

ALTERNATİF AKIMDA GÜÇ

1



- Elektrik gücü, bir elektrik devresi ile transfer edilen yada dönüştürülen elektrik enerjisinin oranıdır. Gücün SI birimi **Watt (W)** 'tır.
- Doğru akım devrelerinde elektrik gücü Joule Kanunu kullanılarak hesaplanır.
- Joule Kanunu $W = I^2 \cdot R \cdot t$ [**Joule**] olarak elde edilir.

R (Omik Direnç - Ohm)

I (Dirençten geçen akım - A)

t Zaman (s)

- Birim zamanda yapılan iş, **Güç** olarak ifade edilir. P ile gösterilir. Birimi **Joule/saniye** yada **Watt**'tır.

$$P = \frac{W}{t} \text{ (Watt)}$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{I \cdot t \cdot V}{t} \Rightarrow P = V \cdot I \text{ [Watt]}$$

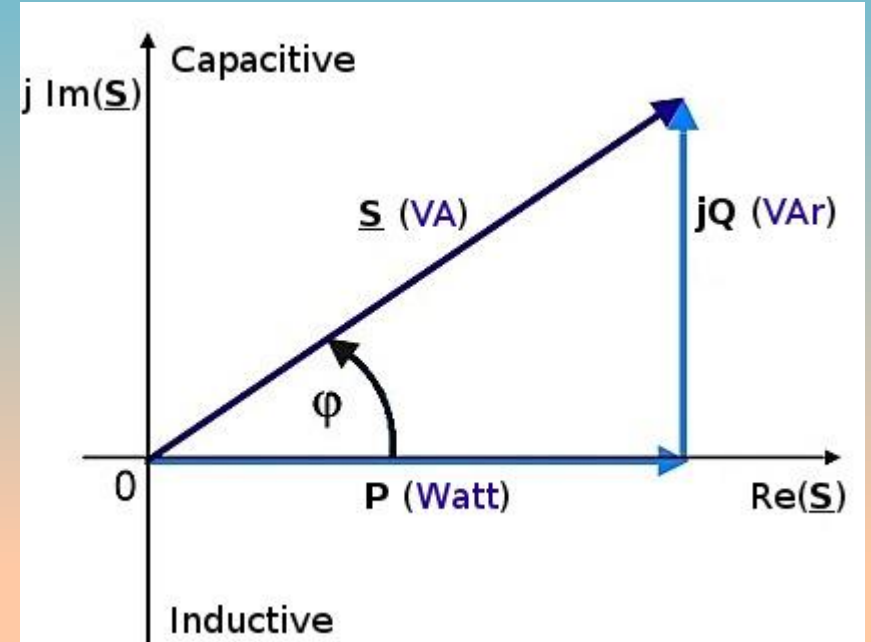
$$P = I^2 \cdot R = \frac{V^2}{R} \text{ [W]}$$

ALTERNATİF AKIMDA GÜÇ – Aktif, Reaktif ve Kapasitif Güç



Alternatif akımda güç doğru akımdan farklı şekilde olur. Akım ile gerilim zamana göre değiştiklerinden alternatif akımda üç farklı güç ortaya çıkar.

- **Aktif Güç (P -Watt W)**
- **Reaktif Güç (Q - Volt-Amper-Reaktif VAR)**
- **Görünür Güç (S - Volt-Amper VA)**





Aktif Güç (P)

- Şebekeden çekilen ve aktif olarak omik dirençlerde harcanan, yararlı işe dönüşen güçtür.
- İçinde **rezistans** bulunduran elektrikli ocak, su ısıtıcısı, şofben, fırın gibi alıcılar ile akkor flamanlı ampul sadece aktif güç çeken alıcılardır.
- İçinde bobin bulunduran elektrik motorları, transformatörler, balastlı aydınlatma armatürleri ile deşarj ampulleri gibi alıcılar endüktif alıcılar olup; endüktif reaktif gücün yanında aktif güç çekerler.
- Aktif güç, **P** ile gösterilir ve birimi **Watt (W)**'tır.
- Aktif güç ifadesi

Bir fazlı güç

$$P = V \cdot I \cdot \cos\varphi \text{ (Watt)}$$

V: Faz gerilimi

Üç fazlı güç

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi \text{ (Watt)}$$

U: Hat gerilimi

- $\cos\varphi$ olarak gösterilen ifade **güç katsayısı** ve φ açısı **devre açısı** olarak bilinir. Devre açısı akım ile gerilim vektörleri arasındaki açıdır. Bu açı ile devrenin ileri, geri yada sıfır fazlı olup olmadığı söylenebilir.
- Aktif güç, dirençlerde harcanan güç olduğundan omik dirençlerde düşen gerilimlerden ve direnç akımlarından yararlanılarak;

$$P = V_R \cdot I_R = I_R^2 \cdot R = \frac{V_R^2}{R} \text{ [W]}$$



Reaktif Güç (Q)

- Bobin ve kondansatör bulunduran devrelerde bobin ve kondansatörlerin çektiği güce **reaktif güç (kör güç)** denir. **Q** ile gösterilir ve birimi **Volt-Amper-Reaktif (VAR)**'tir.
- Reaktif güç iş yapmayan güçtür. Bobin ve kondansatör tarafından enerji olarak depo edilir ve sonra şebekeye iade edilir.
- Bobin reaktif gücü **endüktif reaktif güç**, kondansatör reaktif gücü **kapasitif reaktif güç** olarak adlandırılır. İki reaktif güç arasında 180°'lik faz farkı vardır.
- Elektrik motorları, transformatörler, balastlı aydınlatma armatürleri, deşarj ampulleri gibi alıcılar endüktif alıcılar olup aktif gücün yanında endüktif reaktif güç çekerler.
- İş yapmayan güç olan reaktif gücün azaltılması için kapasitif reaktif güç çeken kondansatörler kompanzasyon amacıyla kullanılır.

Reaktif güç ifadesi; Bir fazlı $Q = V \cdot I \cdot \sin\phi$ (VAR)

Üç fazlı $Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin\phi$ (Volt – Amper – Reaktif)

Reaktif güç bobin ve kondansatörlerde depo edilen güç olduğundan bobin ve kondansatörde düşen gerilimlerden ve akımlarından yararlanılarak hesaplanır.

$$Q_L = V_L \cdot I_L = I_L^2 \cdot X_L = \frac{V_L^2}{X_L} \quad (\text{Bobinin reaktif gücü})$$

$$Q_C = V_C \cdot I_C = I_C^2 \cdot X_C = \frac{V_C^2}{X_C} \quad (\text{Kondansatörün reaktif gücü})$$

Görünür Güç (S)

- Alternatif akım devrelerinin tasarlanmasında göz önünde bulundurulanan güçtür.
- Alternatif akımda aktif güç ile reaktif gücün bileşkesi olan ve gerekli olan güç hesabında dikkate alınan güç **görünür güç**ür.
- Görünür güç **S** ile gösterilir, birimi **Volt-Amper (VA)**' tır.

Bir fazlı

$$S = V \cdot I \quad [VA]$$

$$S = V \cdot I = \frac{V^2}{Z} = I^2 \cdot Z \quad [VA]$$

V: Faz gerilimi

Üç fazlı

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \quad [VA]$$

U: Hat gerilimi

$$S = 3V \cdot I = 3 \frac{V^2}{Z} = 3I^2 \cdot Z \quad [VA]$$

Alternatif akım evrelerinde aktif, reaktif ve görünür güç arasındaki ilişkiyi veren üçgene **güç üçgeni** denir. Güç üçgeninden yararlanılarak Pisagor teorimi ile;

Görünür güç

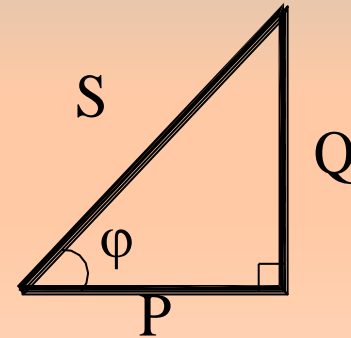
$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad [VA]$$

Aktif güç

$$P = S \cdot \cos\varphi \quad [VA]$$

Reaktif güç

$$Q = S \cdot \sin\varphi \quad [VA]$$



Güç Üçgeni



- Devrenin güç katsayısı $\cos\varphi = \frac{P}{S}$
- Devrenin güç katsayısı (güç faktörü) devre açısına bağlı olarak değişim gösterir. Güç katsayısının 1'e eşit olması, pozitif yada negatif değer olmasına göre devrenin omik, endüktif yada kapasitif çalıştığı anlaşılabilir.

$$\cos\varphi = 1 \quad \text{Omik yük (Sıfır fazlı)} \\ \text{Devre açısı sıfırdır.} \quad \varphi = 0^\circ$$

$$\cos\varphi = \text{Pozitif değer} \quad \text{Endüktif yük} \quad 0^\circ < \varphi < 90^\circ \\ \text{(Geri fazlı) Devre açısı}$$

$$\cos\varphi = \text{Negatif değer} \quad \text{Kapasitif yük} \quad -90^\circ < \varphi < 0^\circ \\ \text{(İleri faz) Devre açısı}$$



Örnek1: Aşağıda alternatif akım ile çalışan beş adet elektrikli aygıta ait değerler verilmiştir.

40W Akkor Flamanlı Elektrik Ampulü (Omik Yük)

$$V_1 = 220V \quad I_1 = 0,17A \quad \cos\varphi_1 = 1$$

Gölge Kutuplu Elektrik Motoru (Endüktif Yük)

$$V_2 = 220V \quad I_2 = 0,15A \quad \cos\varphi_2 = 0,47 \text{ geri}$$

2,5 μ Flık Kondansatör (Kapasitif Yük)

$$V_3 = 220V \quad I_3 = 0,18A \quad \cos\varphi_3 = 0 \text{ ileri}$$

15Wlık Kompakt Flüoresan Ampul (Kapasitif Yük)

$$V_4 = 220V \quad I_4 = 0,09A \quad \cos\varphi_4 = -0,94 \text{ ileri}$$

18Wlık Flüoresan Armatür (Endüktif Yük)

$$V_5 = 220V \quad I_5 = 0,29A \quad \cos\varphi_5 = 0,39 \text{ geri}$$

Her bir alıcının şebeke gerilimi altında aktif, reaktif ve görünür güçlerini bulunuz.



40W Akkor Flamanlı Elektrik Ampulü

$$V_1 = 220V \quad I_1 = 0,17A \quad \cos\varphi_1 = 1$$

Aktif güç $P_1 = V \cdot I_1 \cdot \cos\varphi_1 = 220 \cdot 0,17 \cdot \cos 0^\circ$
 $P_1 = 37,4 W$

Reaktif güç $Q_1 = V \cdot I_1 \cdot \sin\varphi_1 = 220 \cdot 0,17 \cdot \sin 0^\circ$
 $Q_1 = 0 VAR$ (Sadece Aktif güç çeken alıcı.)

Görünür güç $S_1 = V \cdot I_1 = 220 \cdot 0,17$
 $S_1 = 37,4VA$

Gölge Kutuplu Elektrik Motoru

$$V_2 = 220V \quad I_2 = 0,14A \quad \cos\varphi_2 = 0,342 \text{ geri}$$

Aktif güç $P_2 = V \cdot I_2 \cdot \cos\varphi_2 = 220 \cdot 0,15 \cdot \cos 61,966^\circ$
 $P_2 = 15,51 W$

Reaktif güç $Q_2 = V \cdot I_2 \cdot \sin\varphi_2 = 220 \cdot 0,15 \cdot \sin 61,966^\circ$
 $Q_2 = 29,128 VAR - \text{end}$

Görünür güç $S_2 = V \cdot I_2 = 220 \cdot 0,15$
 $S_2 = 33 VA$



2,5 μ F'lık Kondansatör

$$V_3 = 220V \quad I_3 = 0,17A \quad \cos\varphi_3 = 0 \text{ ileri}$$

$$\begin{aligned} \text{Aktif güç} \quad P_3 &= V \cdot I_3 \cdot \cos\varphi_3 = 220 \cdot 0,18 \cdot \cos 90^\circ \\ P_3 &= 0 \text{ W} \quad (\text{Sadece reaktif güç çeken alıcı.}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Reaktif güç} \quad Q_3 &= V \cdot I_3 \cdot \sin\varphi_3 = 220 \cdot 0,18 \cdot \sin 90^\circ \\ Q_3 &= 39,6 \text{ VAR} - \text{kap} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Görünür güç} \quad S_3 &= V \cdot I_3 = 220 \cdot 0,17 \\ S_3 &= 39,6 \text{ VA} \end{aligned}$$

15W'lık Kompakt Flüoresan Ampul

$$V_4 = 220V \quad I_4 = 0,09A \quad \cos\varphi_4 = 0,94 \text{ ileri}$$

$$\begin{aligned} \text{Aktif güç} \quad P_4 &= V \cdot I_4 \cdot \cos\varphi_4 = 220 \cdot 0,09 \cdot \cos 19,948^\circ \\ P_4 &= 18,612 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Reaktif güç} \quad Q_4 &= V \cdot I_4 \cdot \sin\varphi_4 = 220 \cdot 0,09 \cdot \sin 19,948^\circ \\ Q_4 &= 6,755 \text{ VAR} - \text{kap} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Görünür güç} \quad S_4 &= V \cdot I_4 = 220 \cdot 0,09 \\ S_4 &= 19,8 \text{ VA} \end{aligned}$$



18W'lık Flüoresan Armatür

$$V_5 = 220V \quad I_5 = 0,29A \quad \cos\varphi_5 = 0,39 \text{ geri}$$

Aktif güç $P_5 = V \cdot I_5 \cdot \cos\varphi_1 = 220 \cdot 0,29 \cdot \cos 67,046^\circ$
 $P_5 = 24,889 W$

Reaktif güç $Q_5 = V \cdot I_5 \cdot \sin\varphi_1 = 220 \cdot 0,29 \cdot \sin 67,046^\circ$
 $Q_5 = 58,748 VAr - \text{end.}$

Görünür güç $S_5 = V \cdot I_5 = 220 \cdot 0,29$
 $S_5 = 63,8 VA$



Örnek2: Aşağıda alternatif akım ile çalışan üç adet elektrikli aygıta ait deney sonucunda ölçülen değerler verilmiştir.

40W Akkor Flamanlı Elektrik Ampulü

$$V_1 = 229V \quad I_1 = 0,17A \quad \cos\varphi_1 = 1$$

Gölge Kutuplu Elektrik Motoru

$$V_2 = 229V \quad I_2 = 0,14A \quad \cos\varphi_2 = 0,48 \text{ geri}$$

2,5 μ F'lık Kondansatör

$$V_3 = 229V \quad I_3 = 0,17A \quad \cos\varphi_3 = 0 \text{ ileri}$$

Bu elektrikli araçların hepsi devreye bağlı iken toplam aktif, reaktif ve görünür güçleri hesaplayınız.



40W Akkor Flamanlı Elektrik Ampülü

$$\cos\varphi_1 = 1 \Rightarrow \varphi = 0^\circ \quad I_1 = 0,17A$$

$$\begin{aligned} \text{Aktif güç} \quad P_1 &= V \cdot I_1 \cdot \cos\varphi_1 = 229 \cdot 0,17 \cdot \cos 0^\circ \\ P_1 &= 38,93 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Reaktif güç} \quad Q_1 &= V \cdot I_1 \cdot \sin\varphi_1 = 229 \cdot 0,17 \cdot \sin 0^\circ \\ Q_1 &= 0 \text{ VAr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Görünür güç} \quad S_1 &= V \cdot I_1 = 229 \cdot 0,17 \\ S_1 &= 38,93 \text{ VA} \end{aligned}$$

Gölge Kutuplu Elektrik Motoru

$$\cos\varphi_2 = 0,48 \Rightarrow \varphi_2 = 61,315^\circ \text{ geri fazlı} \quad I_2 = 0,14A$$

$$\begin{aligned} \text{Aktif güç} \quad P_2 &= V \cdot I_2 \cdot \cos\varphi_2 = 229 \cdot 0,14 \cdot \cos 61,315^\circ \\ P_2 &= 15,387 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Reaktif güç} \quad Q_2 &= V \cdot I_2 \cdot \sin\varphi_2 = 229 \cdot 0,14 \cdot \sin 61,315^\circ \\ Q_2 &= 28,125 \text{ VAr} - \text{end} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Görünür güç} \quad S_2 &= V \cdot I_2 = 229 \cdot 0,14 \\ S_2 &= 32,06 \text{ VA} \end{aligned}$$



2,5μF'lık Kondansatör

$$\cos\varphi_3 = -0 \text{ ileri} \Rightarrow \varphi_3 = 90^\circ \text{ ileri fazlı} \quad I_3 = 0,17A$$

$$\begin{aligned} \text{Aktif güç} \quad P_3 &= V \cdot I_3 \cdot \cos\varphi_3 = 229 \cdot 0,17 \cdot \cos 90^\circ \\ P_3 &= 0 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Reaktif güç} \quad Q_3 &= V \cdot I_3 \cdot \sin\varphi_3 = 229 \cdot 0,17 \cdot \sin 90^\circ \\ Q_3 &= 38,98 \text{ VAr} - \text{kap} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Görünür güç} \quad S_3 &= V \cdot I_3 = 229 \cdot 0,17 \\ S_3 &= 38,93 \text{ VA} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Toplam aktif güç} \quad P_T &= P_1 + P_2 + P_3 = 38,93 + 15,387 + 0 \\ P_T &= 54,317 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Toplam reaktif güç} \quad Q_T &= Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0 + 28,125 - 38,934 \\ Q_T &= -10,805 \text{ VAr} - \text{kap.} \end{aligned}$$

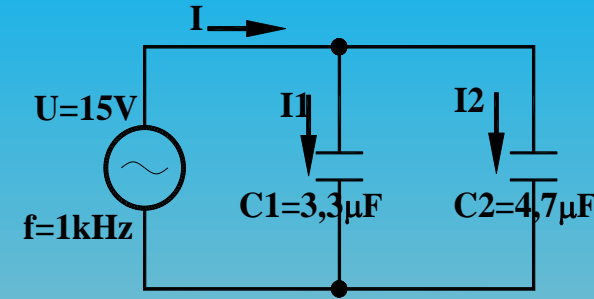
Önemli Not: Hesaplama sırasında endüktif reaktif güçler artı (+), kapasitif reaktif güçler (-) işaretli olarak alınmalıdır. Sonucun işaretine göre devrenin çalışma şekli belirlenebilir.

$$\begin{aligned} \text{Toplam görünür güç} \quad S_T &= \sqrt{P_T^2 + Q_T^2} = \sqrt{54,314^2 + 10,805^2} \\ S_T &= 55,378 \text{ VA} \end{aligned}$$

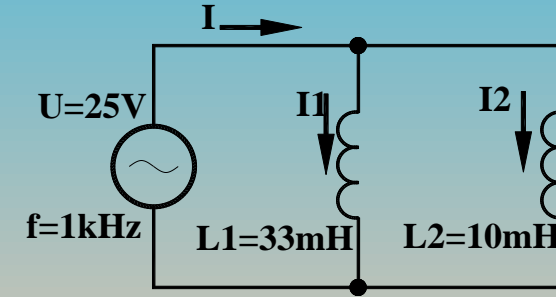
ALTERNATİF AKIMDA GÜÇ – Çalışma Soruları



Soru: Şekildeki devrede, devrenin endüktif reaktansını, devre akımı ve her bobinden geçen akımları bulunuz.



Soru: Şekildeki devrede, devrenin kapasitif reaktansını, devre akımı ve her bobinden geçen akımları bulunuz.



Soru: Aşağıda alternatif akım ile çalışan beş adet elektrikli aygıta ait değerler verilmiştir. Devreye uygulanan gerilim voltmetre ile $V=229,4V$ olarak ölçülüyor.

40W Akkor Flamanlı Elektrik Ampulü

$$\cos\phi 1=1$$

$$I1=0,175A$$

18W'lık Flüoresan Armatür

$$\cos\phi 2=0,39 \text{ end.}$$

$$I2=0,30A$$

4μF'lık Kondansatör

$$\cos\phi 3=-0 \text{ kap.}$$

$$I3=0,276A$$

Yukarıda verilen üç adet alıcının hangi tip yük olduklarını yazarak, şebekeye bağlandıklarında çekecekleri aktif, reaktif ve görünür güçleri bulunuz.



Soru: İki adet alıcıya ait etiket değerleri aşağıdaki gibidir.

40W Akkor Telli (Flamanlı) Elektrik Ampülü

- $\cos\phi_1=1$ $I_1=0,165A$

Gölge Kutuplu Elektrik Motoru

- $\cos\phi_2=0,39$ geri $I_2=0,148A$

Bu iki alıcı birlikte **220V-50Hz'lik 1 fazlı alçak gerilim şebekesine** bağlandıklarında elde edilen vektör diyagramını çizerek,

a) Devre akımını ve devre açısını

b) Aktif, reaktif ve görünür güçlerini bulunuz.

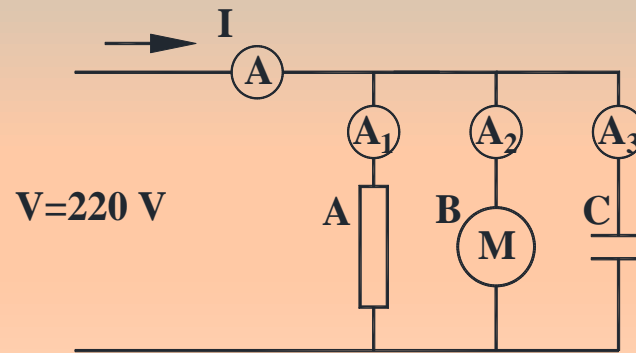
ALTERNATİF AKIMIN VEKTÖRLERLE GÖSTERİLMESİ



Çalışma Sorusu: Bir deney çalışması için seçilmiş üç alıcı **bir faz alçak gerilim şebekesine** birer birer bağlanarak devreden çektikleri akım ve güç katsayıları aşağıdaki gibi ölçülüyor.

- **A** alıcısı akkor flamanlı ampul $\cos\varphi_1=1$ ve $I_1=0,17A$
- **B** alıcısı elektrik motoru $\cos\varphi_2=0,85$ ve $I_2=0,65A$
- **C** alıcısı kondansatör $\cos\varphi_3=0$ ve $I_3=0,45A$

- Bu alıcıların devreden çektikleri güçleri bulunuz.
- Alıcılar devreye üçü birlikte bağlı iken **A** ampermetresinin göstereceği değeri bulunuz.
- Devre akımının ani değer denklemini yazınız.
- Devrenin toplam Aktif, reaktif ve görünür güçlerini bulunuz.



DeneySEL Çalışma 7:

Alıcılar

40W Akkor Flamanlı Elektrik Ampulü (Omik Yük)

Gölge Kutuplu Elektrik Motoru (Endüktif Yük)

18Wlık Flüoresan Armatür (Endüktif Yük)

15Wlık Kompakt Flüoresan Ampul (Kapasitif Yük)

2,5 μ Flık Kondansatör (Kapasitif Yük)

Teorik bilgi: Omik yükler gerilim ile aynı fazlı akım, endüktif yükler olan gerilimden geri fazlı akım, kapasitif yükler gerilimden ileri fazlı akım çeker.

Deneyin Yapılışı

1. Her bir alıcıyı şebeke gerilimine bağlayarak gerekli değerleri tabloya kaydediniz.
2. **Omik, endüktif ve kapasitif yükleri** sırasıyla devreye bağlayarak gerekli değerleri tabloya kaydediniz.
3. Alınan değerleri karşılaştırınız.
4. Her bir alıcının devrede tek başına çalışırken çektikleri aktif güçlerin toplamının, beraber çalıştıklarındaki aktif güce eşit olduğunu gözlemleyiniz.
5. Her bir alıcının devrede tek başına çalışırken çektikleri reaktif güçlerin toplamının, beraber çalıştıklarındaki reaktif güce eşit olduğunu gözlemleyiniz.

Yük	Gerilim (U)	Akım (I)	Güç kat. ($\cos\phi$)	Devre Açısı (ϕ)	Aktif Güç (P)	Reaktif Güç (Q)	Görünür Güç (S)
Ampul							
Motor							
Kondansatör							
Flüoresan Armatür							
Kompakt Floresan							
Ampul-Motor							
Ampul -Kondansatör							
Motor-Kondansatör							
Floresan arm.-Kondansatör							
Ampul-Motor-Kondansatör							
Bütün Alıcılar							

KAYNAKLAR

- YAĞIMLI, Mustafa; AKAR, Feyzi; *Alternatif Akım Devreleri & Problem Çözümleri*, Beta Basım, Ekim 2004
- MARTI, İ. Baha; GÜVEN, M. Emin; COŞKUN, İsmail; *Elektroteknik Cilt I*, 1998
- MARTI, İ. Baha; GÜVEN, M. Emin; *Elektroteknik Cilt II*, 1998
- RIEDEL, Susan A; NILLSON, James W; *Elektrik Devreleri*, Palme Yayıncılık, Ankara 2015
- BIRD, John; *Higher Engineering Mathematics 5. Edition*, 2006
- www.wikipedia.org