

5. ÜNİTE

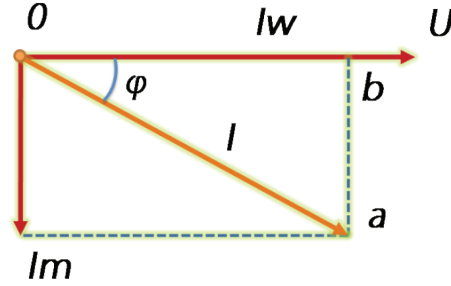
GÜÇ KATSAYISI

KONULAR

1. Güç Üçgeni
2. Güç Katsayısı
3. Güç Katsayısının Düzeltilmesi

5.1 GÜÇ ÜÇGENİ

Alternatif akım devrelerinde, devreye uygulanan şebeke gerilimi ile devre akımı arasındaki (φ) açısının, devrede bulunan omik veya reaktif dirençlere bağlı olarak değiştiğini biliyoruz.



Şekil 5.1:

Şekil 5.1'deki vektör diyagramında, akım gerilimden (φ) kadar geridedir. I akımını dik bileşenlere ayıralım. I_w bileşeni gerilimle aynı fazda ve I_m bileşeni de U gerilimine diktir.

$$I_w = I \cdot \cos \varphi : I_m = I \cdot \sin \varphi$$

Gerilimle aynı fazda olan I_w akımının, U gerilimi ile çarpımı, watt olarak, hakiki (aktif) gücü verir.

$$P = I_w \cdot U$$

I_w yerine ($I \cdot \cos \varphi$) yazalım

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

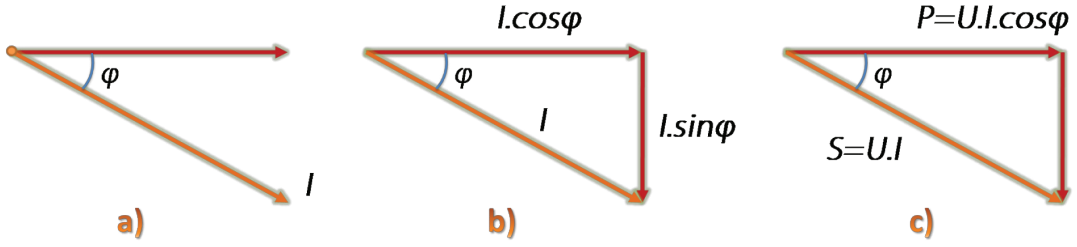
Alternatif akım devrelerinde hakiki gücü veren bu ifadeyi daha önce bulmuş-tuk, I_w bileşenine wattlı akım ve aktif akım denir. Reaktif güç; $Q = U \cdot I_m$; $Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi$ Reaktif gücün birimi (Volt - Amper - Reaktif) dir. Kısaca, VAR olarak gösterilir.

1000 VAR = 1 kVAR ve 10⁶ VAR = 1 MVAR dır. Akımın gerilime dik olan (I_m) bileşimine reaktif akım (Vatsız akım veya mıknatıslanma akımı) denir.

Bir alternatif akım devresine uygulanan U gerilimi ile devre akımı I nin çarpımına görünür güç veya zahiri güç denir. Görünür gücün birimi Volt Amper (VA) dir. S harfi ile gösterilir.

$$100VA = 1kVA \text{ ve } 10^6 VA = 1MVA \text{ (MegaVA)}$$

$$S = U \cdot I$$



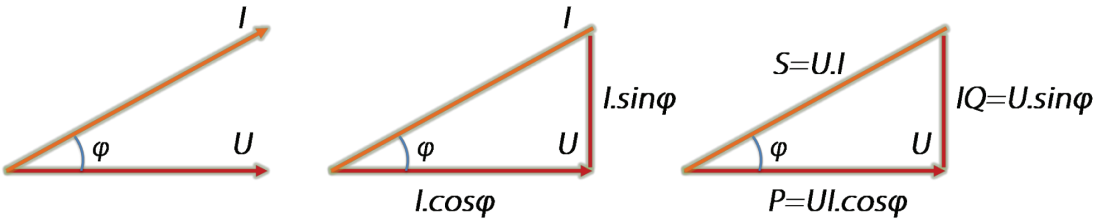
Şekil 5.2: Akım geride iken güç üçgeni

Şekil 5.2 deki oab akımlar üçgenini yeniden çizelim. Şekil 5.2 (b) deki akımlar üçgeninin her kenarını U ile çarptığımızda, kenarları ($U I \cos \varphi$), ($U I \sin \varphi$) ve ($U I$) olan güç üçgeni elde edilir. (Şekil 5.2(c)).

Güç üçgeninden reaktif, aktif ve görünür güçler arasındaki ilişki yazılabilir.

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

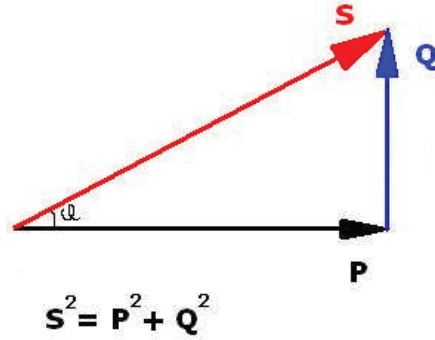
Alternatif akım devrelerinde akım, uygulanan gerilimden geride olduğu gibi ileride de olabilir. Şekil 5.2 (a) da U gerilimi referans ekseninde, I akımı da (φ) kadar ileride alınarak çizilen vektör diyagramına göre şekil 5.2 (c) deki güç üçgeni çizilebilir.



Şekil 5.3: Akım ileride iken güç üçgeni

5.1.1 GÜÇ VEKTÖRLER

Görünür, aktif ve reaktif güçlerin hesaplanmasında güç üçgenlerinden faydalanılmaktadır. Güç vektörü bir alıcıya ait üç ayrı gücü vektöriyel olarak ifade etmektedir.



Şekil 5.4: Güç üçgeni

Güç üçgenine göre S, P ve Q eşitliklerini bulacak olursak

Görünür güç	$S^2 = P^2 + Q^2$	$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$
Aktif güç	$P^2 = S^2 - Q^2$	$P = \sqrt{S^2 - Q^2}$
Reaktif güç	$Q^2 = S^2 - P^2$	$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$

Endüktif ve kapasitif yüklerde içinden geçen akım veya uygulanan gerilimler arasında 90 derecelik faz farkı vardır. Kapasitif akım geriliminden 90 derece ileride, endüktif akım geriliminden 90 derece geridedir. Omik devrelerde akım ve gerilim aynı fazdadır.

ÖRNEK:

Aşağıda değerleri verilen motorun görünür, aktif ve reaktif güçlerini bulunuz.

ÇÖZÜM:

$U = 220$ Volt

$S = U \cdot I = 220 \cdot 20 = 4400$ VA

$I = 20$ Amper

$P = U \cdot I \cdot \cos\varphi = 220 \cdot 20 \cdot 0.80 = 3520$ Watt

$\cos\varphi = 0,80$ ise

$\varphi = 36,8^\circ$ (Tablo 5.1'de trigonometri cetveli bakınız)

$$\sin 36,8^\circ = 0,6$$

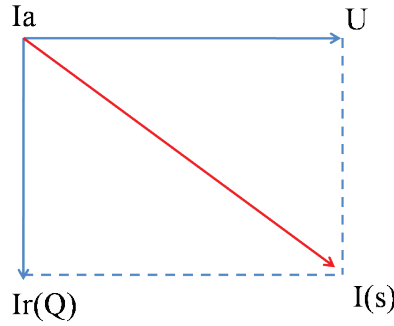
$$Q = U \cdot I \cdot \sin\phi = 220 \cdot 20 \cdot 0,6 = 2640 \text{ VAR}$$

Güç üçgeninden yararlanarak hesaplayalım:

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{4400^2 - 3520^2} = \sqrt{6969600} = 2640 \text{ VAR}$$

5.2 GÜÇ KATSAYISI

Gerilim ile, "I" akımı arasında kalan açının (zaman açısı) kosünüsüne GÜÇ FAKTÖRÜ ($\cos\phi$) adı verilir.



Şekil 5.5: Akım gerilim arasındaki açı ($\cos\phi$)

Bazı açılarının sinüs ve cosinüs değerleri. Görüleceği gibi açı büyüdükçe $\cos\phi$ değeri küçülür. Açı küçüldükçe $\cos\phi$ değeri büyür.

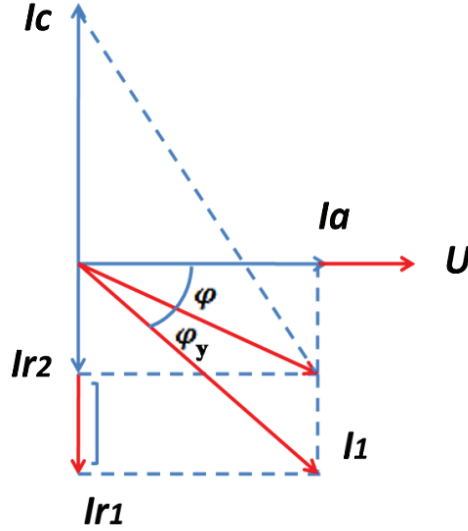
Açı değeri	Kosinüsü	Sinüsü
$\Phi 90^\circ$	$\cos\phi=0$	$\sin\phi=1$
$\Phi 60^\circ$	$\cos\phi=0,5$	$\sin\phi=0,866$
$\Phi 45^\circ$	$\cos\phi=0,707$	$\sin\phi=0,707$
$\Phi 0^\circ$	$\cos\phi=1$	$\sin\phi=0$

Tablo 5.1: Trigonometrik açı değerleri

5.2.1 HESAPLANMASI

Kompanzasyon sistemlerinin kurulması sonucunda devreye bağlanan kondansatörlerin akımı, devreden çekilen akımın reaktif bileşenini azaltacağından açığı küçültür. Bunun sonucunda da $\cos\phi$ değeri büyür.

$$\text{AKTİF GÜÇ} / \text{GÖRÜNÜR GÜÇ} = (W) / (VA) = \text{Cos } \varphi$$



Şekil 5.6: Kapasitif akım ile $\text{cos } \varphi$ açısının küçülmesi

ÖRNEK:

120 V 50 Hz'lik kaynaktan 8A ve 720 w çeken motorun

- Görünür gücünü,
- Güç kat sayısını,
- Faz açısını
- Kör gücünü (reaktif gücünü) hesaplayınız.

ÇÖZÜM:

a) $S = U.I = 120.8 = 960 \text{ VA}$

b) $P = 720 \text{ W}, \quad P = U.I.\text{Cos } \varphi,$

$$\text{Cos } \varphi = 720 / (120.8) = 0,75$$

c) $\text{Cos } \varphi = 0,75, \quad \varphi = 41,4^\circ, \quad \text{Sin } 41,4^\circ = 0,66$

d) $Q = U.I.\text{Sin } \varphi = 120.8.0,66 = 633,6 \text{ VAR}$

ÖRNEK:

Gerilimi 220 volt olan bir fazlı alternatöre güç katsayısı 0,90 olan bir yük bağlandığında çekilen akım 50,5 amper olmaktadır. Yükün aktif, reaktif ve görünür güçlerini bulalım.

$$S = U.I = 220.50,5 = 11110 \text{ VA}$$

$$Q = U.I.\text{Sin } \varphi = 220.50,5.0,43 = 4777,3 \text{ VAR}$$

$$P = U.I.\text{Cos } \varphi = 220.50,5.0,9 = 10000 \text{ WATT}$$

Örneğin, gücü 10 kw ve gerilimi 220 V olan bir fazlı alternatöre güç katsayısı 0,90 olan bir yük bağlanırsa çekilen akım,

$$I_1 = P / (U \cdot \cos\phi) = 10000 / (220 \cdot 0,9) = 50,5 \text{ A. olur.}$$

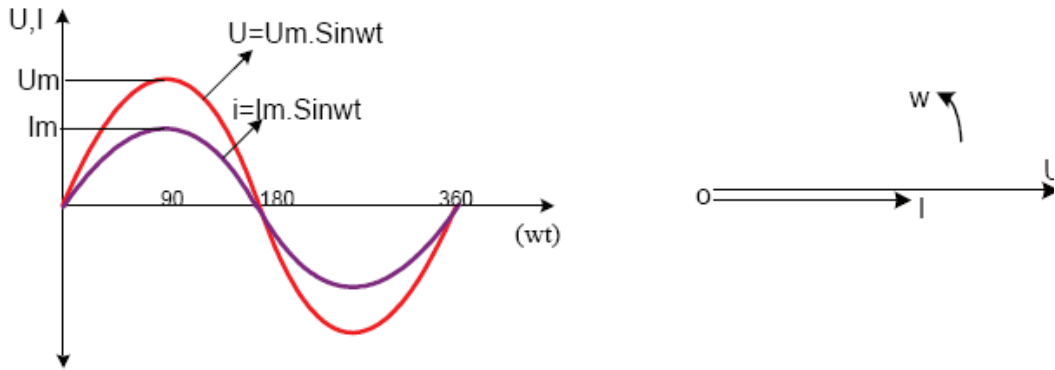
5.2.2 OMİK, KAPASİTİF, ENDÜKTİF DEVRELERDE AKIM, GERİLİM VE GÜÇ VEKTÖRLER

5.2.2.1 Omik devre

Şekil 2.1'de omik devrede alıcı uçlarına uygulanan gerilimin ve direnç üzerinden geçen akımın dalga şekli ve vektör diyagramı görülmektedir. Alternatif bir gerilim, direnç uçlarına uygulandığında direncin uçlarındaki gerilim doğrultusunda direnç üzerinden geçen akım artmakta, direnç uçlarındaki gerilim değeri azaldıkça bunun paralelinde akım azalmaktadır.

Bu durum Şekil 5.7'da görüldüğü gibi gerilimin maksimum olduğu yerde akımda maksimum, gerilimin sıfır olduğu yerde akımda sıfır olmaktadır. Bu nedenle akımla gerilim aynı fazdadır.

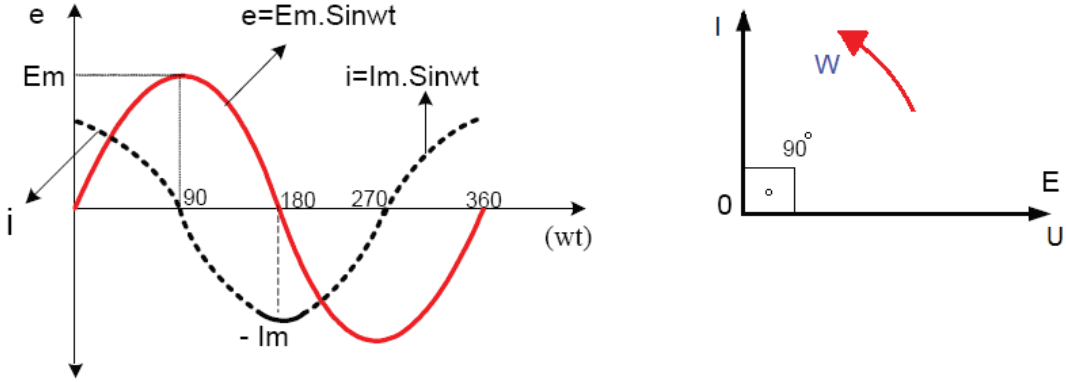
Direnç elemanı akımla gerilim arasında bir faz farkı oluşturmamaktadır. Vektör gösteriminde I akımın etkin değeri, U ise gerilimin etkin değerini göstermektedir. Öğrenme Faaliyeti 1'de etkin değer, maksimum değer ve ortalama değer ile bilgiler verilmiştir, inceleyiniz.



Şekil 5.7: Omik devrelerde akım ve gerilim vektör diyagramı

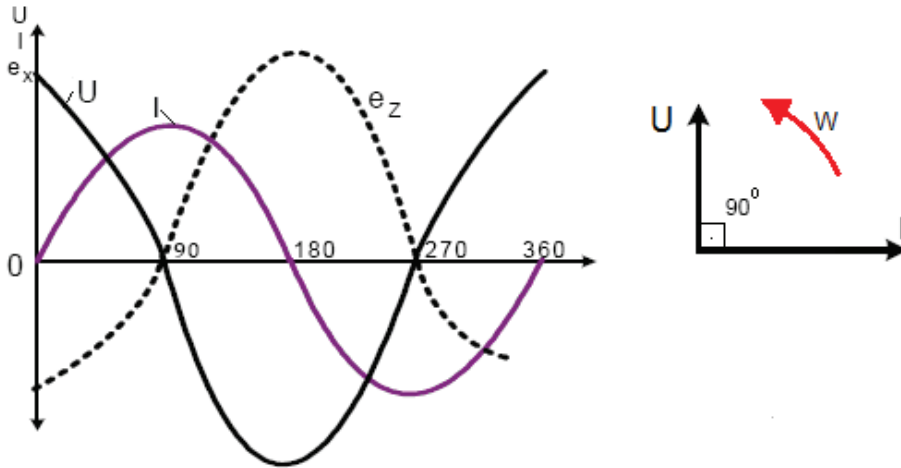
5.2.2.2 Kapasitif devre

Kapasitif devrede akımla gerilim arasında genellikle 90° faz farkı oluşur ve akım gerilimden 90° ileri fazdadır. Herhangi bir andaki kondansatörün çektiği güç, o anda akım ile EMK'nin çarpımına eşittir. Vektör dönüş yönü saat ibresinin tersi yönündedir (Şekil 5.8).



5.2.2.3 Endüktif devre

Saf bir özindükleme bobininden geçen akım, uygulanan EMK'den 90° geri fazdadır. Herhangi bir andaki güç, o andaki akım ile EMK'nin çarpımına eşittir. $P = e \cdot i$ şekilde görüldüğü gibi değişik anlardaki akım ve gerilim değerlerini çarparak bulunan ani güçleri işaretlemek sureti ile gücün değişim eğrisi çizilebilir.



5.2.3 GÜÇ KATSAYISI ÖLÇME

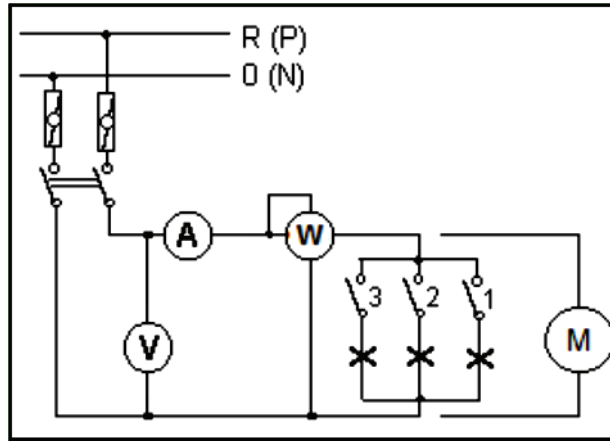
İşletmelerde aktif enerji haricinde çekilen reaktif enerji reaktif sayaçlar aracılığı ile ölçülüp eğer miktarı belirlenen sınırları geçmişse ücreti elektrik dağıtım ve satışı yapan firma tarafından alınmaktadır. Reaktif güç faydalanılmayan güç olup bu gücün azaltılması çeşitli yöntemler ile mümkündür. Güç kaybının önlenmesi için güç faktörünün düzeltilmesi gerekir. Güç katsayısı iki yöntemle ölçülür: Güç kat sayısı direkt (kosinüsfi metre ile) veya endirekt (A-V-W ile) yöntemlerle ölçülebilir. Direkt ölçen aletlere kosinüsfi metre veya güç faktörü metre adı verilir.

Ampermetre, voltmetre ve wattmetre ile güç kat sayısı ($\cos\phi$) ölçme Bu yöntem 1 fazlı devreler ve 3 fazlı devrelerde uygulanır.

Bir fazlı devrelerde güç katsayısı ölçme:

Aktif güç, alıcının üzerinde işe dönüşen faydalı güçtür. Aktif gücün $P = U \cdot I \cdot \cos\phi$ formülü ile hesaplandığı öğrenme faaliyeti 1'de işlenmiştir. Buna göre Şekil 5.10'da bulunan devreden P (Aktif güç)- U (Gerilim)- I (Akım) değerleri deneyde alındığında, güç katsayısı endirekt yöntemde hesap yoluyla bulunabilir.

$$\cos\phi = \frac{P}{U \cdot I} \text{ formülü ile } \cos\phi \text{ (güç katsayısı hesaplanır.)}$$



Şekil 5.10: Ampermetre, voltmetre ve wattmetre yardımıyla güç kat sayısı ölçme

Üç fazlı devrelerde güç katsayısı ölçme:

Üç fazlı devrelerde iki yöntem ile güç kat sayısı bulunabilir. Dengeli ve dengesiz yükler (alıcılar) için aşağıdaki formüllerle bulunabilir. Wattmetrelerden okunan değerlere göre hesaplama yapılır.

Dengeli yükler için:

Dengeli yüklerde hatırlanacağı gibi 1 adet Wattmetre bağlanır ve wattmetrenin gösterdiği değer 3 ile çarpılarak devrenin toplam gücü bulunur. $P_{\text{toplam}} = 3 \cdot P_1$ formülü ile P değeri bulunur. Daha sonra;

$$\cos\varphi = \frac{P}{U \cdot I}$$

formülü ile güç katsayısı bulunabilir.

Dengesiz yükler için:

Hatırlanacağı gibi 3 fazlı dengesiz devrelerde, her faza 1 adet wattmetre bağlanır ve 3 wattmetrenin gösterdiği değerler toplanarak devrenin gücü bulunur.

$$P_{\text{Toplam}} = P_1 + P_2 + P_3$$

formülü ile P değeri bulunur. Daha sonra;

$$\cos\varphi = \frac{P}{U \cdot I}$$

formülü ile güç katsayısı bulunabilir.

Kosinüsfi metre ile güç kat sayısını ölçme:

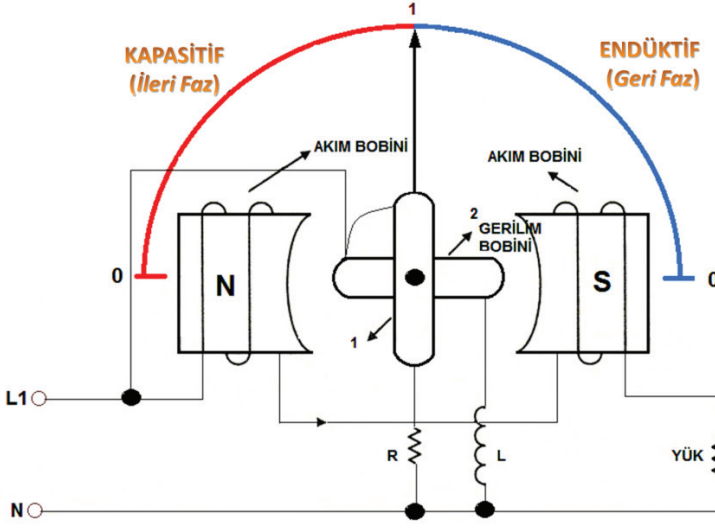
Güç kat sayısının endirekt yöntemlerle ölçülmesi, maliyet ve ölçüm açısından sağlıklı bir yöntem değildir. Güç kat sayısının değerinin doğrudan ölçülmesi gerekir. Doğrudan güç kat sayısını ölçen aletlere kosinüsfi metre denir.

Bir fazlı kosinüsfi metre yapısı:

Elektrodinamik wattmetrelerde olduğu gibi sabit olan akım bobini içerisine manyetik eksenleri birbirine göre dik olan iki gerilim bobini çapraz olarak hareket edebilecek şekilde yerleştirilmiştir.

Gerilim bobinlerinden birine omik direnç, diğerine de endüktifreaktans seri olarak bağlanmıştır. İki bobinin siper sayıları ve tel çapları aynıdır. Omik direnç bağlı bobinden geçen akım ile gerilim aynı fazda, endüktifreaktansla seri bağlı bobinden geçen akım gerilimden 90° geridedir.

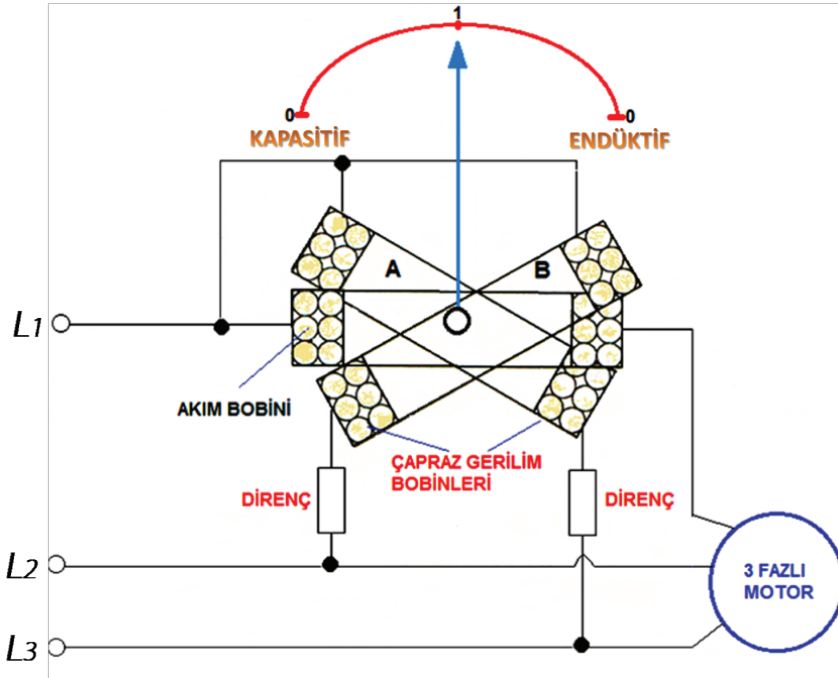
Direnç ve bobin aracılığı ile iki çapraz bobinin akımları ile gerilimleri arasındaki faz farkı 90° yapılmış olur.



Şekil 5.11: Bir fazlı kosinüsfitrenin iç yapısı

Üç fazlı kosinüsfitre yapısı:

Hareketli gerilim bobinleri arasında 1200 faz farklı olarak yerleştirilir. Gerilim bobinleri akım bobininin bağlandığı fazın dışındaki diğer iki faza bağlanır. Sabit bobinler hat akımını taşır.



Şekil 5.12: Üç fazlı bobinli kosinüsfitrenin iç yapısı

1. SINIF ELEKTRİK TESİSATÇILIĞI

ELEKTROTEKNİK

Alet üç fazlı bir yüke bağlanırsa ibre, yükün güç faktörünü skala üzerinde gösterir. Üç fazlı kosinüsifimetrenin akım bobinleri yüke seri bağlanır. Gerilim bobinlerinin birer uçları da diğer fazlara bağlanır (Şekil 5.12). Ölçümler doğrudan güç faktörünü verir.

Kosinüsifimetre çeşitleri:

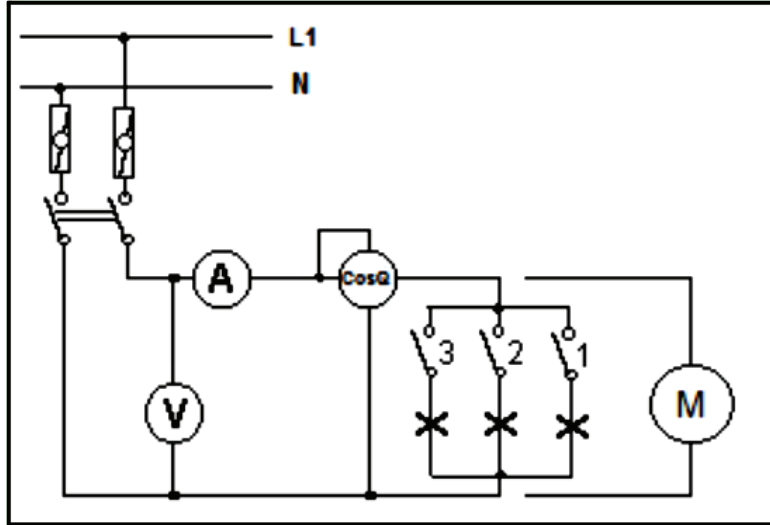
Kosinüsifimetreler, faz şekline göre bir fazlı ve üç fazlı olmak üzere iki çeşit imal edilir. Üretim şekline göre analog ve dijital olarak imal edilir.



Şekil 5.13: Dijital ve analog Kosinüsifimetreler

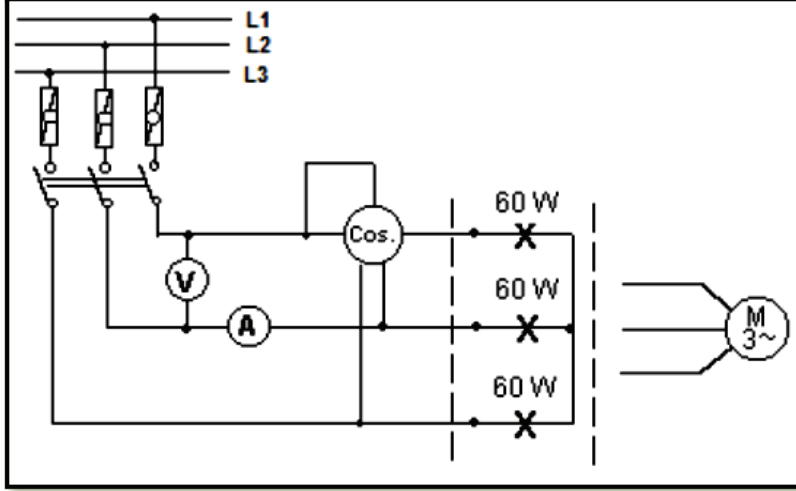
Kosinüsifimetre devreye bağlantıları:

Kosinüsifimetreler 1 fazlı ve 3 fazlı devrelerde kullanılabilir. Bir fazlı kosinüsifimetrelerde akım bobini seri, gerilim bobini paralel bağlanır.



Şekil 5.14: Bir fazlı kosinüsifimetre devreye bağlantısı

Üç fazlı kosinüsfi metrelerde üç adet gerilim bobini vardır ve bobinler en az 380 voltluk gerilim değerlerinde olmalıdır. Akım bobini seri bağlanır.



Şekil 5.15: Üç fazlı kosinüsfi metre devreye bağlantısı

5.3 GÜÇ KATSAYISININ DÜZELTİLMESİ

5.3.1 KOMPANZASYONUN ÖNEMİ

Günümüzde bütün ülkeler, yer üstü ve yer altı enerji kaynaklarını en verimli şekilde kullanma yollarını araştırmaktadır. Bugün tüm insanlığın en zorlu ihtiyaç maddesi hâline gelen elektrik enerjisi yaygın olarak üretilmektedir. Üretilen enerjinin ekonomik olması için santralden en küçük alıcıya kadar dağıtımında en az kayıpla taşınmanın yolları ve hesapları yapılmaktadır.

Dünyamızda elektrik enerjisine ihtiyacın sürekli artması, enerji üretiminin pahalılaşması, taşınan enerjinin ucuz ve hakiki iş gören aktif enerji olmasını zorunlu kılmaktadır. Bilindiği gibi şebekeye bağlı bir alıcı; eğer bir motor, bir transformatör, bir floresan lamba ise bunlar manyetik alanlarının temini için bağlı oldukları şebekeden bir reaktif akım çeker. Santralde üretilen bir enerji, aktif ve reaktif akım adı altında en küçük alıcıya kadar beraberce almakta, iş yapmayan, motorda manyetik alan elde etmeye yarayan reaktif akım, havai hatlarda, trafoda, tablo, şalterler ve kabloda gereksiz kayıplar meydana getirmektedir.

Bu kayıplar yok edilirse trafo daha fazla alıcıyı besleyecek kapasiteye sahip olacak, devre açıcı kapayıcı şalterler, lüzumsuz yere büyük seçilmeyecek, tesiste kullanılan kablo kesiti küçülecektir. Bunun sonucu daha az yatırımla fabrika ve atölyeye enerji verme imkânı elde edilecektir. Elektrik işletmesi tarafından uygulanan tarifeler yönünden de her dönem daha az elektrik enerjisi ödemesi yapılacaktır.

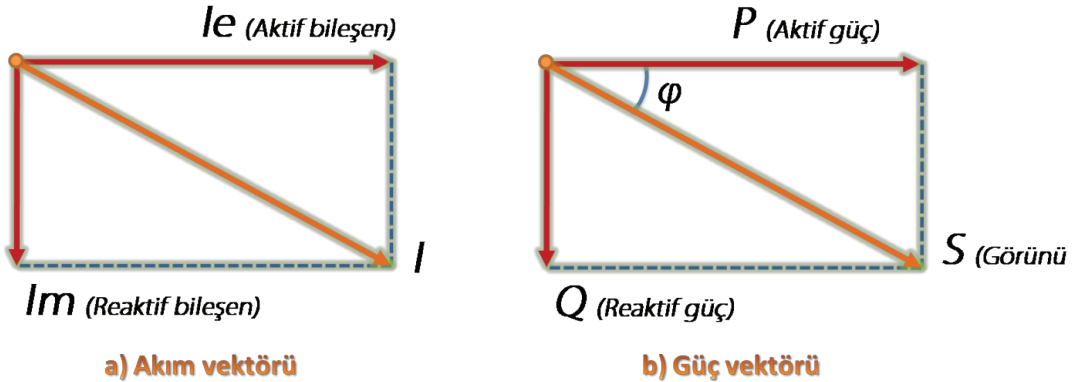
Görüldüğü gibi daha ilk bakışta reaktif akımın santralden alıcıya kadar taşınması, büyük ekonomik kayıp olarak görünmektedir. İşte bu reaktif enerjinin santral yerine, motora en yakın bir yerden kondansatör tesisleri veya aşırı uyartımlı senkron motorlar ile azaltılması ve böylece tesisin aynı işi, daha az akımla karşılaması mümkündür.

Tesiste harcanan reaktif enerjinin azaltılması amacı ile yapılan kondansatör veya senkron motor tesislere kompanzasyon, bu işlemin yapıldığı tesislere de kompanze edilmiş tesisler, kısaca kompanzasyon denir. Reaktif güç kompanzasyonu için senkron motor yerine daha ekonomik olan kondansatörler kullanılır.

5.3.2 DÜŞÜK GÜÇ KAT SAYISININ SAKINCALARI

Bilindiği gibi alternatif akım, aktif ve reaktif bileşenlerden meydana gelmektedir. Aktif bileşen motorlarda mekanik gücü, ısıtıcılarda sıcaklığı, lambalarda ise aydınlatma gücünü meydana getirir. Reaktif bileşen ise bobinli (manyetik) alıcılarda manyetik akımın meydana gelmesi için harcanır.

Aktif akımın meydana getirdiği güce aktif (wattlı) güç, reaktif akımın meydana getirdiği güce reaktif (kör) güç ve bu güçlerin bileşkesine (vektöriyel toplamına) ise görünür (zahiri) güç denir.



Şekil 5.16: Alternatif akım vektörleri

Şekil 5.16'daki güç vektöründe;

$$\begin{aligned} \text{Aktif güç:} & \quad P = U \cdot I \cdot \cos\varphi \text{ (W)} \\ \text{Reaktif güç:} & \quad Q = U \cdot I \cdot \sin\varphi \text{ (VAR)} \\ \text{Görünür güç:} & \quad S = U \cdot I \text{ (VA)} \end{aligned}$$

elde edilir (Formüller bir faz içindir).

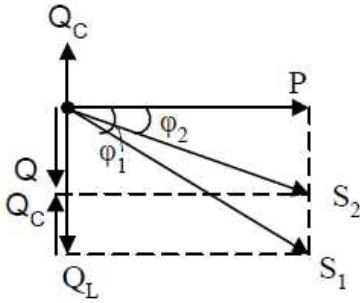
Güçler arasındaki ilişkiyi formül ile açıklarsak;

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \text{ Şeklinde olur.}$$

Güç vektöründeki aktif güç (P) ile görünür güç (S) arasındaki açının kosinüsüne güç katsayısı ($\cos\phi$) denir. Reaktif güç (Q) ne kadar büyük olursa $\cos\phi$ küçük, dolayısıyla görünür güç (S) de büyük olur. Bu da şebekeden daha fazla güç çekmek yani akım çekmek demektir. İşte reaktif gücün azaltılıp güç kat sayısı ($\cos\phi$)'nın yükseltilmesi işlemine kompanzasyon (güç kat sayısını düzeltme) denir. Reaktif gücün de iki bileşeni vardır.

Bunlar manyetik alanın oluşumu için bobinlerin harcadığı endüktif reaktif güç (QL) ve kapasitif reaktif güç (QC)'tür. Reaktif gücün bu bileşenleri vektöriyel olarak birbirinin tam tersi yöndedir. Toplam reaktif güç, $Q = Q_L - Q_C$ veya $Q = Q_C - Q_L$ şeklinde hesaplanır. QC 'nin QL' den büyük olması $\cos\phi$ ' nin kapasitif özellikte olması, QL' nin QC' den büyük olması ise $\cos\phi$ ' nin endüktif özellikte olması demektir.

Güç kat sayısını düzeltmek için devreye endüktif reaktif gücün zıttı olan kapasitif reaktif yük eklenir. Yani devreye kondansatörler bağlanır. Kompanzasyon yapılmış (kondansatör bağlanmış) devrenin güç vektör diyagramı şu şekilde çizilir (Şekil 5.17).



$$S_1 = \sqrt{P^2 + Q_L^2}$$

$$S_2 = \sqrt{P^2 + (Q_L - Q_C)^2}$$

Şekil 5.17: Kompanzasyon yapılmış devrenin güç vektör diyagramı

Vektör diyagramında görüldüğü gibi kondansatör bağlanmadan önceki $\cos\phi_1$ değeri daha küçük ve görünür güç (S1) daha büyüktür. Kondansatör eklendiğinde ise $\cos\phi_2$ büyüyerek görünür güç (S2) azalmıştır. Bu da şebekeden daha az güç ve akım çekmek demektir. Aynı zamanda elektrik enerjisi ücretinden de kâr demektir.

5.3.3 KOMPANZASYONUN YARARLARI

Güç kat sayısının düzeltilmesi hem elektrik enerjisini üretenler hem de tüke-

tenler bakımından çok faydalıdır. Bu nedenle kompanzasyon sisteminin orta ve büyük boy işletmelerde, işletme sahibi tarafından yapılması zorunlu hâle getirilmiştir. Kompanzasyon yapılan tesiste elde edilen avantajları şu şekilde sıralayabiliriz:

5.3.3.1 Üretici Yönünden

- İletkenler daha az akım taşıyacağından ince kesitte seçilir.
- Aynı iletim hattından daha fazla aktif enerji iletileceğinden üretim, iletim ve dağıtım tesislerinde kapasite - verim yükselir.
- Enerjinin üretim ve satış maliyeti azalır.
- Alternatör ve transformatörlerin gücü daha küçük tutulur.
- Dağıtım hatlarında kayıplar ve gerilim düşümü azalır.

5.3.3.2 Tüketici Yönünden

- İletkenler daha ince kesitte seçilir.
- Besleme transformatörü, kumanda, kontrol ve koruma elemanları daha küçük değerlerde seçilir.
- Besleme transformatörünün ve tesisin kapasitesi ile verimi yükselir.
- Kayıplar ve gerilim düşümü azalır.
- Şebekeden daha az reaktif enerji çekilir.
- Harcanan enerji azalacağından enerji ücreti de azalır.

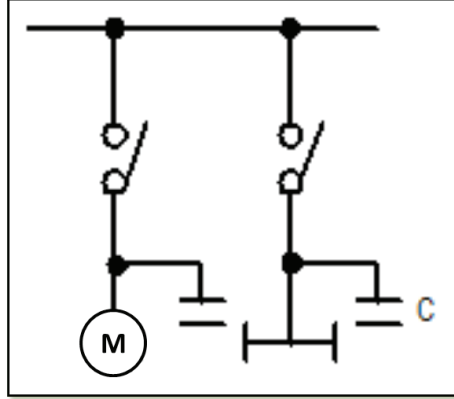
5.3.4 KOMPANZASYON ÇEŞİTLERİ

Her tüketicinin müstakil kompanzasyonu olan tek tek kompanzasyon, grup kompanzasyonu ve merkezi kompanzasyon olmak üzere üç çeşit kompanzasyon uygulaması vardır.

5.3.4.1 Tek Tek Kompanzasyon

Tek tek kompanzasyonda kondansatörler doğrudan yük çıkışlarına bağlanır. Ortak bir anahtarlama cihazı ile yüklerle birlikte devreye alınıp çıkarılır. Kondansatör gücü, doğru bir şekilde yüke göre seçilmelidir. Bu kompanzasyon aynı zamanda en etkin ve en güvenilir olanıdır çünkü bir kondansatörün bozulması hâlinde meydana gelen arıza, arızalı bölümü devre dışı bırakır.

Ancak bu sistem, diğer sistemlerin en pahalısıdır. Buna karşılık, aydınlatmada ve oldukça büyük güçlü tüketici motorlarda, besleme hattı uzun olan alıcılarda, tek tek kompanzasyon uygulaması tercih edilmektedir (Üç fazlı kondansatörler üçgen olarak bağlanır).



Şekil 5.18: Tek tek kompanzasyon prensip şeması

Aydınlatmada Kompanzasyon:

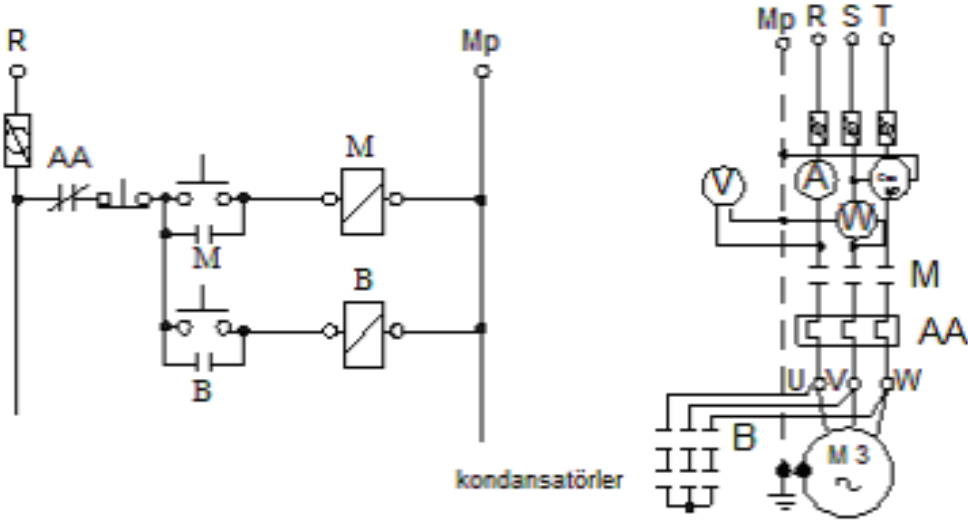
Genellikle floresan lamba, cıva buharlı ve sodyum buharlı lambalarda uygulanır. Floresan lambanın güç kat sayısı $\cos\phi = 0,55$ 'tir. Kompanzasyondan sonra $\cos\phi$ 'yi 0,95 - 1 arasına yükseltmek gerekir. Bunun için gerekli kondansatör gücü tablo 5.1'den bulunabilir.

Lamba	Gücü(W)	Kapasite(μ F)	Kon.Gücü (Var)
Floresan	10	2	30
Floresan	20	5	80
Floresan	2X20	4,5	70
Floresan	65	7	110
Cıva buharlı	125	10	510
Cıva buharlı	250	18	275

Tablo 5.1: Aydınlatma lambalarında kondansatör tablosu

Alternatif Akım Motorlarında Kompanzasyon:

Motorlar, sabit reaktif güç çektiğinden yol verici şalterlerden sonra (kontaktörden sonra) kontaktör bataryaları bağlanacak şekilde, her motor için bağımsız kompanze işlemi yapılabilir. Ancak bu işlemde kondansatör gücünün, motorun boş çalışmada çektiği görünür gücü çekmeyecek şekilde hesaplanması gerekir. Aksi hâlde boş çalışmada güç faktörü kapasitif olur.



Şekil 5.19: Asenkron motor tesisinde kompanzasyon uygulama devresi

5.3.4.2 Grup Kompanzasyonu

Bu tür kompanzasyonda bir kontaktör veya devre kesintisiyle grup olarak anahtarlanan birden fazla motorun veya floresan lambanın kompanzasyonu yapılır. Bu işlemde her grup bir alıcı gibi değerlendirilir. Bu şekildeki kompanzasyon günümüzde pek kullanılmamaktadır.

5.3.4.3 Merkezi Kompanzasyon

Tabloya bağlı çok sayıda motor ve indüktif yük çeken alıcı bulunuyorsa ve bunlar belli belirsiz zamanlarda devreye girip çıkıyorlarsa çekilen yük durumuna ayarlı bir kompanzasyon yapılır. Böyle bir kompanzasyon, elle kumandalı ve otomatik çalışma durumlu olur. Projelendirilmesi ve hesaplanmaları kolaydır. Mevcut tesislere bağlanması problemsiz olup çok kısa sürede montajı mümkündür. Fabrikayı besleyen tek veya paralel çalışan trafolar, toplam akım trafoları üzerinden kompanse edilebilir.

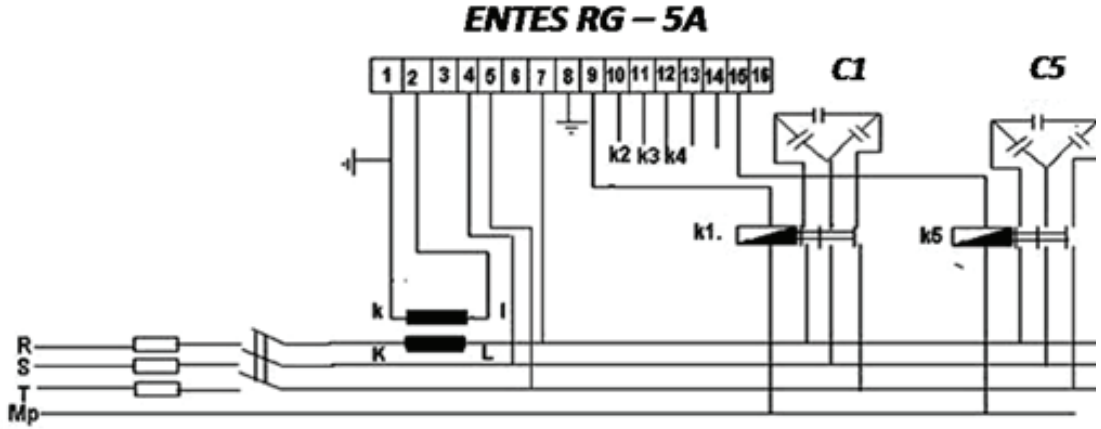
Kullanılan elektronik regülatörlerin hassasiyet sınırı ve çalışacağı indüktif-kapasitif bölgenin potansiyometrelerle ayarlanabilmeleri sonucu uygun bir kompanzasyon tesisinin kolayca işletmeye girmesi sağlanır. Bir tesisin, hangi çeşit kompanzasyonla donatılması gerektiği iş yerinin değişik zamanlarda alınmış yüklem eğrileriyle belirlenmelidir.

Merkezi kompanzasyonda, şebekeye paralel olarak bağlanacak kondansatörler, 3-5-7 veya 2-4-6-8-12 gruba bölünmektedir. Bu programlar elektronik kompanzasyon röleleri ile devreye sokulmaktadır. Kademeli reaktif güç kontrol röleleri her an $\cos\phi'$ 'yi 0,96' da sabit tutmak için otomatik olarak kondansatör gruplarını devreye alır veya çıkarır. 17.2.2000 tarih ve 23967 sayılı resmi gazetede belirtildiği gibi işletmelerin $\cos\phi'$ 'yi, 0,95 ile 1 arasında tutmaları mecburidir. Kondansatörler de reaktif güç rölelerinin kademesi gibi gruplara ayrılır. Her kademede o kademeye ait kondansatör grubu devreye girer.

5.3.5 REAKTİF GÜÇ KONTROL RÖLESİ

5.3.5.1 Yapısı

Reaktif güç kontrol rölesi otomatik olarak ayarlanan güç kat sayısına ulaşmak için kondansatörleri devreye alıp çıkartma görevini yapan elektronik cihazdır. Gösterge, kıyaslama ünitesi ve çıkış röle devre katlarından oluşur. Sistemde bulunan gerilim ile çekilen akımın faz farkını algılayarak, çıkış röle grubu aracılığı ile kondansatörleri kumanda eder. Güç kat sayısı düşünce kondansatörleri sıralı olarak devreye alır. Bir yandan da değişen güç kat sayısını ölçerek döngüsel kontrol yapar. Ayarlanan güç faktörünü sağlayacak kadar kondansatörü devrede tutar. Tek fazın akım bilgisi ile işlem yapan röleler yanında üç fazın da akımına göre işlem yapan röleler mevcuttur.



Şekil 5.20: Reaktif güç kontrol rölesi bağlantı şeması

5.3.5.2 Çalışması

Tranformatör, elektrik motorları gibi endüktif yükler, mıknatıslanma akımlarından dolayı şebekeye reaktif yük getirir. Bu reaktif yükler buldukları devre-

ye kondansatörler bağlanarak azaltılır veya yok edilir. Reaktif güç kontrol röleleri, merkezî kompanzasyonda seçilmiş kondansatör gruplarının bataryalarını devreye alarak veya çıkararak güç kat sayısı değerini, kullanıcı tarafından ayarlanan güç kat sayısı değerine getirmeye çalışır.

5.3.5.3 Devre Bağlantı Şeması ve Montajı

- Röleyi bağlamadan önce şekil 5.20'deki bağlantıyı dikkatle inceleyiniz (3 fazlı röle).
- Akım trafosunu ana şalter çıkışına veya ana giriş sigortalarından birinin ayağına bağlayınız. En çok karşılaşılan hata, akım trafosunun kompanzasyon panosundan sonra bağlanmasıdır. Bu durumda röle çalışmaz. Akım trafosu daima kondansatörlerden önce ve işletmenin ilk girişine bağlanmalıdır. Ayrıca akım trafosundan çıkan telleri en kısa yoldan (panonun demir aksamına ve diğer kablolarla sarmadan) tercihen 2x1,5 çoklu telli kablo kullanarak rölenin 1 ve 2 nu'lu uçlarına bağlayınız.
- Akım trafosunun bağlı olduğu faz R olsun. Rölenin 4 ve 5 nu.lu klemenslerine mutlaka diğer iki fazı yani S ve T fazlarını bağlayınız.

Olabilecek Sorunlar:

Arıza 1: Röle sürekli kondansatör alıyor. $\cos \phi$ metre kapasitif gösterdiği hâlde çıkarmıyor.

Sebepleri:

- Kondansatör panosunu besleyen güç kablosu akım trafosundan önce alınmıştır.
- Rölenin 4 ve 5 nolu klemenslerine akım trafosunun bağlı olmadığı diğer iki faz yerine (S T) akım trafosunun bağlı bulunduğu faz (R) bağlanmıştır. Bu durumda ind veya kap ledlerinden biri sürekli yanar ve röle devreye sürekli kondansatör alır veya çıkarır.

Arıza 2: Röle çalışıyor. Kademelerin devreye girdiği röle üzerindeki ışıklardan belli oluyor. Kontaktörler çekiyor fakat $\cos \phi$ yükselmiyor ve röle kondansatör almak istiyor.

Sebepleri:

- Kondansatör sigortaları atmıştır.
- Kontaktör kontakları kirlenmiştir.
- Kondansatörler değer kaybetmiştir.

- Kurulu kondansatör gücü, tesisin kompanzasyonuna yetmemiştir. Kondansatör ilavesi gerekmektedir.

Arıza 3:

Motorlar çalışıyor. Devrede kondansatör olmadığı hâlde kap ışığı yanıyor.

Sebepleri:

Rölenin 4 ve 5 nu'lu uçlarını değiştiriniz.

Arıza 4:

Aynı akım trafosundan hem röle hem de cos ϕ metre besleniyor ancak her iki cihaz da düzgün çalışmıyor.

Sebepleri:

- Bağlantı hatası vardır. Röle ve cos ϕ metre akım devreleri seri bağlanmalıdır.
- Akım trafosu büyük seçilmiştir.
- Cos ϕ metre gerilim devresi bağlantısı R fazından alınmıştır. (Reaktif güç kontrol rölesinin tersine cos ϕ metrenin gerilim devresi, akım trafosu ile aynı faza bağlanmalıdır.

5.3.5.4 Tanıtım Kataloglarının İncelenmesi

Merkezî sistemde kompanzasyon ünitesi enerji besleme hattının ana girişine konulur ve röle ekranından kompanzasyon takip edilir. Rölenin ayarları ve kondansatör gruplarının düzenlenmesi ile ilgili bilgiler röleyi imal eden firmalarca hazırlanan kataloglarda açıklanır. Bu kataloglar röle ile birlikte satılır.

DEĞERLENDİRME SORULARI

Aşağıdaki verilen ifadeleri dikkatlice okuyunuz. İfade doğru ise yanındaki boşluğa D yanlış ise Y yazınız.

1. () Transformatör, elektrik motorları gibi endüktif yükler, mıknatıslanma akımlarından dolayı şebekeye reaktif yük getirir. Bu reaktif yükler, buldukları devreye kondansatörler bağlanarak azaltılır veya yok edilir. Buna kompanzasyon denir.
2. () Kompanzasyon yapılan tesiste iletkenler daha az akım taşıyacağından ince kesitte seçilir.
3. () Kompanzasyon yapılan tesiste besleme transformatörünün ve tesisin kapasitesi ile verimi düşer.
4. () Kompanzasyon yapılan tesiste kayıplar ve gerilim düşümü azalır.
5. () Kompanzasyon yapılan tesiste şebekeden daha fazla reaktif enerji çekilir.
6. () Kompanzasyon yapılan tesiste harcanan enerji azalacağından enerji ücreti de azalır.
7. () Merkezi kompanzasyonda kondansatörler doğrudan yük çıkışlarına bağlanır ve ortak bir anahtarlama cihazı ile yüklerle birlikte devreye alınıp çıkarılır.
8. () Reaktif güç kontrol röleleri, merkezi kompanzasyonda seçilmiş kondansatör gruplarının bataryalarını devreye alarak veya çıkararak güç kat sayısı değerini, kullanıcı tarafından ayarlanan güç kat sayısı değerine getirmeye çalışır.