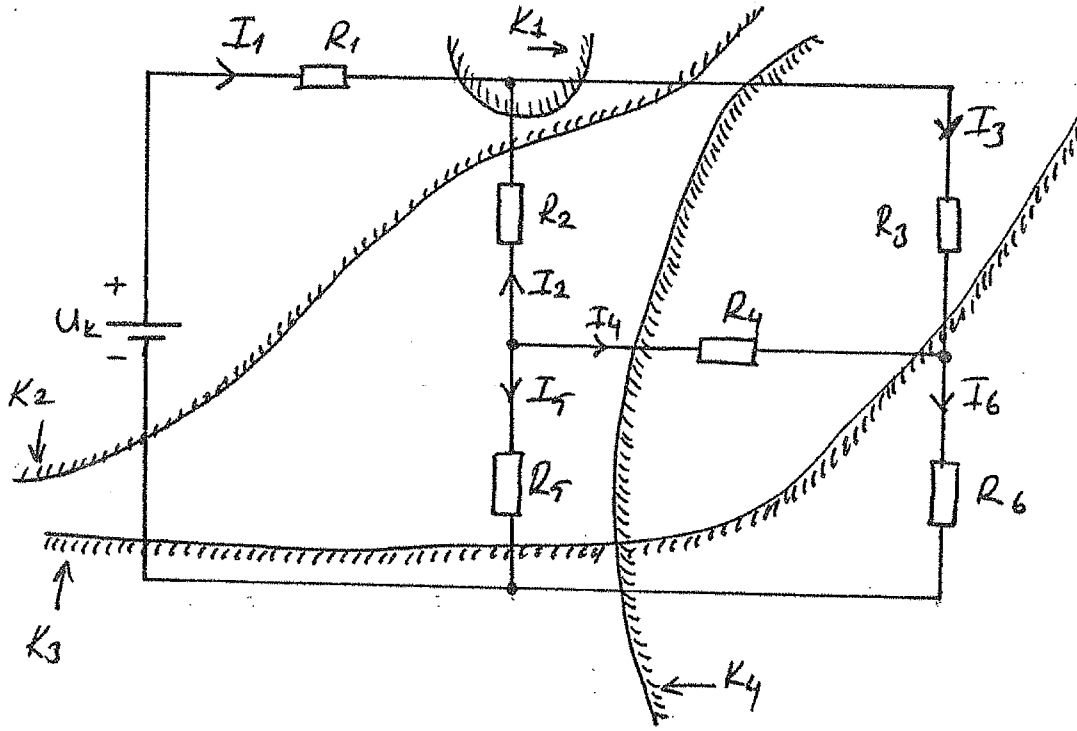
Kesitleme Denklemleri:

Bir devreyi sonsuzda ikiye ayıran ağızlıye kesitleme ağızısı denir.

Kesitleme ağızısına ilişkin akımların cebirsel toplamı 0'a eşit olur.

Kesitleme ağızısında pozitif bir yön seçilir, bu yön ile aynı yönde olan akımlar (+) işaretli, ters yönde olan akımlar da (-) işaretli olarak kesitleme denklemlerinde yer alırlar.

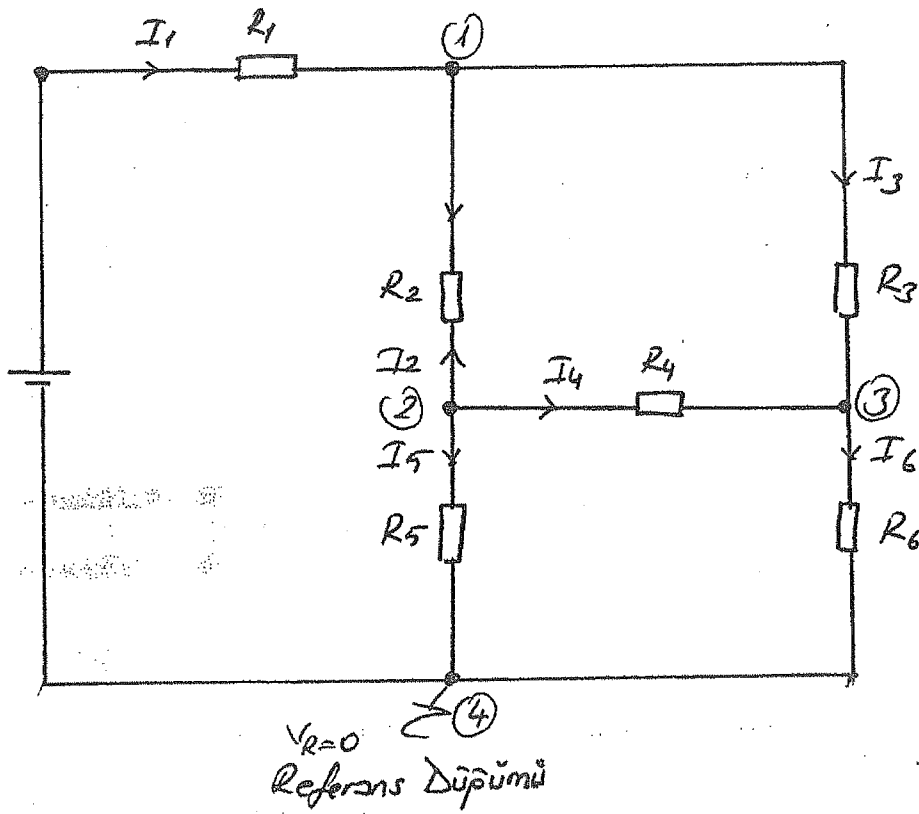
Kesitleme ağızlarındaki akım yönlerini rastgele veriyoruz ve kesitleme yönüne giren akımlar (+), çıkan akımlar (-) kabul edilir.



$$\left. \begin{aligned} K_1 &\rightarrow -I_1 - I_2 + I_3 = 0 \\ K_2 &\rightarrow -I_1 - I_2 + I_3 = 0 \end{aligned} \right\} \text{ Aynı}$$

$$K_3 \rightarrow I_1 - I_3 - I_4 - I_5 = 0$$

$$K_4 \rightarrow -I_3 - I_4 + I_6 = 0$$



Düzüm Denklemleri:

- ①  $-I_1 - I_2 + I_3 = 0$
- ②  $I_2 + I_4 + I_5 = 0$
- ③  $I_3 + I_4 - I_6 = 0$
- ④  $I_1 - I_5 - I_6 = 0$

NOT:

Düzüm denklemleri, kesitleme denklemlerinin özel bir halidir.

Bir devrede ( $n'_d$ ) en az  $n'_d$  elemanın bağılı bulunduğu düğümlerin sayısı olmak üzere ( $n'_d - 1$ ) tane bağımsız denklem vardır.

NOT: Referans Düzümü

Bir devrede düğümlerden bir tanesi referans düzümü olarak seçilir. Referans düzümünün potansiyeli "0" olarak kabul edilir. Devrede en fazla kaynağın bağılı bulunduğu düzüm referans düzümü olarak seçilirse çözüm aşamasında kolaylık sağlanır.

Düğüm Sayısı  $n_d' = 4$

Kullanılacak denklem sayısı  $n_d' - 1 = 3$

Bu nedenle 4. düğüme ait denklemi hesaba katmadan 1, 2 ve 3. düğüm denklemleri kullanılarak çözüme başlanır.

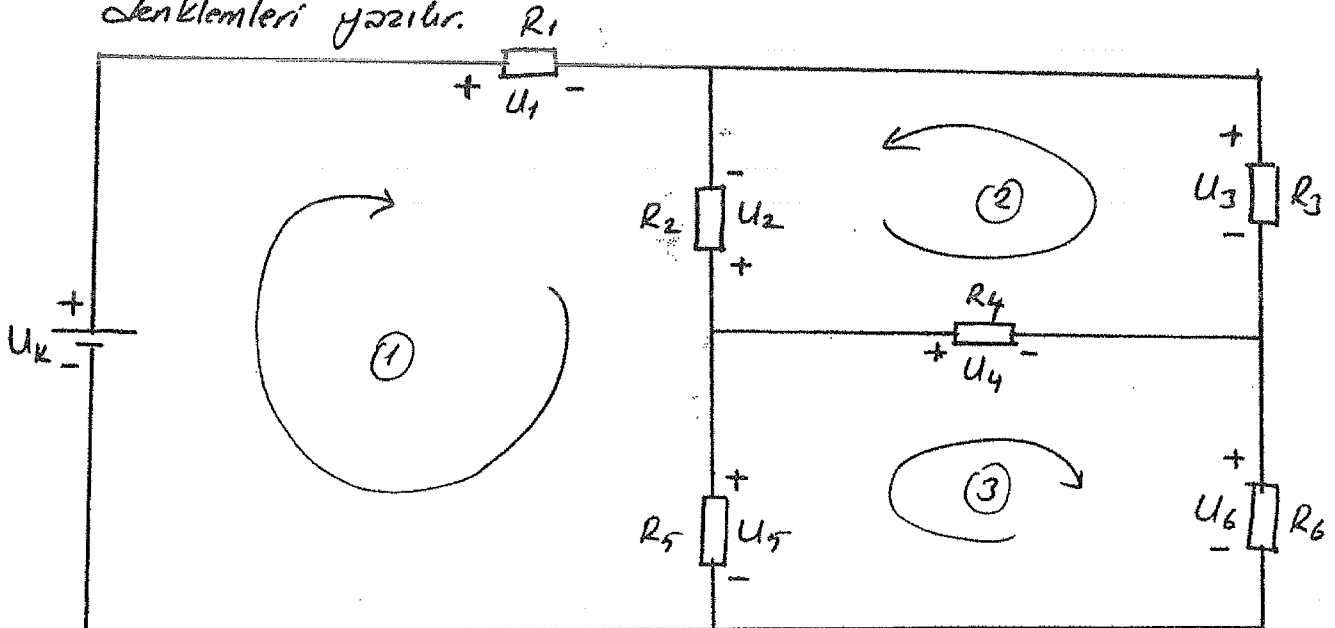
$U_k$  ve dirençlerin değerlerinin bilindiği kabul edilerek bilinmeyen akımlar hesaplanacaktır.

## 2. KIRCHHOFF YASASI (Kirchoff Gerilimler Kanunu):

Bir devrede kapalı bir yol (gevre) boyunca karşılıklı gerilimlerin cebirsel toplamı 0'a eşittir. Devrede kapalı yol boyunca pozitif bir yön seçilir. Bu yön boyunca eleman geriliminin (+) ucuna (kutbuna) giriliyorsa gerilim (+) işaretli, (-) ucuna giriliyorsa da (-) işaretli olarak denklemlerde yer alırlar.

Bu şekilde oluşturulan denklemler, eleman gerilimleri cinsindedir.

$U_k$ , dirençler ve akımlar biliniyor kabul edilerek rastgele pozitif  $U$  gerilimleri yazılır ve gevreler oluşturularak gevre denklemleri yazılır.



## Eleman Gerilimleri Cinsinden Gevre Denklemleri

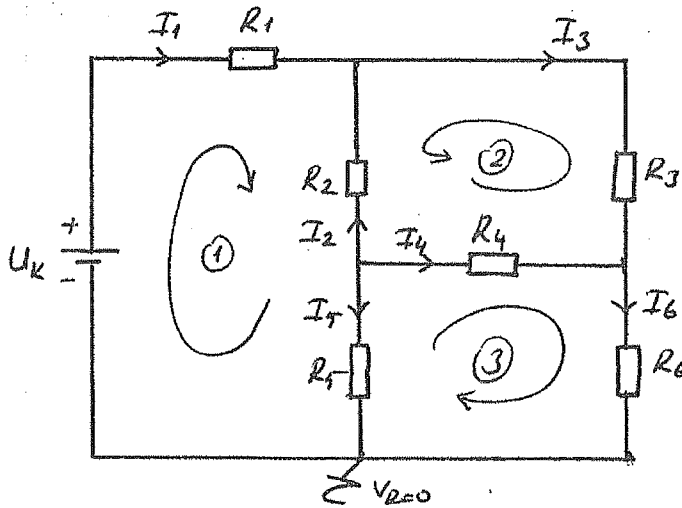
$$(1) U_1 - U_2 + U_5 - U_K = 0$$

$$(2) -U_2 + U_4 - U_3 = 0$$

$$(3) -U_5 + U_4 + U_6 = 0$$

## Eleman Akımları Cinsinden Gevre Denklemleri

Bu denklemlerde eleman gerilimleri, akımları cinsinden ( $V_R = R \cdot I_R$ ) denklemlerde yer alır. Eleman akım yönü seçilen pozitif yön ile aynı ise (+) işaretli, ters ise (-) işaretli olarak denklemlerde yer alır.

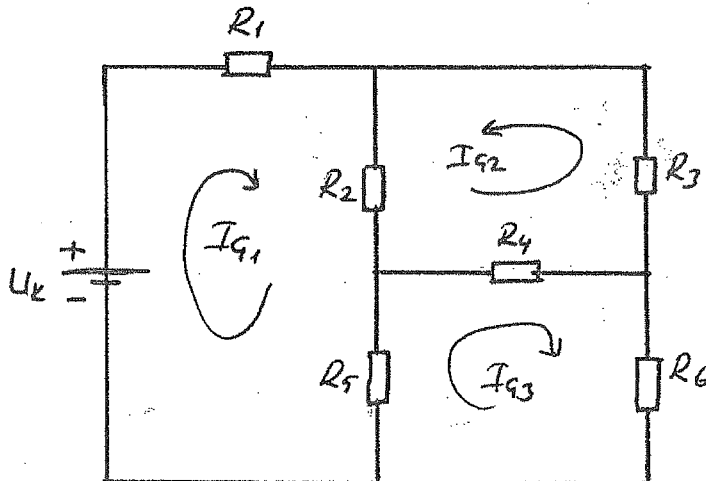


$$(1) I_1 \cdot R_1 - I_2 \cdot R_2 + I_5 \cdot R_5 - U_K = 0$$

$$(2) -I_2 \cdot R_2 + I_4 \cdot R_4 - I_3 \cdot R_3 = 0$$

$$(3) -I_5 \cdot R_5 + I_4 \cdot R_4 + I_6 \cdot R_6 = 0$$

## Gevre Akımları Cinsinden Gevre Denklemleri



$$(1) I_{G1} \cdot R_1 + I_{G1} \cdot R_2 + I_{G1} \cdot R_5 + R_2 \cdot I_{G2} - R_5 \cdot I_{G3} - U_K = 0$$

$$(2) I_{G2} \cdot R_2 + I_{G2} \cdot R_3 + I_{G2} \cdot R_4 + R_4 \cdot I_{G3} + R_2 \cdot I_{G1} = 0$$

$$(3) I_{G3} \cdot R_4 + I_{G3} \cdot R_5 + I_{G3} \cdot R_6 - R_5 \cdot I_{G1} + R_4 \cdot I_{G2} = 0$$

► Düzenlersek:

$$(1) (R_1 + R_2 + R_5) \cdot I_{G1} + R_2 \cdot I_{G2} - R_5 \cdot I_{G3} = U_K$$

$$(2) R_2 \cdot I_{G1} + (R_2 + R_3 + R_4) \cdot I_{G2} + R_4 \cdot I_{G3} = 0$$

$$(3) -R_5 \cdot I_{G1} + R_4 \cdot I_{G2} + (R_4 + R_5 + R_6) \cdot I_{G3} = 0$$

### Gevre Akımları Cinsinden Gevre Denklemlerinin Doğrudan Yazılması

Bunun için bulunan gevreye ilişkin denklemler yazılırken o gevredeki dirençler toplanır, ilgili gevre akımıyla çarpılır. Dirençler üzerinden komşu gevre akımlarının etkisi, yönleri de dikkate alınarak denklemlerde yer alır.

$$(1) (R_1 + R_2 + R_5) \cdot I_{G1} + R_2 \cdot I_{G2} - R_5 \cdot I_{G3} = U_K$$

$$(2) R_2 \cdot I_{G1} + (R_2 + R_3 + R_4) \cdot I_{G2} + R_4 \cdot I_{G3} = 0$$

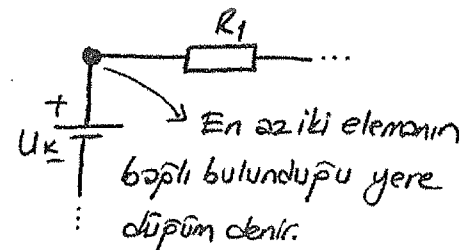
$$(3) -R_5 \cdot I_{G1} + R_4 \cdot I_{G2} + (R_4 + R_5 + R_6) \cdot I_{G3} = 0$$

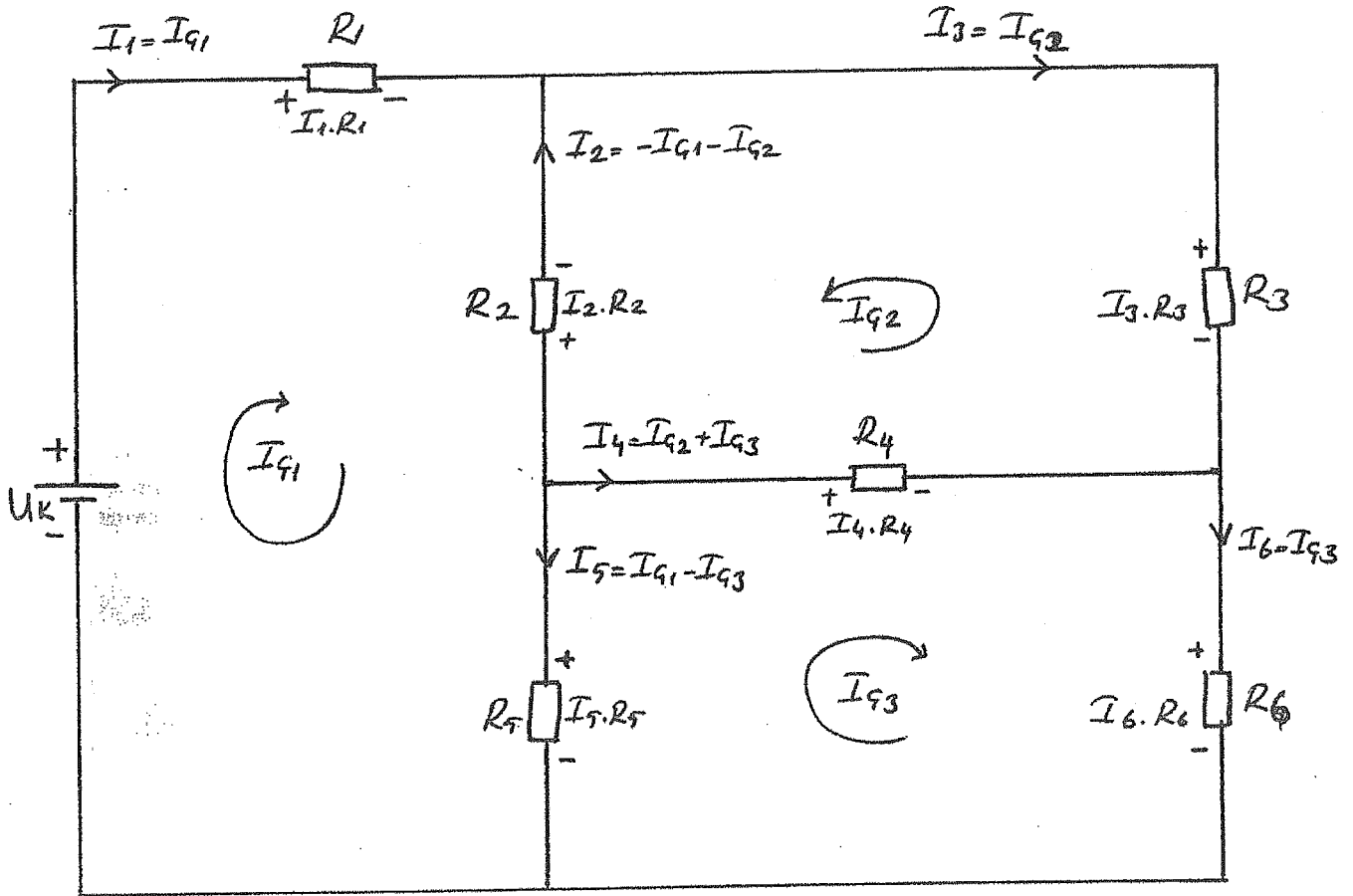
NOT:

Devrede en az iki elemanın <sup>bağılı</sup> bulunduğu düğümlerin sayısı ( $n_d$ ) ve elemanların sayısı ( $n_e$ )

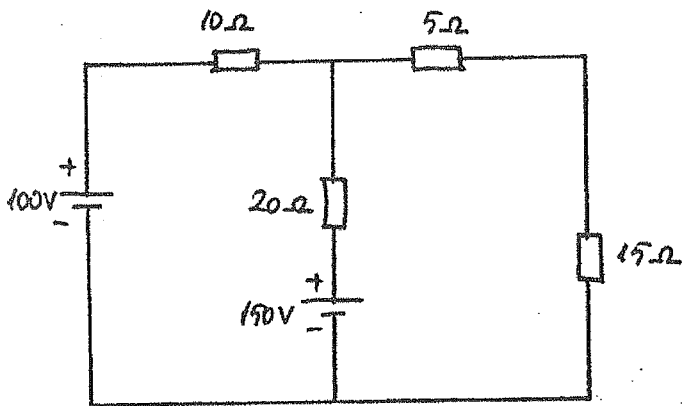
ise kullanılarak bağımsız gevre denklemleri sayısı

$(n_e - n_d + 1)$  tane dir.

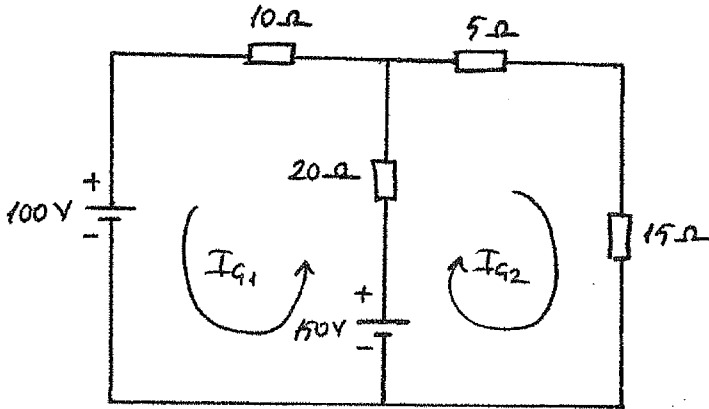




Örnek:



Verilen devreyi çevre akımları yöntemiyle çözünüz. Tüm elemanlara ilişkin akımları ve gerilimleri devre üzerinde gösteriniz.

Çözüm:

⚠ Problemin kolay çözülebilmesi için:  
 Gevreseserken perillim kaynağının (-) ucuna pilmeye dikkat edilmelidir. Eğer bir gözde birden fazla perillim kaynağı varsa değeri en büyük olan kaynağın (-) ucuna pirlmelidir.

$$1. \text{ Gevre: } (10+20) \cdot I_{\phi 1} + 20 \cdot I_{\phi 2} - 150 + 100 = 0$$

$$\boxed{30 I_{\phi 1} + 20 I_{\phi 2} = 50} \dots (1)$$

$$2. \text{ Gevre: } 20 \cdot I_{\phi 1} + (20+5+15) \cdot I_{\phi 2} - 150 = 0$$

$$\boxed{20 I_{\phi 1} + 40 I_{\phi 2} = 150} \dots (2)$$

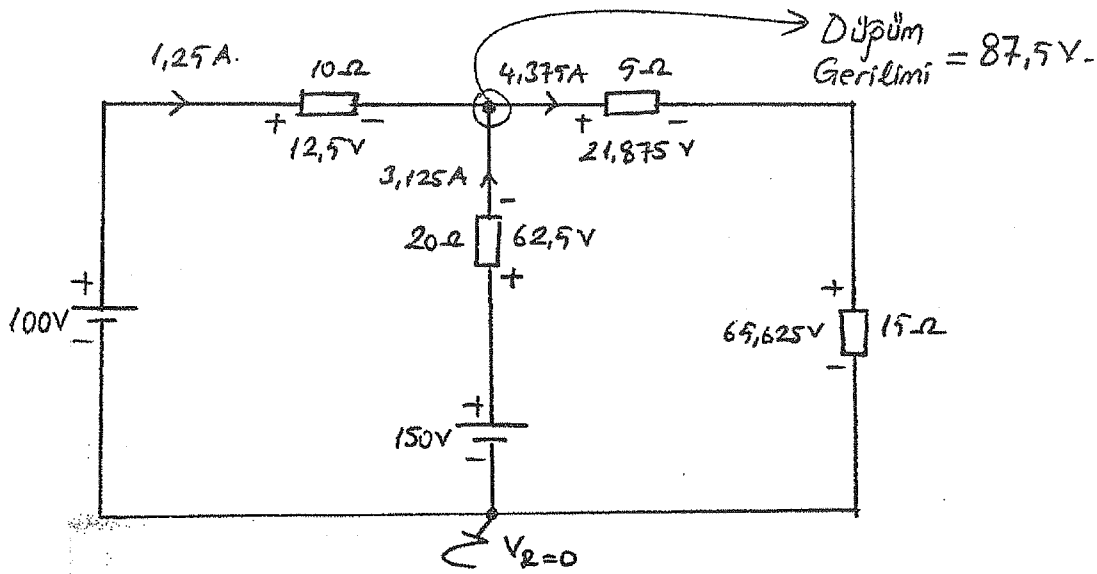
$$-2/ \quad 30 I_{\phi 1} + 20 I_{\phi 2} = 50$$

$$20 I_{\phi 1} + 40 I_{\phi 2} = 150$$

$$\boxed{I_{\phi 1} = -1,25 \text{ A}} \quad \text{Buradaki (-) işaret akımın gevre yönüne zıt olduğunu gösterir.}$$

$$\boxed{I_{\phi 2} = 4,375 \text{ A}}$$

| Eleman             | Akım                                                        | Eleman Gerilimleri                                    |
|--------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 10 Ω üzerine düşen | $-I_{\phi 1} = I_{10 \Omega} = 1,25 \text{ A}$              | $1,25 \text{ A} \times 10 \Omega = 12,5 \text{ V}$    |
| 20 Ω " "           | $I_{\phi 1} + I_{\phi 2} = I_{20 \Omega} = 3,125 \text{ A}$ | $3,125 \text{ A} \times 20 \Omega = 62,5 \text{ V}$   |
| 5 Ω " "            | $I_{\phi 2} = I_{5 \Omega} = 4,375 \text{ A}$               | $4,375 \text{ A} \times 5 \Omega = 21,875 \text{ V}$  |
| 15 Ω " "           | $I_{\phi 2} = I_{15 \Omega} = 4,375 \text{ A}$              | $4,375 \text{ A} \times 15 \Omega = 65,625 \text{ V}$ |



Bir düğüm gerilimi referans noktasına göre söylenir.

1.Yol:

$$-62,5V + 150V = 87,5V$$

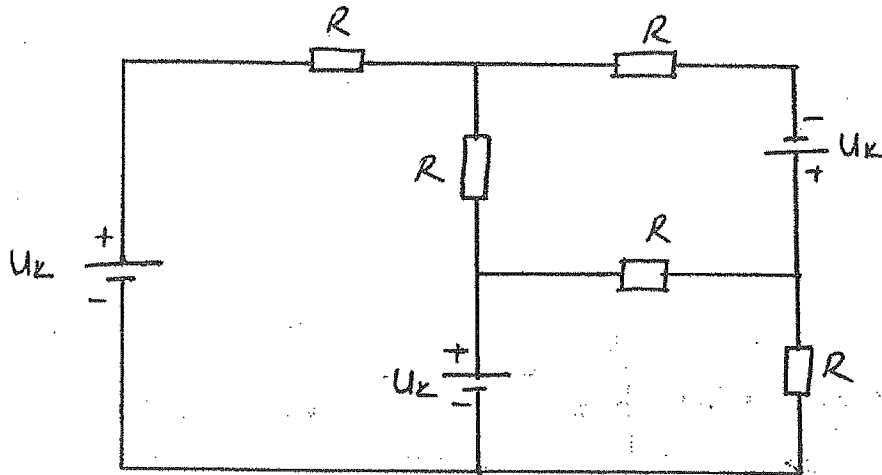
2.Yol

$$-12,5V + 100V = 87,5V$$

3.Yol

$$+21,875V + 65,625V = 87,5V$$

ÖDEV:



Tüm dirençler son iki  
rakamın 10 katı  
 $5 \times 10 = 50 \Omega$

Tüm Gerilim kaynakları  
son iki rakamın  
100 katı

$$5 \times 100 = 500V.$$

Çevre skımları yöntemiyle çözümler. Tüm elemanlara ilişkin  
skımları ve gerilimleri devre üzerinde gösteriniz.

$$3I_{q1} - \cancel{I_{q2}} + I_{q3} = 10 \dots (1)$$

$$+ I_{q1} + \cancel{I_{q2}} + 3I_{q3} = 0 \dots (3)$$

$$4(I_{q1} + I_{q3}) = 10$$

$$I_{q1} + I_{q3} = 2,5$$

$$3I_{q1} - I_{q2} + I_{q3} = 10 \dots (1)$$

$$+ -I_{q1} + \cancel{I_{q2}} + I_{q3} = 0 \dots (2)$$

$$2(I_{q1} + I_{q2} + I_{q3}) = 10$$

$$I_{q2} = 2,5 \text{ A.}$$

$$-I_{q1} + 3I_{q2} + I_{q3} = 0 \dots (2) \Rightarrow -\cancel{I_{q1}} + I_{q3} = -7,5$$

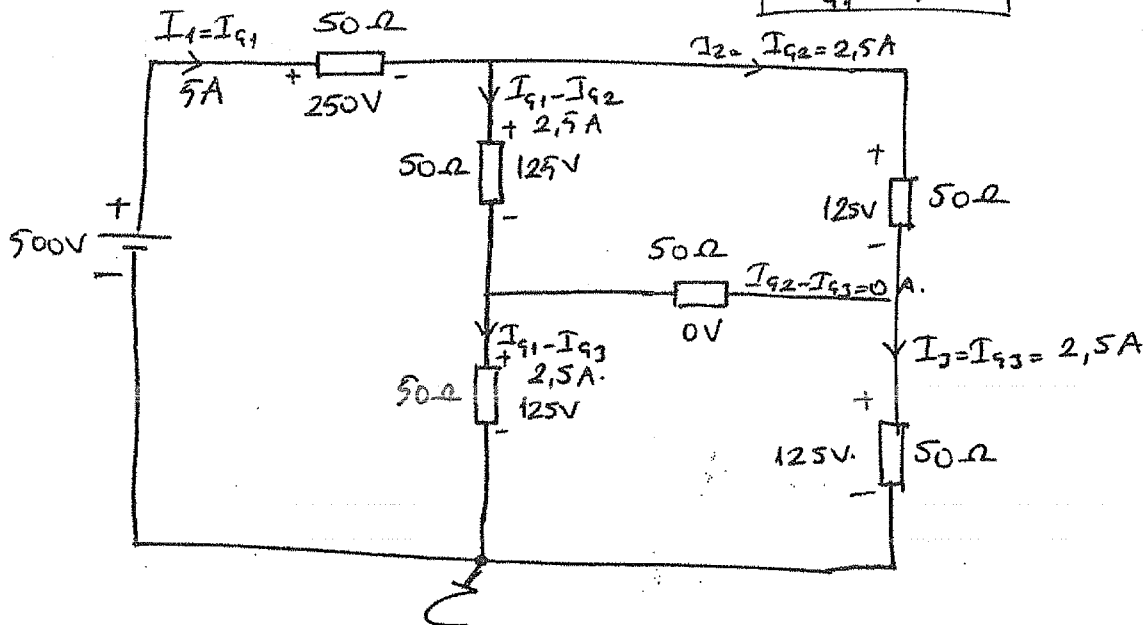
$$I_{q1} + I_{q2} + 3I_{q3} = 0 \dots (3) \Rightarrow \cancel{I_{q1}} + 3I_{q3} = -2,5$$

$$4I_{q3} = -10$$

$$I_{q3} = -2,5 \text{ A.}$$

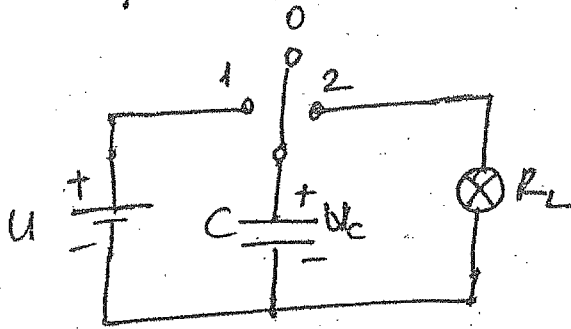
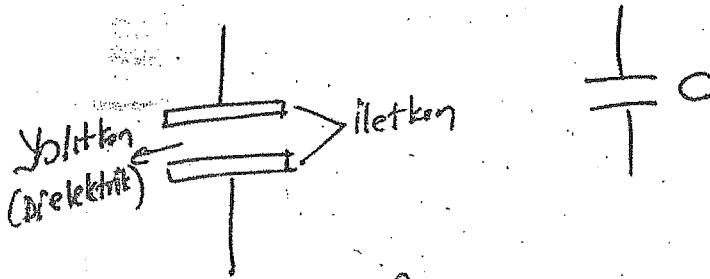
Akım yönü  
terstir.

$$I_{q1} = 5 \text{ A.}$$



Kondansatör:

Karşılıklı iki metal yüzyle bunların arasındakı yalıtken (dielektrik) maddeden oluşur. Dielektrik maddelere olarak her türlü yalıtken kâğıt, sıvı, gaz kullanılır. Uygulanmasında genellikle ince metal şeritler arasına katıp yerleştirilerek sarılmıştır. elde edilir.



Anahtar 0 konumunda iken:

$$U_C = 0$$

Anahtar 1 konumunda iken:

$$U_C = U$$

Anahtar 0 konumunda iken kondansatör plakaları elektriksel olarak nötr olur. Anahtar 1 konumuna geçince seri bir kaynağın da etkisiyle üst plaka (levha) elektronların bir kısmı kaynağın üzerinden alt plakaya akar. Böylece üst plaka elektron miktarı azalırken alt plaka da artar. Dolayısıyla iki levha arasında bir potansiyel fark oluşur. Bu durum  $U_C = U$  olana kadar sürer.

Anahtar tekrar açılrsa bile kondansatör plakaları 24.12.2020  
arasındaki U gerilimi kalır. (5)

Şarj olmuş (dolmuş) bir kondansatörün levhaları  
arasındaki elektriksel duruma elektrik alanı denir.

Anahtar 2 konumuna gelince lamba üzerinden  
bir elektron akımı levhalarındaki elektriksel yükler  
dengelemenmeye kadar akar. Bu süreçte lamba  
ışık üretir. Dolayısıyla bir iş yapılmıştır. Bu da kondensa-  
törün belirli bir enerji depolamasıyla mümkündür.

Kondansatör elektrik enerjisi depolayan bir eleman  
dır. Depolanan elektriksel yük, uygulanan gerilimle  
doğru orantılıdır.

$$Q = C \cdot U$$

C = Kondansatörün kapasitesi. Kısaça kapasite denir.  
Birimi Farad'tır (F)

$$F = \frac{Q}{V} = \frac{A \cdot s}{V} \Rightarrow \boxed{F = \frac{C}{\Omega}} \quad \boxed{Farad = \frac{S \cdot m^2}{\Omega}}$$

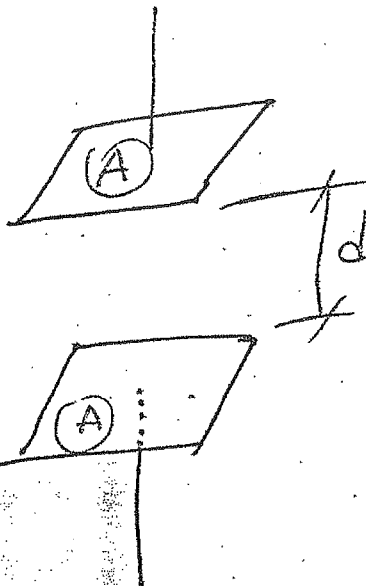
ÖDEV

Faradın temel birimler cinsinden ifadesini adım adım  
yapınız.

$$Farad = \frac{A^2 \cdot s^4}{kg \cdot m^2}$$

24.12.2010

(6)



$\epsilon_0$  = Başlupun dielektrik sabiti  
 $8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$

$\epsilon_r$  = Dielektrik maddemeye ilişkin  
 dielektrik sabiti

$$C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d}$$

$\epsilon_{r_{\text{kapit}}} = 3,5 \sim 5$      $\epsilon_{r_{\text{hava}}} = 1$

$$E_c = \int_0^t U \cdot \underbrace{I}_{\frac{dQ}{dt}} dt = \int_0^Q U \cdot dQ \quad Q = C \cdot U = I \cdot t$$

$$dQ = C \cdot dU = I \cdot dt$$

~~$dQ = C \cdot dU = I \cdot dt$~~

$$E_c = C \int_0^{U_c} U \cdot dU \Rightarrow E_c = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U_c^2$$

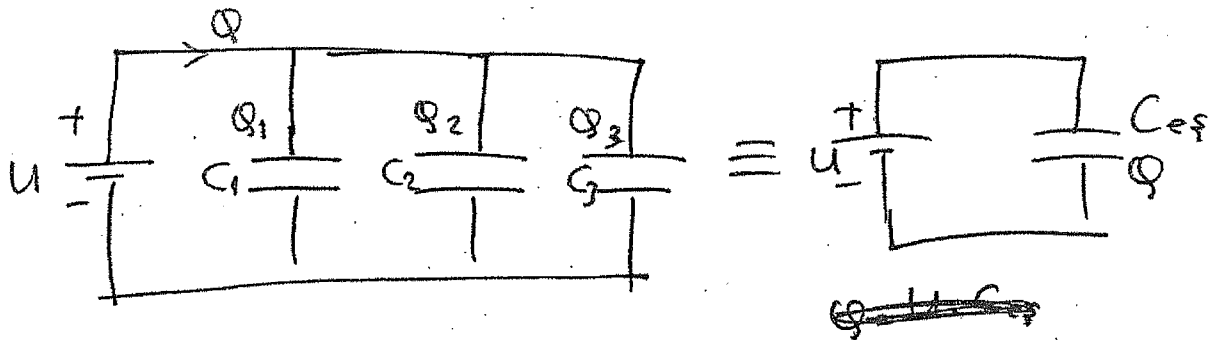
Bemel birimler cinsinden yzalı. Yetiğemedim

$$E = W \cdot s = \underbrace{\text{Newton} \cdot \text{metre}}_{\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}} \Rightarrow E = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$$

24.12.2010

(7)

## Kondansatorların Paralel Bağlanması:

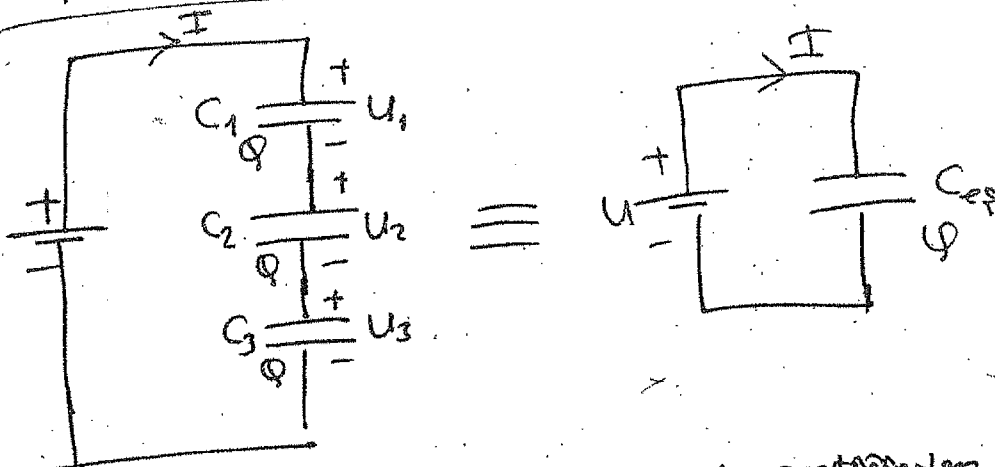


$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$U \cdot C_{eq} = U \cdot C_1 + U \cdot C_2 + U \cdot C_3$$

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$$

## Kondansatorların Seri Bağlanması:



$Q = I \cdot t \Rightarrow$  Aynı zaman aralığında geçen toplam yük miktarı aynıdır.

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

$$\frac{Q}{C_{eq}} = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \frac{Q}{C_3}$$

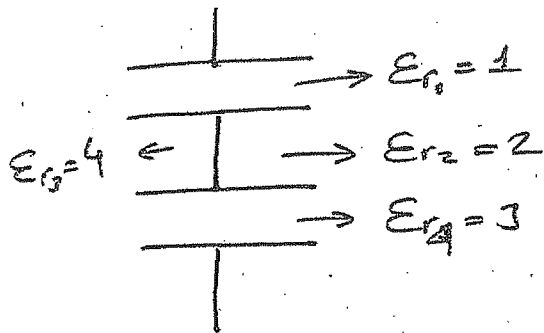
$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

iki kondansatör seri bağlarsak:

$$C_{eq} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

24.12.2010  
(8)

ÖDEV.



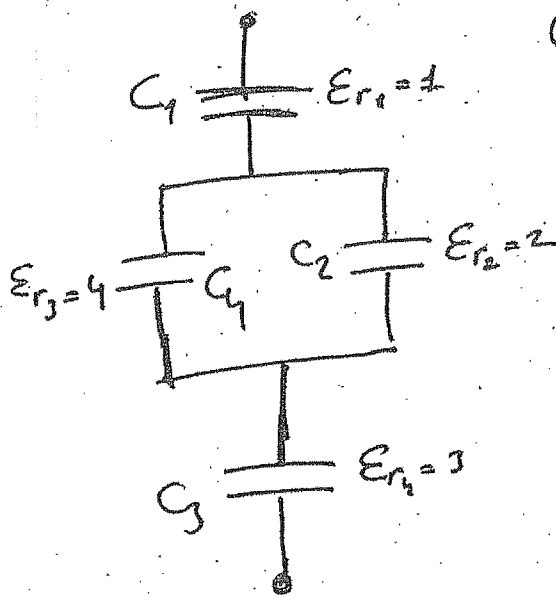
$$d = 2 \text{ mm} = 0,002 \text{ m}$$

$$A = 0,3 \text{ m}^2$$

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$$

Esdeger kapasiteyi hesaplayınız.

Çözüm:

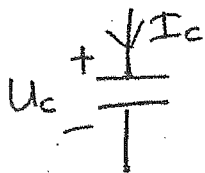


$C_c = ?$

$$C_1 = \epsilon_0 \cdot \epsilon_{r1} \cdot \frac{A}{d}$$

$$Q = C \cdot U_c = I_c \cdot t$$

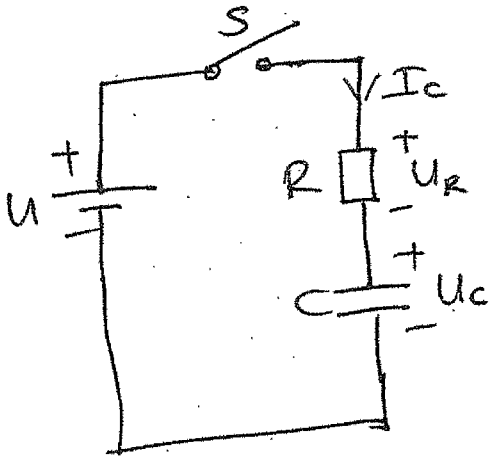
$$dQ = C \cdot dU_c = I_c \cdot dt$$



$$\left. \begin{aligned} I_c &= C \cdot \frac{dU_c}{dt} \\ U_c &= \frac{1}{C} \cdot \int I_c \cdot dt \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{Kondansatörün} \\ \text{Tanım} \\ \text{Başantısı} \end{array}$$

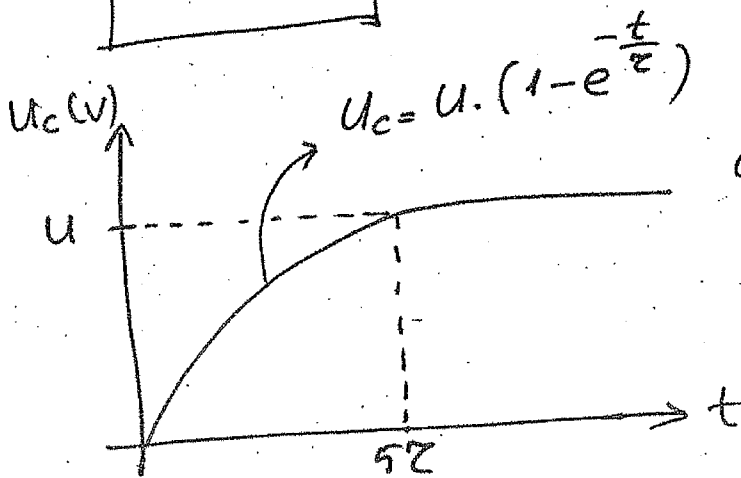
24.12.2020

⑨

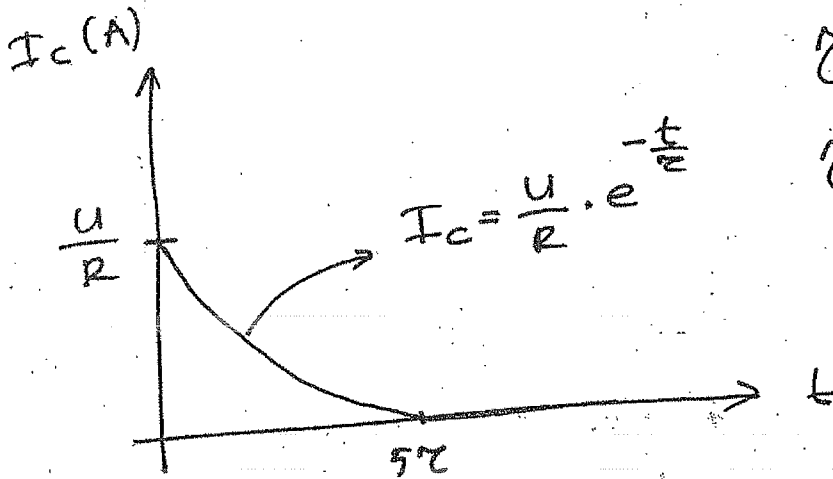
Kondansatörün Döner Akımındaki Davası $t=0$  'da S anahtarı kapatılırsa:

$$U_R + U_C = U$$

$$R \cdot I_c + \frac{1}{C} \cdot \int I_c \cdot dt = U$$



Geriye döz devam  
etmez ama teorikte  
böyle kabul edilir.



$$\tau = R \cdot C$$

$\tau$  = zaman sabiti

Bu denklemlere exponansiyel (=üstel) denklemler denir.

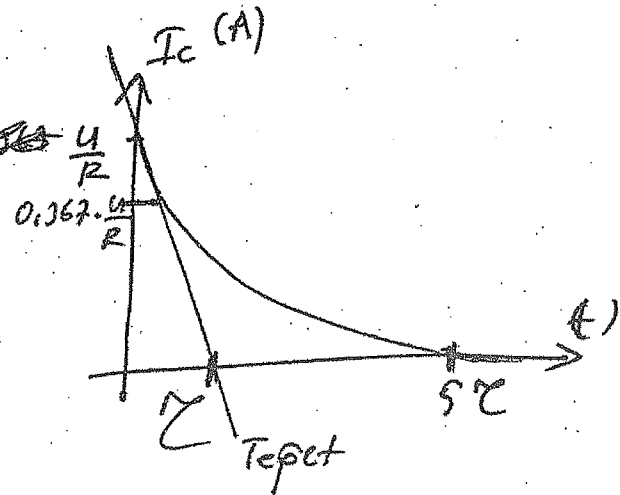
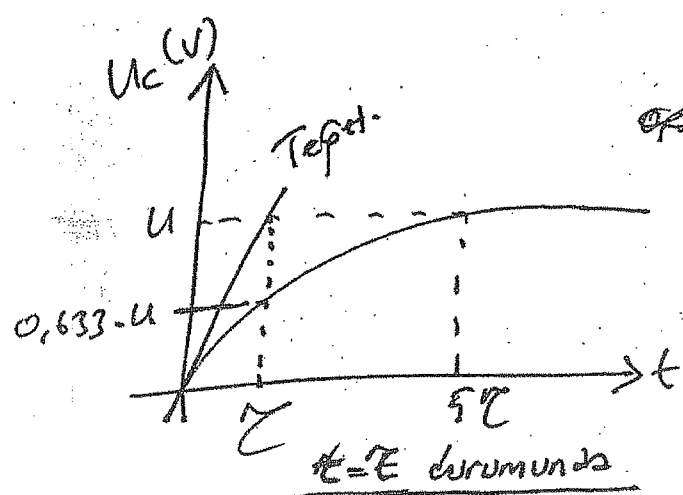
24.12.2010

(10)

$$\tau = R \cdot C$$

↓  
(s)  $\omega \cdot \tau = \frac{\omega}{\omega} \cdot \omega = 1$

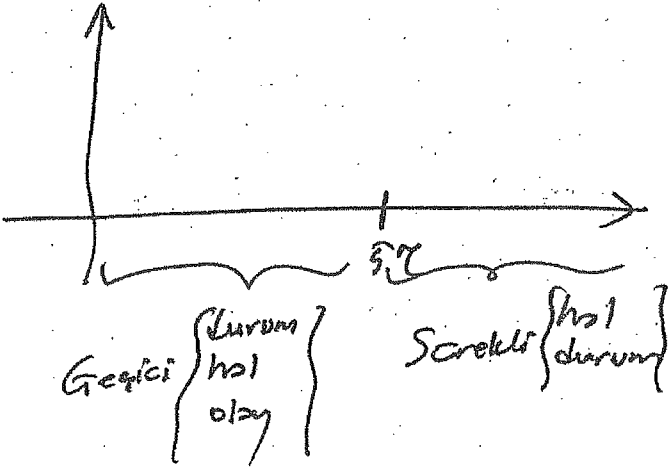
Tepet Başlangıçta sürekli tepetin zaman ekseninde kestirisi nokta  $\tau$  'dur.



$$e^{-\frac{t}{\tau}} = e^{-1} = 0.367$$

$$1 - e^{-1} = 0.633$$

~~$\tau = 0$~~   
 ~~$t = \infty$~~



Derneğin 5% 'da sorduklar hata payı kabul edilir. 24.12.2010  
t = 5% edilir. (11)

$e^{-\frac{t}{\tau}} = e^{-5} = 6,73 \cdot 10^{-3}$  Bu kısımdan dolayı  
yaklaşık %6 hata yaparız.

Kondansatörün emzın gerilimi eksponansiyel  
artar ve U'ya dolar. Kondansatörün emzı olarak  
dolması mümkün değildir.

$I_C = C \cdot \frac{dV_C}{dt} \rightarrow$  Aniden dolması için  $t = 0$  olmalıdır.  
Bu durumda  $I_C = \infty$  olur.

NOT:

Kondansatör depolama akımında sürekli haldede emzık devre  
özellikleri gösterir.

Örnek:  $C = 1 \text{ mF}$

~~10A~~ 'lık bir kondansatörden 10A.'lık sabit Lr akım  
2 ms süreyle geçirilir. Kondansatör dolma sonra. 100  $\Omega$ '-  
lık bir dirençin ucuna bağlanıyor. Kondansatör geril-  
minin ve dirensten geçen akımın zamanla göre  
değişimlerini ölçerek çizilir.

24.12.2010

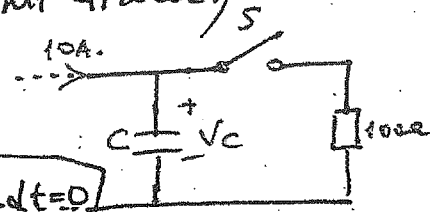
Görev: (Kondansatörün istisnai durumu  
disinde verilmiş girilir. Burada istisnai bir  
durum olduğu için önce skimi çizilecek.)

(12)

$$\tau = 100 \Omega \cdot 1 \text{ mF} = 100 \text{ ms}$$

$$5\tau = 500 \text{ ms}$$

$$U_R + U_C = 0 \quad R \cdot I_C + \frac{1}{C} \cdot \int I_C \cdot dt = 0$$



$I_C(A)$

10

(20)

0,2

$U_C(V)$

20

$$U_C = \frac{1}{C} \int I_C \cdot dt$$

$$\frac{10 \text{ A} \times 2 \text{ ms}}{1 \text{ mF}} = 20 \text{ V}$$

Bu nedenle  
-0,2'den  
başlamış  
gerekli.

$I_R(A)$

$$\frac{20}{100} = 0,2 \text{ A}$$

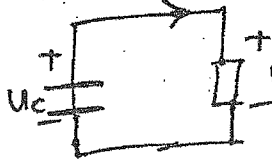
2

502

$I_R = I_C$

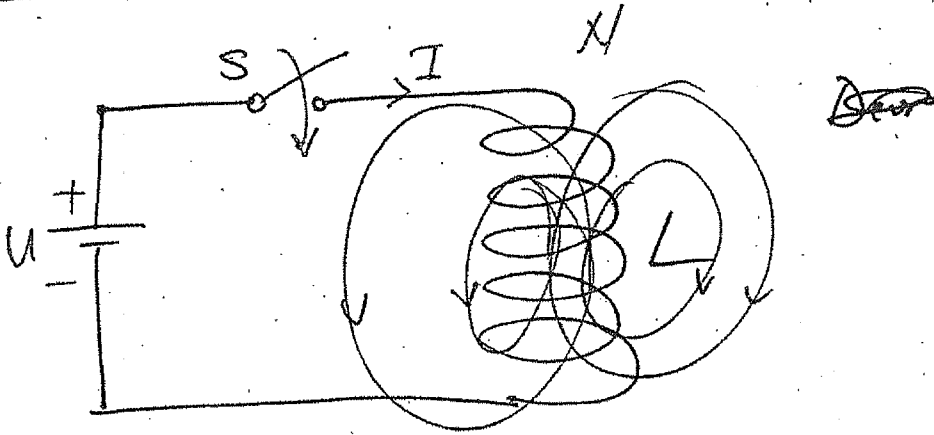
$$U_R = U_C$$

$$I_R = I_C$$



$$U_C = U_R = R \cdot I_R$$

$$U_C = R \cdot I_R \Rightarrow I_R = \frac{U_C}{R}$$



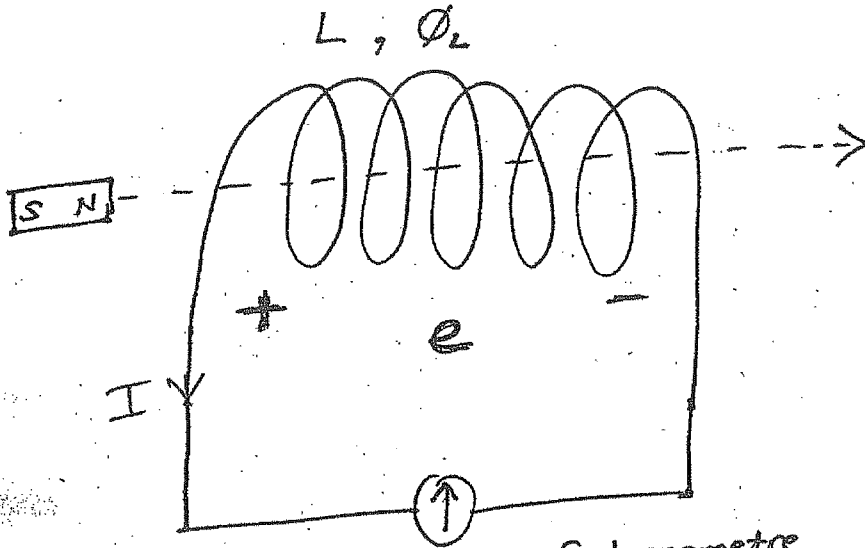
Devrede  $S$  anahtarı kapatılırsa  $I$  akımı olmaya başlar. Bu durumda  $L$  sayası manyetislik özelliği gösterir. Akım olmaya başlayınca manyetik alan çizgileri oluşmakta ve bu çizgi sayısı akımla orantılı olarak değişmektedir. Oluşan bu manyetislik özelliği kaçak lar demir parçası ya da pusula aracılığı ile anlaşılabilir. Manyetik alan çizgileri  $\Phi$  ile gösterilir ve manyetik akı ya da alan çizgisi sayısı denir. Birimi (Weber = Vs) dir.

Bir  $A$  alanından geçen manyetik akının bu alana oranına manyetik akı yoğunluğu, ya da manyetik indüksiyon denir.  $B$  ile gösterilir  $(B = \frac{\Phi}{A})$  Birimi  $\frac{Wb}{m^2} = \text{Tesla (T)}$

# Gerilim İndüklenmesi ve Lenz Kuralı

24.12.2010

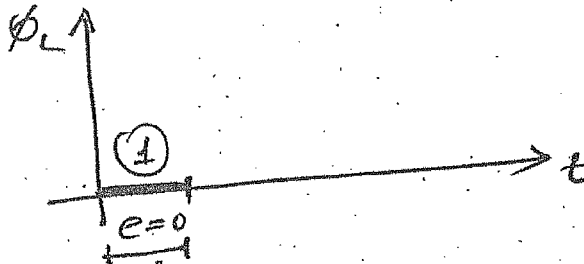
14



$\Phi_L$ 'nin t'ye göre durumu vardır.

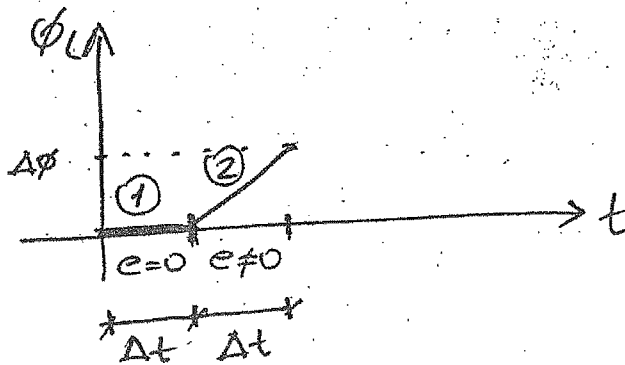
Durum. 1:

Mıknatıs bobin dışında ve yeteri kadar uzakta.



Durum. 2:

Mıknatıs gösterilen doğrultuda sabit bir hızla bobin içine doğru hareket ettiriliyor.

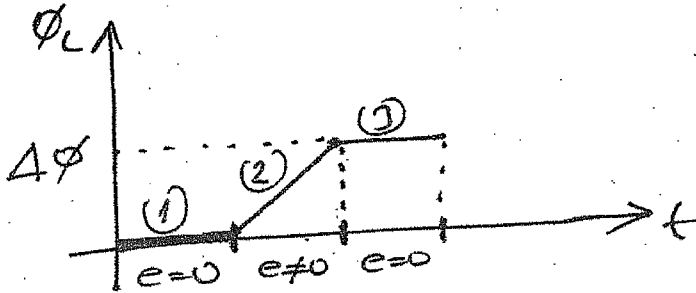


24.12.2000

(15)

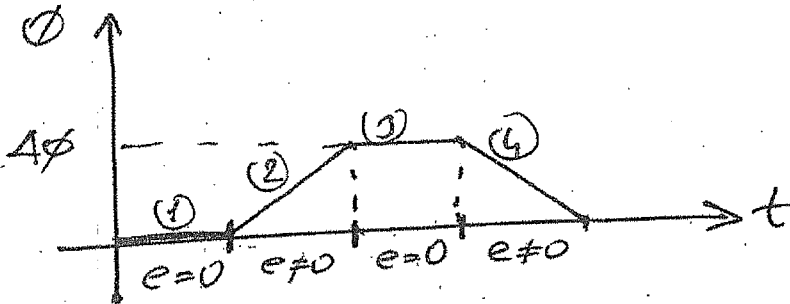
Durum.3:

Mikrostatik bobin içerisinde sabit tutuluyor.



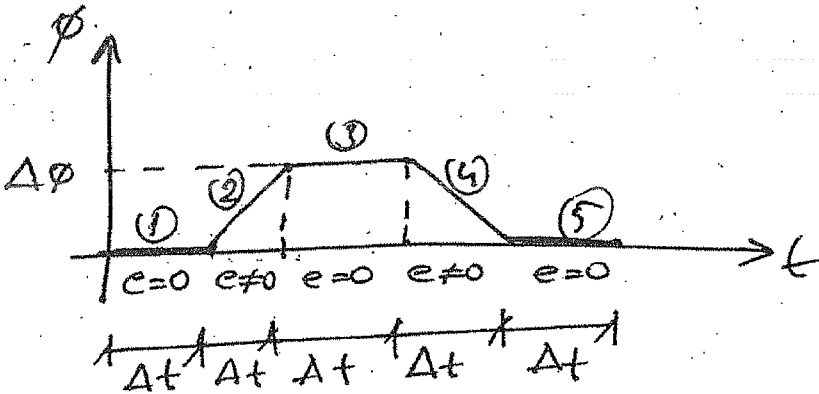
Durum.4:

Mikrostatik gösterilen doğrultuda sabit bir hızla dikey olarak dışarıya doğru hareket ettiriliyor.



Durum.5:

Mikrostatik dikey tarafta yeterli kadar iletken.



Sonuç:

24.12.2020

Ø değişken e perillim olur. (İndüklenir) <sup>16</sup>  
Sıradaki perillim indüklenmesine indüksiyon olayı  
denir. İndüklenen perillimin yönü (polariitesi)  
miknatısı ters çevirip aynı yönde hareket  
ettirmekle ya da miknatısı diğer taraftan  
bobin içine hareket ettirmekle değiştirilebilir.

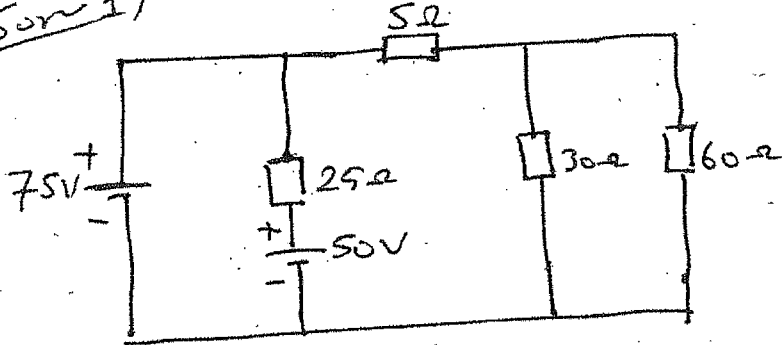
İndüklenen perillim ile miknatısın hareketi  
arasında bir bağımlılık vardır. İndüksiyon sonucu  
polarite akımın oluşturduğu manyetik alanın yönü  
deki değişimlerine karşı yöndedir. Yani İndüklenen  
perillim sürekli kendi oluşumunu sağlayan de-  
ğişimle karşı koyarak yönde olur. Buna Lenz  
Konusu denir. Bu konuya göre indüklenen  
perillim karşıt bir perillim olduğundan isareti  
negatiftir.

# FEMİNİN TEMELLERİ-I

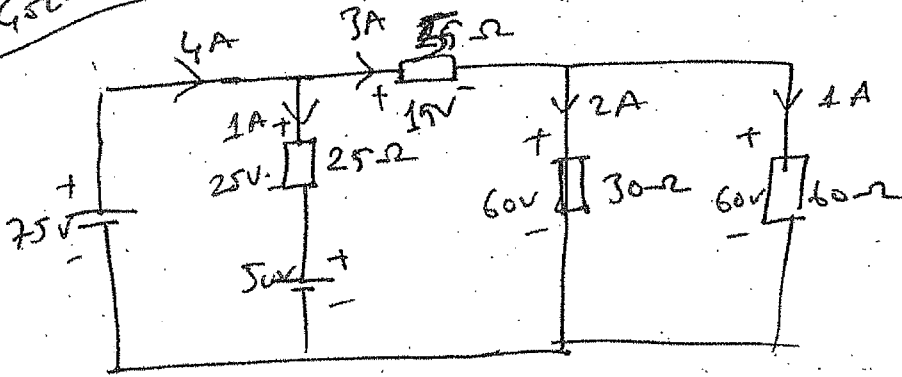
27.12.2010  
Ek Ders (1)

Sınav Soruları:

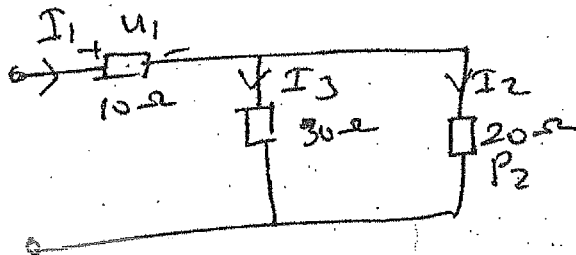
Soru 1)



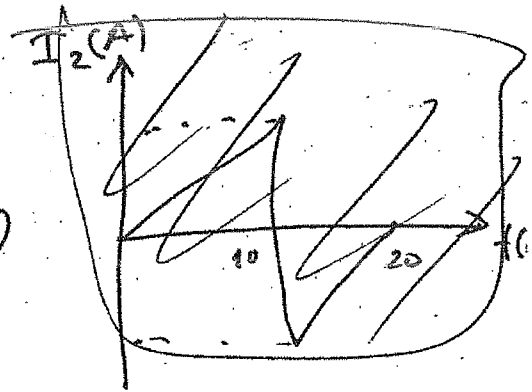
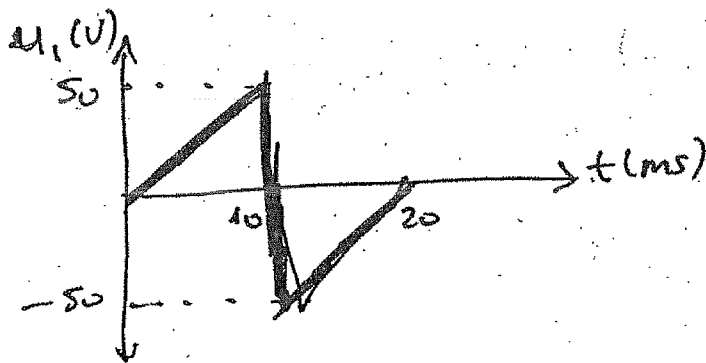
Soru 2)



Soru 2



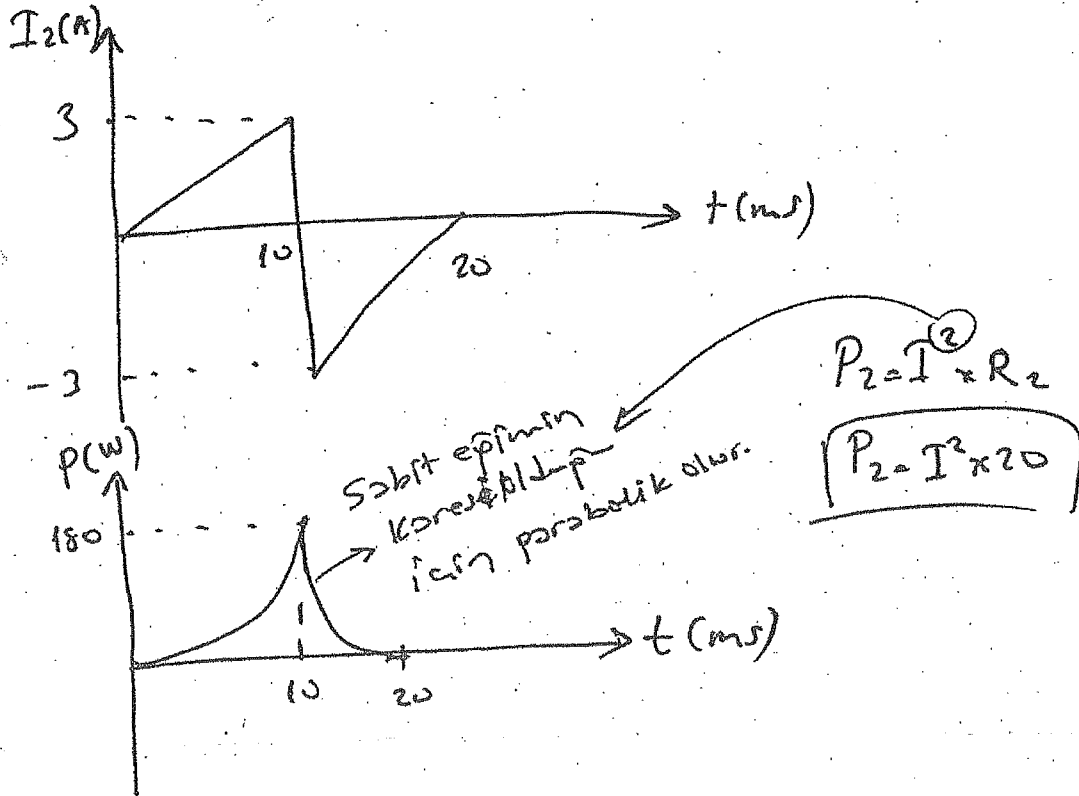
20Ω'lık dirence ile ilgili  
Okunur ve potansiyel  
Zamanla göre değişimleri  
ni şekilli görürsünüz.



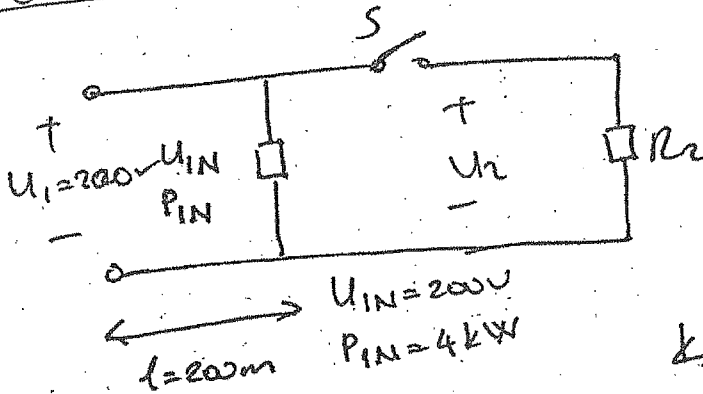
27.12.2013  
(2)

Çözüm 2:

$$I_1 = \frac{U_1}{10} \quad I_2 = \frac{30}{50} \cdot \frac{U_1}{10} = \frac{3}{50} \cdot U_1$$



Örnek 3:



Şekildeki devrede  $l$  mesafesinde  $S$  anahtarı  
200V'den %1 gerilim  
düşümü olmaktadır.  
 $S$  anahtarı kapalı iken  
kaynakta 30A çekilmekte

dir.

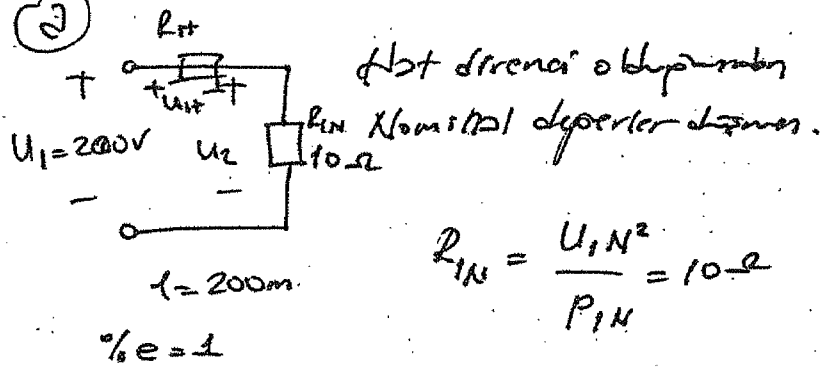
② Bakır hattın kesitini hesaplayınız.

③  $R_2$  değerini hesaplayınız.

27.12.2010  
(3)

G82cm.3:

(2)



$2l = 56$

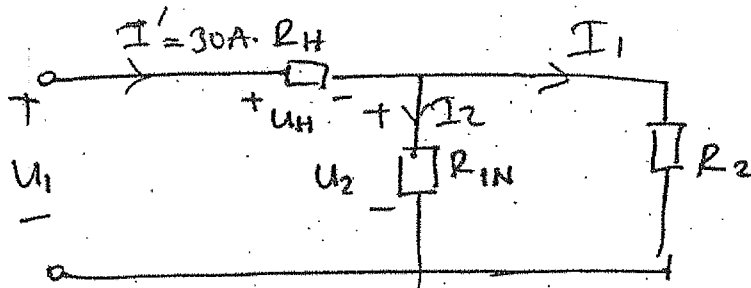
$$R_{IN} = \frac{U_{IN}^2}{P_{IN}} = 10\Omega$$

$$U_H = \frac{1}{100} \cdot U_1 = 2V. \quad U_2 = U_1 - U_H = 198V.$$

$$I = \frac{U_2}{R_{IN}} = 19.8A. \quad R_H = \frac{U_H}{I} = \frac{2}{19.8} \approx 0.1\Omega$$

$$R_H = \frac{2l}{\mathcal{A} \cdot A} \Rightarrow A = \frac{2l}{\mathcal{A} \cdot R_H} \Rightarrow A = 70.71mm^2$$

(5)



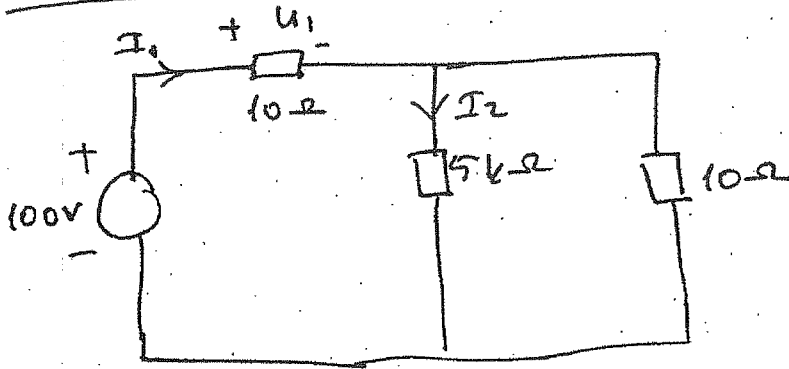
$$U_H' = I' \cdot R_H \Rightarrow U_H' = 3V. \quad U_2' = U_1 - U_H' = 197V.$$

$$I_2 = \frac{U_2'}{R_{IN}} = 19.7A. \quad \boxed{I_1 = I_2 = I} \quad I_1 = 10.3A.$$

$$R_2 = \frac{U_2'}{I_1} = 19.126\Omega$$

27.12.2010  
(4)

Soru.4:



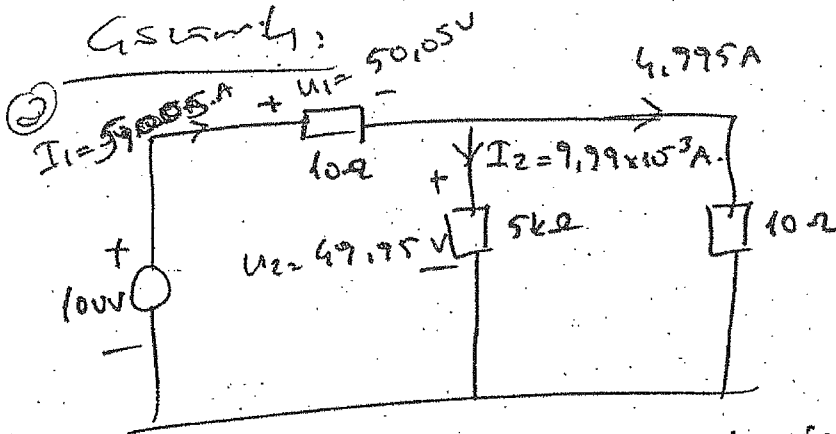
(2)  $U_1, I_1, U_2, I_2$   
değerlerini bulunuz.

(b)  $I_1$  direnci ~~4Ω~~ ve  
ölçme sınırı 20A olan

bir ampermetre ile  $I_1$ 'mi yoksa  $I_2$ 'mi daha hassas  
ölçerler kısaca açıklayınız.

(c)  $I_1$  direnci 10kΩ ve ölç. sınırı 200V. olan bir  
Voltmetre ile  $U_1$ 'mi  $U_2$ 'mi daha hassas ölçerler  
kısaca yorumlayınız

Gesamti:



(b)

$1\Omega = R_0$   
 $I_0 = 20A$

Bir ampermetrenin perillim değeri medyanı  
kullanılır. Bu nedenle ampermetre  
idare perillim değeri elementlerin  
ölçümüne etkisinin ölçülmesi daha  
hassas yapılır.

27.12.2010

(5)

(C)



$$R_0 = 10k\Omega$$

$$U_0 = 200V$$

Teorikte voltmetrenin akım  
göstermesi kabul edilir. Bu  
nedenle perillimini seçeceğiz

direncin geçireceği akımın küçük olması gerekir.

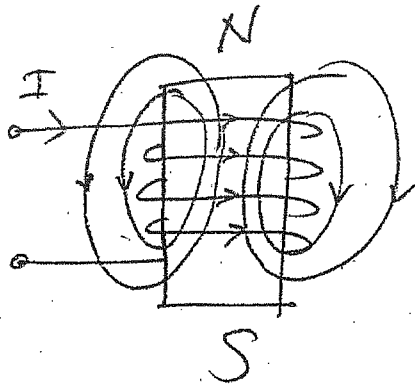
$U_1$  'i hassas seçer.

İşareti negatiftir. Buna göre mıknatıs sarımına  
doğru hareket ettirilirken şöyle bir akım akmalı ki  
bu akımın oluşturduğu manyetik alan ~~ya da~~ ~~bu~~  
~~değişiklikten~~ mıknatısın sarımına pürmesine karşı koymaya  
galişmelidir. Bu nedenle mıknatısın sarım tarafı **N**  
kutbu olur. Dolayısıyla aynı kutuplar birbirini iteceklerinden  
mıknatısı hareket ettirmek için bir kuvvet harosun.  
Harosun bu mekanik güç devreden akımın akmasını  
saptayan püstür.

Bir sarımdan geçen akım yönü bilinmiyorsa  
oluşacak manyetik akımın yönü sağ el kuralı ile  
bulunur. Bu kurala göre parmaklar akım yönüne  
gösterecek şekilde, sarımın sağ el ile kavranırsa;  
baş parmak akımın yönünü (N kutbunu) gösterir.

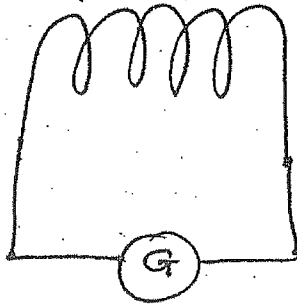
27.12.2010

(6)



İndüksiyon Bapıntısı :  
 $N, \Delta\phi$

S N



$N$  = Sıpır (sırim) sayısı  
 $\Delta\phi$  = Akı değışimi

|                                                      | $N$   | $\Delta\phi$<br>(mWb) | Gerilim Değişimi |
|------------------------------------------------------|-------|-----------------------|------------------|
| 1. Durum                                             | 1000  | 0.4                   |                  |
| Sırim sayısı 2 kat<br>arttırıldı (1. duruma<br>göre) | 2000  | 0.4                   |                  |
| Akı değışimi 2 kat<br>arttırıldı (1. duruma<br>göre) | 1.000 | 0.8                   |                  |
| Mıknatıs hızı<br>2 kat arttırılmış                   | 1000  | 0.4                   |                  |

$$|e| = -N \cdot \frac{|\Delta\phi|}{\Delta t}$$

formüldeki (-) işareti Lenz kuralını gösterir. İşaretler kullanılmaz.

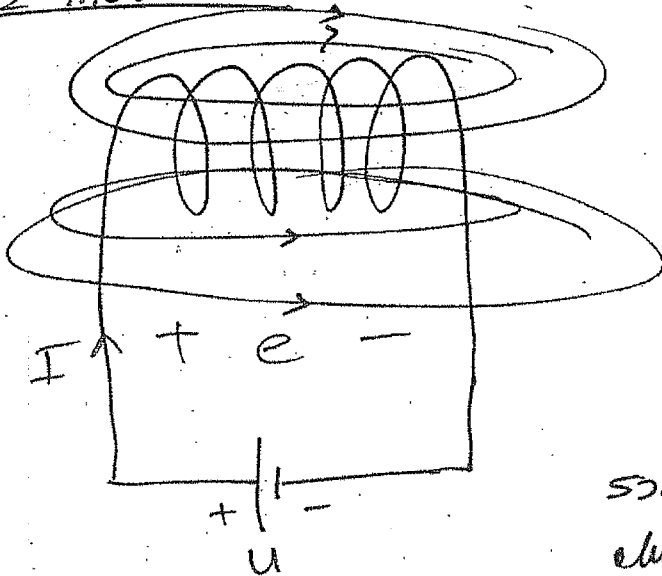
27.12.2010

⑦

$$e = -N \cdot \frac{d\phi}{dt}$$

İndüksiyon Potansiyeli (Yasası)

Ö2 İndüksiyon:



Daha önce dediğimiz gibi miknotis yardımıyla sarmada belirli bir indüksiyon

Sarmada akım geçiyor ve bu akımın etkisiyle

sarmada manyetik alan oluşmuştur. Sarmadan

geçen akım indüksiyon yoluyla değil de bir belirli kaynaklı zorlamasıyla geçerse sarmada yine manyetik alan oluşur.

Davranış akım akmaya başlayınca sarm bir manyetik alan üretecek indüksiyon yasasına göre sarm ucunda

(e) gerilimi indüklenmektedir. ve bu gerilim sarmda uyulan

(U) gerilimine karşıt yönde olur. ve akımın akmasını

önlemeye çalışır. Bu durumda Lenz kuralının tanımına

uygundur. Burada (e) gerilimi iki değeriyle neler

olan aynı sarmda üretilmektedir. bu olaya öz indüksiyon

Lenz. Akı değişimleri akım değişimleriyle  
sıfırlanıpınan dolaylı:

27.12.2010  
7

$$\boxed{e = -L \cdot \frac{dI}{dt}} \text{ olur.}$$

Burada (L) 'ye öz indüksiyon ya da indüksiyon  
Lenz. Birimi Henry (H) 'dir.

$$H = \frac{V \cdot s}{A} \Rightarrow \boxed{H = \Omega \cdot s}$$

$$\frac{kg \cdot m^2}{A^2 \cdot s^2}$$

Akım ile Akı Arasındaki İlişki:

$$e = -N \frac{d\phi}{dt} = -L \cdot \frac{dI}{dt}$$

$$\int_0^{\phi} N d\phi = \int_0^I L dI$$

$$N\phi = L \cdot I$$

$$\phi = \frac{L}{N} \cdot I$$

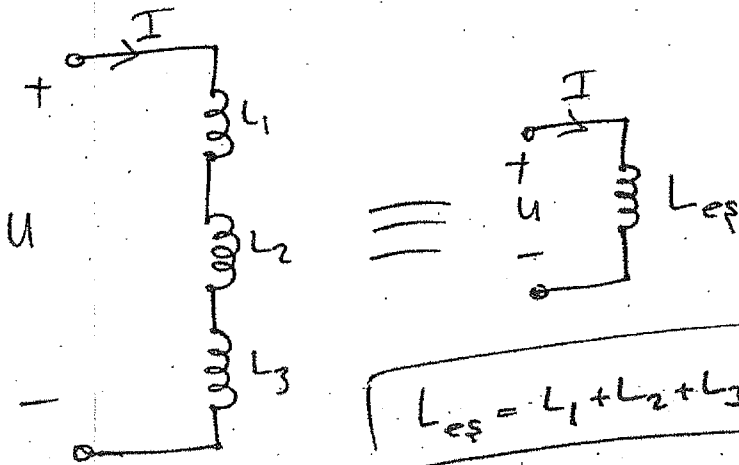
L ve N sabit olduğundan

$$\frac{L}{N} = K \text{ diyelim:}$$

$$\boxed{\phi = K \cdot I}$$

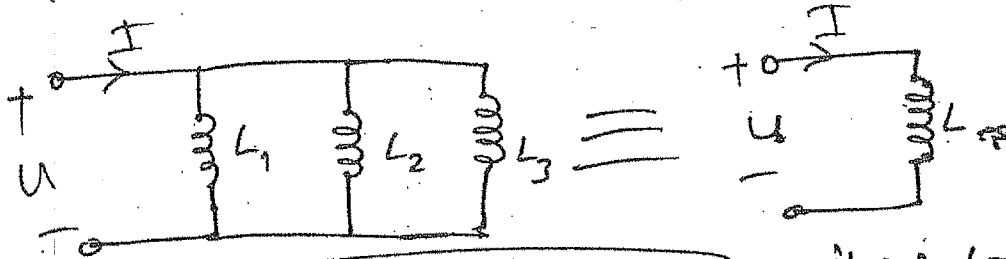
22.12.2010  
8

## İndüktansların Seri Bağlanması:



$$L_{eq} = L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n$$

## İndüktansların Paralel Bağlanması:

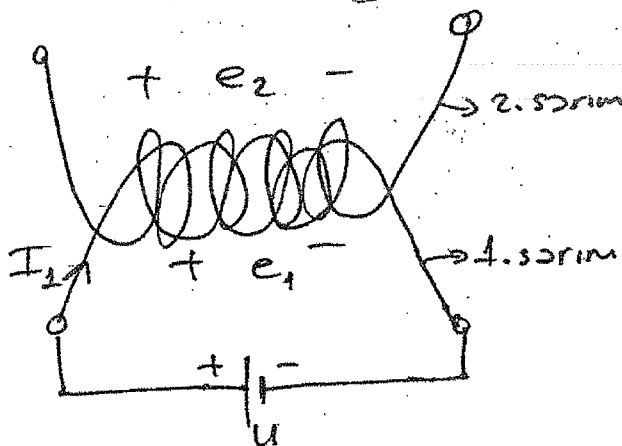


$$\frac{1}{L_{eq}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \dots + \frac{1}{L_n}$$

İki indüktans  
VDSİ:

$$L_{eq} = \frac{L_1 \cdot L_2}{L_1 + L_2}$$

## Ortak İndüktans:



1. sarmın üzerine 2. sarm sarılırsa 1. sarmın oluşturduğu  $\Delta\Phi$  okı tepişirliği, 2. sarmda  $e_2$  periliğini indükler.

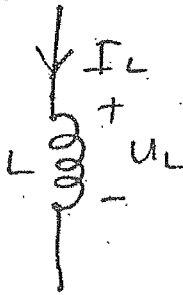
$$e_2 = M_{12} \frac{dI_1}{dt}$$

$M$  = Ortak indüksiyon  
Birim: Henry (H)

$\Phi_{12}$  = Her iki sarmdan geçen ortak okı

$$M_{12} = N_2 \cdot \frac{\Phi_{12}}{I_1}$$

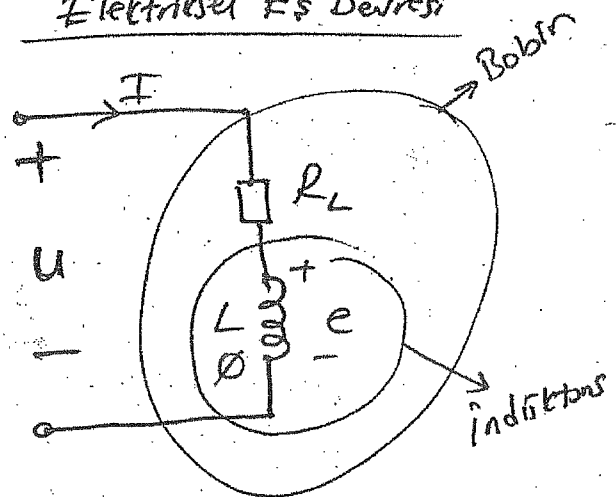
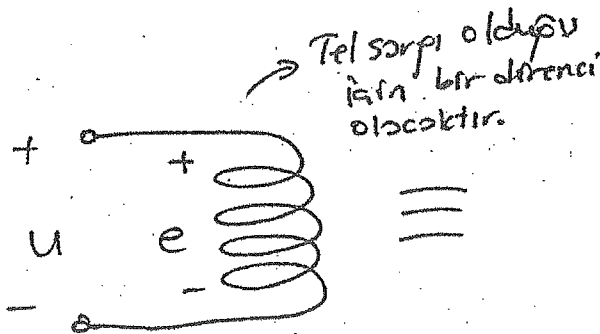
İndüksiyonun Tanımı Bsp1 is



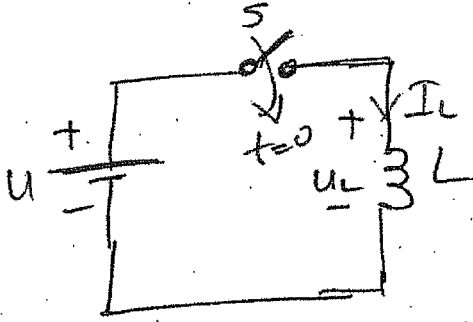
$$U_L = L \cdot \frac{dI_L}{dt}$$

$$I_L = \frac{1}{L} \cdot \int U_L \cdot dt$$

Elektriksel Es Devresi

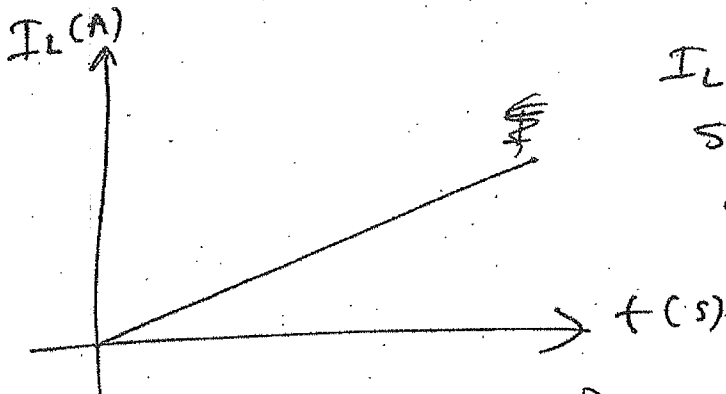
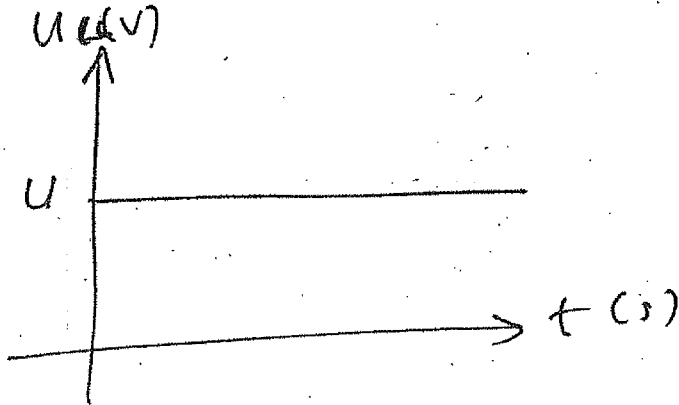


27.10.2020  
10



$t=0$ 'da S kapatılıyor.

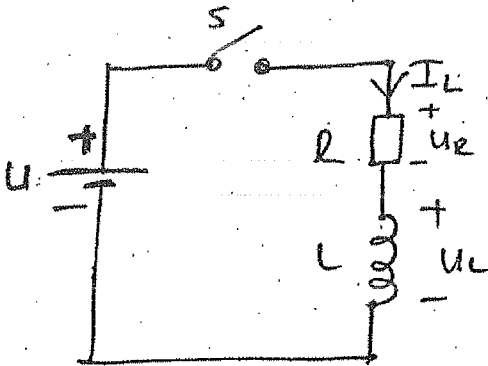
$U_L, I_L$ 'yi zamana göre çiziniz



$$I_L = \frac{1}{L} \int U_L \cdot dt$$

Sabitin integrali sabit  
eğimli olur.

İndüktansın D.A. İbki Durumu



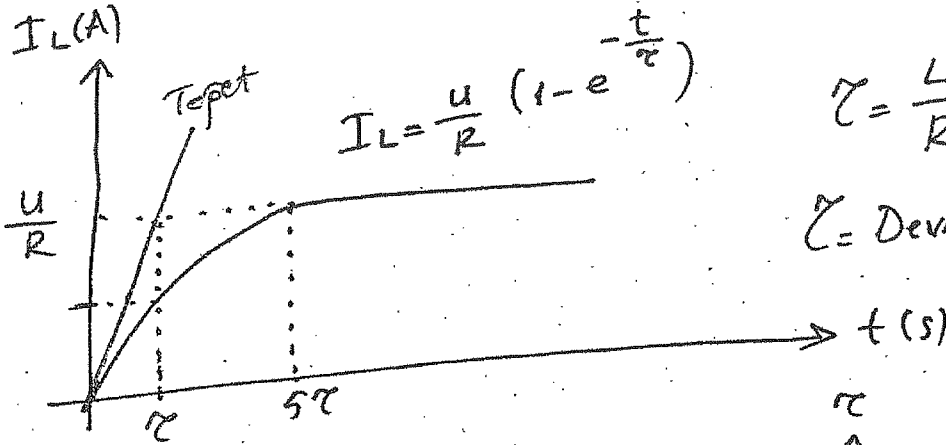
$t=0$ 'da S kapatılırsa:

$$U_R + U_L = U$$

$$R \cdot I_L + L \cdot \frac{dI_L}{dt} = U$$

27.12.2010

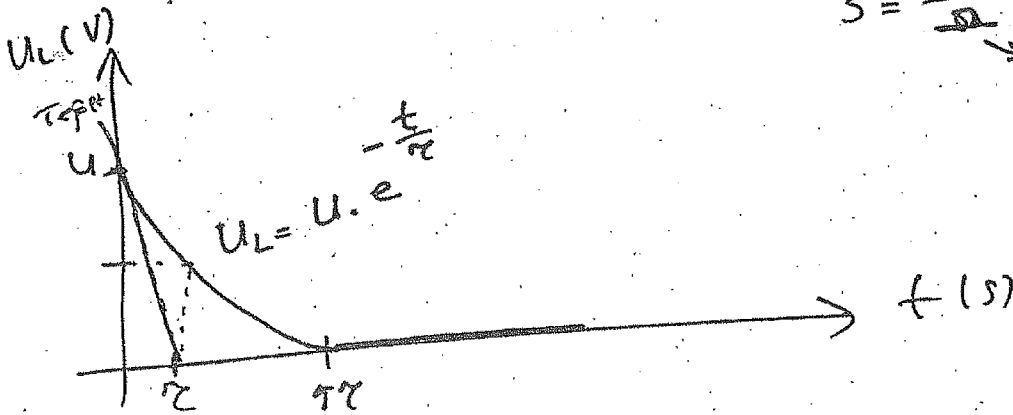
11



$$\tau = \frac{L}{R}$$

$\tau$  = Devrenme zamanı (s)

$$\tau = \frac{L}{R} = \frac{5 \cdot 2}{20} = 0.5 \text{ s}$$



Gesiri durum (hol)      Saklı hol

$$U_L = L \cdot \frac{dI_L}{dt}$$

$$U_L = U - R \cdot I_L$$

$t=0$ 'da  $R \cdot I_L = 0$  olur.  $U_L = U$

$t = \tau$ 'da

$t = 5\tau$ 'da  $R \cdot I_L = U$  olur.  $U_L = 0$

NOT:

Induktans D.A.'da sacıklı holde kışkırtma özelliği gösterir.

## İndüktörde Biriken Manyetik Enerji

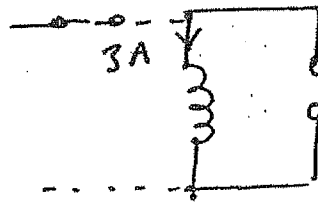
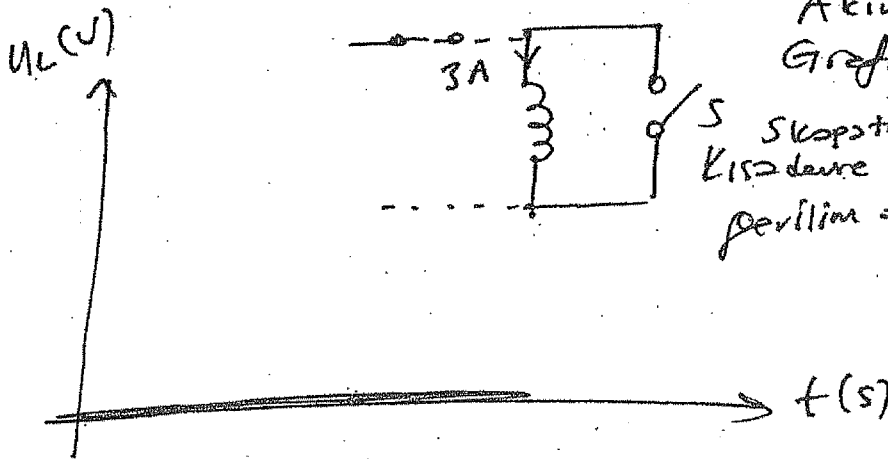
27.12.2010

12

İndüksiyon manyetik enerji depolayan bir elementtir.

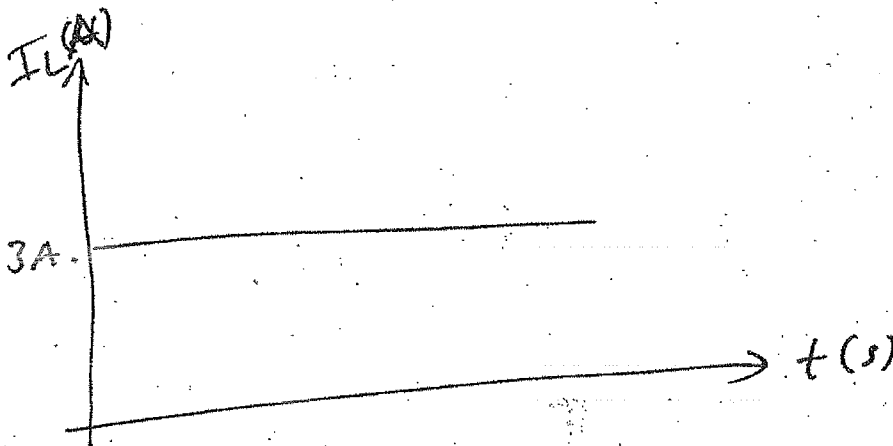
$$E_m = \int U_L \cdot I_L \cdot dt = \int \left( -L \frac{dI_L}{dt} \right) \cdot I_L \cdot dt$$

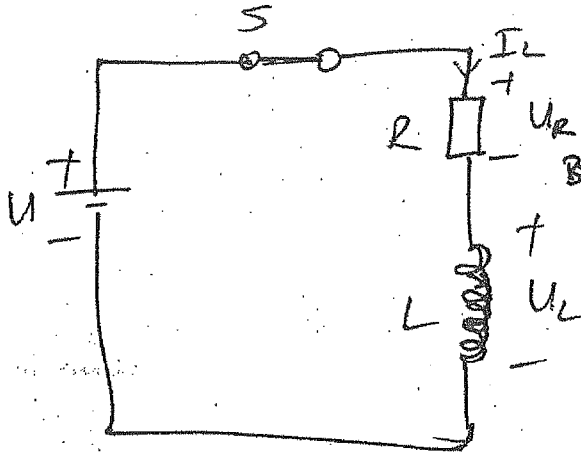
$$= - \int_0^{I_L} L I_L dI_L \Rightarrow \boxed{E_m = - \frac{1}{2} \cdot L \cdot I_L^2}$$



Akım - Gerilim  
Grafiği

Skapstıldığında  
Kısa devre olduğundan  
gerilim = 0 olur.



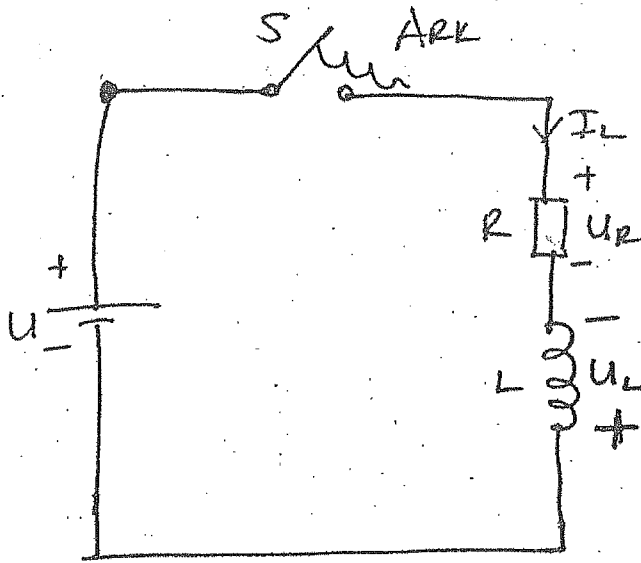
İndüktansın Devreden Gikortılması

S anahtarı açılırsa  
indüksiyon polaritesini değiştirir ve yüksek  
gerilimlere ulaşır ve enerjiyi ısıya dönüştürür.  
Böylece anahtar ucunda

kısa süreli 2rk (kıvılcım)  
pazlanır. Oluşan 2rk  
anahtarın yapısına bağlıdır.

Eğer anahtar devreyi kısa  
sürede kesebiliyor ise daha

kuvvetli 2rk oluşur.



Akım azalmaya  
başlayınca  $\frac{dI}{dt}$

(-) işaretli olur. ve

$U_L$  yön değişir.

Daha fazla kaynak gerilimi

mine eklenerek akımın azalmasına karşı koymaya  
galişir.

Devre kısa sürede açılırsa okunabilir hızlı değişim nedeniyle  
indüklenen gerilim de büyük olur. Ve anahtar ucunda  
2rk oluşur. Böylece akımın 2rk üzerinden bir süre  
daha akması sağlanır.

Sonuç:

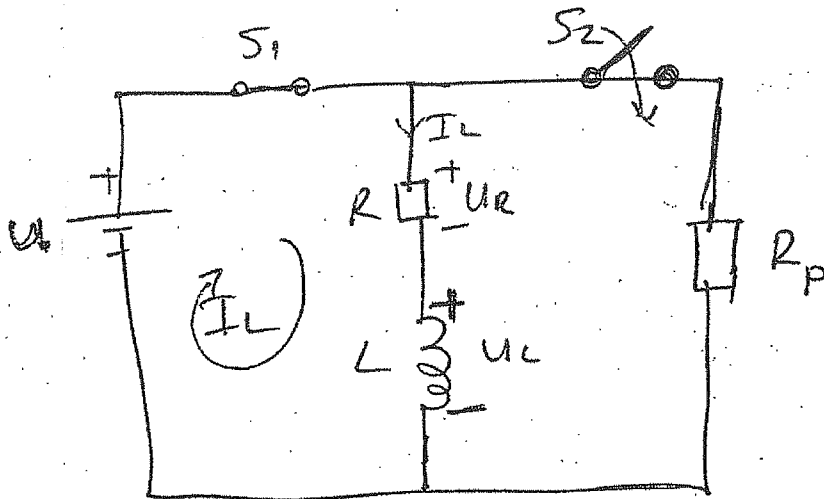
Bir indüktansın geçen akım  $\propto$  0 olmaz. Bu yapılmak istense bile indüktans akımın belirli bir eylemi 0 olması için perillimini ters çevirerek devresindeki elemanların yapısına göre gerekirse yüksek perillim değerlerine sıkıştırılır.

İndüktansı büyük olan bir sarım devreden sıkıştırılarak önlem alınmaz ise anahtar uçlarında oluşacak ark anahtarı tahrip edebilir. Eğer anahtar ani kesilebilir ise sarımda oluşacak yüksek perillim sarımın tahrip olmasına neden olabilir.

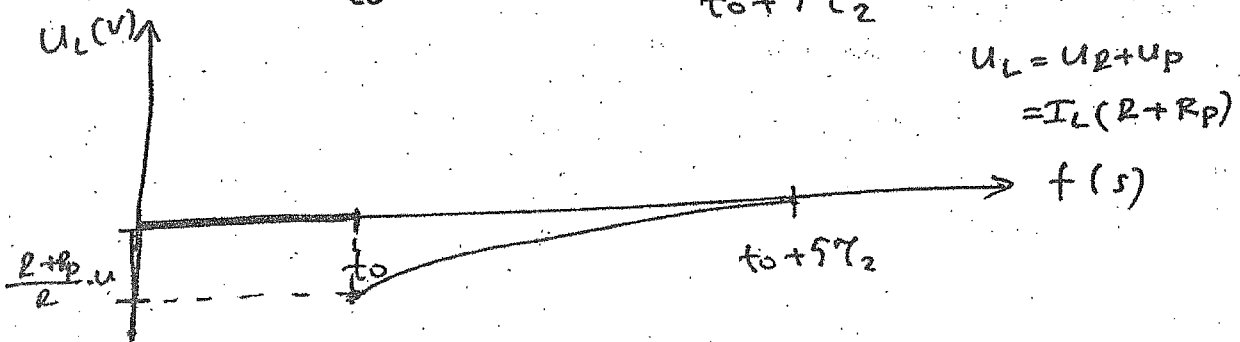
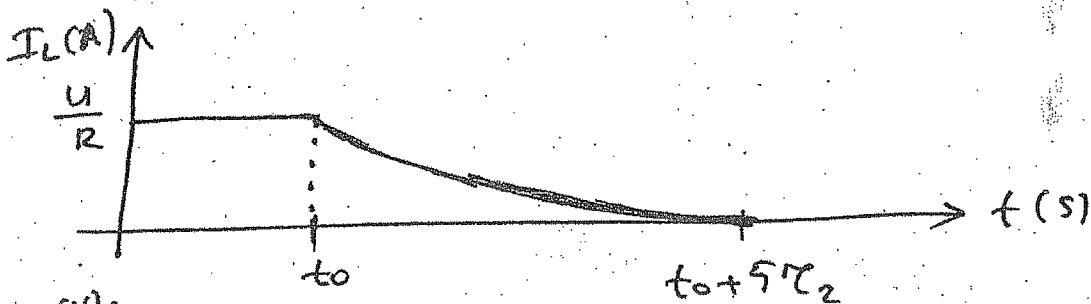
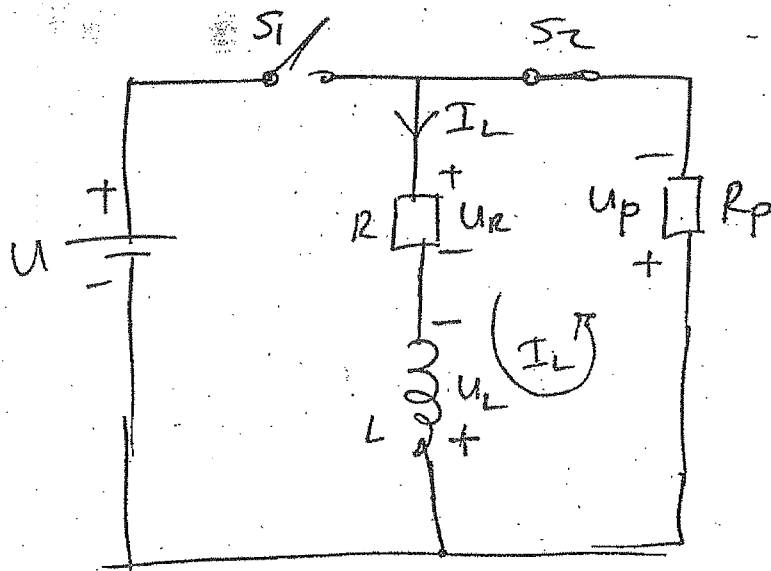
İndüktans devreden sıkıştırılarak kendisine paralel bir direnç bağlanarak akımının bir süre daha akması sağlanır. Yani biriktirip den manyetik enerjinin 0 olması sağlanır. Uygulamada (Güç Elektronik Devrelerinde) indüktansın devreden sıkıştırılmasında direnç yerine çok daha modern elemanlar (yarı iletken elemanlar) kullanılır.

Motor = İndüktansı çok büyük olan elemanlardır.

27.12.2020  
15



$t = t_0$  'da  
Önce  $S_2$  kapatılır  
sonra  $S_1$  açılır.



27.12.2019

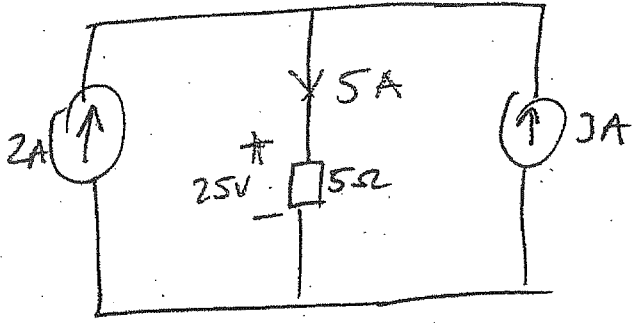
16

Sonuç:

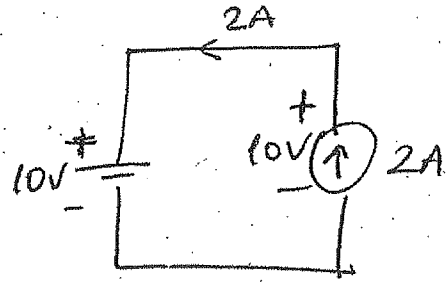
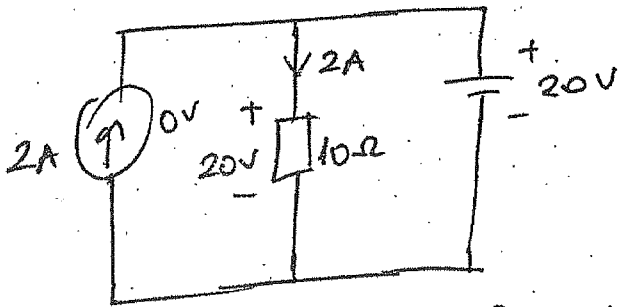
İndüktansın geçen akım herhangi bir değere aniden sıfıra yapamaz. Sıfıra ancak  $\frac{di}{dt}$  oranının  $\infty$  olmasıyla mümkündür. Bu da teknik olarak imkânsızdır.

16.12.2010

5

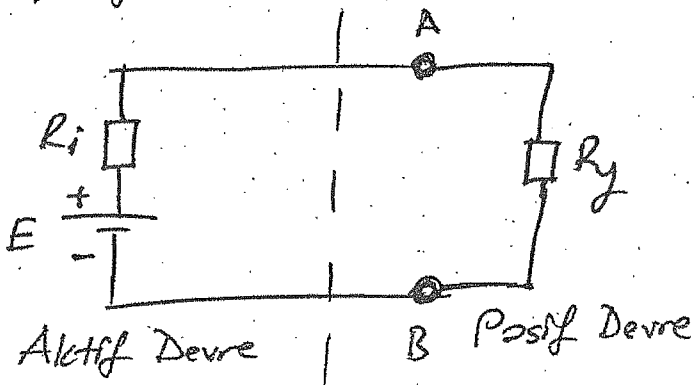


uygundur. Öhr.



### Aktif ve Pasif Devreler

İki bağlantı ucu bulunan elemanlara 2-uculu eleman; devrelere de 2-uculu (1 koplu) devre denir. 2-uculu devre içerisinde bir enerji kaynağı varsa bu devreler dış devreye enerji aktarabileceklerinden aktif devre denir. Karşısında enerji kaynağı bulunmayan devrelere de pasif devre denir.



16.12.2010  
6

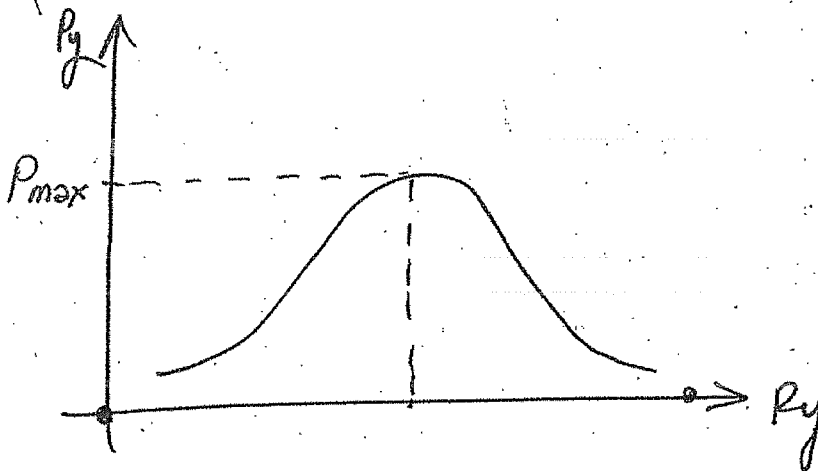
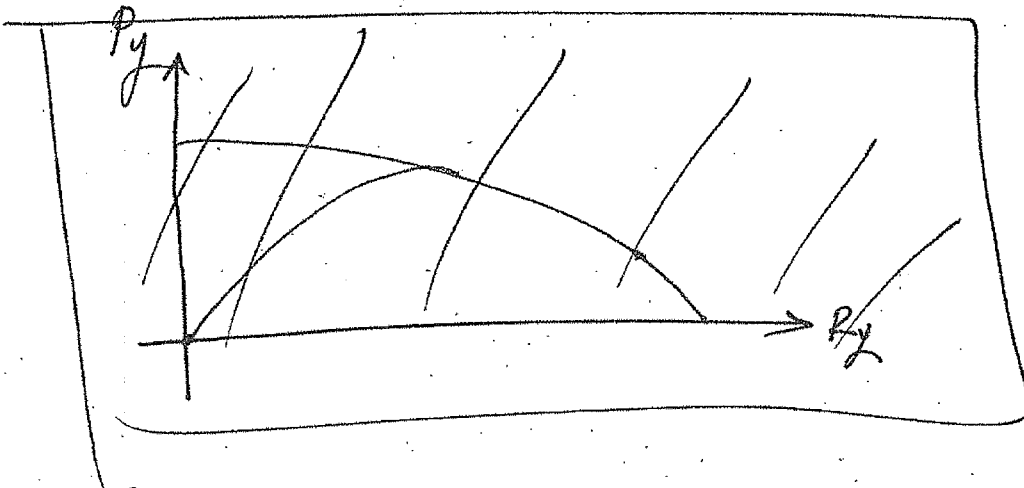
Dış devreye ( $R_y$ ) aktarılan güçün maksimum olması için:

$$U = E - I \cdot R_i$$

$$I = \frac{E}{R_i + R_y}$$

$$P_y = I^2 \cdot R_y$$

$$P_y = \frac{E^2}{(R_i + R_y)^2} \cdot R_y$$



16.12.2013  
7

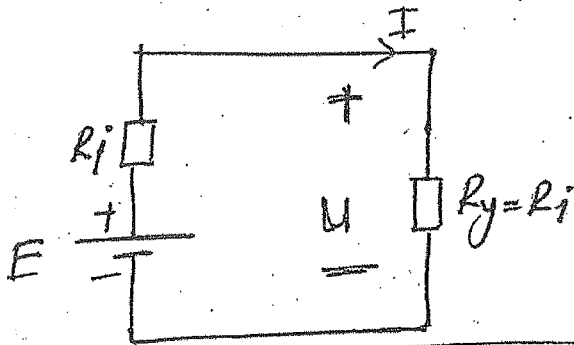
Hangi  $R_y$  değerinde  $P_{max}$  olmaktadır?

$$\frac{dP_y}{dR_y} = 0 \Rightarrow R_i - R_y = 0 \Rightarrow \boxed{R_i = R_y}$$

~~$$(E^2) \cdot (R_i + R_y)^2 - (E^2 \cdot R_y) \cdot (R_i + R_y)^4 = 0$$~~

~~$$\left(\frac{a}{b}\right)' = \frac{(a' \cdot b) - (a \cdot b')}{b^2}$$~~

Yük direnci kaynağın iç direncine eşit olursa dış devreye maksimum güç aktarılır.



$$U = \frac{E}{2}$$

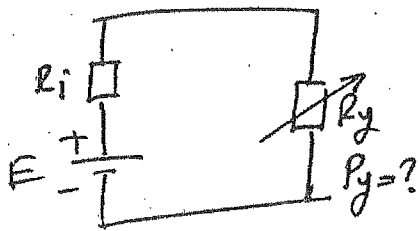
$$I = \frac{E}{2 \cdot R_i}$$

$$\boxed{P_{max} = U \cdot I = \frac{U^2}{R_i} = I^2 \cdot R_i = \frac{E^2}{4 \cdot R_i}} \quad \begin{array}{l} \text{Maksimum Güç} \\ \text{Teoremi} \end{array}$$

ÖDEV:

$E = 100V$   $R_i = 5\Omega$   $R_y = 1, 3, 5, 10, 20, 100$   
1k $\Omega$  değerleri

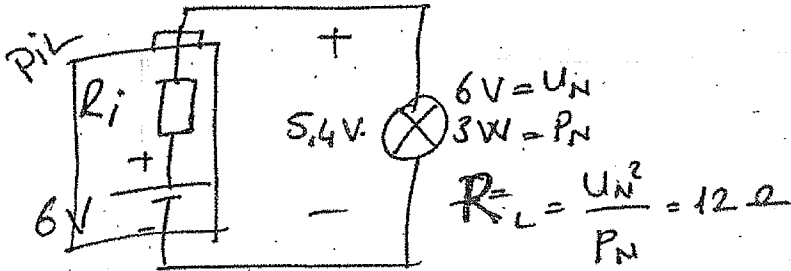
için  $P_y$ 'yi bulunuz.



16.12.2012

Örnek:

Nominal değerleri 6V, 3W olan bir lamba EMK'sı 6V. olan bir pile bağlandığında pillin ucundaki gerilim 5,4 V.'a düşmektedir. Bu durumda lambada harcanan güç ve pillin verebileceği güç hesaplayınız.

Çözüm:

$$P_L = \frac{5,4^2}{12} = 2,43 \text{ W.}$$

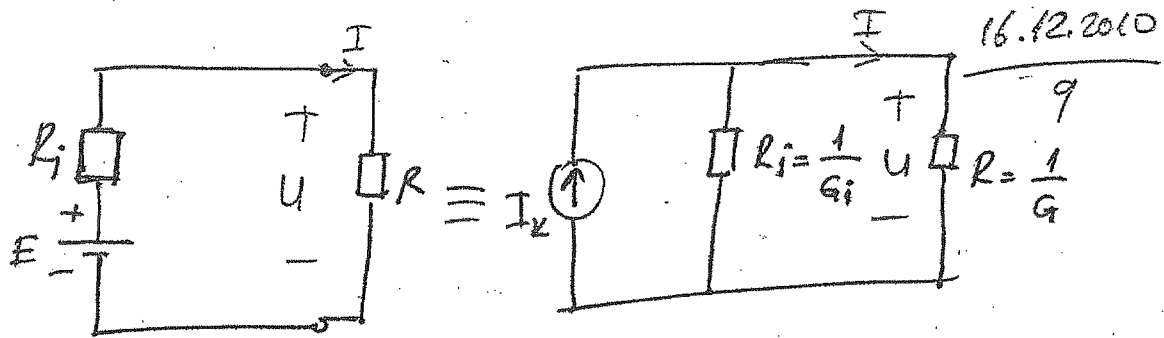
$$I = \frac{5,4}{12} = 0,45 \text{ A.}$$

$$R_i = \frac{0,6 \text{ V}}{0,45 \text{ A}} = 1,33 \Omega$$

$$P_{\max} = \frac{E^2}{4 \cdot R_i} = \frac{6^2}{4 \cdot 1,33} \Rightarrow P_{\max} = 6,75 \text{ W}$$

EŞDEĞER GERİLİM DEVRESİ (THEVENİN EŞDEĞERİ) VE  
" AKIM " (NORTON " )

Bir kaynağın eşdeğer devresi EMK'nin varlığından yola çıkılarak oluşturulmuştur. Bu EMK'nin yerine sabit bir akım kaynağının varlığından yola çıkılarak akım eşdeğer devresini elde etmek mümkündür.



$$E = I \cdot R_i + I \cdot R \longleftrightarrow I_k = U \cdot G_i + U \cdot G$$

$$R = \infty \Rightarrow I = 0, U = E \longleftrightarrow R = 0 \Rightarrow U = 0, I = I_k$$

$$R = 0 \Rightarrow I = \frac{E}{R_i}, U = 0 \longleftrightarrow R = \infty \Rightarrow I = 0, U = \frac{I_k}{G_i}$$

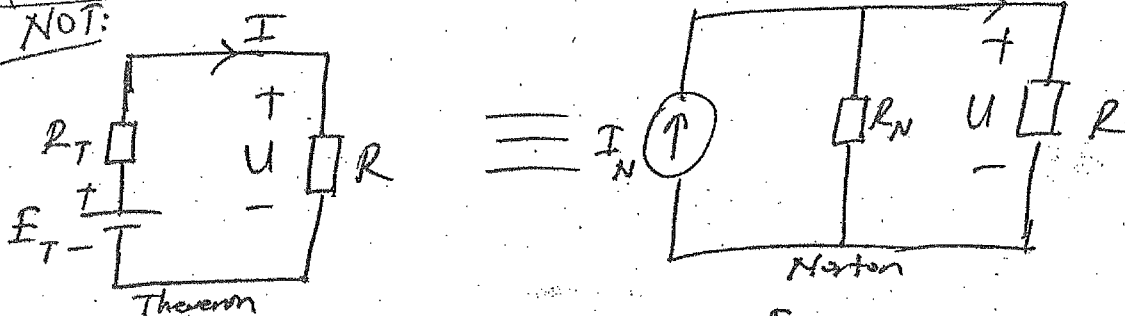
$$0 < R < \infty$$

$$I = \frac{E}{R_i + R}, U = I \cdot R \longleftrightarrow U = \frac{I_k}{G_i + G}, I = U \cdot G$$

$R = \infty$  - Açık Devre

$R = 0$  Kısa Devre.

NOT:



$$E_T, R_T \longrightarrow I_N = \frac{E_T}{R_T}, R_N = R_T$$

$$E_T = I_N \cdot R_N, R_T = R_N \longleftrightarrow I_N, R_N$$

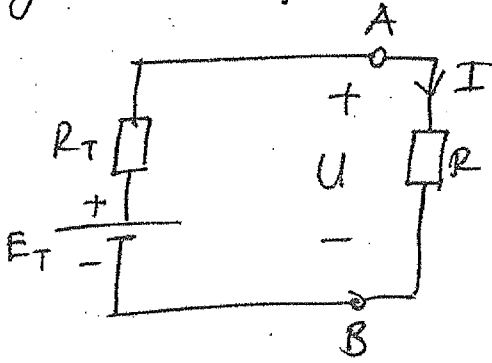
16.12.2010

10

Eşdeğer perillim devresi ile eşdeğer  
akım devresinin birbirine eşdeğer olması aynı  
yükte verilecek bağlantıların sağlanması gerekir.

### Thevenin Teoremi:

Bu teoremle bir devrede herhangi iki nokta arasında  
içkin karmaşık alt devre çok daha basit olan eşdeğer  
perillim kaynağına dönüştürülür.



### $R_T$ 'nin Hesabı:

Devredeki kaynaklar devre dışı edilir,  $R$  devresinde  
gıkartılır, bosta kalan A-B uçları arasında ölçülen yada  
hesaplanan eşdeğer dirençtir.

### $E_T$ 'nin Hesabı:

$R$  devresinden gıkartılır. Bosta kalan A-B uçları  
arasında ölçülen yada hesaplanan perillimdir.

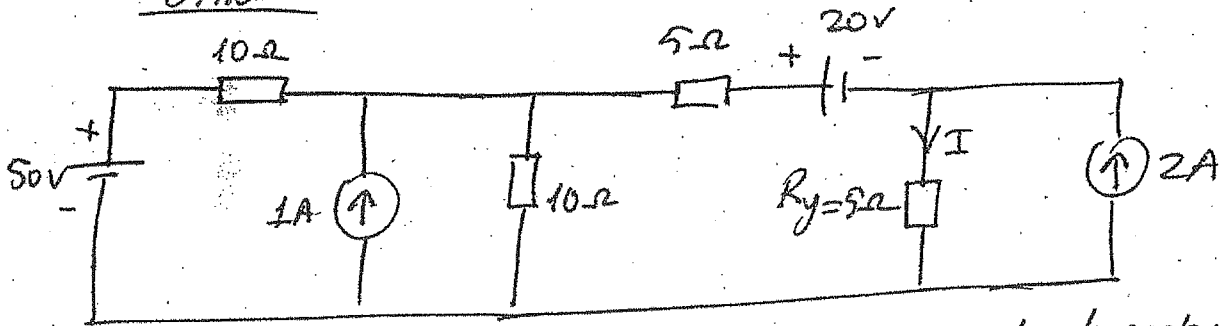
16.12.2010

11

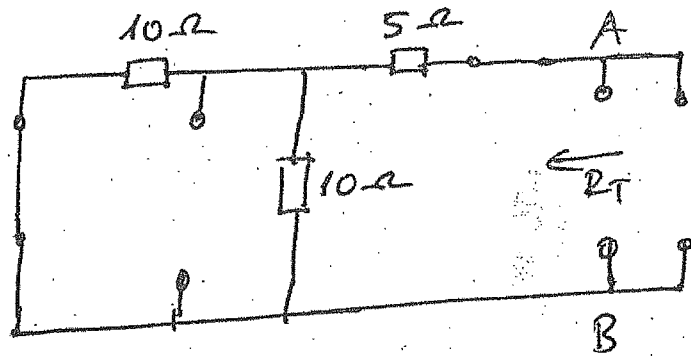
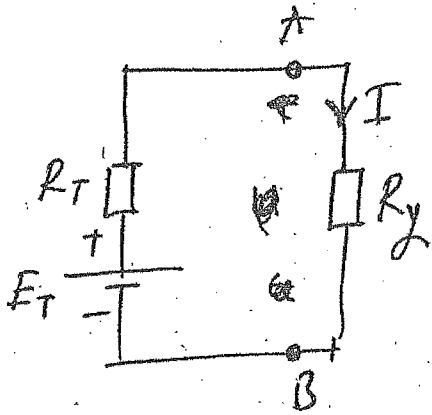
Not:

Kaynaklar devre dışı bırakılarak elemanları

1) kabul edilir. Yani verilen kaynakları kuvvetli elemanı ile, aynı kaynağı da aynı devre elemanı ile yer değiştirir.

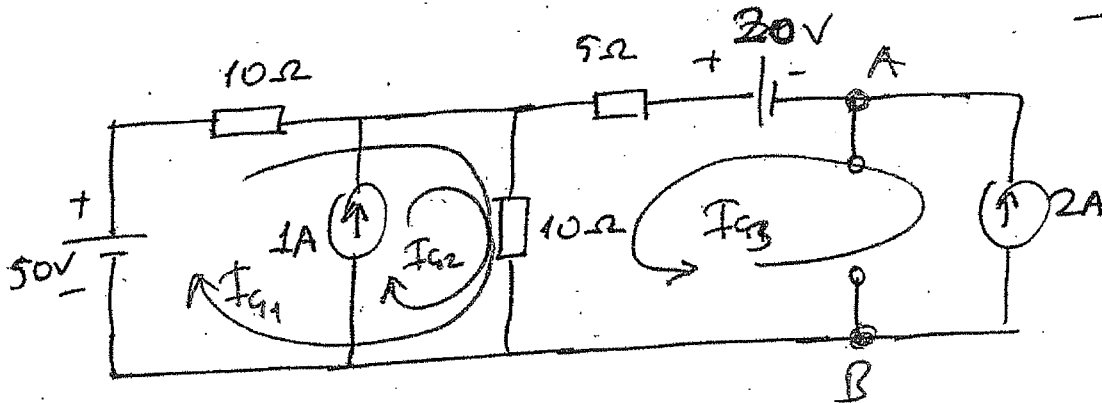
Örnek:

$R_L$ 'den geçen akımı Thevenin Teoremiyle hesaplıyoruz.

Çözüm:

$$R_T = 10 \Omega$$

16.12.2010  
12



$$(10+10) \cdot I_{g1} + 10I_{g2} + 10I_{g3} = 50$$

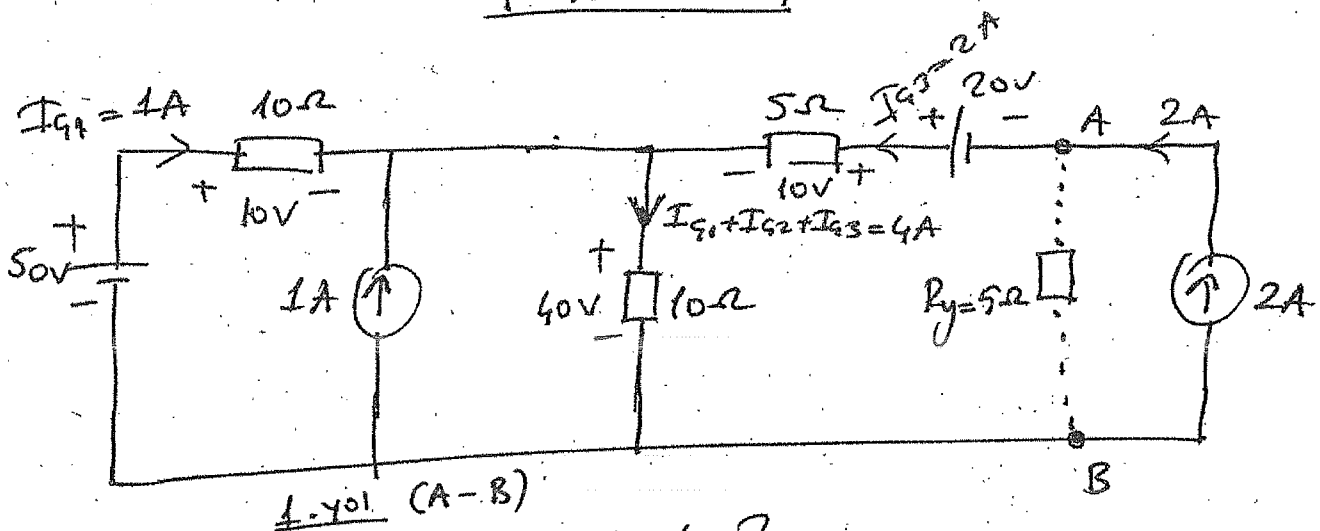
$$20I_{g1} + 10I_{g2} + 10I_{g3} = 50 \dots \textcircled{1}$$

Ek denklemi:

$$\textcircled{2} \dots \boxed{I_{g2} = 1A}$$

$$\textcircled{3} \dots \boxed{I_{g3} = 2A}$$

Yerine yazarsak:  $\boxed{I_{g1} = 1A}$



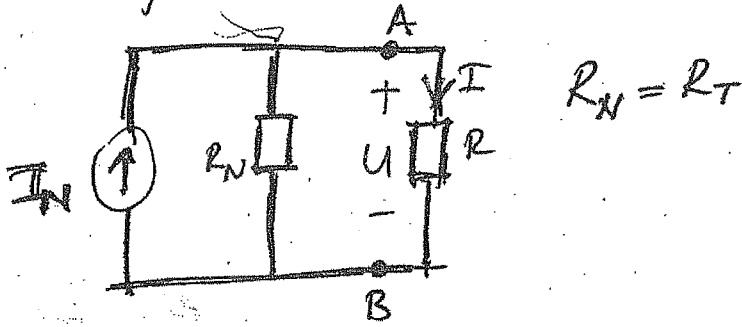
$$E_T = \frac{1 \cdot 40}{1} (A-B) \quad \left. \begin{array}{l} E_T = -20 + 10 + 40 = 30V \\ E_T = \frac{2 \cdot 40}{1} (A-B) \\ E_T = -20 + 10 - 10 + 50 = 30V \end{array} \right\} E_T = 30V //$$

$$E_T = 30V //$$

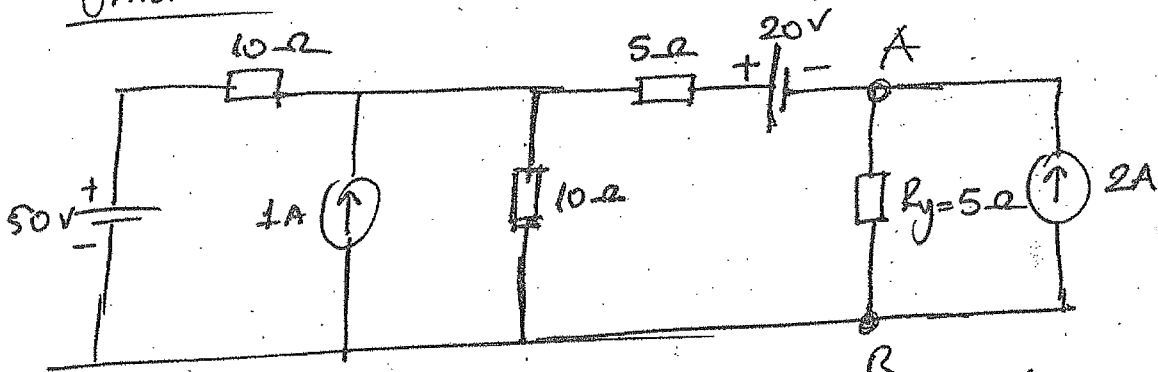
$$I = \frac{E_T}{R_T + R_y} = \frac{30}{10 + 5} = 2A //$$

Norton Teoremi

Bu teorem ile bir devrede herhangi iki nokta arasına ilişkin karmaşık devre çok daha basit olan eşdeğer akım kaynağına dönüştürülür.

 $I_N$ 'nin Hesabı:

$R$  devreden çıkartılır, başta kabı  $A-B$  uçları kısadevre edilir. Bu kısadevreden geçen akım  $I_N$ 'dir.

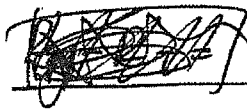
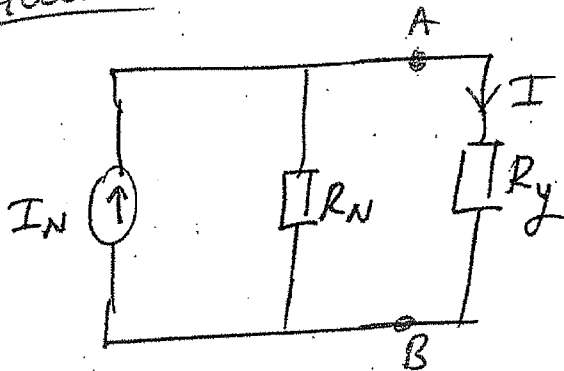
Örnek:

$R_y$ 'den geçen akımı Norton Teoremiyle hesaplayın.

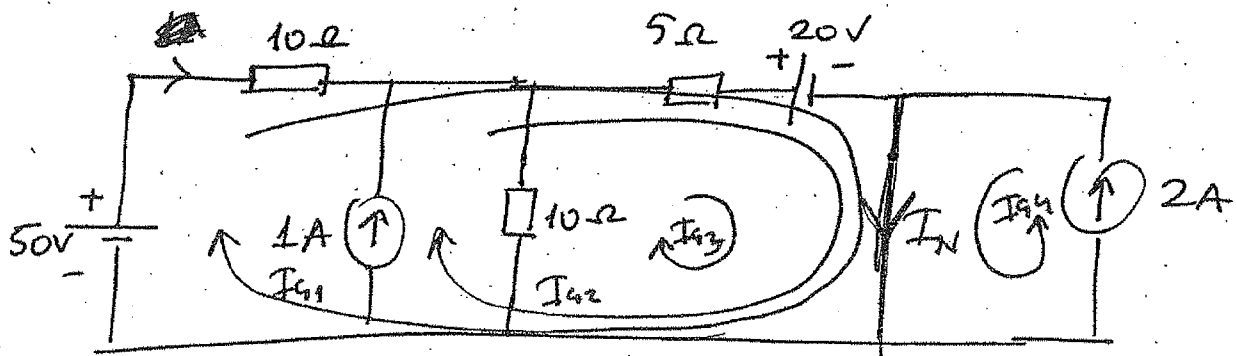
16.12.2010

14

Сделай:



$$R_N = R_T = 5 \Omega$$



$$I_{g4} = 2A \quad I_{g2} = 1A.$$

$$15 I_{g1} + 5 I_{g2} + 5 I_{g3} = 50 - 20$$

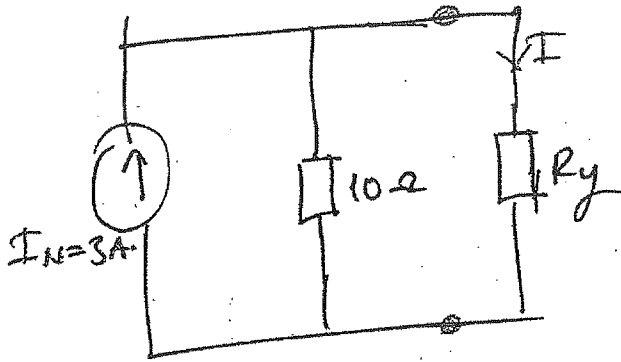
$$15 I_{g3} + 5 I_{g2} + 5 I_{g1} = -20$$

$$\begin{cases} 15 I_{g1} + 5 I_{g3} = 25 \\ 5 I_{g1} + 15 I_{g3} = -25 \end{cases} \quad \begin{cases} I_{g1} = 2.5A \\ I_{g3} = -2.5A. \end{cases}$$

$$I_N = I_{g1} + I_{g2} + I_{g3} + I_{g4} = 3A.$$

16.12.2015

(15)



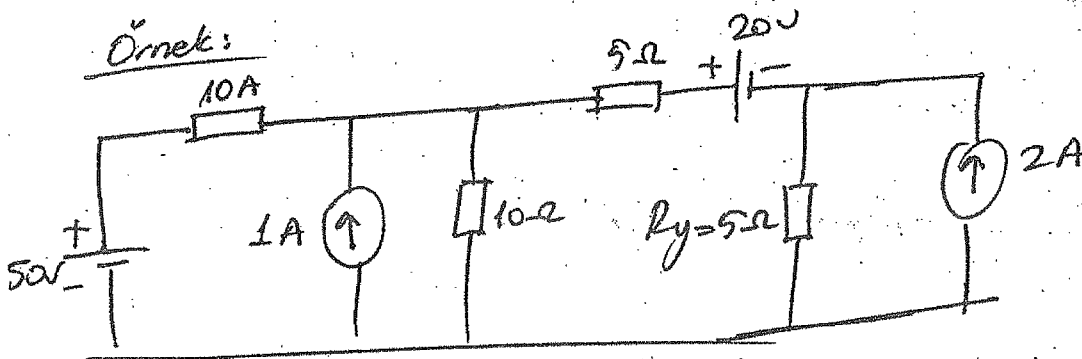
$$I = \frac{R_N}{R_N + R_y} \cdot I_N = \frac{10}{15} \cdot 3 = 2A.$$

Devreyi 3. bir yolla çözelim:

Kaynak Dönüşümü İle Devre Çözümü

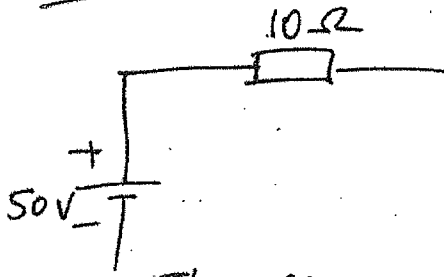
Bu yöntemle devre çözümü yapılırken devredeki Thevenin eşdeğerleri ve Norton eşdeğerleri birbirine dönüştürülerek mümkün olan en basit hale indirgenir ve çözüm yapılır. Bu yöntemde istenilen elemana ilişkin akım ya da gerilim bulunurken bu elemana en uzak yerlerden başlayarak indirgeme yapılır. Bu yöntemin en büyük dezavantajı bazı durumlarda çözüme gidilemeye ulaşılmamasıdır.

Örnek:



$R_y$ 'de geçen akımı kaynak dönüşümü yöntemiyle bulunuruz.

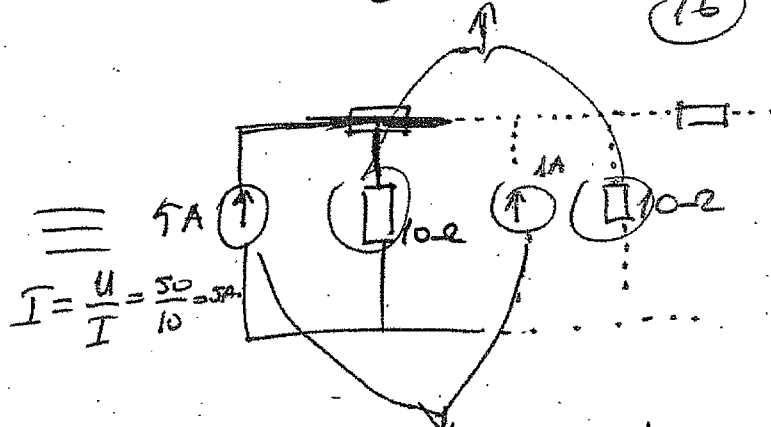
Cözüm:



Thevenin  
Esdeğeri

$$P_{\text{Esdeğer}} = 5 \times 16.12.2010$$

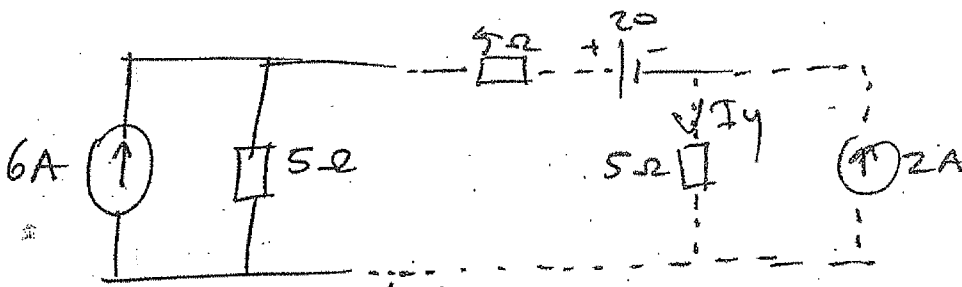
(16)



$$I = \frac{U}{R} = \frac{50}{10} = 5A$$

Esdeğer akımı  
kaynağı = 6 A.

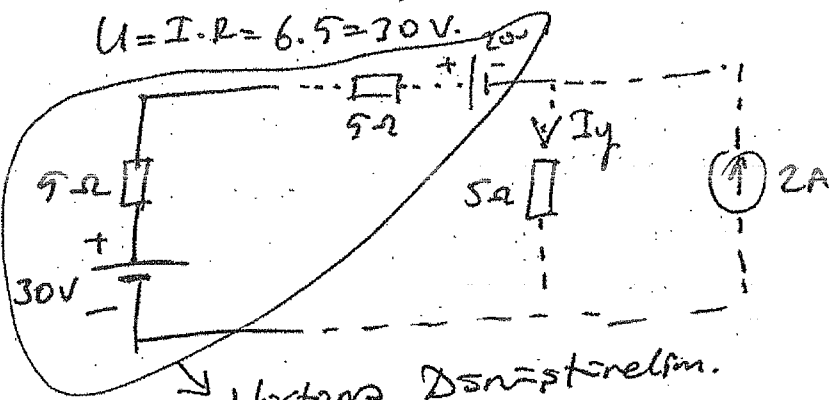
Yeni Hali:



Norton Esdeğeri

Thevenin eşdeğerine çevirirsek:

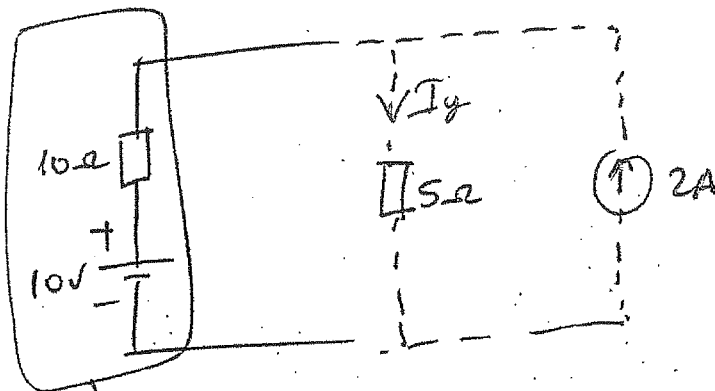
$$U = I \cdot R = 6.5 = 30V$$



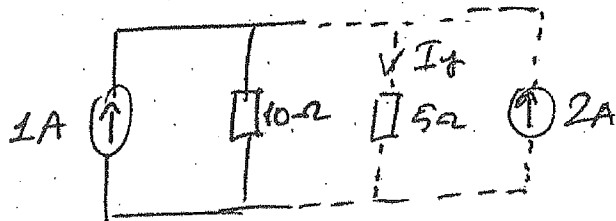
Norton's Deneyi.

16.12.2020

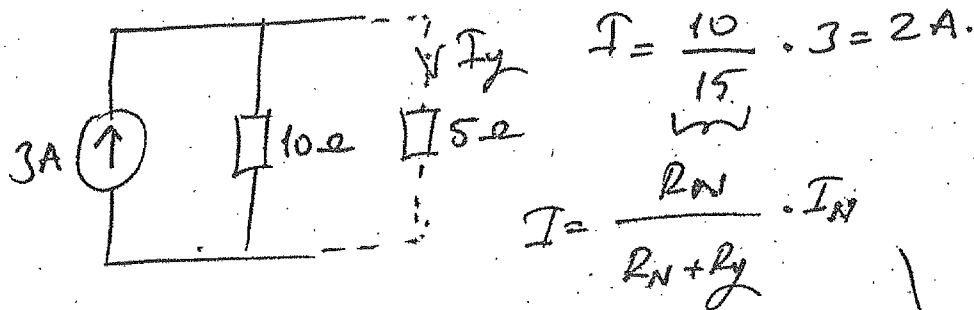
17



Nortona dönüştürülür:



Akım kaynakları paralel, eşdeğer akım 3A

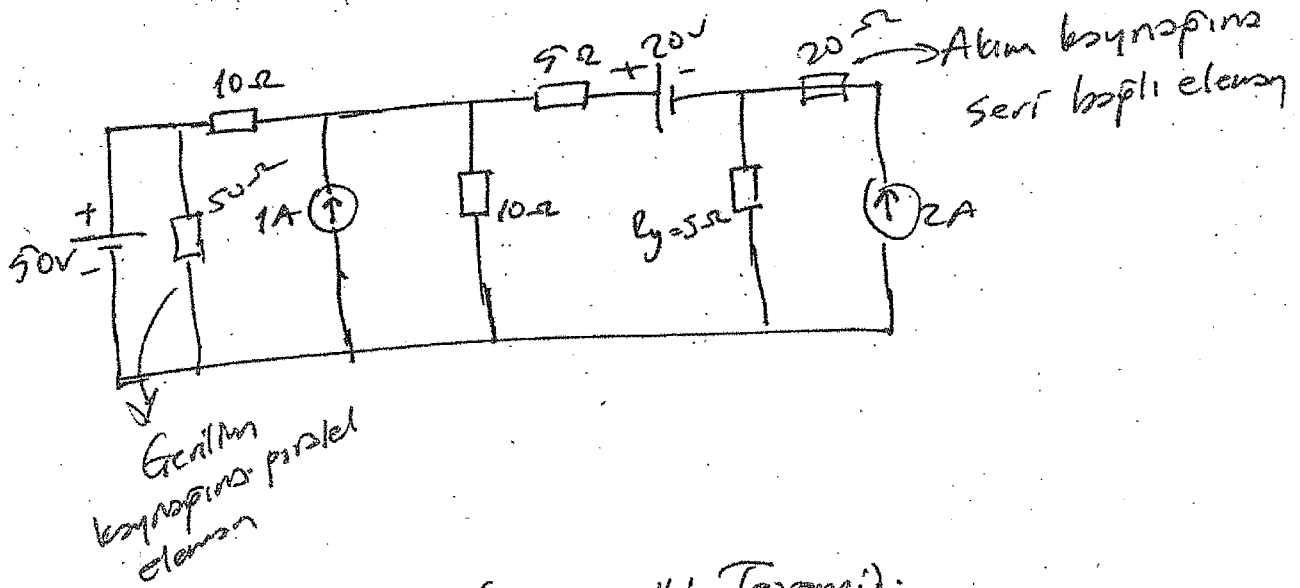


$$I = \frac{10}{15} \cdot 3 = 2A$$

$$I = \frac{R_N}{R_N + R_y} \cdot I_N$$

Not:

Theremin ve Norton teoremleri uygulanırken gerilim kaynaklarına paralel, akım kaynaklarına da seri bağlı elemanların etkisi olmaz.

Süperpozisyon (Toplamsallık Teoremi):

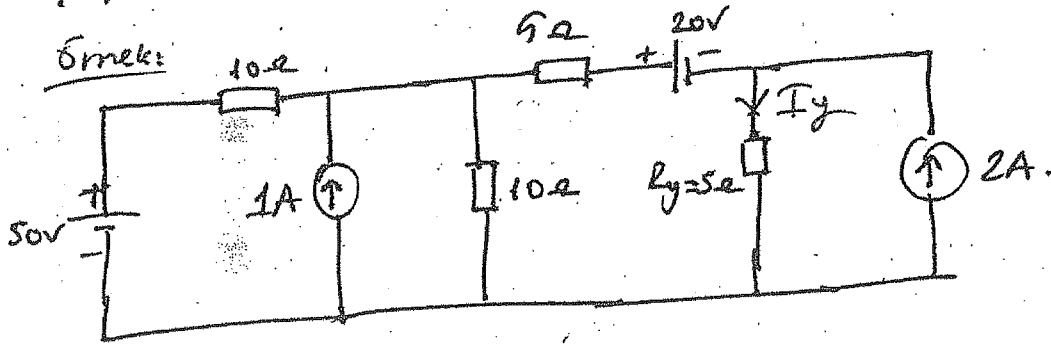
Devrede 2 yada daha fazla kaynak varsa bu devrenin çözümünde süperpozisyon teoreminin kullanımı kolaylık sağlar. Çünkü bu teoremle çözüm yapılırken kaynaklardan bir tanesi devrede bırakılır. Diğer tüm kaynaklar devre dışı edilir. Dolayısıyla her defasında tek kaynaklı devre oluşur. Süperpozisyon teoreminde kaynaklar teker teker devrede bırakılırken diğer tüm kaynaklar devre dışı edilerek herhangi bir elemana ilişkin akım hesaplanır. Herbir kaynağın oluşturduğu akımlar cebirsel olarak toplanarak toplam akım bulunur.

24.12.2010

Not:

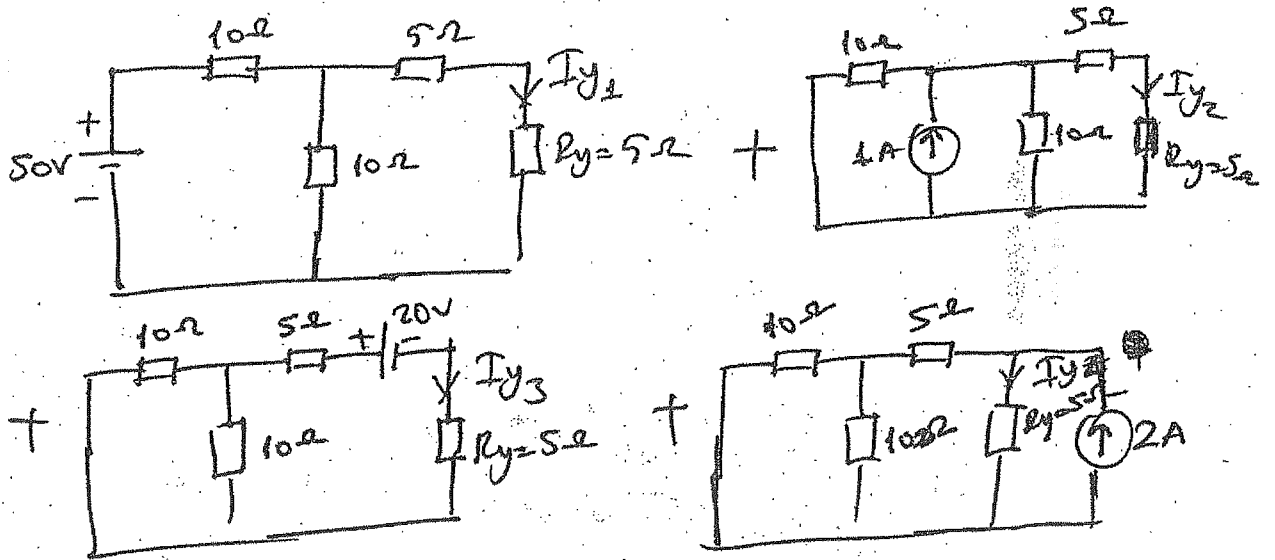
Süperpozisyon teoremi farklı frekanslı kaynaklar için  
kullanılan bir teoremdir.  
Ayrıca devrelerin lineerlik ya da nonlineerlik türüne göre  
yapılırken de bu teorem kullanılır.

Örnek:



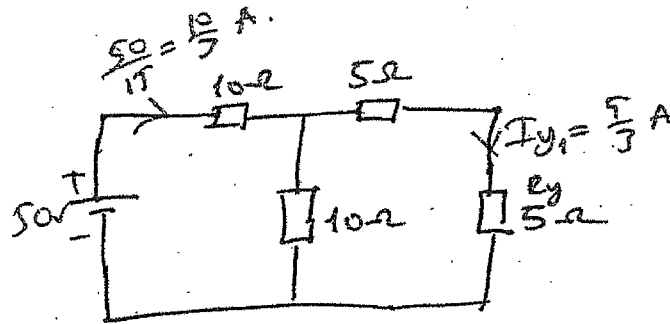
$R_y$ 'den geçen akımı Süperpozisyon Teoremiyle hesaplayınız.

Çözüm:



1. Devre

$$R_{eq} = 15 \Omega$$

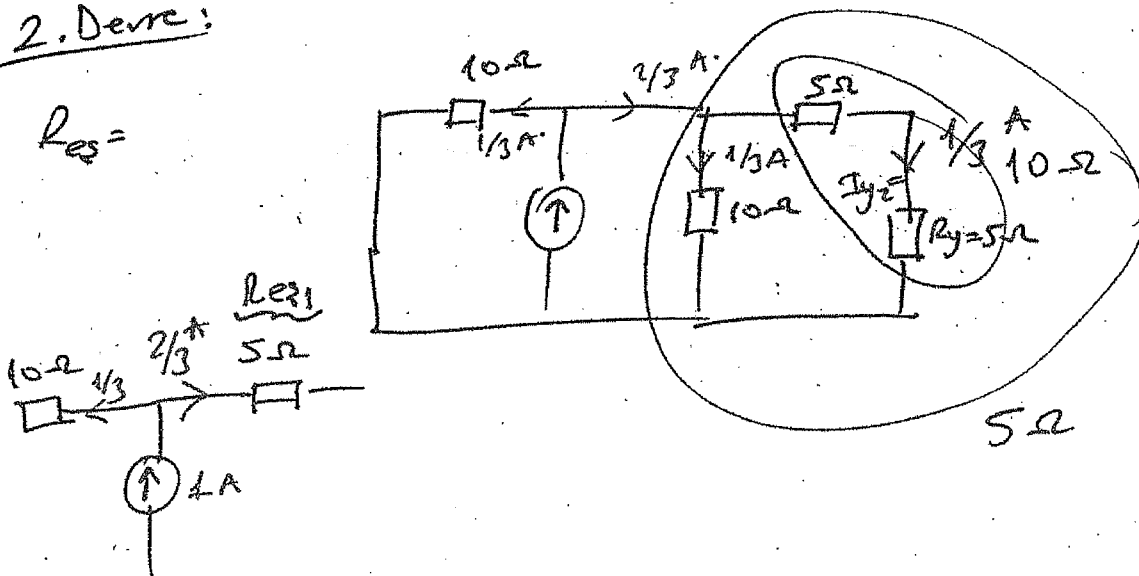


24.12.2010

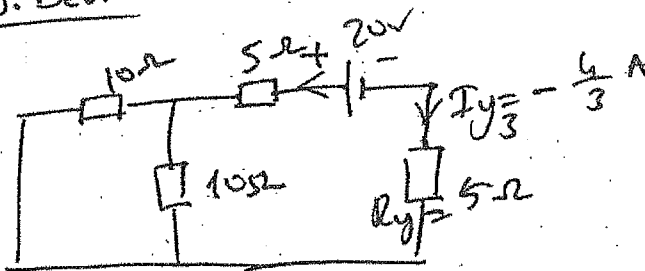
B

2. Devre:

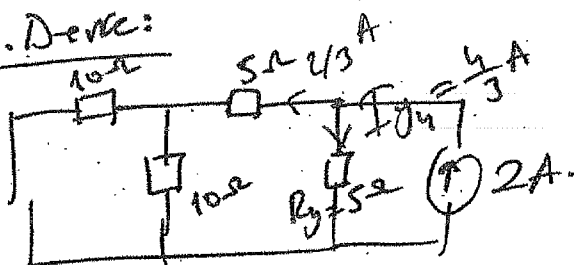
$$R_{eq} =$$



3. Devre:

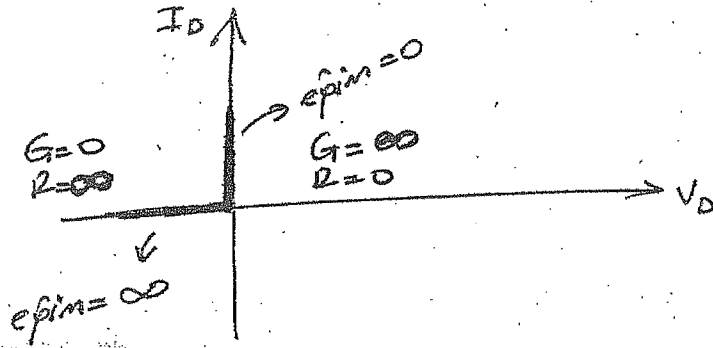


4. Devre:

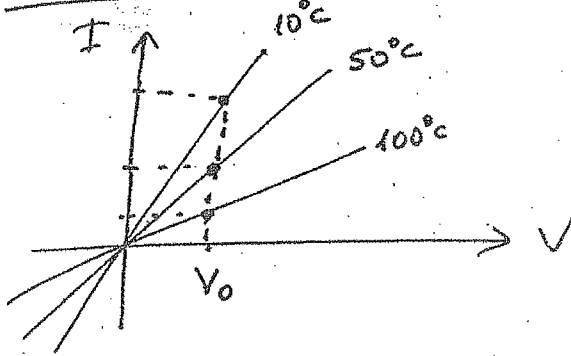


$$I_y = I_{y1} + I_{y2} + I_{y3} + I_{y4} = 2 \text{ A.}$$

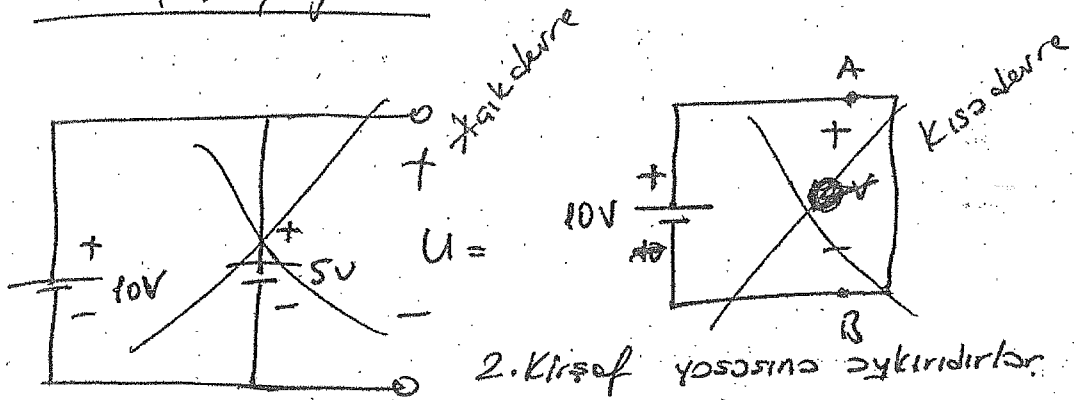
İdeal Diyot



Termistor

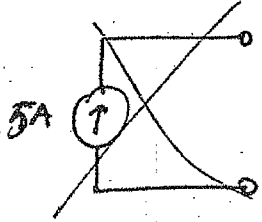
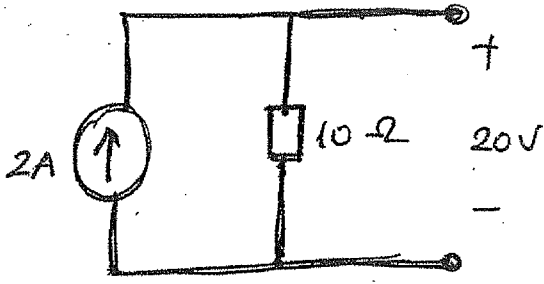


Akım Kaynağı

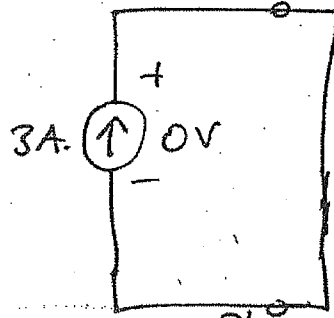


2. Kısaf yasaına aykırıdırlar  
Böyle devreler oluşturulmaz.

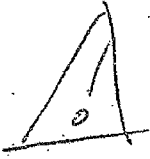
16.12.2010  
2



1. Kirşof yasasına  
aykırı

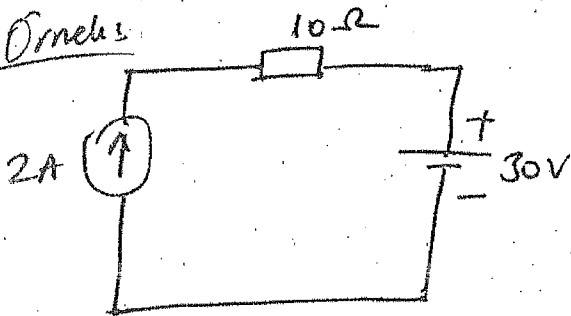


Kaynak Akımı, kaynağına okutabildiği için  
bu devre olabilir. Yalnız kısa devre olduğundan  
gerilim 0'dır.

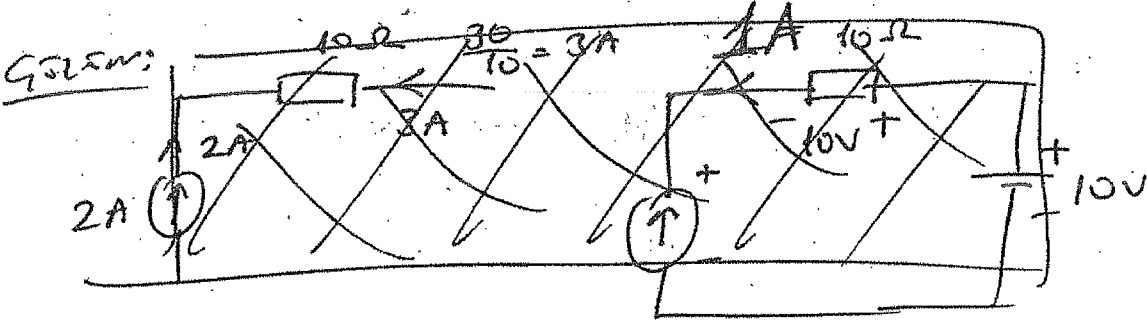


Akım kaynağını <sup>akımını</sup> artırmak ister.  
Gerilim kaynağı gerilimini düşürmek ister.

Örnek:



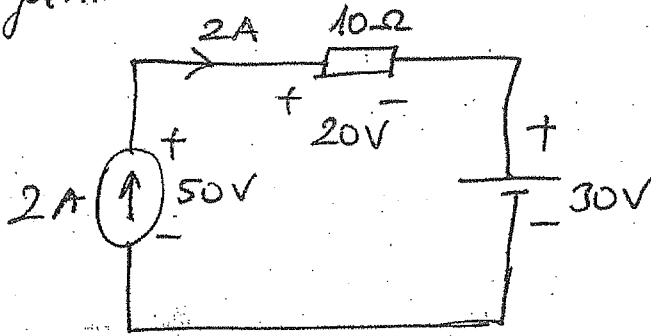
10 ohm'lık dirensten geçen  
akım ve gerilimi yönü  
ve polaritesiyle gösteriniz.



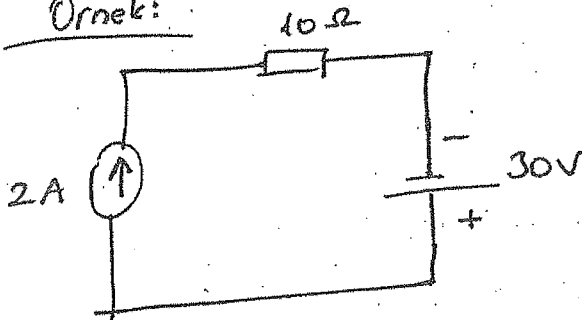
16.12.2010

\* Bir skın kaynağı kendisine seri bağlı elemanlara skını kabul ettirir.

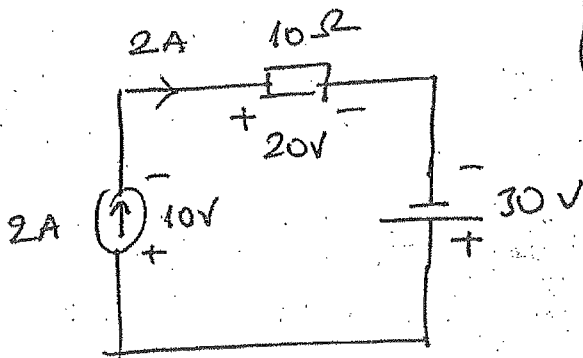
\* Bir gerilim kaynağı kendisine ~~seri~~ paralel bağlı elemanlara gerilimini kabul ettirir.



Örnek:



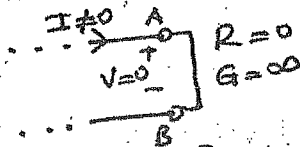
Gözlem:



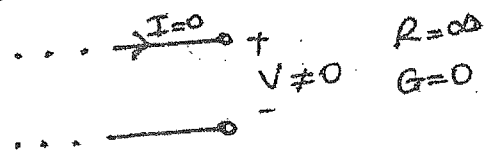
Tom elemanın skını ve gerilimleriyle, yönleri ve polaritelerini gösteriniz.

NOT:

Kısa devre: Bir devrede herhangi iki noktaya ilişkin gerilim 0 ise ( $R=0, G=\infty$ ) bu elemana kısa devre elemanı denir.



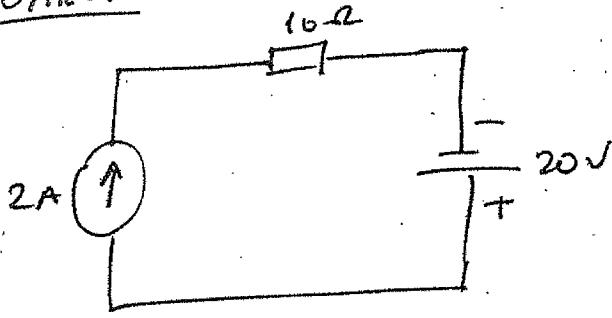
Açık devre: Bir devrede herhangi iki düğüme ilişkin skın 0 ise ( $R=\infty, G=0$ ) bu elemana açık devre elemanı denir.



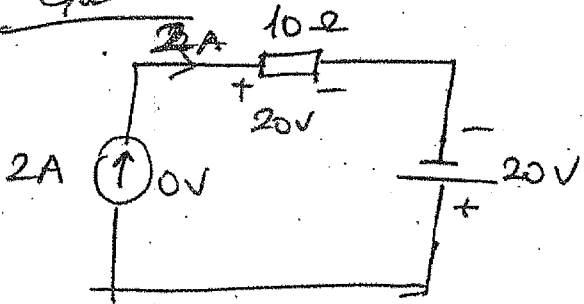
16.12.2010

4

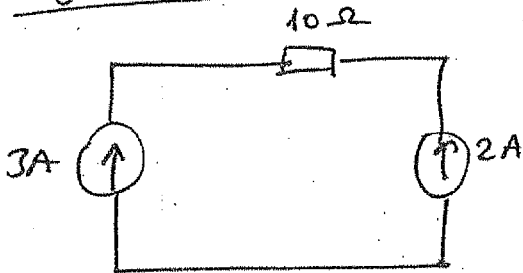
Örnek:



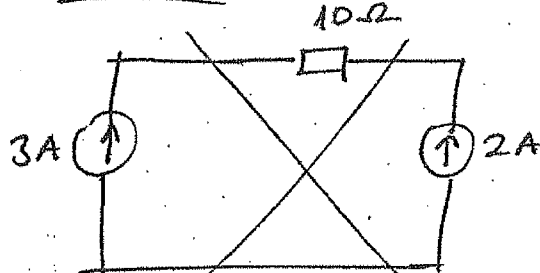
Görüm:



Örnek:

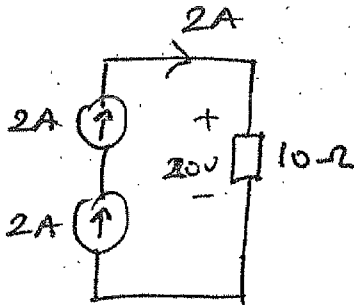


Görüm



Boyle bir denre olmaz.

Akım kaynaklarının seri bağlanma şartı tektr. Aynı yönde akım akıtmalı ve aynı değerde olmalıdır lar.

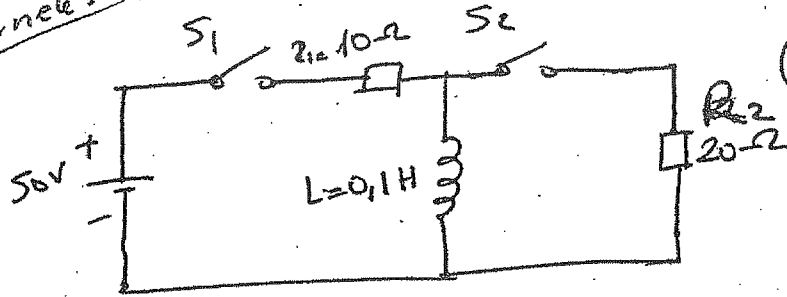


# EEM'İN TEMELLERİ

31.12.2010

①

Örnek:



②  $t=0$ 'da  $S_1$  kapatılıyor.  
 $t=70\text{ms}$ 'de  $S_2$   
 kapatılıp aynı anda  
 $S_1$  açılıyor. İlk 100

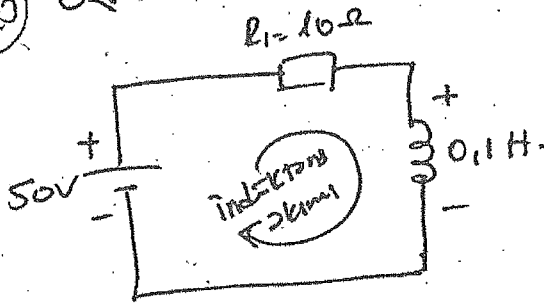
ms. için  $U_L$ ,  $I_L$ , ve  $U_{S1}$ 'in zamanla göre değişimlerini  
 belirleyiniz.

③  $I_L$ 'nin 10 ms ve 80 ms 'deki değerlerini hesaplayınız.

④  $U_L$  hangi  $t$  değerinde 25 V'dan geçer.

Çözüm:

②  $0 \leq t < 70\text{ms}$



$$\tau_1 = \frac{L}{R_1} = \frac{0.1}{10} = 0.01\text{s} = 10\text{ms}$$

$\tau_1 = 10\text{ms}$  (geçer oluyor  
 bitiyor sürekli  
 hale geliyor böyle)

$$\frac{U}{R} = \frac{50}{10} = 5\text{A}$$

$t=0$  anında Akım 0'dır. Bu nedenle  
 indüksiyon gerilimi kaynağının  $t=0$   
 gerilimine eşit olur ( $U_{L0} = 50\text{V}$ )

$$U_{L0} = 10I_{L0}$$

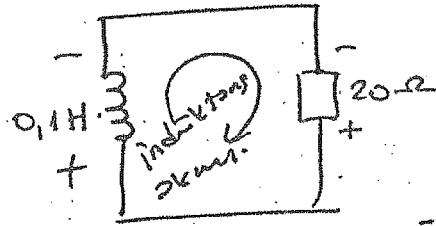
$$U_{L0} = 0$$

$$U_L = U_R = R_1 I_{L2} = R_2 I_{L2} \Rightarrow$$

$$U_L = 20\Omega \times 5\text{A} = 100\text{V. Ancak negatif olacak.}$$

$$U_{S1} = 50 - U_L - U_{L0} \Rightarrow U_{S1} = 50 - (-100) = 150\text{V. } 50 - 0 = 50$$

$70\text{ms} \leq t < 100\text{ms}$



$$\tau_2 = \frac{L}{R_2} = \frac{0.1}{20} = 0.005\text{s} = 5\text{ms}$$

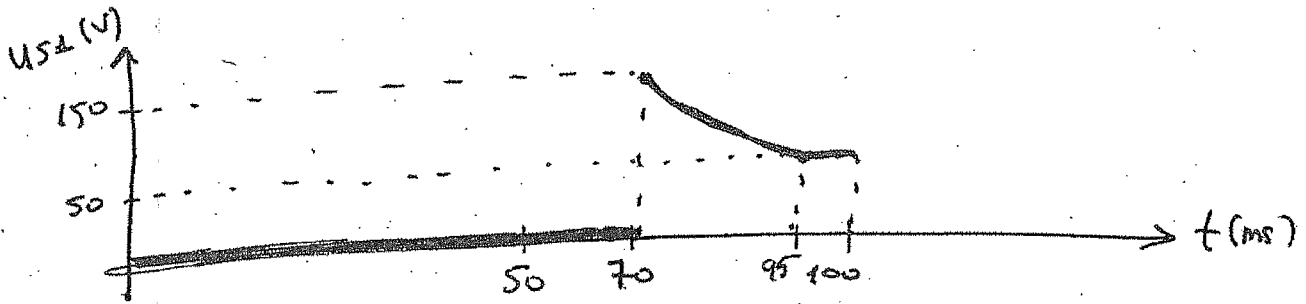
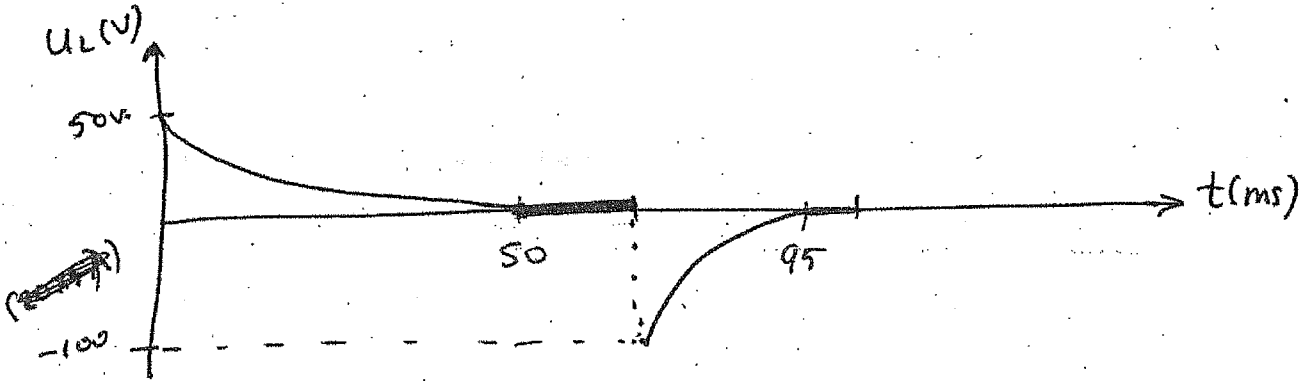
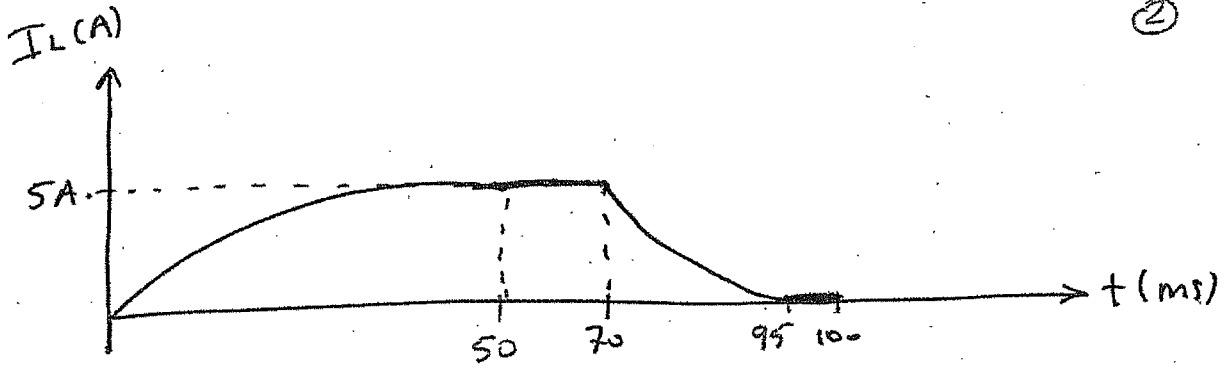
$$\tau_2 = 5\text{ms}$$

③ indüksiyon akımı,  
 kondansatörün gerilimi 25'den  
 geçiyor.

$$E_m = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I_L^2 \quad \left| \begin{array}{l} 70\text{ms} + \tau_2 \\ 70 + 5 = 75\text{ms} \end{array} \right|$$

31.12.2010

②

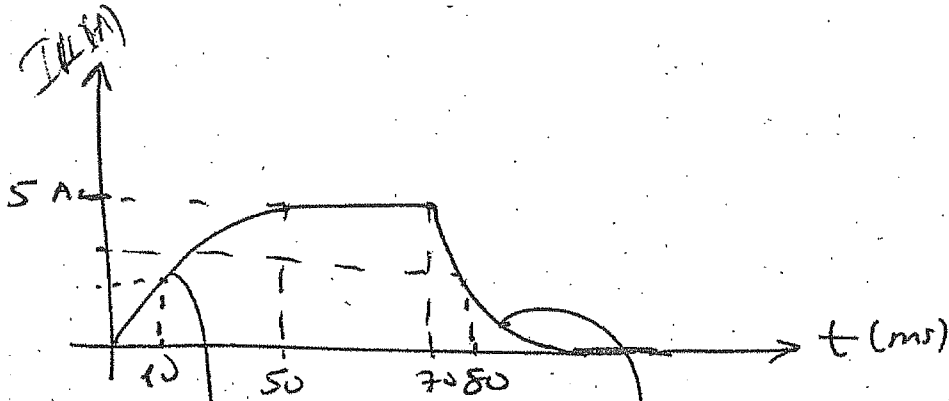


$S_1$  kapalı  
 $S_2$  açık  
 $\tau_1$

$S_1$  açık  
 $S_2$  kapalı.  
 $\tau_2$

31.12.2010  
3

- ⑥ 10 ms'de  $i_{Lm} = I_L'$   
80 ms " " " " =  $I_L''$



10 ms için Bu eğrinin denklemi

$$I_L = 5(1 - e^{-t/\tau_1})$$

$$I_L' = 5 \cdot (1 - e^{-\frac{10}{\tau_1}}) = 3,16 A$$

80 ms için bu eğrinin denklemi

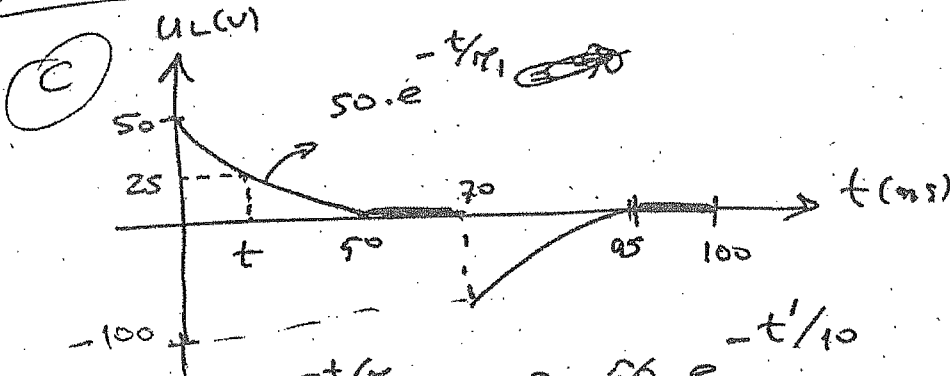
$$I_L = 5 \cdot e^{-\frac{(t-70)}{\tau_2}}$$

$$I_L'' = 5 \cdot e^{-\frac{(80-70)}{\tau_2}}$$

$$I_L'' = 0,676 A$$

70 ms'de  
exponansiyel  
başlangıcı için  
70 ms geçilince  
diğer logaritma.

5.25/10ms  
0,637 x 9A =



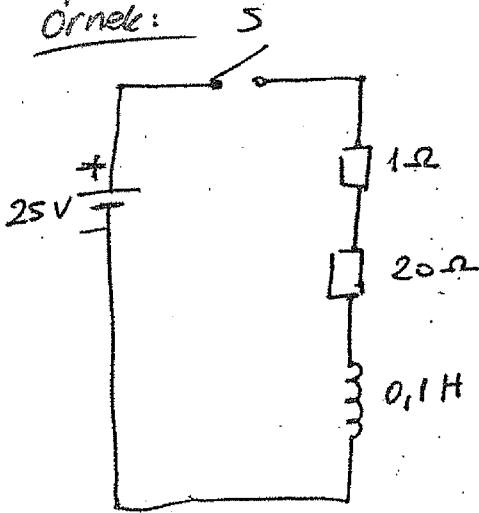
$$U_L = 50 \cdot e^{-t/\tau_1} \Rightarrow \frac{25}{50} = \frac{50 \cdot e^{-t'/10}}{50}$$

$$\frac{1}{2} = e^{-t'/10} \text{ her iki tarafın ln'ini alalım.}$$

$$\ln \frac{1}{2} = -\frac{t'}{10} \cdot \ln e \Rightarrow t' = 6,93 \text{ ms}$$

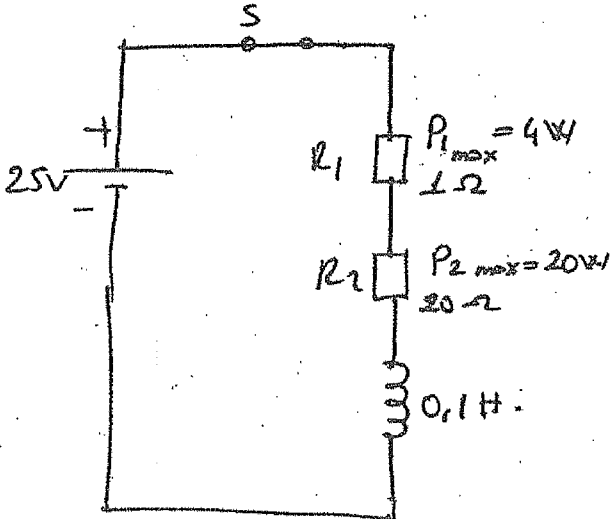
31.12.2010  
4

Örnek:



Şekildeki devrede 1Ω'lık direnç maksimum 4W'ya, 20Ω'lık direnç de 20W'ya dayanabilmektedir. S anahtarı kapatıldıktan sonra hangi direnç önce zarar görür ve bu zarar görme ne kadar zaman sonra olur.

Çözüm:



$$P_{1max} = I_{1max}^2 \cdot R_1 \Rightarrow I_{1max} = 2A.$$

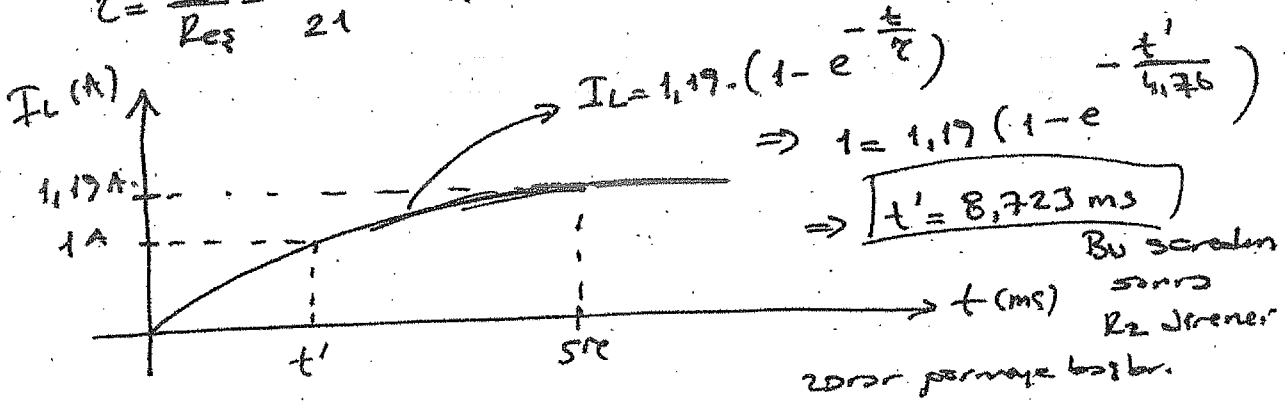
$$I_{1max} = \frac{U_{1max}}{R_1} \Rightarrow U_{1max} = 2V.$$

$$P_{2max} = I_{2max}^2 \cdot R_2 \Rightarrow I_{2max} = 1A.$$

$$I_{2max} = \frac{U_{2max}}{R_2} \Rightarrow U_{2max} = 20V.$$

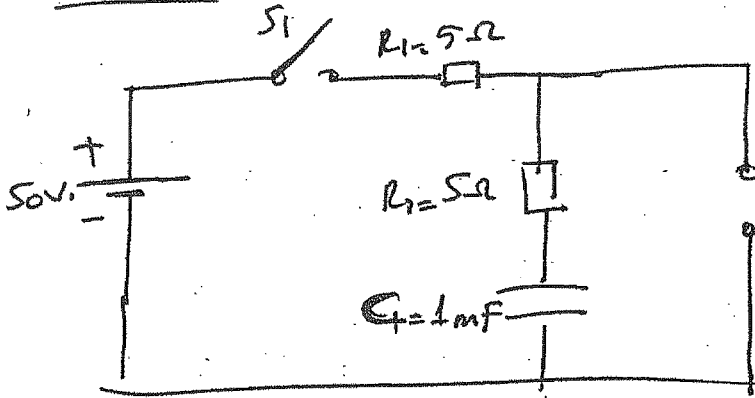
Akımlara bakıldığında  $R_2$  max. 1A. akıma dayanabilmektedir. Bu nedenle önce  $R_2$  zarar görür.  $\frac{25V}{21} = 1,19A$  (Devrenin akımı)

$$\tau = \frac{L}{R_{eq}} = \frac{0,1}{21} = 4,76 \times 10^{-3} s = 4,76 ms \quad \tau' = 23,8 ms$$



31.12.2010  
5

Örnek:



$t=0$ 'da  $S_1$

kapatılıyor.

$t=100\text{ ms}$ 'de

$S_1$  açılıp  $S_2$

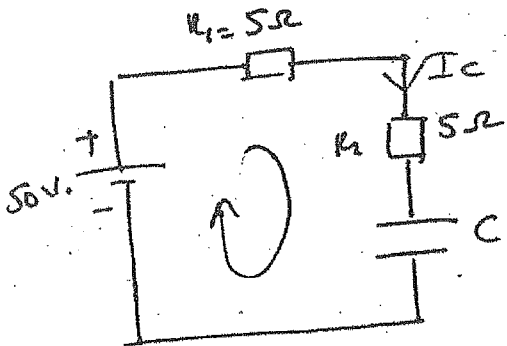
kapatılıyor.  $t=200\text{ ms}$ 'de

$S_1$ 'de kapatılıyor. ( $S_2$  kapalı kalıyor) İlk 300 ms için

$U_C$ ,  $I_C$  ve  $I_{S_2}$ 'yi zamana göre ölçekler çizerseniz.

Görem:

$0 \leq t < 100$



$$\tau_1 = (R_1 + R_2) \cdot C = 10\text{ ms}$$

$$5\tau_1 = 50\text{ ms}$$

$t=0$  anında tam perilişim dirençleri

$L=ser:$

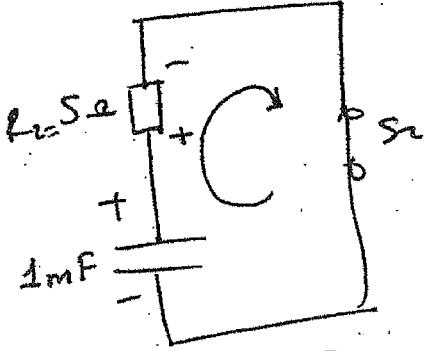
$$I_C = \frac{50}{R_{es}} = \frac{50}{10} = 5\text{ A.}$$

31.12.2010

6

$$100 \leq t < 200$$

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U_c^2$$



$$\tau_2 = R_2 \cdot C = 5 \text{ ms}$$

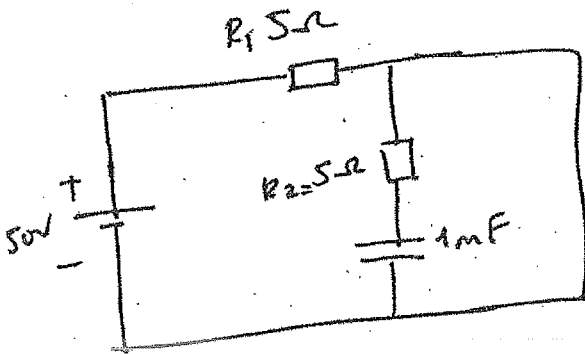
$$5\tau_2 = 25 \text{ ms}$$

$$100 \text{ ms} + 25 \text{ ms} = 125 \text{ ms}$$

$$I_c = I_{R_2} = \frac{U_{R_2}}{R_2} = \left( \frac{U_c}{R_2} \right) \Rightarrow I_c = \frac{U_c}{R_2}$$

$I_c = \frac{50}{5} = 10 \text{ A}$ . Akım yön değiştirildiği için negatif olur.

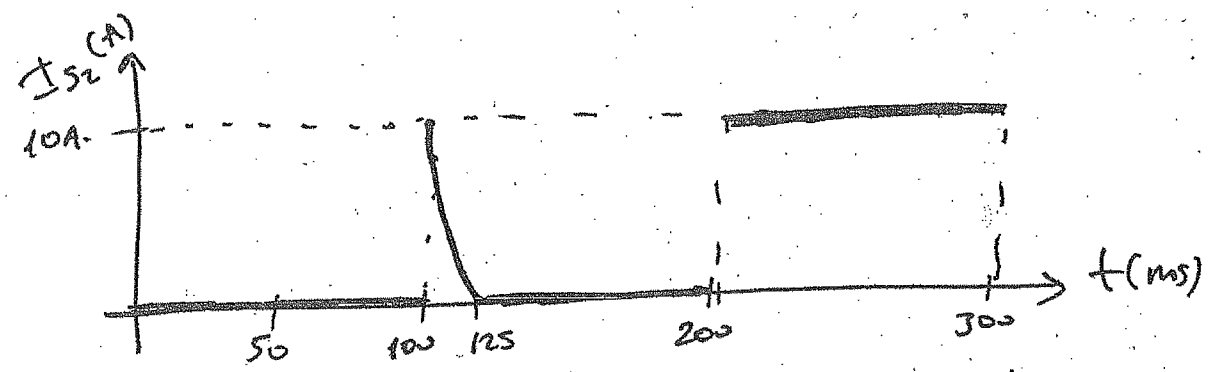
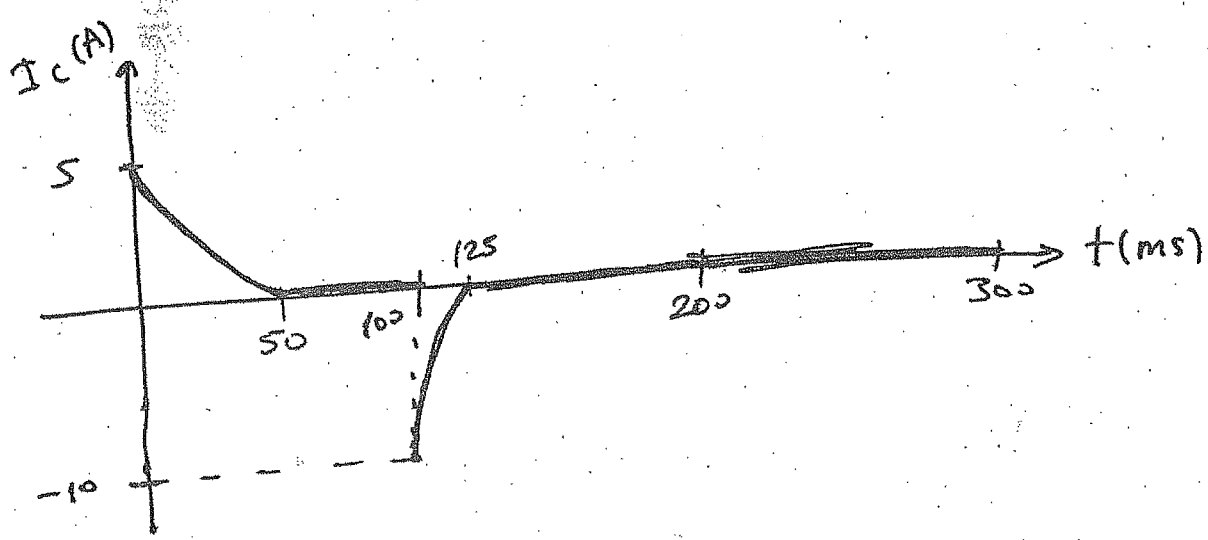
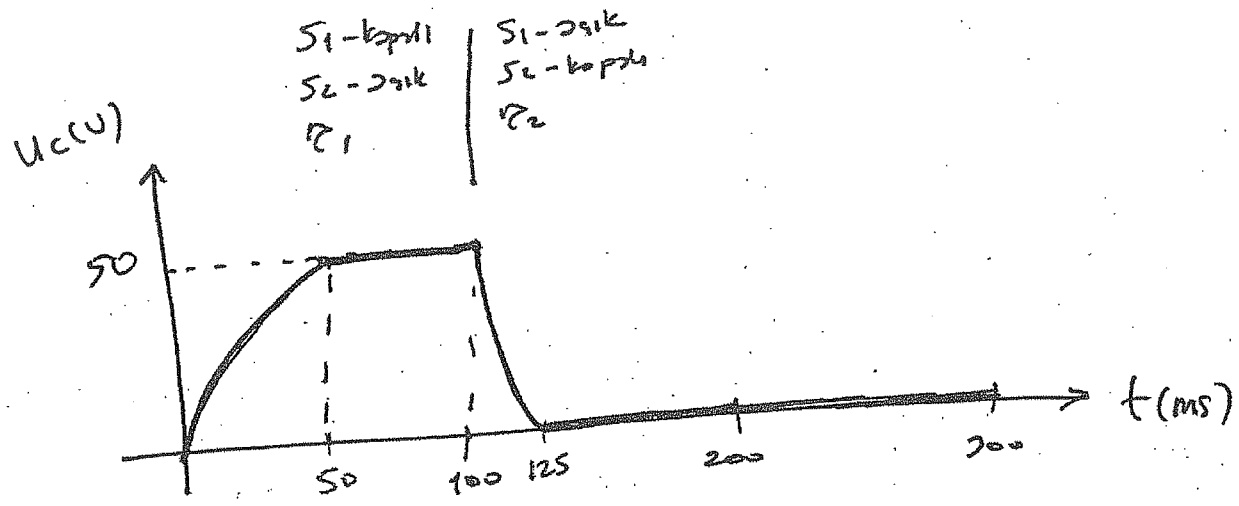
$$200 \leq t$$



Kondansatörde hiç enerji kalmamıştır. Ve kısa devre olduğundan kondansatörden akım akmaz.

~~Akım~~

31.12.2020  
7

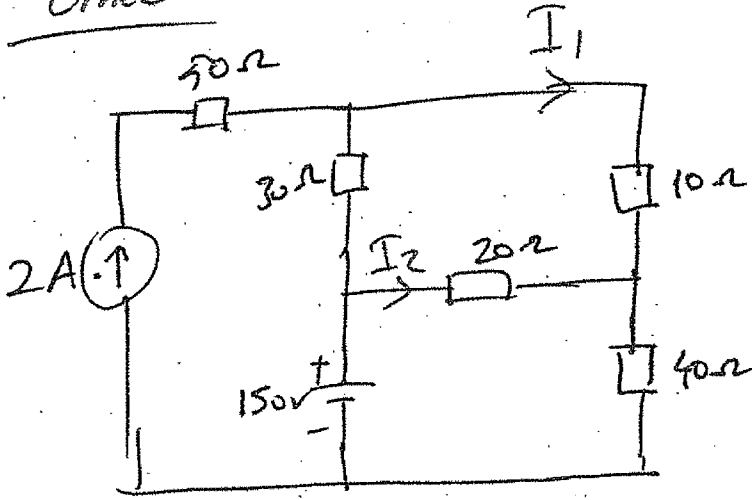


100ms kadar  $S_2$  açık olmaktadır.  
 261ms olmaktadır.

$$\frac{50}{5} = 10 A.$$

31.12.2010  
(8)

Örnek:



(a)  $I_1$  akımını Thevenin teoremiyle hesaplayınız

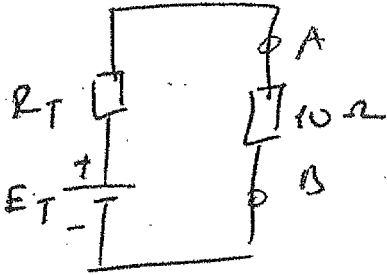
(b)  $I_2$  akımını Norton teoremiyle hesaplayınız

(c) 40Ω'lık direnç üzerinden geçen max olup olup

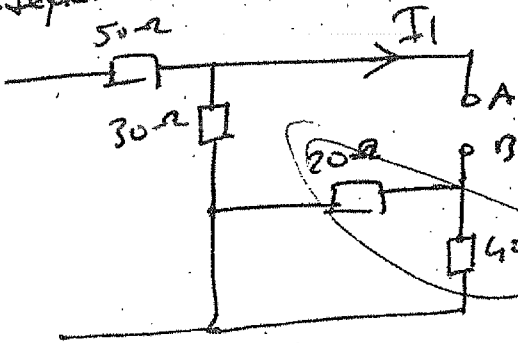
olumsuzunu paralel işlemleri de yaparak belirtiniz

Çözüm:

(a) Thevenin Eskişeri



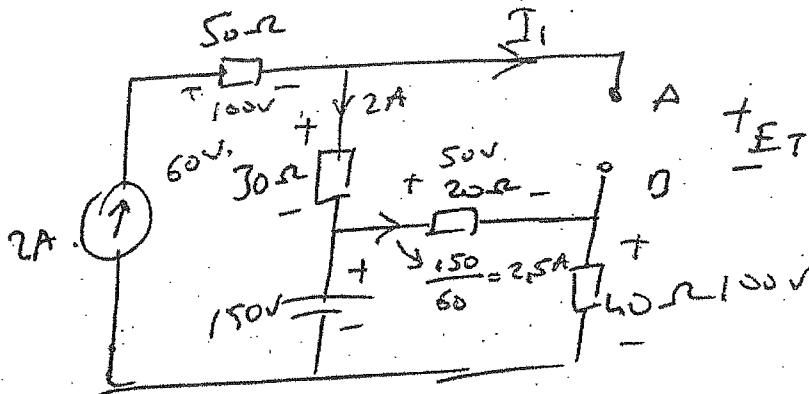
Bizimle kaynaklar devre dışı edilir. 10Ω'lık direnç devre dışı bırakılır. (a) orijinal gerilim eşdeğer devre Thevenin eşdeğer devresidir ( $R_T$ )



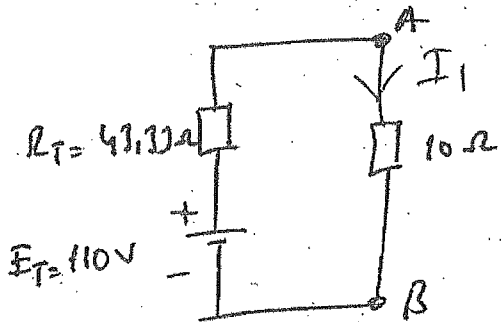
$$R_T = 50 + \frac{20 \cdot 40}{20 + 40} = 43.33 \Omega$$

31.12.2010  
9

## Therem Gerilimi

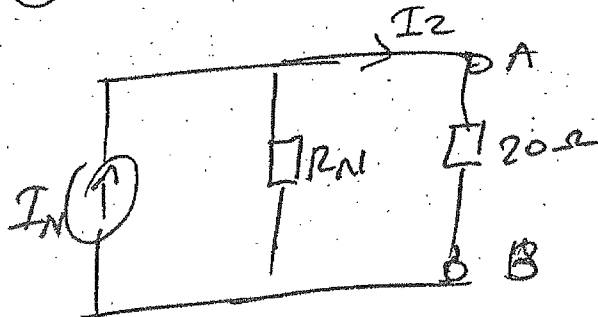


A'dan girip B'ye giderken konsilasyon tem  
penilimler toplattır.  $60 + 150 - 100 = 110V$ .  
 $60 + 50 = 110V$

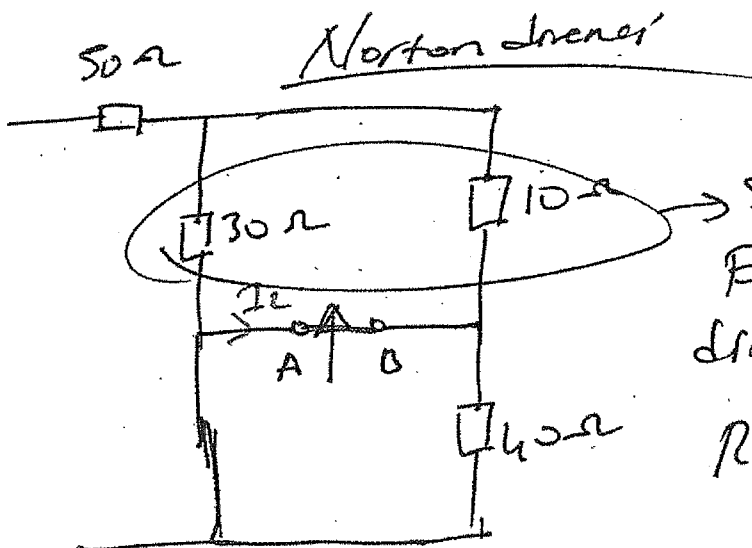


$$I_1 = \frac{E_T}{R_T + 10} \approx 2A$$

## (b) Norton Eşdeğeri



31.12.2020  
10

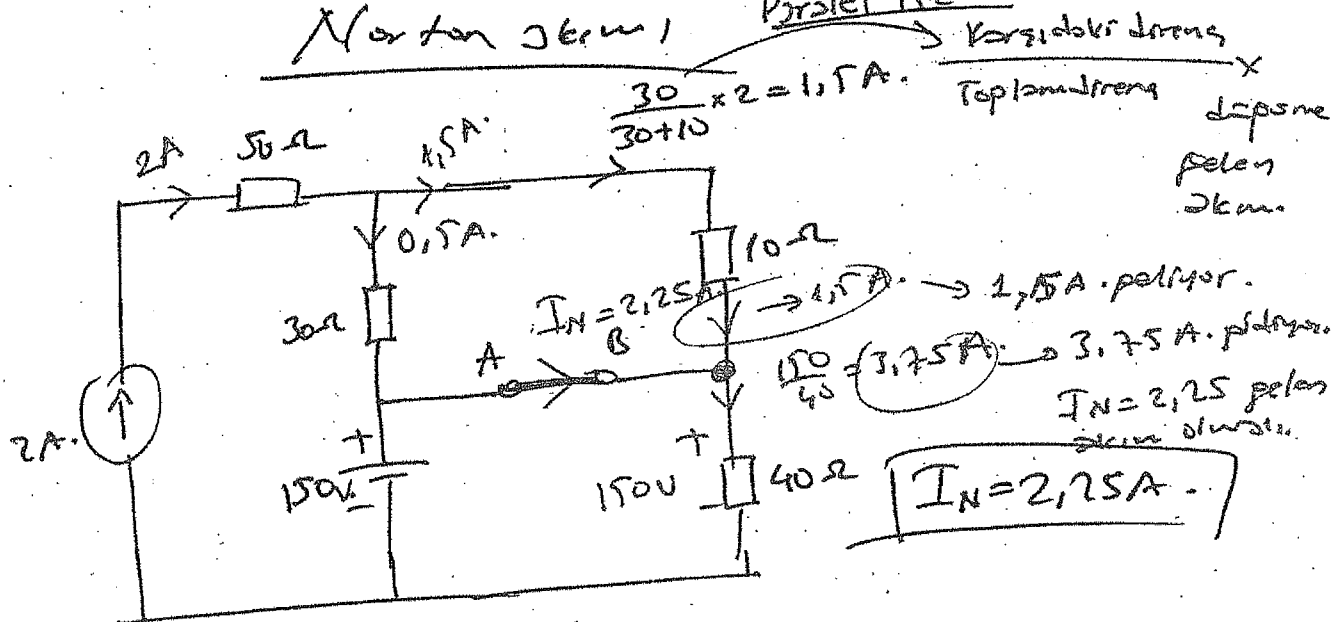


Seri  $30 + 10 = 40$   
Eşdeğeri  $40 \Omega$  ile  
dirence paralel

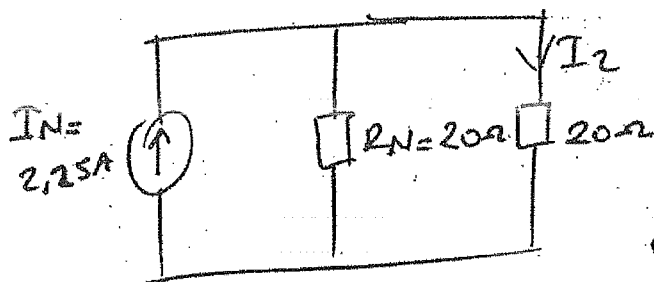
$$R_N = \frac{40 \cdot 40}{40 + 40} = 20 \Omega$$

Norton Akımı

Paralel İse:



Dirençler Paralel oldu için:

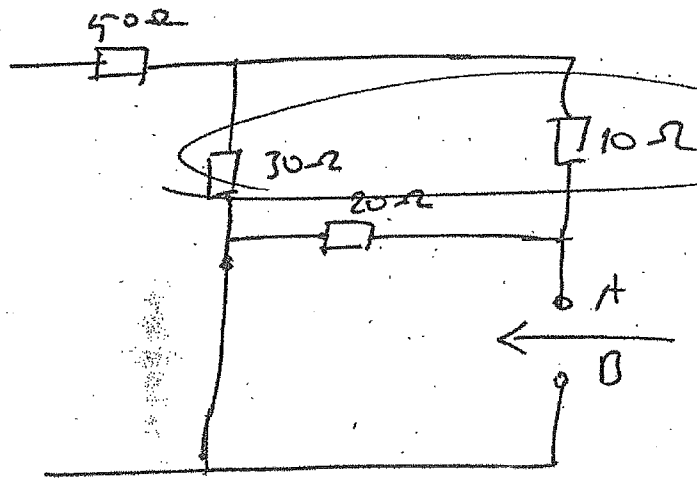


$\frac{Korşı İtrens}{Toplam İtrens} \times Depeme pelen İtem.$

$$I_2 = \frac{R_N}{R_N + 20} \times I_N = \frac{20}{20 + 20} \times 2.25$$

$$I_2 = 1.125A$$

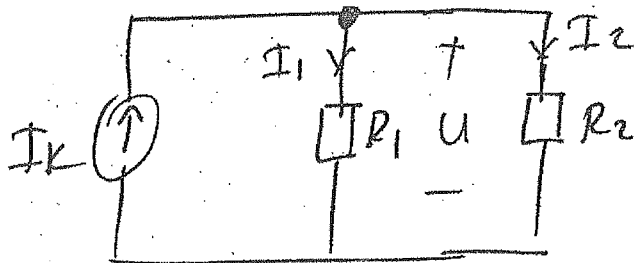
©  $40 \Omega$ 'lık bir direnç üzerinden Thevenin  
ve Norton dirençleri bulunur.



Seri  $40 \Omega$   
 $20 \Omega$ 's paralel  
 $R_T = \frac{40 \times 20}{40 + 20} = \frac{800}{60}$   
 $R_T = 13,33 \Omega$

$R_T \neq 40 \Omega$  olduğundan maksimum güç aktarılmaz.

İSPAT: Basit olarak ism verilmiş eşittir.



$$U = I_k \cdot R_{eq}$$

$$U = I_k \cdot \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

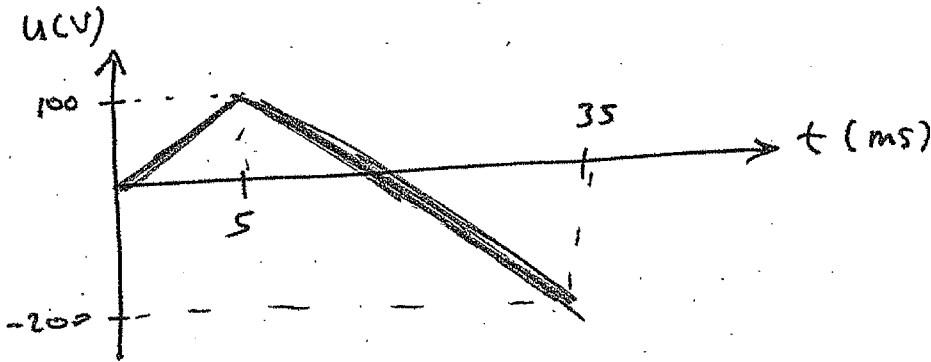
$$I_1 = \frac{U}{R_1} \Rightarrow \left[ I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot I_k \right]$$

$$\left[ I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot I_k \right]$$

31.12.2020

12

Örnek:



Şekilde verilen perilde:

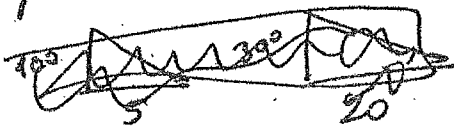
- (a) ~~0,1 H~~ 0,1 H inductoru uygulanırsa  $I_L$ 'nin  
(b) 1 mF kondansatöre "  $I_C$ 'nin

Zamana göre olduğu sınırdır.

- (c)  $t = 35$  ms aralığına ilişkin eprinin denklemini bulunuz.

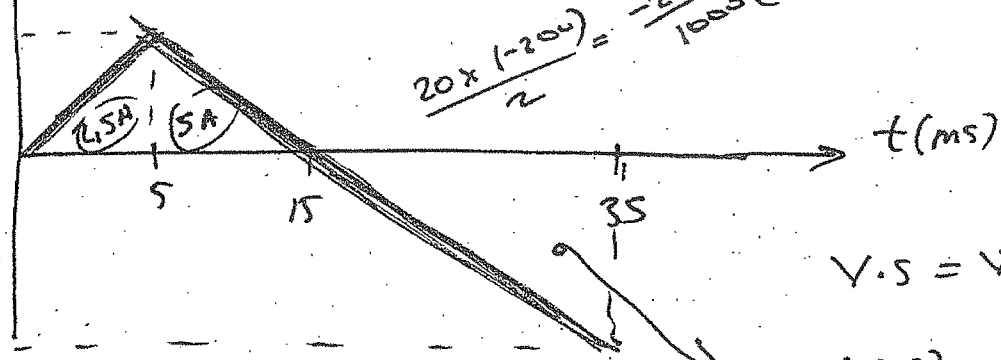
Gözüm:

- (a) Ağırlıkta belirtilen 15 ms.'de keser.



$$I_L = \frac{1}{L} \cdot \int u_L \cdot dt$$

$U(V)$

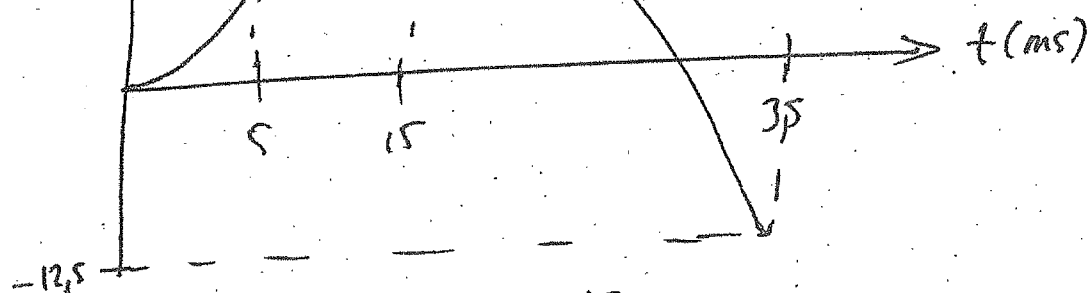


$V \cdot s = \text{Weber}$

$I_L(A)$

$2.5A$

$2.5A$



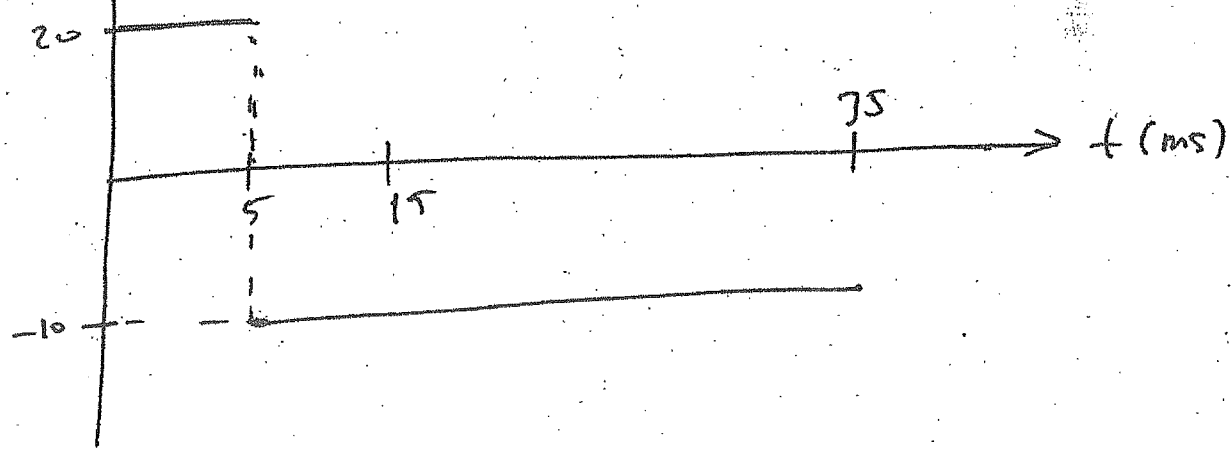
$$I_L = \frac{1}{L} \int u_L dt$$

$$\frac{20 \times (-20)}{2} = \frac{-2000}{1000} = -2A = -20A / 10$$

$I_C(A)$

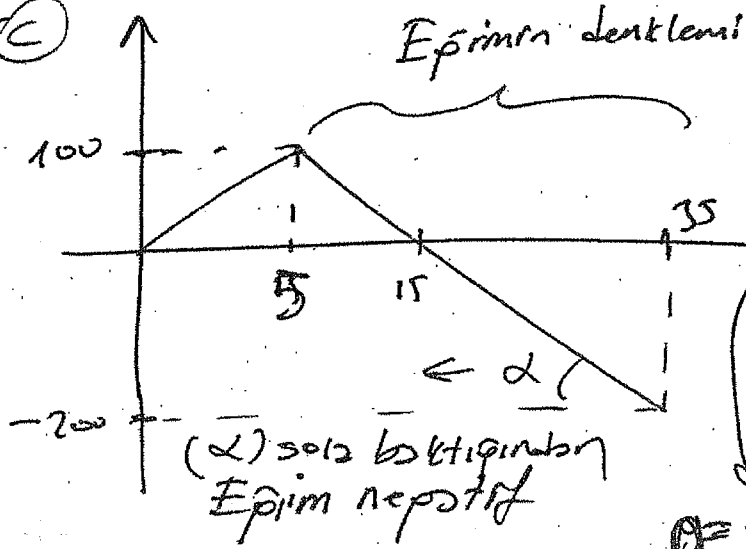
$$E_{pm} = \frac{100}{30} = 10$$

$$I_C = C \cdot \frac{dU_C}{dt}$$



31.12.2013

(C)



$$\frac{300}{30} = 10 \text{ Epim (-)}$$

010000000 (-10)

$$y = -10t + 11$$

Denklemleri

$$-10000t + 150$$

15. ms'de 0 olduktan

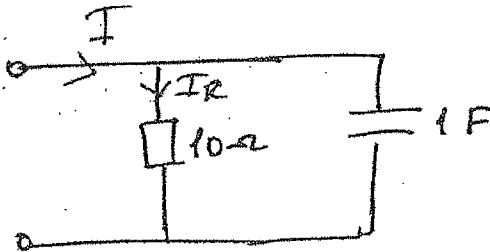
$$0 = -10 \cdot 15 + n \Rightarrow n = 150$$

20ms'n ms olduysa  $(-10) \cdot (1000) = -100000$

$I_R (A)$

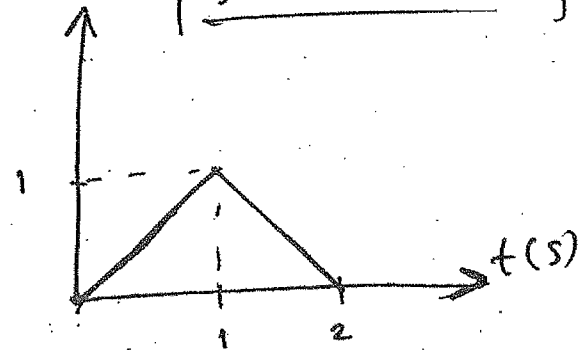
$$y = -10000t + 150$$

Örnekle:

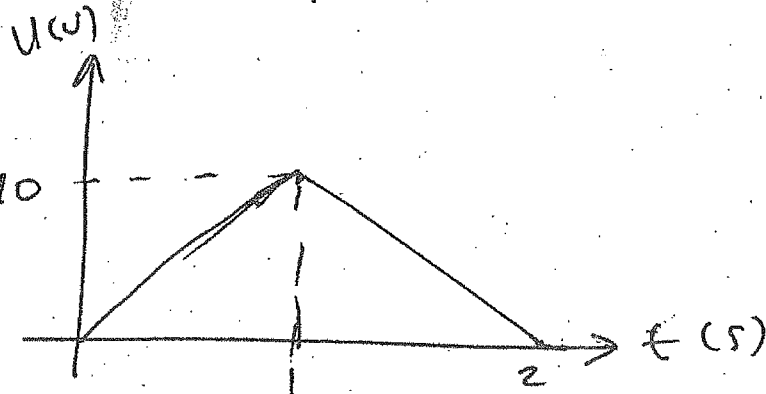
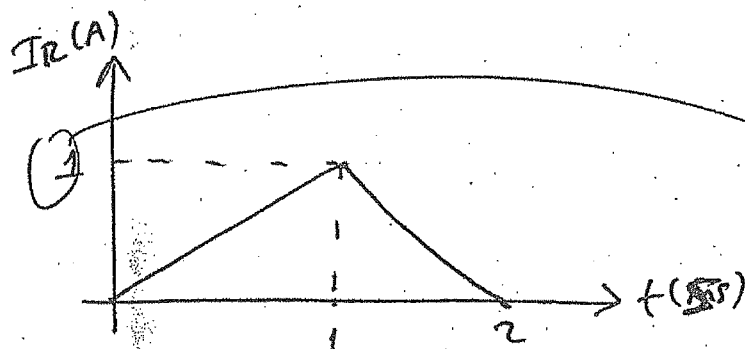
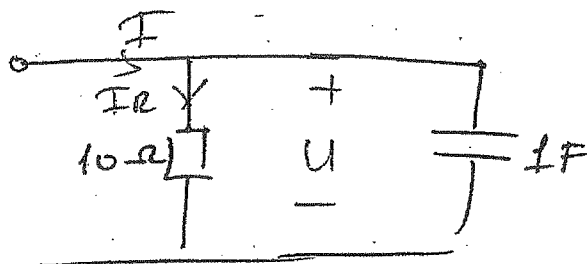


$I$ 'nin 20ms'ne göre değişimini  
Elçektir anımsız

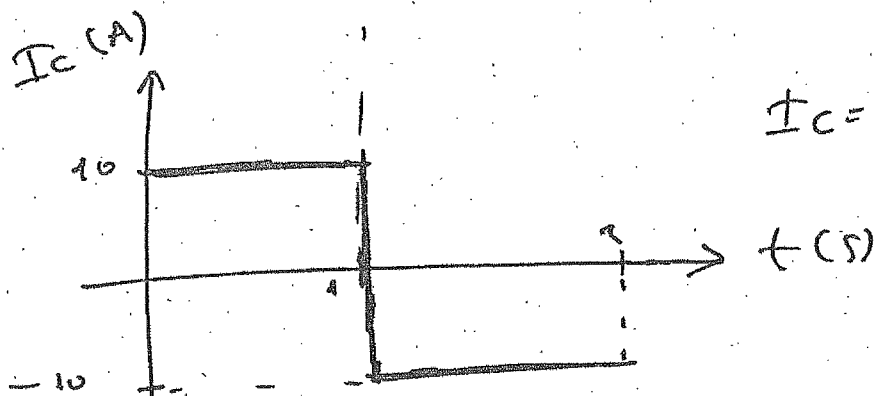
Görünüm:



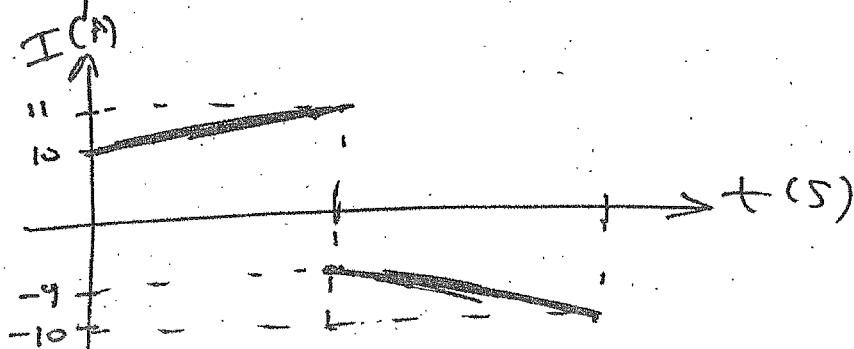
31.12.2020  
15



$$U = 10 \times 1 = 10\text{V}$$



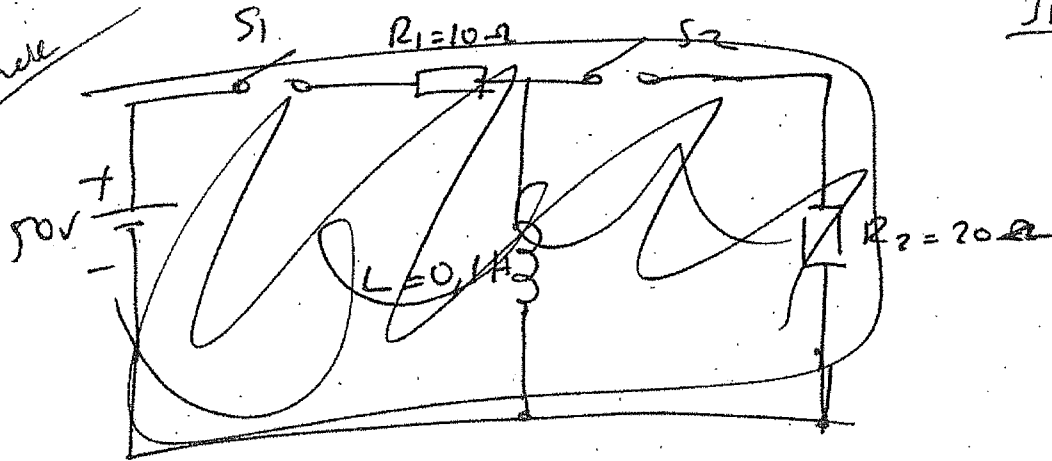
$$I_C = C \cdot \frac{dU_C}{dt}$$



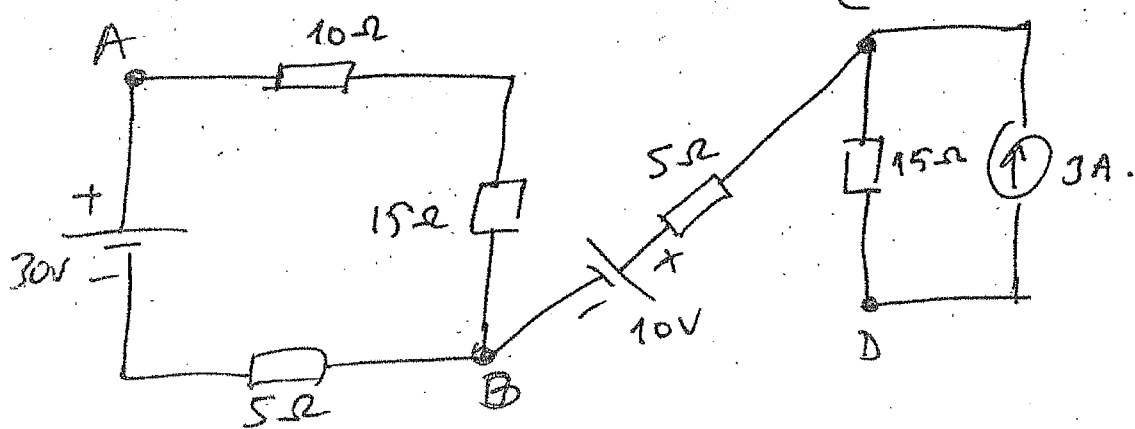
5 melle

31.12.2010

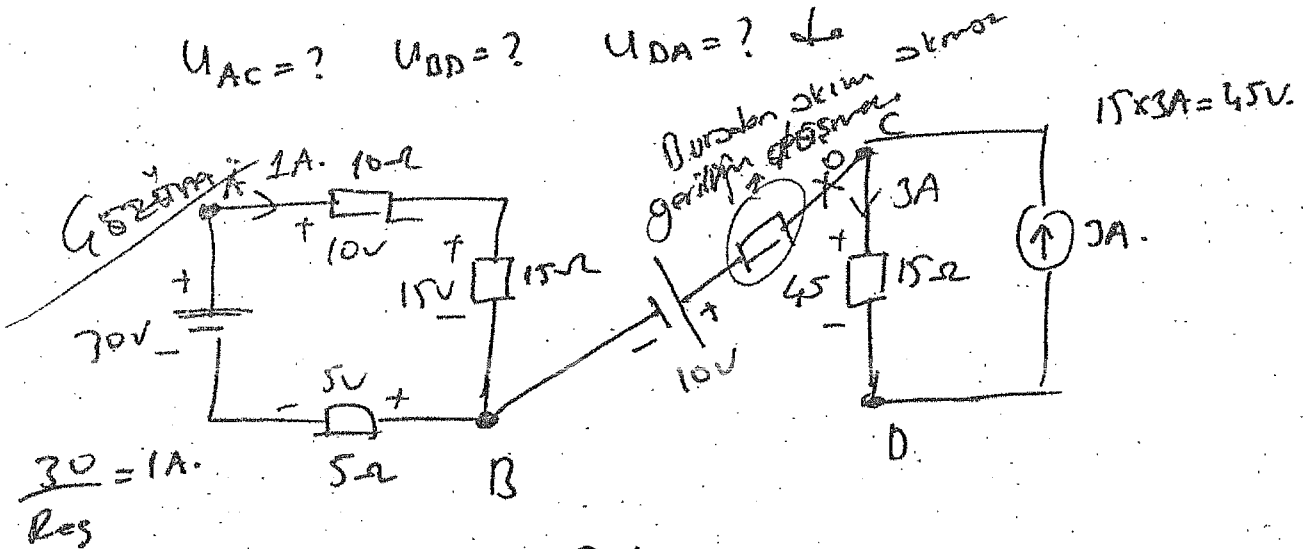
16



$K=0$   $S_1$   $K=0$   $S_2$



$U_{AC}=?$   $U_{BD}=?$   $U_{DA}=?$



$$U_{AC} = 10 + 15 - 10 = 15V$$

$$U_{BD} = -10 + 45 = 35V$$

$$U_{DA} = -45 + 10 - 15 - 10 = -60V$$