

Şekil 10 Bir şarpmalı değirmenin karşıt moment eğrileri

Değirmen:

$$GO^2 = 2650 \text{ kgm}^2$$

$$n = 750 \text{ d/d}$$

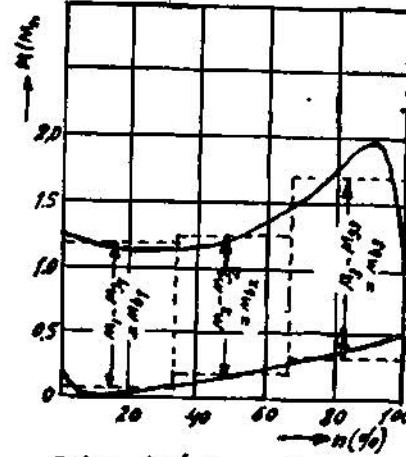
Motor

$$GO^2 = 60 \text{ kgm}^2$$

$$n = 750 \text{ d/d}$$

$$\text{Ttkmli shtigacı} = 110 \text{ kW}$$

Şekil H de yolverme zamanının bulunması gösterilmiştir. İvmelendirici momenti bulmak için motor ve yük momenti eğrileri çizilir.



Şekil 9 Yolverme zamanının

Bu momentlerin muhtelif aralıklarda sabit olarak farzedilen farkları bulunur. Formüle göre kısmî yolverme zamanları hesaplanır ve bunlar toplanarak toplam yolverme zamanı bulunur.

Güç katsayısının tesbiti ve düzeltilmesi

Korkut ÖNGÜN
Y. Müh. - ESHOT

Endüstri işletmelerinde yüksek indüklemeleri ile alternatif akım motorları, transformatörler ve meselâ floresan lâmba balastları gibi makina ve aletler reaktif akım kullanıcılarıdır. Kullanıcıların sargılarında husule gelen magnetik alanın oluşunda reaktif güce ihtiyaç vardır.

Bir asenkron motorun stator sargısı tarafından devreden çekilen akım iki kısma bölünebilir. Bu akımlardan birisi magnetik alanın olması için çalışır. Bu mıknatıslama iş görmez (vatsız) reaktif akım denir, öteki akım ise başlıca mekanik gücün doğmasına yarar ve motor tarafından milinden mekanik güç olarak verilir. Bu iş gören (vattı) aktif akımdır. Reaktif akım, aktif akımdan 90° ve ya $1/4$ periyot geriden gelir. Reaktif akımın geri kalmasından dolayı tellerin içinden geçen akım ile şebeke gerilimi arasında bir faz farkı olur. Bu faz farkının büyüklüğü reaktif ve aktif akımların oranına bağlıdır.

Şekil 1 bu bağlantıyı gösteriyor.

I aktif akımı U faz gerilimi ile beraberdir ve reaktif akım I ise bundan 90° kaymıştır.

R

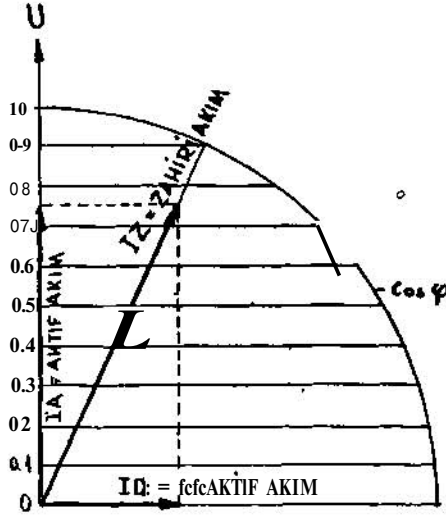
tır.

Her iki I ve I akımlarının geometrik toplamının I zahiri akımı teşkil ettiği görülmektedir.

I akım vektörünün durumu güç katsayısı $\cos \theta$ verir. θ (veya $\cos \theta$) değerini bulmak için reaktif akım I aktif akım I ile geometrik olarak toplanır.

Reaktif akım, aktif akıma göre ne kadar fazlaşacak olursa faz açısı 0 de 0 kadar fazlaşır, $\cos \theta$ değeri küçülür.

Şekil 1- deki gibi reaktif akımın değerinin düşük olması halinde bununla orantılı olarak güç katsayısının da değerinin çok iyi olması lazımdır.



ŞEKİL 1

AKTİF AKIM, R_i AKTİF AKIM
ZAHİRİ AKIM ($\cos \varphi \geq 0.9$)

Aktif akımın aynı kalıp reaktif akımın fazlaşması ile telin içinden geçen zahiri akım fazlaşır. Bu ise tellerin kesitlerinin büyütülmesini dolayısıyla ağırlıklarının artırılmasını icap ettirir. Ayrıca santrallarda bulunan alternatörlerin gerekli aktif akıma uygun bir zahiri akımdan fazlası için yapılmalarını yani KVA olarak zahiri güçlerinin büyütülmesini gerektirir. Reaktif akımın fazla olmasından dolayı aynı zamanda hatlardaki gerilim düşümü de fazlaşır ve santralda bulunan alternatörlerin gerilim ayarlarının yapılması güçleşir.

Elektrik işletmeleri bu sebeple müşterilerinin mümkün en yüksek güç katsayısında yani ($\cos \theta$) aşağı yukarı 0,8 ile 0,9 arasında çalışmalarını istemektedirler. Bu istek her zaman yerine getirilemez. Kötü güç katsayısı yüzünden yüksek miktarlarda para ödemek mecburiyetinde kalınır.

Mese'â: İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel İşletmeleri (İ. E. T. T.) Umum Müdürlüğü 20 kw ve daha fazla güç kullanan, yüda kw başına 1200 kwh kullanmayı kabul eden abonelerinin güç katsayısını 0,9 dan aşağı düşürmemelerini ister, küçük abonelerde ölçü ve kontrol güçlükleri bakımından bu şartı aramaz.

İzmir Elektrik, su,, havagazı, otobüs ve tramvay (ESHOT) Umum Müdürlüğü yine aynı sebeplerle yalnız yüksek gerilimden beslenen (10,5 kV) abonelerinden aylık or-

talama güç katsayılarının 0,8 den aşağı düşmemesini şart koşar.

Etibank kuzeybatı Anadolu Elektrik İstihsal ve tevzi Müessesesi de umumi cereyan satışlarında müşterinin çekeceği cereyanın ayük ortalama güç katsayısının 0,8 den aşağı olmayacağı şartını ileri sürmektedir.

Ancak bu sınırları geçen müşterilere yapılan muamele farklıdır. Bir fikir vermek üzere çeşitli tatbikatı zikredelim.

Eshot Umum Müdürlüğünde :

Tesbit edilen aylık ortalama güç katsayısı A, o ay ödenen elektrik enerjisi bedeli B ise ;

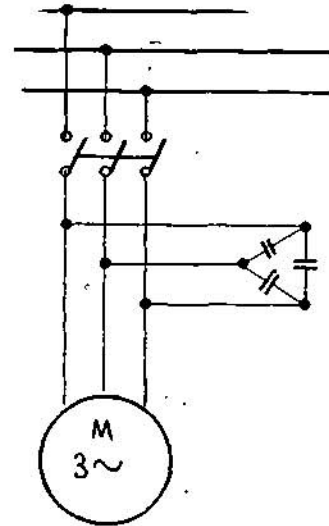
$$F = 1,5 (0,8 - A) B$$

kadar bir farkı aylık faturaya ilâve edilip. Ayrıca «güç katsayısı 0,7 den aşağı düştüğü takdirde ESHOT güç katsayısını en az 0,7 ye irca etmeyen abonenin cereyanını kesmekte veya yukarıda tarif edildiği gibi faturaya zam yapmakta serbesttir» Aylık ortalama güçkatsayısı iki monofaze sayaç vasıtasıyla tesbit edilir.

Etibank'ta :

Herhangi bir ayda reaktif enerji miktarı aktif enerji miktarının %75 ini geçerse, (yani güç katsayısı 0,8 den aşağı düşerse) aradaki farkın %25 i aktif enerji miktarına Tâve edilmek suretiyle bulunacak değer müşterinin o aya mahsus kwh enerji istihlâki olarak faturalara esas alınır.

İstanbul'da İ.E.T.T. de:



ŞEKİL 2

TEK. TEK DÜZELTME
(oitntroo mütöilarla^)

Güç katsayısı 0,90 dan aşağı olan abonelere bir zam yapılacaktır. Şöyleki:

Umum Müdürlükçe abonenin tesislerine konulacak reaktif sayacın bir aylık kayıdı aktif sayacın aynı ay içindeki kaydının yarısından fazla olmayacaktır. (Yani güç katsayısı en az 0,894 olmalıdır)

Reaktif sayacın kaydedeceği her fazla kVarh o ayın %75 indirilmiş birinci tertip fiyatı fe tahakkuk ettirilerek, faturaya ilâve edilecek ve hiçbir indirme yapılmayacaktır.

Verilecek süre içinde güç katsayısını en az 0,8 e irca etmemekte ısrar eden abone-lerin cereyanı yazı ile yapılacak son ihtar- dan sonra lüzum hasıl oldukça idarece kesile- bilecektir.

Birinci tertip fiyat: istenen en büyük gü- cün her kilovatının ayda harcanan ilk 100 kwh bedeli;

$F_1 = 6,5 + 0,14 K =$ kuruş
bugün $K = 55$ TL / ton ortalama üç aylık kö- mür fiyatıdır. $F_1 = 14,2$ krş / kwh dır.

İkinci tertip fiyat: İstenen en büyük gü- cün her krovatının ayda harcanan ilk 100 kwh'dan fazla kwh bedelleri,

$F_2 = 3,70 + 0,10 K = 9,2$ krş / kwh ile ödenir

Reaktif enerji fiyatı $R = 0,25$. $F_1 = 3,55$ krş dur.

Aylık ortalama güç katsayısı aktif ve reaktif sayaçların aylık tesbitlerinin nisbeti ile meydana çıkarılır. (Cetvel 1)

Meselâ, gücü 300 kw olan herhangi bir abonenin aylık aktif enerji sarfiyatı

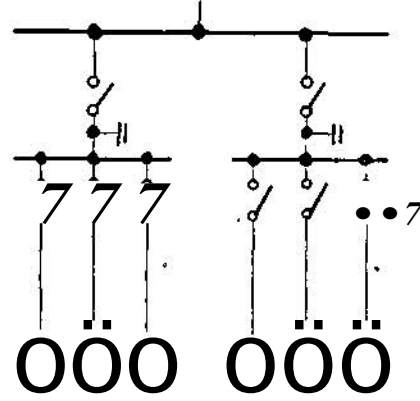
100000 kwh ise aylık reaktif enerji sarfi- yatına göre üç işletmede yapılacak zamlar hesaplanmış aşağıdaki tabloda gösterilmiş- tir:

Aylık reaktif enerji kwh.	Aylık ortalama Cos 0	Normal aktif enerjiye yapılacak zam nisbeti		
		İzmir %	Etibank %	İstanbul %
50 000	0,89	0	0	0
60 000	0,86	0	0	3,3
70 000	0,82	0	0	6,6
75 000	0,80	0	0	8,3
80 000	0,78	3	1,25	9,9
90 000	0,74	9	3,75	13,2
100 000	0,70	15	6,25	16,5
120 000	0,64	24	11,25	23,2
140 000	0,58	33	16,25	29,8
175 000	0,50	45	25	41,4
475 000	0,21	88,5	100	141,0

Görüldüğü gibi bu miktarlar hele düşük güç katsayılarında önemli nisbette yüksel- mektedir.

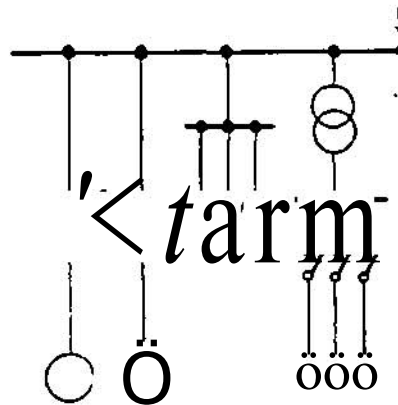
Güç katsayılarının düzeltilmesi için en basit çare kondansatörlerdir. Düzeltilme işletme'erde üç ayrı şekilde yapılmaktadır; tek tek düzeltme (Şekil 2) Gurup haline düzeltme (Şekil 3) bir merkezden düzeltme (Şekil 4)

Tek düzeltmede kondansatörlerin motor uçlarına bağlanması halinde hem şalterler ve iletkenler reaktif akımla yüklenmemiş o'ur hem de motor ve kondansatörleri aynı şalterlerle devreye sokulup çıkarıldığı için şalterlerden tasarruf temin edilir. Bir boşaltma (deşarj) tesisatına ihtiyaç yoktur. Kondansatörün boşaltması motor üzerinden



ŞEÜİL 3

GUÜUP HALİNDE DÜZELTME



SEKİL 4

BİR MERKEZDEN DÜZELTME

olur. Ancak bu tertip düzeltme 6 kVa kadar ve büyük motorlarda (6 kw dan büyük) kullanılır.

Küçük motorlardan ibaret bir işletme mevcutsa bu küçük motorlar gruplar halinde toplanarak grup halinde düzeltme şekil 3 de görüldüğü gibi yapılır.

Bir merkezden düzeltme şekil 4 de gösterildiği gibi meselâ bir tesiste yüksek ve alçak gerilim motorları beraber işletmede işler kullanılır. Gruplar kısım kısım toplanır ve bu merkez transformatörün bir ara bağlantısından alçak gerilim tarafını da besler. Gerektiğinde devreye koymak veya çıkarmak üzere kondansatör bataryası küçük birimlerde seçilmelidir.

Pratikte 3 düzeltme şekli ayrı ayrı kullanılabilir. Yeni tesislerde veya genişletmelerdeki esas soru düzeltmenin cinsi hakkında karar vermektir. Böylece işletme yalnız başına müteahhidile veya tarafsız bir uzmanı ile en iyi hareket yolunu tesbit etmiş olur. Ana yükte gündüzleri ve zayıf yükte geceleri yapılan işletmede kondansatörler zayıf yük sırasında tahrik edilmelidir. Yoksa aşırı kompensasyondan gerilim yükselmesi olur ki bu kondansatörler ve diğer kullanıcılar mesele filâmanlı lâmbalar için zararlıdır. Düzeltmeleri yapmak için gerekli kondansatör yükü aşağıdaki yolla meydana çıkarılır.

Misal: Bu işletmede iki vardiyeye halinde aşağı yukarı ayda 380 saat çalışıyor. Bir ayda kullandığı 100 000 kwh dir. Alınan ortalama güç:

$$\frac{100\ 000\ \text{kwh}}{380\ \text{h}} = 263\ \text{kw}$$

İkinci vardiyenin daha zayıf çalıştığı ihtimalini düşünerek emniyeti artırmak için yukarıdaki güç %10 yükseltilir.

$$N = 263 + \%10 = 290\ \text{kw}$$

İşletmenin güç katsayısı çok kötüdür ve Cos 0 nın 0,9 a yükseltilmesi istenmektedir.

Mevcut güç katsayısı aktif ve reaktif akım sayaçlarının okunması ile meydana çıkarılır.

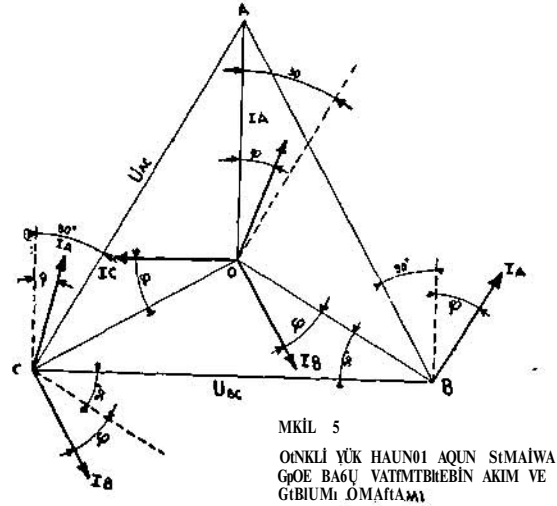
$$\begin{aligned} \text{Meselâ : Reaktif enerji} &= 120\ 000\ \text{kVarh} \\ \text{Aktif enerji} &= 100\ 000\ \text{kwh} \\ \frac{\text{Reaktif enerji}}{\text{Aktif enerji}} &= \frac{120\ 000}{100\ 000} = 1,2\ (\text{nisbet}) \end{aligned}$$

Aktif enerji 100 000
1 No. lu cetvelden güç katsayısı kolaylıkla tesbit edilir. Bu misalde nisbet 1,2 dir. Cetvelden Cos 0 = 0,64 meydana çıkar. Kondansatörün gücü 2 No. lu cetvelden bulunur. Burada 10 kw lık her ortalama güç için kVarh olarak güç okunabilir. 290 kw lık bir güçde güç katsayısı Cos 0 = 0,9 a yük-

selmeye çalışmak için cetvel 2 den kondansatör büyüklüğünü her 10 kw için 7,1 kVarh olarak meydana çıkarırız. 290 kw için buna göre kondansatör gücü 206 kVar olur. Pratikte aşağı değerde satılan en yakın değer 200 kVar seçilir. Tam olarak cetvel 2 nin ara değerini bulmak üzere hazırlanmış eğriler kullanılır. Bu eğrilerle lüzumlu reaktif güç bulunabilir.

Aylık ortalama güç katsayısının tesbiti için aktif ve reaktif sayaçlardan başka Aron şemasına göre bağlı iki monofaze sayaçta kullanılabilir. Bu sayaçlar aynı zamanda üç fazlı sistemin bütün enerjisini de ölçerler.

Aron şemasına göre bağlı vatmetrelerin akım ve gerilim diyagramı şekil 5 de gösterilmiştir. Burada birinci vatmetre



$$W_1 = U_{AC} I_A \cos(\theta - 30^\circ)$$

gücünü ve ikincisi de

$$W_2 = U_{BC} I_B \cos(\theta + 30^\circ)$$

gücünü gösterir.

Faz yükleri denkli ise (Şekil 5 deki gibi) vatmetre'enn gösterdikleri güçlerin ifadeleri:

$$\begin{aligned} W_1 &= U_{AC} I_A \cos(\theta - 30^\circ) \\ &= UI \cos(\theta - 30^\circ) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_2 &= U_{BC} I_B \cos(\theta + 30^\circ) \\ &= UI \cos(\theta + 30^\circ) \end{aligned}$$

şeklini alırlar.

$$\begin{aligned} \text{Bunların toplamı,} \\ W &= W_1 \cos \theta + W_2 \cos \theta = UI \cos(\theta - 30^\circ) \cos \theta + UI \cos(\theta + 30^\circ) \cos \theta \\ &= 3 UI \cos \theta \\ W_1 - W_2 &= UI [\cos(\theta - 30^\circ) - \cos(\theta + 30^\circ)] \\ &= UI 2 \sin \theta \sin 30^\circ = \end{aligned}$$

= UI Sin 0

İki ifadeyi birbirine bölerek faz farkının tanjantını buluruz.

$$\operatorname{tg} 0 = \frac{W_1 - W_2}{W_1 + W_2} \sqrt{3}$$

Güç katsayısının hesabına yanyan bu son formül yalnız sinüsoidal akımlar ve denk yükler için geçer. Denksiz yüklerde ve armoniklerin mevcudiyeti hâminde bu metodla bulunan güç katsayısı doğru değildir.

Yukarıdaki formülden $0 = 0$ olduğu zaman $W_1 = W_2$ olur. $0 = 0$ iken $\operatorname{Cos} 0 = 1$ dir. Yani yükün tamamı aktif ise vatmetrelerin ve mütenasiben monofaze sayaçların gösterdikleri miktarlar eşittir. Diğer tellerde yük denkli olmakla beraber bir monofaze sayaç diğerinden fazla gösterir.

$W_2 = 0$ ise $\operatorname{tg} 0 = -\sqrt{3}$ ve $\operatorname{Cos} 0 = 0,5$ olur. $\operatorname{Cos} 0 = 0,5$ iken sayaçlardan biri çalışmaz. $\operatorname{Cos} 0$ eğer 0,5 değerinden küçük olursa sayaçlardan biri ters çalışır. Formülü tatbik ederken dikkat etmelidir.

W_1 ve W_2 değerleri iki monofaze sayacın gösterdikleri, aylık enerji miktarları ise W_1/W_2 nisbetine bağlı olarak Cetvel 3 de bazı $\operatorname{Cos} 0$ değerleri gösterilmiştir.

Güç faktörünün bu yolla bulunmasının faydası monofaze sayaçların kolay temin edilmesi ve mevcut trifaze sayacın durması ve ya bozulması halinde sarfiyatın yine mevcut iki monofaze sayaç vasıtasıyla tesbit edilebilmesidir. Ayrıca aboneleri denkli yük haline icbar eder.

Güç katsayısını 0.9 dan yukarı değerlere göre düzeltmek faydalı değildir. Bir defa bunu elektrik işletmeleri istemezler. Kendi işletmemiz içinde pahalıdır. Ayrıca kullanıcılar yüksek değerlerde kolayca aşın kompense olurlar, böylece aşın gerilimlerle yüklenirler.

Bir işletmenin güç katsayısı yalnız kondensatörlerle düzeltilmez. Bilakis iyi bir plânlama veya işletici motorların uygun ve iyileri ile değiştirilmesi $1/2$ de olur. Büyük işletmelerde ayrı ayrı çalışan işletici motorların makinelerden çok büyük seçilmiş olduğu bir çok tecrübelerde görülmüştür. Bu hallerde makinelerin değiştirilmesi ile iş kolaylaştırılır. Böylece normal işletme yükü çok düzelir % 20 kadar düzeltilmiş $\operatorname{Cos} 0$ elde edilir. Eğer hızlı veya yavaş dönmek suali münakaşa ediliyor ise bunun da güç katsayısına tesir ederdii nazan itibare alınmalıdır. Yavaş dönen motorlar mühim miktardaki

kütleleri ile yüksek demir doymasını icap ettirir. Böylece kuvvetli bir magnetik alan kullanılır ve şebekeden yüksek bir reaktif güç çekilir.

Bu hallerde yavaş dönen motorların yerine yüksek verimli dişli kutulan ile yüksek devirli motorlar denenmelidir. Bu şekilde basit bir yolla reaktif güç tasarruf edilir.

Yavaş dönen motorlard'a rotorun çapı ve buna bağlı olarak hava aralığının uzunluğu küçük motorlarınkine göre daha büyüktür. Bundan çıkan sonuç, hızlı dönen motorların, hava aralığı aynı olmak şartile büyük motorlardan daha az reaktif akım sarfettikleri ve dolayısıyla güç katsayısının daha iyi ve uygun olduğudur.

Reaktif akımı mümkün olduğu kadar azaltmak, güç katsayısını düzeltmek için hava aralığı mekanik şartların müsaade ettiği nisbette küçük yapılar. Küçük motorlarda bu aralık, 0.2 milimetreye kadar indirilir.

Asenkron motorlarda, reaktif akımın şiddeti hemen hemen yük ile ilgili değildir. Yani makinenin boş çalışması sırasında bunun değeri yüklü olarak çalıştığı zamanki değerinin aynıdır. Bu sebeple boş çalışan asenkron motorlarda güç katsayısı çok fenadır. Güç katsayısı yükün fazlaşması ile düzelir.

Elverişli kondensatör büyüklüklerinin seçilmesi sırasında aynı kondensatörlerin korunması da önemli bir rol oynar. Yıldız ve aynı şekilde üçgen bağlamada reaktif akım kompensasyonunda elverişli kondensatör motor muhafaza şalterlerine itina etmelidir.

Bir otomatik sıcaklık muhafazası ile donatılmış sargıla bir kondansatör normal durumda her vakitki işletme sıcaklığında çav sırken mevcut bir iletken sabit kontrol vazifesini ele görür. Kondansatörün işletme sıcaklığı içerden ve dışardan bir tesirle müsaade edilenden fazla yükselirse tabandaki kapak dışarı doğru kabanır ve kuvvetle buna bağlı kontak noktasında iletgeni koparır.

Bir taraftan akım kullanıcılarının iletkenlerinin uzrun kırılmaması diğer taraftan kondensatör'erin aşın şekilde sıcaklık tesirlerinin vs zararları bakımından münafaza için kondensatörlerin montajında yeri iyi seçilmelidir. Daima kazalara karşı emniyetli haller tercih edilmelidir. Böylece reaktif akım kondansatörlerinin itimat edilir çalışmasının müşahedesii mümkün olur.

CETVEL: 1.
Reaktif enerji, aktif enerji ve bunlara ait güç katsayısı

Nisbet kVarh kwh	Güç katsayısı Cos 0	Nisbet kVorh kwta	Güç katsayısı Cos 0
0,50	0,89	0,95	0,72
0,55	0,88	1,00	0,70
0,60	0,86	1,05	0,69
0,65	0,84	1,10	0,67
0,70	0,82	1,15	0,66
0,75	0,80	1,20	0,64
0,80	0,78	1,25	0,62
0,85	0,76	1,30	0,61
0,90	0,74	1,35	0,60
		1,40	0,58
		1,75	0,50
		4,75	0,21

CETVEL : 2.
Mevcut güç katsayısını Cos 0 = 0,9 veya Cos 0 = 0,8 e getirmek için beher 10 kw*a lüzumlu kondansatör gücü

Güç katsayısı Cos 0 (mevcut)	Her 10 kw için kondansatör gücü Cos 0 = 0,9 a getirmek için	Cos 0 = 0,8 e getirmek için
0,30	27,0	24,2
0,50	12,5	9,8
0,55	10,3	7,7

0,60	8,5	5,8
0,65	7,0	4,2
0,70	5,4	2,7
0,75	4,0	1,4
0,80	£7	—
0,85	1,4	—

CETVEL: 3.
İki monofaze sayacın gösterdikleri aylık enerji miktarının nisbetine göre aylık ortalama güç katsayısı

Sayaçların gösterdiği miktarların nisbeti $\frac{W_{AV}}{1/9}$	Güç katsayısı Cos 0
$\frac{W}{W_0}$	Cos 0
0,05	0,54
0,10	0,58
0,15	0,62
0,20	0,65
0,25	0,73
0,30	0,77
0,40	0,80
0,45	0,84
0,50	0,87
0,55	0,89
0,60	0,90

HİZMETE YENİ GİREN HİDROELEKTRİK SANTRALİN İLK İHTİYAÇLARI

Mehmet YAVAŞ
Y. Müh. - DSİ

UMUMİ :

Hidro - elektrik santraller su kaynaklarına tabi olduğundan umumiyetle enerji istihlak merkezlerinden uzakta ve ekseriya dağlık yerlerde bulunur. Üretilen elektrik enerjisi yüksek gerilim altında işleyen salt terisleri ve hava hatlarıyla şehirlere, fabrikalara vs. istihlak merkezlerine iletilir.

Umumî hizmetlerin kolaylıkla görülebildiği şehir ve kasabalardan uzak olan santral normal işletmesini sağlayacak, ufak tefek aralar giderecek ve bir takım hizmetleri görece kabiliyette kendi kendine yetecek h'-- <HrUk> olarak kurulmuş ve taazzuv et-nr/j olmalıdır. Muayyen bir personel kadrosu olan imletme aynı zamanda içtimaî bir toplu*uf • da bünyesine alır. Bu insanların ihti-

yaçları hiç olmazsa asgari hadler datifinde tatmin edilmelidir.

İrUV" nun bütün spftr^n «< r>r~ce dikkat ile icra edilmiş olmasına rağmen ilk işk-ne yıllarında bir takım aksamalar beklenbilir. Bunların işletmeci tarafından soğukkan ılık ve diğer merciler tarafından müsamah" ile karşılanması lazımdır.

BİNA ve TESİSLER :

Bina ve tesisler projelerde inceden inceleme tetkik ve teemmül edilirse de projede ehemmiyetsiz gibi görünen veya bilâhare tamamlanır düşüncesiyle hiç nazarı itibare almıyıp huşlar ilk işl~tme yılı için mühim meseleler olabilir. Müstakbe' işletmeci inşaat sırasındaki geniş imkânların devam etmeyeceğini önceden bilmelidir

Orta büyüklükte bir santral işletmesinde