

# E/NTES

Reaktif Güç Kompanzasyonu



- Kompanzasyon nedir?
- Kompanzasyonun sistemlere etkileri.
- Kompanzasyon şekilleri.
- Entes'in kompanzasyon ürünleri.

- Statik kontaktörler
- Kullanım yerleri ve amaçları
- Darbe gerilimi koruma cihazı?

- Harmonikler ve harmonik kaynakları.
- Harmoniklerin zararlı etkileri / Nasıl minimize edilir?
- Harmonik filtre seçimi
- Harmonik filtreli kompanzasyonun faydaları.



Akım ve gerilim arasında idealde fark olmaz. ( $0^\circ$ )  
İndüktif yada kapasitif yüklerin oluşturduğu etki  
sonucunda akım, gerilime göre  $\pm 90^\circ$  kayar.

Akım ve gerilim arasındaki faz kaymasını (j)  
düzelterek ideale yakın ( $0^\circ$ ) tutmaya yarayan  
işleme **KOMPANZASYON** denir.



# İndüktif Reaktif Yükler



Elektrik motoru



Mekanik balast



trafo



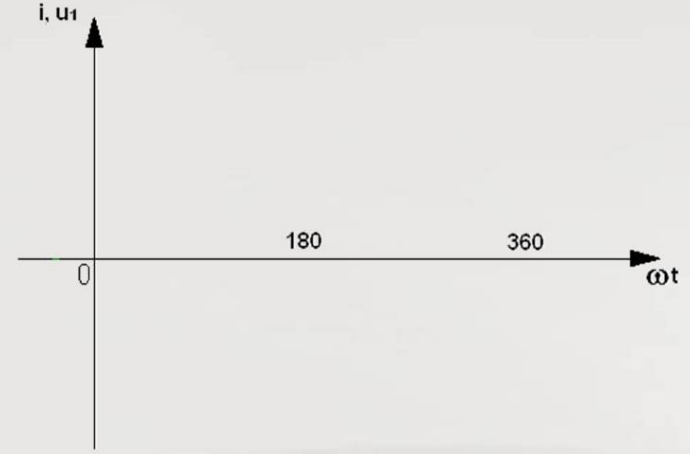
# Kapasitif Reaktif Yükler



UPS



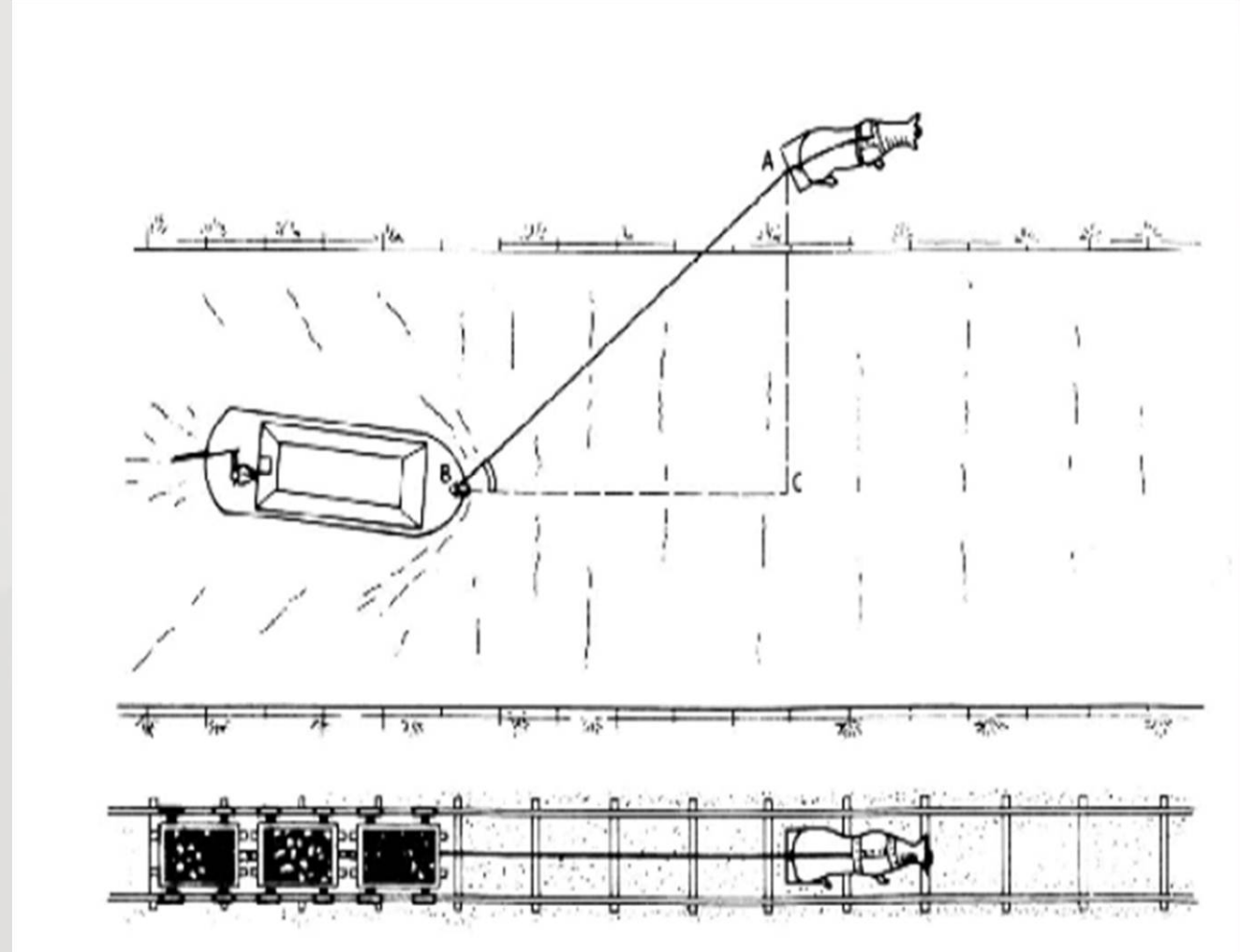
Elektronik balastlı



Yeraltı Kabloları

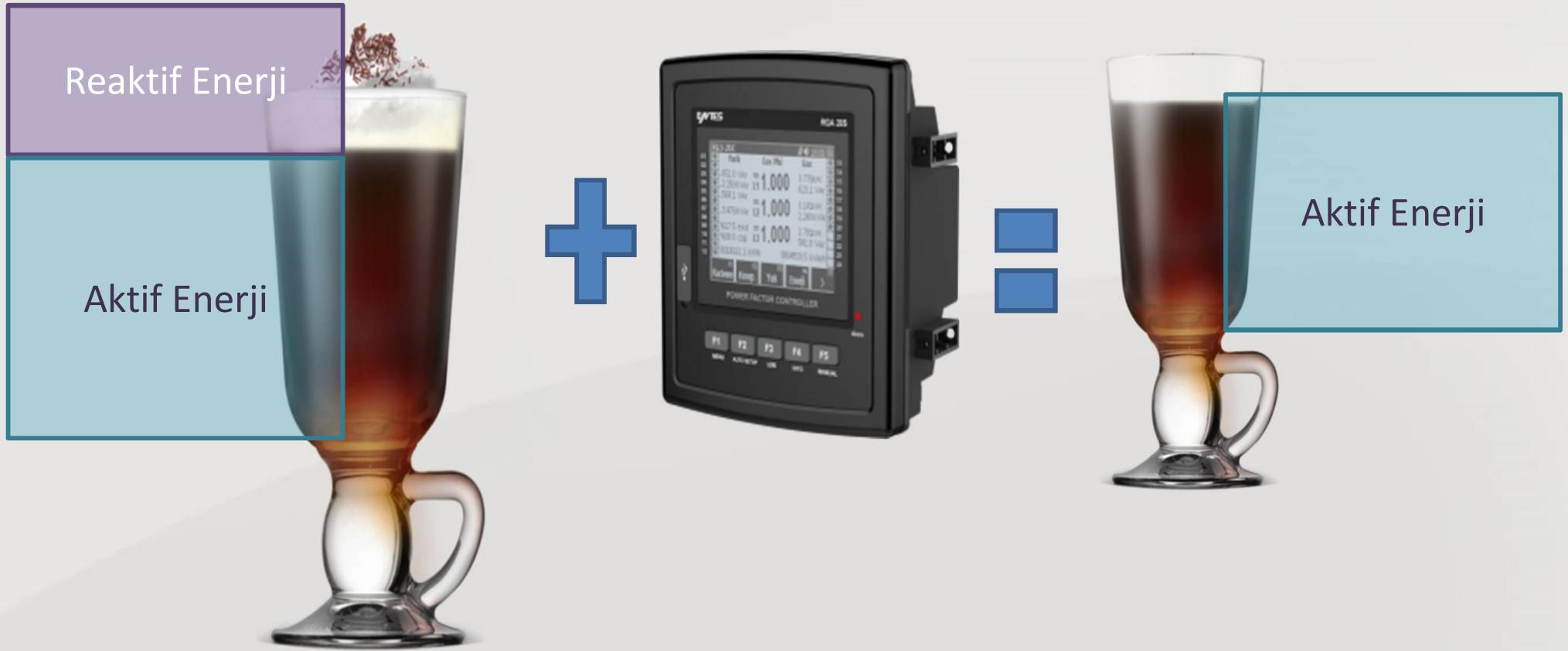


# KOMPANZASYONU BİR ÖRNEK İLE MODELLEYELİM





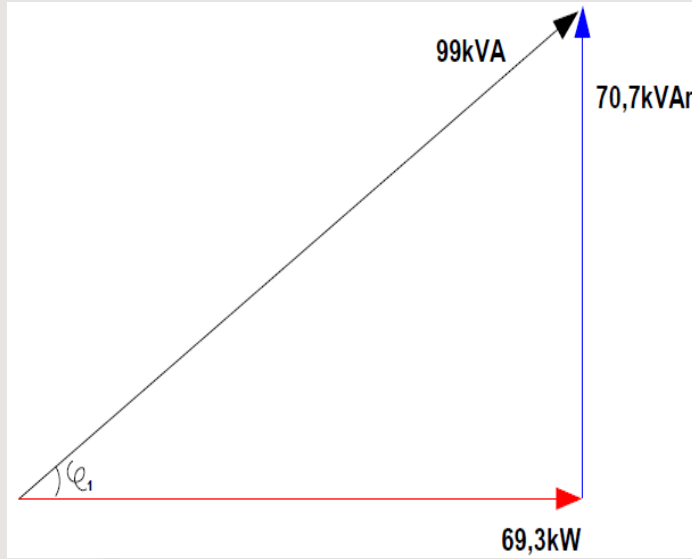
# KOMPANZASYONU BİR ÖRNEK İLE MODELLEYELİM



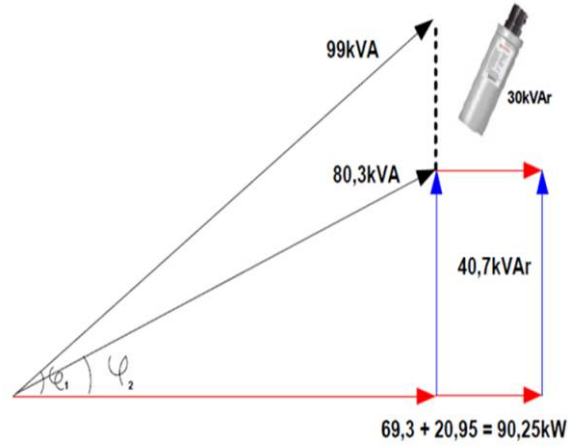




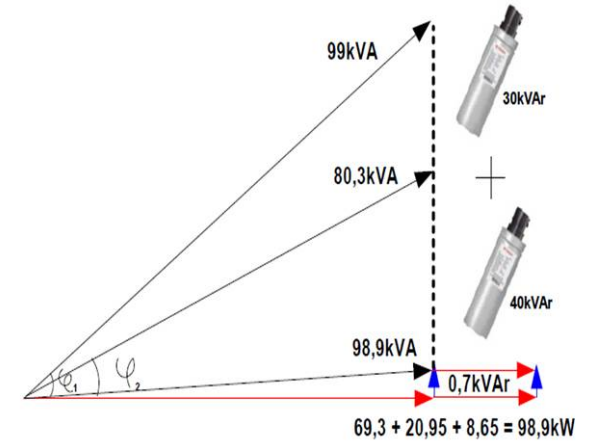
# BİR ÖRNEK İLE KOMPANZASYONU PEKİŞTİRELİM



Sisteme 30kVAr'lık bir kondansatör ilave edersek;



Sisteme 40kVAr'lık bir kondansatör daha ilave edersek;





- Transformatörlerin ısınması.
- İşletme ömürlerinin azalması.
- Trafo ve jeneratörlerin tam yüklenmesi, yeni yüklerin eklenemez oluşu.
- Gerilimin düşmesi.
- Kablolarda ısınma
- **Reaktif ceza**





9 Ocak 2007 Salı

Resmi Gazete Sayı: 26398

## ELEKTRİK PİYASASI MÜŞTERİ HİZMETLERİYÖNETMELİĞİNDE DEĞİŞİKLİK YAPILMASINA DAİR YÖNETMELİK

<u>Sözleşme Gücü:</u>	<u>İndüktif</u>	<u>Kapasitif</u>
30 kW dan küçük	%33	%20
30 kW dan büyük	%20	%15



1. Bireysel Kompanzasyon
2. Grup Kompanzasyon
3. Merkezi Kompanzasyon

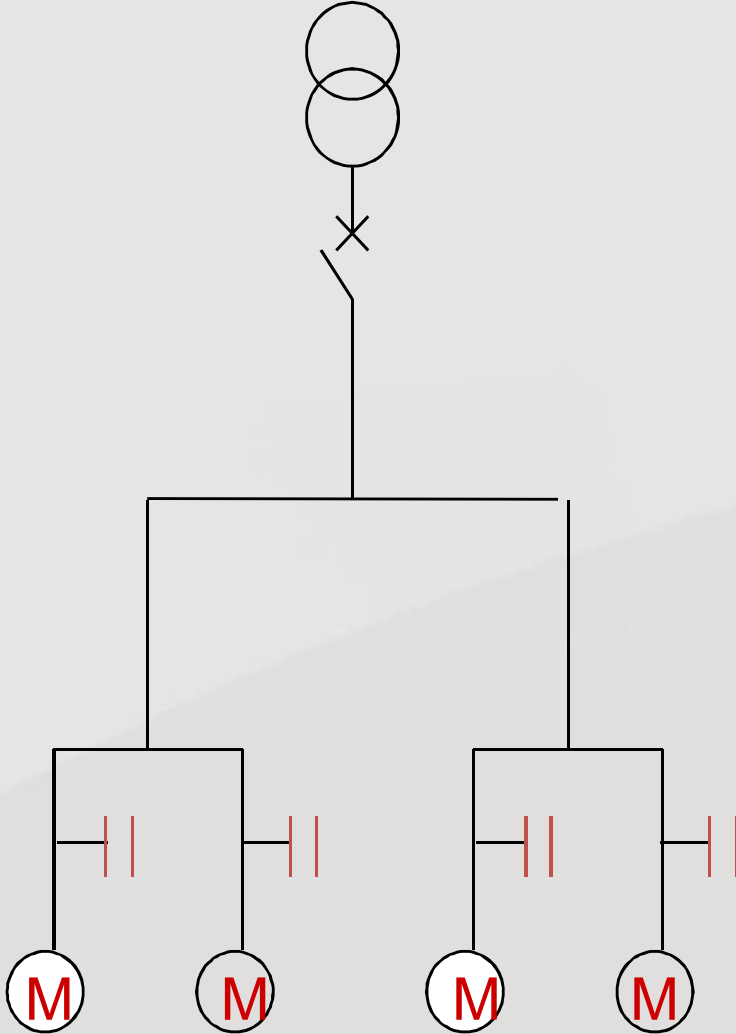


## Avantajları ;

- Reaktif güç tüketim cezalarını en aza indirir.
- Görünen güç ihtiyacını düşürür.
- Transformatörün daha çok yüklenmesini engelleyerek, gerektiğinde daha fazla aktif yüke izin verir.
- Kablo boyutları ve kablo kaybı azaltılır.

## Dezavantajları ;

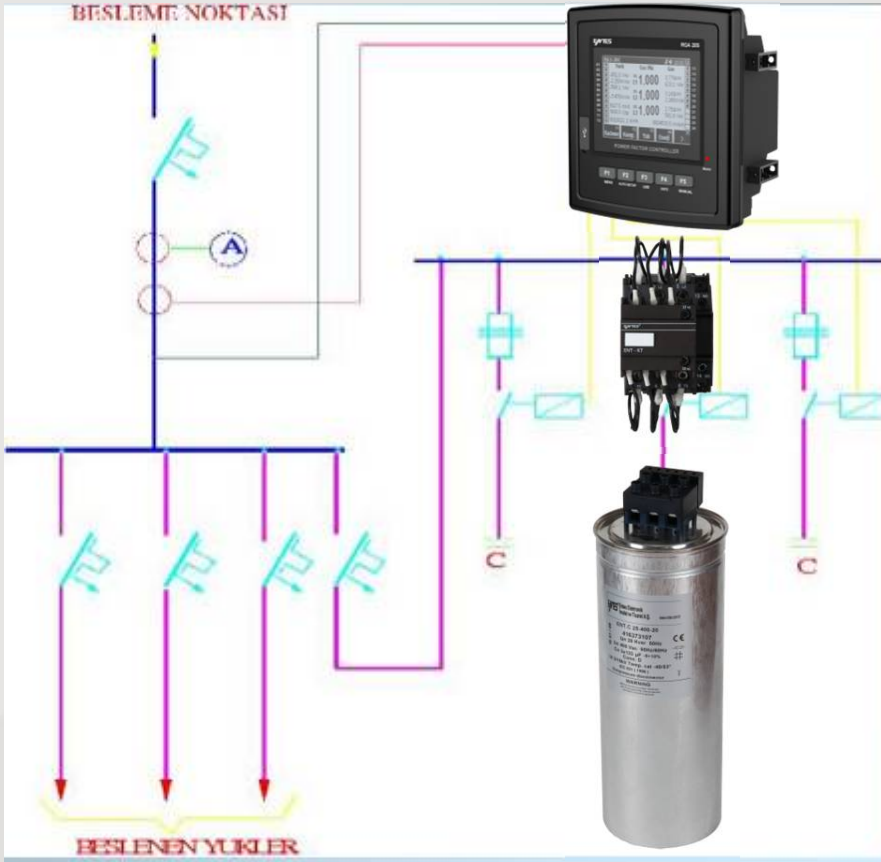
- Yatırım daha uzun vadede geri döner.





# Merkezi Kompanzasyon

- Devredeki yüklere ve cinsine göre kompanzasyon gücünü ayarlayabilen bir sistemdir.



## Avantajları ;

- İşletmenin güç faktörü bir yerden denetlenir.
- Bu yöntem **en ucuz yöntemdir.**
- Aşırı ve düşük kompanzasyon önlenmiş olunur.

## Dezavantajları ;

- Reaktif akım, baradan sonra kullanılan bütün iletkenlerden akmaya devam eder: **Kayıplar tam yok edilememiştir.**

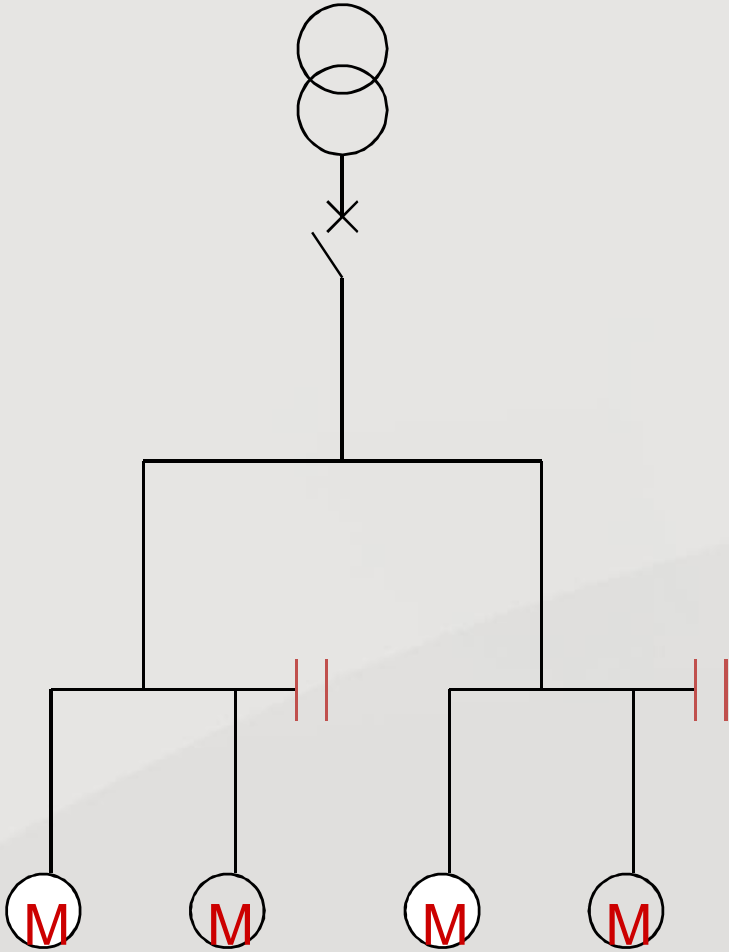


## Avantajları ;

- Reaktif güç tüketim cezalarını en aza indirir.
- Görünen güç ihtiyacını düşürür.
- Trafonun daha çok yüklenmesini, engelleyerek gerektiğinde daha fazla yüke izin verir.
- Ana dağıtım panosu ile tali dağıtım panosu arasındaki kablonun çapı azaltılabilir veya mümkün olabilecek ilave yükler için ek kapasiteye sahip olunur.
- Kablolardaki kayıplar azaltılır.

## Dezavantajları ;

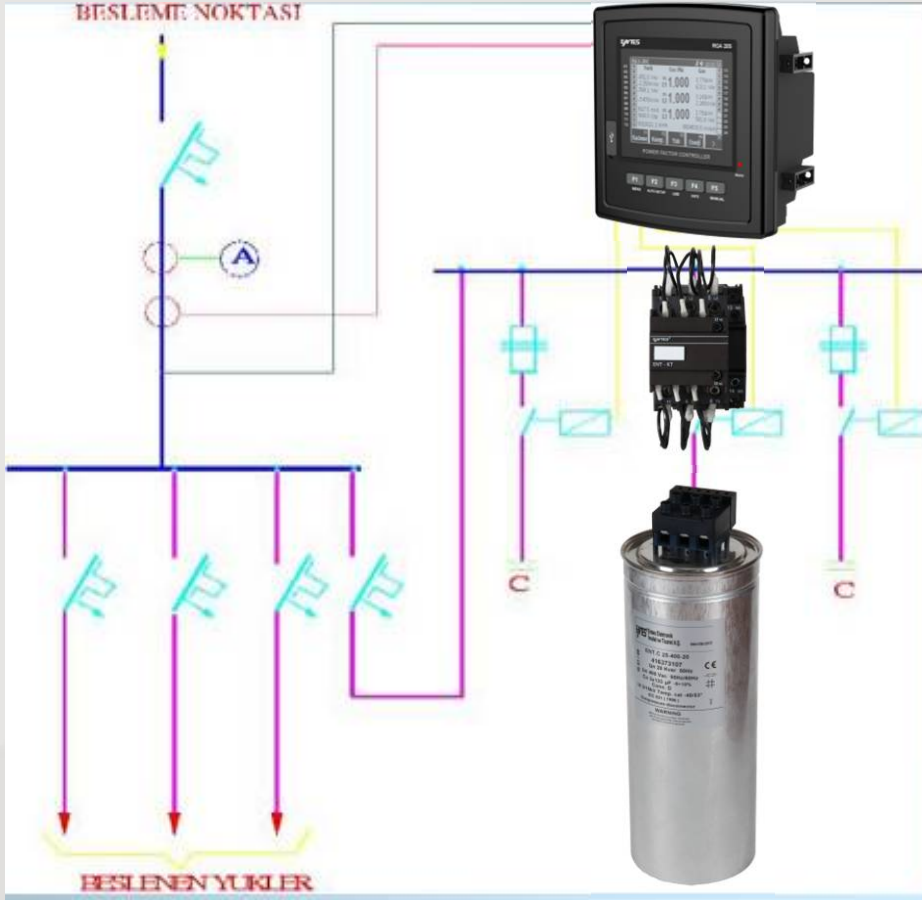
- Kondansatör bloklarının güçlerini dağıtmada zorluklar,
- Reaktif akım tali dağıtım panosunun altındaki bütün kablolarda akmaya devam ettiği için, kayıplar tam olarak yok edilememiştir.





# Merkezi Kompanzasyon

- Devredeki yüklere ve cinsine göre kompanzasyon gücünü ayarlayabilen bir sistemdir.



## Avantajları ;

- İşletmenin güç faktörü bir yerden denetlenir.
- Bu yöntem **en ucuz yöntemdir.**
- Aşırı ve düşük kompanzasyon önlenmiş olunur.

## Dezavantajları ;

- Reaktif akım, baradan sonra kullanılan bütün iletkenlerden akmaya devam eder: **Kayıplar tam yok edilememiştir.**





# MERKEZİ KOMPANZASYON

Besleme Noktası



Ana Şalter



Akım Trafosu



Kompansasyon  
Şalteri



Reaktif Güç Kontrol Rölesi



Kontaktör



Kademe  
(Kondansatör)



Kademe  
(Şönt Reaktör)





## Klasik Kompanzasyon

Reaktif Güç Kontrol Rölesi, Kontaktörler ve Kondansatörler ile dizayn edilir

- En düşük yatırım maliyeti
- Pazardaki en yaygın metot
- En kolay sistem tasarımı



+

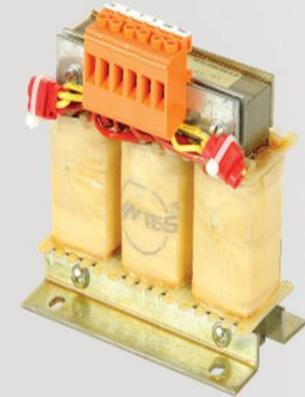




## Şönt Reaktörlü kompanzasyon

Kapasitif yüklerin bulunduğu işletmelerde (UPS, Led aydınlatma)

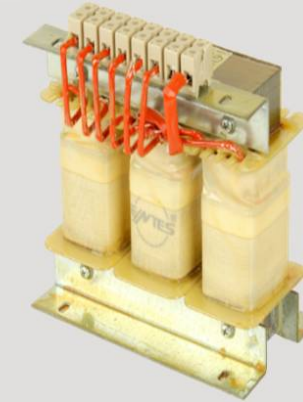
Reaktif Güç Kontrol Rölesi, kondansatör ve Şönt Reaktör kullanılarak yapılan Kompanzasyon metodudur

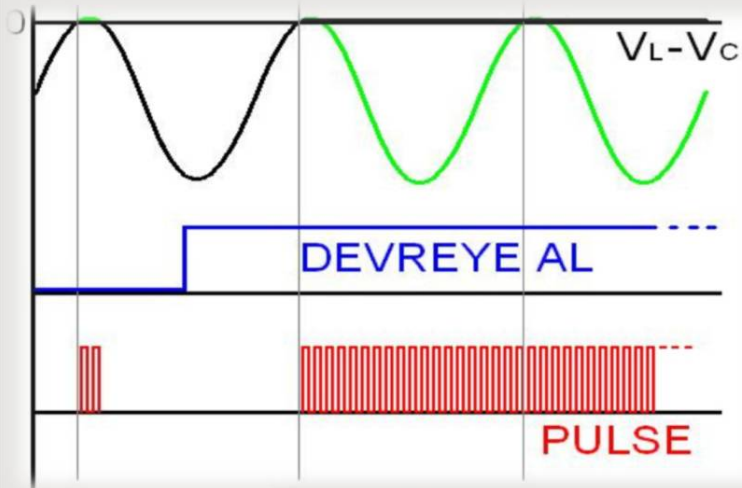




## Statik Kontaktörlü Kompanzasyon

- Hızlı devreye girip çıkan yükler Bazı klasik kontaktörleri ile verimli kompanze edilemez.
- Bu tip işletmelerde statik kontaktör kullanılır
- 20 milisaniye (ms) tepki süresi
- Düşük işletme maliyeti
- Yüksek yatırım maliyeti





Devreye alma işlemini kapasite üzerindeki gerilim ile kapasitenin bağlı olduğu faz/fazların gerilimleri eşit olduğu anda yaparak kapasitenin devreye alınması anında akımın çok küçük olmasını sağlar.

Bu sayede kapasiteler çok kısa sürelerde devreye alınıp çıkarılabilir. Röleden devreye alma emri gelince, kapasite 1 periyot içinde devreye alınabilir.

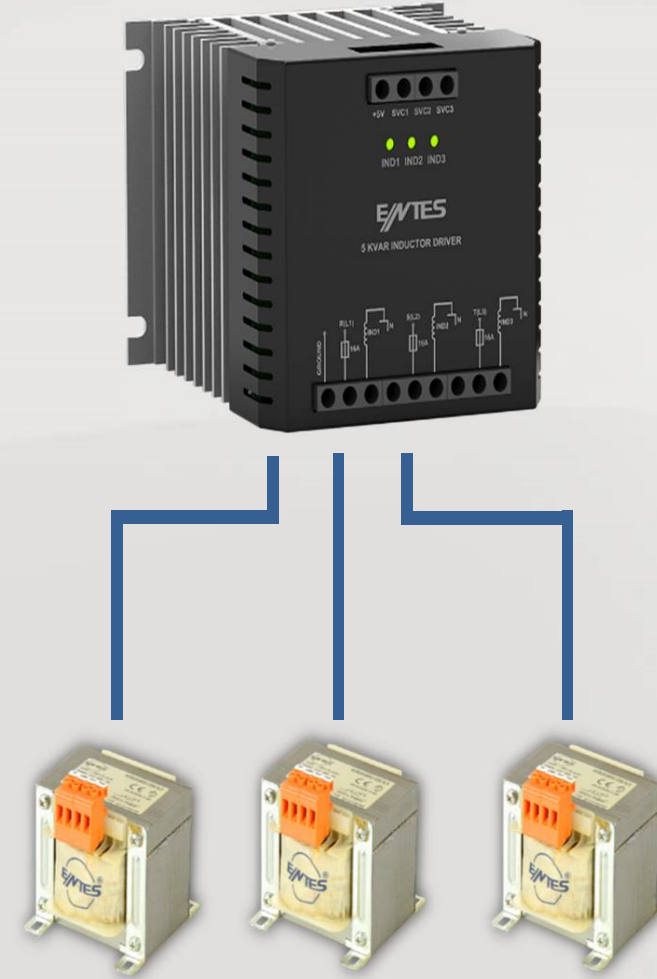


## Sürücülü Kompanzasyon

Kaynak makinesi, ark ocağı, punto makinesi gibi yüklerin çok hızlı değiştiği işletmeler için tasarlanmıştır.

Ancak dengesiz yüklerin olduğu işletmelerin kompanzasyon uygulaması içinde kullanılır.

Bu uygulamada sürücü bağlı olan şönt reaktörü, sistemin kapasitif yük durumuna göre çok küçük parçalara bölerek devreye alır



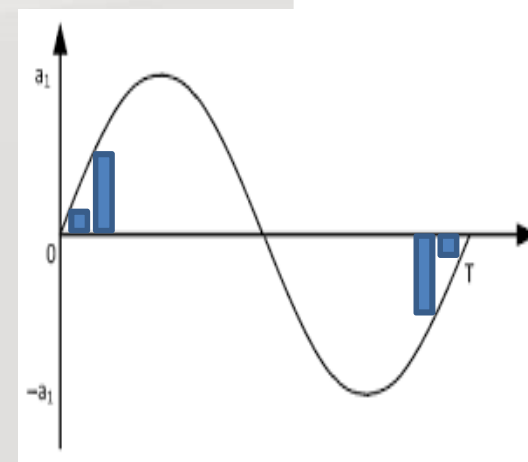
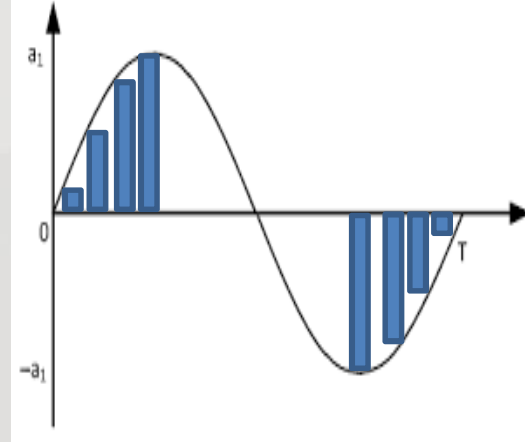
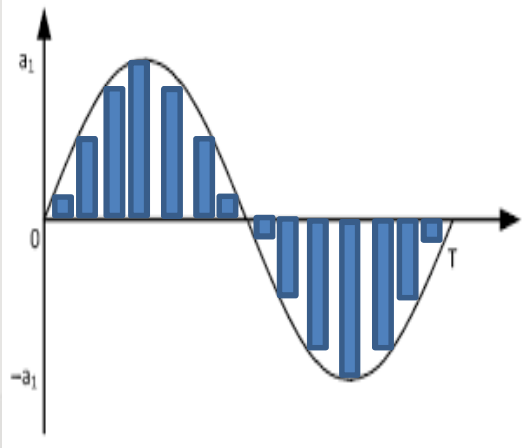


## Sürücülü Kompanzasyon

Tetikleme  
1,66 kVAr Şönt

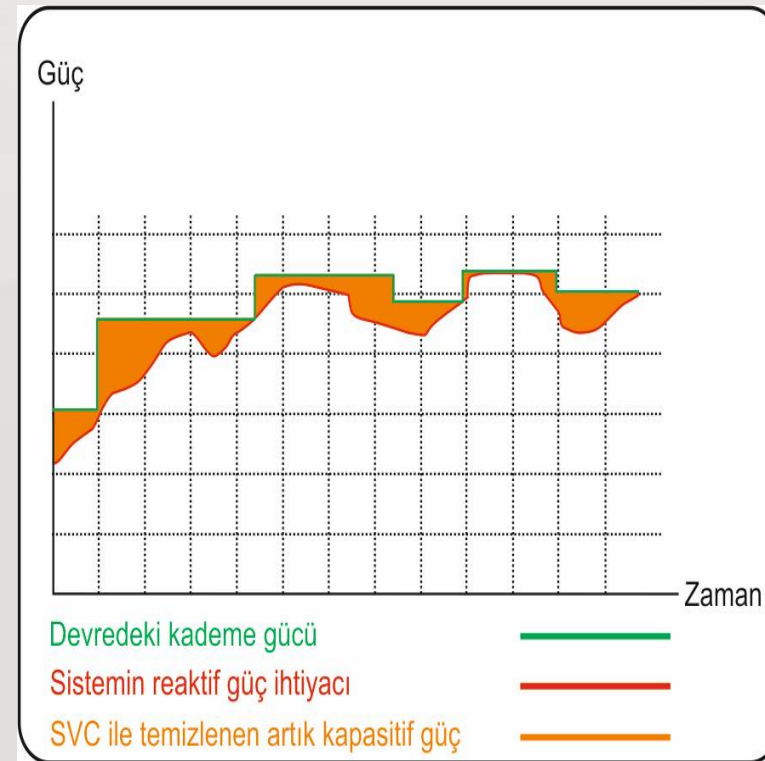
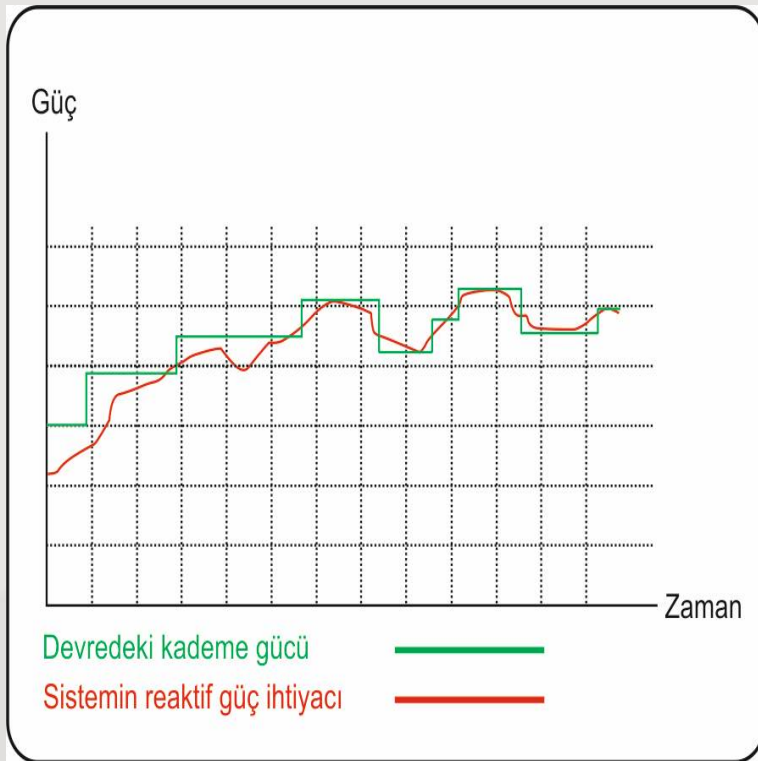
$\frac{1}{2}$  Tetikleme  
0,83 kVAr Şönt

$\frac{1}{4}$  Tetikleme  
0,41 kVAr Şönt





## Sürücülü Kompanzasyon





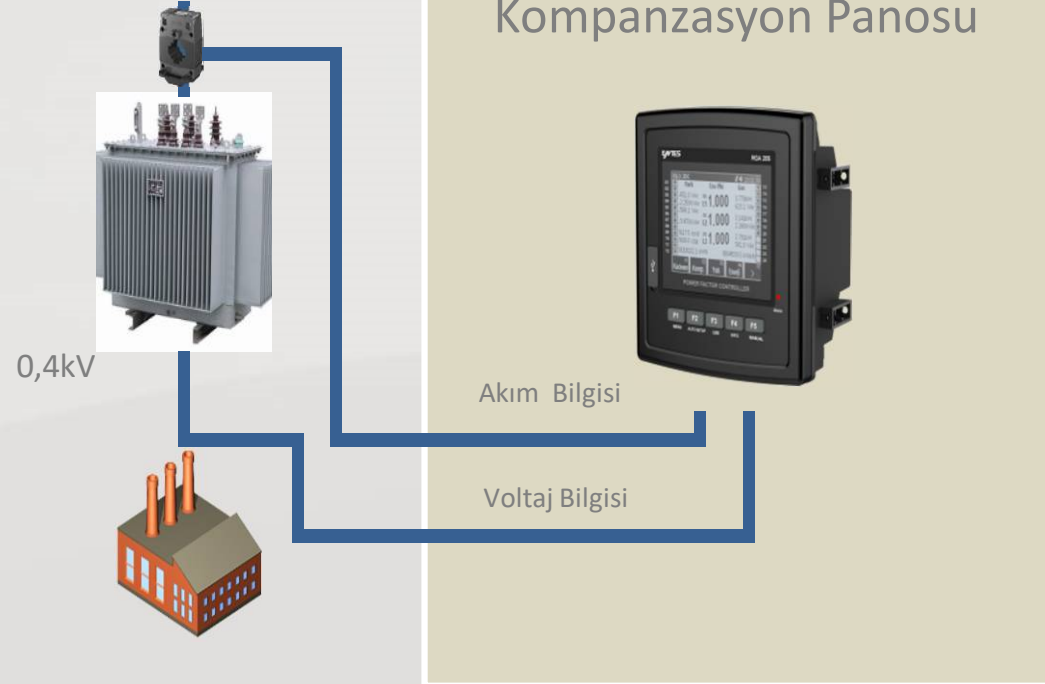


## Orta Gerilim Referanslı Kompanzasyon

Sanayileşmenin yoğun olduğu ve sezonluk işletmelerin bulunduğu bölgelerde Trafo kayıplarının önemi artmakta olduğu için O.G kompanzasyon kullanımı çoğalmaktadır.

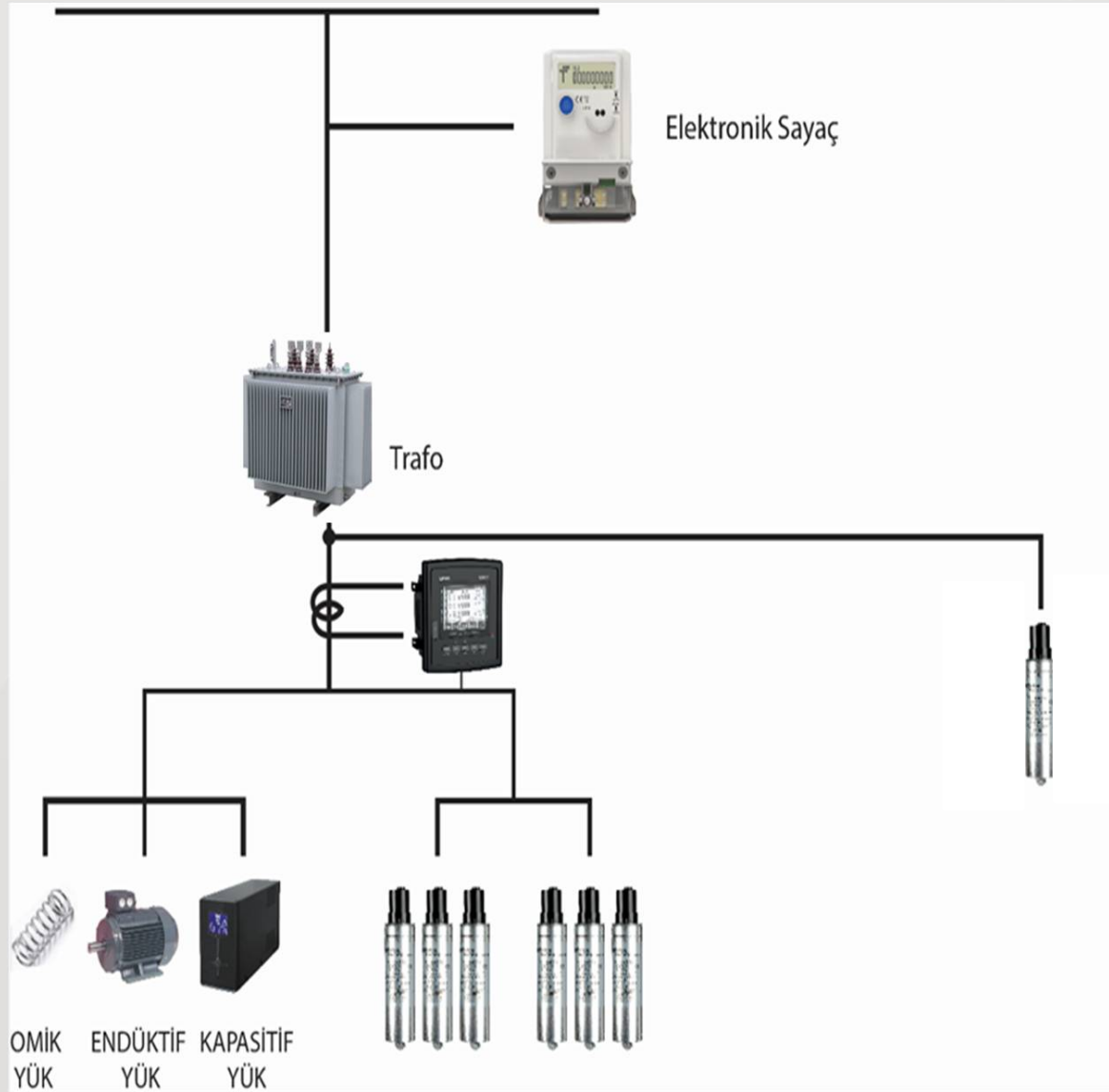
Akım bilgisini O.G trafosunun Primer ucundan, gerilim bilgisini ise sekonder den almaktadır.

Şebeke Dağıtım Hattı 34.5 kV



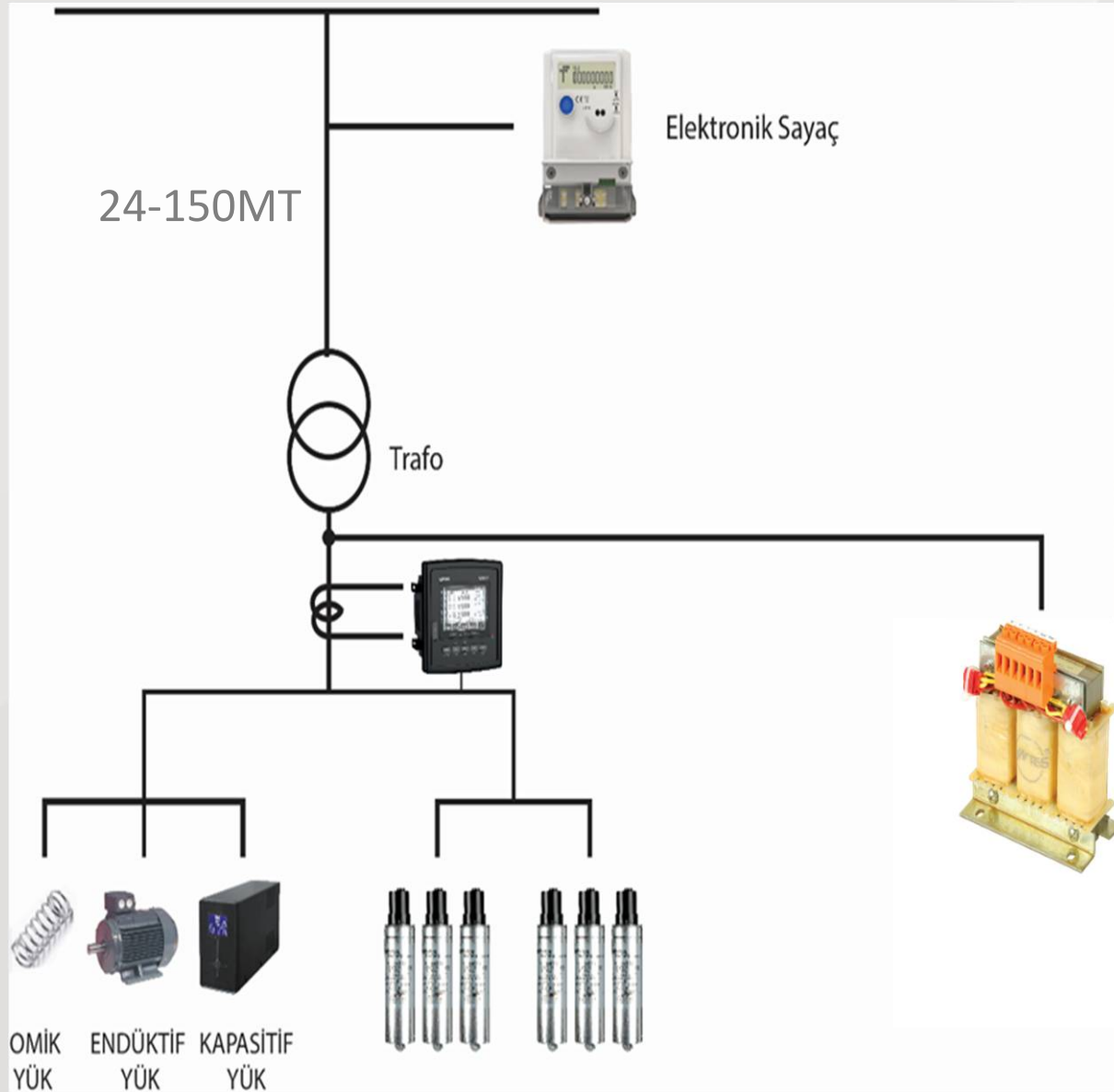


# SABİT GRUP KONDANSATÖR





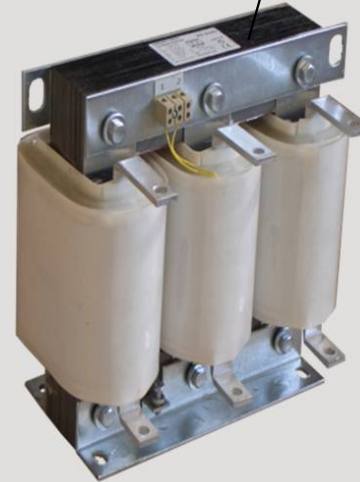
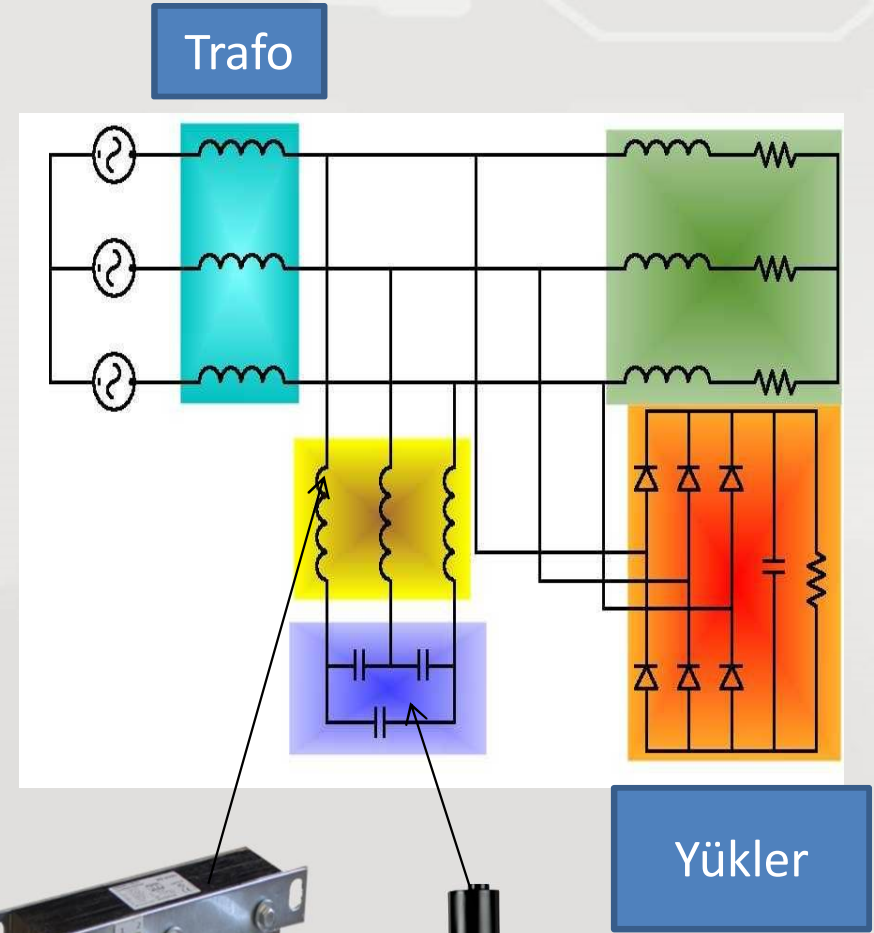
# SABİT GRUP ŞÖNT





## Harmonik Filtreli Kompanzasyon

Harmoniklerin yüksek olduğu işletmelerde harmonik filtreli kompanzasyon sistemi dizayn edilir

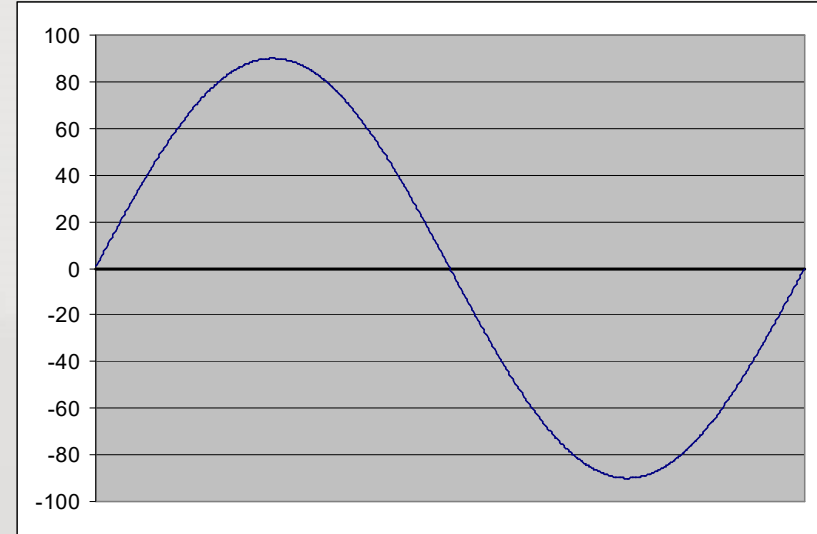




# HARMONİK FİLTRELİ KOMPANZASYON



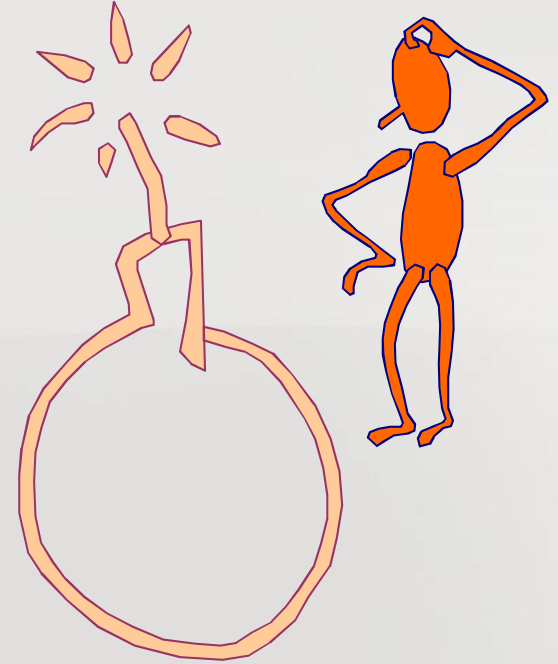
Hesaplarımızda kullandığımız bütün elektrik formülleri (reaktif güç, aktif güç, empedans, akım, gerilim vs.) **sürekli sinüsoidal hal** (SSH) için geçerlidir.

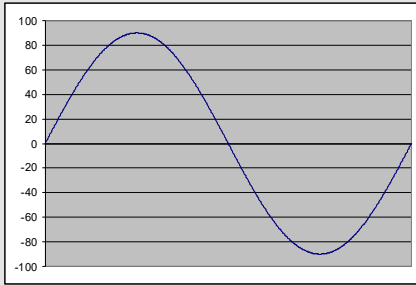




# HARMONİK KAYNAKLARI

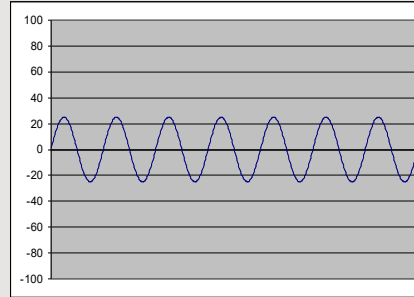
- Hız Kontrol Cihazları
- Tristör Kontrollü Ekipmanlar
- Kesintisiz Güç Kaynakları
- Ark Fırınları
- Kaynak Makinaları
- Elektronik Balastlı Aydınlatma
- Trafolar





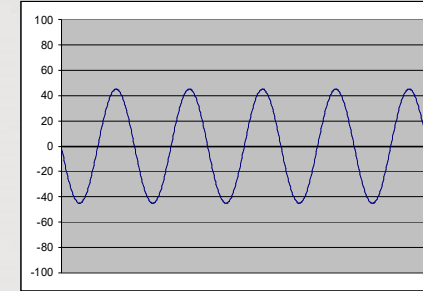
Temel Bileşen  
1. Harmonik 50Hz.

+



5. Harmonik  
250 Hz.

+

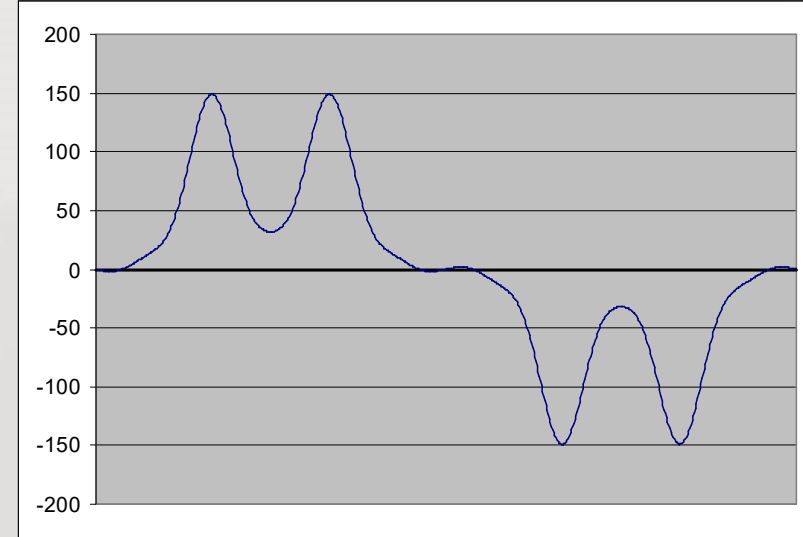


7. Harmonik  
350 Hz.





Yandaki akım dalga şekli sinüzoidal değildir. Bu sebeple bu dalga şeklinin bu hali ile SSH formüllerini kullanamayız





# HARMONİKLERİN ZARARLI ETKİLERİ

## Kondansatörlerin Aşırı Isınması

Dielectric Loss (Dielectric Loss) Zarf Vererek Kondansatör

## Kabloların ve Tutaraklarda Aşırı Isınma

Kayıpların ve Isı Sebepli Hatların Art

## Normal Çalışma Durumunda Ve Koruma C

İşgücü ve Zaman Kaybı

## Elektromanyetik Girişim (EMI) Çarpması

Motor Rulmanlarının Hızlı Şekilde Bozu

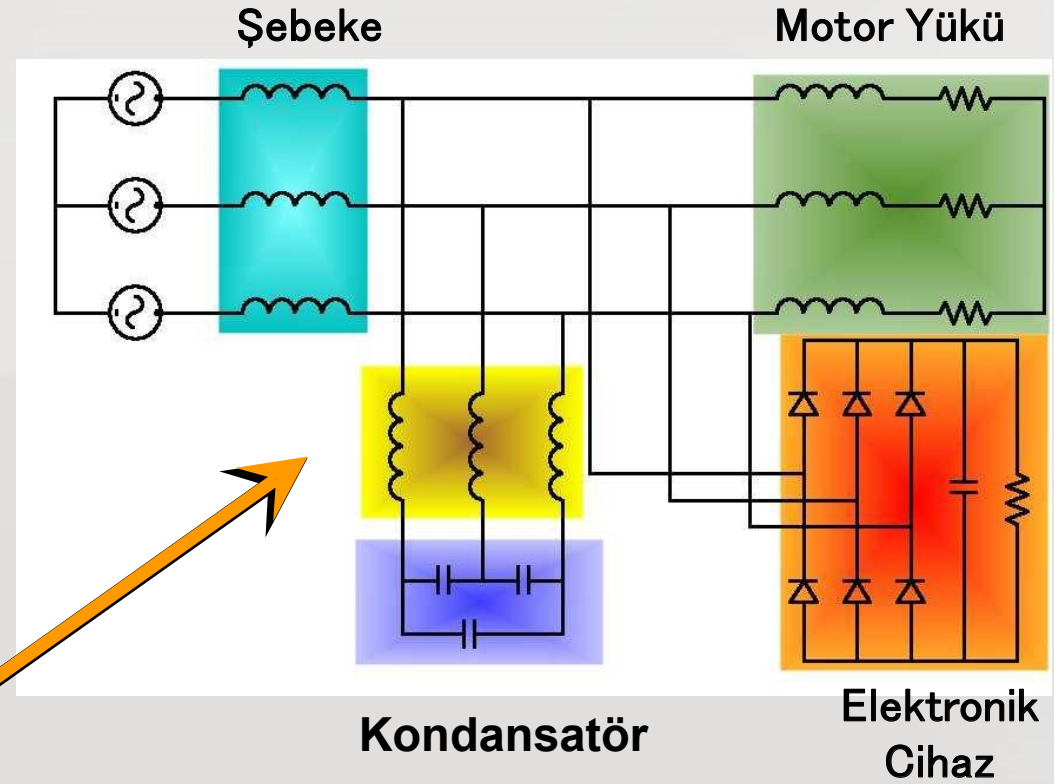
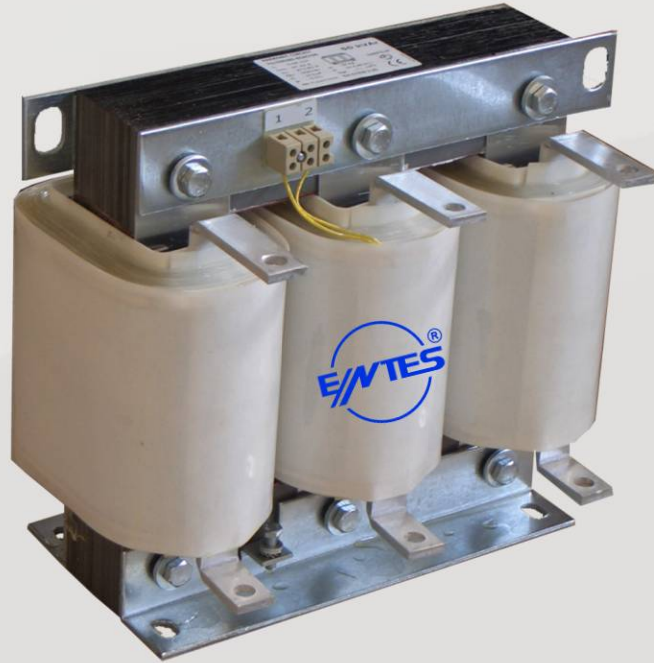
## Elektromanyetik Girişim (EMI) Üretimi

Veri Kaybı ve Çöküntüleri



# HARMONİK FİLTRE REAKTÖRÜ

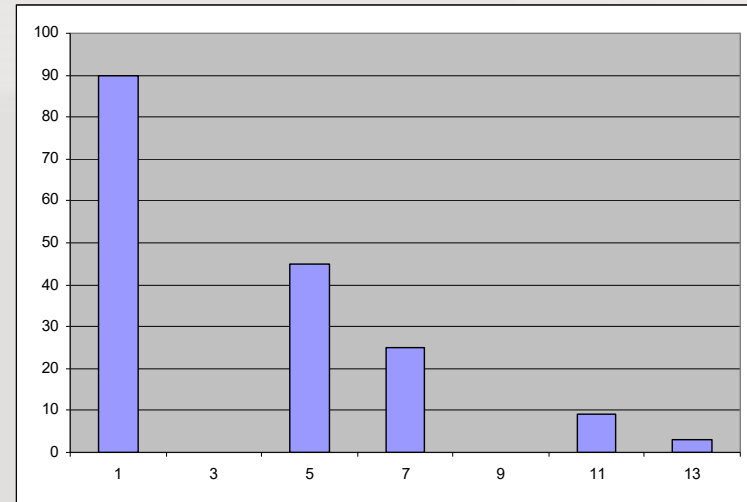
- Bu sorunların çoğu, kondansatörlerin önüne yerleştirilecek bir *harmonik filtre reaktörü* ile giderilebilir.





Gerilimin THD değeri de (**THDV**) bir sistemdeki harmonik bozulmanın miktarını belirtmek için kullandığımız çok önemli bir değerdir.

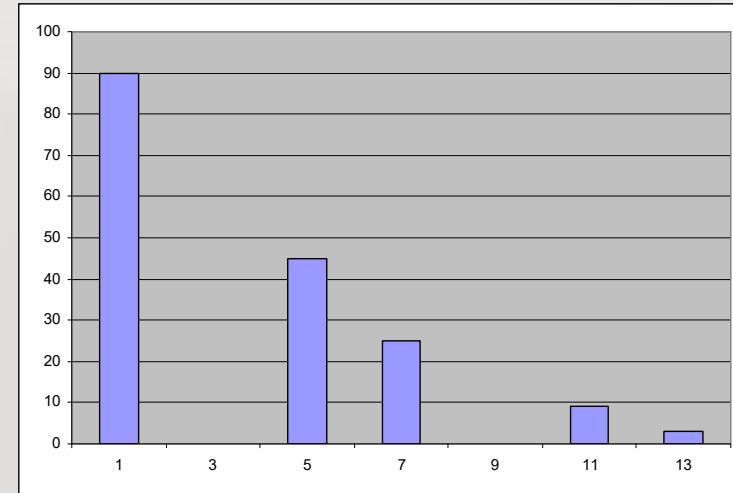
- **0% < THDV < 1% → Az Kirli**
- **1% < THDV < 3% → Kirli**
- **3% < THDV < 5% → Çok Kirli**
- **5% < THDV → TEHLİKE !!!**





Akım THD değeri (**THDI**) bir sistemdeki harmonik bozulmanın miktarını belirtmek için kullandığımız çok önemli bir değerdir.

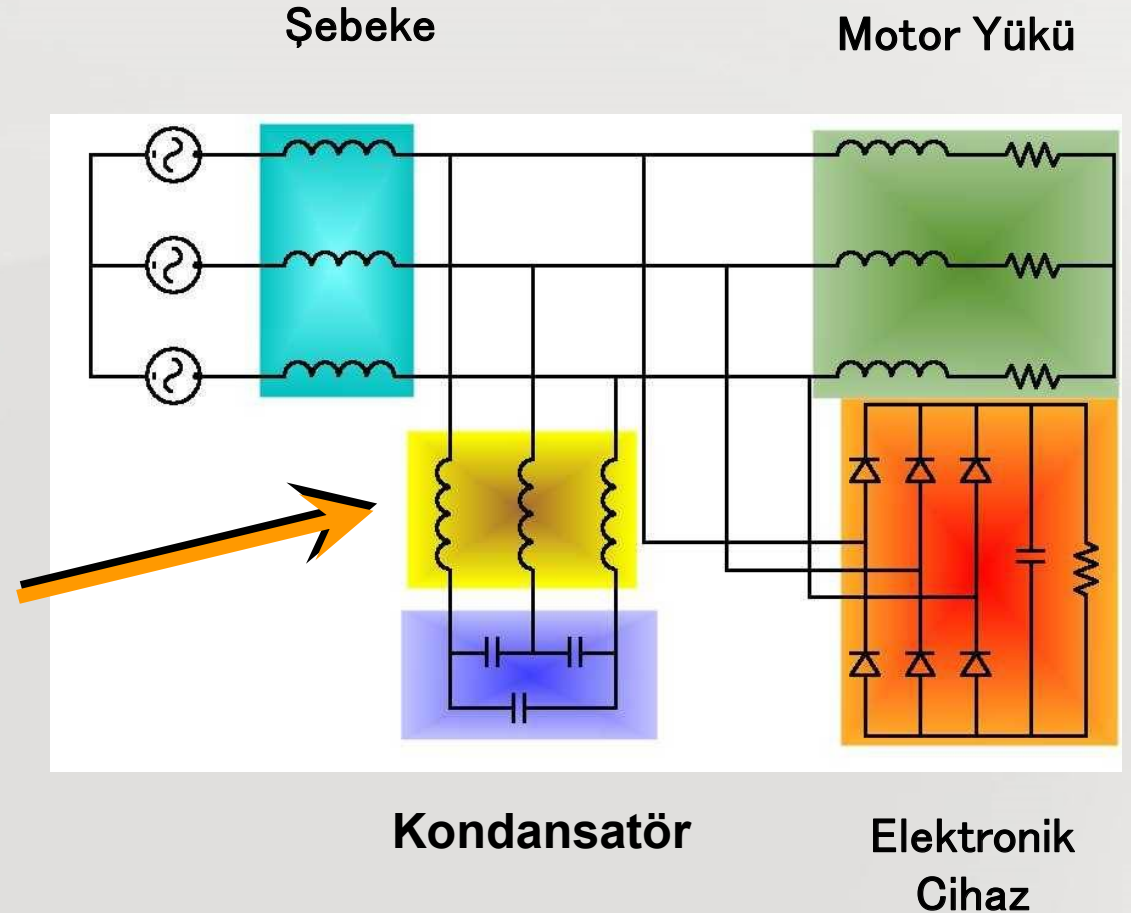
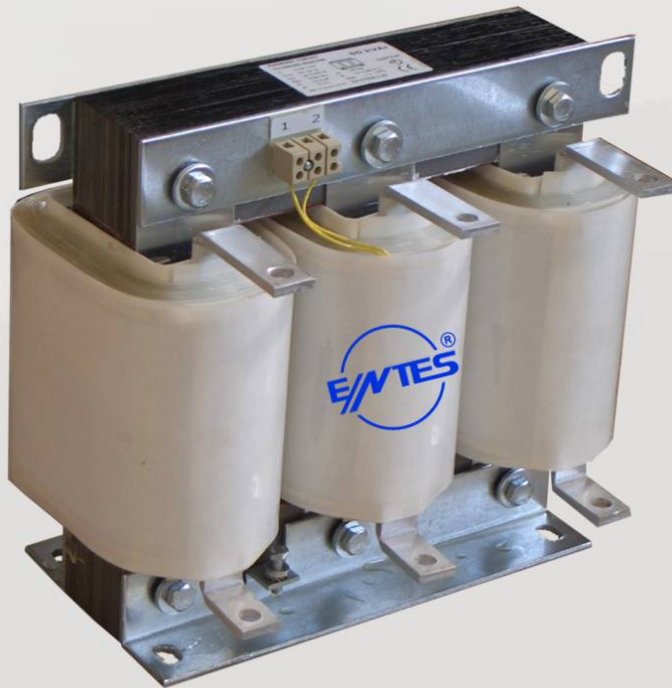
- **0%** < THDI < **10%** → Temiz
- **10%** < THDI < **20%** → Az Kirli
- **20%** < THDI < **30%** → Çok Kirli
- **30%** < THDI → **TEHLİKE !!!**





- Filtre seçimi sırasında uygun filtreleme faktörüne karar verebilmek için sistemin THDV ve THDI değerlerini bilmek gerekir.

**Bu değerler kompanzasyon sistemi devre dışı edilerek ölçülmelidir.**

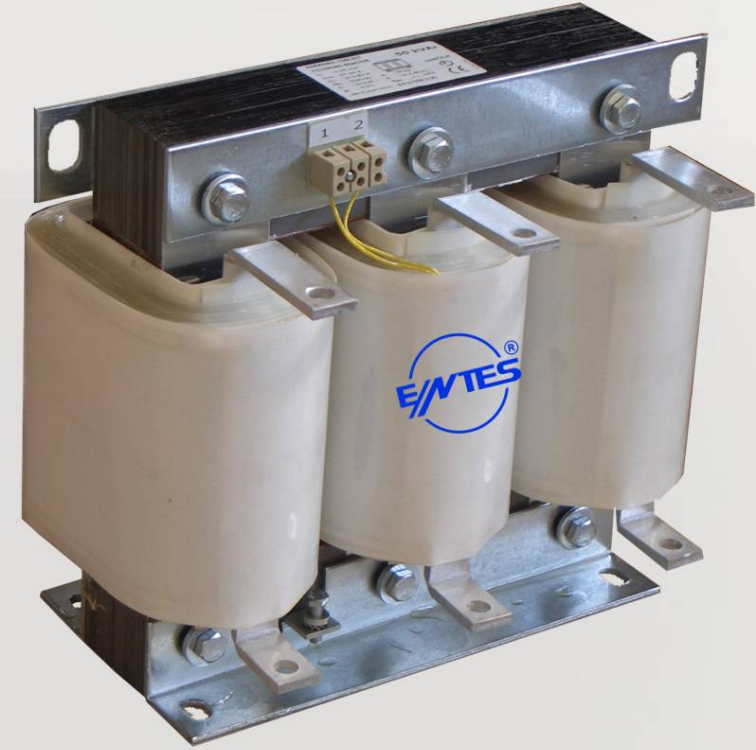




# HARMONİK FİLTRE REAKTÖRÜ SEÇİMİ

Harmonik Filtre Reaktörünün seçimi esnasında dikkatli davranılmalıdır.

Dikkat edilmesi gereken husus, bir çok elektrik cihazında geçerli olan **“Bir boy büyüğünü alırız, güvende oluruz”** kavramı Harmonik Filtre Reaktörleri için **GEÇERLİ DEĞİLDİR.**

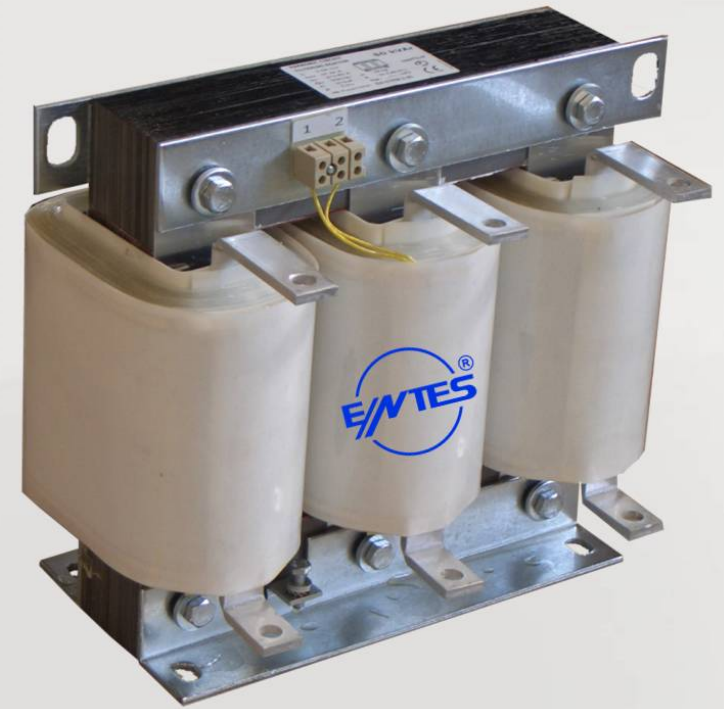




# FİLTRELEME FAKTÖRÜ 'P'

En yaygın olarak kullanılan filtreleme faktörleri 'P'

- 5.67% (210 Hz)
- 7% (189 Hz)
- 14% (134 Hz)







# FİLTRELEME FAKTÖRÜ TESPİTİ

- THDV ve THDI değerleri biliniyorsa aşağıdaki tabloya bakılarak **filtreleme faktörü ( p )** seçimi yapılabilir.

p	THD V	THD I
5 . 6 7 %	< 2 %	> 2 5 %
7 %	Di ğ er	B ü t ü n
1 4 %	> 4 %	< 1 5 %

**D u r u m l a r**



## KONDANSATÖR GERİLİMİ?

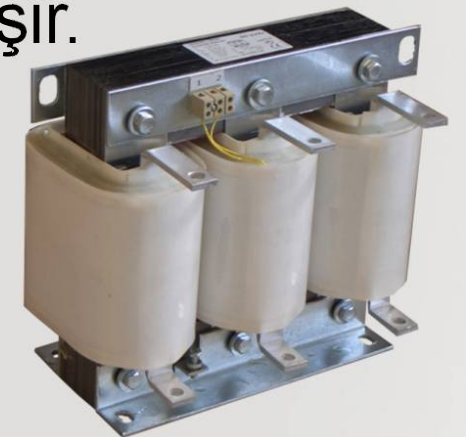
- Filtreleme esnasında kondansatör üzerindeki gerilim  $1/(1-p)$  oranında artar.

$$1/(1-0,07)= 1,075$$

$$400 \times 1.075=430V$$

- Bu sebeple filtreli kompanzasyon sistemlerinde **en az 440– 450 V' a** dayanımlı kondansatörler kullanılması gerekmektedir.

- Kondansatör gerilimi filtreleme faktörüne göre değiştiği için, **elde edilen güç değeri** de değişir.





- ❖ Kondansatör üzerine düşen gerilim  $U_c = U_n / (1-p)$

Örnek:  $U_n = 400V$   $p = \%7$  olan bir sistemde

$$U_c = 400 / (1 - 0,07) = \mathbf{430V}$$

- ❖ Kondansatör etiket gücü , uygulamada işletme geriliminin karesiyle orantılı olarak artar veya azalır.

$$Q_c = Q_{cn} * U_n^2 / U_{cn}^2 * (1-p) \text{ formülü ile hesaplanır}$$

Örnek : **60 kVAr**  $U_n = 400V$   $U_{cn} = 450V$   $p = \%7$

$$Q_c = 60 * (400 * 400) / (450 * 450) * (1 - 0,07) = \mathbf{50,97 kVAr}$$

[H.Filtre Hesap Cetveli](#)



## Min. 440 V Kondansatör

400V 50Hz Şebeke Gerilimi, 189Hz Rezonans Frekansı (p=7%)

Tip	kVAr	Uygun Kondansatör
ENT.ERH-7-400-2,5	2,5	ENT.C10-450-1,5 2 adet
ENT.ERH-7-400-4	4	ENT.CXD-450-5
ENT.ERH-7-400-5	5	ENT.CXD-450-5+ENT.C10-450-1
ENT.ERH-7-400-6,25	6,25	ENT.CXD-450-7,5
ENT.ERH-7-400-7,5	7,5	ENT.CXD-450-7,5+ENT.C10-450-1,5
ENT.ERH-7-400-10	10	ENT.CXD-450-12.5
ENT.ERH-7-400-12,5	12,5	ENT.CXD-450-15
ENT.ERH-7-400-15	15	ENT.CXD-450-10+ENT.CXD-450-7,5
ENT.ERH-7-400-20	20	ENT.CXD-450-25
ENT.ERH-7-400-22,2	22,2	ENT.C100-440-25
ENT.ERH-7-400-25	25	ENT.CXD-450-30
ENT.ERH-7-400-30	30	ENT.CXD-450-15+ENT.CXD-450-20
ENT.ERH-7-400-40	40	ENT.CXD-450-25 2 adet
ENT.ERH-7-400-44,4	44,4	ENT.C100-440-50
ENT.ERH-7-400-50	50	ENT.CXD-450-30 2 adet
ENT.ERH-7-400-60	60	ENT.CXD-450-25 3 adet
ENT.ERH-7-400-80	80	ENT.CXD-450-25 4 adet
ENT.ERH-7-400-100	100	ENT.CXD-450-30 4 adet



Harmonik Filtre  
Reaktörü





## HARMONİK FİLTRELİ KOMPANZASYONUN SİSTEMİMİZE FAYDALARI?

- Rezonans ihtimali ortadan kalkar.
- Harmonik akımlarının artışı engeller.
- Kondansatörlerin ve kontaktörlerin arızalanmasını önler. Bakım maliyeti azalır ve kondansatörlerin değer kaybetmesinden dolayı reaktif ücret ödeme riskini ortadan kaldırır.
- Kondansatörlerin ömrünü uzatır.
- Dağıtım sisteminin besleme şalterlerinin gereksiz açmaları ile istenmeyen üretim durmalarını engeller.
- Hesap edilemeyen enerji kayıplarının ve aşırı yük artışlarının önüne geçilir.
- Bakım masrafları düşer.
- $\cos\phi$  ve güç faktörü değerleri birbirine yaklaşır.
- Dijital sayaçlar daha sağlıklı çalışır.



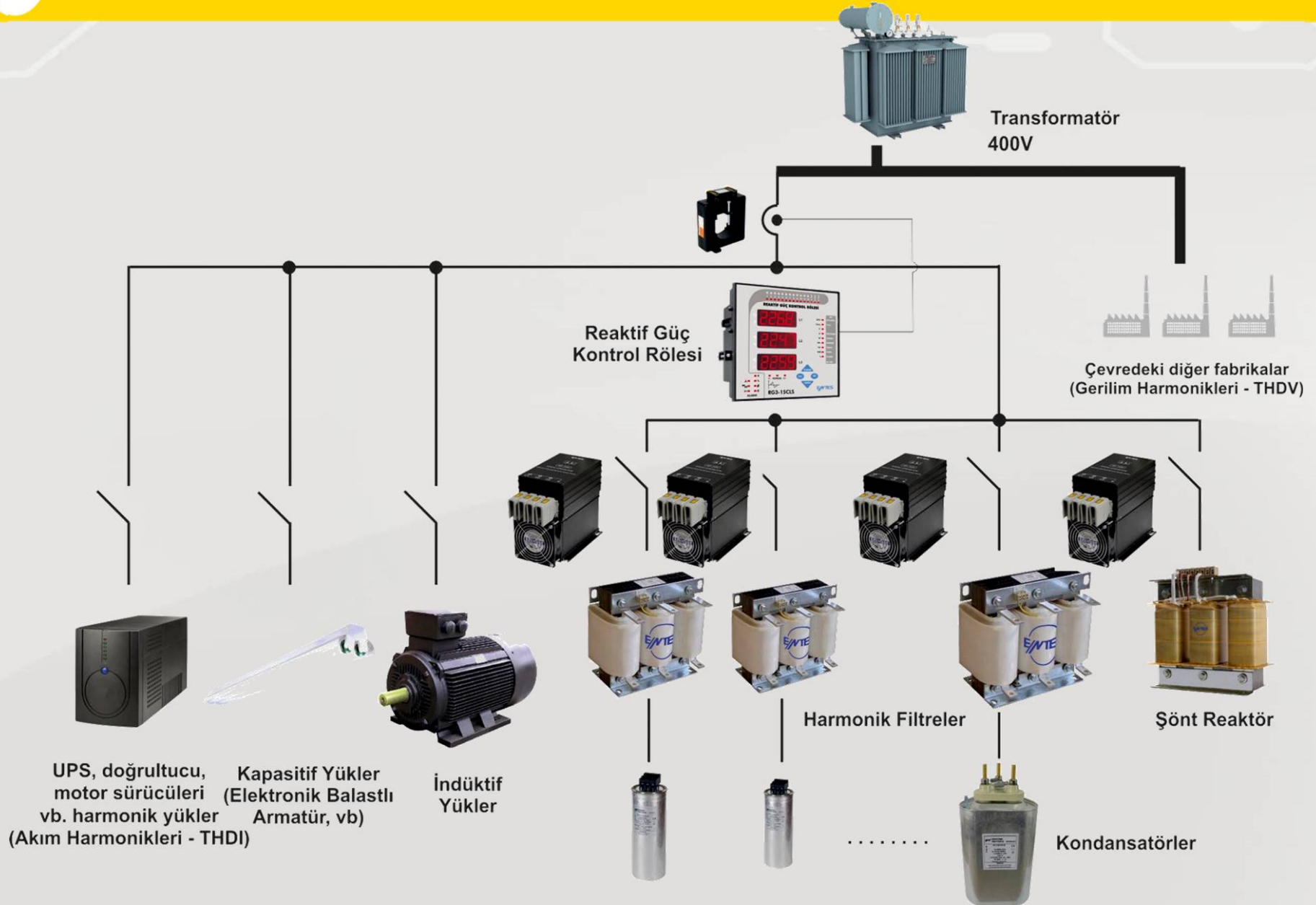
Statik kontaktörler, reaktif güçlerin çok hızlı değişim gösterdiği ortamlarda kullanılır.



- Endüstriyel vinçler
- Endüstriyel Robotlar
- Punto Kaynak Makineleri
- Hastaneler
- .....



# Sistemde Statik Kontaktör



**Statik kontaktörler uygun harmonik filtre ile birlikte kullanılmalıdır.**





Sessiz Çalışma



Hızlı Tepki Süresi



RS 485 Tetikleme



Uzun Ömür

- 20ms den kısa tepki süresi
- Reaktör termik girişi
- Termal koruma
- Uyarı LED'leri
- Uzun ömür
- Sessiz çalışma
- Çalışma Sıcaklığı  $-10^{\circ}\text{C}$ ,  $+55^{\circ}\text{C}$



İşletme gerilimi(max)F-F	→	480V(SC-2XX), 690V(SC-3XX)
Max Güç	→	:25KVAR(SC-X25),50KVAR(SC-X50)
Frekans	→	:45-65Hz
Tetikleme	→	:5-30VDC
Çalışma Sıcaklığı	→	:-10...+55
Haberleşme	→	:9600 bd, NO par, 8 data, 1 stop
Kablo kesiti(max)	→	:25mm <sup>2</sup> papuçlu (ana terminaller) 2,5mm <sup>2</sup> (tetikleme,y.besleme,termik) CAT5(RS-485)
Standart	→	:EN 60947-1



# Statik Kontaktör Seçim Kriterleri



2 Tristörlü SC-200 Serisi

3 Tristörlü SC-300 Serisi



1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

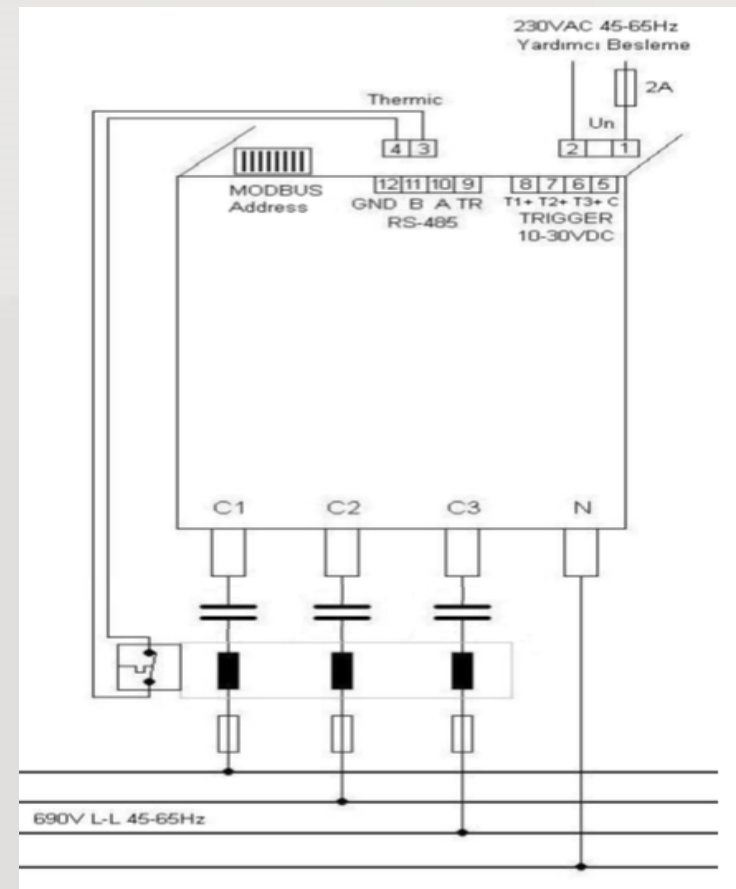
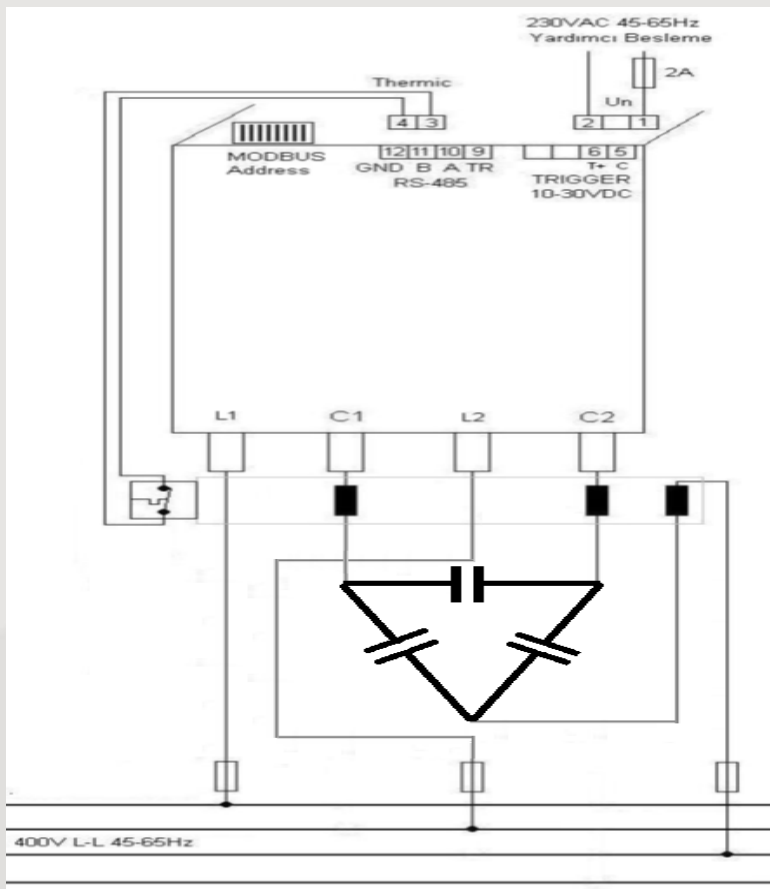
11

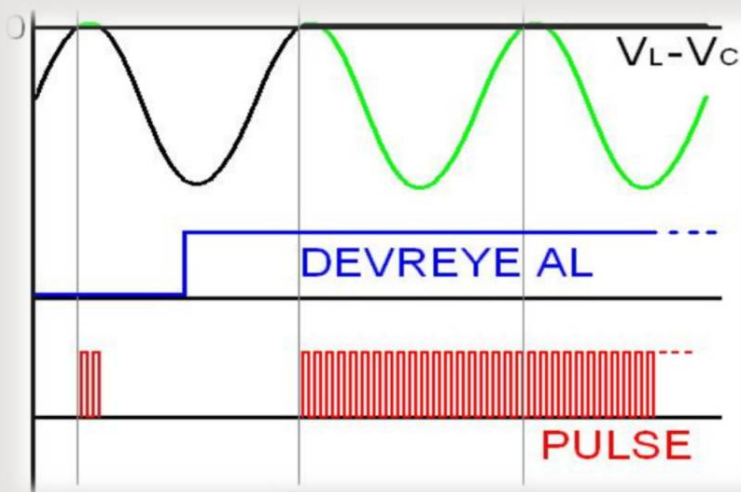
12



	25 kVAr	50 kVAr
2 Tristörlü Üçgen (400 V)	SC-225	SC-250
3 Tristörlü Yıldız (690 V)	SC-325	SC-350

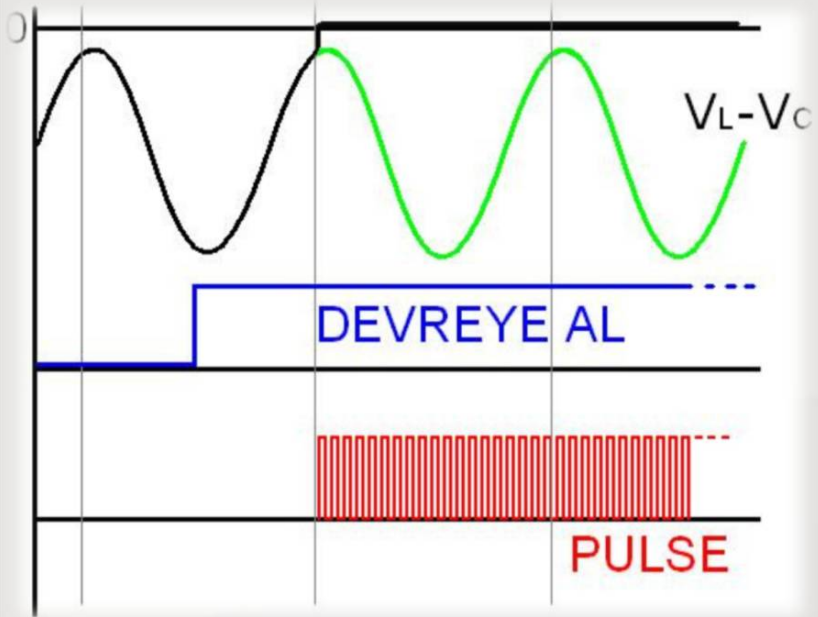
## Modeller





Devreye alma işlemini kapasite üzerindeki gerilim ile kapasitenin bağlı olduğu faz/fazların gerilimleri eşit olduğu anda yaparak kapasitenin devreye alınması anında akımın çok küçük olmasını sağlar.

Bu sayede kapasiteler çok kısa sürelerde devreye alınıp çıkarılabilir. Röleden devreye alma emri gelince, kapasite 1 periyot içinde devreye alınabilir.

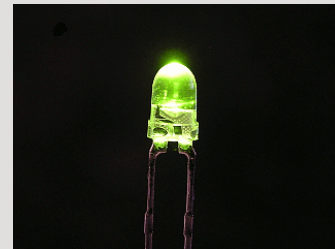


Kapasiteler gerilimin tepe değerinde tetiklenir.

Bunun nedeni tepe değerinde ki gerilim değişimiz en az olmasıdır.

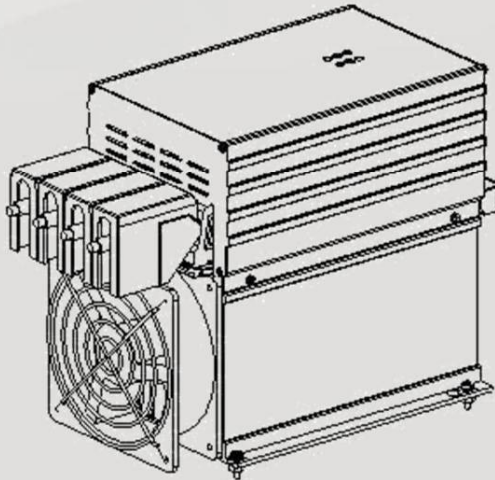
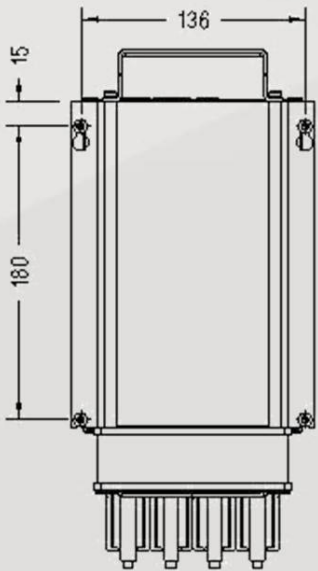
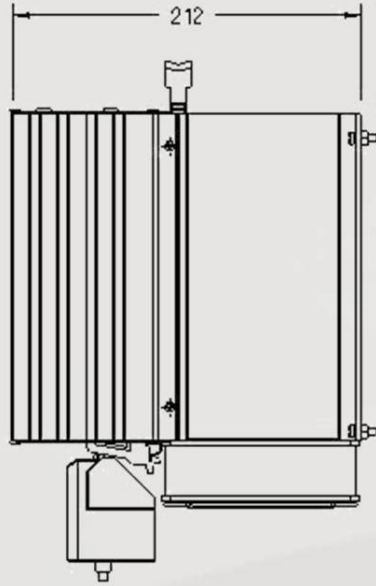
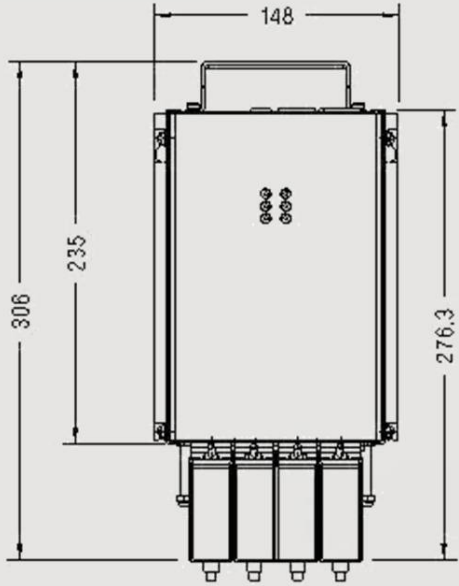


- İç Sıcaklık Alarmı
- Harici Termik Alarmı
- Mevcut Kanalda Gerilim Hatası





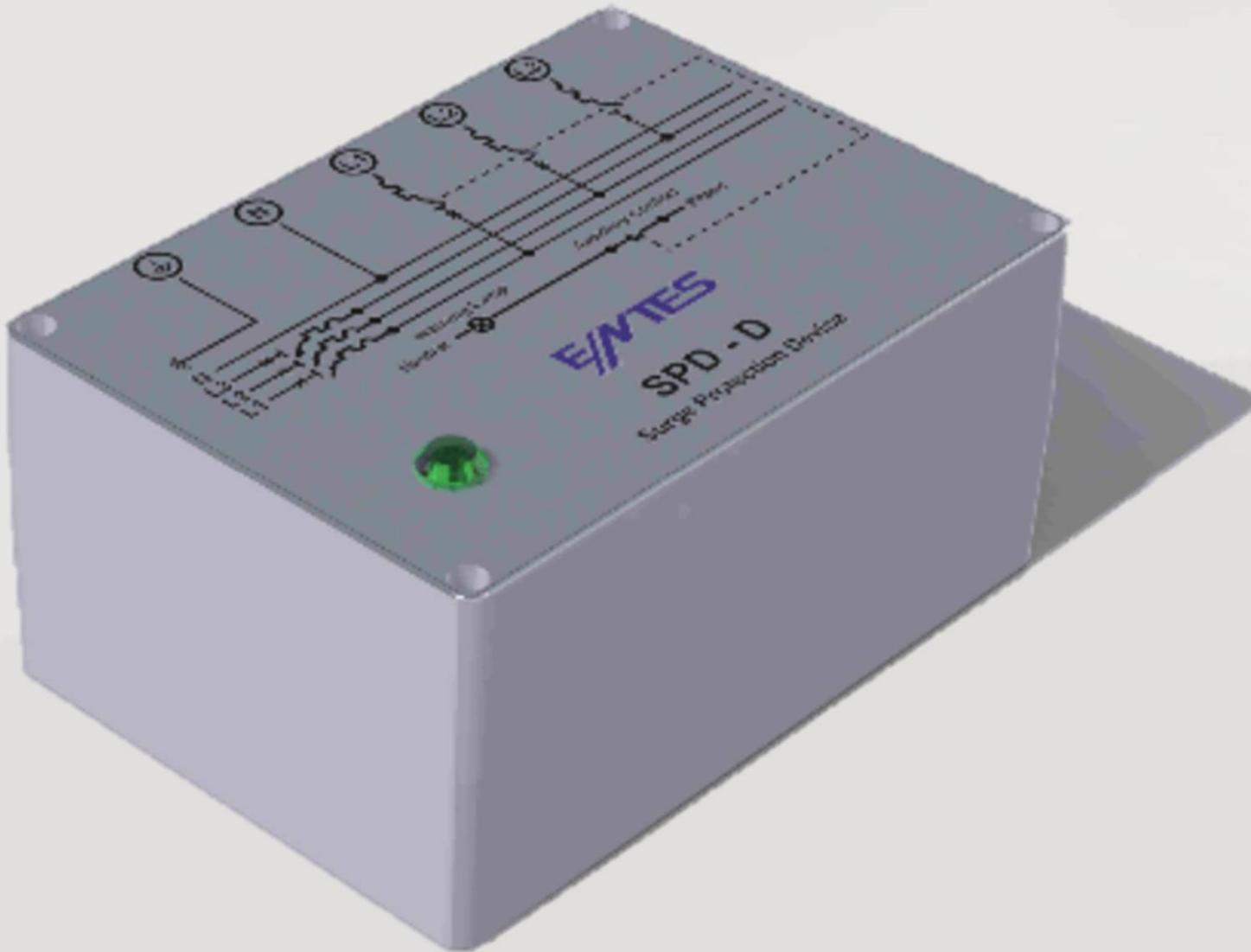
## Boyutlar ve Kullanım Şekli







# Darbe Gerilimi Koruma Cihazı





## Kullanım Amacı:

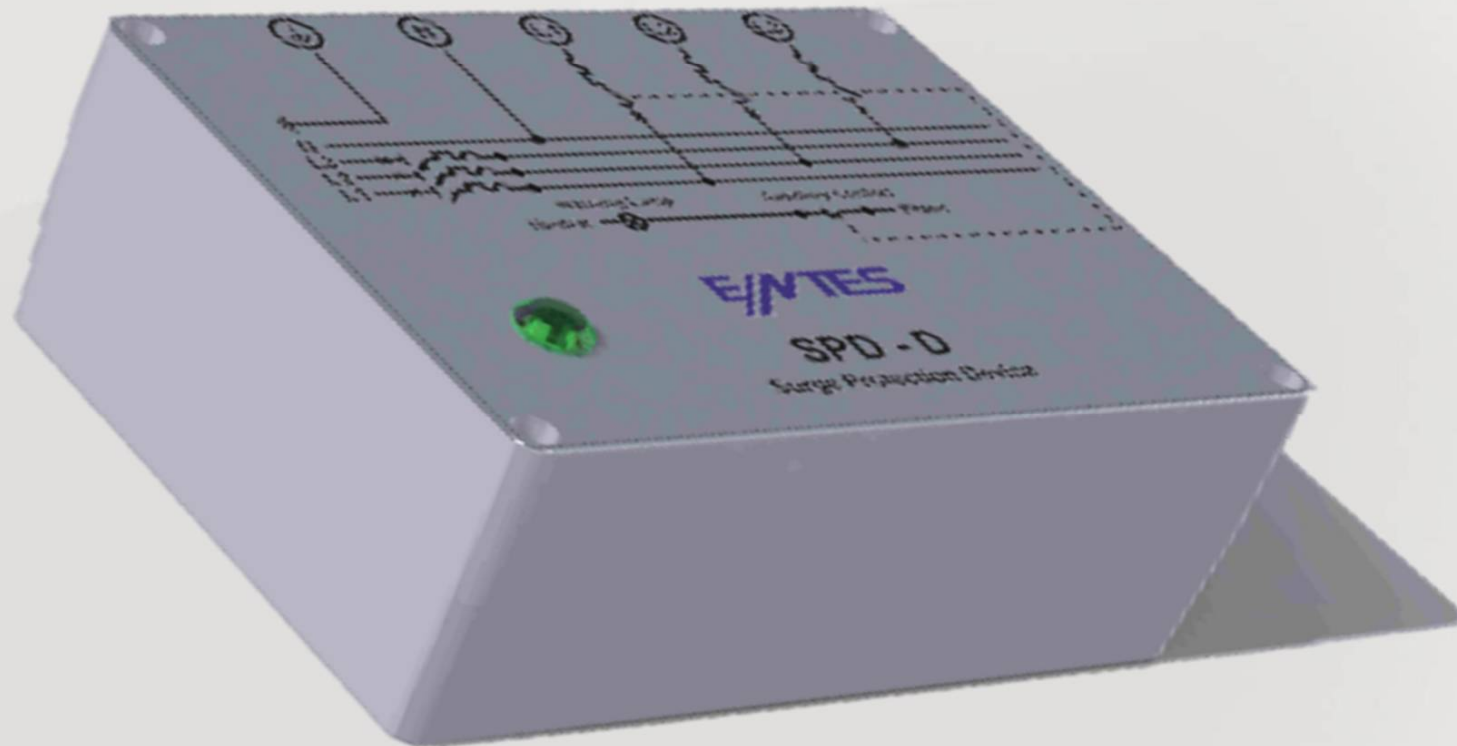
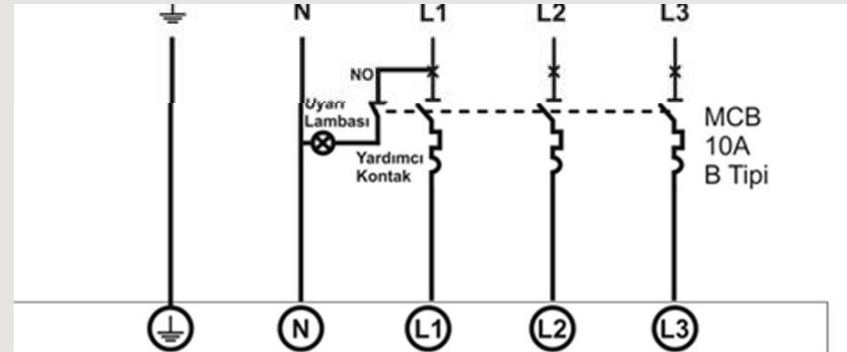
Darbe koruyucular, bağlandıkları panoda bulunan tüm cihazları, şebekeden gelen darbelere karşı korumak amacıyla üretilirler.

## SPD Kullanımı:

Entes SPD, özellikle SC'ler için geliştirilmiş olsa da, farklı tipteki cihazlarını korumasında yarar sağlar.



- Ayrı bir yardımcı kontaklı sigorta ile bağlanmalı





- Bir panoda tek bir SPD yeterlidir.
- SPD, panoda ana şalterin çıkışına bağlanmalıdır.
- Bağlantı kablosu en az 6 mm<sup>2</sup> olmalıdır.
- Nötr ve toprak hatları bağlanmalıdır.
- SPD öncesi kullanılacak sigortanın kısa devre akımı en az 6 kA olmalıdır.



# SORULAR & ÖNERİLER

