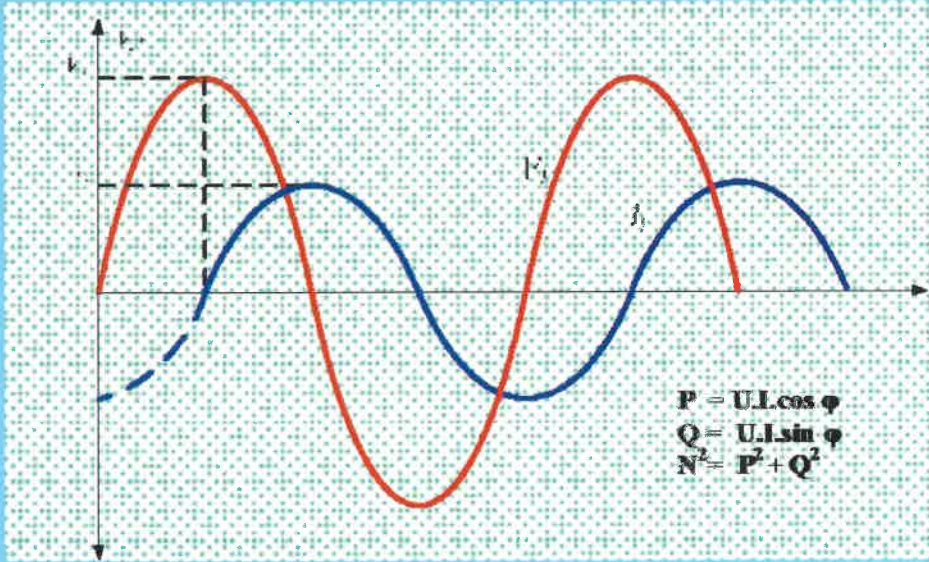




# TEİAŞ TÜRKİYE ELEKTRİK İLETİM A.Ş. GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

SOMA ELEKTRİK TEKNOLOJİLERİ GELİŞTİRME VE  
EĞİTİM TESİSLERİ İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ



## TEMEL ELEKTRİK

# TEMEL ELEKTRİK

**Hazırlayanlar**

**Özer ERDOĞMUŞ      Nail CEYLAN**

# SUNUŞ

Elektrik enerjisinin en iyi koşullarda ve en az kayıpla müşterilere iletimini sağlamak, kaliteli ve kesintisiz bir elektrik enerjisini temin etmek; şirketimizin faaliyet hedefleri arasındadır. Bu amaca ulaşabilmesi, sürekli gelişen teknolojilere uyum sağlanabilmesi; bu alanda çalışanların hizmet içi eğitimine tabi tutulması ve işletmelerinde bu eğitime gerekli önem vermesi ile mümkün olabilmektedir.

Bu hedeflere ulaşmak amacıyla TM İşletme Teknisyeni Temel Eğitim Programına uygun olarak; **TEMEL ELEKTRİK** adlı ders notu hazırlanmıştır.

Hazırlanan bu ders notunun tüm şirket çalışanlarımıza yararlı olması dileğiyle, emeği geçenlere teşekkür ederiz.

**TEİAŞ**  
**SOMA ELEKTRİK TEKNOLOJİLERİ**  
**GELİŞTİRME VE EğİTİM TESİSLERİ**  
**İŞLETME MÜDÜRLÜğÜ**

## İÇİNDEKİLER

ENERJİ	1
ELEKTRİKTE ÜÇ TEMEL BÜYÜKLÜK	2
BASİT BİR ELEKTRİK DEVRESİ	3
OHM KANUNU	5
DİRENÇLERİN SERİ BAĞLANMALARI	6
DİRENÇLERİN PARALEL BAĞLANMALARI	7
KARIŞIK DEVRE ÖRNEKLERİ	11
ELEKTRİK AKIMININ SINIFLANDIRILMASI	17
DOĞRU AKIM	17
ALTERNATİF AKIM	18
ALTERNATİF AKIMDA ALICILAR	21
OMİK ALICILAR	21
OMİK ALICILARDA GÜÇ	23
ENDÜKTİF ALICILAR	25
KAPASİTİF ALICILAR	28
R – L SERİ DEVRELER	32
R – C SERİ DEVRELER	34
R – L – C SERİ DEVRELER	36
R – L PARALEL DEVRELER	38
R – C PARALEL DEVRELER	40
R – L – C PARALEL DEVRELER	42
SERİ REZONANS DEVRELER	45
PARALEL REZONANS DEVRELER	46
ÜÇ FAZLI ALTERNATİF AKIM	48
ÜÇ FAZLI SİSTEMDE GÜÇ	53
GÜÇ KATSAYISININ DÜZELTİLMESİ	57

# TEMEL ELEKTRİK

**Enerji** : İş yapabilme yeteneğine **enerji** denir.

Bir cisim veya sistem iş yapabiliyorsa enerjisi vardır. Bir barajda toplanan su, depolanmış su buharı, hareket halindeki bir cisim enerjiye sahiptir. Bütün enerjiler doğada iki şekilde bulunur.

- Potansiyel Enerji
- Kinetik Enerji

## **Potansiyel Enerji**

Cisimlerin durumlarından veya konumlarından dolayı sahip oldukları enerjiye denir. (Barajda ki su, kömür ve petrolde bulunan enerji vb.) Potansiyel enerji depo edilebilen enerjidir.

## **Kinetik Enerji**

Hareket halindeki cisimlerin sahip oldukları ve gizli olarak bulunan enerjinin açığa çıkmasına denir. (Barajdan akan suyun türbini döndürmesi, kömürün yanma sonucu ısı yayması vb.)

Bir cismin veya bir sistemin toplam enerjisi daima sabittir. Sabit olan bu enerji kinetik, potansiyel veya potansiyel ve kinetik enerjilerin toplamı şeklindedir.

## **Enerji Çeşitleri :**

- 1- Mekanik enerji (Hareket enerjisi),
- 2- Isı enerjisi,
- 3- Işık enerjisi,
- 4- Kimyasal enerji,
- 5- Elektrik enerjisi,
- 6- Nükleer enerji,

Elektrik enerjisi diğer enerji çeşitlerinden elde edilebilir ve diğer enerji çeşitlerine kolayca dönüşebilir.

## Elektrikte Üç Temel Büyüklük

**Gerilim:** Kapalı bir elektrik devresinde serbest elektron akışına sebep olan basınca (potansiyel farkına) **gerilim** denir.

"U" harfi ile gösterilir. Gerilim birimi Volt'tur, "V" harfi ile gösterilir. Voltmetre ile ölçülür.

**Volt:** Bir Ohm'luk bir direnç üzerinden bir amper şiddetinde akım geçmesine sebep olan gerilim bir Volt'tur.

### Ast ve Üst Katları

MV Megavolt

kV Kilovolt

V Volt

mV Milivolt

$\mu$ V Mikrovolt

(Birimler biner biner büyür ve küçülür.)

**Akım Şiddeti:** Kapalı bir elektrik devresinde birim zamanda akan serbest elektron miktarına **akım şiddeti** denir.

"I" harfi ile gösterilir. Akım şiddeti birimi Amper'dir. "A" harfi ile gösterilir. Ampermetre ile ölçülür.

**Amper:** Kapalı bir elektrik devresinde 1 saniyede geçen elektron miktarı  $6,28 \cdot 10^{18}$  elektron ise geçen akım bir Amper'dir.

### Ast ve Üst Katları

MA Megaamper

kA Kiloamper

A Amper

mA Miliamper

$\mu$ A Mikroamper

**Direnç:** Elektron akışına karşı gösterilen zorluğa **direnç** denir.

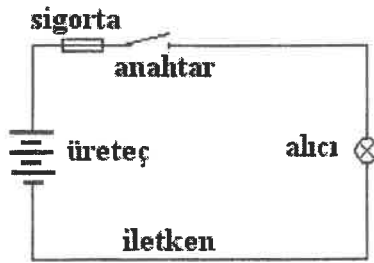
R harfi ile gösterilir. Direnç birimi ohm'dur. " $\Omega$ " ile gösterilir.

**Ohm:** Bir volt gerilim uygulanan direnç üzerinden geçen akım bir amper ise o direncin değeri bir ohm'dur.

### Ast ve Üst Katları

$M\Omega$	Megaohm
$k\Omega$	Kiloohm
$m\Omega$	Miliohm
$\mu\Omega$	Mikroohm

### Basit Bir Elektrik Devresi :



**Üreteç:** Elektrik devresinde serbest elektron akışı için gerekli potansiyel farka sahip ve bunun sürekliliğini sağlayan kaynak ve makinelerdir.(akü, alternatör)

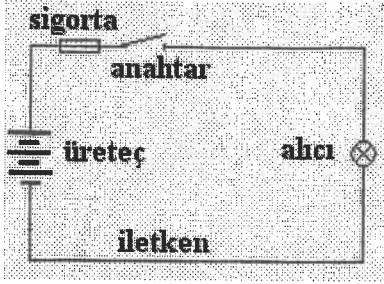
**Alıcı:** Elektrik enerjisini tüketerek diğer enerji çeşitlerine çevirip bir iş yapılmasını sağlayan makine ve cihazlardır. (elk. ampulü, elk. motoru, elektrikli ısıtıcılar vb.)

**İletken:** Üreteç ile alıcı arasındaki elektriki irtibatı sağlayan devre elemanlarıdır.

**Sigorta:** Kapalı elektrik devresinden geçen akımın, belirli bir değer üzerine çıktığında devreyi açmaya yarayan koruma elemanıdır.

**Anahtar:** Elektrik devresini açıp kapatmaya yarayan devre elemanıdır.

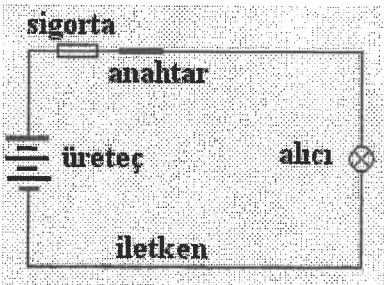
## Açık Devre



### Özellikleri:

- Anahtar kontakları açık
- Devreden akım geçmez
- Alıcı çalışmaz

## Kapalı Devre

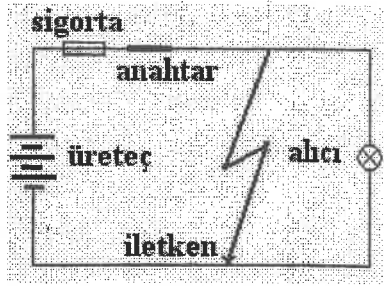


### Özellikleri:

- Anahtar kontakları kapalı
- Devreden akım geçer
- Alıcı çalışır.

## Kısa Devre

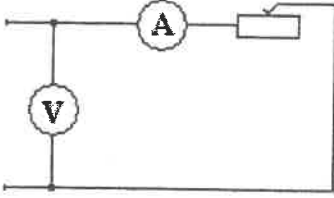
Kapalı bir elektrik devresinde üretcin iki ucunun birleşmesi durumudur. Üreteçten aşırı akım çekilir. Devre sigorta tarafından açılır.





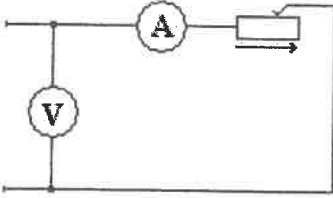
## Ohm Kanunu

### Deney I :



Devre direncini sabit tutarak, gerilimin kademeli olarak arttırıldığı bir elektrik devresinde ampermetredeki değerleri okuyalım.

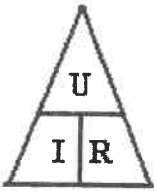
### Deney II :



Devre geriliminin sabit olduğu bir elektrik devresinde, direnci kademeli olarak arttırarak ampermetredeki değerleri okuyalım.

**Ohm kanunu:** Akım şiddeti, gerilim ve direnç arasındaki bağıntıdır. Kapalı bir elektrik devresinde devreden geçen akım devreye tatbik edilen gerilimle doğru, devre direnciyle ters orantılıdır.

Burada;



$I$  = Akım şiddeti ( A )

$R$  = Direnç (  $\Omega$  )

$U$  = Gerilim ( V )

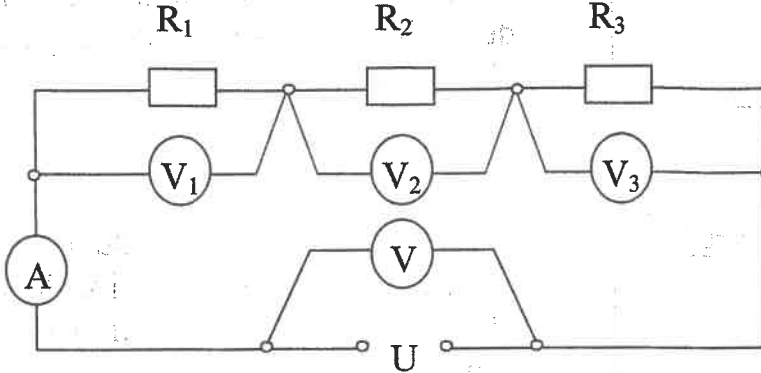
$I = U/R$

$R = U/I$

$U = I \cdot R$

## Dirençlerin Seri Bağlanmaları

**Kirşofun Gerilim Kanunu :** Kapalı bir elektrik devresinde devreye tatbik edilen gerilim, o devredeki dirençler üzerinde düşen gerilimlerin toplamına eşittir.



$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n \quad (\text{Kirşofun gerilim kanunu})$$

### Seri Devrenin Özellikleri

1- Devreye uygulanan gerilim, devredeki dirençler üzerinde düşen gerilimlerin toplamına eşittir.

$$U_T = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n$$

2- Devrenin eş değer direnci, devredeki dirençlerin toplamına eşittir.

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

3- Devredeki bütün dirençler üzerinden aynı akım geçer.

$$I = I_1 = I_2 = I_3 + \dots = I_n$$

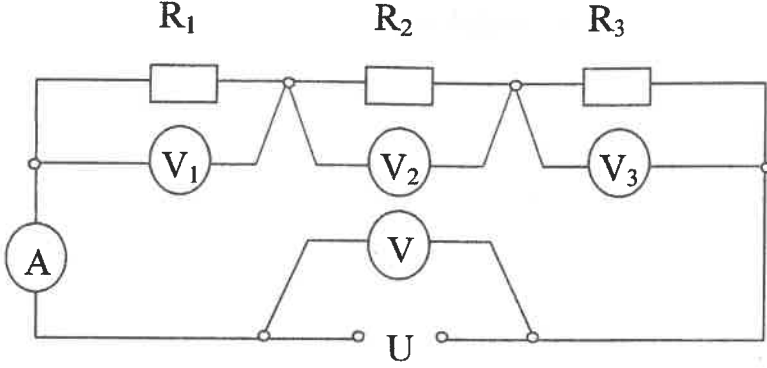
4- Devrede büyük direnç üzerinde gerilim düşümü büyük, küçük direnç üzerindeki gerilim düşümü ise küçük olur.

5- Devredeki dirençlerden herhangi birindeki değişiklik, devrenin toplam direncini ve akımını değiştireceğinden dirençler üzerindeki gerilimler de değişir.

6- Herhangi bir dirençteki kopukluk, diğer dirençleri ve devreyi çalıştırmaz.

7- Devrenin toplam direnci devredeki en büyük dirençten daha büyüktür.

**Örnek :**



$$R_1 = 2 \text{ ohm}$$

$$R_2 = 5 \text{ ohm}$$

$$R_3 = 3 \text{ ohm}$$

$$U = 200 \text{ V}$$

$$R_T = ?$$

$$I = ?$$

$$U_1 = ?$$

$$U_2 = ?$$

$$U_3 = ?$$

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 = 2 + 5 + 3 = 10 \text{ Ohm}$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{200}{10} = 20 \text{ Amper}$$

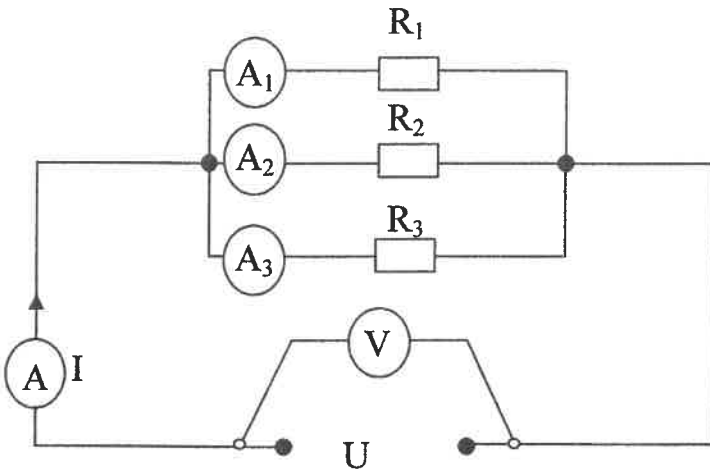
$$U_1 = I \cdot R_1 = 20 \cdot 2 = 40 \text{ Volt}$$

$$U_2 = I \cdot R_2 = 20 \cdot 5 = 100 \text{ Volt}$$

$$U_3 = I \cdot R_3 = 20 \cdot 3 = 60 \text{ Volt}$$

### **Dirençlerin Paralel Bağlanmaları**

**Kirşofun Akım Kanunu:** Bir düğüm noktasına gelen akımların toplamı, o düğüm noktasından giden akımların toplamına eşittir.



$$I = I_1 + I_2 + I_3 \dots \dots + I_n \quad (\text{Kirşofun akım kanunu})$$

## Paralel Devrenin Özellikleri

1- Devre akımı; devredeki paralel kollardan geçen akımların toplamına eşittir.

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \dots\dots\dots + I_n$$

2- Devrenin eş değer direncinin tersi; devredeki dirençlerin terslerinin toplamına eşittir.

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \dots\dots\dots + \frac{1}{R_n}$$

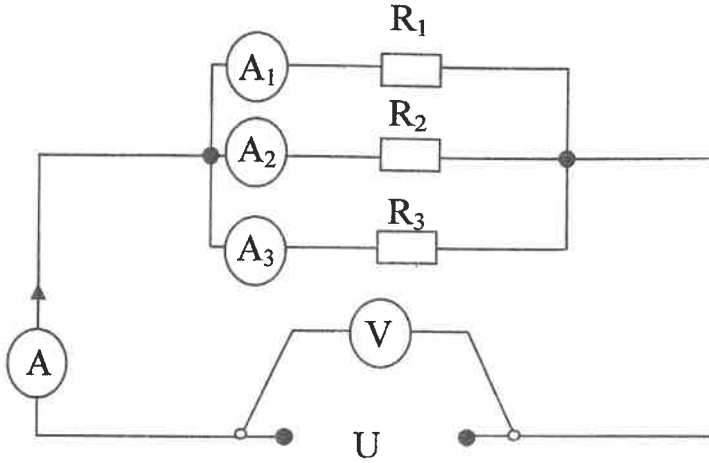
3- Devre gerilimi; her bir paralel kol gerilimine eşittir.

$$U = U_1 = U_2 = U_3 \dots\dots\dots = U_n$$

4- Devrenin eş değer direnci; devredeki en küçük direnç değerinden daha küçüktür.

5- Devredeki dirençlerden her hangi birindeki kopukluk diğer dirençlerin veya devrenin çalışmasını engellemez.

## ÖRNEK :



$$R_1 = 200 \text{ Ohm}$$

$$R_2 = 50 \text{ Ohm}$$

$$R_3 = 40 \text{ Ohm}$$

$$U = 200 \text{ V}$$

$$R_T = ?$$

$$I = ?$$

$$I_1 = ?$$

$$I_2 = ?$$

$$I_3 = ?$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{200} + \frac{1}{50} + \frac{1}{40}$$

$$R_T = 20\Omega$$

$$I = \frac{U}{R_T} = \frac{200}{20} = 10 \text{ A}$$

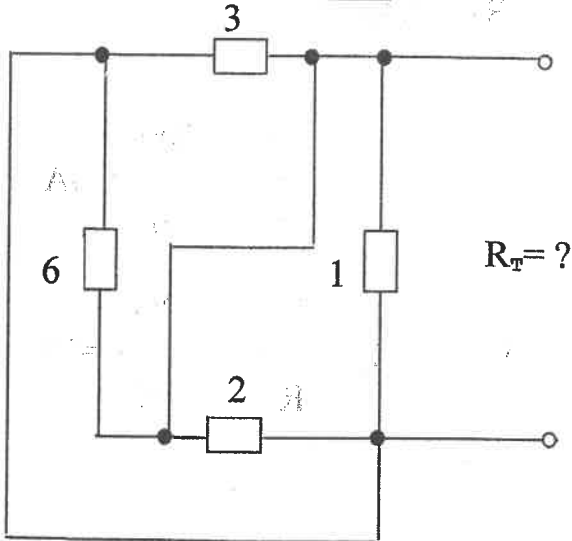
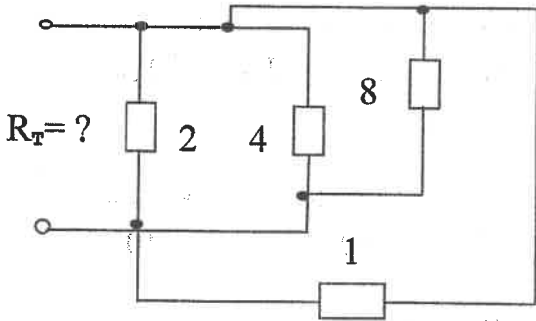
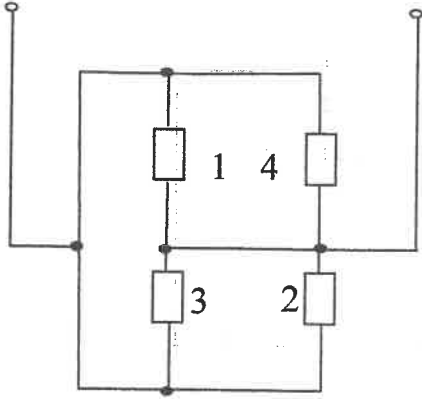
$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{200}{50} = 4 \text{ A}$$

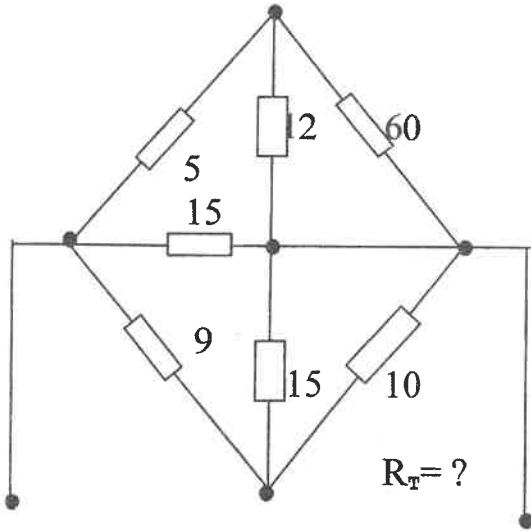
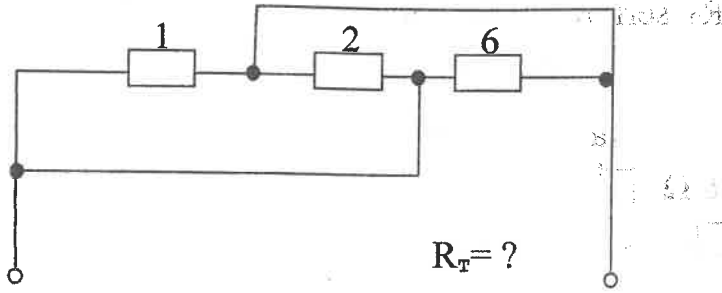
$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{200}{200} = 1 \text{ A}$$

$$I_3 = \frac{U}{R_3} = \frac{200}{40} = 5 \text{ A}$$

## Devre Çözümleri

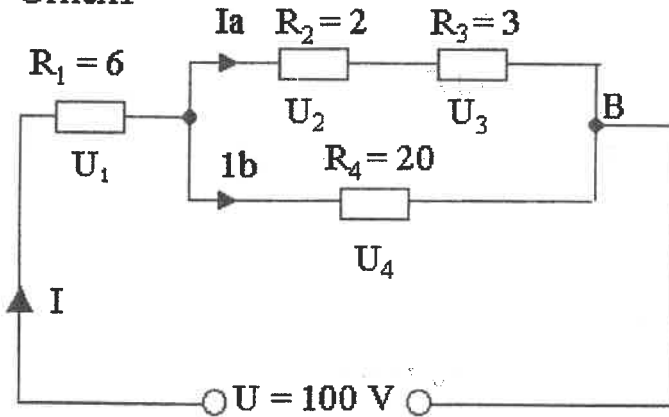
\* Aşağıdaki devrelerin eşdeğer dirençlerini hesaplayınız ?  
 $R_T = ?$





**Karışık devre örnekleri**

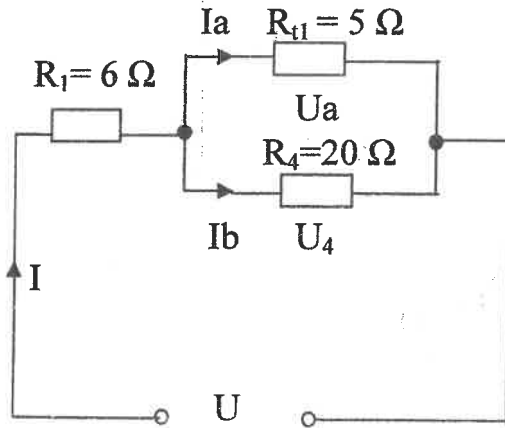
**Örnek1**



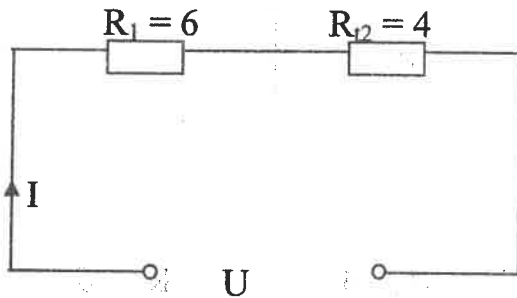
- $R_1 = 6 \text{ Ohm}$
- $R_2 = 2 \text{ Ohm}$
- $R_3 = 3 \text{ Ohm}$
- $R_4 = 20 \text{ Ohm}$
- $U = 100 \text{ V}$
- $R_T = ?$
- $I = ?$
- $U_1 = ?$
- $U_2 = ?$
- $U_3 = ?$
- $U_4 = ?$
- $I_a = ?$

$$R_2 \text{ ve } R_3 \text{ seri } R_{t1} = R_2 + R_3 = 2 + 3 = 5 \text{ Ohm}$$

$$R_{t1} = 5 \Omega$$



$$R_{t2} = \frac{R_1 \cdot R_4}{R_{t1} + R_4} = \frac{5 \cdot 20}{5 + 20} = 4 \text{ Ohm}$$



$$R_T = R_1 + R_{t2} = 6 + 4 = 10 \Omega$$

$$I = \frac{U}{R_T} = \frac{100}{10} = 10 \text{ A}$$

$$U_1 = I \cdot R_1 = 10 \cdot 6 = 60 \text{ V}$$

$$U_{AB} = U - U_1 = 100 - 60 = 40 \text{ V} = U_4$$

$$I_a = \frac{U_{AB}}{R_{t1}} = \frac{40}{5} = 8 \text{ A}$$



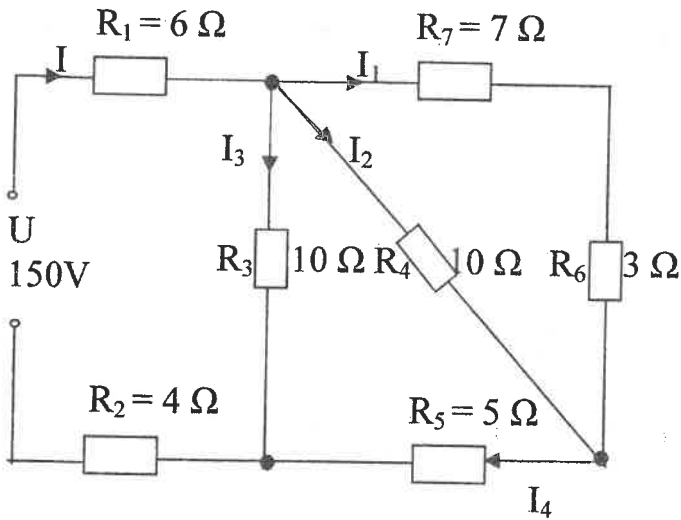
$$I_b = \frac{U_{AB}}{R} = \frac{40}{20} = 2A$$

$$U_2 = I_a \cdot R_2 = 8 \cdot 2 = 16 V$$

$$U_3 = I_a \cdot R_3 = 8 \cdot 3 = 24 V$$

$$U_4 = I_b \cdot R_4 = 2 \cdot 20 = 40 V$$

### ÖRNEK 2:



$$R_T = ? \quad I = ?$$

$$R_{t1} = R_6 + R_7 = 7 + 3 = 10 \Omega$$

$$R_{t2} = \frac{R_{t1} \cdot R_4}{R_{t1} + R_4} = \frac{10 \cdot 10}{10 + 10} = 5 \Omega$$

$$R_{t3} = R_2 + R_5 = 5 + 5 = 10 \Omega$$

$$R_{t4} = \frac{R_{t3} \cdot R_3}{R_{t3} + R_3} = \frac{10 \cdot 10}{10 + 10} = 5 \Omega$$

$$R_T = R_1 + R_{t4} + R_2 = 6 + 5 + 4 = 15 \Omega$$

$$I = \frac{U}{R_t} = \frac{150}{15} = 10 \text{ A}$$

$$U_{R1} = I \cdot R_1 = 10 \cdot 6 = 60 \text{ V}$$

$$U_{R2} = I \cdot R_2 = 10 \cdot 4 = 40 \text{ V}$$

$$U_{R3} = U - U_{R1} - U_{R2} = 150 - 60 - 40 = 50 \text{ V}$$

$$I_3 = \frac{U}{R} = \frac{50}{10} = 5 \text{ A}$$

$$I_4 = I - I_3 = 10 - 5 = 5 \text{ A}$$

$$U_{R5} = I_4 \cdot R_5 = 5 \cdot 5 = 25 \text{ V}$$

$$U_{R4} = U_{R3} - U_{R5} = 50 - 25 = 25 \text{ V}$$

$$I_2 = \frac{U_{R4}}{R_4} = \frac{25}{10} = 2,5 \text{ A}$$

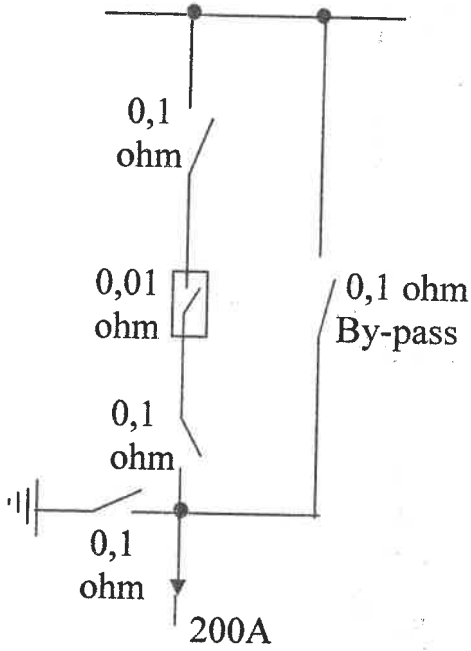
$$I_1 = I - I_2 - I_3 = 10 - 2,5 - 5 = 2,5 \text{ A}$$

$$U_{R7} = I_1 \cdot R_7 = 2,5 \cdot 7 = 17,5 \text{ V}$$

$$U_{R6} = I_1 \cdot R_6 = 2,5 \cdot 3 = 7,5 \text{ V}$$

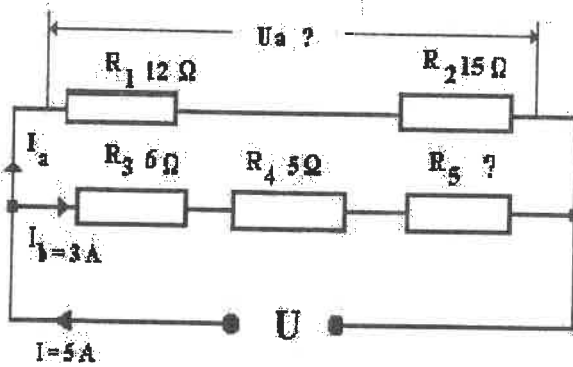
### Problem 1:

Şekildeki devrede fiderden 200 Amper akım çekilirken kesici üzerinden ve kapalı bulunan By - Pass ayırıcısı üzerinden geçen akımları hesaplayınız ?

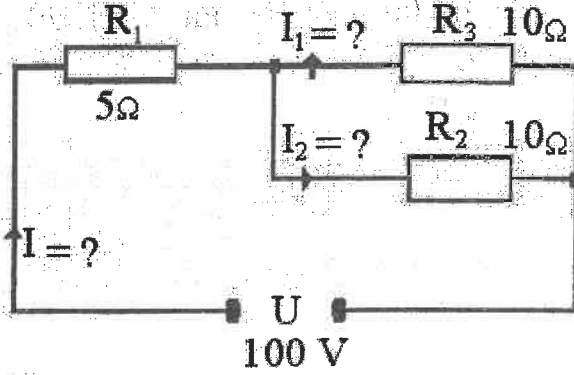


### Problem 2:

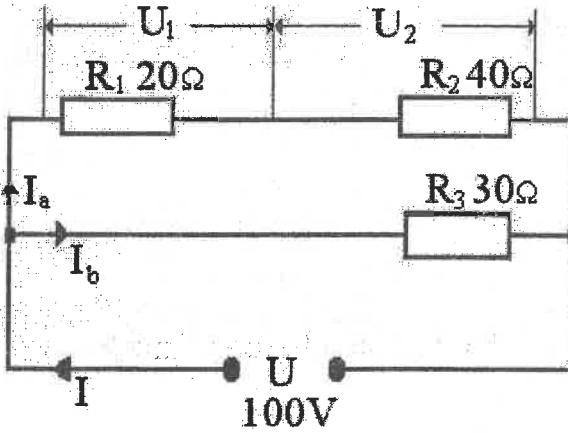
Şekilde verilen devrede  $R_5$  direncini hesaplayınız ?



**Problem 3:** Şekilde verilen devrede  $I_2$  akımını hesaplayınız.



Aşağıdaki devre de toplam direnci devre ve kol akımlarını, seri direçlerin üzerini düşen gerilim düşümlerini bulunuz.



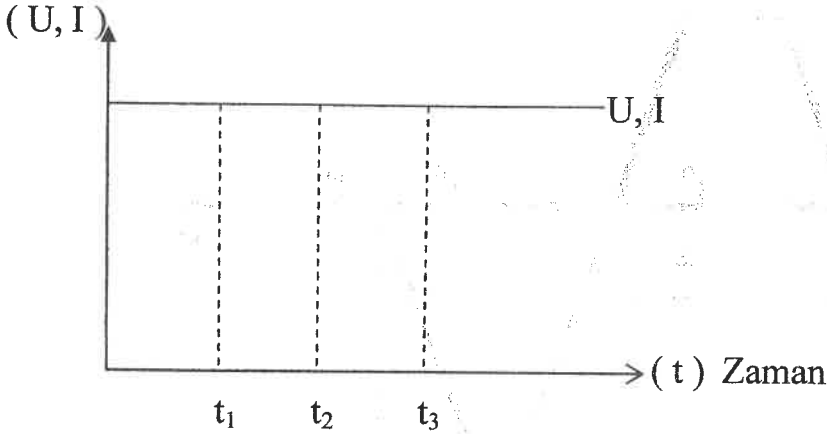
## Elektrik Akımının Sınıflandırılması

Elektrik akımının zamanla olan değişimine göre;

- 1- Doğru akım,
- 2- Alternatif ( Dalgalı ) akım,
- 3- Doğrultulmuş dalgalı akım ( Doğru akım kabul edilir ).

### Doğru Akım

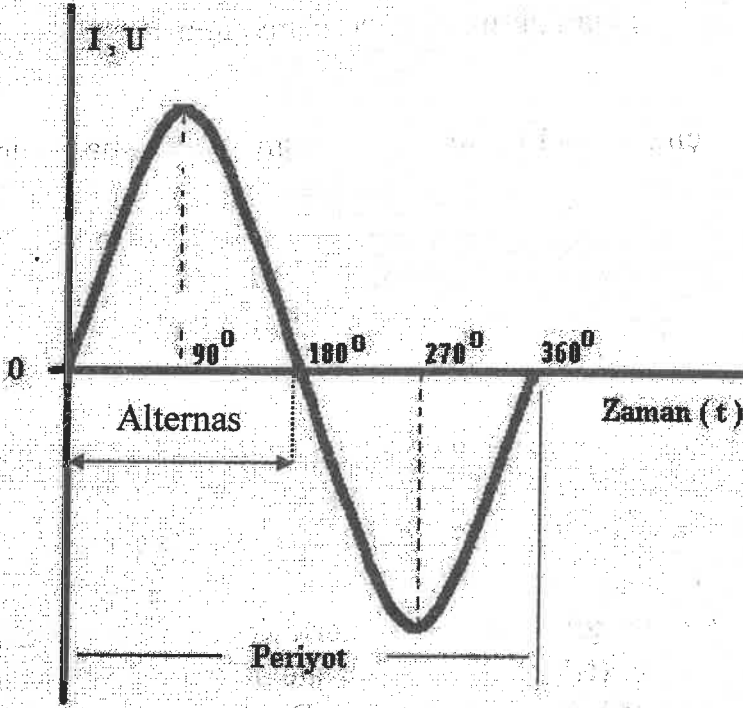
Birim zaman içinde yönü ve şiddetti değişmeyen akıma denir.



Grafikte görüldüğü gibi akımın değeri  $(t)$  zamanına bağlı değildir. Grafikte  $(t_1)$ ,  $(t_2)$ ,  $(t_3)$  zamanları dikkate alındığında akımın hep  $I$  değerinde olduğu (değişmediği) görülür. Doğru akım üreteçleri pil ve akümülatörlerdir.

## Alternatif Akım

Zaman içinde yönünü ve şiddetini periyodik olarak değiştiren (Sinüsoidal) akıma alternatif akım denir.

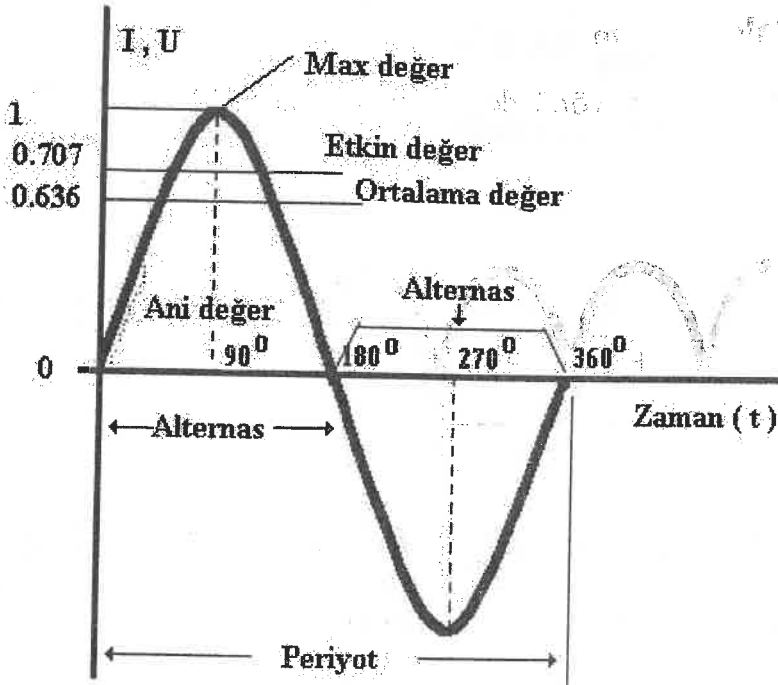


Şekilde görüldüğü gibi akımın yönü ve şiddeti devamlı değişkendir. Alternatif akım üreteçleri alternatörlerdir. Endüstride ve günlük hayatta kullanılan elektrik enerjisinin tamamına yakın bir kısmı alternatif akımdır.

**Periyot :** Bir sinüs eğrisinin tamamlanması için geçen süredir.

**Frekans:** Saniyedeki periyot sayısıdır. Birimi hertzdir. Türkiye’de kullanılan frekans 50 hertzdir.

**Alternas:** Periyodun yarısıdır. Bir periyot (+) ve (-) olarak şekilde iki alternasdan oluşur.



**Ani Değer:** Akım veya gerilimin herhangi bir andaki değerine denir.

$$i = I_{\max} \cdot \sin \omega t$$

$$u = U_{\max} \cdot \sin \omega t$$

**Maksimum Değer (Tepe Noktası):** Akım veya gerilimin ulaşabileceği en büyük değerine denir.

90° deki ani değere, **maksimum değer** de denir.

**Ortalama Değer:** Bir alternasdaki ani değerlerin matematiksel ortalamasına denir.

$$I_{\text{ort}} = I_{\max} \cdot 0,636$$

$$U_{\text{ort}} = U_{\max} \cdot 0,636$$

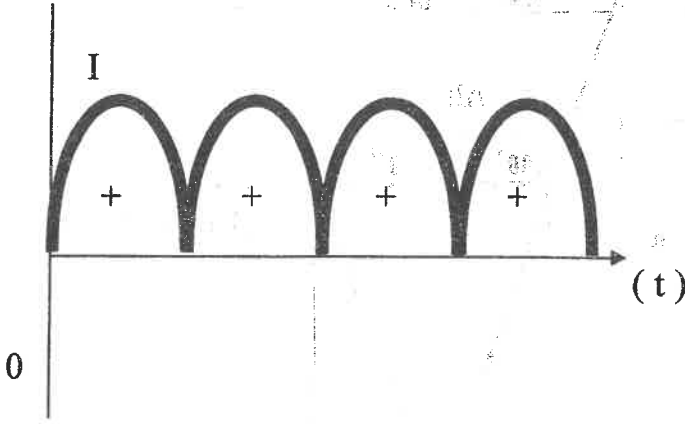
**Etkin Değer:** Aynı bir ısı işini doğru akımla aynı bir " t " zamanı içerisinde yapan alternatif akımın değerine etkin değer denir. Ölçü aletleri etkin değerleri göstermektedir.

$$I = I_{\max} \cdot 0,707$$

$$U = U_{\max} \cdot 0,707$$

## Doğrultulmuş Dalgalı Akım

Zamana bağılı olarak yönü değışmeyen ancak şiddeti değışen akımdır.



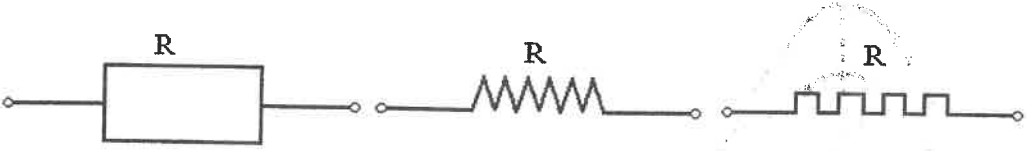
Bu akım, dinamo ve redresörlerden elde edilir. (Pratikte doğru akım olarak kabul edilir.)

Elektronik sanayii, elektrikli nakil vasıtaları, galvanoteknik, akü şarjı ve günlük hayatta kullanılan bir çok cihazların çalıştırılmasında kullanılır.



# ALTERNATİF AKIMDA ALICILAR

## Omik Alıcılar



Ütü, fırın, Elektrik ocağı, akkor flamanlı ampul ve elektrik sobası gibi ısı veren ve gerilim düşümüne neden olan alıcılardır.

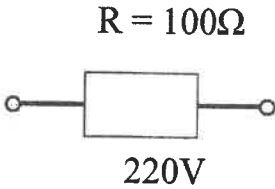
### Seri bağlamada;

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

### Paralel bağlamada;

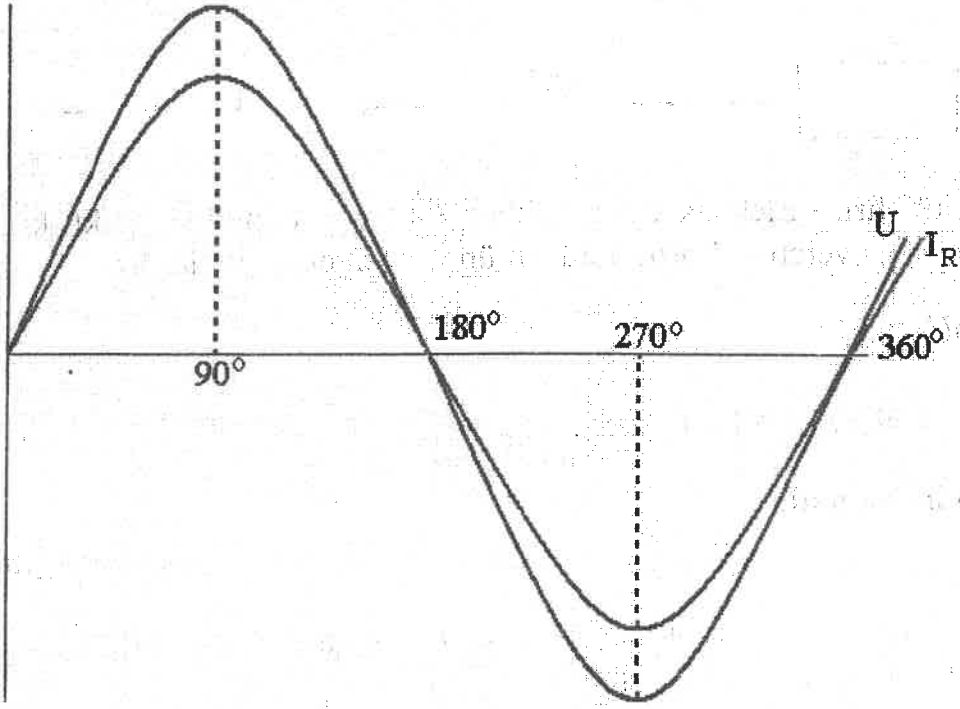
$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + R_n$$

Bu alıcılar doğru akımda ve Alternatif akımda aynı özellikleri gösterir.

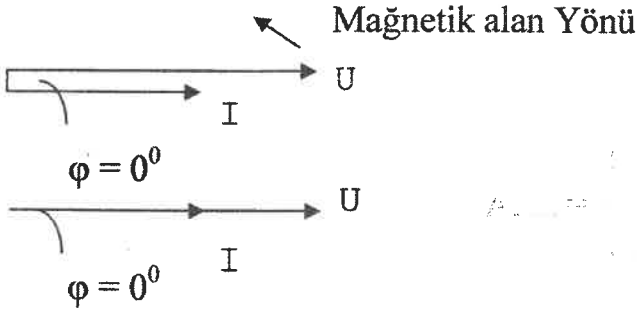


$$\frac{I}{R} = \frac{U}{R} = \frac{220}{100} = 2,2A$$

Bulunan bu akım, sinüsoidal eğri' de incelendiğinde ; gerilim ile akımın aynı fazda olduğu görülür.



Vektör diyagramı aşağıdaki gibidir.



## Omik Alıcılarda Güç

D. A da güç, bir devreye uygulanan gerilim ile devreden geçen akımın çarpımına eşittir. Omik dirençli bir A.A devresinde, R direncinin uçlarına uygulanan gerilim sinüsoidal olarak değiştiğinden her hangi bir andaki akım ve gerilim değerlerinin çarpımı, o andaki ani gücü verir.

$$p = u \cdot i \text{ (W)}$$

Dirence uygulanan gerilim

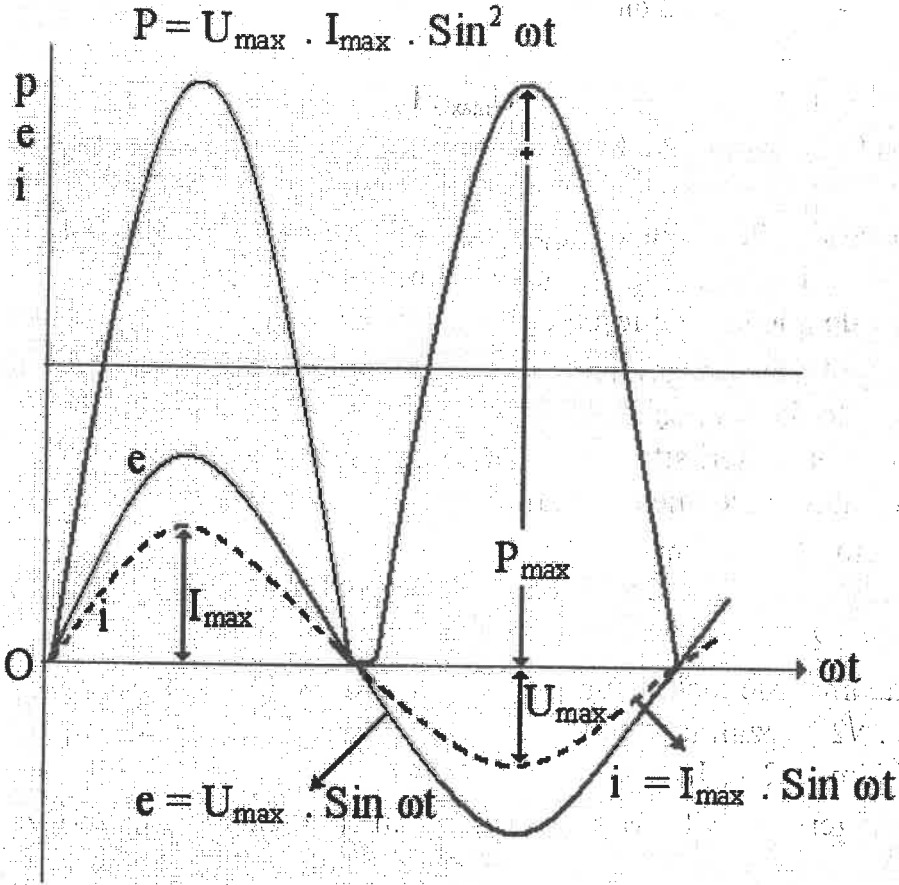
$$u = U_{\max} \sin \omega t$$

Dirençten geçen akım

$$i = I_{\max} \sin \omega t$$

Herhangi bir andaki güç

$$p = U_{\max} \sin \omega t \cdot I_{\max} \cdot \sin \omega t$$



Güç eğrisinin incelenmesinden aşağıdaki sonuçlar elde edilir:

1-Güç eğrisi her zaman pozitifdir

2-Akım ve gerilim eğrilerinin her yarım periyodunda ani güç sıfırdan maksimum değere ve sonra tekrar sıfıra düşer

3-Güç eğrisi de sinüs eğrisine benzer. Yalnız bu eğrinin frekansı akım veya gerilim frekansının iki katına eşittir

4-Dirençten geçen akım uygulanan gerilim ile aynı fazda olduğu için maksimum güç; maksimum akım ile maksimum gerilimin çarpımına eşittir

$$P = U_{\max} \cdot I_{\max} \cdot \sin^2 \omega t$$

$$\sin^2 \omega t = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \cos 2 \omega t$$

$$P = U_{\max} \cdot I_{\max} \left( \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \cos 2 \omega t \right) = \frac{U_{\max} \cdot I_{\max}}{2} - \frac{U_{\max} \cdot I_{\max}}{2} \cos 2 \omega t$$

İfadeye göre güç, sabit  $( U_{\max} \cdot I_{\max} / 2 )$  gücü ile sinüsoidal değişen  $( U_{\max} \cdot I_{\max} / 2 ) \cos 2 \omega t$  gücünün farkından meydana gelmiştir. Şekilde gücün ve bileşenlerin eğrileri görülmüştür.

Bir periyot (bir dalga) için ortalama güç, her iki bileşenin ortalamalarının toplamına eşit olacaktır.  $( U_{\max} \cdot I_{\max} / 2 ) \cos 2 \omega t$  ifadesinin ortalama değeri sıfırdır. Dirençte kaybolan gücün ortalama değeri, gücün sabit bileşenine olacaktır.

$$P_{\text{or}} = \frac{U_m \cdot I_m}{2} = \frac{P_m}{2}$$

Şu halde, ortalama güç maksimum gücün yarısına eşittir. İfadede " 2 " yerine  $( \sqrt{2} \cdot \sqrt{2} )$  yazalım.

$$P_{\text{or}} = ( U_m / \sqrt{2} ) ( I_m / \sqrt{2} )$$

Maksimum değerinin  $\sqrt{2}$ ' ye bölümü etkin ( efektif ) değeri verdiği göre,

$$U = U_m / \sqrt{2} \quad , \quad I = I_m / \sqrt{2} \text{ yazılabilir.}$$

$$P = P_{\text{or}} = U \cdot I \quad (W)$$

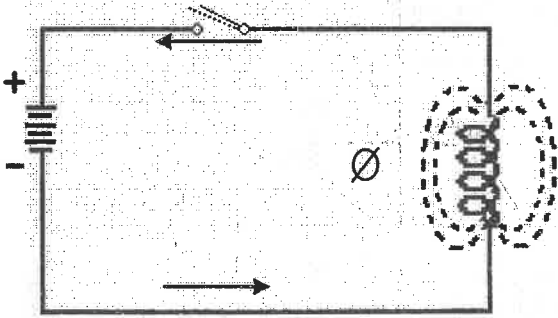
## ENDÜKTİF ALICILAR

### Özindüklem Bobini ve Özindüklem emk'i

Bir bobine şekilde görüldüğü gibi anahtarı kapatılarak DA uyguladığında, akım sıfırdan artarak belirli bir değere yükselirken, bu akımın meydana getirdiği manyetik akı da bobinin sarımlarını sardığı için, bobinin kendi sarımlarında bir emk indükler.

Akım sabit bir değere ulaştıktan sonra manyetik akıda sabit değer alacağı için bobinde indüklenen emk sıfır olur.

Bobinden geçen akımı anahtarı açarak sıfır yaptığımızda, bobini saran manyetik akı da azalarak sıfır olur. Akımın bu değişmesi bobinde yine bir emk indükler.



Lenz kanununa göre, anahtarın açılıp kapatılması esnasında bobinde indüklenen emk' in yönü, kendisini meydana getiren akımın veya akımın değişmesine mani olacak yöndedir. Anahtar kapatıldığında bobinde indüklenen özindüklem emk'in bobine uygulanan DA gerilimini artıracak yöndedir.

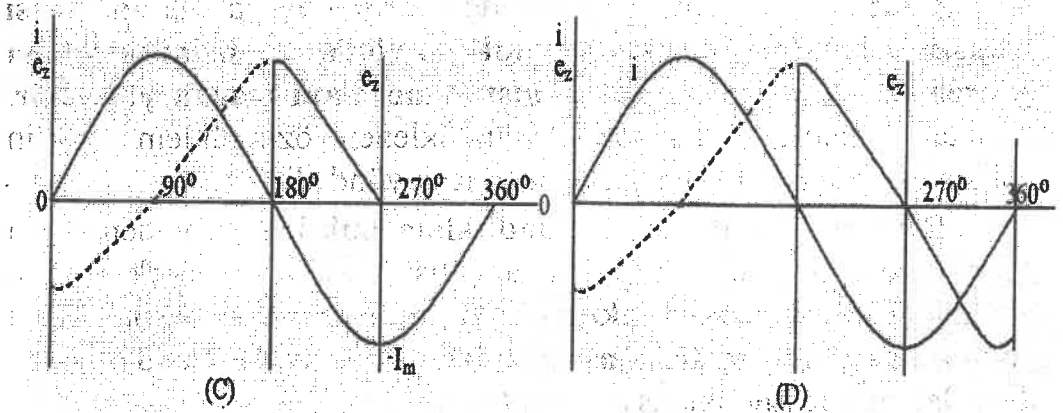
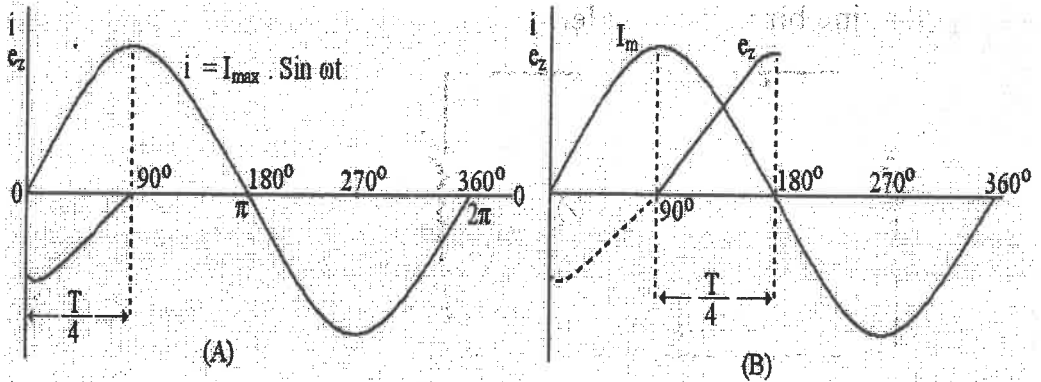
Bir bobinde indüklenen özindüklem emk'ine, bobinden geçen akımın değişmesine mani olmaya çalıştığı için, zıt emk adı da verilmiştir. Bir devrede akımın veya akımın değişmesine karşı koyma özelliğine endüktans ve böyle devrelere de endüktanslı devreler denir. Endüktans birimi Henry' dir.

Bir bobinden geçen akımdaki bir saniyede 1 Amperlik bir değişiklik bobinde 1 Voltluk bir özindüklem emk' i indüklüyorsa, bu bobinin özindüklem katsayısı "1 Henry" dir.

## Özindükleme Bobinli (endüktanslı) A.A. Devresi

Bobinden geçen sinüsoidal akımın meydana getireceği sinüsoidal manyetik akı bobinin kendi sarımlarını sardığı için bobinde özindüklem emk meydana getirir.

Bobinde indüklenen özindüklem emk'i nasıl değiştiğini aşağıdaki şekillerde görülmektedir. Eğrilerin incelenmesi neticesinde özindüklem bobininden geçen akım uygulanan gerilimden  $90^\circ$  derece geri kalır.



## Endüktif Reaktans

Özindükleme bobinin içinden geçen alternatif akıma karşı gösterdiği zorluğa endüktif reaktans denir.  $X_L$  harfi ile gösterilir. Birimi  $\Omega$  (ohm) dur.

$$X_L = \omega \cdot L \quad \omega : \text{Açısal hızdır.}$$

$$\omega = 2 \pi f \text{ olduğuna göre ;}$$

$$2 \cdot \pi = 360^0 \text{ açının Radyan cinsinden değeri}$$

$$f = \text{frekans}$$

$$L = \text{Endüktans}$$

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$$

## Endüktanslar

Seri bağlanırsa;

$$L_T = L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n$$

## Endüktanslar

Paralel bağlanırsa ;

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

Endüktif Reaktans cinsinden ;

Seri Bağlanırsa ;

$$X_{LT} = X_{L1} + X_{L2} + X_{L3} + \dots + X_{Ln}$$

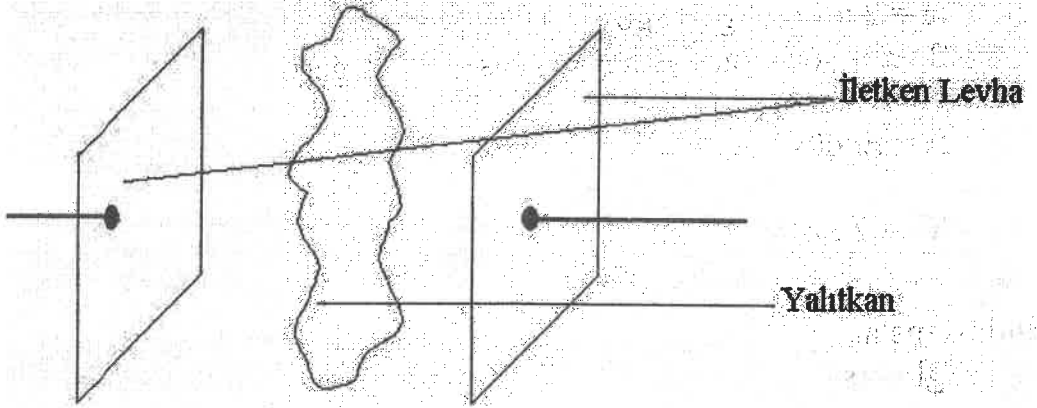
Paralel Bağlanırsa ;

$$\frac{1}{X_{LT}} = \frac{1}{X_{L1}} + \frac{1}{X_{L2}} + \frac{1}{X_{L3}} + \dots + \frac{1}{X_{Ln}}$$

## KAPASİTİF ALICILAR (C)

Kapasitif alıcılar; kondansatör, enerji iletim hatları , aşırı uyarılmış senkron motorlardır “ C ” harfi ile gösterilir. Birimi “ farad ”tır.

Bir kondansatör iki iletken arasında bir yalıtkandan meydana gelir.



Kondansatör levhalarından birine (+), diğerine (-) verirsek; aradaki yalıtkan maddeden dolayı akım akmaz. fakat (+) yük (-) yükü çekeceği için levhalar yüklü kalır. Sabit DA' da bu yük miktarı değişmediği için akım akmaz.

Uygulanan (+) ve (-) yükü değiştirmeden uygulanan gerilimi değiştirirsek  $\mu s$  yada  $ms$  düzeyinde akım almış olur gerilim sabitlenince akım akışı yine durur.

Eğer plakalara uygulanan işareti değiştirirsek veya kondansatörün ayaklarını sürekli değiştirirsek her değiştirme sonrası kondansatör kısa sürede deşarj olur, sonra şarj olur.

Levhalarından birini (+) diğerini (-) verirsek; (+) olan elektrot dolar diğerinde (-) elektron varsa iade eder. Uçları yer değiştirirsek dolar levha boşalır, boş olan levha dolar. Her değiştirilmede aynı işlem devam eder bu dolma ve boşalma bir anlıktır. Sonra her hangi bir akım çekmez.



Aynı kondansatöre Alternatif akım verirsek uçlarını yer değiştirmeye gerek bulunmaz. Alternatif akım zamana göre yönünü ve şiddetini değiştirmekte olduğu için dolma ve boşalma (şarj ve deşarj) zamana bağlı olarak sürekli değiştirecektir. Bu nedenle kondansatörler şarj ve deşarj prensibine göre çalışır. İki levha arasında elektron alışverişi olmaz. Olursa kondansatör delinmiş demektir.

Levha yüzeyleri ne kadar büyütülürse o kadar çok elektron yüklenir aynı zamanda orada bulunan yalıtkanların kalınlığı ne kadar arttırılırsa o orandan az elektron yüklenir. Yani; Bir kondansatörün kapasitesi levha yüzeyi ile doğru, aralarında bulunan yalıtkanların kalınlığı ile ters orantılıdır.

Bir kondansatörün uçlarına 1 Volt gerilim uygulandığı zaman 1 kulon Elektrik yükü yüklenirse ( $6,28 \times 10^{18}$  elektron) bu kondansatör 1 Farad denir. Bu sebep den Farad büyük bir değer olmaktadır ve genellikle Ast katları kullanılır. (mF,  $\mu$ F, nF, pF)

**Kondansatörleri seri bağlanırsa;**

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

**Kondansatör Paralel bağlanırsa ;**

$$C_T = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$$

**$X_C$  kapasitif Reaktans;**

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} \text{ dir.}$$

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} \quad (\Omega) \text{ olur.}$$

Seri bağlanan kondansatör için (kapasitif reaktans cinsinden)

$$X_{CT} = X_{C1} + X_{C2} + X_{C3} + \dots + X_{Cn}$$

Paralel bağlanan kondansatör için ( kapasitif reaktans cinsinden )

$$\frac{1}{X_{CT}} = \frac{1}{X_{C1}} + \frac{1}{X_{C2}} + \frac{1}{X_{C3}} + \dots + \frac{1}{X_{Cn}}$$

### Kapasitif Reaktansın Bulunması

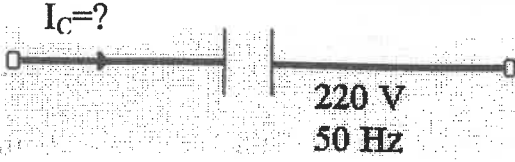
Farad ( F )  $X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$

Milifarad ( mF )  $X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C \cdot 10^{-3}}$

Mikrofarad (  $\mu$ F )  $X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C \cdot 10^{-6}}$

Nanofarad ( nF )  $X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C \cdot 10^{-9}}$

Pikofarad ( pF )  $X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C \cdot 10^{-12}}$



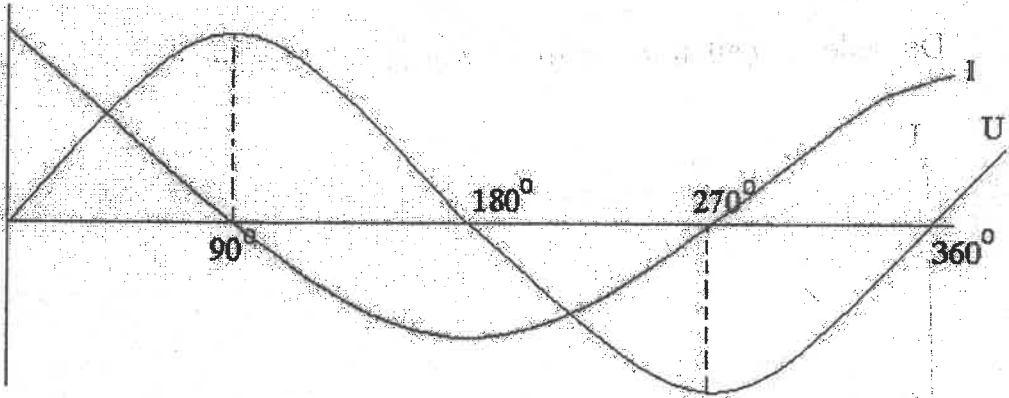
$$C = 30 \mu f = 0,000030 F$$

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 0,00003}$$

$$X_C = 106,15 \Omega$$

$$I_C = \frac{U}{X_C} = \frac{220}{106,15} = 2,07 A$$

Çıkan akım sinüsoidal eğride incelenirse;

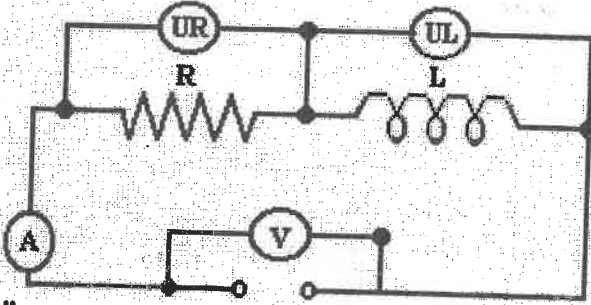


Kondansatör levhaların ilk anda boş olmasından, şarj ve deşarj şeklinde çalışmasından dolayı I akım gerilime göre  $90^\circ$  ilerde yada gerilim akıma göre  $90^\circ$  geridedir.

## A - A DEVRELERİ

### R - L Seri Devreler;

Elektrik motorları, florasan lamba balastı, transformatör vb. seri bağlı direnç ile endüktanslı alternatif akım devreleridir.



#### Özellikleri;

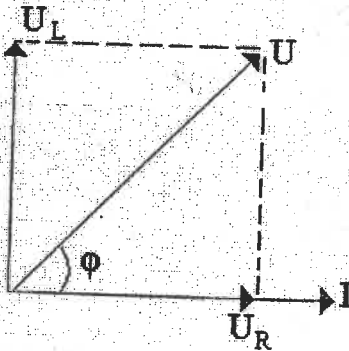
$U_R$  gerilimi devre akımı ile aynı fazdadır.

$U_L$  gerilimi devre akımından  $90^\circ$  ileridedir.

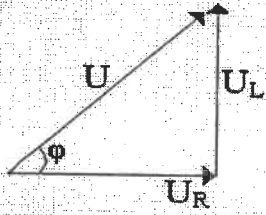
Devreye uygulanan gerilim  $U_R$  ve  $U_L$  gerilimlerinin vektöriyel toplamıdır.

Devrenin empadansı  $R$  ve  $X_L$  dirençlerinin vektöriyel toplamıdır.

Devreden geçen akım gerilimden  $\phi$  açısı kadar geridedir.



Gerilim Üçgeni      Empedans Üçgeni      Güç Üçgeni

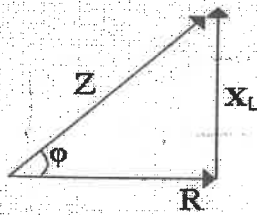


$$U^2 = U_R^2 + U_L^2$$

$$\cos\phi = \frac{U_R}{U}$$

$$\sin\phi = \frac{U_L}{U}$$

$$\text{Tg}\phi = \frac{U_L}{U_R}$$

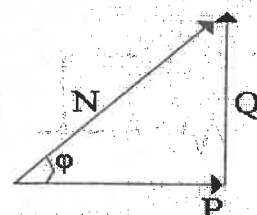


$$Z^2 = R^2 + X_L^2$$

$$\cos\phi = \frac{R}{Z}$$

$$\sin\phi = \frac{X_L}{Z}$$

$$\text{Tg}\phi = \frac{X_L}{R}$$



$$N^2 = P^2 + Q^2$$

$$\cos\phi = \frac{P}{N}$$

$$\sin\phi = \frac{Q}{N}$$

$$\text{Tg}\phi = \frac{Q}{P}$$

N = Görünür Güç

P = Aktif Güç

Q = Reaktif Güç

N = U . I      VA

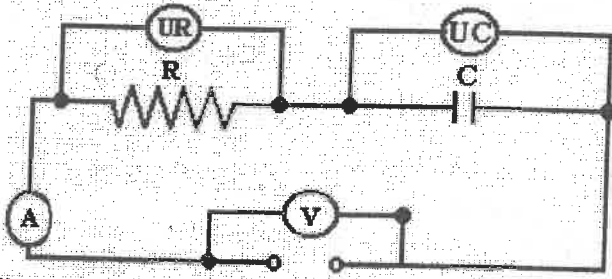
P = N . Cosφ      W

P = U . I . Cosφ      W

Q = N . Sinφ      Var

Q = U . I . Sinφ      Var

## R - C SERİ DEVRELER



### Özellikleri;

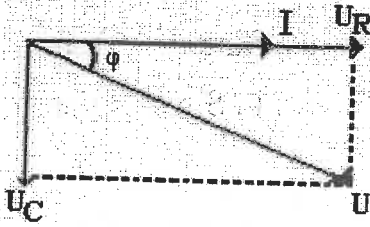
$U_R$  gerilimi devre akımı ile aynı fazdadır.

$U_C$  gerilimi devre akımından  $90^\circ$  geridedir.

Devreye uygulanan gerilim  $U_R$  ve  $U_C$  gerilimlerinin vektöriyel toplamıdır.

Devrenin empedansı  $R$  ve  $X_C$  dirençlerinin vektöriyel toplamıdır.

Devreden geçen akım gerilimden  $\phi$  açısı kadar ileridedir.



$$U^2 = U_R^2 + U_C^2$$

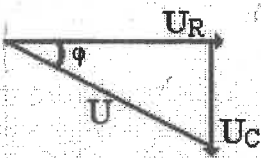
$$\sin\phi = \frac{U_C}{U}$$

$$\cos\phi = \frac{U_R}{U}$$

### Gerilim Üçgeni

### Empedans Üçgeni

### Güç Üçgeni

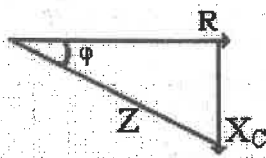


$$U^2 = U_R^2 + U_C^2$$

$$\sin\phi = \frac{U_C}{U}$$

$$\cos\phi = \frac{U_R}{U}$$

$$\text{Tg}\phi = \frac{U_C}{U_R}$$



$$Z^2 = R^2 + X_C^2$$

$$\sin\phi = \frac{X_C}{Z}$$

$$\cos\phi = \frac{R}{Z}$$

$$\text{Tg}\phi = \frac{X_C}{R}$$



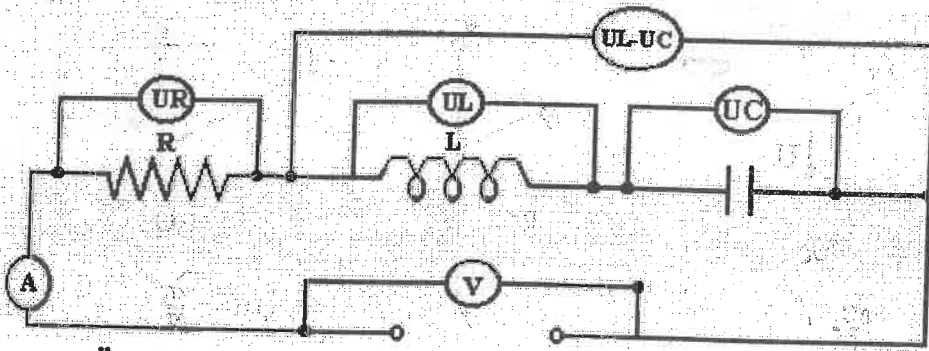
$$N^2 = P^2 + Q_C^2$$

$$\sin\phi = \frac{Q_C}{N}$$

$$\cos\phi = \frac{P}{N}$$

$$\text{Tg}\phi = \frac{Q_C}{P}$$

## R - L - C SERİ DEVRELER



### Özellikleri;

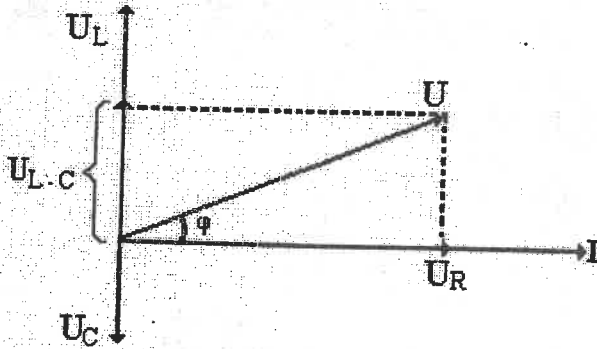
$U_R$  gerilimi devre akımı ile aynı fazdadır.

$U_C$  gerilimi devre akımından  $90^\circ$  geridedir.

$U_L$  gerilimi devre akımından  $90^\circ$  ileridedir.

Devreye uygulanan gerilim  $U_R$ ,  $U_L$  ve  $U_C$  gerilimlerinin vektöriyel toplamıdır.

Devrenin empedansı  $R$ ,  $X_L$  ve  $X_C$  dirençlerinin vektöriyel toplamıdır.

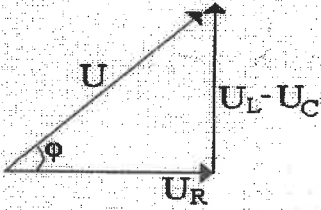


$U_L > U_C$  veya  $X_L > X_C$  durumuna göre vektör diyagramı.

Buna göre devre R - L seri devre özelliğine sahiptir.



### Gerilim Üçgeni



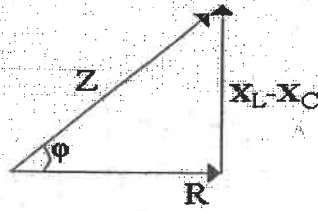
$$U^2 = U_R^2 + (U_L - U_C)^2$$

$$\cos\phi = \frac{U_R}{U}$$

$$\sin\phi = \frac{U_L - U_C}{U}$$

$$\text{Tg}\phi = \frac{U_L - U_C}{U_R}$$

### Empedans Üçgeni



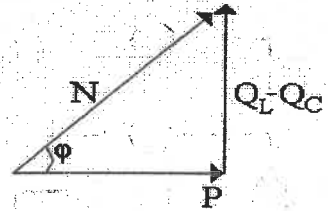
$$Z^2 = R^2 + (X_L - X_C)^2$$

$$\cos\phi = \frac{R}{Z}$$

$$\sin\phi = \frac{X_L - X_C}{Z}$$

$$\text{Tg}\phi = \frac{X_L - X_C}{R}$$

### Güç Üçgeni



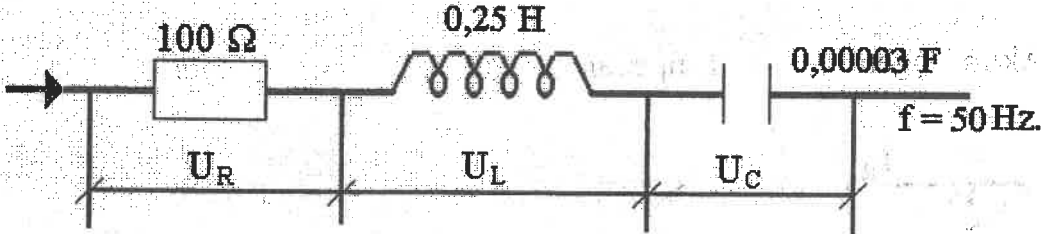
$$N^2 = P^2 + (Q_L - Q_C)^2$$

$$\cos\phi = \frac{P}{N}$$

$$\sin\phi = \frac{Q_L - Q_C}{N}$$

$$\text{Tg}\phi = \frac{Q_L - Q_C}{P}$$

**Örnek:**



$$I = 1,2 \text{ A}$$

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 0,25 = 78,5 \Omega$$

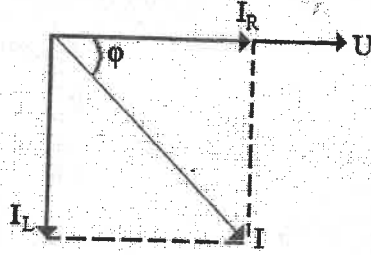
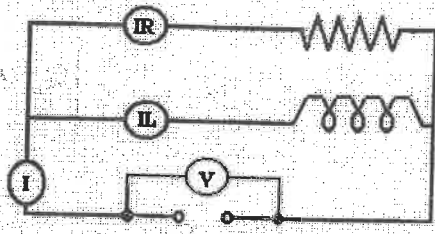
$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 0,00003} = 106,15 \Omega$$

$$U_R = I \cdot R = 100 \cdot 1,2 = 120 \text{ V}$$

$$U_L = I \cdot X_L = 78,5 \cdot 1,2 = 94,2 \text{ V}$$

$$U_C = I \cdot X_C = 106,15 \cdot 1,2 = 127,38 \text{ V}$$

# R - L PARALEL DEVRELERİ



## Özellikleri;

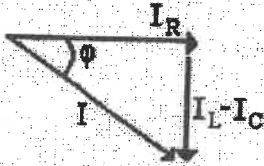
$I_R$  akımı devre gerilimi ile aynı fazdadır.

$I_L$  akımı devre geriliminden  $90^0$  geridedir.

$I$  akımı devre geriliminden  $\phi$  açısı kadar geridedir.

Devre akımı devrede kollardan geçen akımların vektöriyel toplamıdır.

## Akım Üçgeni



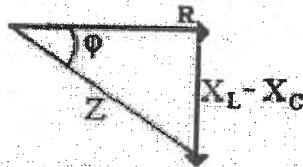
$$I^2 = I_R^2 + (I_L - I_C)^2$$

$$\sin\phi = \frac{I_L - I_C}{I}$$

$$\cos\phi = \frac{I_R}{I}$$

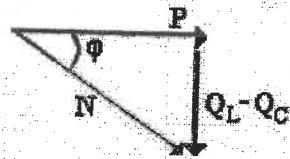
$$\text{Tg}\phi = \frac{I_L - I_C}{I_R}$$

## Empedans Üçgeni



$$\left(\frac{1}{Z}\right)^2 = \left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{X_L} - \frac{1}{X_C}\right)^2$$

## Güç Üçgeni



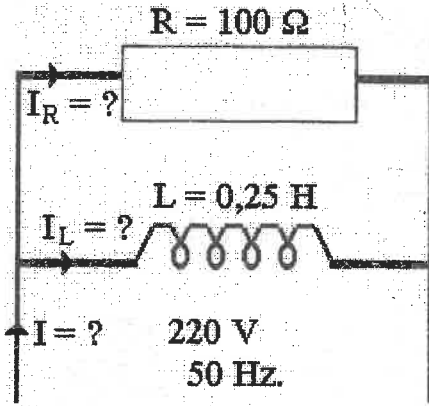
$$N^2 = P^2 + (Q_L - Q_C)^2$$

$$\sin\phi = \frac{Q_L - Q_C}{N}$$

$$\cos\phi = \frac{P}{N}$$

$$\text{Tg}\phi = \frac{Q_L - Q_C}{P}$$

## Örnek :



$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$$

$$X_L = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 0,25$$

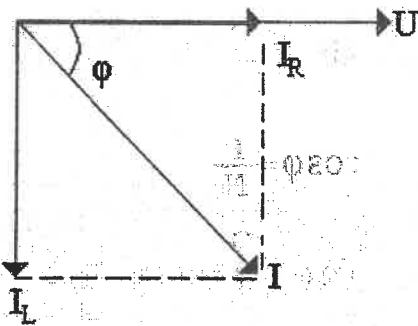
$$= 78,5 \Omega$$

$$\frac{1}{Z} = \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{X_L}\right)^2}$$

Formülü ile de bulunsa da en kolay yöntem akımlardan bulmaktır.

$$I_R = \frac{U}{R} = \frac{220}{100} = 2,2 \text{ A}$$

$$I_L = \frac{U}{X_L} = \frac{220}{78,5} = 2,8 \text{ A}$$

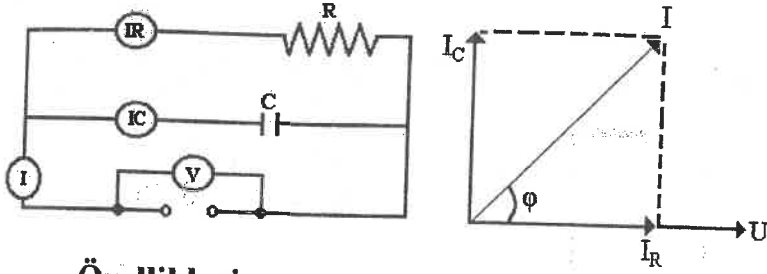


$$I = \sqrt{I_R^2 + I_L^2}$$

$$= \sqrt{2,2^2 + 2,8^2} = 3,56 \text{ A}$$

$$\cos \phi = \frac{I_R}{I} = \frac{2,2}{3,56} = 0,61$$

## R - C PARALEL DEVRELER



### Özellikleri;

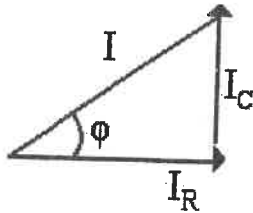
$I_R$  akımı devre gerilimi ile aynı fazdadır.

$I_C$  akımı devre geriliminden  $90^\circ$  ileridedir.

$I$  akımı devre geriliminden  $\phi$  açısı kadar ileridedir.

Devre akımı devrede kollardan geçen akımların vektöriyel toplamıdır.

### Akım Üçgeni



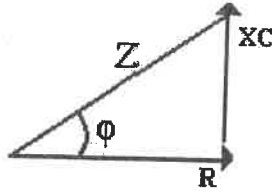
$$I^2 = I_R^2 + I_C^2$$

$$\sin \phi = \frac{I_C}{I}$$

$$\cos \phi = \frac{I_R}{I}$$

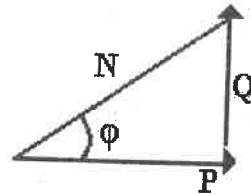
$$\text{Tg } \phi = \frac{I_C}{I_R}$$

### Empedans Üçgeni



$$\left(\frac{1}{Z}\right)^2 = \left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{X_C}\right)^2$$

### Güç Üçgeni



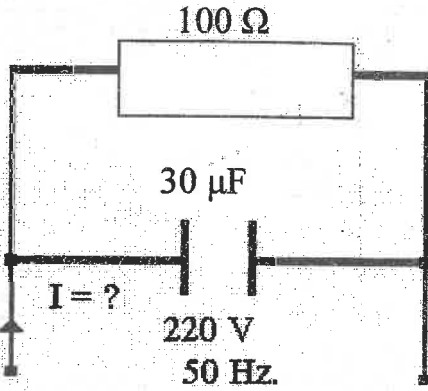
$$N^2 = P^2 + Q^2$$

$$\sin \phi = \frac{Q}{N}$$

$$\cos \phi = \frac{P}{N}$$

$$\text{Tg } \phi = \frac{Q}{P}$$

**Örnek :**



$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$$

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 0,00003}$$

$$= 106,15 \Omega$$

En kolay yöntem akımlardan gidilerek bulunmasıdır.

$$I_R = \frac{U}{R} = \frac{220}{100} = 2,2 \text{ A}$$

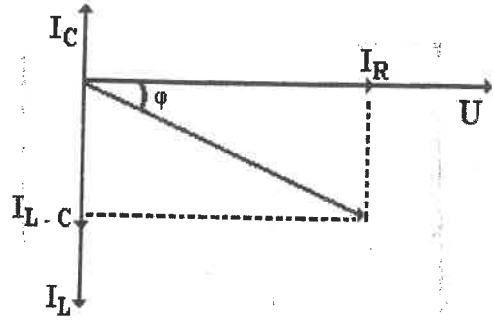
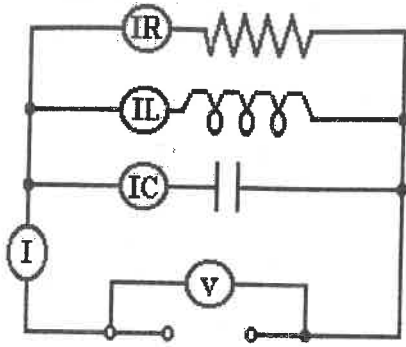
$$I_C = \frac{U}{X_C} = \frac{220}{106,15} = 2,07 \text{ A}$$

$$I = \sqrt{I_R^2 + I_C^2}$$

$$= \sqrt{2,2^2 + 2,07^2} = 3,02 \text{ A}$$

$$\cos \varphi = \frac{I_R}{I} = \frac{2,2}{3,02} = 0,72$$

## R- L - C PARALEL DEVRELER



$I_L > I_C$  göre vektör diyagramı.

### Özellikleri;

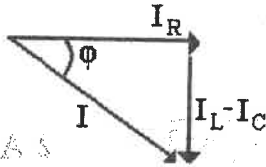
$I_R$  akımı devre gerilimi ile aynı fazdadır.

$I_L$  akımı devre geriliminden  $90^\circ$  geridedir.

$I_C$  akımı devre geriliminden  $90^\circ$  ileridedir.

Devre akımı devrede kollardan geçen akımların vektöriyel toplamıdır.

### Akım Üçgeni



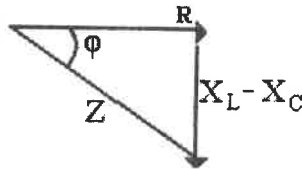
$$I^2 = I_R^2 + (I_L - I_C)^2$$

$$\sin \varphi = \frac{I_L - I_C}{I}$$

$$\cos \varphi = \frac{I_R}{I}$$

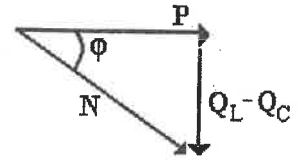
$$\text{Tg } \varphi = \frac{I_L - I_C}{I_R}$$

### Empedans Üçgeni



$$\left(\frac{1}{Z}\right)^2 = \left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{X_L} - \frac{1}{X_C}\right)^2$$

### Güç Üçgeni



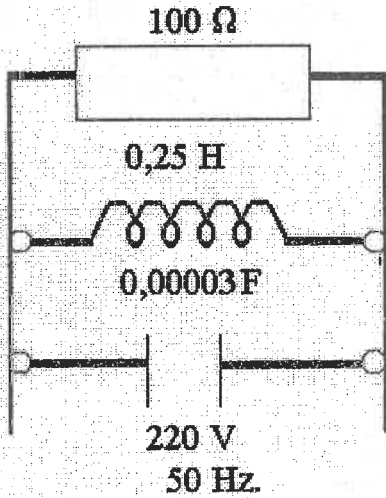
$$N^2 = P^2 + (Q_L - Q_C)^2$$

$$\sin \varphi = \frac{Q_L - Q_C}{N}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{N}$$

$$\text{Tg } \varphi = \frac{Q_L - Q_C}{P}$$

## Örnek:



$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 0,25 = 78,5 \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 0,00003} = 106,15 \Omega$$

$$\frac{1}{Z} = \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{X_L} - \frac{1}{X_C}\right)^2}$$

formülü ile de bulunabilir.

$$I_R = \frac{U}{R} = \frac{220}{100} = 2,2 \text{ A}$$

$$I_L = \frac{U}{X_L} = \frac{220}{78,5} = 2,8 \text{ A}$$

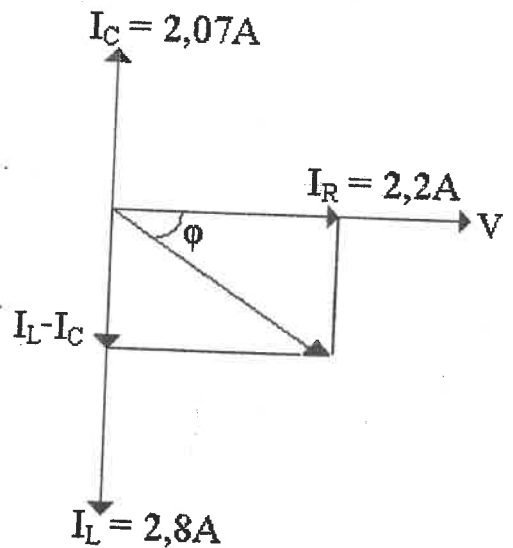
$$I_C = \frac{U}{X_C} = \frac{220}{106,15} = 2,07 \text{ A}$$

$$I = \sqrt{I_R^2 + (I_L - I_C)^2}$$

$$I = \sqrt{2,2^2 + (2,8 - 2,07)^2}$$

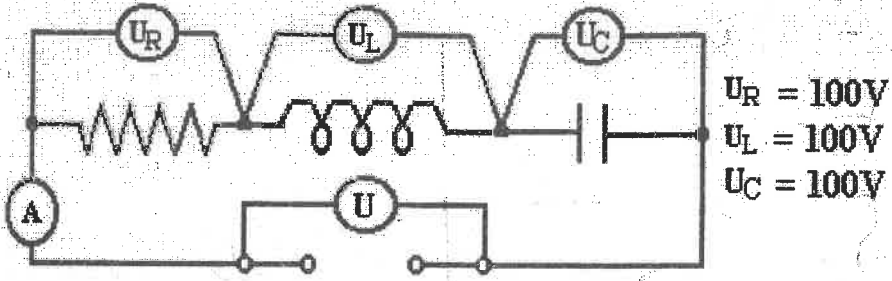
$$I = 2,31 \text{ A}$$

$$\cos \varphi = \frac{I_R}{I} = \frac{2,2}{2,31} = 0,95$$





## Seri Rezonans Devreler



### Özellikleri;

Endüktif Reaktans, kapasitif reaktansa eşittir.

Devrenin empedansı omik dirence eşittir.

Devre akımı gerilim ile aynı fazdadır.

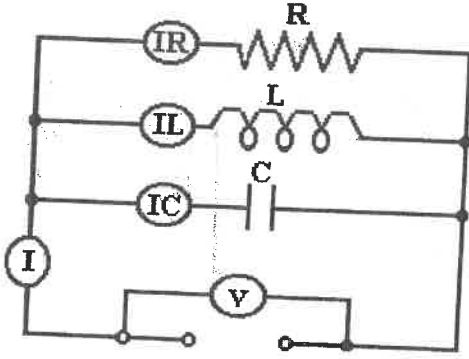
Devreye tatbik edilen gerilim R direncinde düşen gerilime eşittir.

Devreden geçen akım maksimumdur.

“Seri Rezonans” devre ile istenilen frekanstaki akımların geçmesine müsaade eden devreler hazırlanabilir.

$$U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2} = \sqrt{100^2 + (100 - 100)^2} = 100 \text{ V}$$

## Paralel Rezonans Devreler



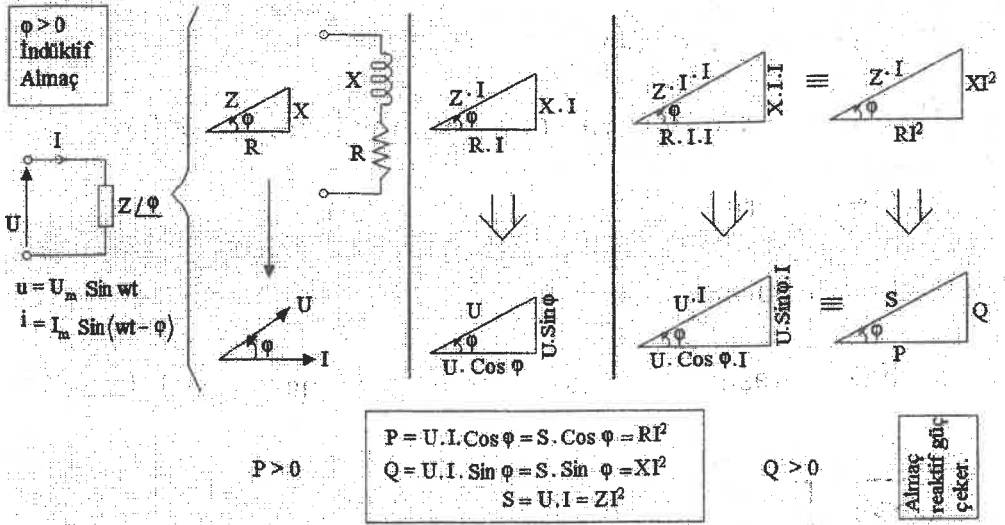
$$I = \sqrt{I_R^2 + (I_L - I_C)^2}$$

$$I = \sqrt{10^2 + (10 - 10)^2}$$

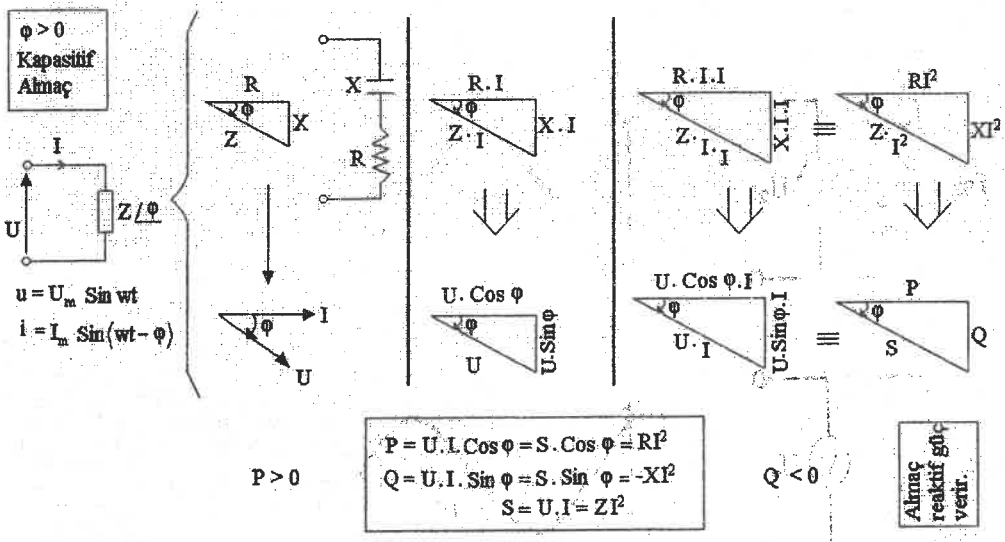
$$I = 10 \text{ A}$$

### Özellikleri;

- Endüktif reaktans, kapasitif reaktansa eşittir.
- Devreden çekilen akım R direncinin çektiği akımdır.
- L ve C' den geçen akımlar, kondansatörün ve endüktansın karşılıklı şarj ve deşarjından meydana gelir.
- "Rezonans frekansı" adı verilen frekanslı akımlar bu devreden geçemez.
- Rezonans frekansından küçük ve büyük akımlar bu devreden kolaylıkla geçerler.
- Bundan faydalanarak "Tıkaç (süzgeç) devreler yapılarak istenmeyen frekanstaki akımları geçirilmez.



$$S^2 = P^2 + Q^2, \cos \phi = \frac{P}{S} = \frac{R}{Z}, \sin \phi = \frac{Q}{S} = \frac{X}{Z}, \operatorname{tg} \phi = \frac{Q}{P} = \frac{X}{R}, Z^2 = R^2 + X^2$$

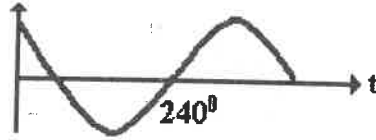
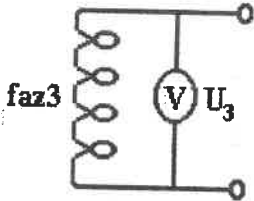
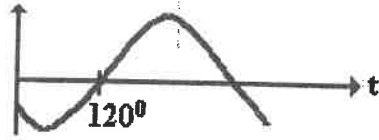
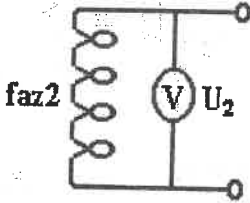
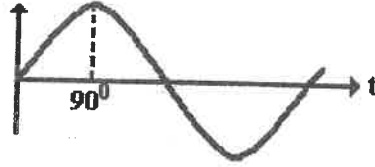
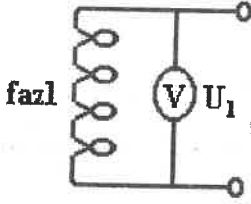


$$S^2 = P^2 + Q^2, \cos \phi = \frac{P}{S} = \frac{R}{Z}, \sin \phi = \frac{Q}{S} = \frac{X}{Z}, \operatorname{tg} \phi = \frac{X}{R}, Z^2 = R^2 + X^2$$

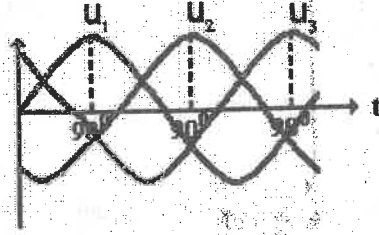
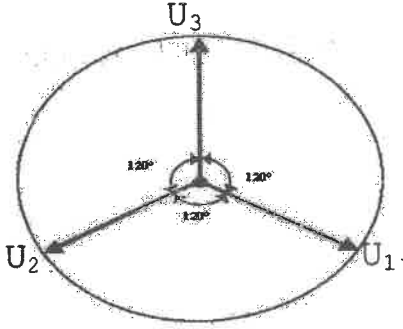
## Üç Fazlı Alternatif Akım

Üç fazlı Alternatif akım devreleri oluşturabilmek için;

- 1- Gerilimlerin eşit olması ( $U_a = U_b = U_c$ )
- 2- Frekansların eşit olması ( $f_a = f_b = f_c$ )
- 3- Fazlar arasında  $120^\circ$  faz farkının bulunması gereklidir.

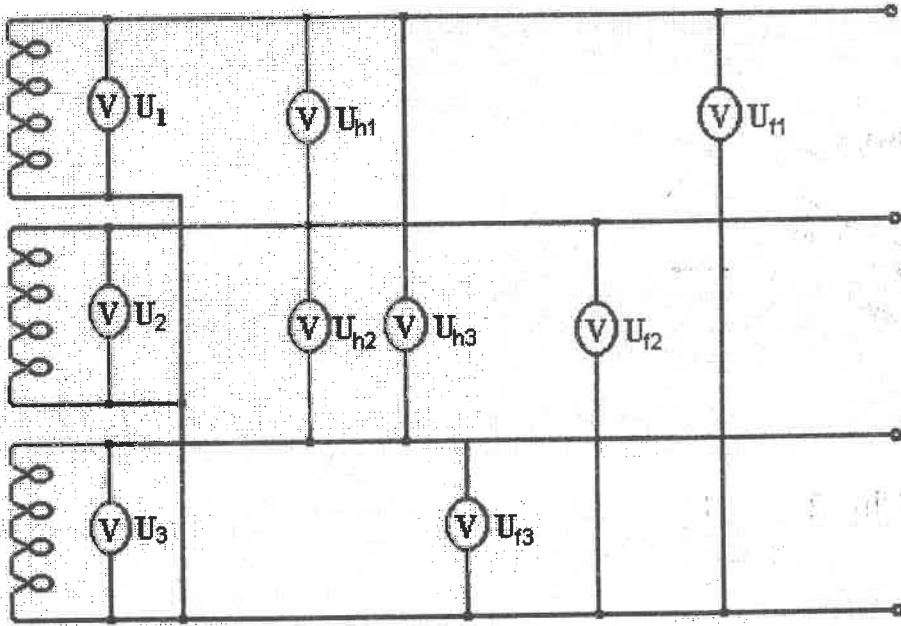


## Mağnetik alan yönü

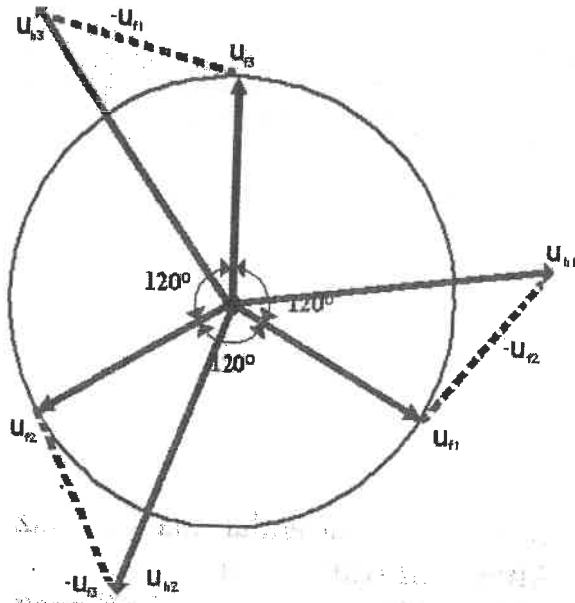


**Sonuç:** Frekansların ve gerilimlerin aynı, fakat aralarında  $120^\circ$  faz farkı bulunan akımlara **Üç Fazlı Alternatif Akım** denir.

Üç fazlı devrede; her fazın birer uçlarını aralarında bağlamak mümkündür. Elde edilen bu müşterek iletkene **NÖTR** denir.



Bu şekilde oluşturulan devrelere Yıldız bağlı devreler denir.  $U_{f1}$ ,  $U_{f2}$ ,  $U_{f3}$  faz nötr arası gerilimi;  $U_{h1}$ ,  $U_{h2}$ ,  $U_{h3}$  ise faz faz arası gerilimi ifade eder.



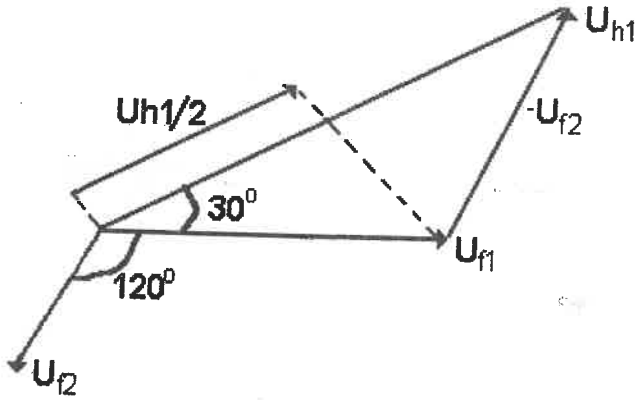
Vektöriyel Toplamında

$$U_{h1} = U_{f1} - U_{f2}$$

$$U_{h2} = U_{f2} - U_{f3}$$

$$U_{h3} = U_{f3} - U_{f1}$$

Faz faz gerilimini incelersek;



$$\cos 30^\circ = \frac{U_{h1}/2}{U_{f1}} = \frac{U_{h1}}{2U_{f1}}$$

$\cos 30^\circ = \sqrt{3}/2$  olduğundan

$\sqrt{3}/2 = U_{h1} / 2U_{f1}$  olur.  $U_{h1} = U_f \cdot \sqrt{3}$  olmaktadır.

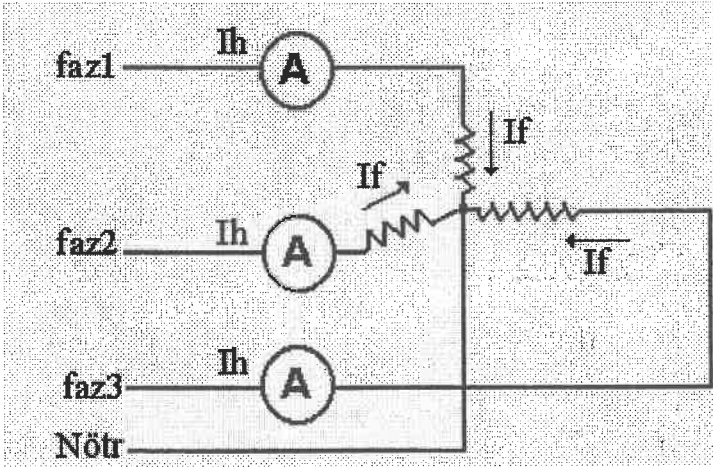
## Sonuçta;

devrelerde;

Faz faz arası gerilim , faz nötr geriliminin  $\sqrt{3}$  katıdır .

$$U_h = U_f \cdot \sqrt{3}$$

$$U_f = U_h / \sqrt{3}$$



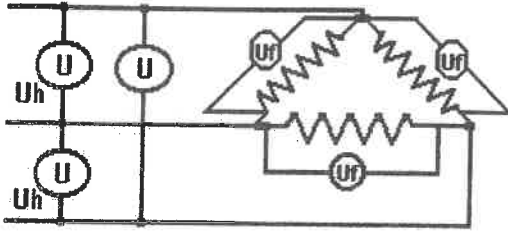
Fazdan çekilen akım da aynı zamanda alıcıdan geçeceği için  
 $I_h = I_f$  olur.

### NOT:

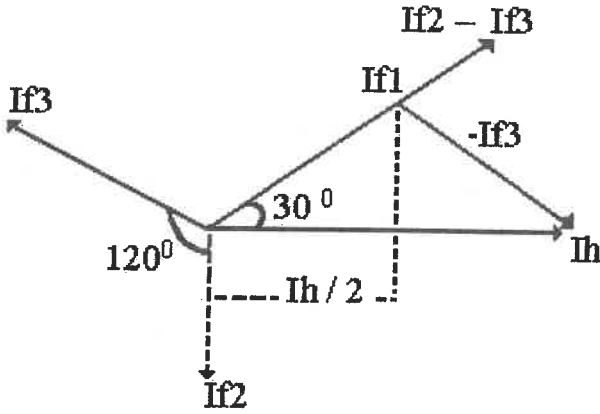
Alıcıların özellikleri ve dirençleri de aynı ise, fazlardan çekilen akım değerleri de aynı olacağından Nötr iletkenlerinden geçen akım da 0 ( sıfır ) olur.

**Böyle devrelere dengeli yıldız devre denir.**

## ÜÇGEN BAĞLI DEVRELER



Sargıların uçları fazlar arasına bağlandığı için  $U_h = U_f$  olmaktadır.  
 Böyle devrelere de (  $\Delta$  ) Üçgen devre denir.  
 .  $\Delta$  devrelerde akım;



$$\cos 30^\circ = \frac{I_h}{2} = \frac{I_h}{2I_f}$$

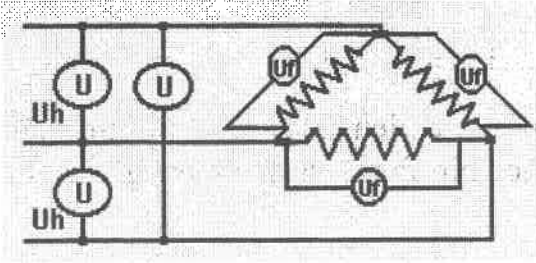
$$\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ ise } \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{I_h}{2I_f} \quad \boxed{I_h = I_f \cdot \sqrt{3}} \text{ olur.}$$

**Sonuçta;**  $\Delta$  devrelerde;

Hattan çekilen akım , faz akımının  $\sqrt{3}$  katıdır.

$$\boxed{\begin{aligned} I_h &= I_f \cdot \sqrt{3} \\ I_f &= I_h / \sqrt{3} \end{aligned}}$$





faz faz arası gerilim ise aynı zaman da alıcıların uçları arasında ki gerilim ise;  $U_h = U_f$  olur.

## ÜÇ FAZLI SİSTEMDE GÜÇ

### a) Dengeli Yüklü Yıldız Sistemde Güç

Bir fazlı AA da güç  $P = U \cdot I \cdot \text{Cos}\phi$  Wattır. Üç fazlı yıldız bağlı dengeli bir yük de harcanan güç, bir fazın gücünün 3 katına eşittir.

$$P = 3 \cdot U_f \cdot I_f \cdot \text{Cos}\phi$$

$$U_f = U / \sqrt{3} ; I_f = I$$

olduğuna göre eşitlikte yerine koyalım.

$$P = 3 ( U / \sqrt{3} ) \cdot I \cdot \text{Cos}\phi$$

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \text{Cos}\phi \text{ ( aktif güç )}$$

$$Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \text{Sin}\phi \text{ ( Reaktif güç )}$$

$$N = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \quad \text{( Görünür güç )}$$

$U$  = Fazlar arası gerilim, Volt

$I$  = Hat akımı, Amper

## b) Dengeli Yüklü Üçgen Sistemde Güç

Üçgen bağlı bir alternatörden çekilen güç, veya üçgen bağlı dengeli bir yükte sarf edilen güç, bir fazda sarf edilen gücün üç katına eşittir.

$$P = 3 \cdot U_f \cdot I_f \cdot \cos\phi$$

$U_f$  yi fazlar arası gerilim,  $I_f$  yi de hat akımı cinsinden ifade ederek üstteki formülde yerlerine yazalım.

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\phi$$

Yıldız ve üçgen bağlı dengeli yüklerin çektikleri toplam güçleri veren formüller karşılaştırılırsa aynı oldukları görülür.

Şu halde, dengeli yüklü yıldız ve üçgen sistemde aktif güç,

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\phi \quad (\text{Aktif güç})$$

$$Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin\phi \quad (\text{Reaktif güç})$$

$$N = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \quad (\text{Görünür güç})$$

$U$  = Fazlar arası gerilim, Volt

$I$  = Hat akımı, Amper

## **Dengesiz devrede güç;**

Her fazdan geçen akım farklı ise böyle devreye dengesiz devre denir.

### **Dengesiz devrede aktif güç;**

$$P_a = U_{fa} \cdot I_{fa} \cdot \cos \varphi_a$$

$$P_b = U_{fb} \cdot I_{fb} \cdot \cos \varphi_b$$

$$P_c = U_{fc} \cdot I_{fc} \cdot \cos \varphi_c$$

Toplam güç;  $P = P_a + P_b + P_c$

### **Dengesiz devrede reaktif güç;**

$$Q_a = U_{fa} \cdot I_{fa} \cdot \sin \varphi_a$$

$$Q_b = U_{fb} \cdot I_{fb} \cdot \sin \varphi_b$$

$$Q_c = U_{fc} \cdot I_{fc} \cdot \sin \varphi_c$$

Toplam güç;  $Q = Q_a + Q_b + Q_c$

### **Dengesiz devrede görünür güç;**

$$N_a = U_{fa} \cdot I_{fa}$$

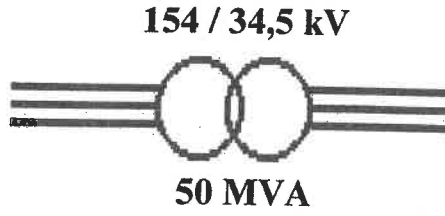
$$N_b = U_{fb} \cdot I_{fb}$$

$$N_c = U_{fc} \cdot I_{fc}$$

Toplam güç;  $N = N_a + N_b + N_c$

### Örnek:

Üç fazlı bir güç transformatörünün primer ve sekonder akımlarının bulunması.



Primer akımı;

$$N = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \quad I = \frac{N}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{50000}{\sqrt{3} \cdot 154} = 187,45A$$

Sekonder akımı;

$$I = \frac{N}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{50000}{34,5 \cdot \sqrt{3}} = 836,73A$$

# GÜÇ KATSAYISININ DÜZELTİLMESİ

Alternatif akımda, akımla gerilim arasındaki  $\phi$  açısına **güç açısı**; bu açının da  $\cos$ 'üne **Güç Katsayısı** denir.

Güç katsayısının düşük olması durumunda alternatör ve transformatörlerin aktif güç yüklenme kapasiteleri düşer. Bu nedenle güç katsayısının yükseltilmesi gerekir. Bunu sağlamak için yapılan işlemlerin tümüne güç katsayısının düzeltilmesi veya **kompanzasyon** denir.

## Güç katsayısının yükseltilmesinde elde edilen faydalar:

Alternatör ve transformatörlerden çekilen görünür güçler düşer.

Aynı besleme hatlarından daha fazla aktif enerji iletilir.

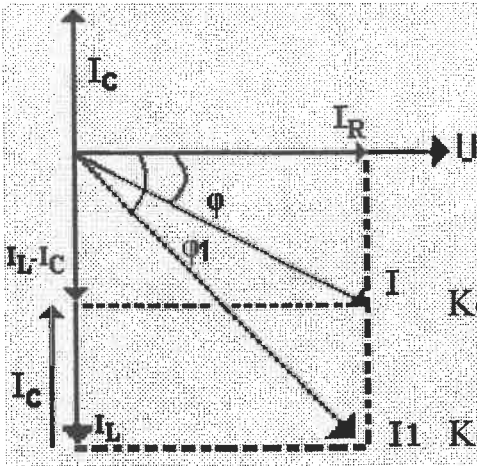
Enerji iletim hatlarındaki gerilim düşümü ve ısı kayıpları azalır.

Reaktif enerji için ödenmesi gereken fatura bedeli azalır.

Şebekede güç kayıpları önemli oranda azalır.

Üretim ve dağıtım sisteminin aktif güç yüklenme kapasiteleri artar.

Bilindiği gibi endüktif alıcıların çektiği akımlar gerilime göre geri, kapasitif alıcılarda ise çekilen akımlar gerilime göre ileridedir. Vektör diyagramında  $I_c$  akımının büyüklüğü kadar  $I_L$  akımını karşıladığı görülmektedir.



Kondansatör bağlandıktan sonraki akım

Kondansatör bağlanmadan önceki akım



$\cos \varphi_2 = 0,86$  için  $\sin \varphi_2 = 0,51$

$$N_2 = \frac{P}{\cos \varphi_2} = \frac{35}{0,86} = 40,7 \text{ kVA.}$$

$$\cos \varphi_2 = 0,86$$

$$Q_2 = N_2 \cdot \sin \varphi_2 = 40,7 \cdot 0,51 = 20,757 \text{ kVAr.}$$

$$Q = Q_1 - Q_2 = 35700 - 20757 = 14943 \text{ VAr.}$$

Bir faza düşen ise  $14943 / 3 = 4981 \text{ Var.}$

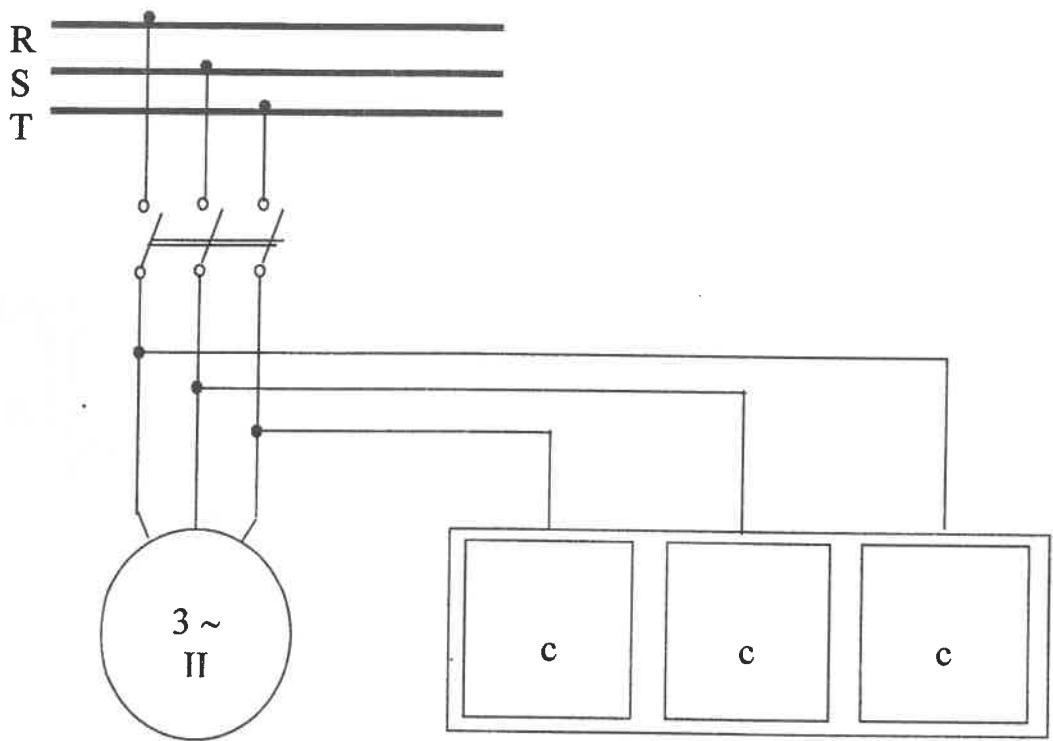
$$\text{Gerekli kondansatör kapasitesi } C = \frac{1 \cdot 10^6}{\omega \cdot X_c} = \frac{1 \cdot 10^6 \cdot Q_c}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot U^2}$$

$$220 \text{ Voltluk Kondansatör için } C = \frac{1 \cdot 10^6 \cdot 4981}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 220^2} = 328 \mu\text{F}$$

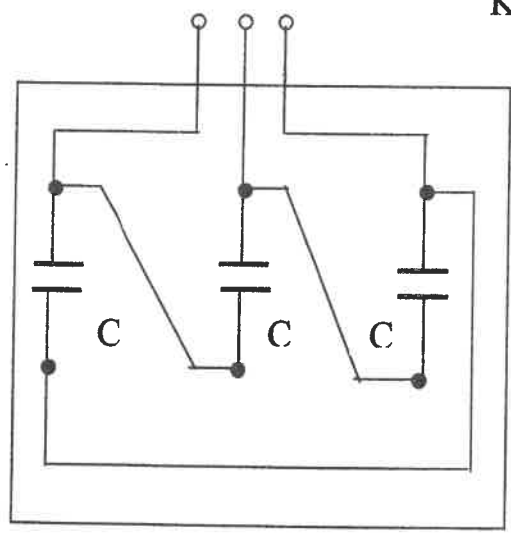
( 3 adet 328  $\mu\text{F}$  kondansatör Yıldız bağlı )

$$380 \text{ Voltluk Kondansatör için ( üçgen ) } C = \frac{1 \cdot 10^6 \cdot 4981}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 380^2} = 109 \mu\text{F}$$

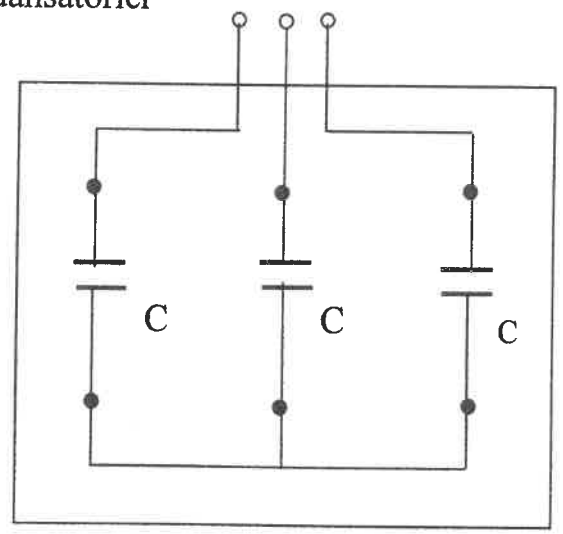
( 3 adet 109  $\mu\text{F}$  kondansatör üçgen bağlı.)



Kondansatörler



$\Delta 3 \times 109 \mu\text{F} \ 380 \text{ V.} \ 50 \text{ Hz.}$



$\text{Y} 3 \times 328 \mu\text{F} \ 380 \text{ V.} \ 50 \text{ Hz.}$

(Kondansatörler 220 V.luk)



### ÖRNEK:

40 W'lık bir flüoresan lamba balastı ile 48 W harcamakta olup, 220 V.'ta 0,5 A. çekmektedir. Lamba güç katsayısını 1 ve 0,9 yapmak için gerekli lamba görünür gücü  $N = U \cdot I = 220 \cdot 0,5 = 110 \text{ VA}$

$$\text{Lamba güç katsayısı } \cos \varphi = \frac{P}{N} = \frac{48}{110} = 0,436$$

a) Lambanın harcadığı reaktif güç  $Q = N \cdot \sin \varphi$  ( $\sin \varphi$  değeri cetvelden bulunur.)

Cetvelden  $\cos \varphi = 0,436$  için  $\sin \varphi = 0,9$   $Q = 110 \cdot 0,9 = 99 \text{ Var}$ . Lambanın güç katsayısını 1 yapmak için 99 Var'lık Reaktif enerjinin tamamı kompanze edilir. Öyle ise kondansatör gücü lamba reaktif gücüne eşit  $Q_c = Q_L$ ,  $Q_c = 99 \text{ Var}$  alınır.

$$Q_c = \frac{U^2}{X_c} \text{ formülünden } X_c = \frac{U^2}{Q_c} = \frac{220^2}{99} = 489 \Omega$$

$$C = \frac{1 \cdot 10^6}{2 \pi f X_c} = \frac{1 \cdot 10^6}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 489} = 6,5 \mu\text{F}$$

b)  $\cos \varphi = 0,9$  olması için hesaplamalar

( $\cos \varphi = 0,9$  için  $\sin \varphi = 0,436$  bulunur cetvelden )  
Aktif güç değişmediğinden, sonraki yeni zahiri gücü

$$N = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{48}{0,9} = 53,4 \text{ VA}$$

Sonraki yeni reaktif gücü  $Q = N \sin \varphi = 53,4 \cdot 0,436 = 23,3 \text{ VAr}$ .

Şimdi devreye bağlayacağımız kondansatör 99 VAR'lık reaktif enerji harcanmaktadır. Öyle ise kondansatör gücü  $99 - 23,3 = 75,7$  VAR olmaktadır.

Kondansatör kapasitesi ise;

$$X_c = \frac{220^2}{75,7} = 640 \Omega \quad C = \frac{1.10^6}{2.\pi.f.X} = \frac{1.10^6}{2.3,14.50.640} = 5 \mu F$$

bulunur.

**CETVEL1**

SEMBOL	OKUNUŞU	BİRİMİ ÇARPAN FAKTÖRÜ	DEĞERİ
T	Tera	$10^{12}$	Trilyon
G	Giga	$10^9$	Milyar
M	Mega	$10^6$	Milyon
k	kilo	$10^3$	1000
h	hekta	$10^2$	100
D(da)	deka	$10^1$	10
-	-	$10^0$	1
d	desi	$10^{-1}$	1/10
c	santi	$10^{-2}$	1/100
m	mili	$10^{-3}$	1/1000
$\mu$	mikro	$10^{-6}$	1/1000000
n	nano	$10^{-9}$	1/1000000000
p	piko	$10^{-12}$	
f	fento	$10^{-15}$	
a	alfa	$10^{-18}$	

**CETVEL**  
**Yunan ( Greek ) Alfabesi**

Alfa	A	$\alpha$	nu	N	$\gamma$
Beta	B	$\beta$	ksi	E	$\epsilon$
Gama	r	$\gamma$	omikron	O	o
Delta	$\Delta$	$\delta$	pi	$\pi$	$\pi w$
Epsilon	E	$\epsilon e$	ro	P	p
Zeta	Z	$\zeta$	sigma	$\Sigma$	$\sigma$
Eta	H	$\eta$	tau	T	$\tau$
Teta	$\Theta$	$\nu \theta$	Ypsilon	T	u
İota	I	i	fi	$\Gamma \Phi$	$\phi \phi$
Kapa	K	$\chi K$	ki	X	$\chi$
Lamda	$\lambda$	$\lambda$	psi	$\Psi$	$\Psi$
Mü	M	$\mu$	omega	$\Omega$	$\omega$

**CETVEL**  
**Matematik' te Kullanılan İşaretler**

+	artı	%	yüzde
-	eksi	‰	binde
· x	çarpma	$\Delta$	üçgen
: ÷ /	bölme	$\Sigma$	toplam
=	eşit	$\sqrt{\quad}$	karekökü
~	yaklaşık	$\sqrt[n]{\quad}$	n' inci kökü
...	devam ediyor	«	den çok küçük
$\neq$	eşit değil	$\pi$	pi sayısı
<	den küçük	e	sayı sabiti
>	den büyük	ln	e tabanına göre logaritma
$\infty$	sonsuz	lg	10 tabanına göre logaritma
»	den çok büyük		
$\leq$	küçük veya eşit		
$\geq$	büyük veya eşit		

**TEİAŞ**  
**SOMA ELEKTRİK TEKNOLOJİLERİ GELİŞTİRME**  
**VE EĞİTİM TESİSLERİ İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ**  
**BASKI ÜNİTESİ**