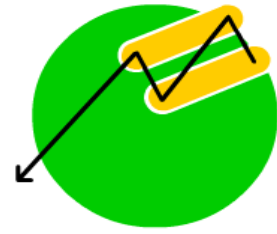
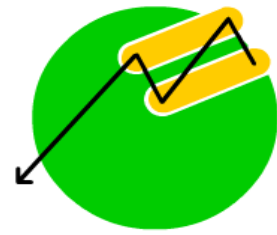


KOMPANZASYON

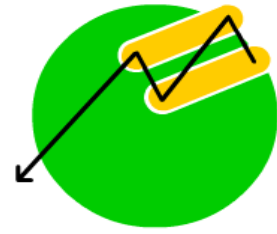


Hazırlayan:

Mehmet Halil DURCEYLAN
Teknik Öğretmen & M.B.A.
halil@kompanze.com

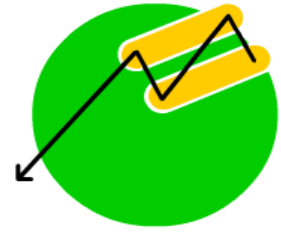


Dünyada enerji üretim maliyetlerinin ve elektrik enerjisine olan ihtiyacın sürekli olarak artması, enerjinin en uygun şekil ve şartlarda taşınmasını zorunlu kılmıştır.



Avrupa Birliđine entegre olmaya çalışan ülkemiz, enerji kalitesi ve verimliliğinin sağlanması noktasında çalışmalarını sürdürmektedir.

Terimler ve Birimler



Akım,

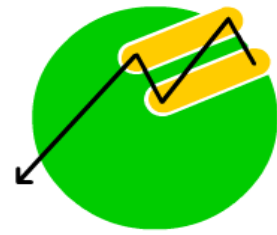
Gerilim,

Görünür Güç,

Aktif Güç

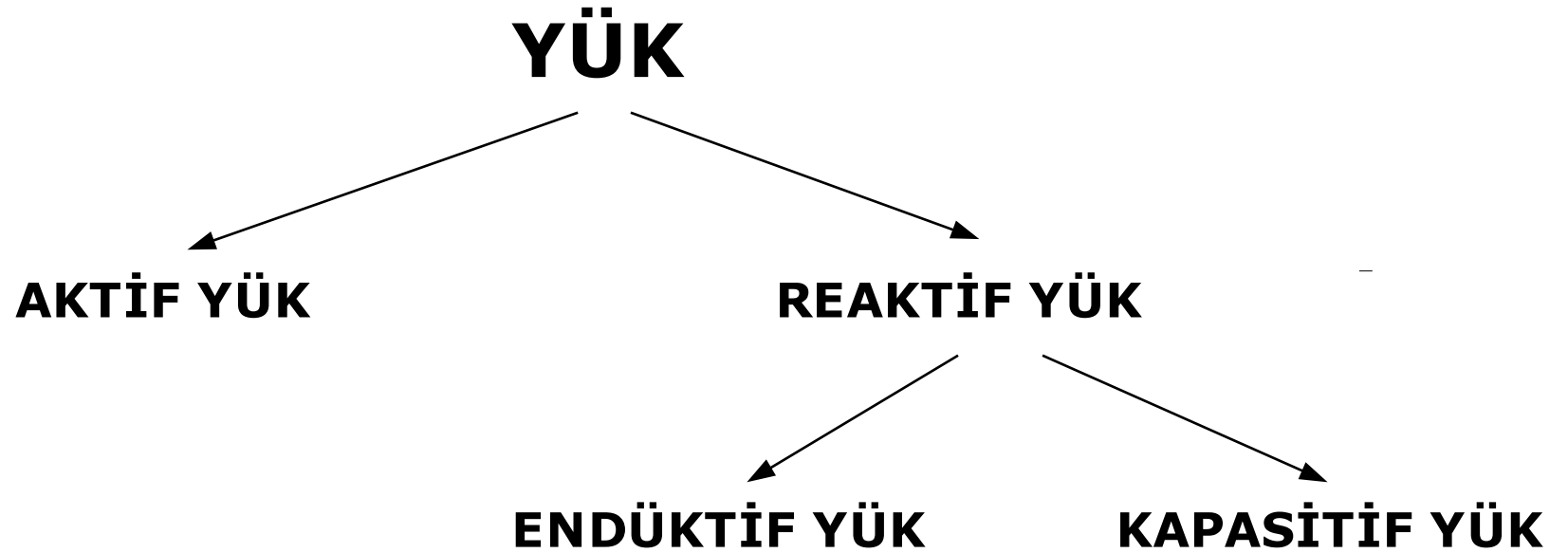
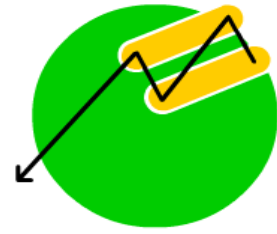
Reaktif Güç,

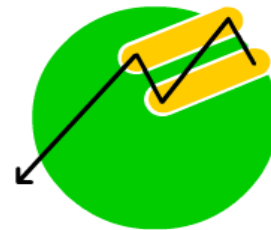
Φ açısı

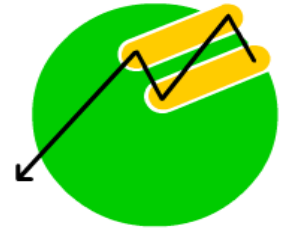


KOMPANZASYON NEDİR ?

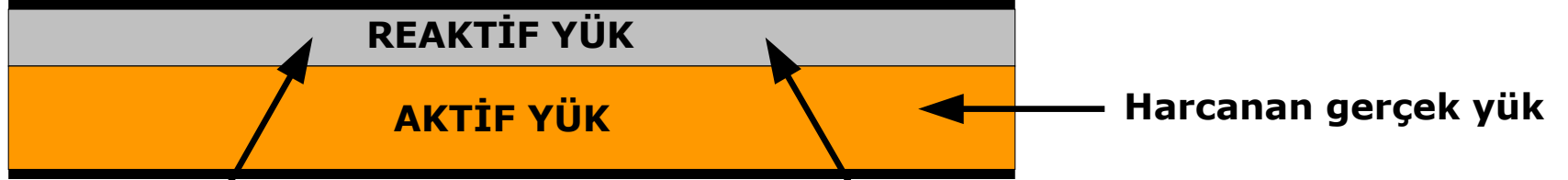
Akım ile gerilim arasındaki faz farkının en ideal olabilecek açıya getirilerek, sistemi olumsuz etkileyen reaktif yüklerin sıfıra yaklaştırılmasıdır.







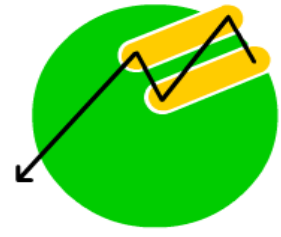
ELEKTRİK KABLOSU

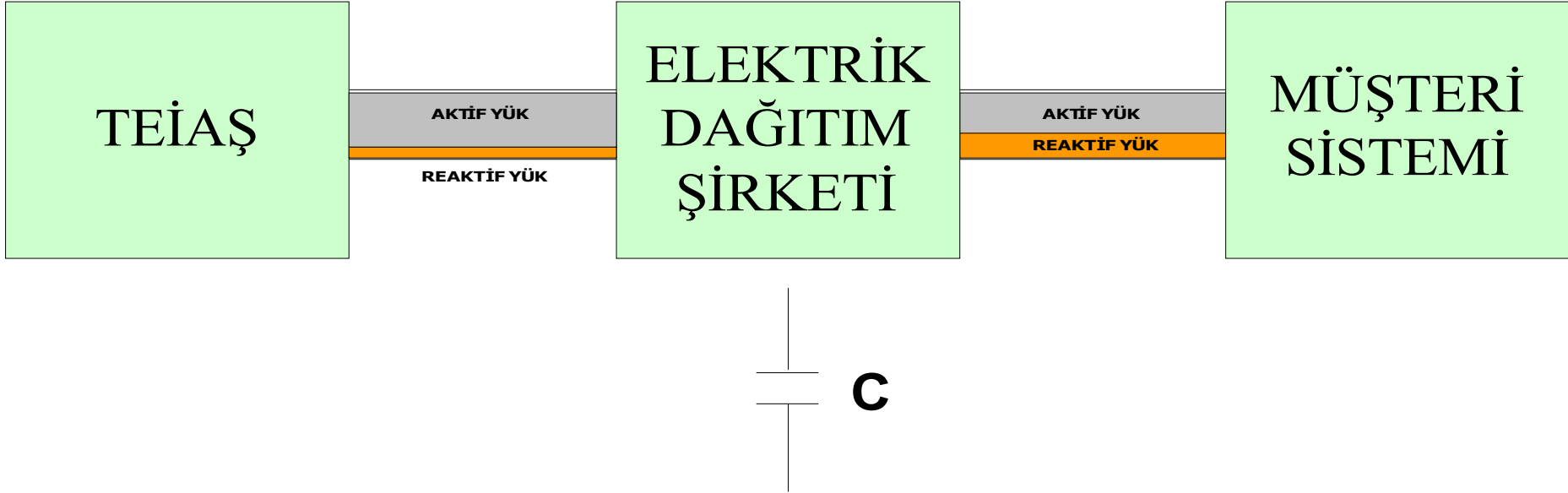
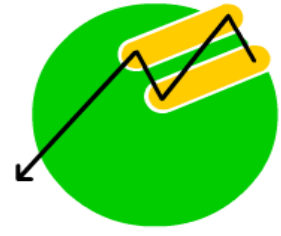


İstenmeyen, yer kaplayan faydasız yük

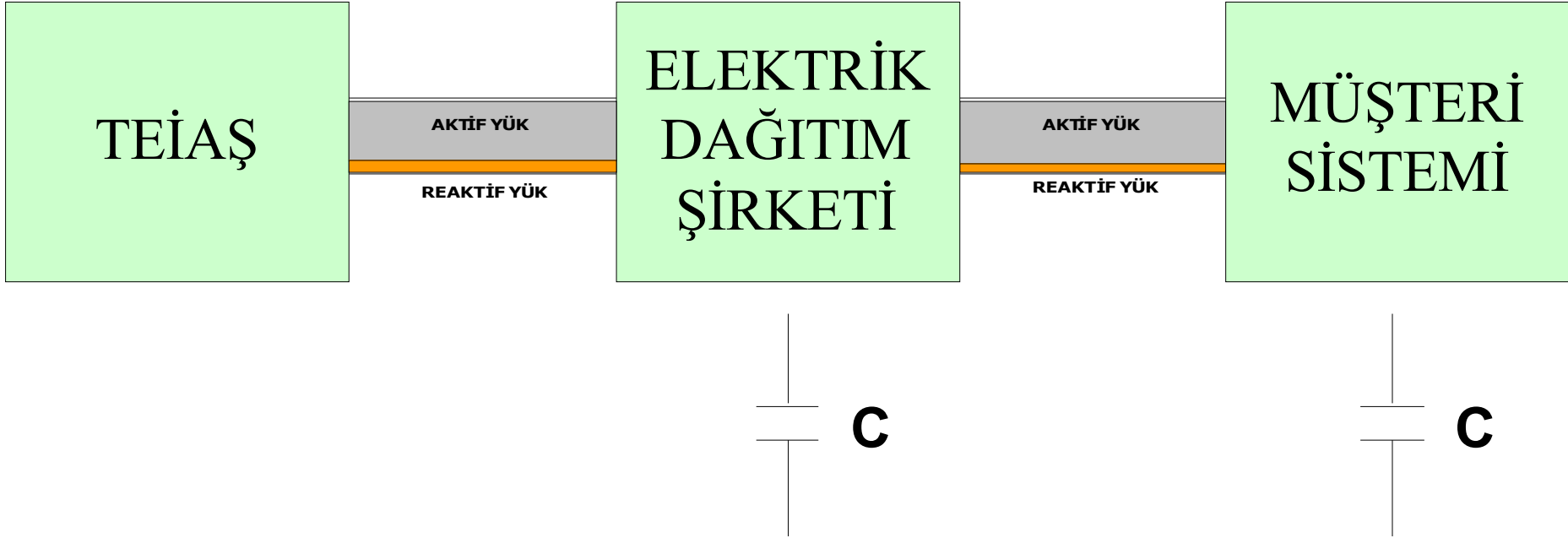
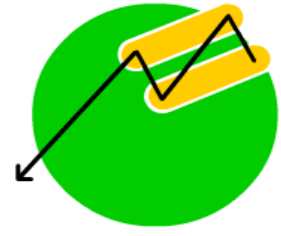
Reaktif yük daha az olsaydı, kablo kesiti daha küçük seçilebilir veya daha fazla aktif yükün kablodan geçmesi sağlanabilirdi.

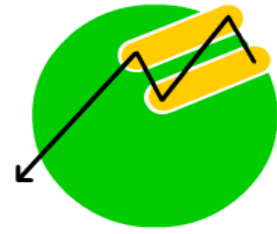
Kompanzasyon yapılmamış bir sistemde işe yaramayan, iletim hatlarını meşgul eden ve yer kaplayan bir reaktif yük vardır.





**ELEKTRİK DAĞITIM ŞİRKETLERİ
TEİAŞ NEZDİNDE REAKTİF ORANLARI DÜŞÜRMEKLE SORUMLUDUR.**

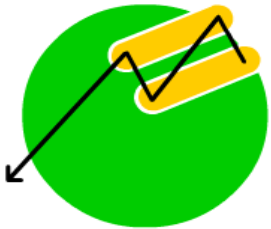
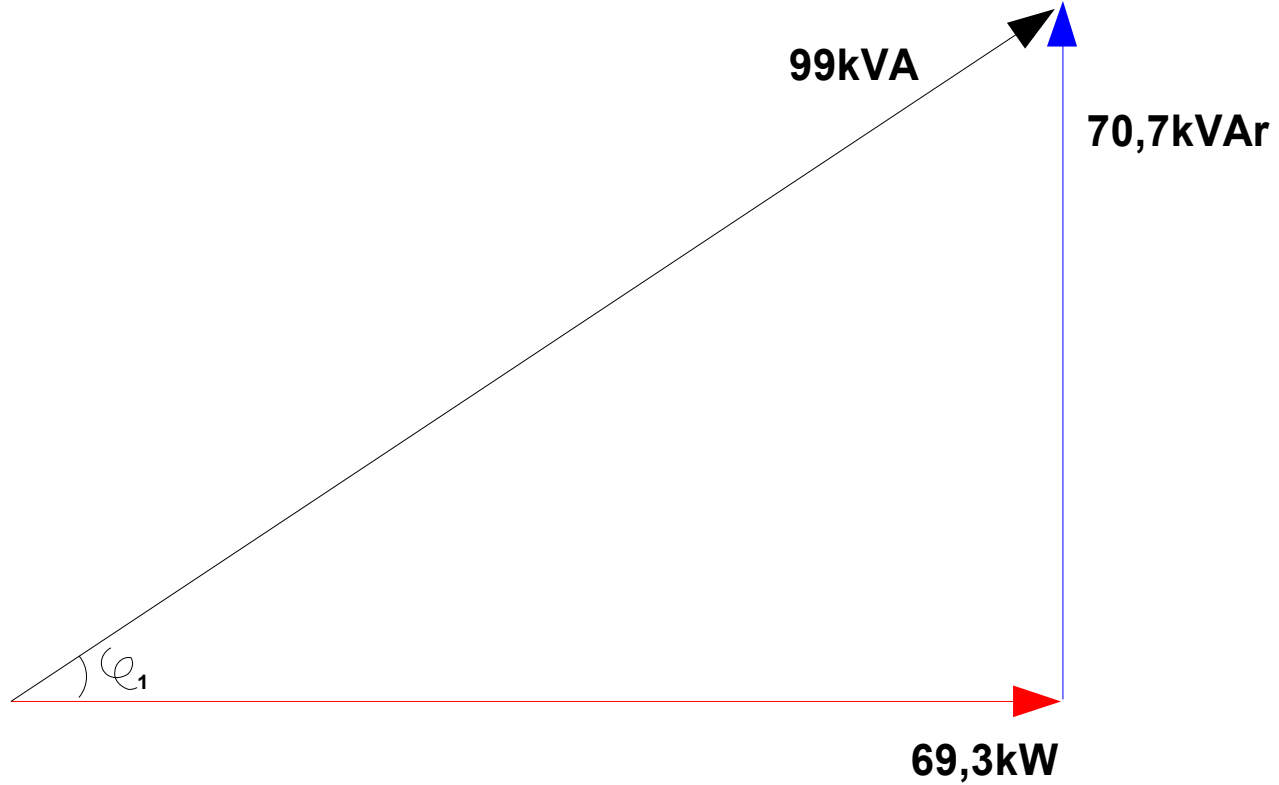




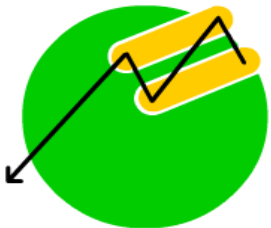
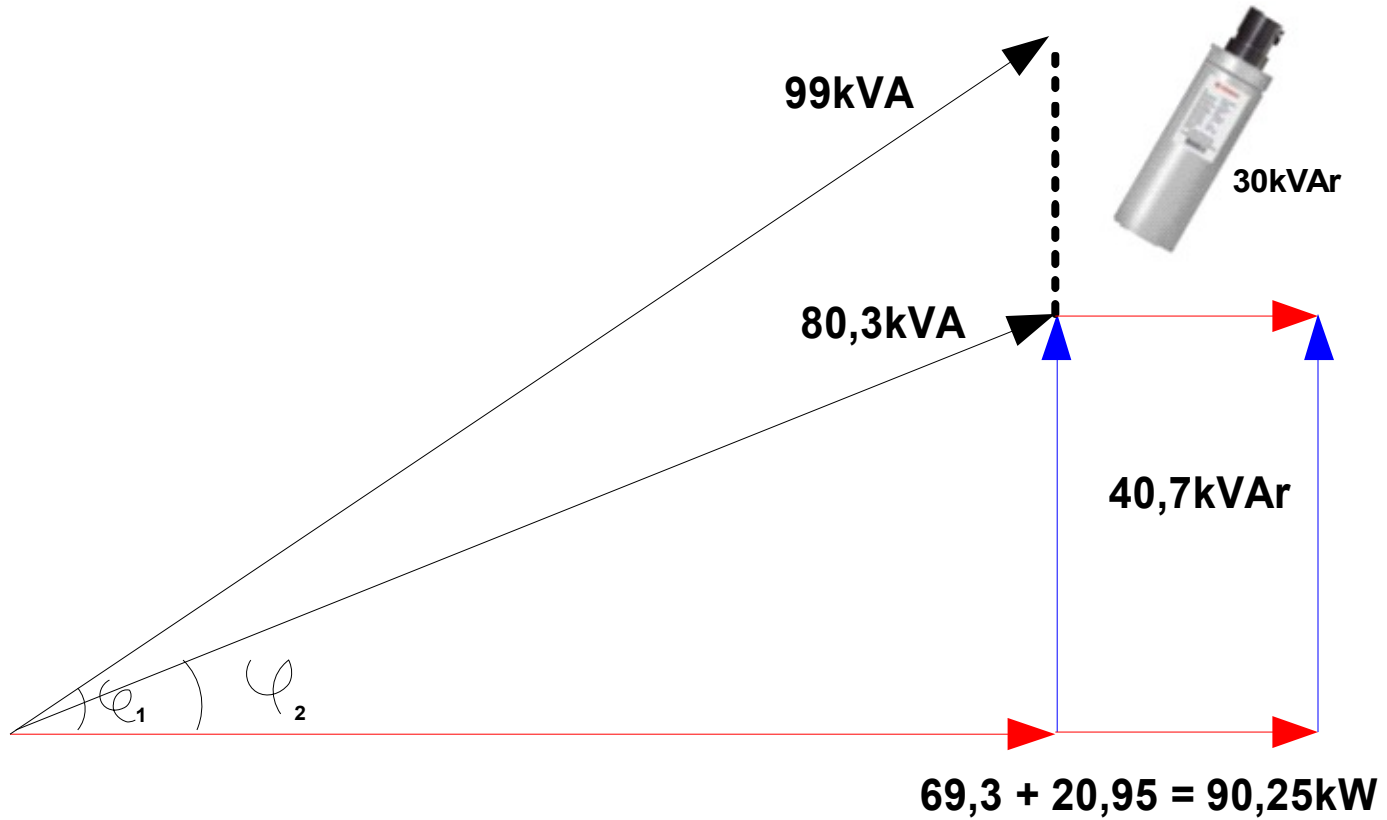
Endüktif yük çeken cihaz ve ekipmanlar

ALICI	COS ϕ
ASENKRON MOTORLAR	0,85
FLÜORESAN LAMBA BALASTLARI	0,5
DEŞARJ LAMBA BALASTLARI	0,4 – 0,6
ENDÜKSİYONLA ISITMALI FIRINLAR	0,85
MİKRODALGA FIRINLAR	0,85
ARK OCAKLARI	0,8

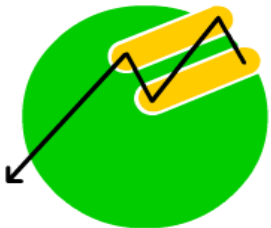
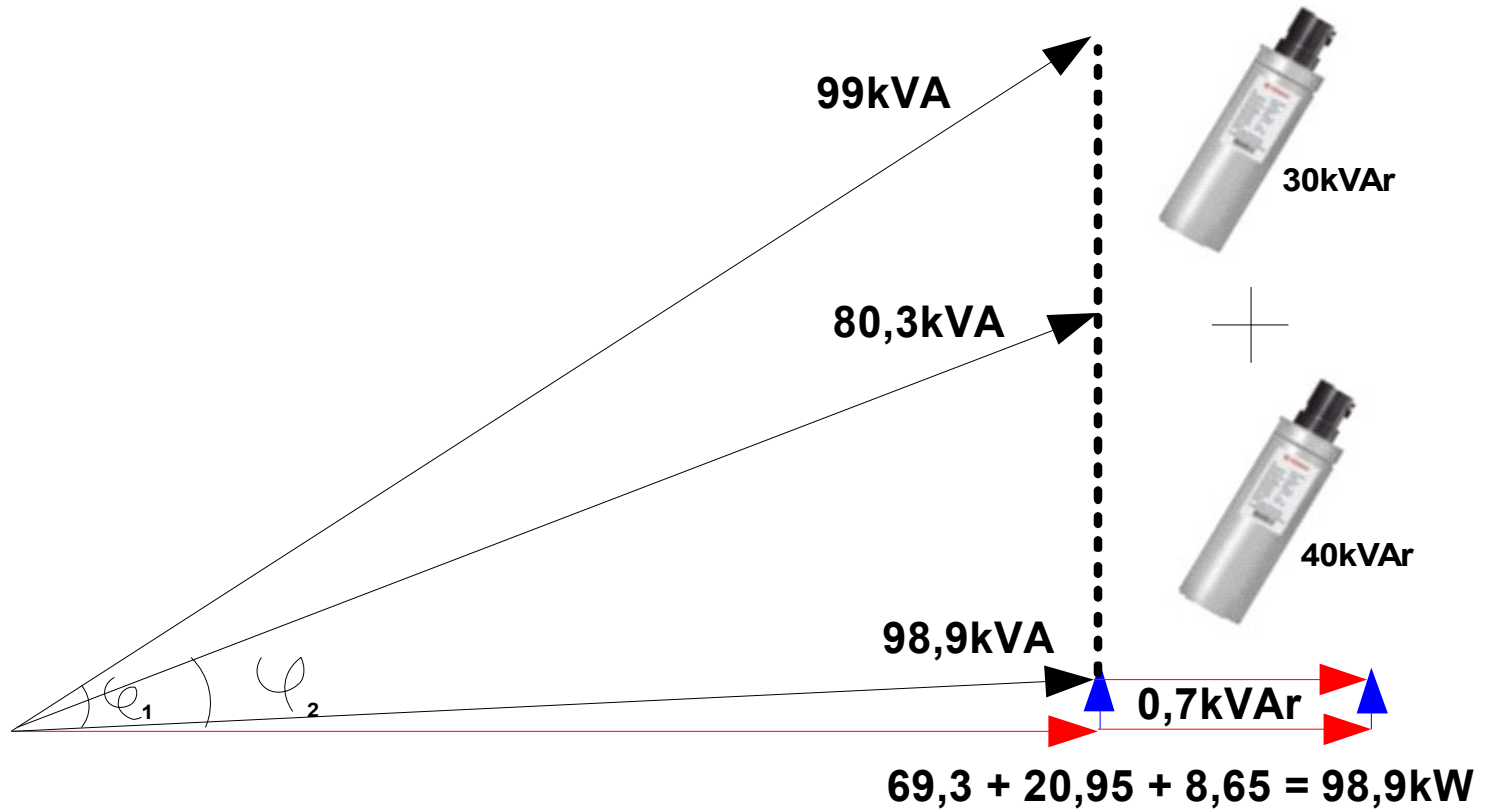
Gerilimi 220V, akımı 450A ve $\cos\phi$ değeri 0,7 olan bir sistemi örneklersek;

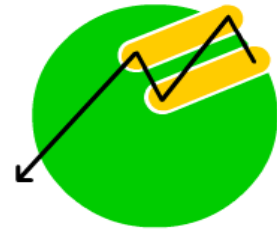


Sisteme 30kVAr'lık bir kondansatör ilave edersek;



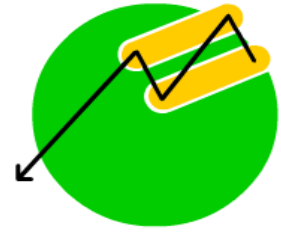
Sisteme 40kVAr'lık bir kondansatör daha ilave edersek;



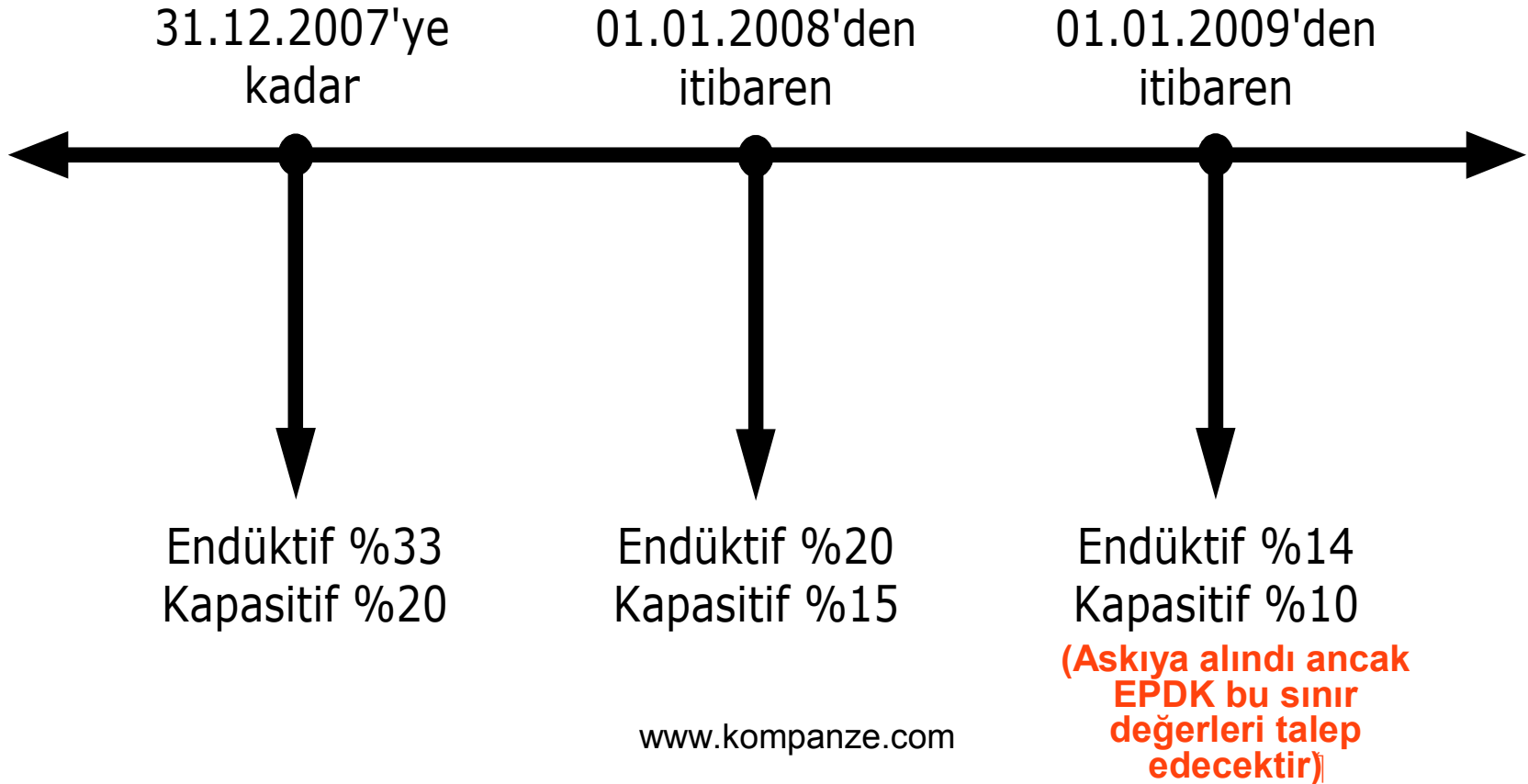


Yasal Gereklilik Kompanzasyon Tebliđi vb..

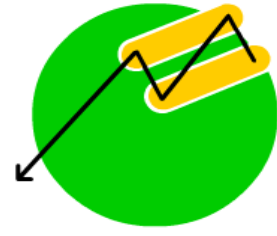
- Kompanzasyon Tebliđi, (17 Şubat 2000 / 23967 sayılı resmi gazete) 50 kVA ve üzeri kurulu güçteki (trafolu ya da trafosuz) elektrik tesislerinde kompanzasyon yapılmasını şart koşmakta ve buna istinaden çıkarılan TEDAŞ Genelgesinde, A.G. den ölçümlenen özel trafolu tesislerin trafo boşta çalışma kaybını karşılayacak sabit kompanzasyonlarının ölçü akım trafolarından önce ve mühürlü bölmeye tesisi ve sürekli verimli bir şekilde çalışır durumda tutulması istenmektedir.
- İç Tesisler Yönetmeliđi vb. mevzuat ise kendi alanları ile ilgili kompanzasyon gerekliliklerini ayrıca tanımlamaktadır.



Kurulu Gücü 50kVA ve üstü olan tesisler için istenen reaktif sınır değerleri



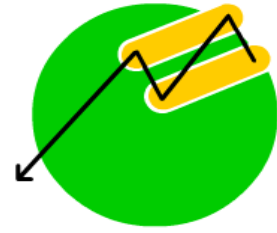
Elektrik Tarifeleri Yönetmeliđi



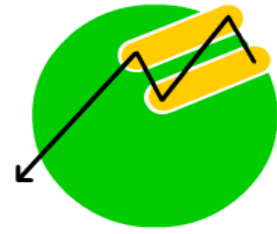
- Elektrik Tarifeleri Yönetmeliđi gereği, EPDK'ca Perakende Satış Tarifesi Usül ve Esasları konusunda 08/01/2004 günü alınan 284/2 nolu karara göre;
 - Meskenler, tek fazla beslenen aboneler, resmi yurt-resmi okul-resmi spor tesisleri vb. grubu ile ibadethane-genel aydınlatma abone grubu hariç 9 kW bağlantı (talep) gücünün üzerindeki tüm aboneler reaktif güç kompanzasyonu yapmak zorundadır.
 - Kompansasyon sisteminin uygun bir şekilde çalıştırıldığıнын; aktif enerjinin yanında, şebekeye verilen ve şebekeden alınan reaktif enerjiyi saptayan sayaçlarla ölçülmesi zorunludur. Bu sayaçları bulundurmamayanların aktif enerjinin %90'ı kadar reaktif enerji çektikleri kabul edilerek, bu reaktif enerji bedeli her fatura döneminde tahakkuk ettirilir.



Elektrik Tarifeleri Yönetmeliđi



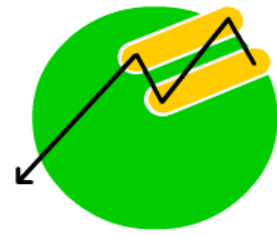
- Şebekeden çekilen reaktif enerjinin, aynı dönemde tüketilen aktif enerjinin %33'ünü veya sisteme verilen reaktif enerjinin, gene aynı dönemde tüketilen aktif enerjinin %20'sini aşması durumunda; çekilen ve verilen reaktif enerjinin, her iki limiti birden aşması halinde büyük olan miktarın bedeli tahakkuk ettirilir.
- Bu durumun tek istisnası, bu olayın yılda bir kez, bir arıza sonucunda ortaya çıkması halinde affedilebilmesidir. Ancak aynı yıl içinde, tekrarında ise iki bedelin birden tahsili söz konusudur.
- EPDK'nın 23/02/2004 tarih ve 301/1 sayılı kararına göre; reaktif enerji bedelinin;
 - Kültür balıkçılığı ve kümes hayvanları çiftliği abonelerine, 01/07/2004;
 - Resmi (yurt-okul-üniversite-spor tesisi- kurs-hayır kurumu-vakıf-müze-sağlık kuruluğu) abone grubuna 01/01/2005'ten itibaren uygulanacağı belirtilmiştirtir.



Kompanzasyon Sisteminin Avantajları

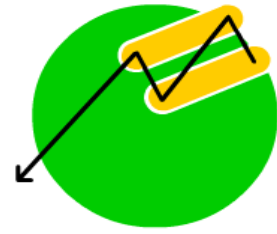
Tüketici Açısından

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



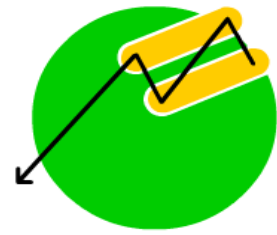
Üretici Açısından

- İletkenler daha az akım taşıyacağından bir alt kesitte iletken seçilebilir.
- Aynı iletim hattından daha fazla aktif enerji iletileceğinden üretim, iletim ve dağıtım tesislerinde verim yükselir.
- Enerjinin üretim ve satış maliyeti azalır.
- Alternatör ve transformatörlerin gücü daha küçük tutulma imkanı doğar.
- Dağıtım hatlarında kayıplar ve gerilim düşümü azalır



Kompanzasyon yapılmadığı takdirde;

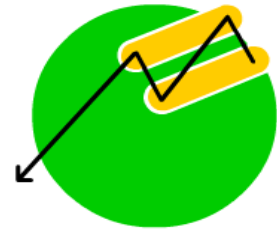
- Şebekede güç kayıplarına neden olur.
- Üretim ve dağıtım sisteminin kapasitesini azalır.
- Gerilim düşümü olur ve taşınan gücü sınırladığı dağıtım hatlarında, enerji taşıma kapasitesinin düşmesine neden olur.



Kompanzasyon nasıl yapılacak?

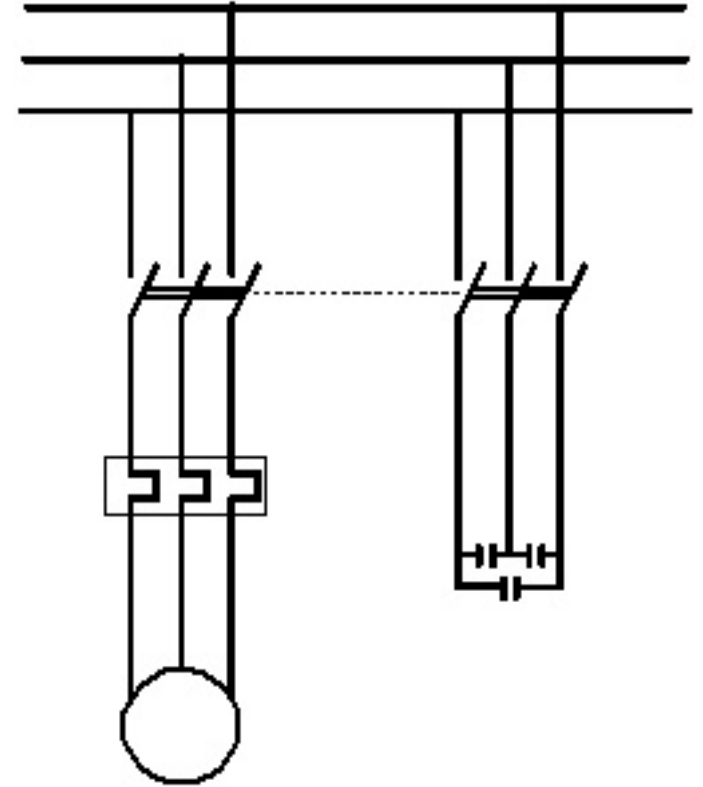
Kompanzasyon 3 şekilde yapılmaktadır.

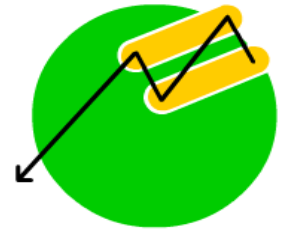
- **Bireysel kompanzasyon,**
- **Grup kompanzasyon,**
- **Merkezi Kompanzasyon,**



Bireysel Kompanzasyon

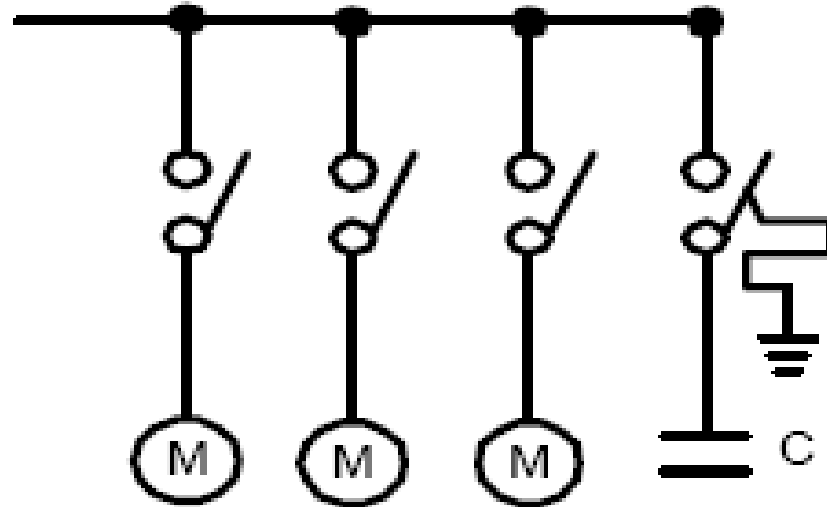
Bireysel kompanzasyon, her alıcının müstakil olarak harcadığı reaktif gücü oranında devresine paralel olarak kondansatör bağlanmasıdır. En ideal çözümdür. Ancak çok pahalıdır.

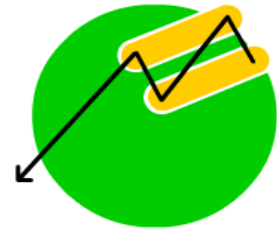




Grup Kompanzasyon

Grup kompanzasyon, bir tesiste birden fazla tüketicinin (su motoru, aydınlatma gibi) birlikte bulunduğu, ayrı ayrı münferit kompanze edilmek yerine, birlikte kompanzasyonunun sağlandığı yapıdır.

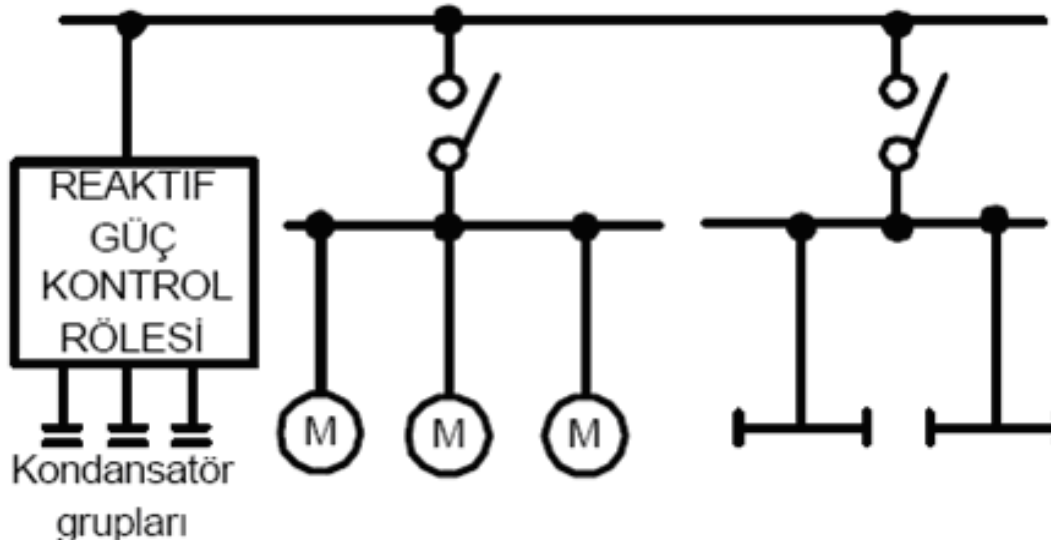


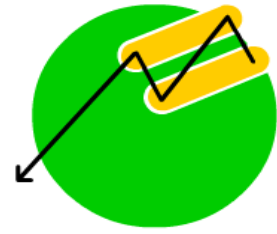


Merkezi Kompanzasyon

Merkezi kompanzasyon, değişen yük koşullarına ayak uydurabilen, grup kompanzasyonun gelişmiş bir şeklidir.

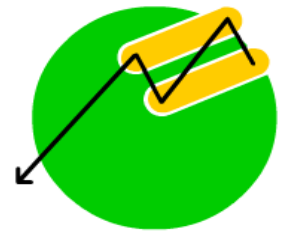
Bu tür kompanzasyonun yapıldığı tesis ya da panoda, tüketici sayısı çok olduğu ve bunların sürekli sistemde bulunmalarının imkansız olduğu durumlarda uygulanır

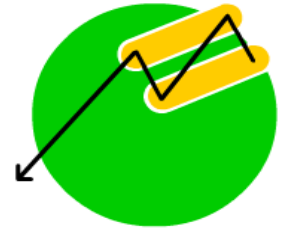




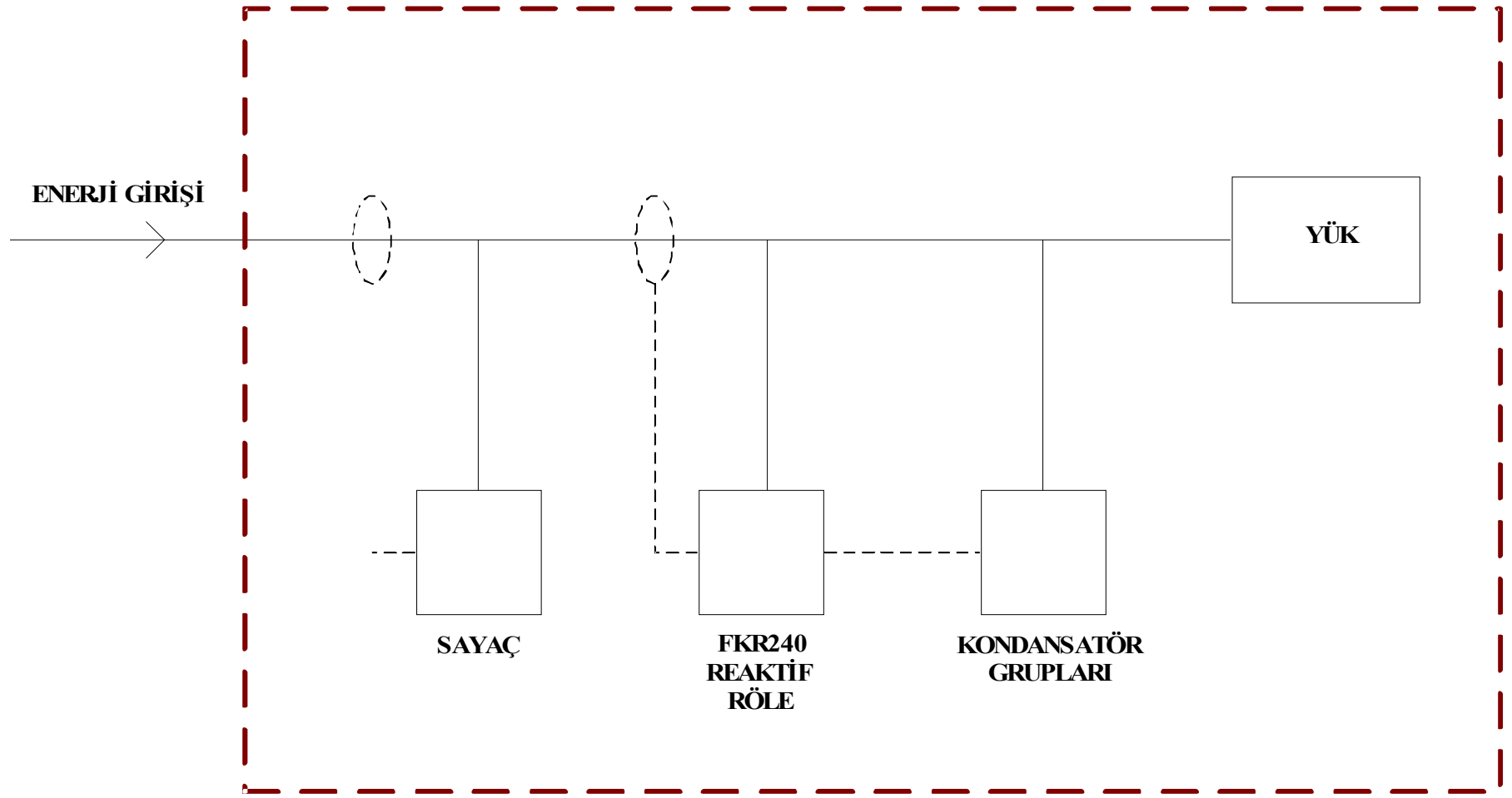
Kompanzasyonun Temel Ekipmanları?

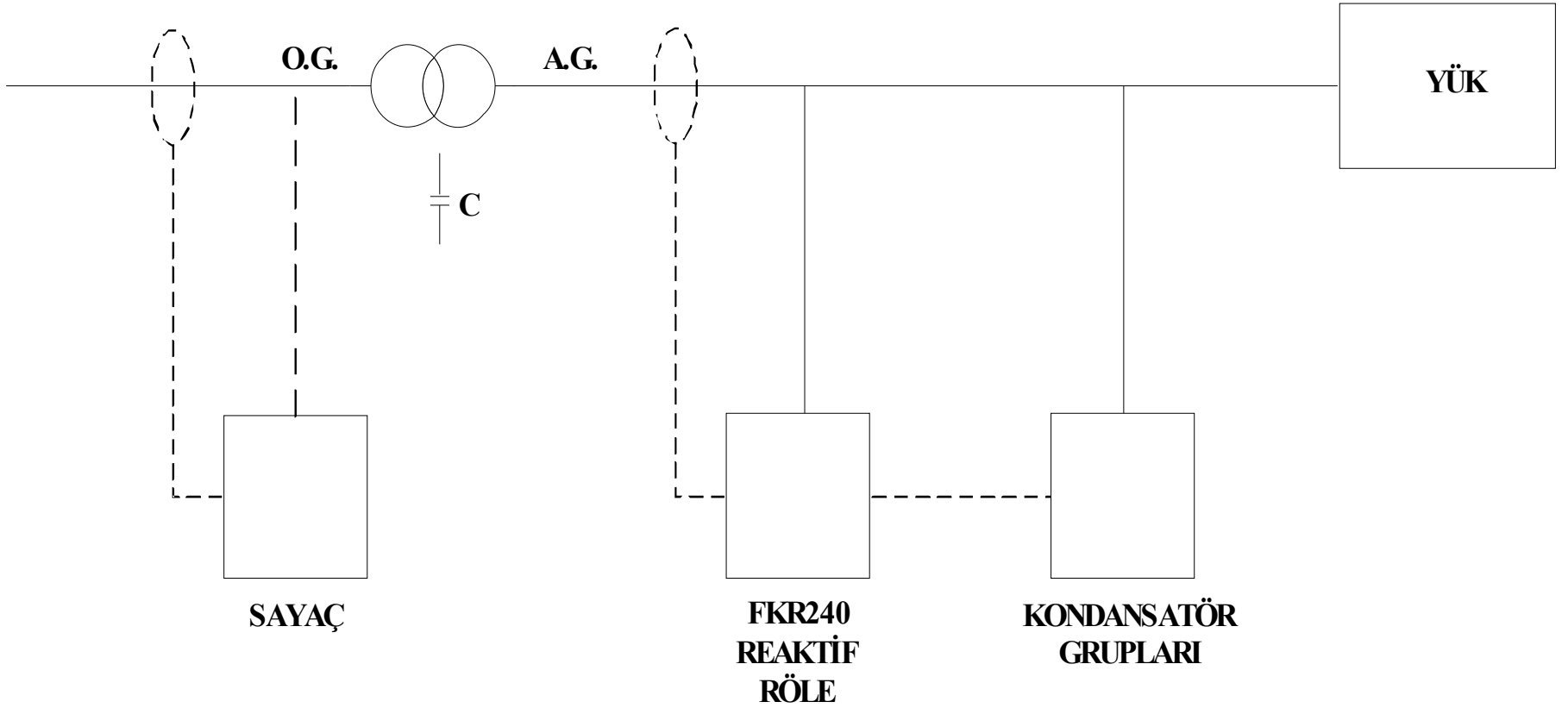
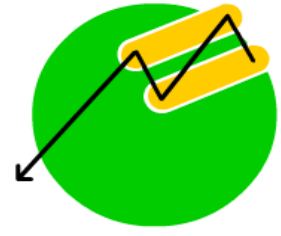
- **Akım trafosu**
- **Sigorta**
- **Kontaktör, Tristör**
- **Kondansatör**
- **Şönt reaktör**
- **Reaktif Röle**



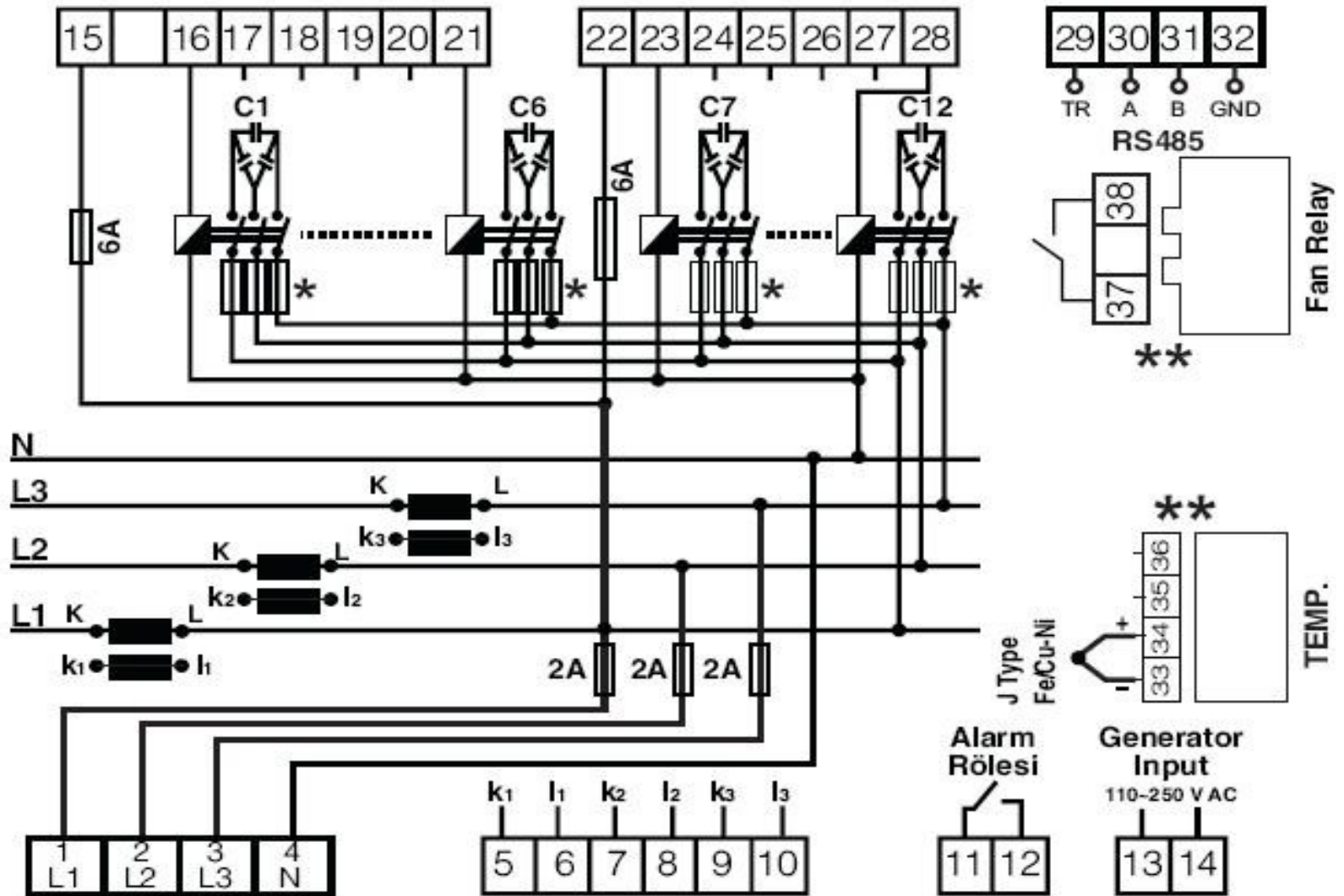


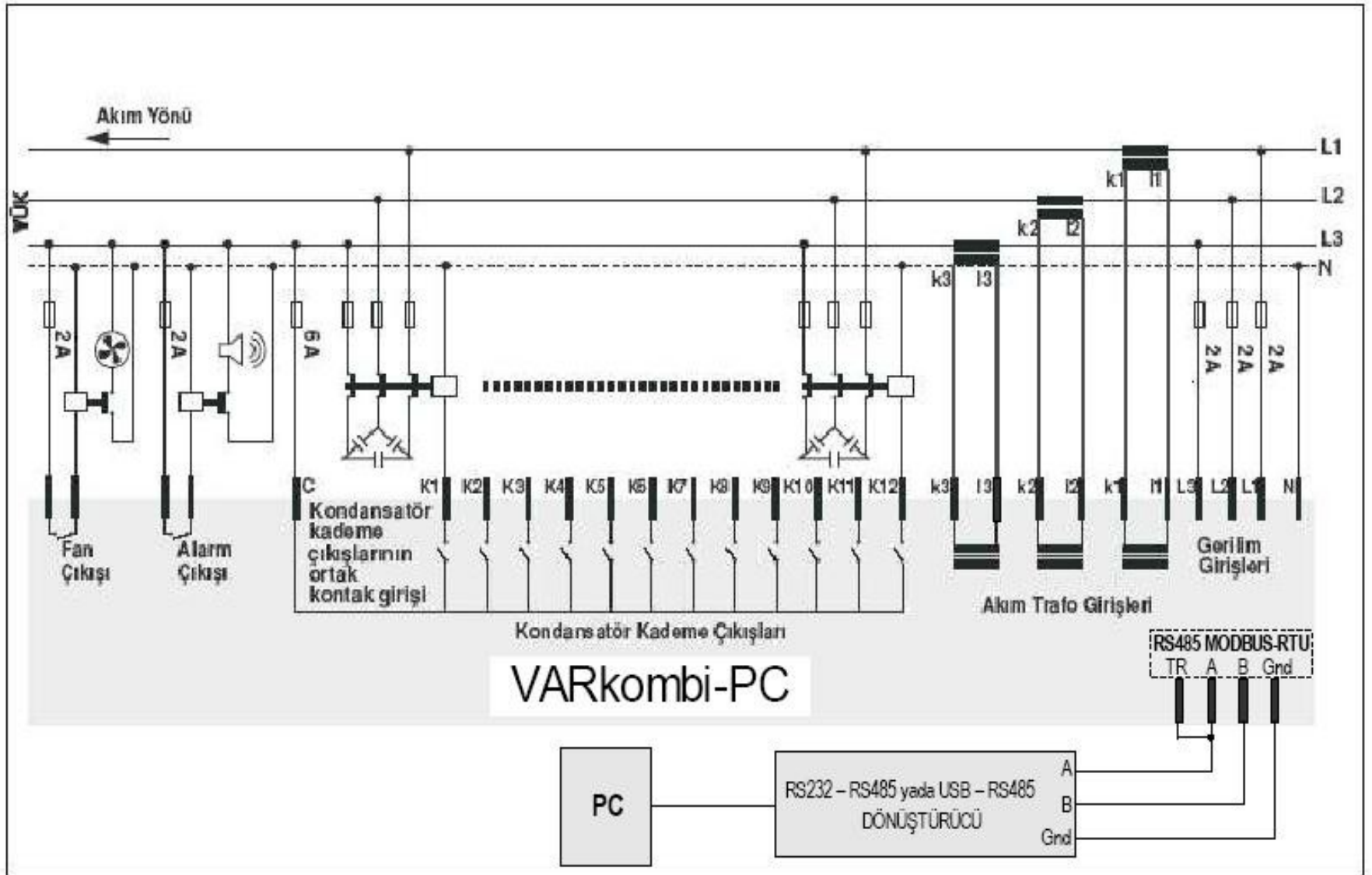
ALÇAK GERİLİM



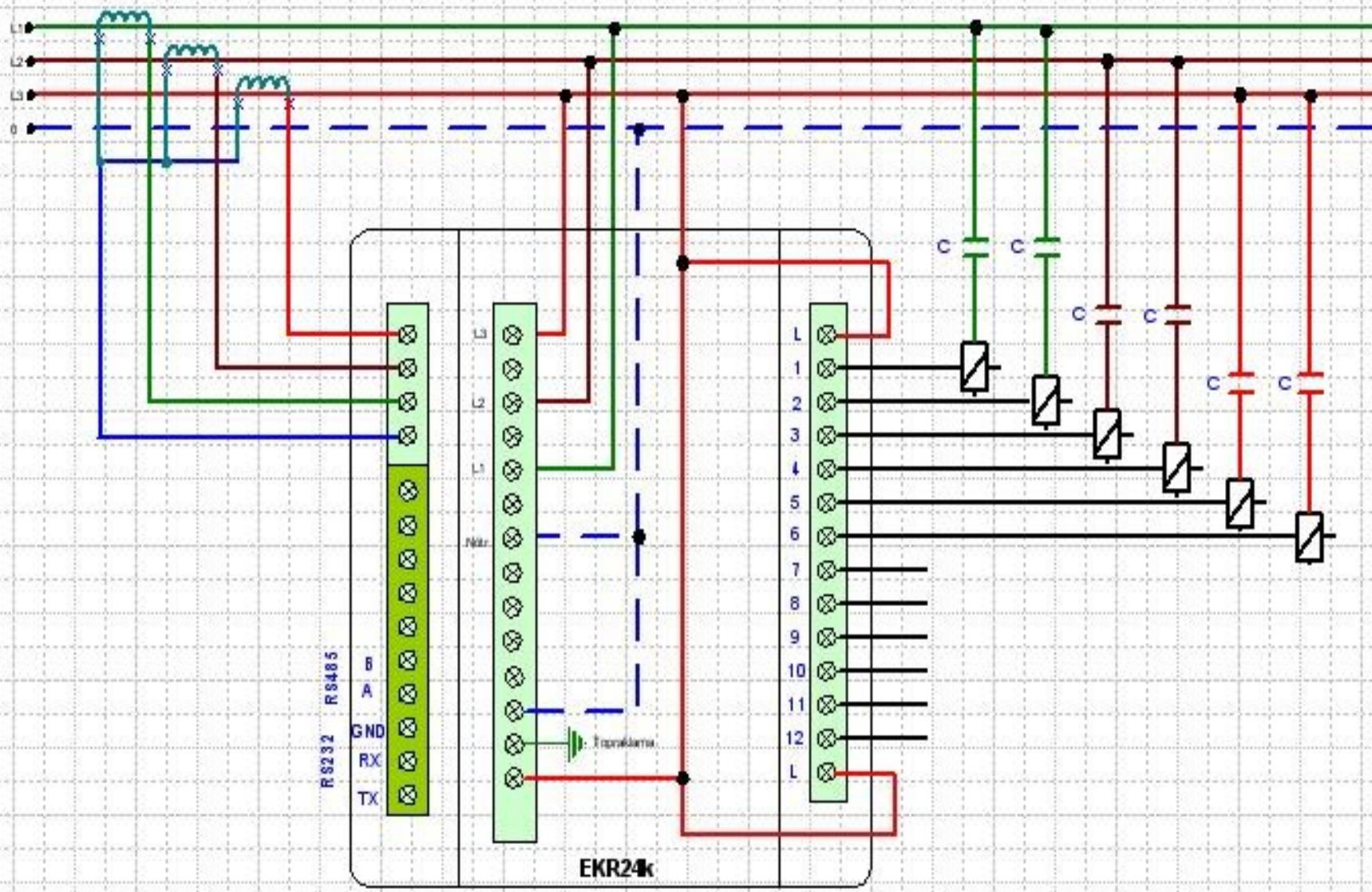


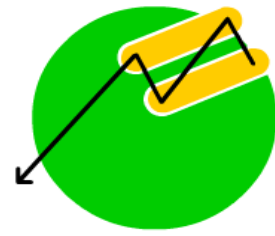
BAĞLANTI ŞEMASI





X/5 Akım Trafoları





ELEKTROPAN



TENSE



ENTES



KAEL

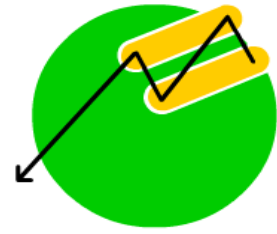


GEPA



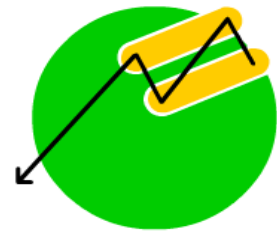
SIEMENS

KADEME SAYISI	12 - 18 - 24	8 - 12 -24	6 - 12	5 - 6 - 7 - 8 - 12	7 - 14	12
MİNİMUM ÖLÇME AKIMI	15mA	10mA	50mA	50mA	30mA	10mA
EKRAN	LCD	LCD+DISPLAY	DISPLAY	DISPLAY	LCD	LCD
ANA EKRANDA GÖRÜLEBİLEN	10 PARAMETRE	9 PARAMETRE	3 PARAMETRE	1 PARAMETRE	10 PARAMETRE	1 PARAMETRE
MİN. DEVREYE ALMA SÜRESİ	1 saniye	40msn.	1 saniye	2 saniye	1 saniye	20msn.
HABERLEŞME PORTU	RS485-RS232	YOK	RS485	RS485	RS485	RS485
RÖLE KONTAĞI	2 ADET	1 ADET	2 ADET	2 ADET	13 ve 14. RÖLE	2 ADET
GERİLİM KORUMA	240-270V	??	260V	230-270V	150-275V	196-254V
DÜŞÜK YÜKTE MONOFAZE KONDANSATÖR DEĞİŞİMİ	VAR	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK
ŞÖNT REAKTÖR BAĞLAMA	YOK	VAR	YOK	YOK	YOK	YOK
DİREKT PC YAZILIMI	ÜCRETSİZ	YOK	ÜCRETSİZ	ÜCRETSİZ	ÜCRETSİZ	??
HARMONİK ÖLÇÜMÜ	33. harmoniğe kadar	VAR	19. harmoniğe kadar	YOK	25. harmoniğe kadar	19. harmoniğe kadar
ELEKTRİK SAYACI	VAR	VAR	VAR	YOK	VAR	YOK

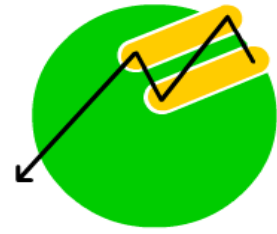


**Tesiste çalışan alıcılar
1 saniyenin altında devreye girip
çıkan,
kaynak makinası, vinç, asansör gibi
alıcılardan oluşuyorsa tristörlü
sistem kurmak gerekir.**

**Tristörle kompanzasyon sistem
üretici firmalarından bazıları karmet,
elektrolojik, armes, alron gibi
firmaları gösterebiliriz.**

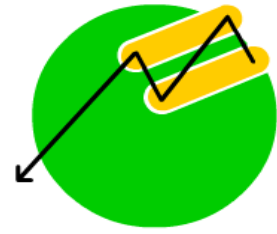


Kompanzasyon sistemi
kurulmadan önce
mutlaka
reaktif güç analizi
yapılmalıdır!!!



Reaktif Gücün Analizi

- 1) Proje aşamasındaki bir tesis için reaktif güç analizi,
- 2) Projesi tamamlanmış bir tesis için reaktif güç analizi,
- 3) Aktif olarak çalışan bir tesis için reaktif güç analizi



Örnek Yük Analizi

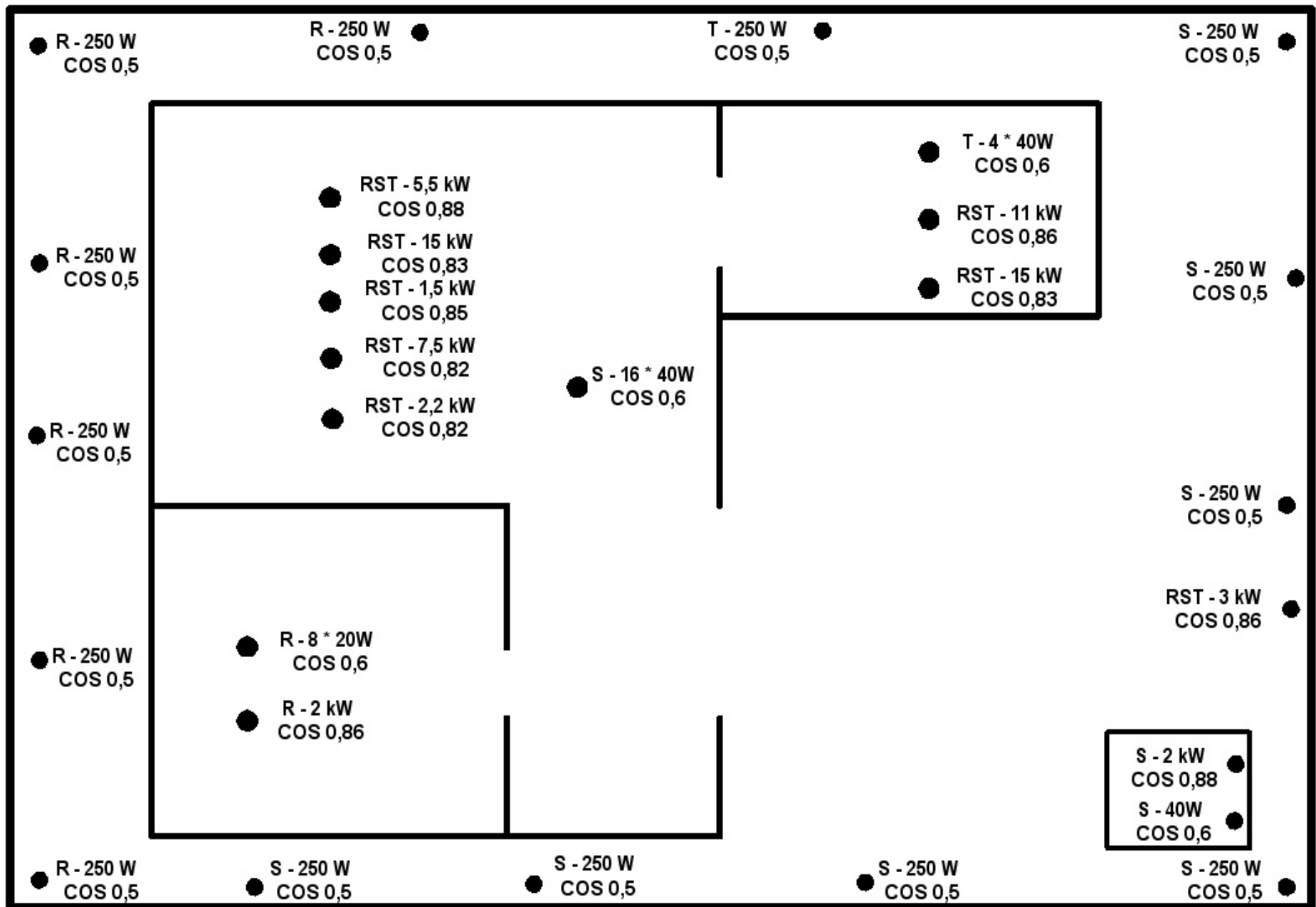
Tesisin için gerekli kondansatör gücü hesaplama

$$Q = (tg\phi_1 - tg\phi_2) \cdot P$$
$$= k \cdot P$$

Proses güçler:

Makine 1	3kW	$\cos\phi_1 = 0.84$	$\cos\phi_2 = 0.98$	$k = 0.44$	$Q = 1.33$	kVAr
Makine 2	4kW	$\cos\phi_1 = 0.84$	$\cos\phi_2 = 0.98$	$k = 0.44$	$Q = 1.77$	kVAr
Makine 3	15kW	$\cos\phi_1 = 0.86$	$\cos\phi_2 = 0.98$	$k = 0.39$	$Q = 5.85$	kVAr
Makine 4	45kW	$\cos\phi_1 = 0.88$	$\cos\phi_2 = 0.98$	$k = 0.33$	$Q = 15.15$	kVAr
Makine 5	110kW	$\cos\phi_1 = 0.88$	$\cos\phi_2 = 0.98$	$k = 0.33$	$Q = 37.04$	kVAr

Toplam Proses Gücü: $P = 177$ kW gerekli kondansatör Gücü: $Q = 61.14$ kVAr



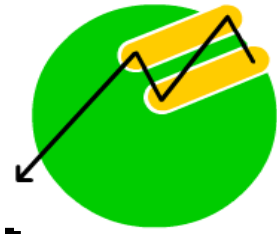
R	COS Fi	S	COS Fi	T	COS Fi	RST (kW)	COS Fi
1500W	0,5	1750W	0,5	250W	0,5	3	0,86
160W	0,6	40W	0,6	160W	0,6	11	0,86
2000W	0,86	2000W	0,88			15	0,83
		640W	0,88			5,5	0,88
						15	0,83
						1,5	0,85
						7,5	0,82
						2,2	0,82

	KVAr		KVAr		KVAr		KVAr
1500W	2,42	1750W	2,82	250W	0,4	3	1,42
160W	0,19	40W	0,05	160W	0,19	11	5,22
2000W	0,95	2000W	0,84			15	8,3
		640W	0,27			5,5	2,31
						15	8,3
						1,5	0,75
						7,5	4,34
						2,2	1,27

TOPLAM	3,56		3,98		0,59		31,91
---------------	-------------	--	-------------	--	-------------	--	--------------

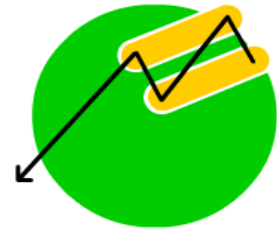
TESİSİN TOPLAM REAKTİF GÜCÜ

40,04



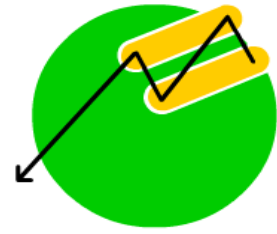
Aktif olarak çalışan bir tesis için ölçülen reaktif gücün analizi

1) *Eğer sistemde ölçülen trifaze reaktif güç toplam büyüklüğü, genel reaktif güç toplamının en az %95'ini oluşturuyor ve trifaze yükler sürekli devrede çalışıyorsa, monofaze yükler kompanzasyonda etkisi çok az hatta etkisiz sayılabilecek elemanlar haline gelir. Bu durumda sadece trifaze kondansatör kullanarak sistemi kompanze edebilmek mümkündür.*

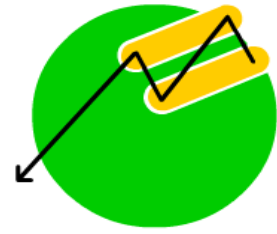


2) Eğer sistemde ölçülen trifaze reaktif gücün toplam büyüklüğü, genel reaktif güç toplamının en az %85'ini oluşturuyor ise *monofaze yüklerin baskın olabileceği asla unutulmamalıdır.* Trifaze yüklerin genellikle çalışacaklarını varsayarsak bile, tek faz tek akım trafosundan kumanda alan reaktif röle yetersiz kalacaktır.

Kesinlikle üç faz ve üç akım trafosundan kumanda alan reaktif güç kontrol rölesi seçilmelidir.



3) Monofaze yüklerin %50 den fazla olması durumunda, sistemin ağırlığı monofaze kondansatörler ile oluşturulmalıdır.

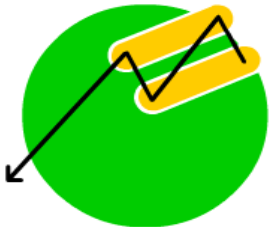


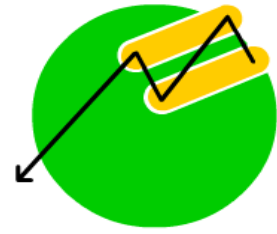
Kompanzasyon sistemi için gerekli olan reaktif güç analizi, merkezi kompanzasyon yapabilen bazı reaktif röleler ile yapmak mümkündür.

REAKTİF GÜÇ ANALİZİ NASIL YAPILIR?

	SAAT								
	08:00	10:00	12:00	14:30	16:30	18:00	20:30	22:30	00:00
L1	7,6	1,2	1,3	1,7	3,8	5,8	16,2	15	6,4
L2	6,1	3	3	2	2,5	3,9	14,4	14,5	8,9
L3	9,7	0,9	1	1,1	1,5	7,5	22,8	21	13,7
	kVAr	kVAr	kVAr	kVAr	kVAr	kVAr	kVAr	kVAr	kVAr
DNG.	2,1	2,1	2	0,9	2,3	3,6	8,4	6,5	7,3
TOP.	23,4	5,1	5,3	4,8	7,8	17,2	53,4	50,5	29

Dengesizlik miktarının en yüksek olduğu oran baz alınarak, her fazın reaktif yükünün hangi aralıklarda seyrettiğine dikkat ederek, monofaze ve trifaze kondansatör kombinasyonu oluşturulur.





GÜÇ ANALİZİNİN SONUCUNDA OLUŞTURULAN DİZİLİM

	MONOFAZE KONDANSATÖR					TRİFAZE KONDANSATÖR		
L1	0,5	1	2,5	2,5	2,5	5	10	20
L2	0,5	1	2,5	2,5	2,5			
L3	0,5	1	2,5	2,5	5			
	kVAr	kVAr	kVAr	kVAr	kVAr	kVAr	kVAr	kVAr

	MONOFAZE KONDANSATÖR					TRİFAZE KONDANSATÖR		
L1	0,5	1,5	4	6,5	9	10,66	13,99	20,66
L2	0,5	1,5	4	6,5	9	10,66	13,99	20,66
L3	0,5	1,5	4	6,5	11,5	13,17	16,5	23,17
	kVAr	kVAr	kVAr	kVAr	kVAr	kVAr	kVAr	kVAr