ULUBATLI HASAN MESLEKİ EĞİTİM MERKEZİ
ELEKTRİK ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ ALANI
11. SINIF ELEKTRİK TESİSAT PANO MONTÖRLÜĞÜ MESLEK DALI
PANO TASARIM VE MONTAJI DERSİ NOTLARIDIR

KOMPANZASYON SİSTEMİ (1. kısım)

Güç ve Güç Kat Sayısı

Aktif Güç(P)

Gücün her an değişik değer aldığı durumlarda iş gören, faydalı olan gücün ortalama değerine alternatif akımda aktif güç (etkin güç) denir. Alternatif akımda güç denildiğinde kastedilen aktif güçtür. Birimi wattır.

P=UxIxCosφ

Reaktif Güç (Q)

Devrede ortalama değeri sıfır olan güce reaktif güç denir. Ortalama sıfır olduğundan faydalı bir iş görmez. Alıcı, çeyrek periyotta sistemden enerji alır ikinci çeyrek periyotta ise aldığı güçü tekrar şebekeye iade eder.

Kısaca **U.I.Sinφ** çarpımına reaktif güç denir. **Q** harfi ile gösterilir. Birimi **VAR**'dır. VAR: Volt-Amper-Reaktif

Omik devrelerde φ=0 olduğundan Sinφ=0 'dır. Bu devrelerde reaktif güç sıfırdır.

Endüktif devrelerde φ= $\pi/2$ olduğundan reaktif güç $Q>0$'dır.

Kapasitif devrelerde φ= $\pi/2$ olduğundan reaktif güç $Q<0$' dır.

Görünür Güç (S)

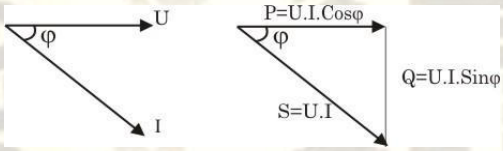
Aktif gücü dirençler, reaktif güçleri de endüktif ve kapasitif devreler çekmektedir. Eğer bir devrede hem direnç hem de reaktanslar varsa bu devrede hem aktif hemde reaktif güç birlikte çekilir. Böyle devrelerde güç, akım ile gerilimin çarpımına eşittir. Bu güce de görünen veya görünür güç denir.

S=U.I Birimi Volt Amper (VA)dir.

S = görünür güç (VA)
U = Gerilim (volt)
I = Akım (Amper)

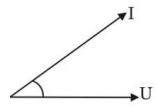
Güç Üçgeni

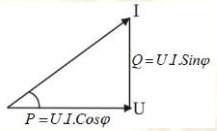
Aktif, reaktif ve görünür güçler arasındaki geometrik bağıntıyı gösteren üçgene güç üçgeni denir. Bilindiği gibi endüktif bir devrenin uçlarına bir gerilim uygulandığında devre, geriliminden geri fazda bir akım çeker.



Endüktif devrede akım, gerilim ilişkisi Şekil 1.3: Endüktif devrede güç üçgeni

Kapasitif devreler de ise devrenin uçlarına gerilim uygulandığında devre geriliminin ileri fazda bir akım çeker.





Kapasitif devrede akım ve gerilim **Kapasitif devrede güç üçgeni**

Üçgenden de anlaşılacağı üzere $S^2 = P^2 + Q^2$ dir.

Güç Kat Sayısı

Akım ile gerilim arasındaki açının ***cos*** değerine *GÜÇ FAKTÖRÜ* **(cosφ)** adı verilir.

Akım gerilim arasındaki açı (Cosφ)

Bazı açıların sinüs ve cosinüs değerleri. Görüleceği gibi açı büyüdükçe değeri küçülür. Açı küçüldükçe **cosφ** değeri büyür

Açı değeri	Kosinisü	Sinüsü
φ=90°	Cosφ=0	Sinφ=1
φ=60°	Cosφ=0,5	Sinφ=0,866
φ=45°	Cosφ=0,707	Sinφ=0,707
φ=0°	Cosφ=1	Sinφ=0

Reaktif Güç Tüketicileri

Manynetik veya statik alanla çalışan bütün elektrikli araçlar şebekeden aktif güç yanında reaktif güç de çeker; bazı koşullar altında da reaktif güç verir. Bu tip reaktif güç tüketicileri şunlardır:

- Düşük ikazlı sekron makineler -Asenkron motorlar -Senkron motorlar
- Bobinler -Transformatörler -Redresörler
- Endüksiyon fırınları, ark fırınları -Kaynak makineleri -Hava hatları
- Floresan lamba balastları -Sodyum ve cıva buharlı lamba balastları

- Neon lamba balastları

Bir Tesise Ait Güç Değerlerinin Tespiti

Tesis Proje Safhasındayken

Tesis proje aşamasında olduğu zaman güç kat sayısı 0,8 olarak dikkate alınır. Gerekli kondansatör gücü yaklaşık olarak **Qc = P x 0,67** kVAr olarak bulunur.

Tesisteki Ölçü Aletlerinden

- Ampermetre, voltmetre ve cosinüsfimetre var ise yaklaşık kondansatör gücü değeri

S = √3xUhxIh , P = S x cosφ , $Q^2 = S^2 - P^2$

Qc = (S x cosφ)x0,67 ….. kVAr ile bulunur.

- Kurulu Transformatör Gücünden yaklaşık kondansatör gücü değer

Örneğin, 250 KVA trafoya ait yaklaşık kondansatör gücü

P = Sx0,8 = 250x0,8 = 200 KW

Qc = Px0,67 = 200x0,67 = 134 KVAR olarak hesaplanır.

Reaktif Güç Kompanzasyonu

Tüketicilerin reaktif güç ihtiyaçlarını karşılamak için iki tip araçtan yararlanılır:

- Dinamik faz kaydırıcılar, aşırı ikaz edilmiş senkron(senkron kompansatörler).
- Statik faz kaydırıcılar, kondansatörlerdir.

Kondansatörlerin kayıpları çok düşük olup nominal güçlerinin % 0,5'inin altındadır. Bakım masrafları da düşüktür. Tüketicilerin kullanılacak alanın hemen yanına ve istenilen büyüklükte tesis edilebilme kolaylıkları da vardır. Bu nedenle kompanzasyon tesislerinin hemen hemen tamamında güç kondansatörleri tercih edilir.

Dinamik Faz Kaydırıcılar (Senkron Makineler)

Reaktif güç üretiminde kullanılan dinamik faz kaydırıcıların başında, aşırı uyarılmış senkron makineler gelir.

Kondansatörler ve kondansatörlerin hesabı

Kondansatör temel olarak iki iletken lavha arasına bir yalıtkan malzeme konularak elde edilen elektrik enerjisi depo etmeye yarayan devre elemanıdır. Ancak kompanzasyonda kullanılan güç kondansatörleri üretim teknolojisi ve kullanım alanı bakımından elektronik devrelerde kullanılan kondansatörlerden çok farklıdır.

Çekilen görünür güç

$P = UxIx\cos\varphi \qquad P = Sx\cos\varphi \qquad S_1 = \frac{P1}{\cos\varphi 1} = \frac{1000}{0.7} = 1428{,}5\ KVA$

$P_1 = 1000\ Kw$

$S1_1 = 1428.5KVA$

$Cos\varphi_1 = 0{,}7$

Çekilen reaktif güç

$Q_1 = \sqrt{S_1{}^2 - P_1{}^2} = 1428{,}5^2 - 1000^2 = 1020{,}2$ kVAr

Aktif güç sabit tutulursa Cosφ = 0,95 için yeni görünür güç

$S_2 = \frac{P2}{\cos\varphi 2} = \frac{1000}{0.95} = 1052.6\ KVA$

$S_2 = 1052{,}6$ kVAr

$Cos\varphi 2 = 0{,}95$

Yeni Reaktif Güç;

$Q_2{}^2 = \sqrt{S_2{}^2 - Pt^2} = \sqrt{1052{,}6^2 - 1000^2} = 328{,}5$ kVAr

Gerekli kondansatör gücü

$Qc = Q_t - Q_2$

$\mathbf{Qc = 1020{,}2 - 328{,}5 = 691{,}7}$ **kVAr**

Güç Katsayısının Düzeltilmesinin Faydaları

Şebekedeki Yararları

<u>Kurulacak bir tesiste:</u>

- Generatörr ve transformatörlerin daha küçük güçte seçilmesine,
- İletkenlerin daha ince kesitli, cihazlarının daha küçük olmasına neden olur.

<u>Kurulu bir tesiste:</u>

- Üretim, iletim ve dağıtımda kapasite ve verimin artmasına,
- İletkenlerde kayıpların ve gerilim düşümünün azalmasına,
- Gerilim regülasyonu ve işletmeciliğin kolaylaşmasına neden olur.

Sonuç: Üretim maliyeti azalır.

Tüketicideki Yararları

<u>Kurulacak bir tesiste:</u>

- Alıcı transformatörünün (varsa) kumanda, koruma ve kontrol donanımının gereğinden daha küçük olmasına,
- İletkenlerin daha ince kesitli seçilmesine neden olur.
- Kurulu bir tesiste:
- Transformatör (varsa), o tesisatın kapasite ve veriminin artmasına,
- Şebekeden daha az reaktif enerji çekilmesine,
- Kayıpların ve gerilim düşümünün azalmasına neden olur.

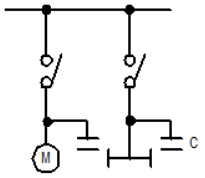
Sonuç: Görülen hizmet ve üretilen ürünün maliyeti azalır.

Kompanzasyon Sistem Çeşitleri

Bireysel Kompanzasyon

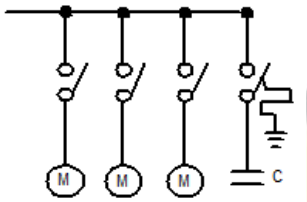
Kondansatörler, kompanzasyonu yapılacak indüktif yüklerin (motor, trafo,balast) şalterlerine bağlanır. En etkili kompanzasyon

yöntemidir. Genellikle sabit kompanzasyon olarak yapılır. Hazırlanmış cetvellerden faydalanılarak gerekli kondansatör değerleri belirlenir.



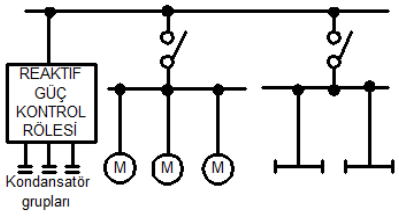
Grup Kompanzasyon

Birçok tüketicinin bulunduğu bir tesiste her tüketicinin ayrı ayrı kondansatörler ile donatılacağı yerde bunların müşterek bir kompanzasyon tesisi tarafından beslenmesi daha pratik ve ekonomik sonuçlar verir. Bu durumda kondansatörler, gerektiği miktarlarda ve özel anahtarlar üzerinden ve gerektiğinde kademeli olarak şebekeye bağlanır.



Merkezi Kompanzasyon

Merkezi kompanzasyon, sistem ana panosundan reaktif rölenin kumandasında ihiyaç duyulan reaktif güç kadar kondansatör grubunun otomatik olarak devreye alınıp çıkarıldığı kompanzasyon sistemidir. Merkezi kompanzasyonda sistem devresinden alınan ölçümler sonucu reaktif kontrol rölesinin kontrolünde kondansatörler kademe kademe devreye girer veya çıkar.



Sürekli devreye girip çıkan küçüklü büyüklü endüktif yüklerin bulunduğu tesislerde her yüke denk ayrı bir kondansatör bağlama gereği nedeniyle akılcı olmayabilir. Bu tip tesislerde kondansatör gücünü, değişen kompanzasyon gücüne uydurabilmek için merkezi ve otomatik kompanzasyon yapılması uygundur.

Merkezi otomatik kompanzasyon sistemi, temel olarak uygun düzenlenmiş kondansatör bataryaları, reaktif gücü algılayıp uygun kondansatör bataryalarının devreye alınıp çıkarılmasını sağlayan reaktif güç kontrol rölesi ve kondansatör gruplarına kumanda eden kontaktörlerden oluşur.

Merkezi kompanzasyon sistemi günümüzde en yaygın kullanılan kompanzasyon sistemidir. Sistemde kullanılan reaktif güç konrol rölelerinin gelişmesi İnternet hattı üzerinden uzaktan kontrole ve takibe imkan vermesi sistemin doğru ve güvenli çalışması açısından da kolaylık sağlamaktadır.

ÇALIŞMA SORULARI

1. Aktif güç nedir?
2. Reaktif güç nedir?
3. görünür güç nedir?
4. Aktif gücü veren formül nedir?
5. görünür gücü veren formülü yazınız.
6. güç katsayısı nedir?
7. hangi cihazlar reaktif güç tüketir?
8. kompanzasynun şebekedeki yararları nelerdir?
9. kompanzasyon çeşitleri nelerdir?
10. merkezi kompanzasyon nasıl yapılır?

(Soruların cevapları size verilen kısa özette mevcuttur. burdan çalışabilirsiniz.)

Kompanzasyon Anlatım Videoları (Açmak için ctrl tuşuyla birlikte linke tıklayınız.)

Kompanzasyon Anlatım-1 = https://www.youtube.com/watch?v=-ofChxYBu0Y

Kompanzasyon Anlatım-2 = **https://www.youtube.com/watch?v=1oYoW5B9tT8**

Kompanzasyon Örnek Soru 1 = **https://www.youtube.com/watch?v=z6lmigBKqpU**

Kompanzasyon Sistemi 2. kısım

Harmoniklerin Kompanzasyon Tesislerindeki Etkileri

Harmonikli Elektriksel Büyüklükler

AC şebekelerinde elektrik üretim, iletim ve dağıtımı sırasında gerilim ve akımın tam sinüs şeklinde olması istenir. Ancak bazı yan etkiler ve bozucu olaylar yüzünden, gerilimin ve akımın şekli bozulur ve sinüs biçiminden ayrılır. Bu durum enerji sistemlerinde zararlı etkilere neden olur.

Harmoniklerin Üretilmesi

Elektrik şebekesinde lineer bir yük için sistemde kullanılan gerilim ve oluşan akımın dalga şekli sinus şeklindedir. Günümüzde kullanılan makinelerdeki sistemlerin (hız kontrol cihazları, kesintisiz güç kaynakları vb.) yük karakteristiği lineer değildir. Bu sebeple sistemin kullandığı akım şekli bozulmaktadır. Örneğin, birçok sanayi tesisinde kontrol sistemlerinde avantajları sebebiyle elektrik motorları motor sürücüler tarafından kontrol edilmektedir.

Aşağıdaki şekilde lineer ve lineer olmayan yük karakteristiğinde akımdaki değişim gösterilmiştir:

- Motor sürücüleri
- Kesintisiz güç kaynaklari (UPS)
- Doğrultucular (redresör), akü şarj cihazları
- Anahtarlanabilir güç kaynakları (SMPS)
- Endüksiyon ocakları
- Kaynak makinaları
- Bilgisayarlar

Harmoniklerin Elektrik Tesisleri Üzerindeki Etkisi

Harmoniklerin elektrik tesis ve cihazları üzerindeki zararlı etkileri şöyledir:

- Kompanzasyon kondansatörlerinin aşırı yüklenerek çok kısa sürede bozulması
- Nötr akımının artması
- Transformatörlerin ısınması, kayıpların artması
- Devre kesicilerde ve diğer kontrol sistemlerinde istenmeyen sebebi belirsiz açılmalar
- Kompanzasyon kademe sigortalarının açılması
- İletişim sistemlerinde parazitlerin oluşması
- Elektronik cihazlarda kart arızalarının meydana gelmesi
- Kontrol sistemlerinde beklenmeyen duruşlar ve arıza kodlarının oluşması sayılabilir.

Harmoniklerin Ortadan Kaldırılması

- OG kompanzasyonu
- Pasif filtreler
- Aktif filtreler

KOMPANZASYON KONDANSATÖRLERİ

Kondansatörler Genel Yapısı

Kondansatör, iletken iki tabaka (genellikle alüminyum folyo) ile bunların arasındaki di elektrik (yalıtkandan) oluşur. Yalıtkan, özel kâğıt, poliprop veya buna benzer maddeler ile bunların arasına sızdırılmış çeşitli yağ ve kimyasal maddelerin birisinden oluşur.

AG ve OG Güç Kondansatörleri

Alçak gerilim güç kondansatörleri (400-525-600 V-50 Hz), AG güç kondansatörleri bakım gerektirmez. Güç kondansatörlerinin belirli aralıklarla faz akımlarının ölçülmesi ve bulunduğu ortamın sıcaklık kontrolü yapılması önerilir. Kompanzasyonda kullanılacak kondansatörün gerilimi bara gerilimi ve sistemde harmoniklerin varlığına göre seçilmelidir.

Orta gerilim güç kondansatörleri (3.3.kV-34,5kV) ve endüksiyon ocak kondansatörleri olarak üç gruptur. Bu güç kondonsatörlerinden beklenen özellikler şunlardır:

- Uzun ömürlü olması
- Elektrik şebekesinde meydana gelen anormal akım, gerilim ve harmonik gibi faktörlerden asgari şekilde etkilenmesi
- Geçici rejimlerde akım, gerilim darbelerinden, dengelenme akımlarından etkilenmemesi
- Aktif kayıplarının en az olması ve bu kayıpları absorbe etmesi
- Projelendirildiği asgari ve azami ortam sıcaklığında performanslarını yitirmemesi
- Elektroteknik boyutlarının yani anma değerlerinin zamanla değişmemesi
- Can ve mal emniyeti yönünden bir tehlike kaynağı oluşturmaması
- Kalıcı kısa devreye girme olasılığının en az olması
- Bakımı kolay, arızası az, tamiri mümkün ve asgari bir maliyet oluşturması
- Montajının kolay olması ve boyut yönünden herhangi bir yere monte edilebilecek bir modüler esneklik göstermesi
- Teknik ve iktisadi bir optimizasyon ürünü olmasıdır.

Günümüzde dört ayrı yapıda güç kondansatöru üretilmektedir.

- **Kâğıt yalıtkanlı yağlı tip**: En eski ve ilk uygulanan sistem olup kayıpların yüksekliği ve büyük hacim gerektirmesi nedeniyle bugün artık kullanım alanını yitirmiştir.
- **Polipropilen yalıtkanlı tip:** Gerilim dalgalanmalarına dayanıksızlığı ve emprenye zorlukları nedeniyle fazla tercih

edilmeyen özelliklere sahiptir.

- **Metalize polipropilen kuru tipi:** Ülkemizde son yıllarda oldukça geniş kullanım alanı bulan bu tip kondonsatörler "kendi kendini onaran" olarak da adlandırılır.

Polipropilen film üzerine alüminyum püskürtülmek suretiyle tek katta hem iletken hem de yalıtkan elemanların elde edilmesi sonucu oldukça küçük ölçülere sığdırılabilmiştir. Kaybı düşüktür. Gerilim dalgalanmalarından etkilenen alüminyum yoğunlaşması ilkesine dayanan, kendini onarma özelliği avantajlı yanı olmakla birlikte, giderek kapasite değerinin düşmesi dezavantajını da barındırmaktadır. Kondonsatörün gücü, kapasitesi ile doğru orantılı olduğundan bu tip kondonsatörlerin zamanla kVAr gücü de zayıflar.

- **Karma yalıtkanlı yağlı tip**: Bu sistem ile hava kapasitesi kaybı önlenmiş hem de kayıplar düşürülerek daha küçük hacimlere sığabilme özelliği kazanılmıştır. Bu sayede, gerek görülen reaktif gücün stabil olarak uzun yıllar aynı değerde tutulması gerçekleştirilmiştir. Karma yalıtkanlı yağlı kondonsatörler gerilim dalgalanmalarından etkilenmez.

Kondansatör Hesabı

Kapasite

Kondansatör birbirinden izole edilmiş iki metal elektrottan oluşur. Elektrotlara gerilim tatbik edilince elektrolide yüklenir. Yüklenen elektrik miktarı Q (Q = C.U) gerilimle doğru orantılıdır. Orantı faktörü C, o kondansatörün kapasitesi olarak nitelendirilir. Bu faktör, gerilim değerine, yükleme veya boşaltma süresine bağlı değildir.

Iki düzey levha arasındaki kapasite değeri C:

ε = Dielektrik sabitesi: 0,0085

F = Elektrot yüzeyi (m2)

d = Elektrotlar arasındaki mesafe (m)

$$C = \varepsilon \cdot \frac{F}{d}$$

Bu eşitlik hafif kıvrımlı düzeye yakın elektrotlu kondansatörler (örneğin, kâğıt sarımlı kondansatörler) için de yaklaşık olarak geçerlidir. Kapasite birimi "Farad'dır. Eğer bir kondansatörün elektrotları arasında 1 v'luk bir gerilim varsa ve 1 A ile yüklenmiş ise o **kondansatörün kapasitesi 1 F'dır denilir. Pratik kullanma için 1 farad çok büyüktür. Bu** nedenle kuvvetli akım tekniğinde kullanılan büyüklük

$\mu f = 10^{-6}$ F'dır.

Kapasitif Reaktans

Alternatif akım devresindeki bir kondansatör, geçen akıma bir direnç gibi karşı koyar.

Bu tür bir direnç kapasitif reaktans (Xc) olarak anılır. Kapasitif reaktansa bazı çevrelerde kapasitans ya da kapasitif tepkin direnç de denilmektedir. (Reaktans = Reaktif Rezistans =Tepkin Direnç)

- Frekans ne denli yüksek olursa kapasitans o denli küçük olur.
- Kapasite ne denli büyük olursa kapasitans o denli küçük olur.
- $X_c = 1 / \omega C$ Xc = Kapasitans (Ω) ω = Açısal frekans (rad) C = Kapasite (F)

Kondansatör Güç Hesabı

İyi bir kompanzasyon yapabilmenin iki önemli koşulu, gereken kondansatör gücünün dikkatli saptanması ve kondansatör adımları ile akım trafosunun doğru seçimidir. Aşağıda bu değerlerin doğru seçimi için pratik bir yöntem bir örnek ile açıklanmıştır. Uygulamada ise ENTES R-G 5A kompanzasyon rölesi kullanılmıştır.

Gerekli kondansatör gücünün tayini için tesisin **cos φ** 'sinin ve kurulu aktif gücünün bilinmesi gerekmektedir. Tesisin **cos φ** 'si pratik olarak faturalardan bulunur. O dönemde harcanan aktif ve reaktif enerji bilindiğine göre;

tan φ = harcanan reaktif enerji / aktif enerji ;

Buradan hesap makinesi veya trigonometric cetvel ile **cos φ** bulunur. Tesisin kurulu aktif gücü ise tesisteki tüm alıcıların (motorlar, aydınlatma elemanları, fırın rezistansları vb.) etiketleri üzerindeki güçler toplanarak belirlenir.

Tesisteki ampermetre, voltmetre ve Cos φ metre yardımı ile de bulunabilir.

$Q_c = P_1 .(tg\varphi_1 - tg\varphi_2)$

$tan\varphi_1$ = Cos φ_1 'in tanjantı $P_1 = \sqrt{3}\, U.I.Cos\varphi.10^{-3}$ kW

$tan\varphi_2$ =İstenilen değerin tanjantı

Tesis anma yükünde çalıştırılıp değerler okunur.

- **Kondansatör adımının tayini**

Dikkat edilmesi gereken en önemli husus 1. adımda kondansatör değeri diğer adımlardakilerden daha küçük seçilmelidir. Yukarıdaki örnekte 45 Kvar'lık kondansatör ile yapılacak kompanzasyon panosunda 5 kademeli röle kullanılması durumunda adımlar aşağıdaki gibi olmalıdır:

1. kademe 5 Kvar
2. kademe 10 Kvar
3. kademe 10 Kvar
4. kademe 10 Kvar
5. kademe 10 Kvar

Kadame tayini kopanzasyon sitemindeki en önemli konulardan biridir. Kompanze edilecek sistemin her çalışma şeklinde çekeceği reaktif güce karşılık gelecek kondansatör değeri bulunmaladır. Örneğin, normal mesai saatlerinde kompanzasyonunda sıkıntı olmayan tesis, gece ve tatil günleri çalışmadığında sadece gece aydınlatması devrede olduğundan yük miktarı azalır. Bu yükün çektiği reaktif güç kondansatör kademelerinden çok küçük (eşit kondansatör kademesi yok) ise reaktif güç kontrol rölesi kademe devreye almaz ve gece aydınlatmasının çektiği reaktif güç şebekeden çekileceğinden cezai duruma endüktif endekten düşülebilir. Ayrıca kompanze edilmiş tesise ilave güç bağlantısı yapılmışsa kondansatör kademelerinin yeni yük dağılımına göre

yeniden yapılandırılması gerekebilir.

Aşırı Kompanzasyon Zararı

Her ne kadar reaktif güç faydalı değil ise de bundan tamamen vazgeçilemez. Zira elektrodinamik prensibine göre çalışan generatör, transformatör, bobin ve motor gibi bütün işletme araçlarının normal çalışmaları için gerekli olan manyetik alan reaktif akım tarafından meydana getirilir. Bilindiği gibi endüksiyon prensibine göre çalışan bütün makineler ve cihazlar, manyetik alanın meydana getirilmesi için bir mıknatıslanma akımı çekerler. İşte bu mıknatıslanma akımı, reaktif akımdır. Onun için faydalı aktif gücün yanında mutlaka reaktif güce de ihtiyaç vardır. Bu sebeple bütün alternatif akım tesisleri, aktif gücün yanında reaktif gücün de çekileceğini gözönünde bulundurularak boyutlandırılır. Aşırı kompanzasyon manyetik alanı oluşturan reaktif akımı yok edeceğinden işletme araçlarının çalışma verimliliğini azaltacaktır.

3. REAKTİF GÜÇ KONTROL RÖLESİ BAĞLANTISI VE AYARLARI

Reaktif Güç Kontrol Rölesi ve Çeşitleri

Tanımı

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 gurubu 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.

Reaktif Güç Kontrol Rölesi Seçiminde Dikkat Edilecek Hususlar

Reaktif röle seçiminin hatalı yapılması sonucunda, birçok işletmede kompanzasyon tam olarak sağlanamamakta, doğal olarak da işletmeler harcadıkları enerjiyi verimli olarak tüketememekte ve bu neden ile ceza faturaları ile karşılaşmaktadır.

Birçok elektrik mühendis, teknisyen ve teknikeri, reaktif kompanzasyon konusunda müşavirlik yapmakta ve yanlış röle kullanımı neticesinde, işletmelerin ceza faturalarını ödemek zorunda kalmaktadırlar. Doğru sistem için doğru reaktif güç kontrol rölesinin kullanılması, hem işletmelerin ve müşavirlerin zarar etmesini engelleyip hem de ülke ekonomisine katkıda bulunur.

Reaktif güç kontrol rölesi seçerken rölenin bulundurması gereken öneri olan özellikler:

- Sistemden çekilen güç miktarına uygun değerde kondansatörü kendisi tespit edip devreye alıp çıkarabilmelidir.
- Sadece Cosμ değerine göre değil sayacınızın yazma şekline göre reaktif kompanzasyonunuzu düzenlemelidir.
- Elektronik sayaç tipine uygun şekilde enerji sayabilmelidir.
- Sisteminizde, kondansatör alma bırakma zamanını, sizin belirlediğiniz sınırlar içerisinde, indüktif veya kapasitif sayacınızın açılması durumunda, kondansatör alma ve bırakma zamanını kendisi küçültüp büyütebilmelidir.
- Normal kabul edilen alanın belirlenebilmesi için C/K ayarlamasına gerek kalmadan, normal bölge aralığını kendi hesaplamalıdır.

Standartlara uygun olarak üretilen reaktif güç kontrol röleleri, sistem akımını dijital olarak algılayarak tesisin güç faktörünü hassas bir şekilde ölçer. Hesaplanan güç faktörünün istenilen değerler dışında olduğu durumda devreye kondansatör alır veya çıkarır.

Kondansatör kontaktörlerine cihaz içindeki röleler yardımıyla yol verilir. Bu röleler geçici akım rejimlerine ve açma kapama darbe akımlarına karşı dayanıklı olup kontak uçlarında kullanılan filtrelerle ark minimuma indirilmiştir. Röleler aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdır:

- Ön panel kullanımı, çok fonksiyonlu tuşlardan oluşmalıdır.
- Fonksiyonlar set tuşu ile seçilmeli. Seçilen fonksiyon üzerindeki değiştirmeler yukarı ve aşağı tuşları kullanılarak yapılabilmelidir.
- Elektrik enerjisi kesildiği takdirde kompanzasyon devre dışı kalmalıdır.
- Reaktif güç kontrol rölesi en az 5 ile 10 kademeli olmalıdır.
- Reaktif güç ayarını yapabilmek için C/k oranı hesaplanmalıdır (C:1. kademedeki kondansatör gücü, k; Akım trafosu dönüştürme oranıdır).
- Rölenin ön panelinde kademe sayısı kadar LED diyot bulunmaktadır. Işık veren LED sayısı kadar devrede kondansatör grubu bulunduğu anlaşılmaktadır.

4. KOMBİ SAYAÇLAR

Kombi Sayaç Yapısı

Tüketilen aktif ve reaktif ve kapasitif enerjiyi tek başına ölçen sayaçlara kombi sayaçlar denir. Tarımsal sulama aboneleri, kurulu gücü yüksek sanayi abonelerinde, orta gerilim abonelerinde kullanılır. Kombi sayaçlara X5 kombi sayaç denmesinin sebebi akım trafosu ile kullanılmasından kaynaklanmaktadır.

Kombi sayaçlar yapı olarak diğer sayaçlardan bir farkı yoktur. Kombi sayaçlarda da akım bobinleri ve gerilim bobinleri bulunur akım bobinleri devreye seri, gerilim bobini devreye paralel bağlanır.

Dijital kombi sayaçalarda akım ve gerilim bobinleri bulunmaz bunun yerine akım ve gerilim sensörleri mevcuttur. Daha ayrıntılı bilgi için Dağıtım Panoları modülü incelenebilir.

Kombi sayaç bağlantıları diğer sayaç bağlantılarına benzer fakat bağlantı yapılırken aşağıdaki hususlar dikkat edilmelidir:

- Akım bobinlerinin giriş ve çıkış uçları
- Faz sırası
- Akım trafolarının polaritesi
- Gerilim trafolarının polaritesi

Endekslere Göre Ceza Oranının Hesaplanması ve Örneklerle Açıklanması

Elektrik faturalarındaki cezalı ödemelerin genellikle farkına varılmaz. Aktif harcama sanılarak reaktif kullanımdan dolayı fazla fatura tutarları ödenir. Tesisteki kompanzasyon sisteminin düzenli olarak takip edilmesi ve periyodik bakımının yapılması gerekmektedir. Aksi hâlde oluşabilecek olumsuz durumda fazla elektrik faturası ödenmesi kaçınılmaz olabilir.

KOMPANZASYON YÖNETMELİĞİ VE KRONOLOJİK SIRALAMASI

Resmi Gazete Tarih	Resmi Gazete Sayı	Yönetmelik	Yürürlük Tarihi	Endüktif /Aktif Oranı	Kapasitif/Aktif Oranı	Kapsam
28/02/03	25034	EPMHY	28/02/03	33	20	Mesken abone grubu dışında kalan tüm müşteriler
10/11/04	25639	AGKY	01/01/07	25	15	İletim sistemine doğrudan bağlı tüketiciler Dağıtım lisansına sahip tüzel kişiler
			01/01/09	14	10	İletim sistemine doğrudan bağlı tüketiciler Dağıtım lisansına sahip tüzel kişiler
09/01/07	26398	AGKY	01/01/07	33	20	İletim sistemine doğrudan bağlı tüketiciler
				50	0	Dağıtım lisansına sahip tüzel kişiler
			01/01/08	20	15	İletim sistemine doğrudan bağlı tüketiciler
				33	20	Dağıtım lisansına sahip tüzel kişiler
			01/01/09	20	15	İletim sistemine doğrudan bağlı tüketiciler Dağıtım lisansına sahip tüzel kişiler
09/01/07	26398	EPMHY	01/01/07	33	20	Mesken abone grubu dışında kalan tüm müşteriler
			01/01/08	33	20	bağlantı gücü 50 kVA'nın altında olan müşteriler
				20	15	bağlantı gücü 50 kVA'nın üstünde olan müşteriler

50 KVA üzeri Kurulu güçlerde:

- % Endüktif Reaktif: Endüktif reaktif harcanan / Aktif Harcanan %20'den küçük olmalı
- % Kapasitif reaktif : kapasitif reaktif harcanan / Aktif harcanan %15 'ten küçük olmalıdır.

50 KVA Altı Kurulu güçlerde:

- % Endüktif Reaktif: Endüktif reaktif harcanan / Aktif harcanan %33 'ten küçük olmalıdır.
- % Kapasitif reaktif: kapasitif reaktif harcanan / Aktif harcanan %20 'den küçük olmalıdır.

ayrıca;Tedaşın sitesinde aşağıdaki bilgi yer almaktadır.

• Konut, villa, mesken abonelerde sözleşme gücüne uygun sayaç takılır, reaktif ve kapasitif ceza uygulanmaz.
• İşletmelerde Sözleşme gücü 9 kW sonrası için reaktif, kapasitif ölçen kombi elektrik sayaçı kullanımı zorunludur. Sayaç takılmadığı durumda % 90 reaktif kullandığı varsayılarak elektrik fatura bedeline ilave edilir.
• İşletmelerde Sözleşme gücü 9 kW sonrası için Kompanzasyon sistemini zorunlu tutar.
• İşletmelerde Sözleşme gücü 9 kW – 29,9 kW arası %33 reaktif sınır, %20 kapasitif sınırı aştığı zaman ceza uygulanır.
• İşletmelerde Sözleşme gücü 30 kW üstü %20 reaktif sınır, %15 kapasitif sınırı aştığı zaman ceza uygulanır.

PLC VE MONTAJI

1. YAPILACAK İŞE UYGUN PLC SEÇMEK

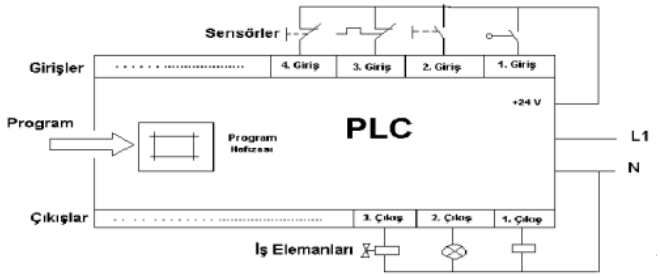
1.1. PLC Tanımı ve Türleri

Sistem bilgilerinin direkt olarak insan tarafından verildiği sistemlere "konvansiyonel sistemler" denir. Eğer bilgiler bir program yoluyla verilmiş ise bu durumda oluşturulan sisteme "otomasyon sistemi" denir. Herhangi bir sistemi daha önceden belirlenmiş bir duruma getirme işlemine "kontrol" denir. Duruma getirme veya durumu değiştirme, insan müdahalesi olmadan bir program tarafından yapılırsa yapılan işleme "otomatik kontrol" denir. Buna göre "otomasyon", insan müdahalesi olmadan herhangi bir hareketin oluşmasına ve bu hareketin istenildiği gibi gerçekleşmesine verilen isimdir.

PLC cihazları, kumanda tekniğinde gerekli olan tüm cihazları (zamanlayıcılar, sayıcılar, hafıza birimleri vb.) bünyesinde bulundurabilen, gerek programlama konsolları gerekse bilgisayarlar üzerinden program yapılabilen ve yapılan programla kontrol etmek istediğimiz otomasyon sistemini otomatik olarak kontrol eden, sayısal sistem esasına göre çalışan cihazlardır.

Şekil 1'deki blok diyagramda gösterildiği gibi PLC, sensörlerden aldığı bilgiyi kendine göre işleyen ve iş elemanlarına göre aktaran bir mikroişlemci sistemidir. Sensörlere örnek olarak; herhangi bir metali algılayan endüktif sensör, PLC girişine uygun gerilim vermede kullanılan buton ve anahtarlar verilebilir. İş elemanları için PLC çıkışından alınan gerilimi kullanan kontaktörler, bir cismi itme veya çekmede kullanılan pnomatik silindirleri süren elektro-valflar ve lambalar uygun örnektirler.

PLC sistemi Analog-Digital giriş/çıkış bağlantılarıyla birçok makine ve sistemi kontrol eder. Bu amaçla sayısal işlemleri, zamanlama, sayıcı, veri işleme, karşılaştırma, sıralama, kendi bünyesinde 8-16 bit data transferi ile programlama desteği sağlamış **giriş bilgilerini** kullanarak, çıkış ünitelerine atayan giriş-çıkış, bellek, CPU ve programlayıcı bölümlerinden oluşan entegre sistemdir. Cihaz içerisinde ayrıca çok sayıda dahili (yardımcı- saklayıcı) röleler, zaman röleleri bulunmaktadır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1: PLC genel blok şeması

SIMATIC S7-200

1.2. PLC'nin Kullanım Amacı ve Alanları

PLC, icat edilmeden önce kontrol sistemleri röle ile yapılmaktaydı. Röleli kontrol, aşağıda açıklanan çeşitli kusurlara sahiptir:

- Kontak kusuru
- Kontak aşınması
- Birçok röleyi eklemenin ve kablolamanın zor olması
- Kontrol edilen işin içeriğini değiştirmenin çok karışık ve zor olması

Bu kusurlarından dolayı PLC cihazının önemi artmıştır. Ayrıca PLC cihazını uzaktan kontrol imkânı mevcuttur. Yani internet üzerinden PLC cihazlı kontrol sistemini kumanda etmek mümkündür. Ayrı yerlerde fabrikası bulunan tesisin kontrol sisteminin haberleşmesini PLC cihazı ile yapmak mümkündür. Bu yüzden günümüzde otomasyon kontrol sistemlerinde PLC kullanımı hızla artmaktadır.

PLC'nin kullanım alanlarından başlıcaları şunlardır:

- Fabrikalarda otomasyon
- Asansör tesisatları
- Otomatik paketleme
- Enerji dağıtım sistemleri
- Taşıma bandı sistemleri
- Doldurma sistemleri
- Otomobil endüstri sistemleri
- Balya presleri
- Alçı ve harç makineleri
- Vakum tesisleri
- Merkezi / yardımcı yağlama sistemleri
- Ağaç işleme makineleri
- Kapı kumanda sistemleri
- Hidrolik kaldırıcılar
- Gıda endüstrisi
- Laboratuar cihazları
- Modem uygulamaları
- Elektrik tesisatları
- Stok sistemleri
- Demir çelik fabrikaları vb.

1.3. PLC İle Röle Sistemleri Arasındaki Farklar ve Avantajları

-PLC; elektronik röle, zaman rölesi, sayıcı ve iç bağlantıları ile birlikte entegre bir sistemden meydana gelmiştir.

-Röle sisteminde, kumanda elemanları paralel olarak ve aynı zamanda bir çalışma şekli ortaya koyabilirler. PLC'de ise çalışma sırası program sırasına göredir (çevrimli, dönüşümlü çalışma).

-Röle sisteminde kullanılan kontak sayısı sınırlıdır. Oysa PLC'de kullanılan elemanların kontak sayıları istenilen (sonsuz) sayıda olabilir.

-Bir entegre sistemde sistemin çalışma şekli değiştirilmek istendiğinde röleli sistemde çeşitli montaj değişiklikleri ve yeni masraflar gerekmektedir. Oysa PLC'de böyle yeni montaj değişikliklerine ve masraflara gerek yoktur.

-PLC ile devre tasarımları röleli sistemlere göre daha kolay, çabuk ve daha az masraflı yapılabilmektedir. Bunun yanı sıra arıza, bakım, devre takibi daha kolay ve hızlıdır.

-Röle sisteminde bir endüstriyel kumanda işlemini gerçekleştirebilmek için birçok devre elemanını satın almak gerekir (zaman röleleri, sayıcılar gibi).

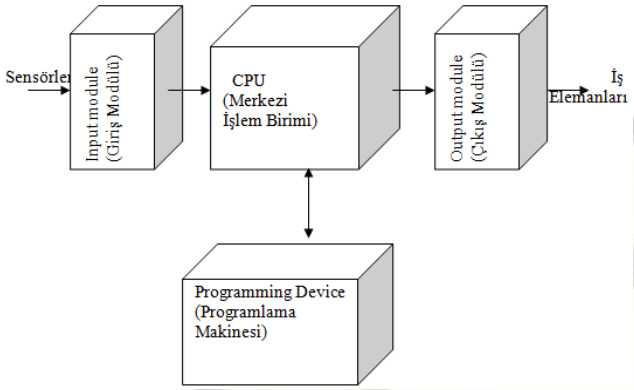
-PLC ile yapılan sistemlerde ise birçok devre elemanı, cihaz bünyesinde hazır olarak bulunduğundan ayrıca elemanlar satın alınmasına gerek yoktur.

-Röle sistemi ile yapılan kumanda ve kontrol sistemleri devre elemanlarının hacimleri nedeniyle çok yer kaplar. PLC ile yapılan sistemlerde hacim yönü ile büyük bir avantaj ve küçülme söz konusudur.

-Röle sistemi ile yapılan kumanda ve kontrol sistemlerinde çok karışık ara kumanda bağlantıları bulunmaktadır. Bu nedenle arıza bulmak güçtür. PLC ile yapılan kontrol sistemlerinde ise ara kumanda bağlantıları çok azdır. Çünkü gerekli bağlantılar PLC içerisinde PLC tarafından yapılmaktadır.

-PLC'ler röle sistemlerine göre daha güvenlidir, düşük güç tüketimi sağlar ve uzaktan kontrol imkânı hızlı ve daha az karmaşıktır.

1.4. PLC Parçalarının Yapısı ve Fonksiyonları



PLC, genel olarak aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi 5 ana bölüme ayrılmıştır **(**Şekil1.2):

- Central Prosessing Unit(CPU): Merkezi işlem birimi
- The Input/Output(I/O) Section: Giriş/çıkış bölümü
- The Programming Device: Programlama makinesi

Şekil 1.2: PLC'nin genel yapısını gösteren şema

1.4.1. Merkezi İşlem Birimi MİB(CPU)

Merkezi işlem birimleri, PLC sisteminin beyni olarak düşünülebilir. Bu birimler, kumanda edilen sisteme ait yazılımın (sadece mantık yazılımının) saklandığı ve bu yazılımın işlendiği kartlardır. Merkezi işlemci haricinde program hafızası ve programlama cihazı bağlantısı için bir interface (arayüz) içerir. Ayrıca bazı modellerde başka PLC grupları ile beraber çalışabilmeleri için özel interfaceler de bulunur. İstenen fonksiyonu uygun şekilde yerine getirebilmesi için CPU'nun işlem hızı, hafıza kapasitesi ve çok özel özelliklerinin üretimin minimum gereklerini sağlaması şarttır.

1.4.2. Hafıza(Bellek Elemanları)

PLC'de yazılmış programları değişik biçimlerde saklayan, koruyan hafıza birimleri mevcuttur. Bu hafıza birimleri RAM, ROM, EPROM, EEPROM hafızası gibi hafızalardır. RAM hafıza hem yazılıp hem okunabilen geçici hafıza birimidir. PLC'de giriş/çıkış birimleri ile ilgili bilgilerin saklandığı belleklerdir. ROM hafıza, sadece okunabilen kalıcı hafızalardır.

PLC'de komut bilgileri ve sabitler ROM'lara yüklenir. EPROM hafıza silinebilir ve programlanabilir hafıza türüdür. PLC cihazlarında yazılmış olan programlar önce EPROM hafızada saklanır, buradan CPU'ya gönderilir. EEPROM hafıza elektriksel olarak silinip yazılabilen EPROM hafızalardır. PLC'de programlama cihazı veya bilgisayar ile yapılan program bu hafızada saklanır. Bu hafızaya "**program hafızası**" denir.

1.4.3. Programlama Makinesi

Programlama makinesi (operatör paneli), PLC programlamaya uygun yapısı olan, çoğu bilgisayar formunda özel cihazdır. Operatör panelleri, genellikle bilgisayarın olmadığı yerlerde tercih edilir.

1.4.4. Güç Katı

PLC içerisindeki elektronik devrelerin çalışması için gerekli olan gerilimi istenilen seviyede temin eden bir güç ünitesi mevcuttur. Şebeke gerilimi 110/220 V AA veya 24 V DA olan tipler mevcuttur. Bu güç ünitesi PLC içindeki kartların beslemelerini (giriş/çıkış kartları hariç) sağlamakla yükümlüdür.

1.4.5. Giriş/Çıkış Bölümü

PLC'nin giriş bilgileri, kontrol edilen ortamdan veya makineden gelir. PLC'nin girişine gelen sinyaller; basınç şalterlerinden ,sınır şalterlerinden , yaklaşım şalterlerinden veya herhangi bir röle,kontaktör ya da otomatın yardımcı kontağından gelebilir.

1.4.6. Genişleme Birimleri

PLC'ler için tasarlanmış özel modüller isminden de anlaşılacağı üzere PLC'nin vazifesi olmayan daha çok kişisel bilgisayarların görevi olan bilgi saklama uygulamalarında kullanılır. Bu saklanacak bilgilerin CPU içerisinde sabit olarak yer alması gereksiz ve çoğu zaman imkânsızdır. Bu yüzden PLC sistemi içine dahil edilen bir kart ile bilgi alınması, alınan bu bilgilerin işlenmesi ve büyük oranlarda (CPU içerisinde saklanamayacak boyutta) saklanması sağlanır. Bu tür işlemlerin gerçekleştirilebilmesi için özel modül içerisinde birtakım yazılımlar yapılması gerekir. CPU bu kartlara bilgileri **internal bus** hattı üzerinden çeşitli komutlarla gönderir. Dos ortamı komutlarını çalıştırabilir ve örnek olarak database içerisinde bilgi saklayabilir. PLC ye takılabilen bu tip kart modeli PC'ler ayrıca floppy drive üzerinden bilgilerin backup olarak yedeklenmesini de sağlarlar.

1.5. PLC Seçiminde Dikkat Edilecek Hususlar

- PLC'nin güç ünitesi, PLC içindeki kartların güç sarfiyatına göre maksimum çıkış akımı temin edebileceğimiz bir gerilim değerinde olmalıdır.
- Giriş/çıkış birimi sayısı, sistemimizin ihtiyacını uzun vadede de karşılayabilmelidir. Basit bir sistem için(örneğin bir elektrikli kapının otomasyonu, bir sulama sisteminin otomasyonu, bir yüzme havuzu vb.) 24 I/O(giriş/çıkış birimi) yeterlidir.
- CPU cinsi sistemimizin büyüklüğüne ve ihtiyacına bağlı seçilmelidir. Bunun için piyasada her üretici firmanın küçük, orta ve büyük sistemlere göre PLC'leri mevcuttur.
- Ek giriş/çıkış birimi eklenme özelliği uzun vadeli seçimler için önemlidir. Eğer sistemimiz sürekli büyüyorsa ek giriş/çıkış birimi eklemeye müsait PLC seçmemiz gerekir. PLC'nin kurulumu, kablolaması ve programlaması basit olmalıdır
- PLC üzerinde çalışma durumunu rahatlıkla takip edebilmeliyiz.
- Zamana yönelik uygulamalara izin vermelidir (örneğin havuzun gece çalışmasının kesilmesini istiyorsak bu saatte otomatik olarak çalışmayı durduran bir ünite).
- Ayarlama özelliği kolay olmalıdır.
- Bakım ve arıza teşhisi kolay yapılabilmelidir.
- Uzaktan erişime imkân tanımalıdır.
- Yaptığımız programın doğru çalışıp çalışmadığını test etmek kolay olmalıdır.

ÇALIŞMA SORULARI

11. Harmoniklerin elektrik tesis ve cihazları üzerindeki zararlı etkileri nelerdir?
12. Harmoniklerin Ortadan Kaldırılması hangi metodlarla yapılır?
13. Kombi sayaç nedir?
14. PLC nedir?
15. PLC'nin kullanım alanların bazıları hangileridir?
16. PLC seciçimde dikkat edilecek hususlar nelerdir?
17. PLC hangi birimlerden meydana gelir?

(Soruların cevapları size verilen kısa özette mevcuttur. burdan çalışabilirsiniz.)

Kompanzasyon Anlatım Videoları (Açmak için ctrl tuşuyla birlikte linke tıklayınız.)

PLC Nedir?=
https://www.youtube.com/watch?v=qVjNlw3dcjk&list=PL3zcL8hwxMoMdNywVENT58k55GJePk1yQ

Plc dersleri
https://www.youtube.com/watch?v=_FBzkNwgmJU&list=PLzcZicouHvx1ZHnBmHMZ65PrhDu52N9Yn

Entes RG-3 12C reaktif güç kontrol rölesi
https://www.youtube.com/watch?v=JSR-e9NDbmI

Not= İnternetten bu konuda yüzlerce kaynak mevcuttur. Farklı uygulama videolarını izleyebilirsiniz.