

EREĞLİ KÖMÜRLERİ İŞLETMESİ ELEKTRİK ŞEBEKESİNDE REAKTİF GÜÇ DENGELEME ÇALIŞMALARI

M. Kemal SARK*)

ÖZET

Sanayiinin daima reaktif güce gereksinimi vardır. Bu gücü Türkiye Elektrik Kurumu'ndan (TEK) satın almak yerine kendisi üreterek gereksinimi olan reaktif gücü dengeleyebilir. Bu sayede şebeke kayıpları azalacağından enerji tasarrufu sağlanmış olur. İşte bu nedenle reaktif güç dengelemesi Türkiye'de son zamanlarda güncel bir tasarruf önlem haline gelmiştir.

Ereğli Kömürleri İşletmesinin elektrik şebekesi de incelenerek gerekli olan reaktif gücün konulacak kondansatörlerle dengelenmesi ya da diğer bir sözle üretilmesi plânlanmış ve uygulama konmuştur. Aşağıdaki yazı yapılan bu incelemelerle bazı teknik konuları içermektedir.

SUMMARY

Industry always needs reactive power. Instead of buying this power from the Turkish Electricity Board (TEK) industry can produce its own need. As a result network losses will be minimized and energy can be saved. Therefore lately Reactive power compensation work has been a very important and active part of the Turkish Industry.

Ereğli Coal Mines electrical network has been examined in detail and the necessary reactive power compensation has been determined.

This paper gives an insight into the work carried out.

(*) Elektrik Y. Müh. EKİ Etüd-Tesis Şube Müdürlüğü, ZONGULDAK.

1. REAKTİF GÜÇ NEDİR

Elektrik enerjisinin öneminden söz etemeye gerek yoktur.

Tüketilen elektrik enerjisine aktif enerji, çekilen gücede aktif güç adı verilir. Bunun yanı sıra ihtiyacımız olan bir de reaktif enerji vardır. Bu enerji elektrik motorlarının transformatörlerin her nevi bobinin çalışmasında kullanılan elektrik şebekesinden çekilip tekrar iade edilen bir enerjidir. Yalnızca alternatif akıma has bir özelliktir. Sanayii de mevcut motorların %90'dan fazla AA (alternatif akımı) ile çalıştığına göre söz konusu gücü daima ihtiyacımız vardır.

Şebekeden çekilip tekrar iade edilen bir enerji artan elektrik akımı ile kendini gösterir. Elektrik akımını su şebekesindeki akan su miktarına (debiye) benzetebiliriz. Dönüşü olan kapalı bir boru şebekesinde bir miktar suyun tekrar tulumaya dönüp sürekli devri daim yaptığını düşünelim, işte reaktif akım (güç) buna benzer. Başka bir sözle kapalı bir boru sistemi içerisinde gereksiz yere devamlı dönen suya benzetebiliriz.

Verdiğimiz örnekte dönüşüm gereksizdir ama elektrik de motorlarımızın manyetik alanı için gereklidir. Reaktif akımdan vazgeçemeyiz. Yapabileceğimiz iş bu kapalı devre dönüşümü şebekenin belli kısmına sıkıştırıp tüm enerji tesisimizi bu gereksiz yükten kurtarabilmektedir. Motorlarımızın ihtiyacı olan reaktif enerjiyi hemen yanı başlarındaki kondansatörlerle kendimiz üretip şebekenin diğer kısmını gereksiz yüklenmeden kurtarabiliriz. Kendi trafomuzu yükten kurtardığımız gibi TEK'in şebekesini de gereksiz yüklenmeden kurtarmış oluruz. Bu nedenle TEK reaktif güç dengelenmesine diğer bir deyimle güç katsayısı düzenlenmesine çok önem vermektedir. Reaktif güç sayaçları koymakta pahalı olmaktadır.

2. REAKTİF GÜÇ DENGELEMESİNİN SAĞLAYACAĞI YARARLAR

Reaktif güc'ün ya da reaktif akımın ne olduğunu yukarıda açıklamıştık. Bir elektrik şebekesinde akan akımın nelere neden olacağı biliniirse, alınacak önlemlerle bunlar önlenmiş olur.

- a) Gereksiz akan reaktif akım şebekede omik kayıpları artırır. Dolayısıyla santrallarda fazla enerji tüketilmiş olur. Diğer bir deyişle RGD (reaktif güç dengeleme) ile direkt aktif enerji tasarrufu sağlanacaktır.
- b) Gereksiz akan reaktif akım gerilim düşümüne neden olmaktadır. RGD ile gerilim düşümü önlenmiş olacaktır.
- c) Enerji üretim ve nakil tesisleri (jeneratör, hat, transformatör, kesici gibi) boyutlandırılırken akım en önemli etkidir. Tesislerin kapasitesi akacak akıma göre hesap edilir. Gereksiz devri daim yapan reaktif akım, tesislerimizi (trafo, kesici, hat gibi) gereksiz yere yükler. İşte RGD ile tesislerimizi gereksiz yükten kurtarmış oluruz. Bu sayede kurulu enerji tesislerinden daha fazla güç çekmek olanağı doğar. İşte RGD'nin en önemli etkisi ve faydası bu noktadadır. Bir örnekle bu hususu vurgulayalım.

500 kVA'lık bir tarafı ile beslenen bir atelye düşünelim. Bu atelyedeki torna freze, matkap gibi tezgahların güç faktörleri de düşüktür. Zamanla atelyenin geliştiğini kabul edelim, ek motorlar trafosu daha yüklenmez duruma getirecektir.

Motların toplam gücünü 300 kW ve güç faktörlerini de $\cos \psi = 0.5$ kabul edersek,

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \text{ n ü r g ü ç}$$

$$P = \sqrt{3} \cdot u \cdot I \cos \psi \text{ aktif g ü ç}$$

$$P = S \cdot \cos \psi \text{ aktif g ü ç}$$

$$Q_L = S \cdot \sin \psi \text{ k ö r g ü ç, reaktif g ü ç}$$

ψ açısı akım ile gerilim arasındaki elektriki açıdır. Zamansal kaymayı ifade eder. Konuyu değiştirmemek için bu hususlara derinlemesine inilmeyecektir. Gerekli gören okul kitaplarından inceleme yapabilir.

Atelyemizin görünür gücü:

$$S = \frac{P}{\cos \psi} + \frac{300}{0.5} = 600 \text{ kVA eder.}$$

Trafomuzun kurulu gücü aşılmıştır (Trafoları % 10 - 20 fazla da yüklemek olanaklıdır). Şimdi bu trafomuza bir reaktif güç üretici, yani kondansatör koyarsak sonuç ne olur. Evvela ne kadar reaktif güç koymamız gerekir onu hesaplamalıyız. Güç faktörünü bir yapamayız. Harmoniklerc yani gerilim dalgalanmalarına yol açacağından

$\cos \psi = 0.95$ 'i aşılmaması otoritelerce tavsiye edilir

$$\cos \psi = 0.5 \quad \sin \psi = 0.86$$

Atelyemizi besleyen traf mu n k ö r g ü ç ü CL

$$Q = S \cdot \sin \psi = 600 \times 0.86 = 516 \text{ kVAR}$$

$$\cos \psi = 0.95 \text{ için görünür g ü ç } S$$

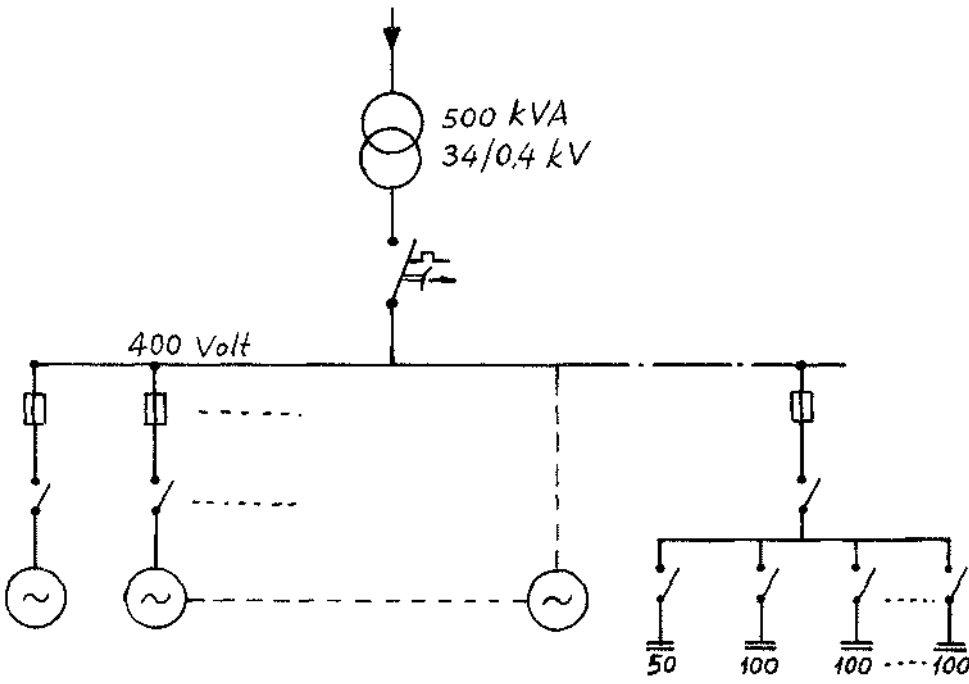
$$S_{30\%} = \frac{315}{0.95} \text{ KVA'ya düşer.}$$

$$\cos \psi = 0.5 : S = \frac{P}{\cos \psi} = 600 \text{ kVA, } Q_1 = S \cdot \sin \psi = 516 \text{ kVAR}$$

$$\cos \psi = 0.95 : S = \frac{P}{\cos \psi} = 315 \text{ kVA, } Q_2 = S \cdot \sin \psi = 99 \text{ kVAR}$$

aradaki farkın $Q_1 - Q_2 = 417 \text{ kVAR}$ korpense edilmesi gerekir.

Eğer trafomuza gelir 450 kVAR'lık bir otomatik kâpasitör grubu bağlarsak hem trafomuz aşırı yükten kurtulmuş olur ve hem daha $(500 - 315) = 185 \text{ kVA'lık}$ bir güç alma olanağımız doğmuş olur.



Resim 1 : 500 kVA hk bir trafodan beslenen toplam 300 kW İlk motor gruplarının kompenzasyonu

örneğin;

Merkez Atelyelerini iki adet 1000 kVA'lık trafo beslemektedir. Bu trafoların kapasitör bağlamadan beheri 400 kVA'ya kadar yüklü idiler.

Kapasitör devreye girince akım hemen düşmektedir. Trafodan çekilin toplam akımın düşmesi, onu daha da yükleme olanağı olduğunu göstermektedir. Yapılan işlemde amperin $I = 500$ amperden 300 ampere, $\cos V$ 'nin 0,5 den 0,8'e geldiğini göstermiştir.

3. RGD - CİHAZLARI VE ÜRETEÇLER

- En başta kondansatörler gelir
- Sonra senkron motorlardır.

Burada kondansatör teknolojisi üzerinde durmayacağız. Ülkemizde bu aletlerin üretimine son yıllarda başlanmıştır. Çeşitli amaçlar için çeşitli tiplerde üretim bir kaç firma tarafından yürütülmektedir.

Senkron motorların öneminden söz edeceğiz. Sanayide kullanılan elektrik motorlarının % 90'dan fazlası asenkron tipidir. Daima reaktif güce ihtiyaçları vardır. Senkron motorlar ise çok az kullanılırlar. Pahalı olduklarından ancak büyük güçlerde ekonomik

olurlar, özellikle kompresör gibi sürekli aynı devirde çalışan motorlarda iyi sonuç verirler. Genelde senkron motorun güç katsayısı $\cos V = 1$ 'dir. Teorik açıdan 1 normal ise de şebekeye sağlayacağı faydalar açısından bu faktör 1 alınmaz, 0,8 alınır. Senkron motoru şebekeden reaktif güç çekecek ya da şebekeye reaktif güç verebilecek şekilde imal etmek olanaklıdır. Büyük sanayi tesislerinde, reaktif güç verecek şekilde senkron motoru seçmek çok ekonomik olur. Diğer bir deyişle senkron motorun güç faktörü kapasitif olmalıdır. Nitekim EKİ'nin şebekesinde böyle bir seçim yapılmıştır. Kompresörlerin hemen tamamı ve Ward-Leonard kuyuların tahrik motorları senkron'dur. örneğin; Çatalağzı kuyu Ward-Leonard grubu sürekli şebekeye 1300 kVAR reaktif güç verir ve yanıbaşındaki Lavvanın reaktif güç ihtiyacını temin eder. Diğer bir deyişle kosinus-fisini düzeltir.

4. EKİ'NİN REAKTİF GÜÇ DURUMU

EKİ'nin geniş üretim sahası ve bölgeleri nedeni ile elektrik enerjisi tüketim şebekesi de çok geniştir. Batıda Karasu dinlenme kampı ve Ereğli Limanı ile doğuda Kurucasıle ve Azdavaya kadar aralıklarla uzanır. Burada ancak önemi üretim bölgeleri nedeni ile büyük dağıtım merkezlerini sayabiliriz. Bunlar, Armutçuk, Kozlu, Zonguldak ve Karadon dağıtım merkezleridir. Buralarda TEK'in aktif ve reaktif enerji sayaçları mevcuttur. Bu sayaçlardan alınan değerlerle Tablo Vde EKİ'nin enerji tüketimi çıkarılmıştır.

Burada bir noktaya da değinelim. TEK'in sayaçları itibari ile reaktif enerjinin kompanse edilmesi düşünülmüştür. Çünkü amaç ilk plânda TEK'e para ödememektir. TEK'in tarifesi şu şekildedir. Reaktif enerji aktif enerjinin 0.6 katından az olursa para ödenmez.

$$a = 0.6 p$$

$$\frac{Q}{P} = 0,6 = \cos \psi \rightarrow \cos \psi = 0,86$$

Güç faktörü $\cos V = 0.86$ 'dan büyük olursa para ödenmez.

Reaktif enerjinin aktif enerjiye oranı 0,6'dan büyük ise yani $\cos \psi = 0,86$ ise reaktif enerji parası ödenir.

Tablo 1'de 1980 yılında EKİ'nin dağıtım merkezleri itibari ile çektiği aktif ve reaktif enerjiye ödenen paralar ve güç faktörü görülmektedir. Buradaki $\cos Y =$ değerleri yıllık ortalamadır. Oysaki sayaçlar aydan aya okunmakta ve faturalar aylık tanzim edilmektedir. Bu nedenle EK'nin reaktif güç ihtiyacını önemli merkezlerinde ayrı ayrı inceleyeceğiz.

4.1 - Karadon Merkezi

Görüldüğü gibi $\cos y = 0,90$ 'dan yüksektir. Bu demektir ki bu merkeze bağlı tüketicilerde kompenzasyona ihtiyaç yoktur. Büyük bir tüketim merkezi olan Çatalağzı Lavvanında ölçü yapıp reaktif güç durumu etraflıca incelenmiştir. Çünkü burada kurulu 2500 kVAR'lık, 3300 volt kademesinde çalışabilecek bir kapasitör grubu mevcut idi.

TABLO 1: 1980 Yılında *fEK'âen* Alınan Enerji Miktarlarına ve ödenen Masraflar

	AKT İ? ENERJİ		SEMTİP ENERJİ		<i>CQβ/β</i>
	kv*h	TL	kVARh	%.	
ORADON	1T3.809.076	353.699.532	66.473.569	—	0.93
ZONGULDAK	150.790.574	307.320.498	<u>93.e40.701</u>	17.6İ1.323	0.85
KOZLU	85.1T2.254.	174.153.951	61.465-791	II.945.949	0.81
ARMUTÇUK	40.535.138	82.691.252	22.811.601	3.987.553	0.87
BREĞLÎ+K,S,	415.326	1.296.493	584.098	225.167	0.58
TOPLAM	450.667.378	919.161,728	244.975.780	33.769.994	0,87 ~

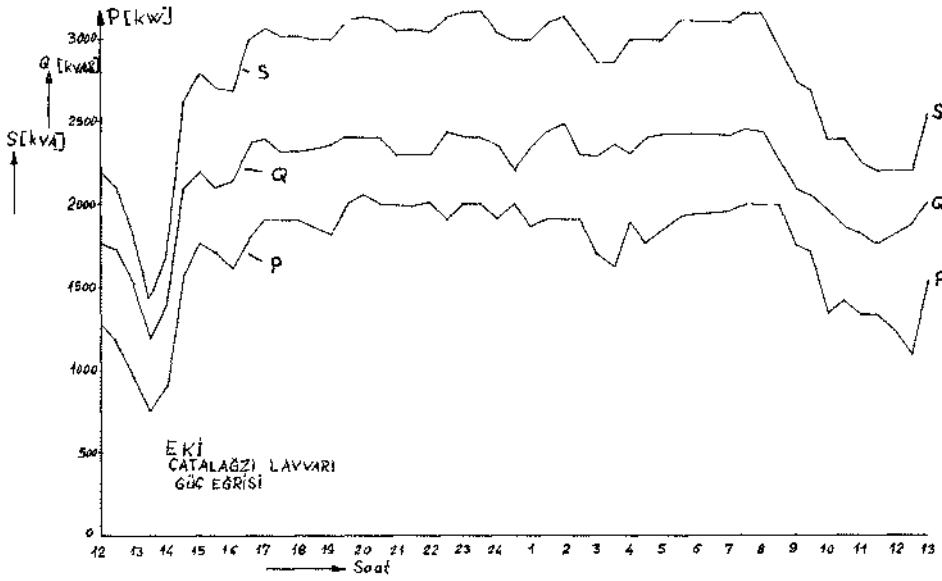
Tablo.2. Karadon dağıtım merkezi enerji tüketim tablosu

Bu merkezdeki aktif (\hat{A}) ve reaktif (R), enerji tüketimi TEK'den *her ay* alınmaktadır. Bu değerler yardımı ile aktif güç P ($P \approx A/30 \times 24$) reaktif güç Q ($Q \approx R/30 \times 24$) ve $\cos \phi$ değerleri ile $\cos \phi > 0.95$ yapılabilmek için gerekli olan reaktif güç miktarı Q hesaplanarak aşağıda tablo halinde çıkarılmıştır.

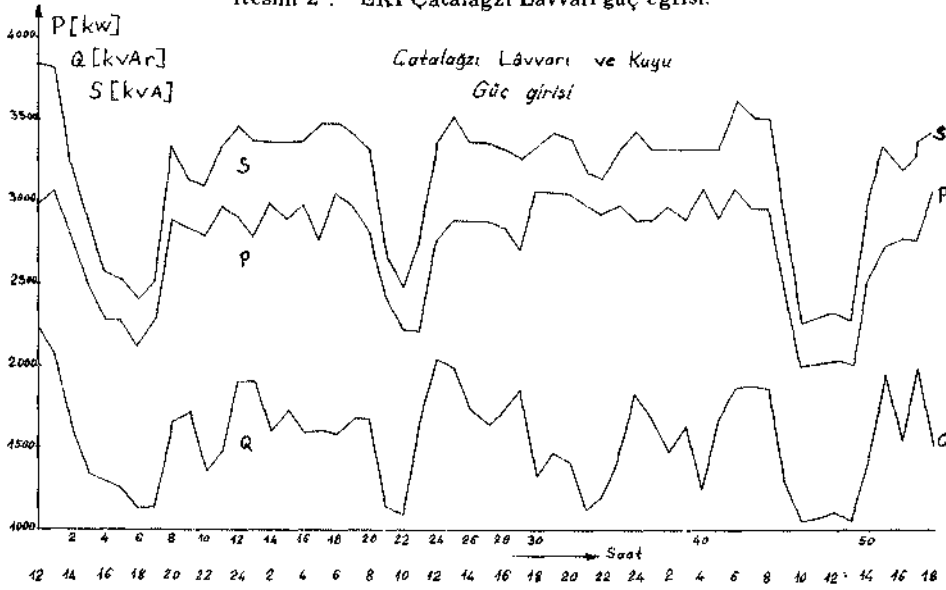
1980	A	R	Q	$\cos \phi$	$\cos \phi_p$	Q	
Ay	kWh	kVArfa	kVAH	-	-	kvm	
01	16.355.230	22.757.	6.274.519	8.719	0.934	0.55	1.240
02	14.701.848	20.419	6.666.959	9.259	0.911	0.55	2.547
03	15.154.212	21.047	6.912.513	9.600	0.910	0.55	2.682
04	14.027.548	19.482	6.304.938	8.756	0.912	0.55	2.352
05	14.312.863	19.878	5.613.054	7.796	0.931	0.55	1.262
06	13.864.469	19.256	5.403.535	7.505	0.932	0.55	1.176
07	13.956.011	19.383	5.123.253	7.115	0.938	0.55	744
08	13.030.296	18.097	5.017.248	6.968	0.933	0.55	1.020
09	13.921.006	19.343	3.317.028	4.607	0.970	0.55	«
10	13.416.347	18.633	4.131.659	5.725	0.956	0.55	—
11	14.439.694	20.055	5.195.057	7.215	0.941	0.55	023
12	16.593.552	23.046	6.523.826	9.061	0.930	0.55	1.486
01	17.265.111	23.979	6.388.938	8.874	0.938	0.55	99£

Lavvar kurulurken kurucu firma tarafından Amerika'dan getirilmiş, yerine yerleştirilip çalıştırılmamıştır.

Yazıcılar bağlanıp tam bir tüketim diyagramı çizilmiştir. Sonuç olarak 1500 kVAR civarında kompanse edilebilir reaktif güç olduğunu ortaya çıkarmıştır (Resim No. 2 ve 3). Bunun 1300 kVAR'ı hemen yanı başındaki kuyunun senkron motoru tarafından kompanse edilmektedir. Burada şu karara varılmıştır. 2500 kVAR'lık bir büyük kapasitör grubuna gerek yoktur. Daha çok ihtiyaç duyulan yere söz konusu grup götürülmelidir. Nitekim bir hayli zahmetle, sandık sandık gruplar sökülüp merkez lavvarına taşınmıştır. Bu merkezdeki duruma da ilerde değineceğiz.



Resim 2 : EKI Çatalağzı Lavvarı güç eğrisi.



Resim 3 : Çatalağzı Lávvarı ve kuyu güç girişi

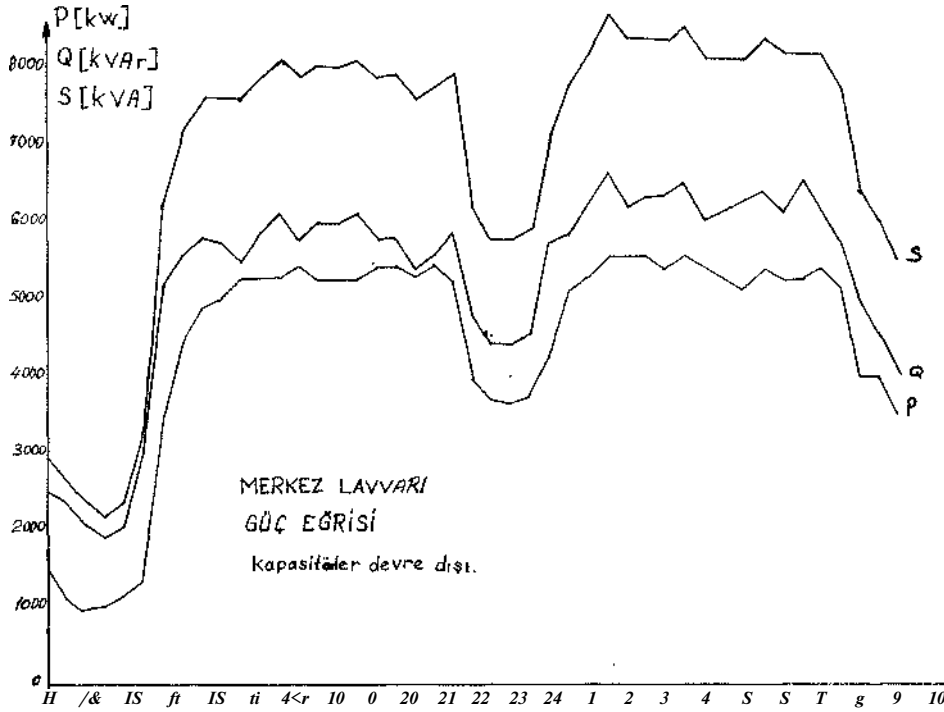
4.2. Zonguldak Dağıtım Merkezi

Tablo 3'de görüleceği üzere bu merkezde kompanse edilmesi gerekli epeyce büyük bir reaktif güç vardır. Ama tarifenin cezalı sınırını aşabilmek için kısa vadeli çalışmalar yeterli olabilecek gibi gözükmemektedir. Çünkü CosYüksektir.

Bu merkezde en büyük tüketim Merkez Lavvarındadır. Burası içinde kurucu firma tarafından gönderilmiş 2500 kVAR'lık grup mevcuttur. Şimdi lavvarın durumunu ayrıntılı olarak inceliyorum.

4.2.1. Merkez Lavvarı RGD (Reaktif Güç Dengeleme) Sorunu

Bu merkezde ayrıntılı ölçümler yapılmıştır. Resim 4'den de görüleceği gibi ortalama 5 MW aktif 7 MVAR reaktif gücü vardır. Bu gücü kompanse edebilmek için mevcut olan 2500 kVAR grup yetmemektedir. Bu nedenle Çatalağzı Lavvarındaki grup getirilerek merkeze nakledilip montajı bitirilerek devreye verilmiştir. Bugün arızalılar dışında 4000 kVAR, (3,3 kV otomatik iki adet grup devrededir. İlerde yapılacak eklerle bu güç 6000 kVAR'a çıkarılacaktır. Böylece merkez lavvarının sorunu çözümlenmiş olmaktadır.



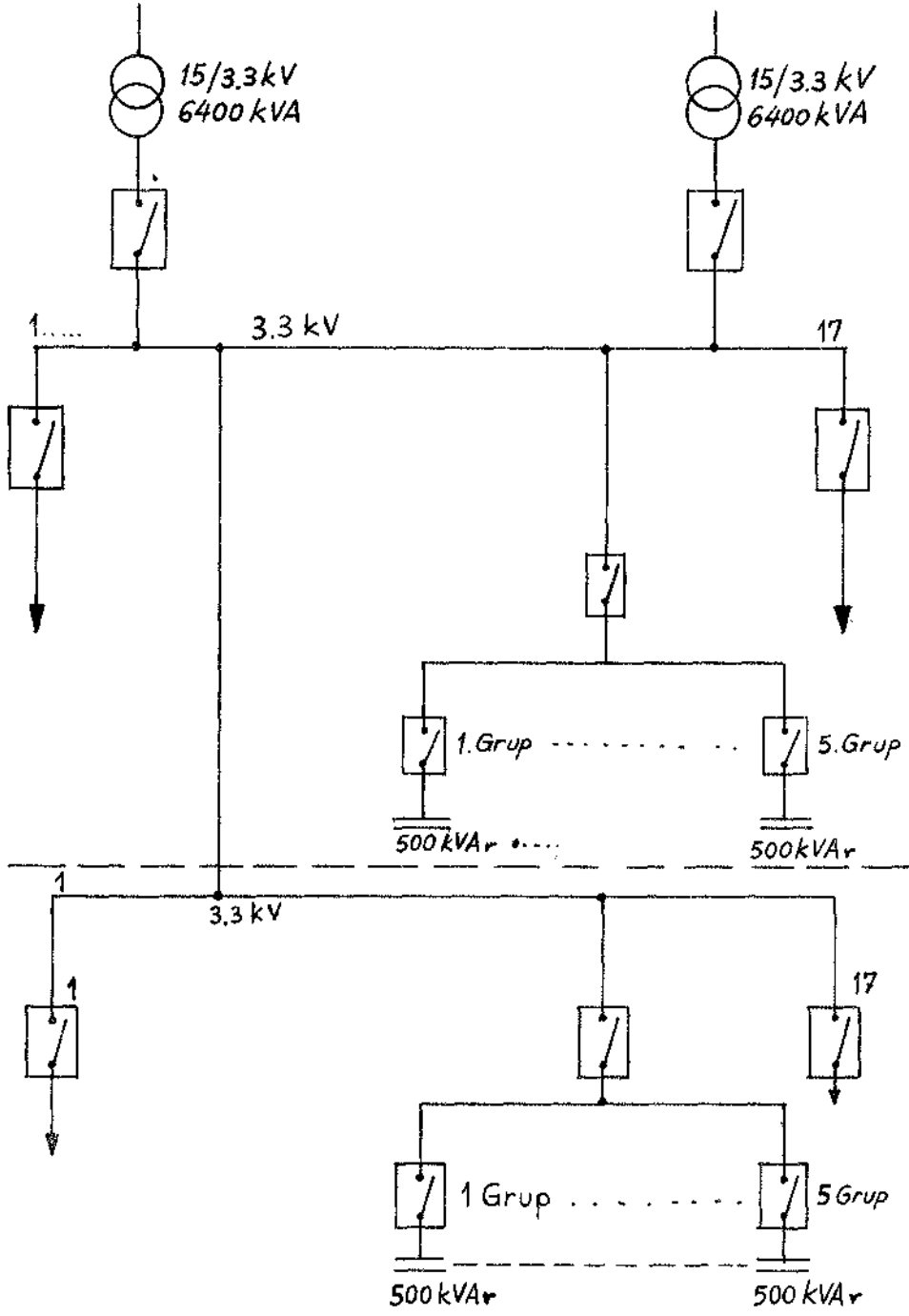
Resim 4 : Merkez Lavvarı güç eğrisi (kapasitörler devre dışı)

Tablo 3. Zonguldak dağıtım merkezi enerji tüketim tablosu

Bu merkezdeki aktif (A) ve reaktif (R), enerji tüketimi TEK'den her ay alınmaktadır. Bu değerler yardımı ile aktif güç P ($P=A/30 \times 24$) reaktif güç Q ($Q=R/30 \times 24$) ve $\cos \varphi$ değerleri ile $\cos \varphi = 0.95$ yapabilmek için gerekli olan reaktif güç miktarı Q^* hesaplanarak aşağıdaki tablo halinde çıkarılmıştır.

1980	A	P	R	«	COS f	cosf	a
Ay	kWh	kw	kVARh	kVAR	-w	...	kVAR
01	13.827,242	19.205	8.590.890	XX. JJ4	0.85	0.95	5.620
02	13.009.062	18.068	8.549.981	11.875	0.835	»	5.936
03	li,J77, M3 ..	18.580	8.140.891	11.307	0.854	ti	5.200
04	12.927,244	17.955	8.089.982	11.236	0.847	ft	5.334
05	12.122.699	17.670	7.222.709	10.032	0.869	#	4.224
06	12.190.88?	16.9.32	8.140.891	11.307	0.83	M	5.742
07	12.477.245	17.330	7.609.074	10.568	0.853	ti	4,072
08	11.495.4 29	15.966	7.036..348	9,773	0.853	!»	4-525
09	11.045.430	15.341	5.766.16S	8.011	0.886	"	2.968
10	11.863.610	16.477	6.627.258	9.205	0.873	"	3.789
11	12.722.699	17.670	8.018.184	11.136	0.846	(t	5.328
12	13.131.789	18.239	8.836.344	12.273	0.83	i*	<5.278
01	13.254.510	18.409	8.590.890	11.932	0.839	ii	5.881

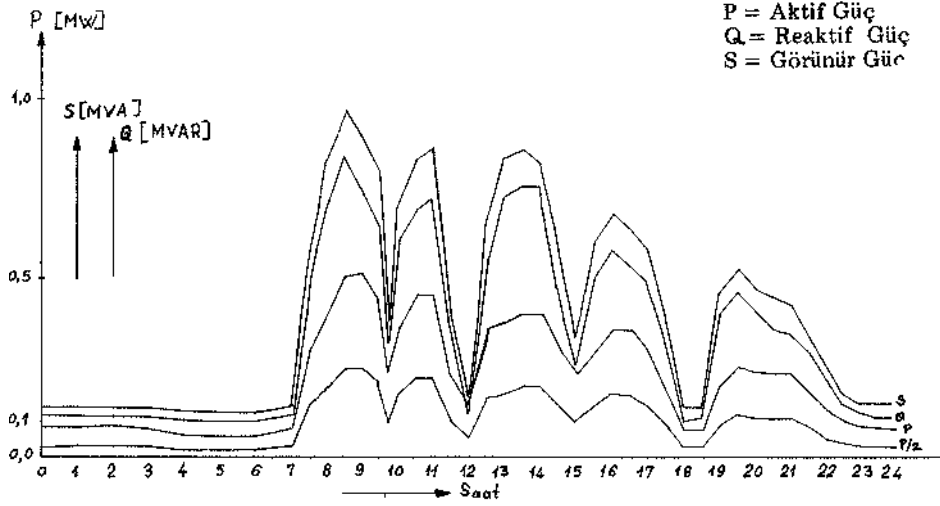
Resim 5'de iki adet grubun bağlama krokisi görülmektedir.



Şekil 5 : EKİ Merkez lavvan kapasitör bağlama krokisi.

4.2.2. Merkez Atelyesi RGD (Reaktif Güç Dengeleme) Sorunu

Bundan önceki konularda da bahsedildiği gibi Merkez Atelyesinin ortalama 500 kW aktif, 700 kVAR'de reaktif gücü mevcuttur. Bu merkezde yapılan ayrıntılı ölçüler Resim 6'da görülmektedir.



Resim 6 : EKI Merkez atölyesi güç eğrisi

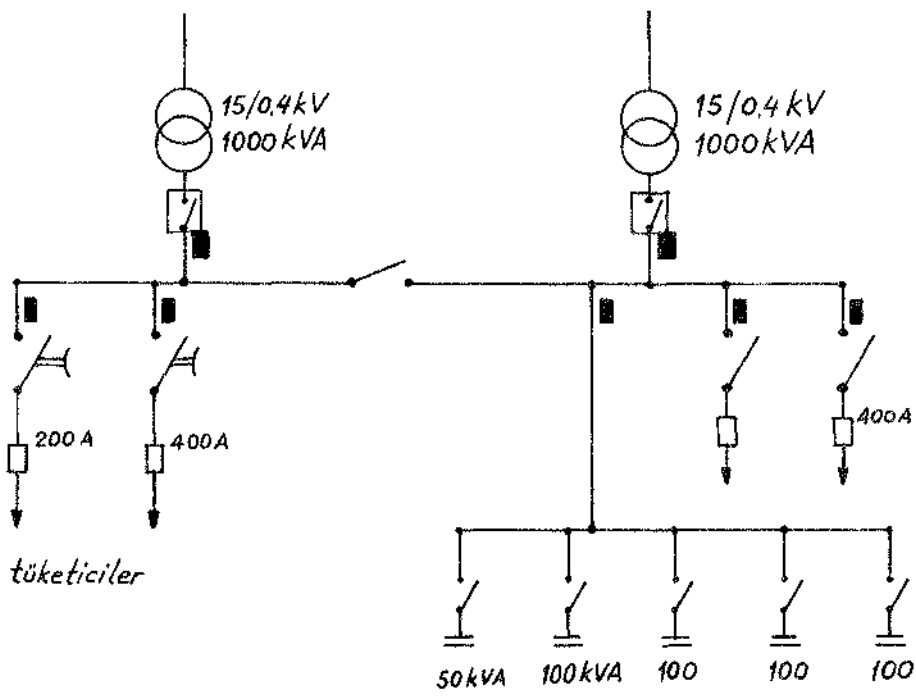
Reaktif gücü kompanse etmek için bir adet 500 kVAR'lık otomatik grup alınarak devreye verilmiştir. (Resim 7). ,

Yukarıda sözü edilen çalışmalar sonucu TEK—Zonguldak dağıtım merkezi itibarı ile $\cos \phi = 0,89$ 'a çıkmıştır. Bu sayede aylık ortalama 5 milyon TL. ödemekten kurtulunmuştur.

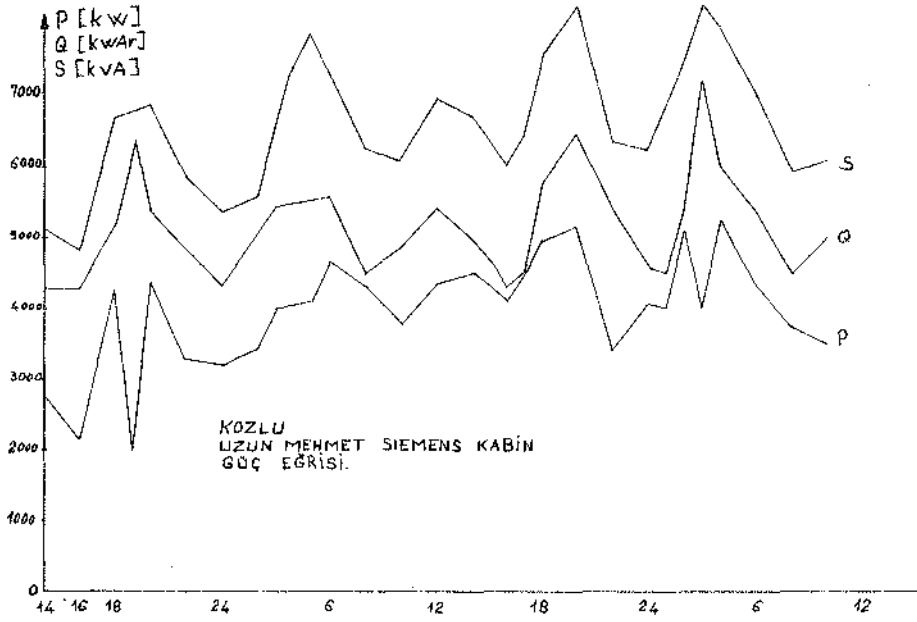
4.3. Kozlu Dağıtım Merkezi

Bu merkezin güç durumu Tablo 4'de görülmektedir. Reaktif güç ihtiyacı 7000 kVAR dolayındadır. Cezalı sınırı aşmak için 2000 kVAR'lık grup yeterli olmaktadır.

Toplu bir tüketim merkezi Uzun Mehmet Kuyusu yanındaki Siemens kabindir. 3,3 kV'da dağıtım yapılan bu merkezde ayrıntılı ölçüler yapılmıştır. (Resim 8). İncirharmanı dağıtım merkezi ise 15 kV kademesindedir.



Resim 7 : EKİ Merkez atölyesi kapasitör bağlama krokisi.



Resim 8 : EKİ Kozlu Uzun Mehmet Siemens kabin güç eğrisi

3L0 4: KOZLU DAĞITIL MERKEZİ ENERJİ TÜKETİM TABLOSU

Bu merkezdeki aktif (A) ve reaktif (R) enerji tüketimi İEK'den her ay alınmaktadır. Bu değerler yardımı ile aktif güç P ($P=A/30 \times 24$) reaktif güç Q ($Q=R/0.95$) ve Cos ϕ değerleri ile Cos $\phi > 0.95$ yapabilmek için gerekli olan reaktif güç miktarı Q' hesaplanarak aşağıda tablo halinde çıkarılmıştır.

1980	A	P	R	Q	cos ϕ	cos ϕ	Q
Ay	kWh	kW	kVARh	kVAR	-	-	kVAR
01	7.249.075	10.068	4.712.717	6.545	0.838	0.95	3.236
02	6.827.712	9.483	4.573.626	6.352	0.831	"	3.235
03	7.277.711	10.108	4.868.171	6.761	0.831	"	3.438
04	6.966.803	9.676	4.508.172	6.261	0.839	"	3.081
05	7.355.438	10.216	5.584.078	7.756	0.796	"	4.398
06	6.704.985	9.312	4.614.535	6.409	0.824	"	3.348
07	6.804.258	9.450	5.449.079	7.568	0.781	"	3.303
08	6.700.894	9.304	5.236.352	7.273	0.788	"	4.215
09	7.576.347	10.523	5.105.443	7.091	0.829	"	3.632
10	6.880.894	9.557	5.031.807	6.988	0.807	"	3.847
11	7.232.711	10.045	5.747.714	7.983	0.783	"	4.681
12	7.535.438	10.466	6.034.077	8.381	0.780	"	4.941
01	7.576.347	10.522	5.269.079	7.318	0.821	"	3.860

Kozlu'nun RGD sorunu Uzun Mehmet Siemens kabine bağlanacak 4000 kVAR, 3,3 kV otomatik bir grupla kolayca çözümlenmektedir. Ne var ki yerli malı, bu gerilim kademesinde otomatik grup imal edilememektedir. Ancak 400 volt kademesinde otomatik grup mevcuttur. Otomatik olmayan ayrı ayrı bağlanan kapasitörler ise istenilen genimde imal edilmektedir. Bu nedenle Kozlu'da dağınık ayrı ayrı kompenzasyon yapmak zorunluluğu vardır. Bu da sonuç elde etmeyi güçleştirmektedir. Yapılması gereken iş tüm büyük güçlü motorlara kapasitör bağlamaktır. Bu arada yeterli miktarda yüklü 550 /olt trafolar vardır. Örneğin Değirmenağzı su tulumalarını besleyen 800 kVA'lık trans'ormotor gibi. Buraya bir adet 450 kVAR otomatik grup bağlanması gerekmektedir. Benzeri bir kaç transformotor daha mevcuttur.

Bu gün zaman elverdiği müddetçe sorunu kolayca çözülebilecek yerlere ilk plânla el atılmaktadır. Bu nedenle Kozlu'nun RGD sorunu bir müddet daha devam edecektir.

İ.4- Armutçuk Dağıtım Merkezi

Bu merkezdeki güç durumu Tablo 5'de görülmektedir. $\cos Y$ 0,86 'ya yakındır, bu nedenle yapılacak ufak çalışmalarla bir sonuca varılacağı kanaati ile 1820 kW'lık ENTAG kompesörü asenkron motoruna 600 kVAR kapasitör bağlanmış ve sorun geçici olarak çözümlenmiştir. Bununla birlikte çekilen güç aylara göre değiştiğinden bazı aylar reaktif enerji parası ödenmektedir.

Bu merkezde de ayrı ayrı kompenzasyona gidilecektir.

» . REAKTİF GÜCÜN SAPTANMASI

i. Kosinüs-fi Ölçümü

Yaptığımız ölçü işlemlerinde, tek fazda ölçü yapabilen, laboratuvar tipi bir alet kullanılmıştır. Piyasada bulunan ve kurulu panolarda bol bol rastlanan diğer kosinüs-fi letreler ise üç faz için imal edilmişlerdir ve yalnızca semalarındaki gibi bağlanırlarsa gerçek ölçüyü verirler. Burada bahsedeceğimiz güçlüklerle hangi tipteki aleti kullanırsanız kullanın daima karşılaşacaksınız ve yine burada bahsedeceğimiz pratik güçlüklerle bildiğimiz literatürlerde de rastlanmamaktadır. Bu nedenle bilinen ve bugüne kadar yayınlanan konulara burada girmeyeceğiz.

Kosinüs-fi metrelerin bağlama şekilleri kitaplarda, yayınlanan literatürlerde ve kendi kataloglarında açıklanmaktadır. Ama kurulu bir tesiste R-S-T fazlarına isabet eden kim ve gerilim trafolarını tayin etmek olanaksız değilse de çok zordur. Bunlarla uğraşmadan yapılabilen ölçülerle kolayca gerçek faz farkına ($\cos Y$) karar verebilme imkanı irdir. İşte burada izah edilecek hususlar bunlardır.

Kosinüs-fi metreler yapıları itibariyle Waltmetrelere benzerler. Yani bir akım irdede gerilim bobinleri vardır. Çok değişik prensip ve tipte olanlarda vardır. Ama genelle pratik kullanma açısından farksızdırlar.

TABLO 5: ARMUTÇUK DAĞITIM MERKEZİ ENERJİ TÜKETİM TABLOSU

Bu merkezdeki aktif (A) ve reaktif (R), enerji tüketimi TEK'den her ay alınmaktadır. Bu değerler yardımı ile aktif güç P ($P=A/30 \times 24$) reaktif güç Q ($Q=R/30 \times 24$) ve Cos φ değerleri ile Cos $\varphi = 0.95$ yapabilmek için gerekli olan reaktif güç miktarı Q' hesaplanarak aşağıda tablo halinde çıkarılmıştır.

1980	A	P	R	Q	COS φ	COS φ	Q
Ay	kWh	kW	kVARh	kVAR	-	-	kVAR
01	3.594.176	4.992	1.935.941	2.689	0.88	0.95	1.048
02	3.481.590	4.835	2.034.125	2.825	0.863	"	1.236
03	3.560.889	4.945	2.090.532	2.904	0.86	"	1.278
04	3.541.885	4.919	1.898.980	2.637	0.88	"	1.020
05	3.361.009	4.668	1.896.106	2.633	0.87	"	1.100
06	3.377.667	4.691	1.952.844	2.712	0.865	"	1.170
07	3.312.206	4.600	1.982.610	2.754	0.858	"	1.242
08	3.113.738	4.325	1.904.694	2.645	0.853	"	1.223
09	3.213.200	4.463	1.605.475	2.230	0.894	"	763
10	3.037.739	4.219	1.571.520	2.183	0.888	"	796
11	3.586.859	4.982	2.016.178	2.800	0.87	"	1.162
12	3.354.180	4.658	1.922.596	2.670	0.867	"	1.139
01	3.444.627	4.784	1.989.388	2.763	0.866	"	1.190

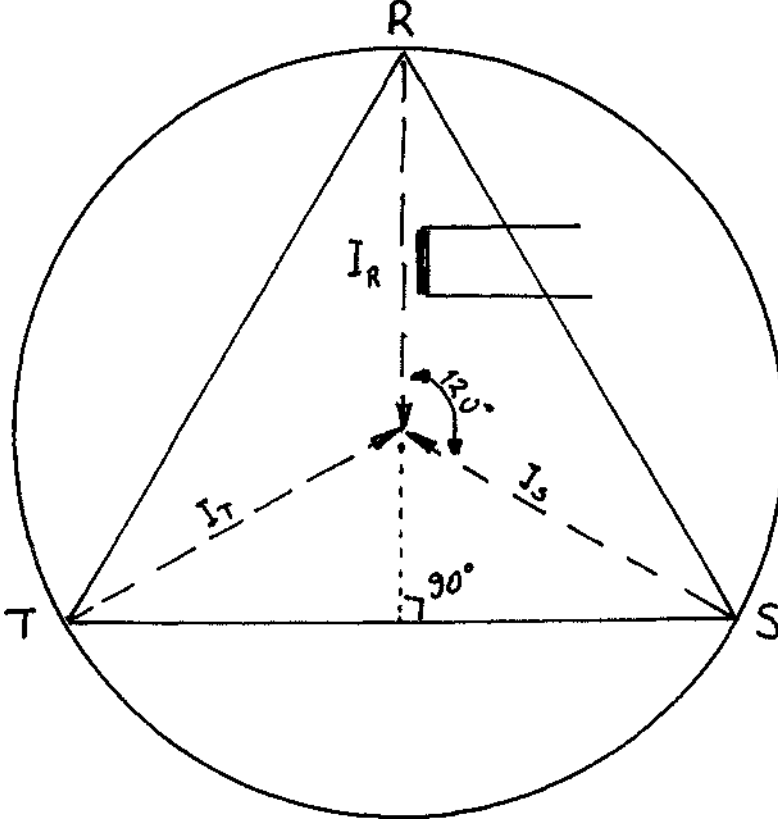
$P = UI \cdot \cos Y$ aktif gücü verir. Reaktif gücü dolayısıyla açısını ölçmek için akım ile gerilim arasındaki faz farkını 90° - y yapmak gerekir. Tek faz ölçü için özel devreler mevcuttur. Üç fazda ise 90° / kaymasını sağlamak basittir. Çünkü üç fazlı ceryanın tabiiyeti itibariyle fazlar arası zaten 120° lik açı mevcuttur. (Resim 10).

1° akımı ile Ujg gerilimi arasında 90° lik bir açı vardır. Faz açısını (Y) 'de hesaba katarsak $90 - y$ derecelik bir kayma vardır. Yapılacak işlem kosinüs-fi metrenin akım ucunu R fazına, gerilim uçlarını da U-j-ş gerilimine bağlamaktır. Böylece prensip olarak reaktif güç ya da kosinüs-fi ölçülmüş olur. Burada bu konulara derinlemesine inmeyeceğiz.

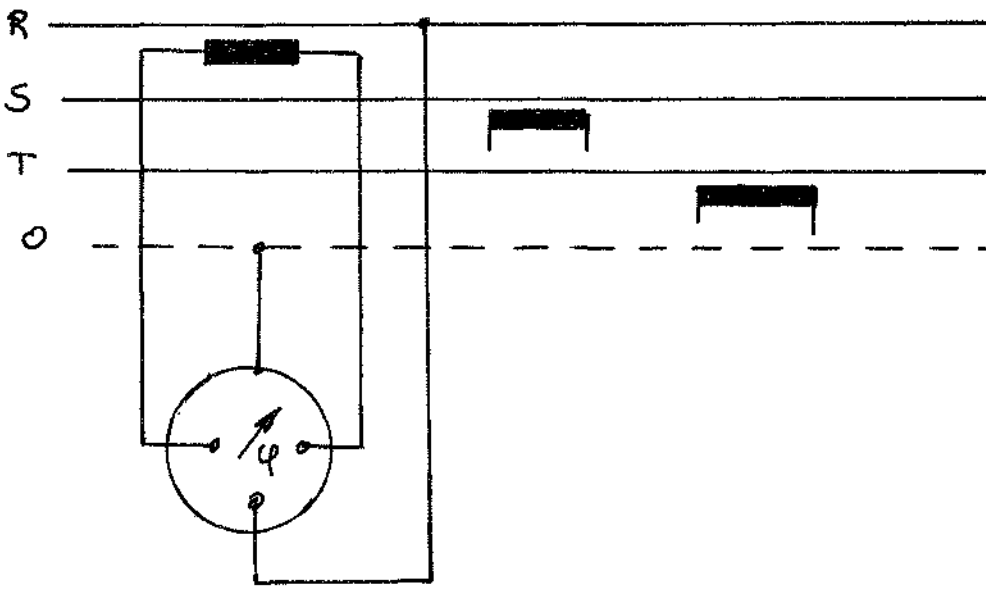
360° dönebilen bir kosinüs-fi metre gerilim uçlarının durumuna göre çok değişik değerler verebilir. Bu hal şebekedeki akım ve gerilim trafolarının bağlantı şekline göre de değişir durumları ayrı ayrı inceliydim.

5.1.1. Üç Akım + Üç Gerilim Trafolu Şebeke

Akım ya da gerilim trafoları da olmayabilir (Resim 11).



Resim 10 : Üç fazlı ceryanın vektör diyagramı



Resim 11 : Tek fazda ölçebilen bir kosinüs-fi metrenin bağlama prensibi

Tek fazda ölçü yapabilen ve 360° dönebilen bir alet bu halde duruma göre şu açıları verebilir.

Âkım fazı	Gerilim fazı	Alet sapması
R	R-0	$\infty = 360 - \psi$
R	S-0	$\infty = 120 - \psi$
R	T-0	$\infty = 240 - \psi$
R	R-S	$\infty = 150 - \psi$
R	R-T	$\infty = 210 - \psi$
R	S-T	$\infty = 90 - \psi$

eğer uçlar ters bağlı ise;

R	0-R	$\infty = 180 - \psi$
R	0-S	$\infty = 360 - \psi$
R	0-T	$\infty = 60 - \psi$
R	S-R	$\infty = 330 - \psi$
R	T-R	$\infty = 30 - \psi$
R	T-S	$\infty = 270 - \psi$

Yapılan bir pratik işlemden aletin akım ucu rastgele bir akım trafosuna (ampermetreye seri olarak) bağlanır. Burası R fazı kabul edilebilir. Gerilim ucu da rastgele dokundurularak değişik açılar ölçülür. İmkan olduğu kadar fazla açı ölçmekte yarar vardır. Sonra yukarıdaki tabloya bakarak irdeleme yapılarak ip akımı ile Un gerilimi arasındaki gerçek faz farkı yani ψ açısı hesaplanır.

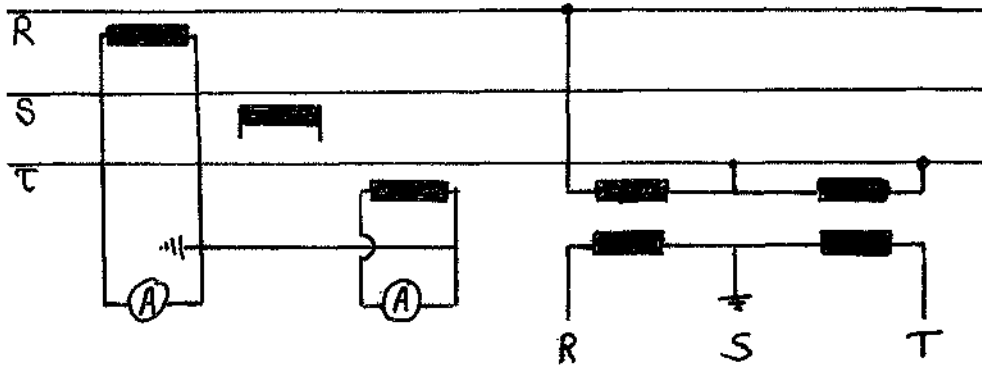
5.1.2 İki Akım + İki Gerilim Trafolo Şebeke

Aron bağı olan bu şebekelerde gerilim uçlarından biri toprağa karşı voltaj göstermez. Yine hangi fazda akım ya da gerilim trafosunun olmadığı bilinemiyeciği için rastgele ölçü yapılarak aşağıdaki tabloya göre ya da çizilerek irdeleme yapılır. (Resim 12). Akım trafosu 3 adet de olabilir. S fazı sekonderde topraklıdır. Bir nevi yıldız noktasına kaydırılmıştır (Resim 13).

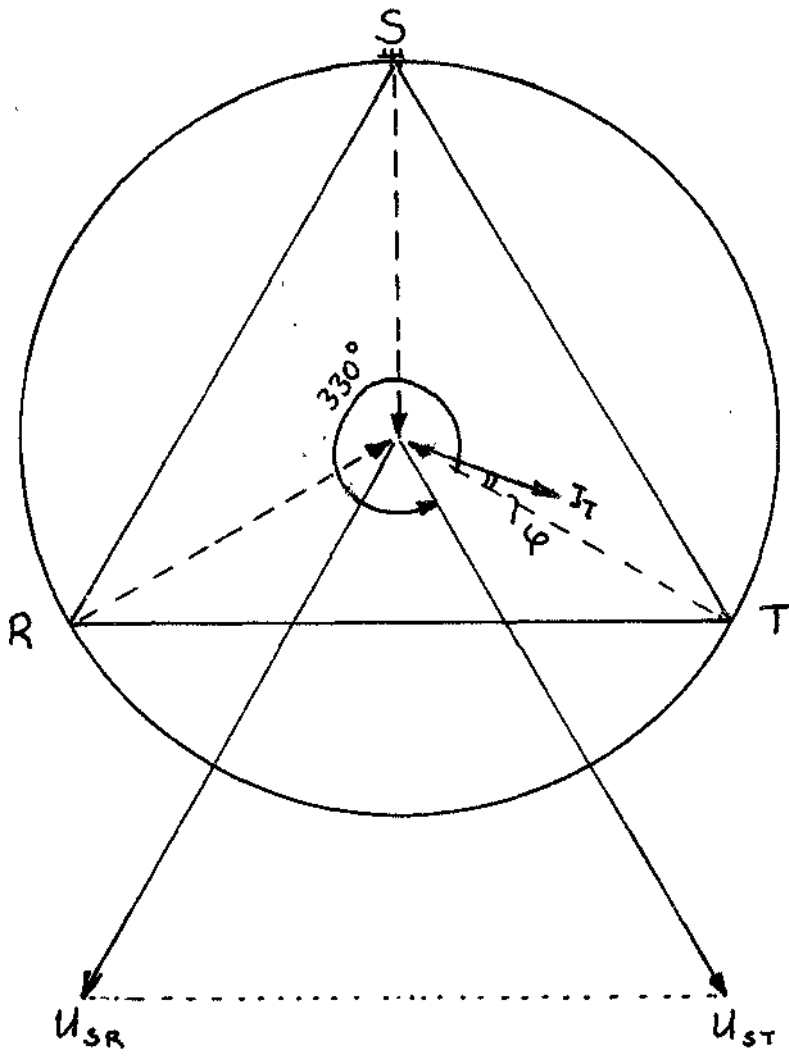
Tek fazda ölçülebilen ve 360° dönebilen bir alet akım trafolarından birine bağlanırsa şu açılar ölçülebilir.

Akım fazı	Gerilim fazı	Alet sapması
R	S-R ,	$\infty = 330 - \varphi$
R	S-T	$\infty = 270 - \varphi$
R	R-T	$\infty = 210 - \varphi$
R	R-S	$\infty = 150 - \varphi$
R	T-S	$\infty = 90 - \varphi$
R	T-R	$\infty = 30 - \varphi = 390 - \varphi$

Elde edilen ölçülerle bu tabloya bakılarak irdeleme yapılır ve gerçek açısı hesaplanır.



Resim 2 2 : Aron bağı şebeke



Resim 13 ; Aron bağılı şebekede vektör diyagramı

5.2. Reaktif Güç Ölçümü

$$P = \sqrt{3} U.I \cos \varphi \quad \text{aktif güç}$$

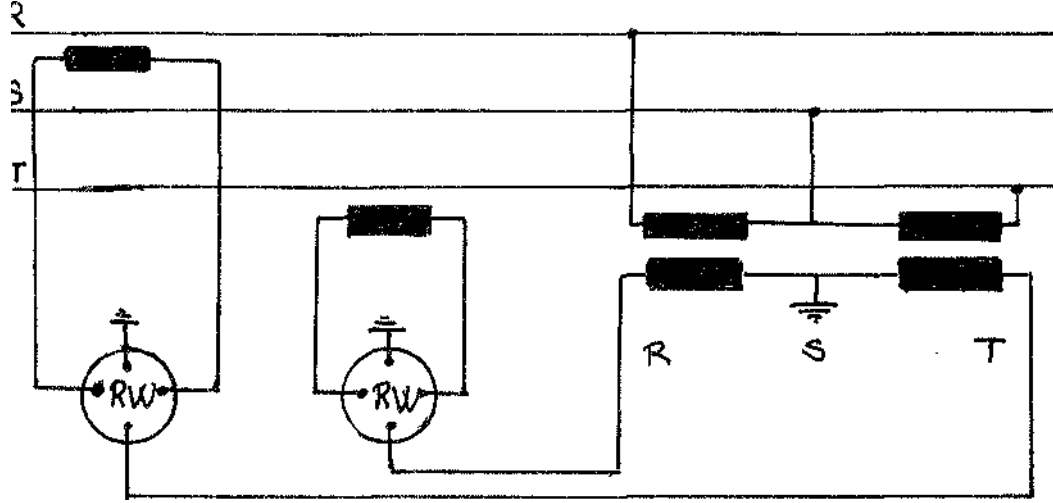
$$Q = \sqrt{3} .U.I. \sin \varphi \quad \text{reaktif güç}$$

Bir ölçü aletinin ibresini oynatmak için daima aktif bir enerjiye ihtiyaç vardır. Bu gerçekte olmayan kör gücün ölçülebilmesi için aktif güce orantılanması gerekir. Bu işlemden evvelki konumuzda bahsettiğimiz gibi matematiksel bir müdahale ile

mümkündür. Şöyle ki, I akımı ile U gerilimi arasındaki faz farkı suni olarak 90° kaydırılır. Bu işlem üç fazda basittir. Tek fazda ise özel devreler gerektirir. Bu nedenle üç faz için ön görülen her Waltmetre (ya da Waltsaat) reaktif güç sayacı haline getirilebilir. Resim 10'da izah edildiği gibi akım ve gerilim uçlarını uygun bağlamak yeterlidir. Yalnız çarpına dikkat etmek gerekir. Tek faz ölçen bir alet $P = UR \cdot IR$, $\cos \phi$ değerini verirken reaktife çevrildiğinde UR yerine U $\sqrt{3}$ yani $\sqrt{3}$ misli büyük alanı geleceğinden $\sqrt{3}$ misli fazla kaydeder.

$$Q = iR \cdot U\sqrt{3} \cdot \sin \phi$$

Çift akım bobinli yani ARON bağlı olan bir waltmetreyi reaktif saydırmak ya da yazdırmak için canlı gerilim uçlarını değiştirme işlemi yeterlidir. Yalnız bu işlemde basitçe olmaz, yönlerde önemlidir. Akım bobini İR fazında gerilim bobininde U $\sqrt{3}$ Je> diğer akım bobini İR fazında gerilimde U $\sqrt{3}$ R de olmalıdır (Resim 14).



Resim 14 : Reaktif güç sayaç bağlantı şekli

KAYNAKLAR

- 1- Prof. Dr. Mustafa BAYRAM Elektroteknik Mecmuası 1977, sayı 3,4,5,6
- 2- Prof. Dr. Ing. MOELLER Elektrische Messtechnik 1963, Teuber Verlag
- 3- Türkiye Elektrik Mühendisliği
III. Teknik Kongresi Tebliğleri, 1967
 - a) Zeki Demiray
Orta ve alçak gerilim tesislerinde
Güç faktörünün düzeltilmesi
 - b) Osman Akdağ, Erdoğan Elçin
Orta gerilim şebekelerinde $\cos \phi$ nin Tashih edilmesi
 - c) Yurdakul Alparslan
Enerji nakil şebekelerinde reaktif güç
- 4- E.W. Goiding
Electrical Measurements and Measuring instruments London, 1946 Sir Isaac Pitmen LTD.

