



ELEKTRİK DAĞITIM A.Ş.

TEMEL ELEKTRİK BİLGİSİ

VE

MALZEME BİLGİSİ

EĞİTİM NOTLARI - 2022

Kasım 2022

ADM & GDZ

ELEKTRİK DAĞITIM A.Ş.

TEMEL ELEKTRİK BİLGİSİ

VE

MALZEME BİLGİSİ

EĞİTİM NOTLARI - 2022

Hazırlayan

Ümit YALÇIN
Elk. Müh.

İNDEKS

Sh. No:

BÖLÜM – 1 TEMEL ELEKTRİK BİLGİLERİ

1-) Elektrik Nedir ?	2
2-) Elektrik Enerjisi Dağıtımı	3
3-) Gerilim	4
4-) Akım	5
5-) Güç	5
6-) Ohm Kanunu	4 - 5
8-) Güç James WATT	8
9-) Harmonikler	10 - 14
10-) Gerilim Düşümü	15 - 25
10-) Transformator Bağlantı Grupları	26 - 37
11-) Transformator K Faktörü	38 - 39
12-) Transformatorlerde Kademe Değişirme	40
13-) Transformator % Uk Belirleme deneyi	41 - 42

BÖLÜM – 2 MALZEME BİLGİLERİ

14-) AG PANO	43 - 44
15-) SİGORTALAR	45 - 56
16-) VOLTMETRE	57
17-) HATA AKIMI KORUMA.	58 - 59
18-) AYIRICILAR	60 - 63
19-) KESİCİLER	64 - 71
20-) RMU , MODÜLER HÜCRE , YÜK AYIRICISI	72 - 75
21-) TRANSFORMATÖRLER	76 - 80
22-) DAĞ. TR ANA ZATİ KORUMALAR	81 - 85
23-) YG PARAFUDR' lar	86 - 87
24-) HAVAİ HAT İLETKENLERİ	88
25-) YG KABLolar	89
21-) Kesici, Yük Ayırıcısı, Ayırıcı Fonksiyon Tablosu	90
22-) Kaynakça	91

BÖLÜM - 1

TEMEL ELEKTRİK

BİLGİLERİ

ELEKTRİK

Elektrik sözcüğünün kökeni eski Yunanca'dan gelmektedir. Antik Yunanca'da kehribar anlamına gelen elektron sözcüğü, yeni Latince'de kehribar gücü anlamına gelen electrica kelimesi olarak kullanım alanı bulmuştur.

İngiliz yazar Sir Thomas Browne (1605-1682) tarafından 1646'da yayımladığı Pseudodoxia Epidemica adlı eserinde elektrik terimi ilk kez kullanılmıştır.

Sonraları İngilizce ve Fransızca'ya geçen kelime dilimize de elektrik olarak kazandırılmıştır. Elektrik kelimesi, bütün dünya dillerine aynıdır.

Teknik olarak; "Maddenin elektron, pozitron, proton vb. parçacıklarının hareketleriyle ortaya çıkan enerji türü" olarak açıklanabilir.

İlkçağlarda Elektrik :

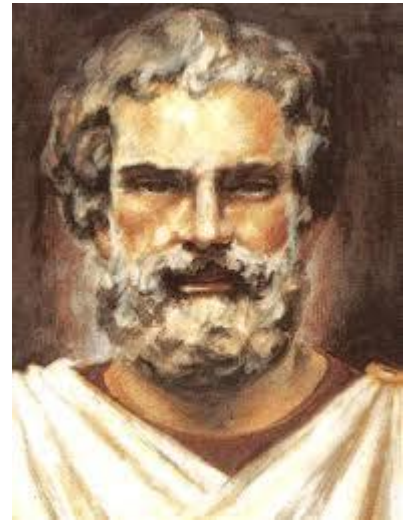
Bu dönemde Elektrik tarihi elektrostatik kavramıyla başlar. Bu kavram sürtünme ile cisimlerin elektrik yükü kazanması olarak Tanımlanabilir.

M.Ö 600 yılında yaşayan yunan filozofu **Thales kehribar** çubuğunu bir çuhaya sürterek, çubuğun saman parçalarını çektiğini görmüştür.

THALES

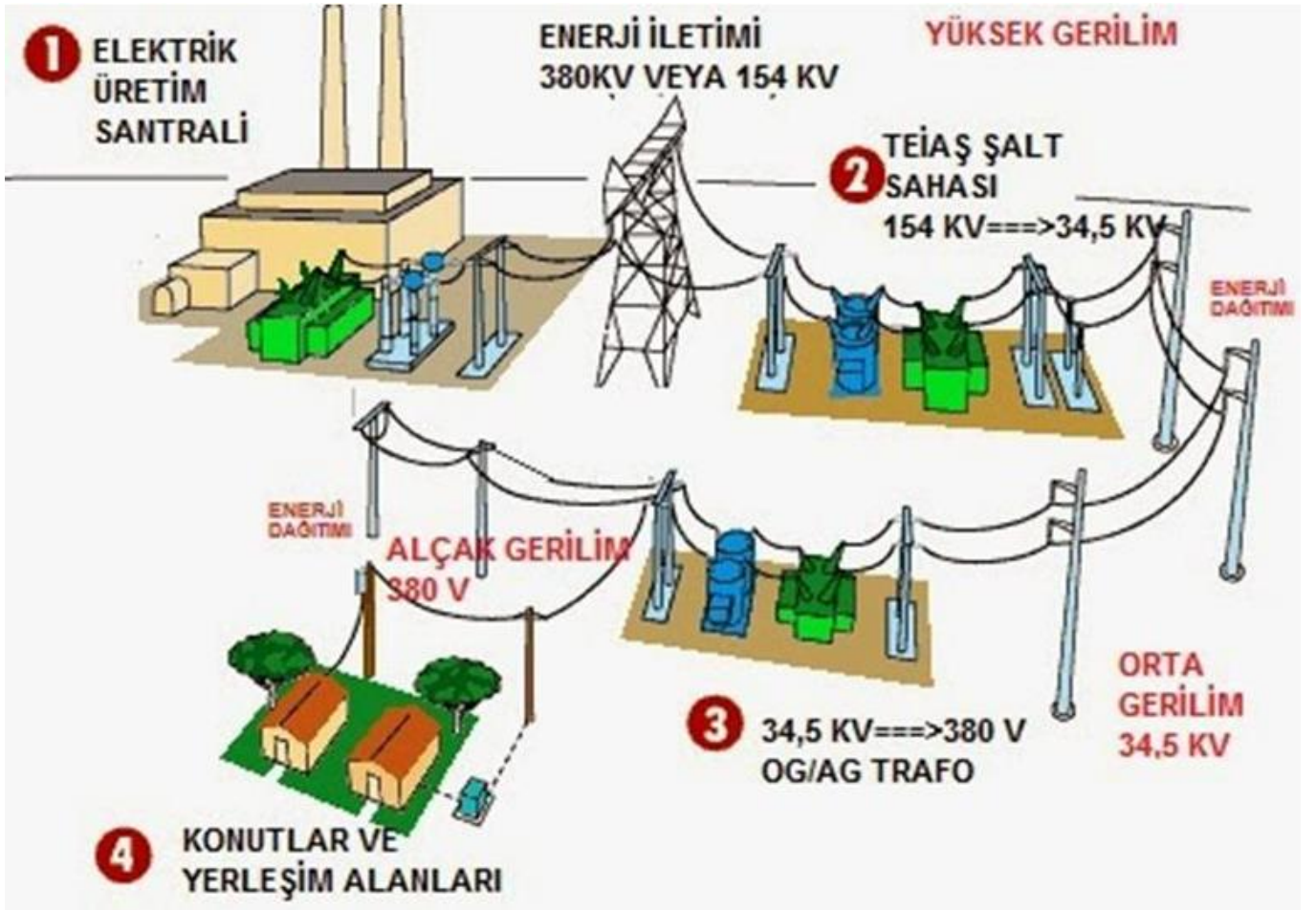
Theophrastus, kendi zamanında lyncurium adı verilen ve günümüzde turmalin olduğu sanılan şeffaf bir taşın küçük kütleleri kendine çektiğini görmüş ve kayıt etmişti. En basit mıknatıs.

Elektriğin tıbbi amaçlar için ilk kullanımı da 5. yy'a dayanmaktadır.



MÖ : 624 ... MÖ : 546

ELEKTRİK ENERJİSİNİN İLETİMİ VE DAĞITIMI



Genellikle birbirinden uzak olan elektrik üretim santralleriyle tüketim merkezleri arasındaki bağlantı, iletim şebekesi ve Enterkonekte sistemlerle sağlanır. Tüketim miktarı bölgelere, mevsimlere ve hatta günün saatlerine göre büyük değişiklikler gösterebilir. Enterkonekte sistemler, üretimi tüketim düzeyindeki değişimlere uyarlamayı sağlar.

Enterkonekte sistemlerle çok dağınık bölgelerin üretim imkanları birleştirilerek, gerekli olan güç miktarı sağlanmış olur. Arızalar meydana geldiğinde, yapılan manevralarla hasarlı hatlar ayrılarak büyük Trafo Merkezleri farklı bölgelerden beslenir ve enerji kesintileri önlenmiş olur.

Şebekenin yönetimi için gerekli emirler ve bilgiler özel iletişim hatları, özel telsizler kullanılarak sağlanır. Son zamanlarda Fiber optik iletişim hatları da devreye girmiştir.

Türkiye’de elektrik enerjisi iletimi TEİAŞ tarafından yapılmaktadır. (1970-1993 yılları arasında Türkiye genelindeki bütün elektrik işlerinden) (sorumlu olan kurum, Türkiye Elektrik Kurumuydu “ TEK “)

Orta gerilim seviyesinde ise Dağıtım Şirketi ; Tüketim ihtiyacına göre şebekeler kurmak, bunları yönetmek ve yenilemek, tüketicileri şebekeye bağlayan bağlantıları yapmak, gerilim değerini sabit kılmak ve dağıtılan elektriğin sürekliliğini sağlamak ile yükümlüdür.

GERİLİM

Gerilim ya da voltaj (elektrik potansiyeli farkı) elektronları maruz kaldıkları elektrostatik alan kuvvetine karşı hareket ettiren kuvvettir.

Bir elektrik alanı içindeki iki nokta arasındaki potansiyel fark olarak da tarif edilir.

Alessandro Volta

Gerilimin sembolü U veya E harfleridir,

İtalyan Bilim adamının adına izafeten

Birimi ise V harfiyle gösterilen “ Volt “ tur.

Genel bir pratik olarak çok fazlı sistemlerde;

faz arası gerilimler U,

faz-nötr arası gerilimler V ile gösterilir.



1745 . . . 1827

Doğru akım üreteçleri (piller, aküler ve bunların gurupları) genellikle 1.5- 110 V gerilime sahiptirler.

Evlerimizde kullanılan alternatif akım enerjinin etkin gerilimi 220 V, sanayide kullanılan alternatif akımın gerilimi ise 380 V'tur.

Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği' ne göre:

Alçak Gerilim : Etkin değeri 1000 Volt yada altına olan faz gerilimi

Yüksek Gerilim : Etkin değeri 1000 Volt' un üstünde olan Fazlar arası gerilimdir.

Gerilim voltmetre ile ölçülür.

Gerilim miktarı arttıkça gerilime maruz kalan kişinin can güvenliği azalır.

Yüksek gerilimlerin izolasyonu daha zordur. O yüzden pratikte kullanılabilir enerji gerilimi, alçak gerilim olarak tabir edilen ve her türlü elektrikli alıcı (cihaz) nın çalışma gerilimi olan 220 ... 380 V arasındadır.

Ancak enerjinin uzak yerlere taşınması ve dağıtılması için de gerilimin yükseltilmesi gerekir. Türkiye'de en yüksek gerilime sahip iletim hattı ve transformatörler 380 000 V= 380 kV olup en uzun mesafeli ve en güçlü hatlardır.

Uluslararası enterkonnekte sisteme bağlanan yüksek gerilim hatlarında 154 kV kullanılır.

AKIM

Elektrik akımı,

Elektriksel akım veya cereyan, en kısa tanımıyla elektriksel yük taşıyan parçacıkların hareketidir. Bu yük genellikle elektrik devrelerindeki kabloların içerisinde hareket eden elektronlar tarafından taşınmaktadır. Ayrıca, elektrolit içerisindeki iyonlar tarafından ya da plazma içindeki hem iyonlar hem de elektronlar tarafından taşınabilmektedir.

Bir kesit üzerinden birim zamanda geçen yük miktarı elektrik akımının büyüklüğünü verir. SI birimi Amper'dir (kısaltması A). Herhangi bir kesit üzerinden bir saniye içerisinde bir Coulomb'luk yük geçmesi bir Amper'lik akıma tekabül eder. Ampermetre adı verilen bir aletle ölçülmektedir. Ohm Kanunu'na uyan maddeler üzerinden geçen akım bu maddenin direnci ile ters orantılı, akımı oluşturan gerilim ile doğru orantılıdır. Doğadaki çoğu madde Ohm Kanunu'na büyük oranda uyar, ancak akım ve gerilim arasındaki bağıntı çok daha karışık olabilir. Yarı iletkenler bu duruma güzel bir örnektir.

Elektrik akımları, ampüllerde yaratılan ışığı açıklayabilen Joule yasasının ortaya çıkmasını sağlar. Elektrik akımı ayrıca motorlarda, indüktörlerde ve jeneratörlerde kullanılan manyetik alanın yaratılmasını sağlar.

Elektrik akımı içinde yük taşıyan parçacıklar yük taşıyanlar olarak adlandırılır. Metal atomları içerisinde bulunan bir ya da birden fazla elektron ait olduğu atoma sıkı bir şekilde bağlı olmadığı için metal içerisinde serbestçe hareket edebilir. Metal iletkenlerdeki yük taşıyıcıları bu iletim elektronlarıdır.

Elektrik akımı bir manyetik alan meydana getirir. Bu manyetik alan, akım geçiren teli çevreleyen dairesel alan çizgileri olarak gözde canlandırılabilir.

Elektrik akımı bir galvanometre yardımıyla doğrudan ölçülebilir, ama bu yöntem devrenin koparılmasını gerektirmektedir, bu da bazı durumlarda zorluk yaratır. Akım, devreyi koparmadan, meydana getirdiği manyetik alan sayesinde de ölçülebilir. Bu amaçla kullanılan cihazlar arasında Hall etkisi sensörleri, akım transformatörleri ve Rogowski bobinleri de vardır.

André Marie Ampère

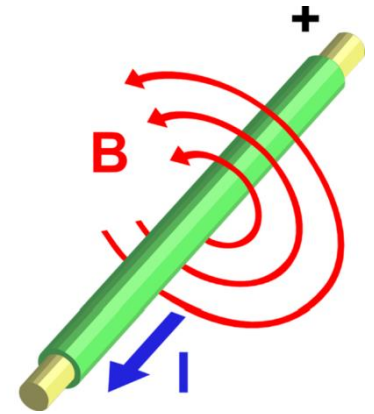


1775 . . . 1836

Fransız fizikçi ve matematikçi.

Elektromanyetizmayı ilk bulan kişiler arasında da gösterilir.

Elektrik akımı birimi Amper onun adına tahafen verilmiştir.



Amper yasasına göre, bir elektrik akımı manyetik alan üretir.

OHM KANUNU

Georg Simon OHM

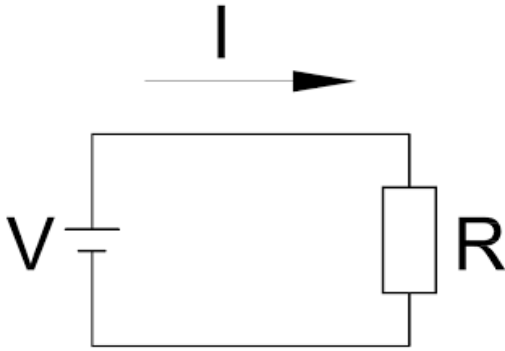


1789 . . . 1854

Bir elektrik devresinde iki nokta arasındaki iletken üzerinden geçen akım,

potansiyel farkla;
voltaj veya gerilim düşümüyle doğru;

iki nokta arasındaki dirençle ters orantılıdır.



R : Direnç, V: Gerilim, I: Akım

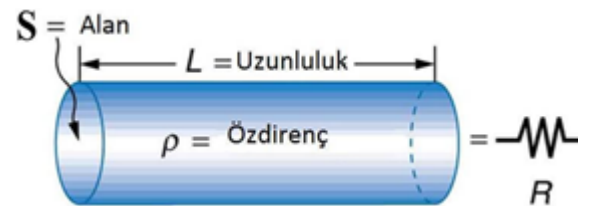
$$\text{Direnç} = \frac{\text{Gerilim}}{\text{Akım}}$$

$$R = \frac{V}{I}$$

$$\text{Direnç} = \frac{\text{Öz Direnç} \times \text{Uzunluk}}{\text{Kalınlık (Kesit)}}$$

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

Almanya'nın Köln kentinde yaptığı araştırmalar sonucunda;
bir telden geçen akımın geçtiği alanın kesitiyle doğru ve uzunluğuyla ters orantılı olduğunu buldu.



R = Direnç Ω

L = İletkenin uzunluğu m

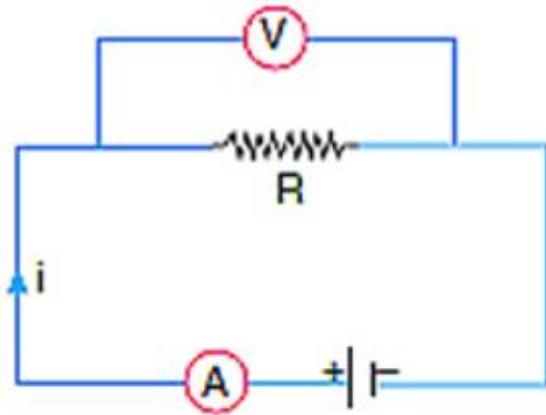
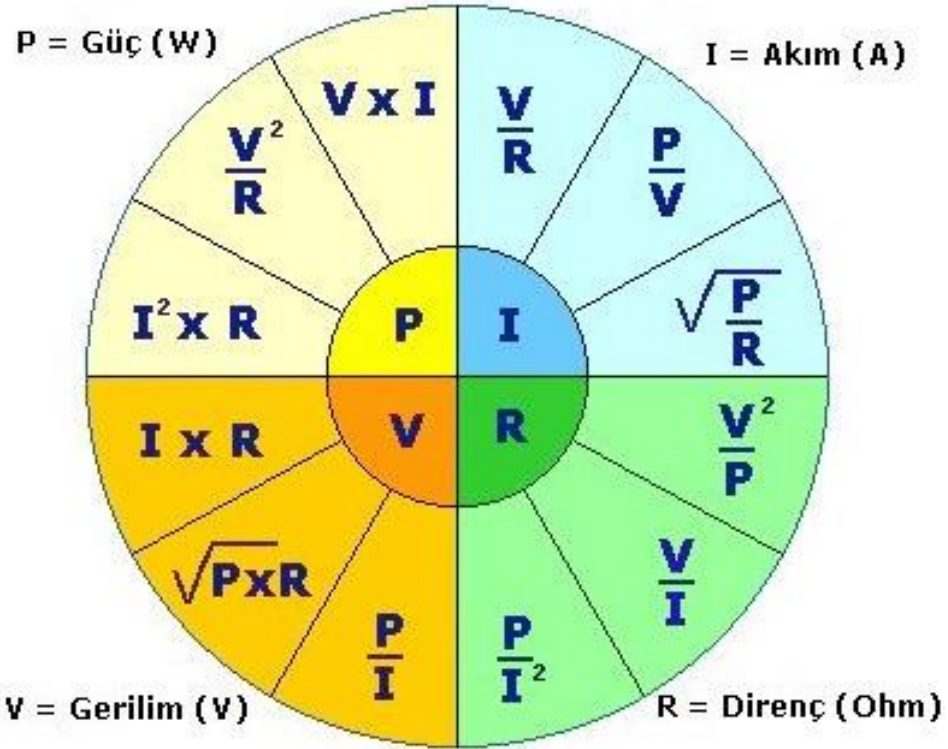
S = İletkenin kesiti mm^2

ρ = Öziletkenlik $\Omega / \text{m} \cdot \text{mm}^2$

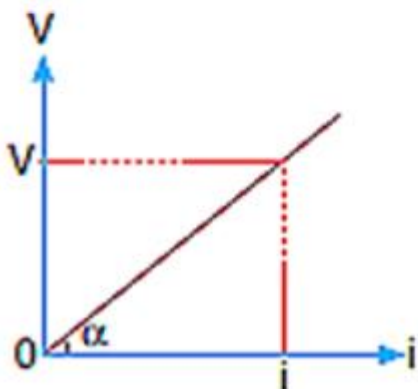
bir iletkenin 1m uzunluk ve 1 mm^2 kesitteki parçasının direnci

OHM KANUNU

Şematik



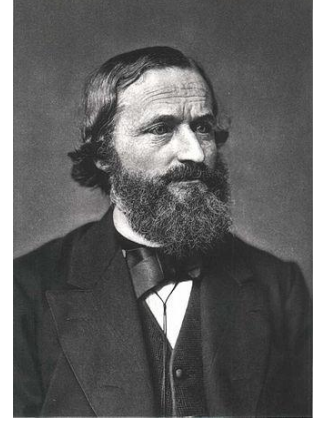
$$R = \frac{V}{i}$$



$$\text{Eğim} = \tan \alpha = \frac{V}{i} = R$$

KİRCHHOFF KANUNLARI

Gustav Robert Kirchoff



1824 . . . 1887

Alman fizikçi ve matematikçi.

Kirchoff Elektriksel akımın, voltajın ve direncin hesaplanmasında kullanılan temel Bu kanunu bulmakla birlikte, Ohm'un araştırıp bulduğu yöntemi biraz daha genişletmiştir.

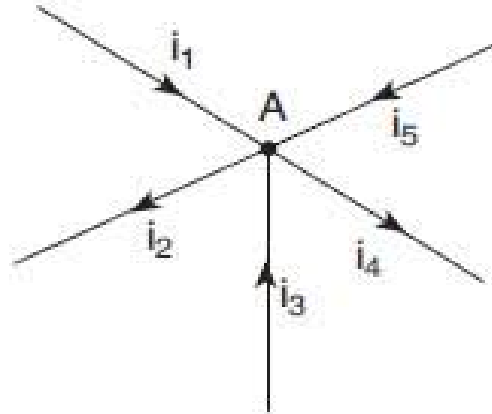
1-) Akımlar Kanunu

Bir düğüme giren akımların toplamıyla, düğümden çıkan akımların toplamı birbirine eşittir.

$$i_1 + i_3 + i_5 = i_2 + i_4$$

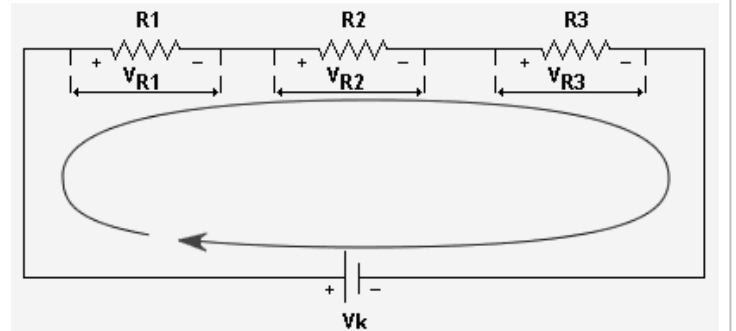
Aynı zamanda;

Kirchoff kanunu, akımın her zaman en kısa ve en dirençsiz yolu tercih ettiğini tanımlar.



2-) Gerilimler Kanunu

Bir çevredeki potansiyel kaynakları, potansiyel düşmelere ya da dirençlerin potansiyel toplamlarına eşittir.



$$V_k = V_{R1} + V_{R2} + V_{R3}$$

Veya

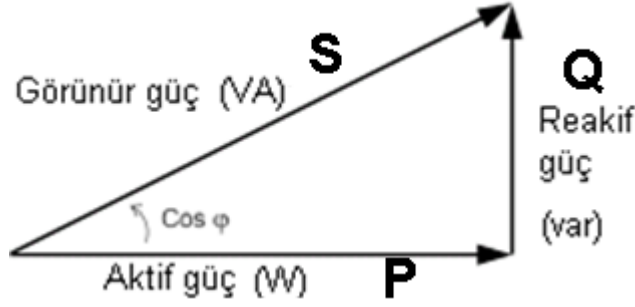
$$V_k + V_{R1} + V_{R2} + V_{R3} = 0$$

GÜÇ

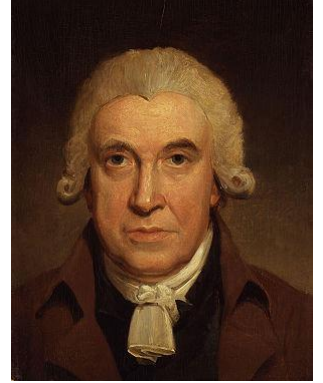
Birim zamanda harcanan enerji miktarına elektriksel güç denir.

$$S = V \times I$$

Birimi Watt' tır.



James WATT



1736 . . . 1819

İskoç mucit ve mühendistir.

Görünür Güç " S " :

Şebekeden çekilen güç, görünür güç olarak tanımlanır.

Tek fazlı sistemlerde : $S = V \times I$

Üç Fazlı Sistemde : $S = \sqrt{3} \times U \times I$

olarak ifade edilir. Ayrıca görünür güç aktif ve reaktif güçlerin karelerinin toplamının karekökü ile ifade edilir. $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$

S ile gösterilir.

Görünür gücün birimi Volt Amper'dir (VA).

Aktif Güç " P " :

Aktif güç elektrikte iş yapan güçtür. Şebekeden çekilen akım ile gerilim arasındaki açının (ϕ) cosinüsü ile akım ve gerilimin çarpılması ile bulunur.

Tek fazlı sistemlerde : $P = V \times I \times \cos\phi$

Üç Fazlı Sistemde : $S = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos\phi$

P ile gösterilir $P = S \times \cos\phi$

Görünür gücün birimi Watt 'tır " W "

Reaktif Güç " Q " :

Manyetik alanla çalışan motor, trafo gibi elektrik makinelerinin çektiği güçtür ve manyetik alanın oluşması için kullanılır.

Reaktif güç; şebekeden çekilen akım ve gerilimin arasındaki açının (ϕ) sinüsü ile akım ve gerilimin çarpımı ile ifade edilir.

Tek fazlı sistemlerde : $P = V \times I \times \sin\phi$

Üç Fazlı Sistemde : $S = \sqrt{3} \times U \times I \times \sin\phi$

Q ile gösterilir

$$Q = P \times \tan\phi$$

Reaktif gücün birimi " VAR " dır.

Kilowatt saat “ kWh “

Watt saatteki enerji, Watt birimi olarak gücün saat cinsinden zaman ile çarpımıdır.

Aynı zamanda 1 saat boyunca kullanılan kW gücü gösterir.

Örnekler :

1000 wattlık (1 kilowattlık) bir ısıtıcı bir saat çalıştırılırsa bir kilowatt saatlik enerji tüketir (Bu da 3.600 kilojoules'dur.)

Bir saatliğine 60 wattlık bir ampul kullanılırsa 0,06 kilowatt saatlik elektrik harcanır.

60 Wattlık ampulu 1000 saat boyunca çalıştırırsak 60 kilowatt saat elektrik harcanır.

Eğer 100 Wattlık bir ampul günde bir saat süreyle, bir ay boyunca çalıştırılırsa kullanılan enerji

$100 \text{ W} \times 30 \times \text{h} = 3,000 \text{ W} \cdot \text{h} = 3 \text{ kW} \cdot \text{h}$ olur.

Bu da 10,8 megajoule'dur.

(Bir kilowatt saat 3.6 megajoule' e eşittir)

Mekanik Elektrik
Sayacı



~ 1937

General Elektrik “ GE“

GDZ İZMİR
Müzesi

Kayıt no : 156

HARMONİKLER

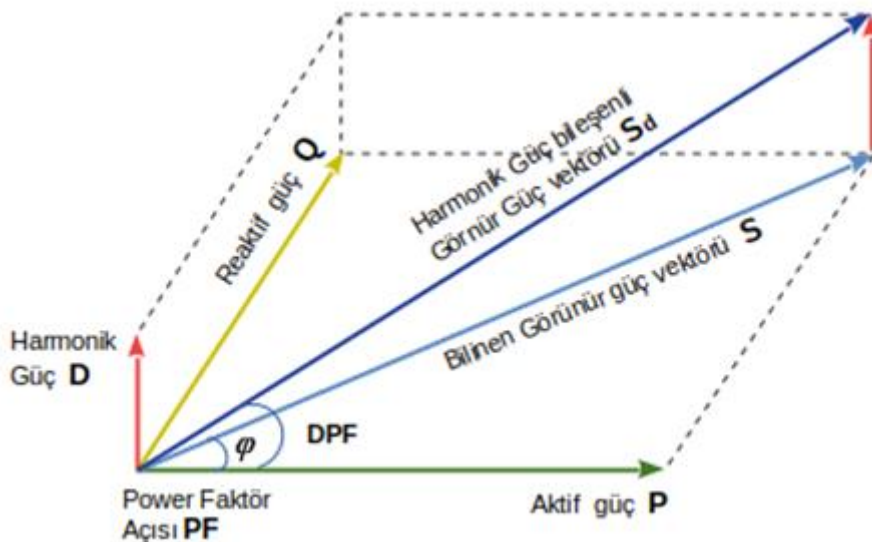
Elektrik sistemlerinde enerji kalitesi, 1980’li yıllardan itibaren önemi gittikçe artmakta olan bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. “Enerji Kalitesi”, bir ekipmanın kullanım amacına uygun olarak davranışından ve de ömründen herhangi bir kayba uğramaksızın çalışması için öngörülen elektriksel sınırlamalar olarak açıklanabilir. Enerji sistemlerinde harmonikler en basit olarak temel frekansın ya da üretilen frekansın tam katları olan sinusoidal akım ve gerilimlerdir. Bunlar ana gerilimde ve yük akım dalga şekillerinde en büyük bozulmayı oluşturan etmenler olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca temel frekansın tam katları olmayan sinusoidal akım ve gerilimlerden meydana gelen ara harmonikler de gün geçtikçe daha fazla önem kazanmakta olan bir konu olarak ortaya çıkmaktadır.

Güç Bileşenleri Vektörleri

Toplam Harmonik Distorsiyonu (THD) : Harmonik büyüklüklerin sınırlamasını amaçlayan standartlarda çok yaygın olarak kullanılan toplam harmonik gerilim bozulması;

$$THD = \frac{\sqrt{(V_2)^2 + (V_3)^2 + \dots + (V_\infty)^2}}{V_1}$$

İfade edilebilir. Görüldüğü gibi THD, harmonik bileşenlerin efektif değerlerinin, temel bileşen efektif değerine oranıdır ve genellikle yüzde olarak ifade edilir.



Harmonik Vektör ilave edilmiş güç diağramı

HARMONİK GÜÇ TANIMI

Görünür gücün daha doğru bir biçimde ifadesi şu şekildedir

$$S^2 = P^2 + Q^2 + D^2$$

Burada D-distorsiyon gücü olup

$$D = (S^2 - P^2 - Q^2)^{1/2}$$

İfade edilebilir.

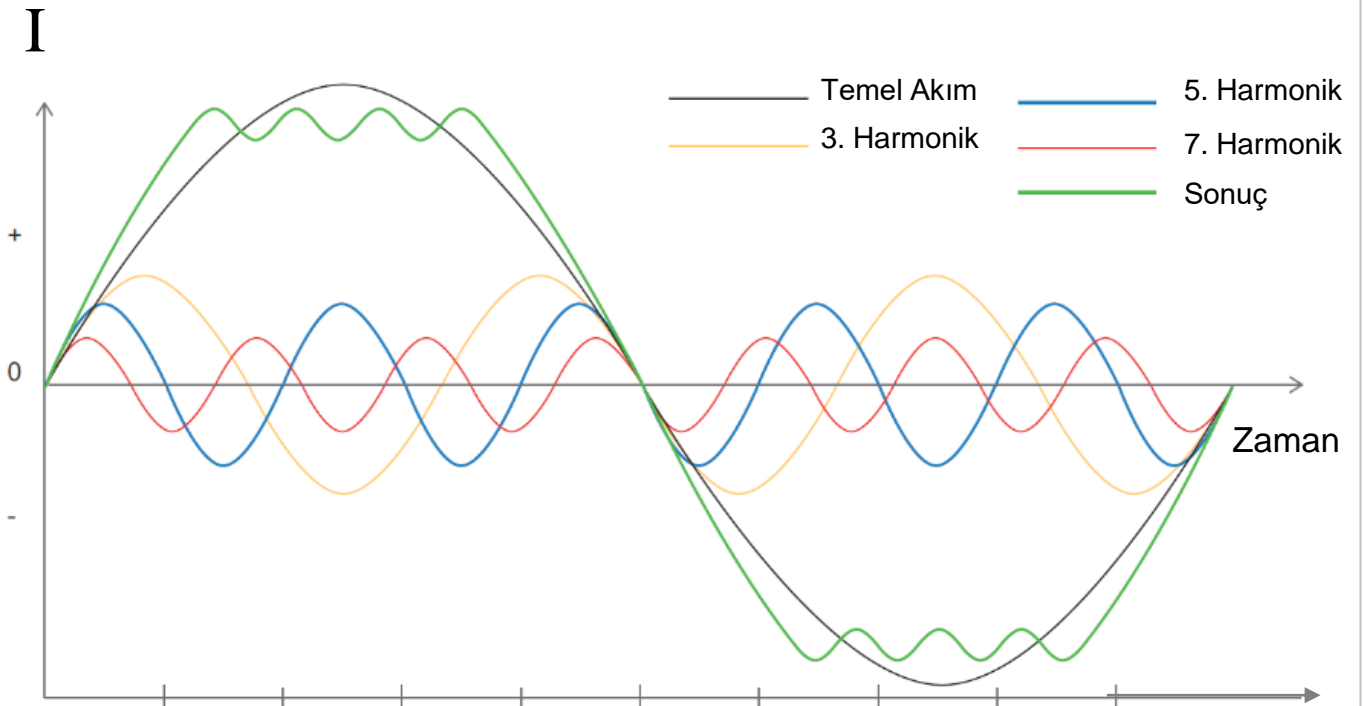
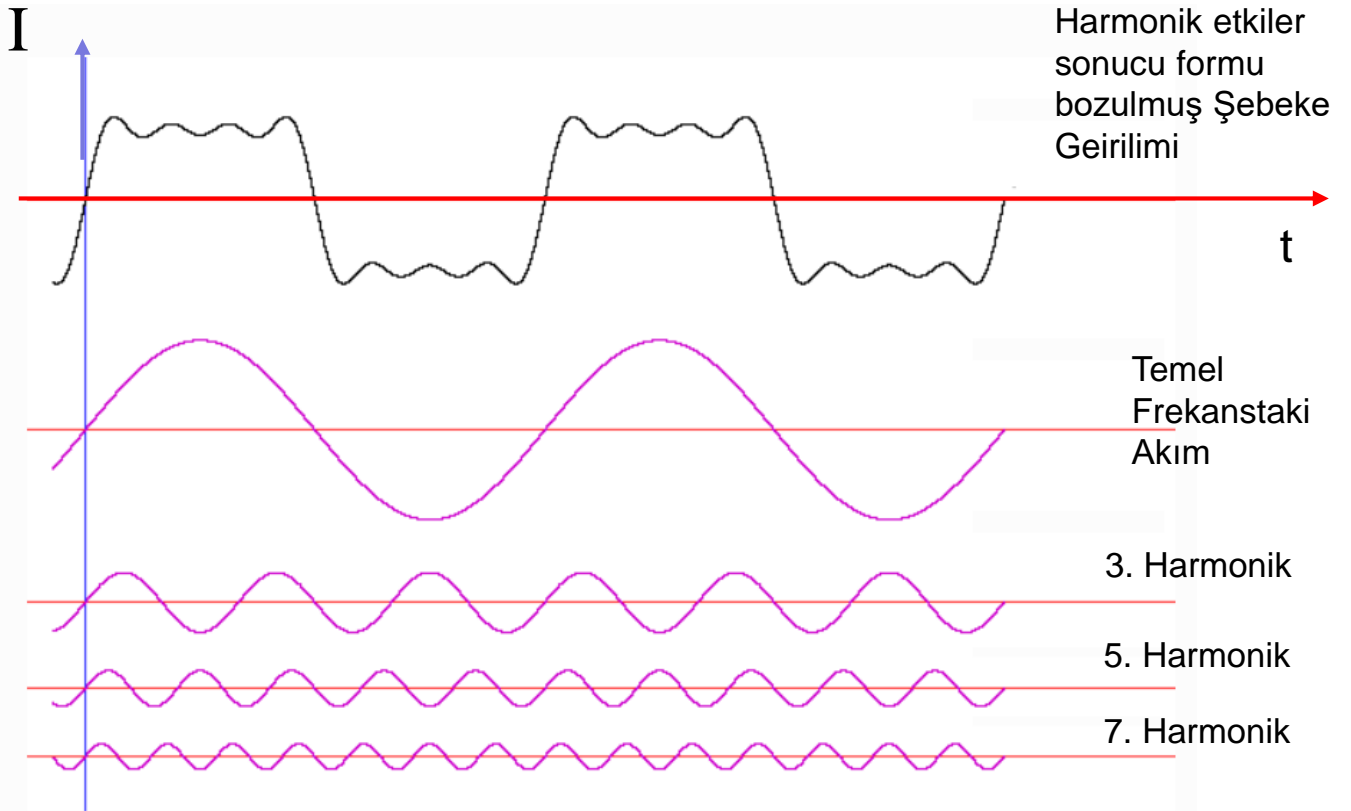
Distorsiyon gücü aktif olmayan bir güç olup, sinüsoidal işaretli doğrusal devrelerde sıfırdır.

Güç faktörü kavramı, alternatif akım(AC) güç sisteminden çekilen akımın bir yük tarafından ne kadar verimlilikle kullanıldığını ölçmek için gerekir. Sinüsoidal veya sinüsoidal olmayan durumlarla ayırt etmeksizin güç faktörü,

$$GF = \cos \phi = \frac{P}{S}$$

olarak tanımlanır.

HARMONİKLERİN GRAFİK GÖSTERİMLERİ



HARMONİK KAYNAKLARI

Harmoniklerin oluşumunu sağlayan yükleri tanımlamak, konunun özümsemesi açısından daha yararlı olacaktır.

Uç karakteristiği, başka bir deyişle akım-gerilim arasındaki ilişkisi doğrusal olan elemana "doğrusal eleman" denir. Bunlara örnek olarak direnç, reosta gösterilebilir.

Halbuki uygulamada karşılaşılan birçok yük uç karakteristiği doğrusal olmayan yük veya elemanlardan oluşmaktadır ve bunlar da "doğrusal olmayan yük veya eleman" olarak adlandırılırlar.

Harmonikleri meydana getiren doğrusal olmayan elemanlar;

- Çeviriciler
- Demir çekirdekli bobinler
- Yarı-iletken malzemeler içeren elemanlar (diyot,transistör,tristör v.b)
- Generatörler
- Motorlar
- Senkron makinaların uyarılmasında kullanılan diyot, tristörlü dönüştürücüler
- Elektronik ve endüktif balastlar
- Transformatörler
- TV, bilgisayar
- Statik Var kompanzatörleri
- Tristör anahtarlama güç kaynakları
- Kontrollü motor hız ayar devreleri,
- Işık dimmerleri
- Kesintisiz güç kaynakları
- Frekans dönüştürücüler
- Gaz desarj prensibi ile çalışan aydınlatma elemanları
- Yüksek gerilim ile enerji iletim(HVDC) sistemleri
- Elektrikli ulaşım sistemleri
- Akü şarj devreleri
- Fotovoltaik sistemler
- Kaynak makineleri
- Ark fırınları

Şeklinde genel olarak listelenebilir.

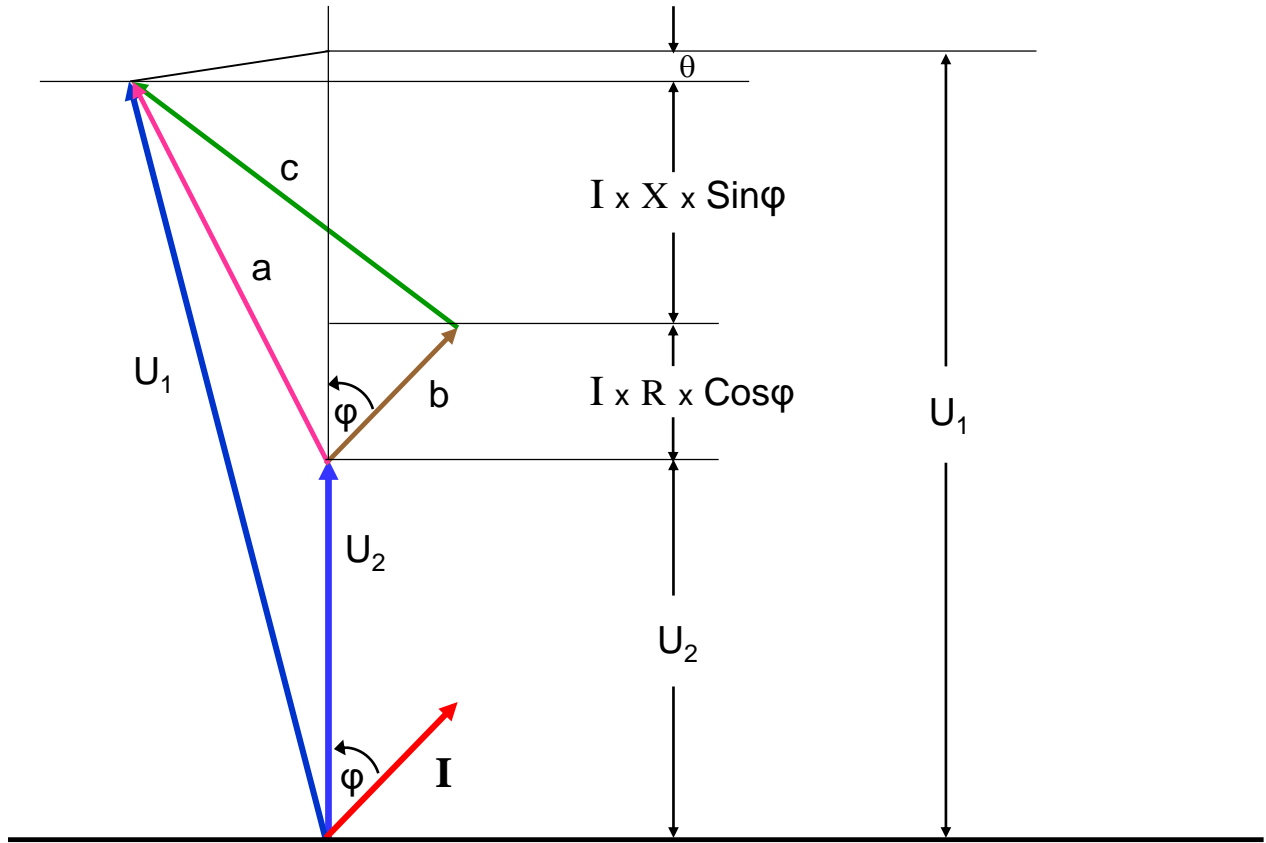
HARMONİKLERİN ELEKTRİK SİSTEMLERİNE ETKİLERİ

Sistemde arıza olana kadarki durumda harmoniklerin etkisinin bilinmemesi, harmoniklerin en sinsi özelliği olarak ortaya çıkmaktadır. Güç sistemlerinde saptanmış harmoniklerin en önemli etkileri;

- Generatör ve Şebeke gerilimin dalga şeklinin bozulması
- Harmonik seviyelerindeki yükselme olasılığı ile sistemde ortaya çıkabilecek paralel ve seri rezonanslar
- Elektrik enerjisinin üretim, iletim ve dağıtım gibi tüm kademelerinde ek kayıpların ortaya çıkması ve dolayısıyla sistem verimliliğinin azalması
- Elektriksel ekipmanların yalıtımsal özelliklerinde yaşlanmaya sebebiyet vermeleri ve kullanım ömürlerinin kısalması ve delinme
- Sistem bileşen ya da ekipmanlarının arızaya uğraması
- Gerilim düşümünün artması
- Toprak kısa devre akımlarının daha büyük değerlere yükselmesi
- Temel frekans için tasarlanmış kompanzasyon tesislerindeki kondansatörlerin harmonik frekanslarında düşük kapasitif reaktans göstermeleri sebebiyle aşırı yüklenmeleri ve yalıtım zorlanması nedeniyle hasar görmeleri
- Koruma sistemlerinin hatalı çalışması
- Kesintisiz güç kaynaklarının veriminin düşmesi
- Aydınlatma elemanlarında, monitörlerde görüntü titreşimi meydana getirmesi
- Temel frekansta rezonans olayı olmadığı halde harmonik frekanslarında Şebekede rezonans olaylarının meydana gelmesi, aşırı gerilim-akımların oluşması
- Sesli ve görüntülü iletişim araçlarının parazitli ve anormal çalışması
- Mikroişlemcilerin hatalı çalışması
- Harmoniklerden kaynaklanan gürültü nedeniyle kontrol sistemlerinin hatalı işletimi
- Başta motor olmak üzere diğer cihazlarda ek gürültülere neden olması
- Harmoniklerden dolayı dalga şeklindeki değişikliklerin elektrik sayaçlarının hatalı okumalarına sebebiyet vermeleri

olarak özetlenebilir.

GERİLİM DÜŞÜMÜ



I : İşletme Akımı

U_1 : Hat başı gerilimi

U_2 : İşletme Gerilimi (Hat sonu gerilimi)

φ : endüktif faz açısıdır.

a : Gerilim düşümü

b : İletkenin Omik Gerilim Düşümü $\Delta U_R = I \times R$ (I ' ya paralel)

c : İletkenin Endüktif Gerilim Düşümü $\Delta U_X = I \times X$ (I ' ya Dik)

Z : İletkenin Görünen Direnci ($Z =$ Empedansı)

R : İletkenin Omik Direnci ($R =$ Direnci)

X : İletkenin Reaktif Direnci ($X =$ Reaktansı)

GERİLİM DÜŞÜMÜ BİLGİLER “ YG SİSTEM ”

Elektrik Tesisleri Kuvvetli Akım Yönetmeliği

Bölüm-6 Madde-58' de

4) Gerilim düşümü:

Kabloların gerilim düşümü hesaplanırken omik dirençten başka endüktif empedans da gözönüne alınmalıdır.

Gerilim düşümü indirici trafo merkezlerinin sekonderinden itibaren yüksek gerilim dağıtım şebekelerinde %7'yi aşmamalıdır.

Ancak ring şebekeler için ayrıca arıza hallerinde ringin tek taraflı beslenmesi durumu için gerilim düşümü tahkikleri yapılmalıdır. Bu durumda gerilim düşümü %10'u aşmamalıdır.

GERİLİM DÜŞÜMÜ BİLGİLER “ AG SİSTEM ”

Alçak gerilim tesislerinde gerilim düşümü %5'i aşmamalıdır.
Kendi transformatörü bulunan tesislerde, transformatörlerin AG çıkışından itibaren gerilim düşümü bakımından en kritik durumda olan tüketiciye kadar olan toplam gerilim düşümü;
Aydınlatma tesislerinde %6,5,
Motor yüklerinde %8'i aşmamalıdır..

	Yüzde gerilim düşümü (%e)
Yapı bağlantı kutusu ile sayaçlar arasında	% 0,5
Aydınlatma için en yüklü veya en uzun linyenin, linie sigortası ile linie uç noktası olan Sayaçla tüketim araçları arasında	% 1,5
Kuvvet için en yüklü veya en uzun linyenin, linie sigortası ile linie uç noktası olan sayaçla motorlar arasında	% 3
Yapı yada yapı kümesinin beslenmesi için bir transformatör kullanılmış ise, transformatörün çıkış uçları ile yapı bağlantı kutusu arasında	% 5

1. Enerjisini şehir elektrik şebekesi A.G den alan tesislerde;

Elektrik Tesisleri Yönetmeliği esaslarına göre hareket edilir. Bu tesislerde bina ana dağıtım panosu (kofre) ile en son tüketici arasındaki gerilim düşümü

- a) motor tesisatlarında %3;
- b) aydınlatma tesisatlarında %1.5'den az olamaz.

2. Kendi transformatörü olan tesislerde

- a) 400 V trafo nominal gerilimine göre izin verilen bağıl gerilim düşümü %10 dur (en fazla 40 V).
- b) 380 V işletme gerilimine göre izin verilen bağıl gerilim düşümü %5 dir.

GERİLİM DÜŞÜMÜ BİLGİLERİ ALÇAK GERİLİM - 1

MUTLAK GERİLİM DÜŞÜMÜ

$$\Delta U = L.I. \sqrt{3} (R.\cos \varphi + X.\sin \varphi) \text{ [Volt]}$$

BAĞIL GERİLİM DÜŞÜMÜ

$$\varepsilon \text{ [%]} = \frac{\Delta U}{U} \times 100$$

I : UZAKLIK [Metre] P : AKTİF GÜÇ [Watt] Q : REAKTİF GÜÇ [Var]

BİR FAZLI HATLARDA

$$\varepsilon \text{ [%]} = k_1.I.P + m_1.I.Q$$

ÜÇ FAZLI HATLARDA

$$\varepsilon \text{ [%]} = k_3.I.P + m_3.I.Q$$

$$k_1 = \frac{200}{x.q.V^2}$$

$$k_2 = \frac{75}{x.q.V^2}$$

$$k_3 = \frac{100}{x.q.U^2}$$

$$m_1 = \frac{200.X_0}{V^2}$$

$$m_2 = \frac{75.X_0}{V^2}$$

$$m_3 = \frac{100.X_0}{3V^2}$$

GERİLİM DÜŞÜMÜ BİLGİLERİ ALÇAK GERİLİM - 2

$$X : \text{Öz İletkenlik Bakır} = 56 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} \quad (\text{Cu})$$

$$X : \text{Öz İletkenlik Alüminyum} = 35 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} \quad (\text{Al})$$

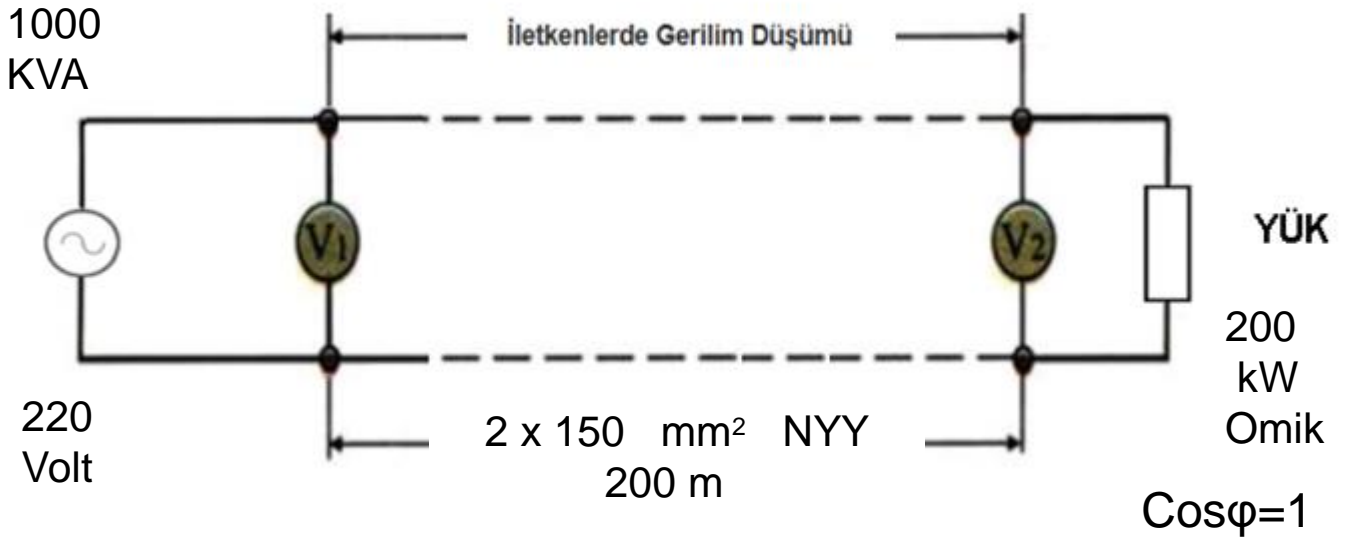
Q : İletken Kesiti [mm²]

U : Faz Arası Gerilim 400 V $\text{Cos } \varphi$: 0,9 Alınmıştır

ALÇAK GERİLİM HAVAI HAT İLETKENLERİNİN ÖZELLİKLERİ VE KATSAYILARI

ALÜM İNYUM İLETKEN	Kesit (mm ²)	R _o (Ω/km)	k1x10 ⁻⁷	m1x10 ⁻⁷	k2x10 ⁻⁷	m2x10 ⁻⁷	k3x10 ⁻⁷	m3x10 ⁻⁷
ROSE	21,14	1,35	50,75	13,10	19,03	4,91	8,46	2,18
LILY	26,66	1,07	40,25	12,82	15,10	4,81	6,71	2,14
PANSY	42,37	0,68	25,31	12,28	9,49	4,60	4,22	2,05
POPPY	53,49	0,54	20,06	12,00	7,52	4,50	3,34	2,00
ASTER	67,45	0,42	15,91	11,73	5,97	4,40	2,65	1,96
PHLOX	84,99	0,34	12,62	11,46	4,73	4,30	2,10	1,91
OXLIP	107,30	0,27	10,01	11,19	3,75	4,19	1,67	1,87

GERİLİM DÜŞÜMÜ AG MONOFAZE ÖRNEK



$$\text{Gerilim Düşümü} = \Delta u = 2 \times (I \times X \times \underbrace{\text{Sin}\phi}_0 + I \times R \times \underbrace{\text{Cos}\phi}_1)$$

$$\Delta u = 2 \times (I \times R) = 2 \times (909 \times 200 / (56 \times 150)) = 43,28 \text{ Volt}$$

Bağıl Gerilim Düşümü :

$$\% e = 0,074 \times (L \times P) / q$$

$$\% e = 0,074 \times (200 \times 200) / 150$$

$$\% e = 19,74$$

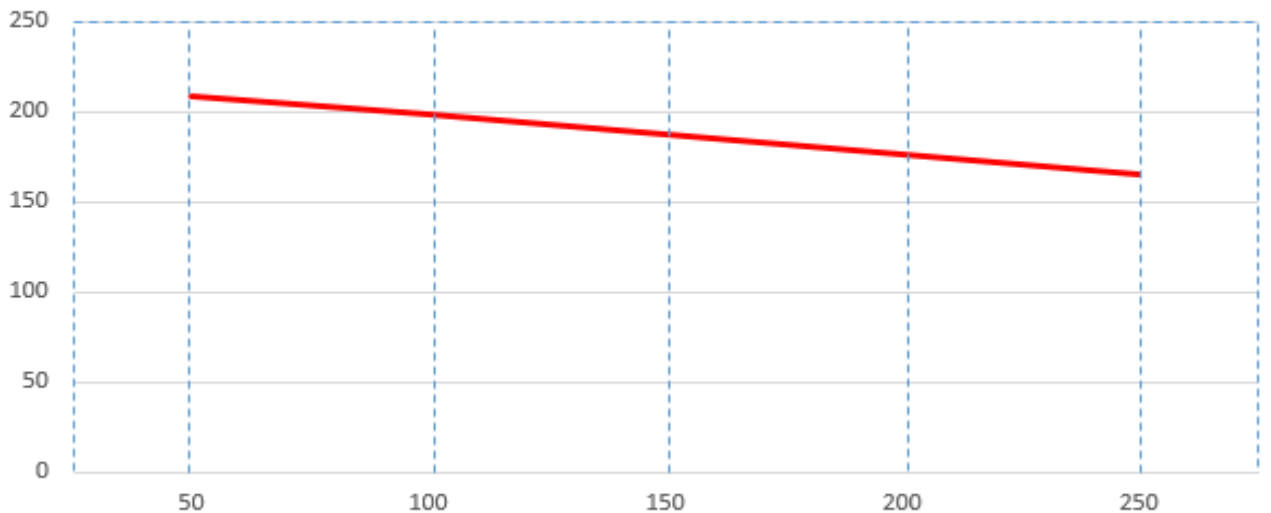
$$\% e = 100 \times \frac{\Delta u}{U}$$

$$\% e = 100 \times \frac{43,28}{220}$$

$$\% e = 19,67$$

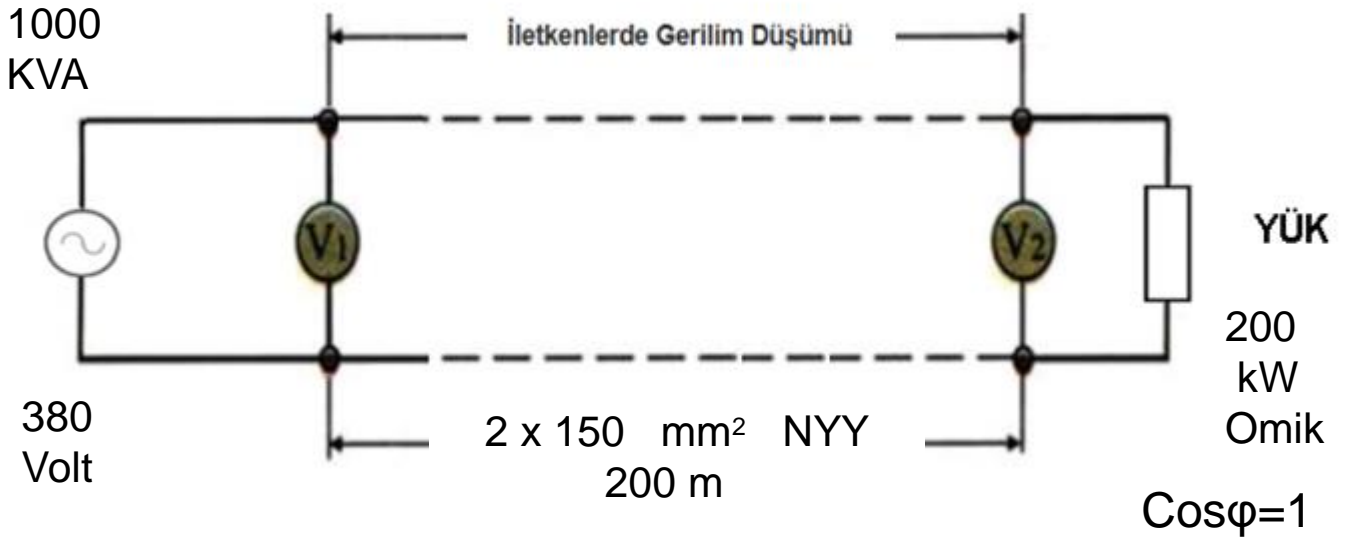
Gerilim
Volt

GERİLİM DÜŞÜMÜ MONOFAZE 220 VOLT



Mesafe m

GERİLİM DÜŞÜMÜ AG TRİFAZE ÖRNEK



$$\text{Gerilim Düşümü} = \Delta u = \sqrt{3} (I \times X \times \underbrace{\sin\phi}_0 + I \times R \times \underbrace{\cos\phi}_1)$$

$$\Delta u = (I \times R) = 1,73 (304 \times 200 / (56 \times 150)) = 12,50 \text{ Volt}$$

Bağıl Gerilim Düşümü :

$$\% e = 0,0124 \times (L \times P) / q$$

$$\% e = 0,0124 \times (200 \times 200) / 150$$

$$\% e = 3,30$$

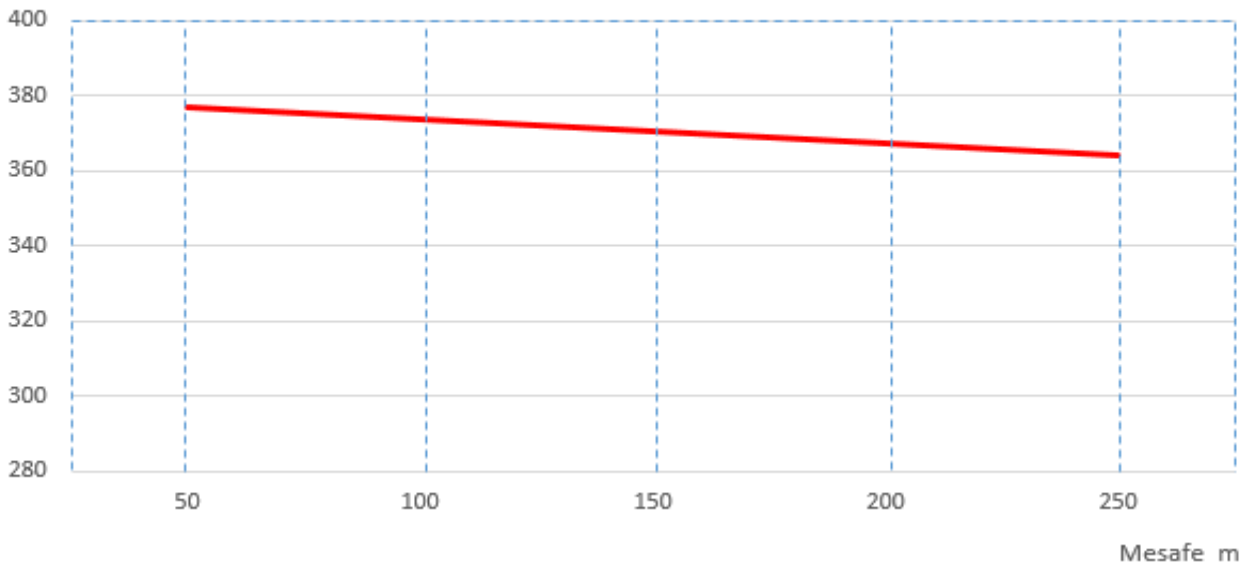
$$\% e = 100 \times \frac{\Delta u}{U}$$

$$\% e = 100 \times \frac{12,50}{380}$$

$$\% e = 3,29$$

Gerilim
Volt

GERİLİM DÜŞÜMÜ TRİFAZE 380 VOLT



GERİLİM DÜŞÜMÜ BİLGİLER YG

$$\text{BAĞIL GERİLİM DÜŞÜMÜ} = \frac{l.S.(R\cos\varphi + X\sin\varphi)}{U^2} \times 10^{-1}$$

$$\frac{R.\cos\varphi + X.\sin\varphi}{10U^2} = 10^{-4} .K$$

$$\text{BAĞIL GERİLİM DÜŞÜMÜ} = 10^4 K.S.l \quad \varepsilon [\%] < \%7 \text{ olmalıdır}$$

$$\text{GÜÇ KAYBI : } \Delta P = 3I^2 R.l = \frac{P^2 .R.l}{U^2} = 10^{-6} C.P^2 .l \quad , \quad \frac{R}{U^2} = 10^{-6} C$$

$$\text{GÜÇ KAYBI [\%] : } \Delta P [\%] = \frac{\Delta P}{P} 100 = \frac{\Delta P}{S.\cos\varphi} .100 \quad , \quad \Delta P [\%] < \%5 \text{ olmalıdır.} \quad \cos\varphi = 0,9 \text{ alınmıştır.}$$

R (Ω/Km) – Rezistans
 X (Ω/Km) – Reaktans
 S (kVA) – Talep gücü
 l (Km) – Hat uzunluğu
 U (kV) – Faz-arası gerilim

cosφ = 0,9 alınmıştır.

K= SABİT (AŞAĞIDAKİ TABLODA 34.5 KV İÇİN değerleri yazıyor)

S (KVA)= talep gücü R (ohm/km) = rezistans

L (km) = hat uzunluğu X(ohm/km) = reaktans

k ve c katsayıları için şu tabloyu kullanıyoruz.(34.5 KV)(Mesnet izolatörlü)




	k	c
3AWG SWALLOW	0,953	0,902
1/0AWG RAVEN	0,538	0,450
3/0AWG PIGEON	0,382	0,283
266 MCM PARTRIDGE	0,280	0,180
477MCM	0,202	0,100
1x95 mm2 XLPE	0,225	0,162
1X240 mm2 XLPE	0,126	0,063

YG GERİLİM DÜŞÜMÜ “ K “ KATSAYILARI

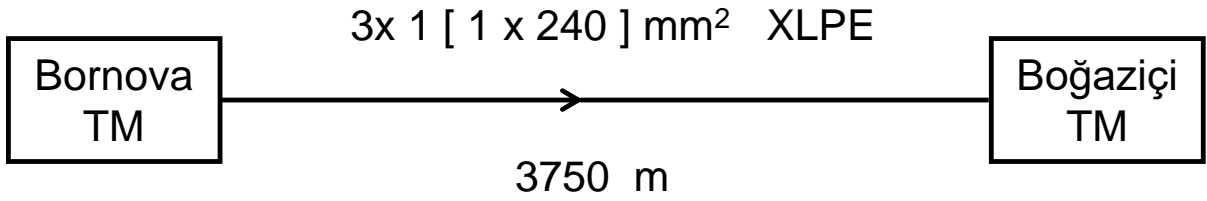
Çelik Alüminyum İletken

İletken Tertibi	İLETKEN	İletken Çapı (mm)	R ₀ (Ω/km)	15,8 kV		34,5 kV	
				Kx10 ⁻⁴	Cx10 ⁻⁶	Kx10 ⁻⁴	Cx10 ⁻⁶
Mesnet İzolatorlü GMD=113,4 cm	SWALLOW	7,14	1,0742	4,542	4,303	0,953	0,902
	RAVEN	10,11	0,5362	2,565	2,148	0,538	0,450
	PIGEON	12,75	0,3366	1,820	1,348	0,382	0,283
	PARTRIGE	16,28	0,2140	1,335	0,857	0,280	0,180
	HAWK	21,77	0,1194	0,962	0,478	0,202	0,100
Zincir İzolatorlü Düz Tertip GMD=217,67 cm	SWALLOW	7,14	1,0742	4,614	4,303	0,968	0,902
	RAVEN	10,11	0,5362	2,636	2,148	0,553	0,450
	PIGEON	12,75	0,3366	1,891	1,348	0,397	0,283
	PARTRIGE	16,28	0,2140	1,406	0,857	0,295	0,180
	HAWK	21,77	0,1194	1,034	0,478	0,217	0,100
Zincir İzolatorlü Bayrak Konsol GMD=135,78 cm	SWALLOW	7,14	1,0742	4,562	4,303	0,957	0,902
	RAVEN	10,11	0,5362	2,584	2,148	0,542	0,450
	PIGEON	12,75	0,3366	1,839	1,348	0,386	0,283
	PARTRIGE	16,28	0,2140	1,355	0,857	0,284	0,180
	HAWK	21,77	0,1194	0,982	0,478	0,206	0,100

Yüksek Gerilim XLPE Kablolar (Bakır İletken)

KABLO	İLETKEN CİNSİ	R ₀ (Ω/km)	15,8 kV		34,5 kV	
			Kx10 ⁻⁴	Cx10 ⁻⁶	Kx10 ⁻⁴	Cx10 ⁻⁶
 Döşeme biçiminde	3x(1x50)	0,387	1,795	1,550	0,379	0,325
	3x(1x70)	0,268	1,350	1,074	0,284	0,225
	3x(1x95)	0,193	1,063	0,773	0,225	0,162
	3x(1x120)	0,153	0,908	0,613	0,192	0,129
	3x(1x150)	0,124	0,792	0,497	0,167	0,104
	3x(1x185)	0,099	0,691	0,397	0,147	0,083
	3x(1x240)	0,075	0,595	0,302	0,126	0,063
 Döşeme biçiminde	3x(1x50)	0,387	1,631	1,550	0,349	0,325
	3x(1x70)	0,268	1,185	1,074	0,256	0,225
	3x(1x95)	0,193	0,904	0,773	0,196	0,162
	3x(1x120)	0,153	0,754	0,613	0,164	0,129
	3x(1x150)	0,124	0,639	0,497	0,141	0,104
	3x(1x185)	0,099	0,544	0,397	0,120	0,083
	3x(1x240)	0,075	0,453	0,302	0,101	0,063
 Döşeme biçiminde	3x50+16	0,387	1,603	1,550	0,344	0,325
	3x70+16	0,268	1,163	1,074	0,251	0,225
	3x95+16	0,193	0,882	0,773	0,192	0,162
	3x120+16	0,153	0,732	0,613	0,161	0,129
	3x150+25	0,124	0,622	0,497	0,136	0,104
	3x185+25	0,099	0,527	0,397	0,116	0,083
	3x240+25	0,075	0,436	0,302	0,097	0,063

YG GERİLİM DÜŞÜMÜ ÖRNEK – 1 “ Kablo “
HESAP YÖNTEMİYLE



$$\text{Bağıl Gerilim Düşümü} = 10^{-4} \times K \times S \times L = 0,0126 \times 13,727 \times 3,75 = 0,64$$

$$\Delta u = \frac{\% e \times U}{100} \quad \Delta u = \frac{0,64 \times 34500}{100} \quad \Delta u = 220 \text{ V}$$

$$\text{Güç Kaybı} = 3 \times I^2 \times R \times L = 10^{-6} \times C \times P^2 \times L = 0,063 \times 13,2 \times 3,75$$

$$\text{Güç Kaybı} = 41,16 \text{ kW}$$

Hat başı Hat Sonu

34551 Volt 34331

Hat üzerindeki

Gerilim Düşümü : 220 Volt

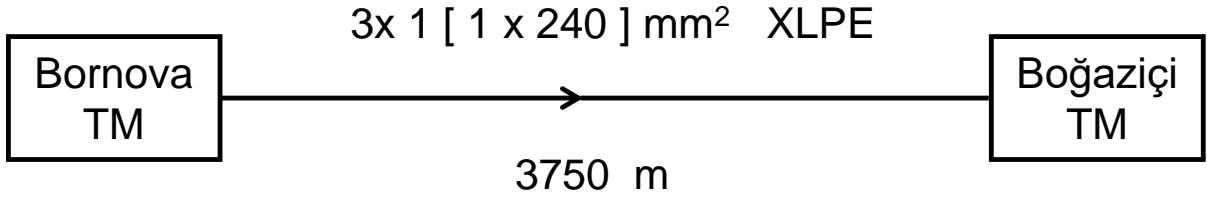
13820 KVA Görünür Güç 13610 KVA

13266 kW Aktif Güç 13234 kW

Hat üzerindeki kayıp : 41,16 kW

YG GERİLİM DÜŞÜMÜ BİLGİSİ – 1 “ Kablo “

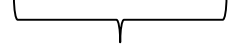
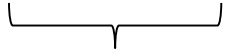
SAHADA ÖLÇÜM YÖNTEMİYLE



Hat Akımı = 230 A

$\text{Cos}\varphi = 0,96$

Hat başı Hat Sonu



34551 Volt 34200

Hat üzerindeki

Gerilim Düşümü : 351 Volt

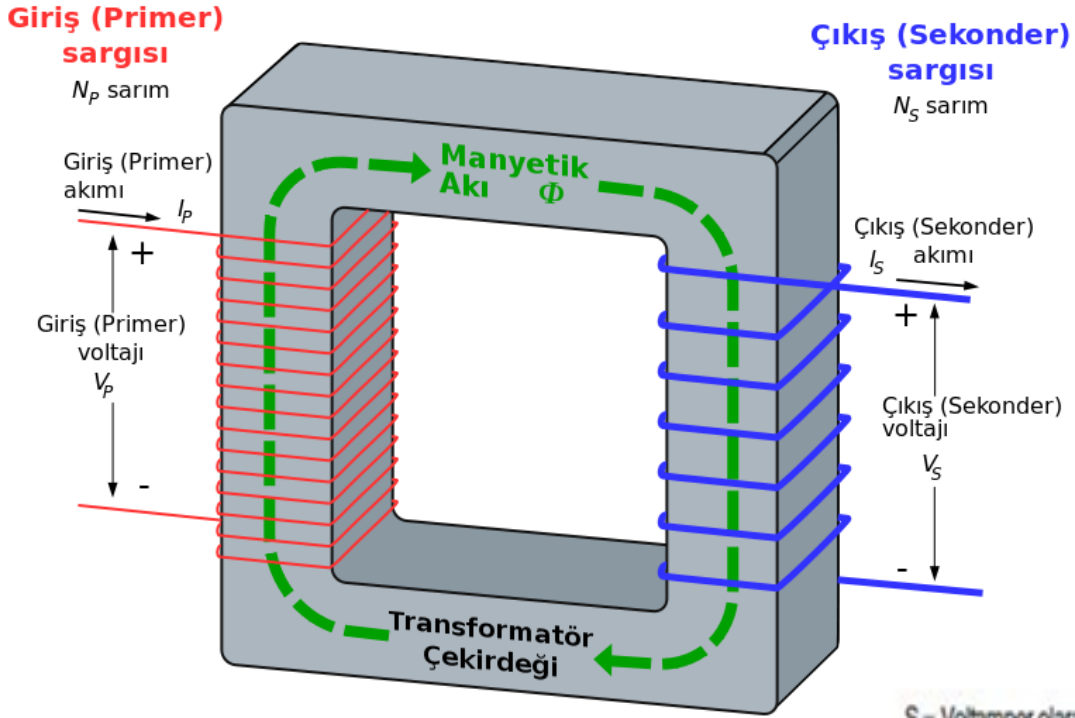
13820 KVA Görünür Güç 13610 KVA

13266 kW Aktif Güç 13063 kW

Hat üzerindeki kayıp : 203 kW

TRANSFORMATÖRLER

GENEL BİLGİLER



S = Voltamper olarak görünen güç

U = Volt olarak gerilim

I = Amper olarak akım

GENEL FORMÜLLER



$$\frac{V_S}{V_P} = \frac{N_S}{N_P} = \frac{I_P}{I_S}$$

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I$$

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\phi$$

GENEL BİLGİLER -1 :

Transformatör, iki veya daha fazla elektrik devresini elektromanyetik indüksiyonla birbirine bağlayan bir elektrik aletidir. Bir elektrik devresinden diğer elektrik devresine, enerjiyi elektromanyetik alan aracılığıyla nakleder.

Transformatörler elektrik enerjisinin belirli gücünde gerilim ve akım değerlerinde istenilen değişimi yapan makinelerdir.

Transformatör en basit halde, birbirine yakın konan iki sargıdan ibarettir. Eğer bu iki sargı ince demir levhaların üzerine sarılmışsa buna demir çekirdekli transformatör denir.

Genel olarak transformatörler bir elektrik devresinde voltaj veya akımı indirmek veya yükseltmek için kullanılır.

Esas olarak transformatörler, elektromanyetik indüksiyonla enerjiyi bir devreden diğer devreye geçirirler. Voltajı değiştirmek, özellikle elektrik enerjisinin, elde edildiği yerden uzaklara nakledilmesinde gerekli olur. Uzun hatlarda Gerilim yükseltilip Akım düşürülerek Hat kayıpları en alt seviyeye çekilmiş olur.

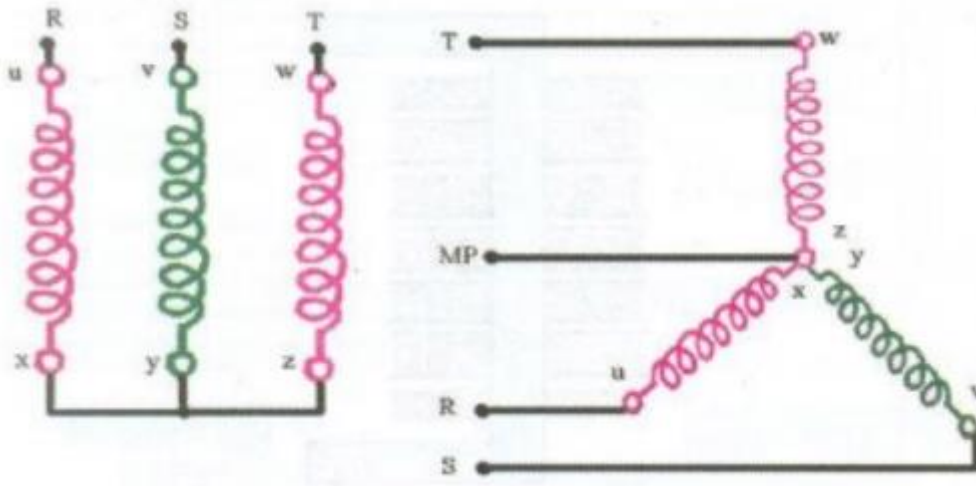
$$(P = U \times I \text{ veya } P = R \times I^2)$$

TRANSFORMATÖR BAĞLANTI GRUPLARI

1-) YILDIZ BAĞLANTI

Trafoda yıldız bağlantı, hem primere ve hem de sekondere aynı şekilde yapılır. Fazlara ait sargıların birer ucu birleştirilir.

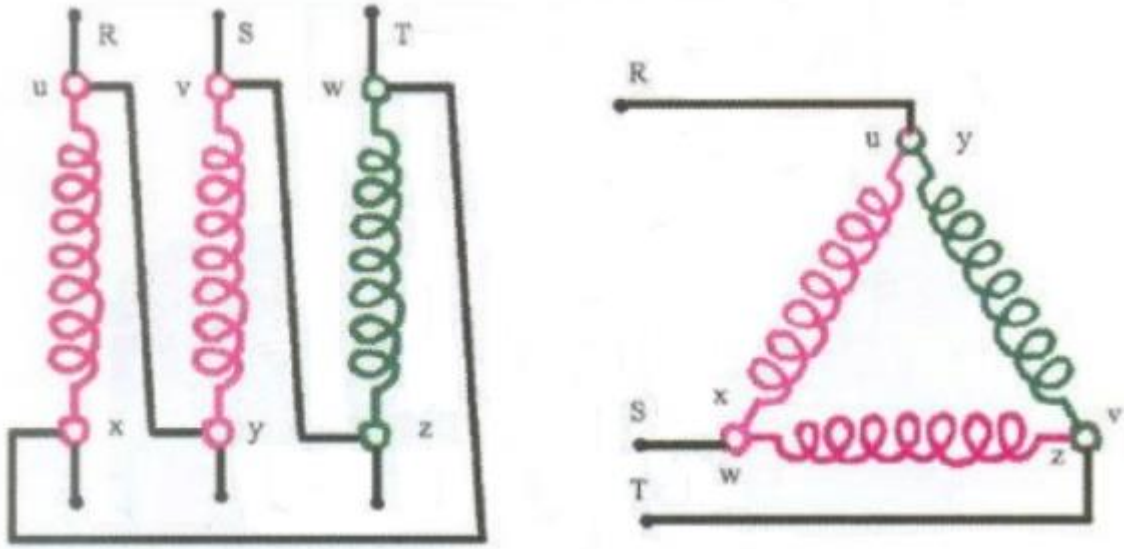
RST fazları primerin boşta kalan uçlarına, YÜK ise sekonderin boşta kalan uçlarına bağlanır. Birleştirme noktasına nötr veya yıldız noktası denir. Yıldız bağlantı, yıldız noktası sıfır olduğu için daha çok sıfırlamanın istenildiği yerlerde kullanılır.



Yıldız Bağlantı Şeması

2-) ÜÇGEN BAĞLANTI

Trafoda üçgen bağlantı yapmak için her faz sargısının giriş ucu öteki sargının çıkış ucu ile birleştirilir. Bu bağlantı trafonun hem primer de hem de sekonder de aynı şekilde yapılır. Üçgen bağlantıda fazlara ait sargılar birbirleri ile kapalı bir devre meydana getirir. Bu bağlantıda nötr hattı yoktur. RST fazları primer sargılarının giriş uçlarına, yük ise sekonder sargılarının çıkış uçlarına bağlanır. Üçgen bağlantı nötr hattı istenmeyen yerlerde kullanılır



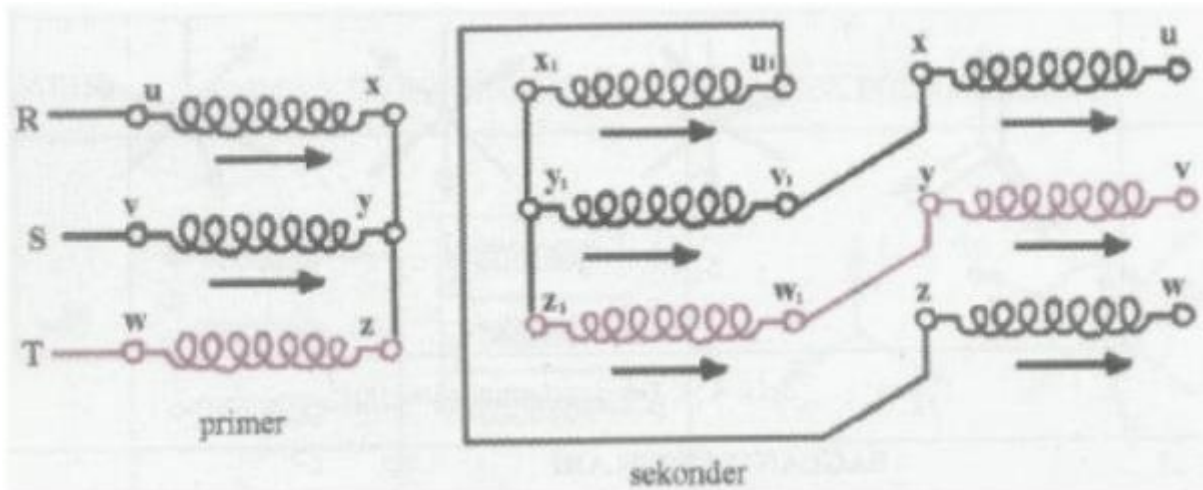
Üçgen Bağlantı Şeması

3-) ZİGZAG BAĞLANTI

Trafoda Zigzag Bağlantı Trafoda zigzag bağlantı sekonder kısmında uygulanır. Bağlantı için sekonderde aynı fazın eşit gerilimli iki sargısı bulunmalıdır. Bu sayede fazların dengeli bir şekilde yüklenmesi sağlanmış olur. Sargıların polaritesi belli olduğu için bağlantılar kolayca yapılabilir.

Zikzag bağlantı da sekonder sargılarının her fazının bir sargısı, diğer fazlardan birinin başka bir sargısı ile seri bağlanmalıdır. Primeri ise üçgen veya yıldız bağlanmalıdır.

Sekonderde aynı faza ait eşit iki sargıdan biri başka faza ait nüve üzerindedir. Trafo fazlarının eşit yüklenmemesi sonucu dengesiz çalışabilir. Zigzag bağlantı yapılarak bu denge sağlanmaya çalışılır.



Zigzag Bağlantı Şeması

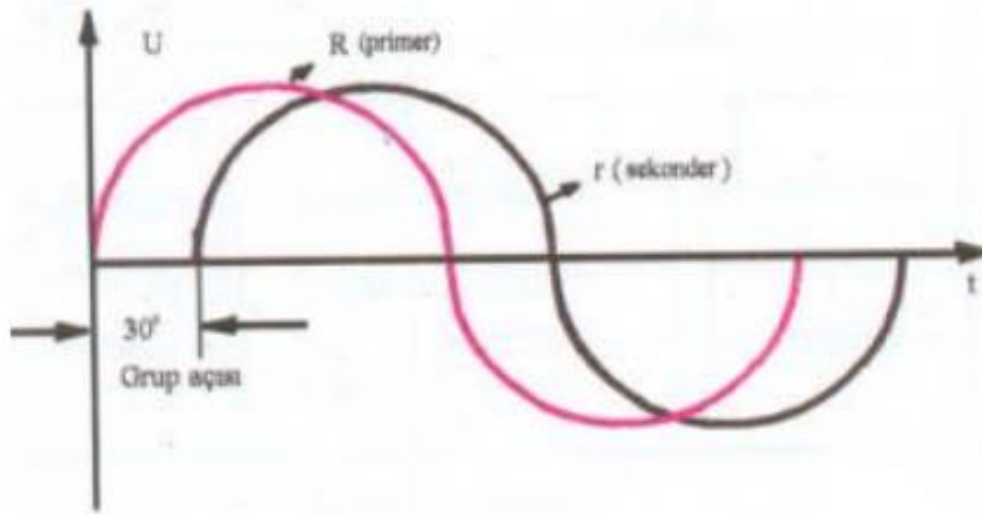
3-) BAĞLANTI GRUPLARI GRUP AÇILARI

Bağlantı Grupları Grup Açılar Trafoda primer sargının bir fazına alternatif gerilim uygulanırsa aynı fazın sekonder sargısında da bir gerilim indüklenir. Aynı faza ait primer ve sekonder sargılarda indüklenen gerilimler arasında bir faz farkı meydana gelir.

Meydana gelen bu faz farkına grup açısı denir.

Bağlantı gruplarından grup açısı 30 ye bölünerek bir sabit olarak verilir. Yd1 örneğinde grup açısı;

$$1 \times 30 = 30^\circ \text{ dir.}$$



Grup açısı Şeması

GRUP AÇILARI KISALTMALARI

Trafo bağlantı gruplarını belirten kısaltma sembollerinde büyük harfler primer için; küçük harfler ise sekonder için kullanılır.

Grup açıları için belirlenen kısaltmalar şu şekildedir:

(0): Grup açısı	$0 \times 30 = 0^\circ$
1 (30): Grup açısı	$1 \times 30 = 30^\circ$
5 (150): Grup açısı	$5 \times 30 = 150^\circ$
6 (180): Grup açısı	$6 \times 30 = 180^\circ$
7 (210): Grup açısı	$7 \times 30 = 210^\circ$
11 (330): Grup açısı	$11 \times 30 = 330^\circ$

olarak bulunur.

Trafoda Bağlantı Grupları Çeşitlerinin Sembolleri

Trafoların bağlantı şekilleri ve grup açıları iki harf ve bir rakamdan oluşan kodlar halinde verilir. ilk harf büyük yazılır ve primer sargı bağlantı şeklini gösterir.

İkinci harf küçük yazılır sekonder sargının bağlantı şeklini gösterir.

Rakam ise grup açısını belirtir,

Örneğin Yd1 gibi. Birinci harf, primer üst gerilim sargısını, ikinci harf sekonder sargının alt gerilim sargısını d1 bağlantı şeklini gösterir.

Y=Yıldız y= Yıldız

D=Ucgen d= Ücgen

Z=Zikzak z=Zikzak

Bağlantı Grup Çeşitleri ve Vektörleri

Üç fazlı trafolarda bağlantı grupları, üst ve alt gerilim sargılarının bağlantı şekillerini gösterir. Aynı zamanda bunların gerilim vektörlerinin birbirine karşı durumlarını da gösterir.

TS-267' ye göre üst gerilim sargılarının üçgen, yıldız ve zikzak bağlanmasına ait vektör diyagramları ve bağlantı şekilleri gösterilmiştir.

Bağlantı adı	Vektör Diyagramı	Bağlantı Şekli
Üçgen		
Yıldız		
Zikzag		

TS-267' ye göre üst gerilim sargılarının üçgen, yıldız ve zikzak bağlanmasına ait vektör diyagramları ve bağlantı şekilleri gösterilmiştir.

Bu bağlama şekillerinden çeşitli bağlantı grupları çıkar. Üç fazlı transformatörlerin bağlantıları dört ana grupta toplanır. Bunlar;

A veya 0 grubu,

B veya 6 grubu,

C veya 5 grubu

D veya 11 grubudur.

Bu gruplar da kendi aralarında üçe ayrılır. 12 çeşit bağlantı oluşur.

TRANSFORMATÖR BAĞLANTI ŞEKLLERİ ve VEKTÖR DİAĞRAMLARI

SEMBOL	VEKTÖR DİYAGRAMI	BAĞLANTI ŞEMASI	SEMBOL	VEKTÖR DİYAGRAMI	BAĞLANTI ŞEMASI
Dd0 (0°) (A ₁)			Dd6 (180°) (B ₁)		
Yy0 (0°) (A ₂)			Yy6 (180°) (B ₂)		
Dz0 (0°) (A ₃)			Dz6 (180°) (B ₃)		
Dy5 (150°) (C ₁)			Dy11 (330°) (D ₁)		
Yd5 (150°) (C ₂)			Yd11 (330°) (D ₂)		
Yz5 (150°) (C ₃)			Yz11 (330°) (D ₃)		

Üç Fazlı Transformatörlerin Bağlantı Gruplarının Bağlantı Şekilleri ve Fazlar Arası Gerilimlere Ait Vektör Diyagramları

A Grubu Bağlantı

A grubu bağlantıları, üçgen - üçgen (Dd O), yıldız - yıldız (Yy O) ve üçgen -zik zak (DZ O) olarak yapılır.

Bu bağlantı grubunda primer ve sekonder gerilimler arasında hiç faz farkı yoktur. Sıfır rakamı bunu belirtir

Parantez içinde belirtilen harfler;

D, d: Üçgen bağlantıyı

Y, y: Yıldız bağlantıyı

z: Zikzag bağlantıyı

0 : Primerle sekonder fazlar arası gerilimleri arasındaki faz farkını belirtir.

B Grubu Bağlantı

B grubu bağlantı da aynı A grubu gibi olmakla beraber primer ve sekonder gerilimleri arasında 180 faz farkı vardır.

Tabloda A2 ve B2 bağlantılarına dikkat edilirse sekondere ait fazların ters bağlandığı görülür. Bu gruba ait bağlantılar Dd 6, Yy 6 ve Dz 6 dir. Faz farkı 6 rakamı ile gösterilmiştir. Bu değeri 30 ile çarparsak, faz farkı derece olarak bulunur.





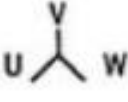




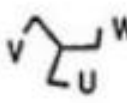






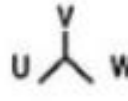
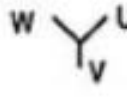



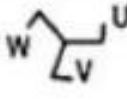


C Grubu Bağlantı

C grubundaki bağlantılar; Dy 5, Yd 5 ve Yz 5 olarak üçe ayrılır. Bu grupta primer ve sekonder gerilimler arasındaki faz farkı $5 \times 30 = 150$ dir. Yani sekonder gerilimi primerden 150 geridedir.

D Grubu Bağlantı

D grubu bağlantı C grubunun tersidir. Aradaki fark yine ikinci devre uçlarının bağlantı şeklidir. Bu durumda ikinci devre gerilimi ile birinci devre gerilimi arasındaki faz farkı $11 \times 30=330$ ve sekonder gerilimi geride olur. D grubundaki bağlantılar Dy 11, Yd 11 ve YZ 11 olarak yapılmıştır.

ÜÇ FAZLI TRANSFORMATÖRLERİN VEKTÖR DİAGRAMLARI - 1

NORMLAR		SEMBOLLERİ		BAĞLANTILARI	
DİN	IAC	1. DEVRE	2. DEVRE	1. DEVRE	2. DEVRE
A GRUBU BAĞLAMA					
A ₁	D _d 0				
A ₂	Y _Y 0				
A ₃	D _Z 0				
B GRUBU BAĞLAMA					
B ₁	D _d 6				
B ₂	Y _Y 6				
B ₃	D _Z 6				

ÜÇ FAZLI TRANSFORMATÖRLERİN VEKTÖR DİAGRAMLARI - 2

NORMLAR		SEMBOLLERİ		BAĞLANTILARI	
DİN	IAC	1. DEVRE	2. DEVRE	1. DEVRE	2. DEVRE
C GRUBU BAĞLAMA					
C ₁	D _Y 5				
C ₂	Y _d 5				
C ₃	Y _Z 5				
D GRUBU BAĞLAMA					
D ₁	D _Y 11				
D ₂	Y _d 11				
D ₃	Y _Z 11				

BAĞLANTI GRUPLARININ ÖZELLİKLERİ

Yy Bağlantı Grubu

Yıldız-Yıldız bağlanmış trafolarında bir faz sargısına uygulanan gerilim, hat geriliminin $1/\sqrt{3}$ ' üdür. Bu durumda belirli bir gerilim için siper sayısı azaltılmış olduğu için, yalıtma işi de kolaylaşır.

Yapım giderleri oldukça azdır. Yy0 bağlantı yapılmış trafolarında, primer ve sekonder gerilimleri arasında faz farkı yoktur.

Dy Bağlantı Grubu

Üçgen bağlantının üstünlüğü, faz akımının, hat akımından $1/\sqrt{3}$ kadar küçük olmasıdır. Sakıncası ise, siper sayısının ve izolasyonun hat gerilimine göre Düzenlenmelidir.

Yz Bağlantı Grubu

Küçük dağıtım trafolarının alt gerilim taraflarında zikzak bağlantı uygulanır. Bu bağlantıda her sekonder faz bobini, iki ayn sargıdan oluşur. Bu iki sargı iki ayrı ayağa yerleştirilmiş olup birbirine ters olarak bağlanmıştır.

Bağlantıların Kullanım Alanları

Üç fazlı transformatörlerde sadece bir tek bağlantı grubunun kullanılması uygun olarak görülebilir. Ancak kullanım alanları çok değişik olan çeşitli bağlantı grupları vardır. Bu bağlantı gruplarından Yy 0, Dy 5, Yd 5 ve Yz 5 işletmelerde çok kullanılmaktadır.

Yy 0 (Yıldız-Yıldız) Bağlantı

Sekonderlerindeki nötr hattı çok az yüklen diğinden dağıtım trafoları olarak alçak gerilim şebekelerinde kullanılmaz

Daha çok büyük güçlü yüksek gerilim trafolarında kullanılır.

Dy 5 (Üçgen-Yıldız) Bağlantı

Sekonderlerindeki nötr hattı tam yükle yüklenebilen büyük dağıtım transformatörlerinde kullanılır.

Yd 5 (Yıldız-Üçgen) Bağlantı

Sargıları yıldız bağlanmış büyük santral jeneratörlerinin çıkışına bağlanan transformatörler bu gruptandır. Ayrıca büyük akımlarda çok kullanılan bir bağlantı şeklidir.

YZ 5 (Yıldız-Zikzag) Bağlantı

Sekonderlerindeki nötr hattı tam yükle yüklenebilen küçük dağıtım trafolarında kullanılır.

TRANSFORMATÖRLER

“ K “ FAKTÖRÜ

Transformatörlerin dorusal olmayan yükleri beslemesi sonucu transformatör üzerinden akan yük akımı, harmonik bileşenleri içerir. Son yıllarda yapılan bazı çalışmalarda kuru tip transformatörlerin nonsinüoidal akımlar çeken yükleri besleyebilmesinin bir ölçütü olarak kabul edilen ve standart transformatörlerin harmonik akımlarına balı olarak nominal gerilim ve akım değerlerinde meydana gelen düşümlerin tayinine yarayan bir büyüklüktür. K- faktörü, anma gerilimi ya da anma gücü gibi transformatörler için imalatçı tarafından belirlenmiş bir anma büyüklüğü olup anma gücü 500KVA'nın altındaki transformatörler için tasarlanmıştır.

Transformatör K-faktörü diğer bir deyişle, harmonik akımlar mevcut olduğu zaman standart transformatörlerin yüklenme kapasitesindeki azalma miktarlarını hesaplamak için kullanılan bir kavramdır. Dorusal olmayan yükleri besleyen bir transformatör için K-faktörü,

$$K = \sum_{n=1}^{\infty} \left(n \cdot \frac{I_n}{I_1} \right)^2 \quad \text{olarak tanımlanır.}$$

Standart transformatörün anma değerindeki düşümünün hesaplanmasında IEEE C57.110-1986' da

$$D = \frac{1,15}{1 + 0,15 \cdot K} \quad \text{eşitliği verilmiştir.}$$

Burada D, transformatör gücündeki azalmayı belirtmektedir. Başka bir deyişle harmonikli akımla yüklenen transformatörün verebileceği en büyük güç değeri,

$$S_H = D \times S_N \quad \text{olarak hesaplanmaktadır}$$

Burada S_N transformatörün nominal gücüdür.

HARMONİKLERİN TRANSFORMATÖRLER ÜZERİNE ETKİLERİ - 1

Harmoniklerin Transformatörler Üzerindeki Etkileri Aynı zamanda harmonik üreticisi de olan transformatörler harmoniklerden iki şekilde etkilenir. Birincisi, akım harmonikleri sonucunda, bakır kayıpları ve kaçak akı kayıplarındaki artılardır. kincisi ise, gerilim harmonikleri sonucunda, demir kayıplarındaki artırır.

Bu kayıp artışları transformatörde ek ısınma olarak görülecektir.

Ayrıca harmonikler, transformatörlerde gürültü artışı da meydana getirirler.

Harmonik gerilim ve akımlarının her ikisinin de sebep olduğu transformatör kayıpları frekansa bağlıdır.

Frekansın artması ile kayıplar artmaktadır ve bu nedenle yüksek mertebeli harmonik bileşenleri, düşük mertebeli harmonik bileşenlerinden daha etkin olabilmektedirler.

TRAFOLARDA KADEME DEĞİŞTİRME

Dönüştürme oranı

→

$$K = \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

Transformatör Gerilim , Sarım sayısı ve Akım oranları

Şebekemizde kullanılan 34,5 / 0,4 kV , 1250 KVA 6 kademeli bir dağıtım trasformatöründe kademe ayarlaması aşağıdaki şekilde yapılır.

GERİLİMLER

<u>PRİMER</u>	<u>SEKONDER</u>
---------------	-----------------

- | | |
|--------------|-------------|
| 1-) 28.500 V | |
| 2-) 30.000 V | |
| 3-) 31.500 V | |
| 4-) 33.000 V | |
| 5-) 34.500 V | -----> 400V |
| 6-) 36.000 V | |

Verilen bu etiket değerine göre kademe anahtarı " 5 " te ise Bu demektir ki şebeke gerilimi 34.5 kV değerindeyken sekonderden (A.G. Den) 400 V alınır. Trafo 5. kademede iken sekonder gerilimimiz 400 V' tan az ise bu trafo etike tine göre kademe düşürülmeli. 4 e alınmalıdır.

Trafo 5. kademede iken sekonder gerilimimiz 400 V' tan fazla ise bu trafo etiketine göre kademe yükseltilmeli. 6 ya alınmalıdır.

Bazı transformatörlerde kademe gerilimleri alçaktan yükseğe değil de tam ters olarak yüksekten alçağa da sıralanabilir. Bu duruma dikkat edilmeli ezberle kademe ayarı yapılmamalıdır.

" K " Dönüştürme oranını hesap ederek te Voltaj farklılıklarında en uygun Kademe bulunabilir.

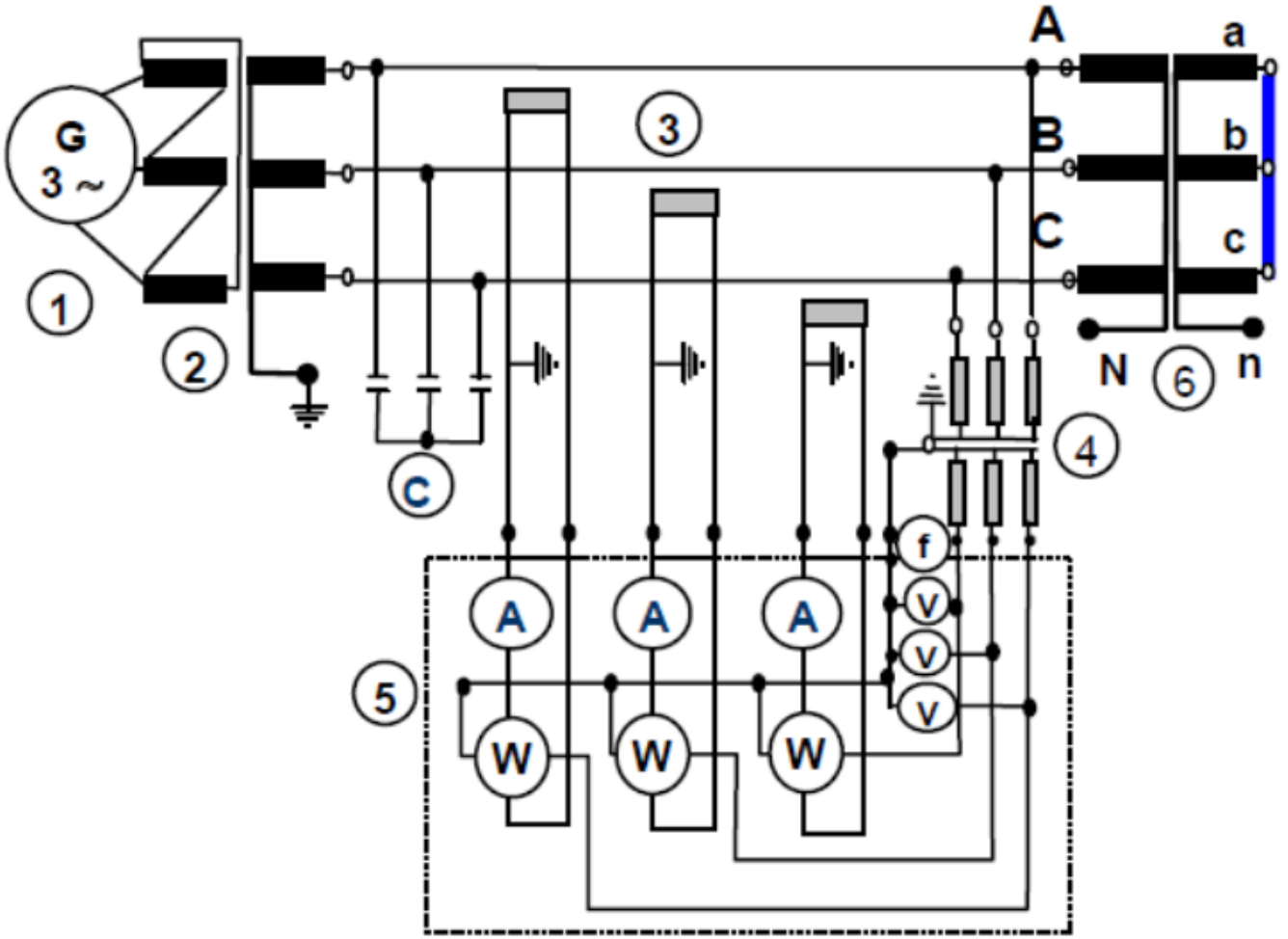
Örneğin transformatör 5. kademede iken çıkış Voltajı 370 Volt ise :

$$K = 34500 / 400 \text{ -----> } K = 86,25 \text{ -----> 5. Kademenin Dönüşüm oranı}$$

Bu durumda Primer Voltaj : $K \times 370 = 86,25 \times 370 = 31.913$ Volt Olarak hesaplanır.

Çıkış gerilimini yükseltmek için kademe bu gerilime en yakın değer olan 31.500 'luk kademeye yani 3 e alınır.

TRAFORMATÖR % Uk DENEY SETİ



Transformatör % Uk belirleme Deney Seti

- | | |
|-------------------------|----------------------------|
| 1-) Senkron Generatör | 4-) Ölçü Gerilim Trafoları |
| 2-) Besleme Trafosu | 5-) Güç Analizörü |
| 3-) Ölçü Akım Trafoları | 6-) Test Trafosu |

c : Kompanzasyon Kondansatörleri

Ölçüm yapılırken sekonder sargı kısa devre iken primer sargıdan besleme yapılırken (genelde) her iki taraf (primer ve sekonder) için anma akımında çalışırken primerden okunan gerilim 'Kısa Devre Gerilimi' olarak adlandırılır.

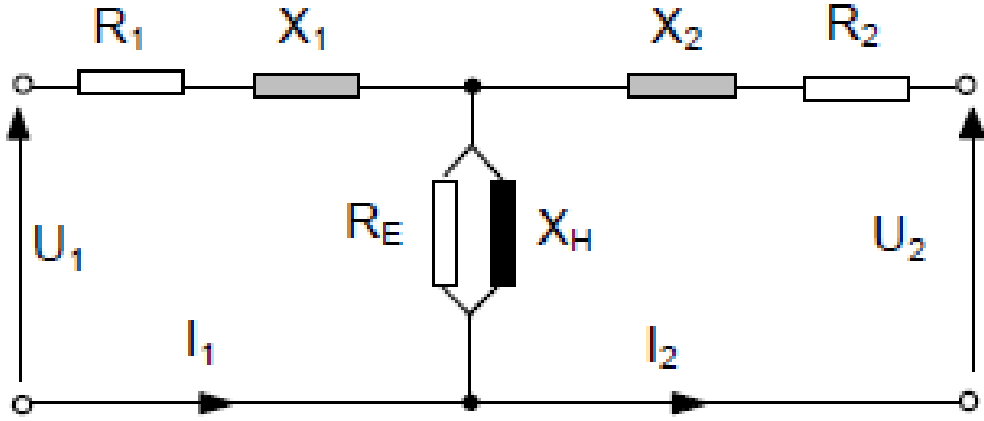
Primere uygulanan gerilim, sıfırdan başlanarak yavaş yavaş artırılır. Sekonderden anma akımı geçtiğinde gerilim artırmaya son verilir. Bu anda transformatörün primerine uygulanan gerilime kısa devre gerilimi denir. Uk ile gösterilir.

Kısa devre gerilimi anma geriliminin yüzdesi olarak belirtilir.

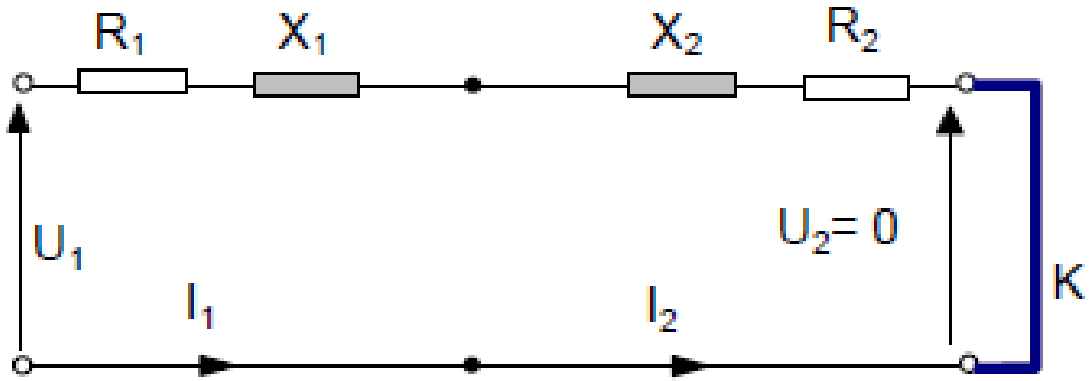
$$\% Uk = (Uk / Un) \cdot 100$$

Kısa devre gerilimi güce bağlı olarak anma geriliminin %3'ü ile % 12' si kadardır.

TRANSFORMATÖR KISA DEVRE DENEYİ MATEMATİKSEL MODEL



a)



b)

R_1 : 1. sargının omik direnci

R_2 : 2. sargının omik direnci

X_1 : 1. sargının kaçak reaktansı

X_2 : 2. sargının kaçak reaktansı

R_E : Manyetik devre direnci

X_H : Manyetik devre reaktansı

K : Kısa-devre barası

a) Trafonun Boşta Çalışması

b) Trafonun Kısa Devre Çalışması

- Kısa devre Gerilimi Bir Trafonun iç direnci "Empedansı" için bir değerlendirme ölçüsü olmaktadır.

- Kısa devre gerilimi % U_k küçükse Trafo iç direnci de küçüktür. Bu tip trafolarla yüklenme durumunda Sekonderde gerilim düşümü daha az olur.

- % U_k ' sı küçük olan Trafolar Gerilim Kararlı Trafolardır.

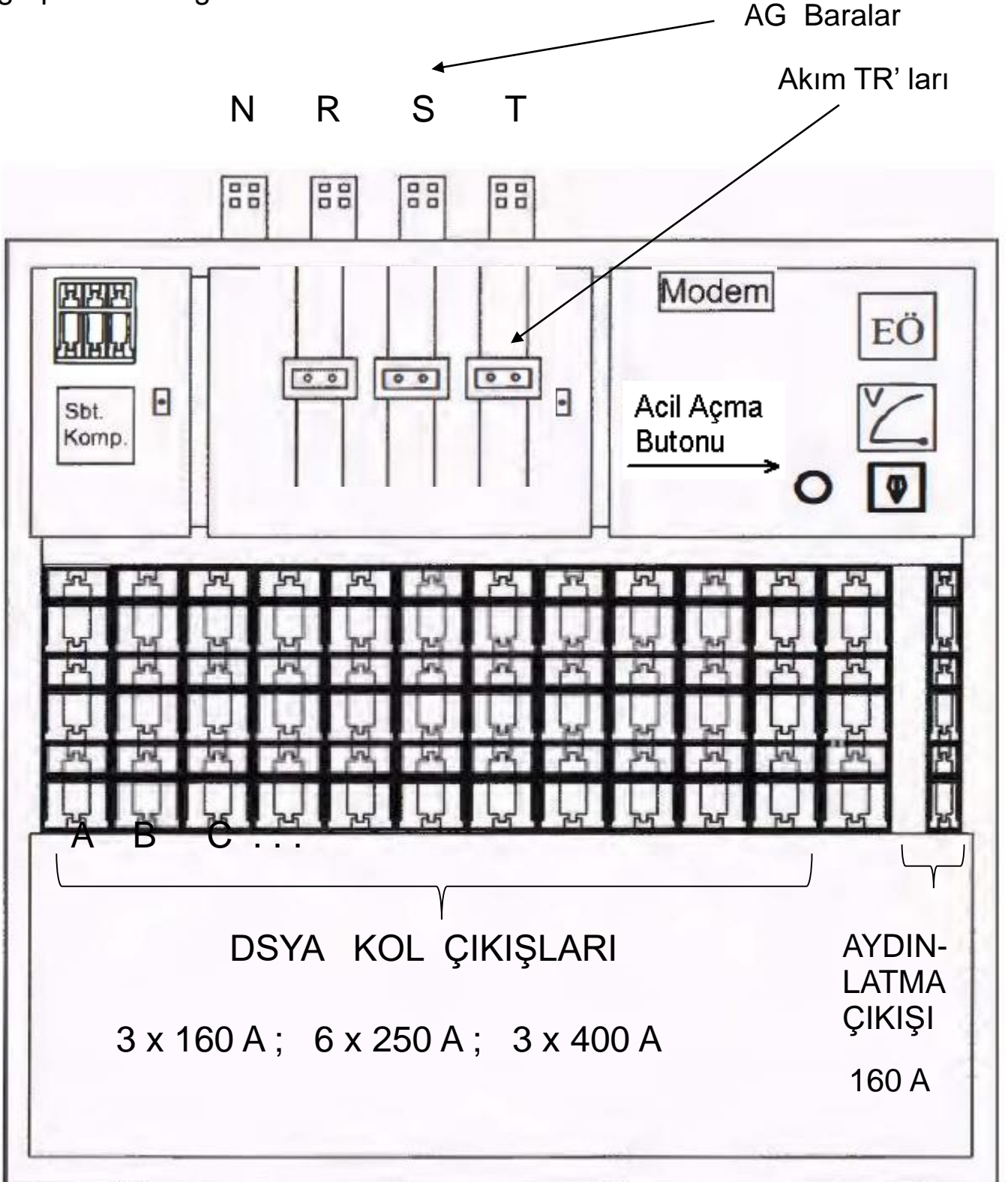
BÖLÜM - 2

MALZEME BİLGİLERİ

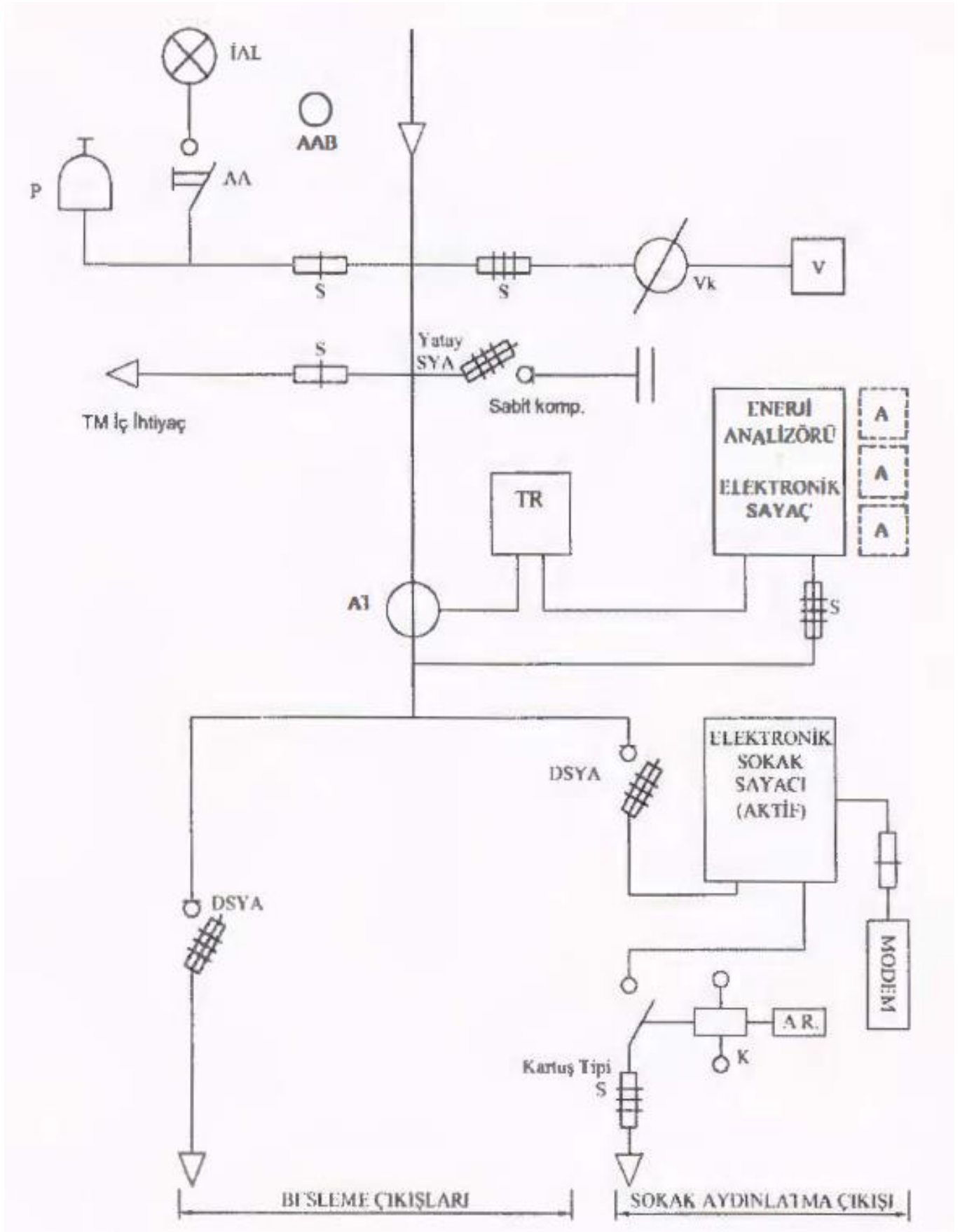
AG DAĞITIM PANOSU

Dağıtım Şebekemizde YG / AG Transformatörlerin Sekonderder kısmında kullanılan, Havai Hat veya Yeraltı kablo beslemeli Bokslardan oluşan AG Şebekemizin korumalarının sağlandığı Panolardır.

Hat (veya kol) korumaları DSYA (Dikey Sigortalı Yük Ayırıcısı) grupları ile sağlanmaktadır.



AG DAĞITIM PANOSU TEK HAT ŞEMASI

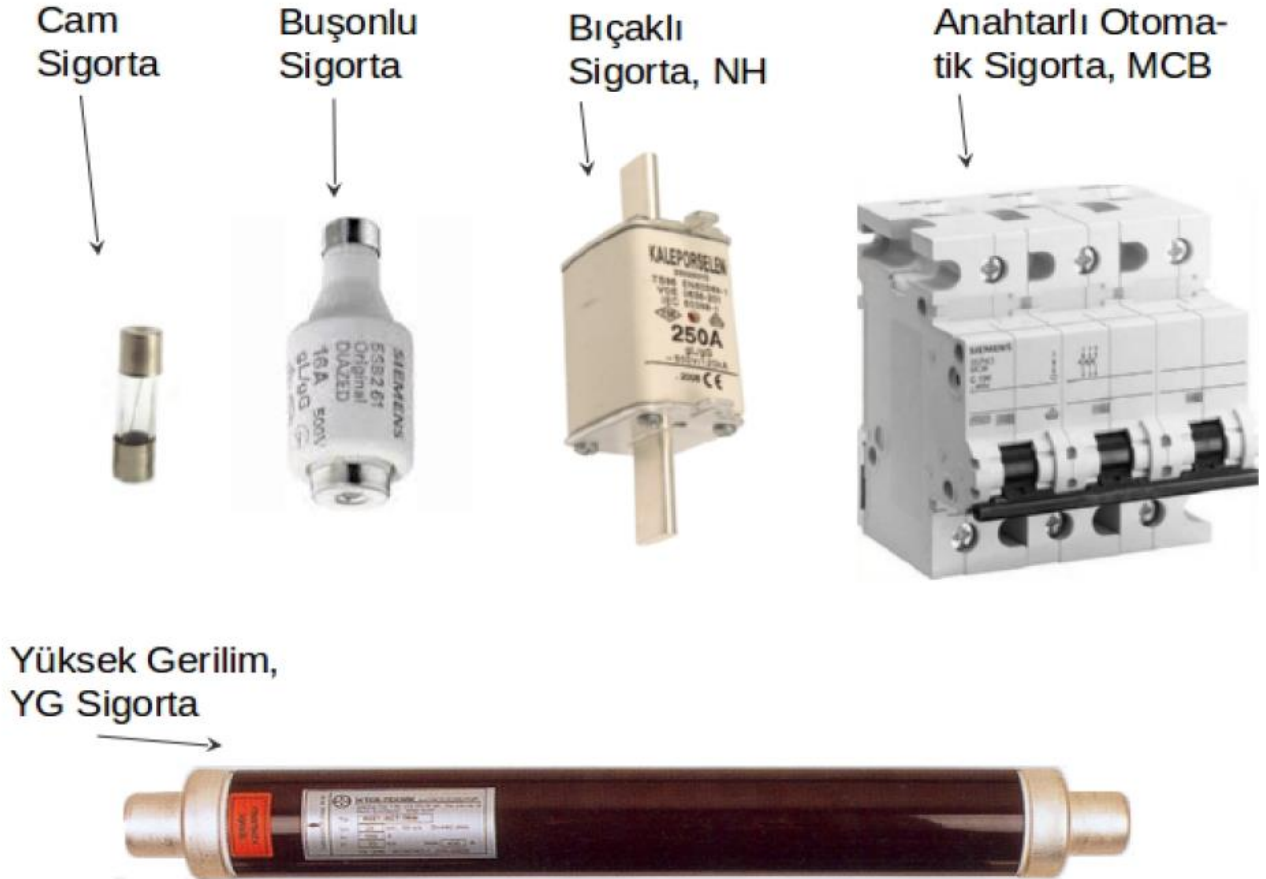


SİGORTALAR

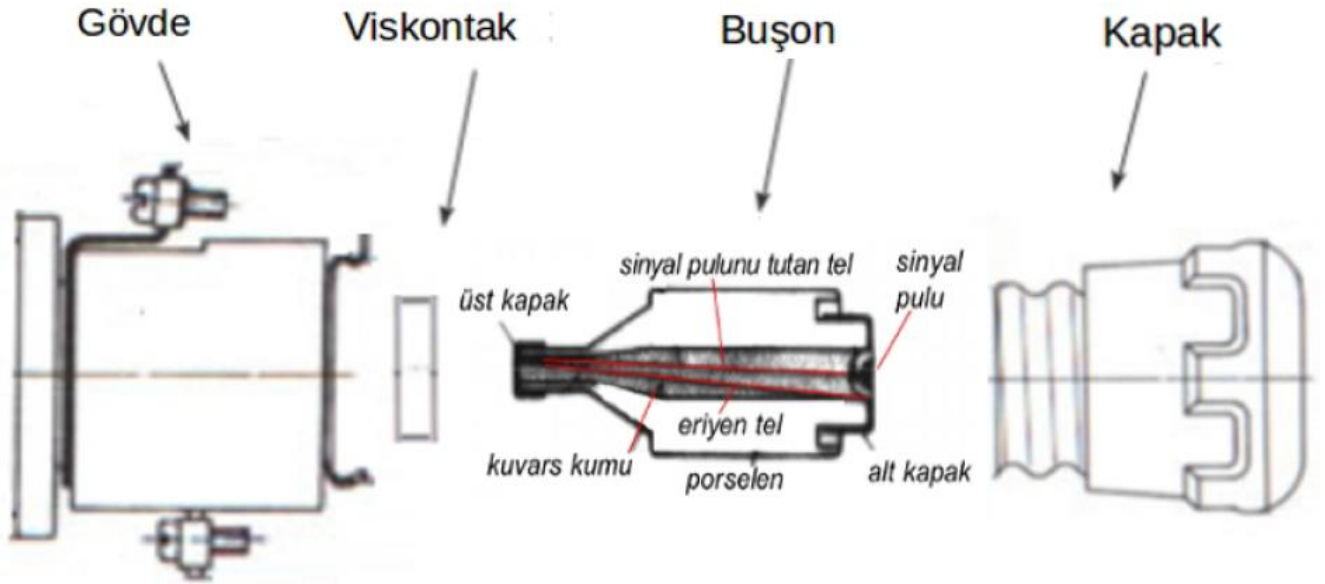
Akım, yeterli bir süre için verilen bir değeri aştığında, özel olarak tasarlanmış ve boyutlandırılmış bir veya birden fazla bileşenlerin eriyerek, yerleştirildiği devrede akımı kesmek suretiyle devreyi açan bir düzendir.

Çeşitleri :

- 1-) Buşon Tipi Sigortalar ,
- 2-) Buşon Tipi Otomatik Sigortalar,
- 3-) Cam Tipi Sigortalar,
- 4-) Anahtarlı Otomatik Sigortalar , (MBC)
- 5-) Bıçaklı Tip Sigortalar ,
- 6-) Yüksek Gerilim Sigortaları.



BUŞON TİPİ SİGORTALAR



Bu sigorta tipi Elektrik tesisatlarının korunması amacıyla Alçak Gerilimli şebekelerde kullanılır. Buşon tipi sigortaların amacı kullanıcıya gerilim ulaştıran iletkenleri yani kablo ve telleri korumaktadır.

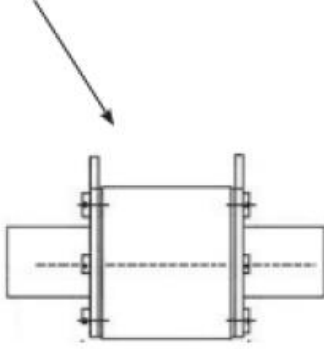
Porselen ile yalıtılmış Buşon , akım değerine göre seçilmiş Viskontak, gövde ve kapaktan oluşur.

Buşon maksimum akım değerine göre seçilecek ve yandığı zaman yenisiyle değiştirilecektir. Buşon üzerine Asla tel sarılmamalıdır. Porselen izolatör içinde arkı önlemek için ince kum tanecikleri kullanılmaktadır. Ayrıca buşonun üst tarafında yanıp yanmadığının anlaşılması için bir küçük pul bulunmaktadır. Buşon içindeki telin metal levhanın yandığını bu pul düştüğünde anlarız. Viskontak ise seçilen buşona uygun olarak kullanılmalıdır.

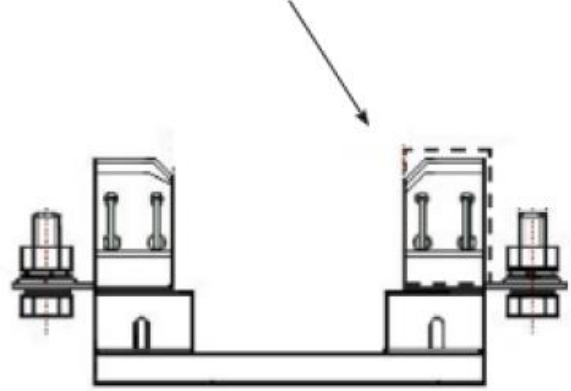
Zaten viskontaklar akım şiddetlerine göre çeşitli genişlikte yapılmalıdır. Viskontaklar gövde üzerine vidalanarak kullanılmaktadır. Bu vidalanma sırasında viskontak anahtarı kullanılarak tam olarak sıkılmalıdır. Aksi takdirde gereksiz ısınmalara yol açılabilir. Viskontak yerine Asla pul ve metal para konulmamalıdır. Gövde ve kapaklar da yine kullanılacak sigorta buşonuna göre seçilmeli ve porselen yapıları kırılmalara karşı korunmalıdır. Ayrıca kapakların üzerindeki cam kısım çıkarılmamalıdır.

BIÇAKLI “ NH “ TİPİ AG SİGORTALAR

Bıçaklı Sigorta, NH



Altlık, Gövde



Eriyen telli bıçaklı sigortalar, hassas selektif yapıları ve yüksek kesme yetenekleri nedeniyle, en önemli ve en güvenilir devre koruma cihazlarıdır.

Bıçaklı Sigortalar bu üstün koruma özellikleri ve ekonomik olmaları nedeniyle alçak gerilim Dağıtım Şebekelerinde, Endüstride, İş Yerlerinde ve toplu Konutlarda oldukça yaygın kullanılmaktadır.

İstenilen koruma özelliklerine sahip Bıçaklı sigortaların, standartlarda belirtilen elektrik ve mekanik ölçü ve toleranslara uygun kalite seviyesinde üretilebilmeleri, ancak hammadde, yarı mamul ve tam mamul safhalarında uzun süreli tecrübe birikimi gerektiren üretim tekniği ve araştırma geliştirme çalışmalarısıyla mümkün olabilmektedir. Erime telleri uzun araştırma ve deneyler neticesinde bulunarak, çeşitli şekil ve formlarda özel olarak imal edilmektedir.

Kontak bıçakları, yekpare bakır veya bakır alaşımlarından özel şekillendirilmekte, iletkenliğini arttırmak, güç kaybını en aza indirmek amacıyla bıçaklar gümüş kaplanmakta ve erime tellerine en iyi şekilde kaynatılmaktadır.

Sigorta Buşonu Gövdesi, aşırı akım ve kısa devre esnasında meydana gelebilen her türlü elektrikli, mekanik ve termik zorlamalara karşı dayanıklı seramik malzemeden üretilmektedir.

Kablo, şalter ve pano gibi tesisatın kısa devre ve aşırı yüklenmeye karşı korurlar. Çok yüksek kısa devre akımlarında devreyi selektif olarak açarlar.

Aşırı yüklenme akımlarında tembel karakterlidirler.

NH SİGORTA TEKNİK ÖZELLİKLERİ

Malzeme Cinsi (boy)	Anma Akımı (A)	Malzeme Cinsi (boy)	Anma Akımı (A)	Malzeme Cinsi (boy)	Anma Akımı (A)	Malzeme Cinsi (boy)	Anma Akımı (A)	Malzeme Cinsi (boy)	Anma Akımı (A)
00	6	0	25	1	40	2	125	3	250
00	10	0	32	1	50	2	160	3	315
00	16	0	40	1	63	2	200	3	400
00	25	0	50	1	80	2	250	3	500
00	32	0	63	1	100	2	315	3	630
00	40	0	80	1	125	2	400		
00	50	0	100	1	160				
00	63	0	125	1	200				
00	80	0	160	1	250				
00	100								
00	125								
00	160								

NH Sigorta Tipleri :

Kesme Aralığı ve Kullanma Kategorisine göre;

İlk harf : * “g” değiştirme elemanlarının (Tam aralıklı kesme kapasiteli değiştirme elemanı) ; kesme aralığını belirtmektedir.

İkinci harf : Kullanma kategorisini belirtmektedir.

Bu harf zaman - akım karakteristiklerini, konvansiyonel süreleri ve akımları, kapıları tam doğrulukla belirlemektedir.

Gg : Genel uygulamada tam aralıklı kesme kapasiteli değiştirme elemanlarını, göstermektedir.

gL / gG Hat Koruma anlamına gelir. Kablo ve H.Hat İletken korumada kullanılır.

Şimdiki uygulamalarda, “gG” değiştirme elemanlarının karakteristikleri, motor yol verme akımına dayanmaya yeterli olduğunda, bu değiştirme elemanları motor devrelerinin korunmasında sık olarak kullanılır.

Kısa devre esnasında;

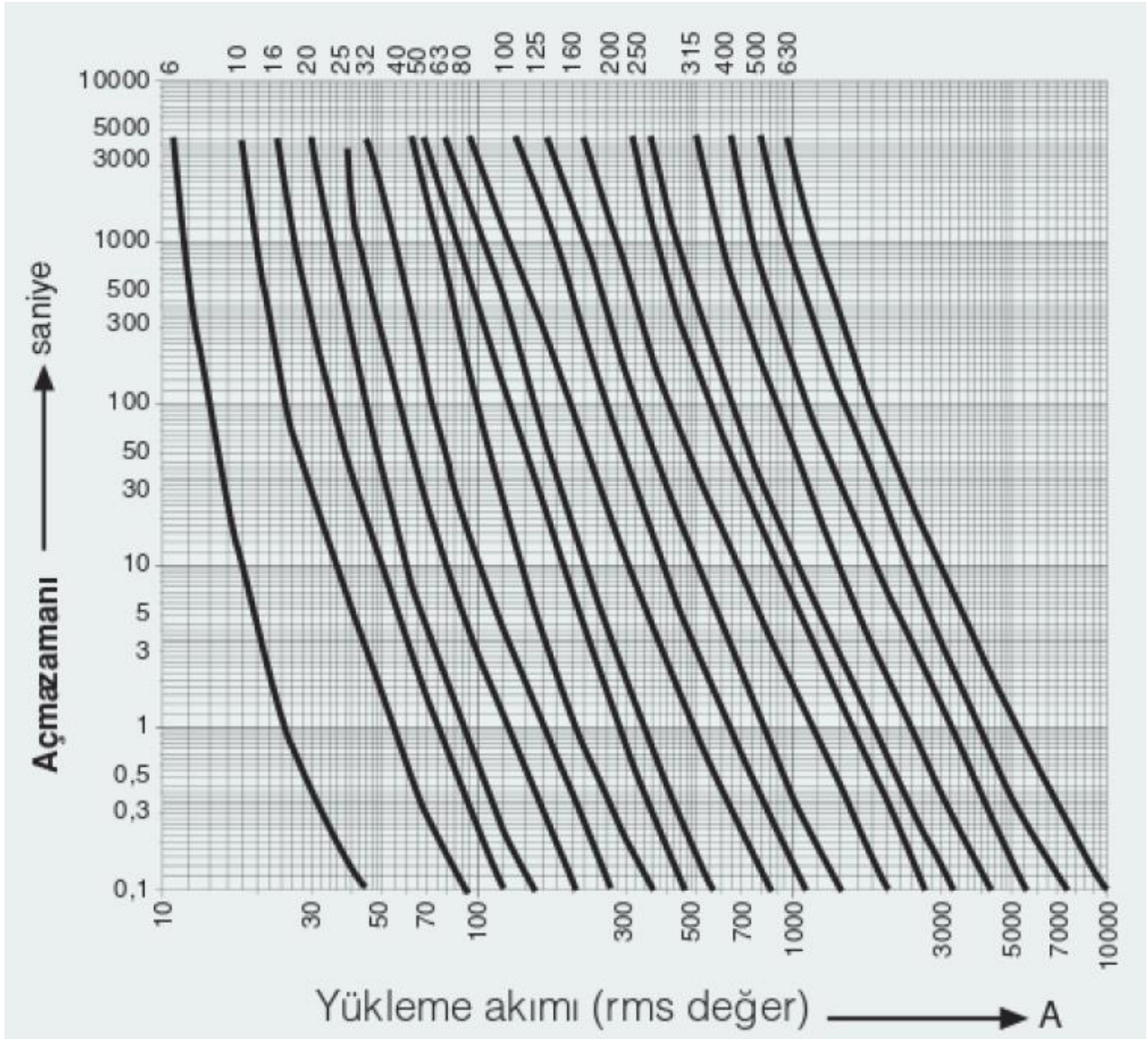
B tipleri nominal akımın 3 ila 5 katında,

C tipleri ise 5 ila 10 katında devreyi gecikmesiz olarak açarlar.



NH SİGORTA AÇMA EĞRİLERİ

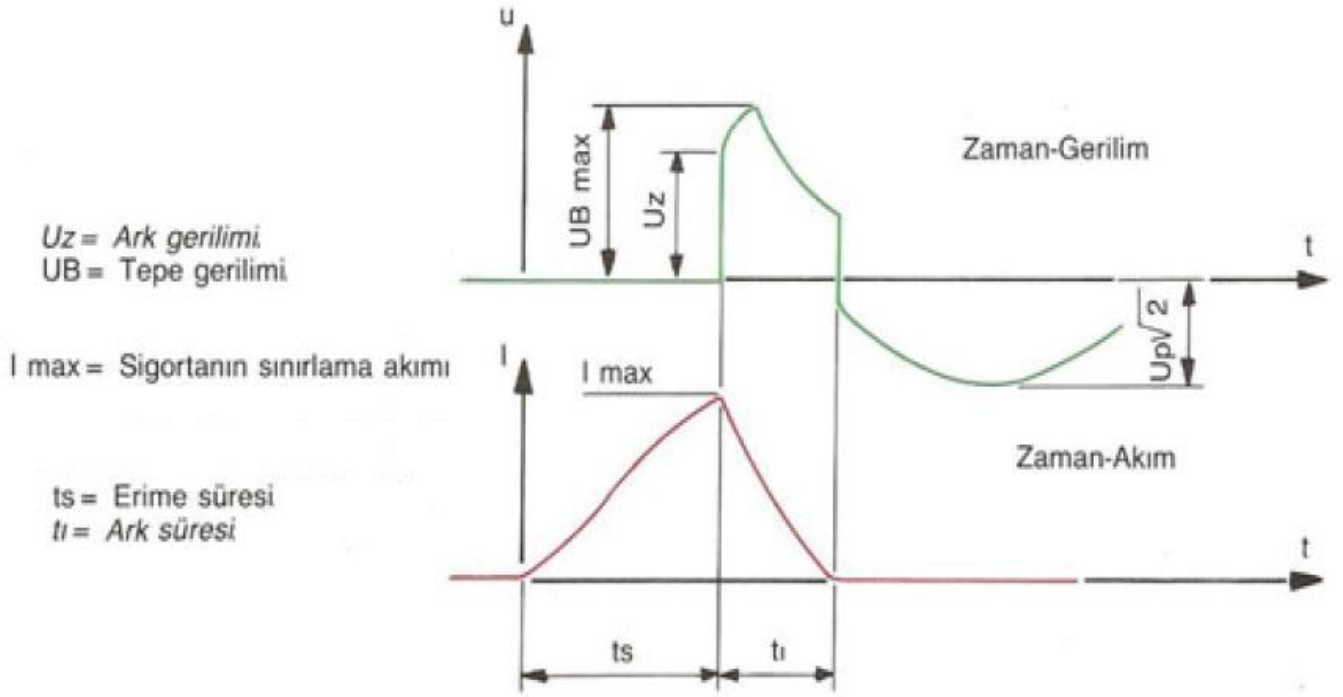
NH Sigorta Nominal Akım Değerleri



NH Sigorta Buşonlarının Akım ... Zaman Karakteristiği

Yukarıdaki açma eğrileri incelendiğinde Bıçaklı "NH" Sigortaların Nominal akımlarının çok üstündeki Akımlarda uzun süre çalıştığı görülmektedir.

NH SİGORTA KISA DEVRE EĞRİLERİ



NHG 00, 80A, 500V, $I_p = 7000A$, $U_p = 550V$ AC, $\cos \varphi = 0,25$
 Kısa devre kesme osilogramı

Yukarıdaki açma eğrileri incelendiğinde Bıçaklı " NH " Sigortaların bir kısa devre anında çok kısa sürede açtığı görülmektedir.

Bu durum bıçaklı sigortanın bağlı olduğu teçhizatı Kısa devre anında çok iyi koruduğu anlamına gelir.

ANAHTARLI OTOMATİK SİĞORTALAR , MCB



Uluslar arası literatürde; Mechanical Circuit Breaker, Türkçe adıyla; minyatür devre kesicileri Olarak ta adlandırılırlar.

Aşırı akım ve kısa devreye karşı üstün koruma sağlarlar. Kabloları ve iletkenleri aşırı akım ve kısa devreye karşı anahtarlı otomatik sigortalar korur. Bir arıza halinde (aşırı akım), tesis edilmiş olan iletken kesitlerinin aşırı ısınarak izolasyon malzemesi ve çevre için yangın tehlikesi oluşturmaması için bunların önünde otomatik sigortalar kullanılmaktadır. Böylece konutlarda ve endüstride elektrik devreleri korunur.

Anahtarlı otomatik sigortalar, anahtarları sayesinde bağlı oldukları devrelerin kolayca açılıp kapanmasını sağlarlar. Ancak arıza durumunda anahtardan bağımsız açtırma düzenleri, arıza devam ettiği müddetçe devreye sokulmalarına engel olur.

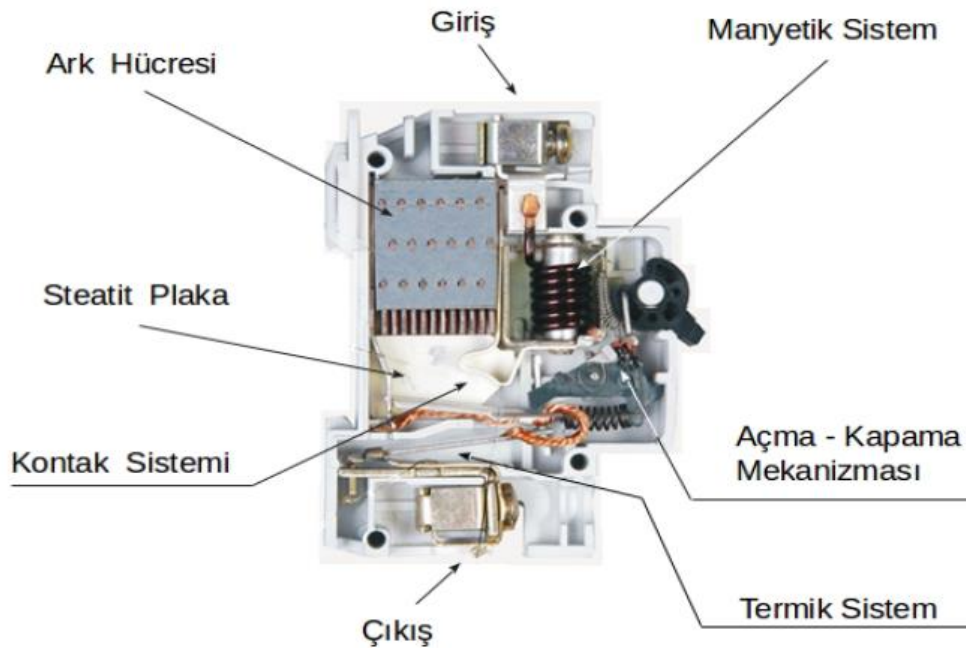
Anahtarlı sigortalar aşırı akımlarda birbirinden bağımsız iki açtırıcı bulunmaktadır. Aşırı yüklenmelerde bimetal akım değerine bağlı olarak zaman gecikmeli olarak devreyi acarlar. Kısa devre durumunda belli eşik değeri aşıldığında bir elektromanyetik açtırıcı gecikmesiz olarak devreyi acar.

B ve C tipleri mevcuttur.

B tipi nominal akımın (3-5) katında,

C tipi nominal akımın (5-10) katında devreyi açarlar.

ANAHTARLI OTOMATİK SİGORTA İÇ YAPISI



B – Karakteristik

Hat koruma özelliğine sahiptir. Aydınlatma, Priz ve kumanda devrelerinin korunmasında kullanılır.

C – Karakteristik

Cihaz koruma özelliğine sahiptir. Elektrik motorları gibi ilk yol alma esnasında anma akımın üzerinde akım çeken cihazların korunmasında kullanılır.

Kontak Sistemi

Uygun tasarlanmış kontak yapısı nedeniyle, kesme esnasında kontaklarda oluşan ark kısa sürede ark hücrelerine yönlendirilir.

Magnetik Sistem

Her anma akım kademesi için ayrı ve özel geliştirilmiştir.

Bu sayede çok seri bir şekilde 3kA ve 6 kA değerlerinde kısa devre kesme yeteneği sağlanmıştır.

Açma Kapama Mekanizması

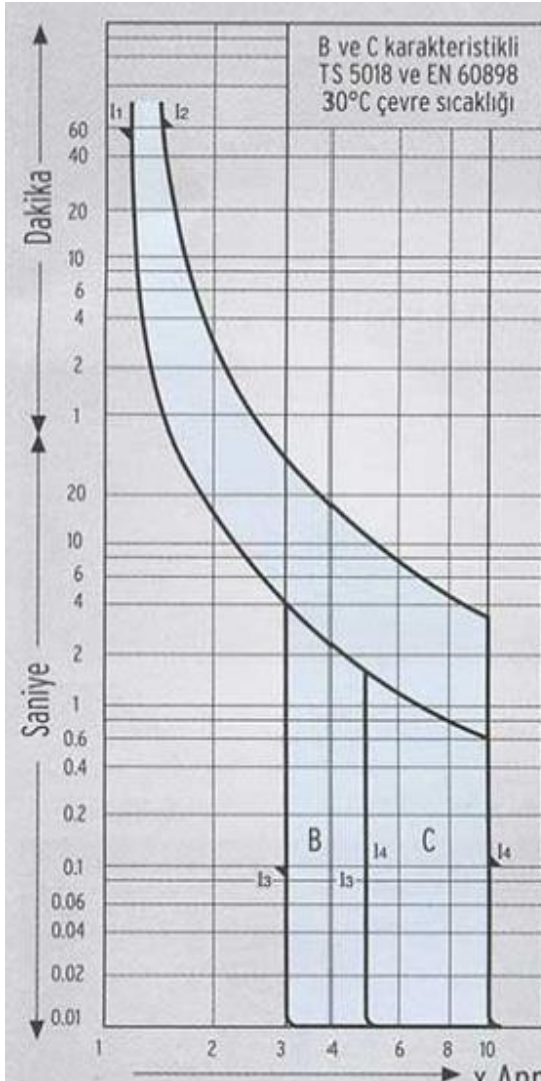
Geliştirilmiş özel darbesiz açma kapama mekanizması ile kontakların yapışması, yüzeylerin bozulması önlenmiş sessiz, emniyetli, seri çalışma ve uzun ömür sağlanmıştır.

Termik Sistem

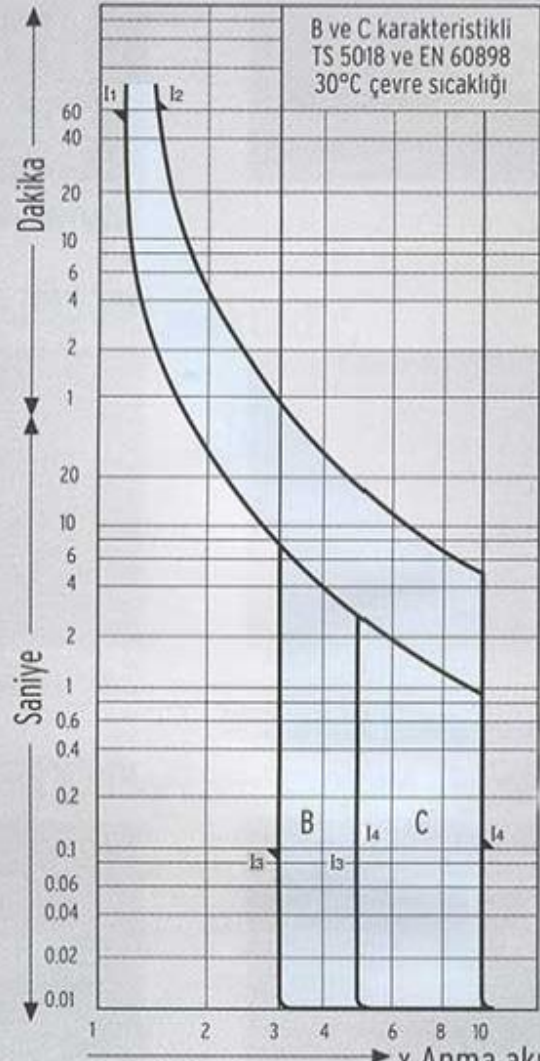
Bimetal termik eleman her akımın kademesi için özel geliştirilmiştir. Aşırı akımda çalışma karakteristiğine uygun olarak hassas koruma sağlar.

Kısa devre akımlarına dayanıklıdır.

ANAHTARLI OTOMATİK SİGORTA AÇMA EĞRİLERİ



Şekil-1 Akım-Zaman Eğrisi (FM3 In < 40A)



Şekil-2 Akım-Zaman Eğrisi (FM3 In=50 A, 63A)

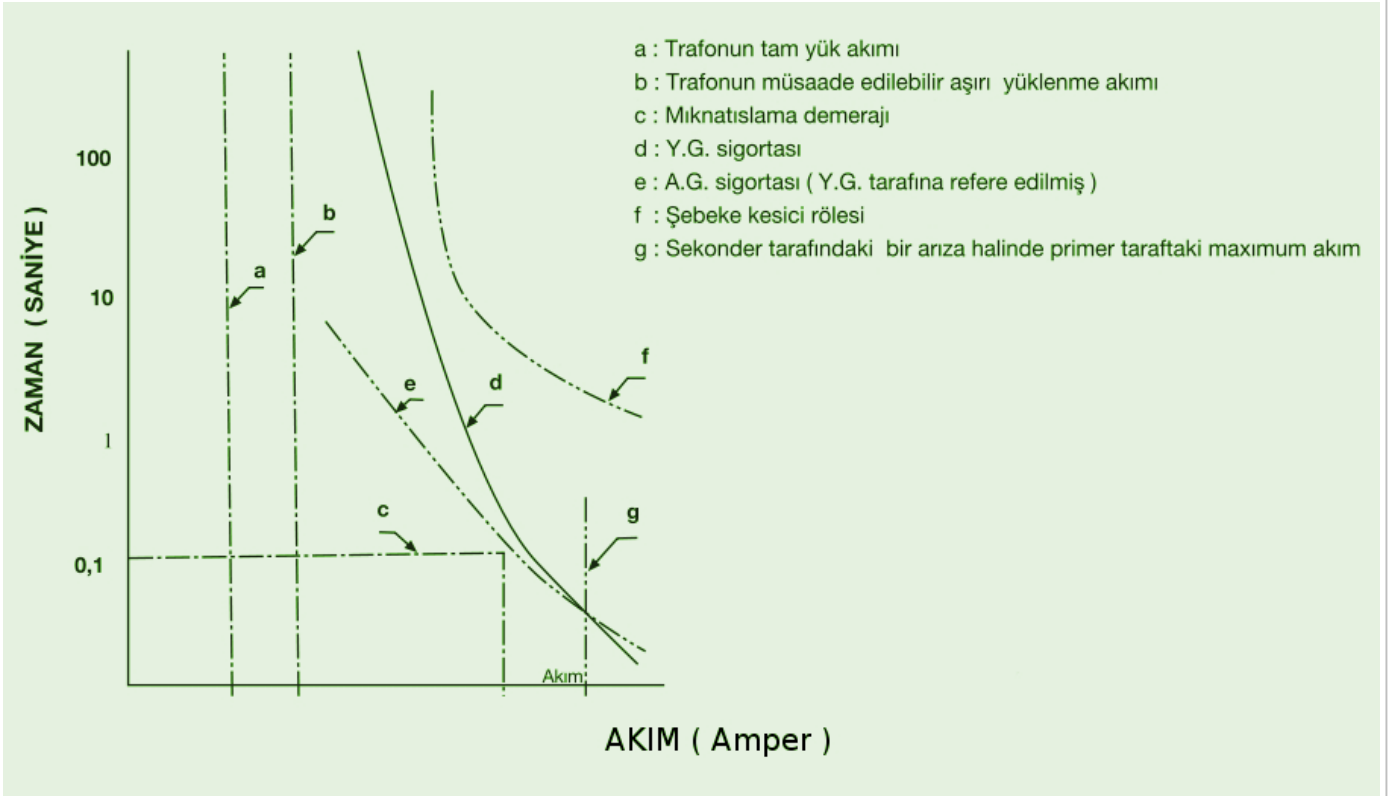
Elektrik tesisatında bir Kısa devre meydana geldiğinde
Anahtarlı Otomatik Sigorta;

B tipleri nominal akımın, 3 ila 5 katında,

C tipleri ise “ “ 5 ila 10 katında

devreyi gecikmesiz olarak açarlar.

YG SİGORTA BİLGİLERİ - 1



Şekil - 27 YG Sigorta Akım – Zaman eğrisi

YG Sigorta Akım – Zaman Eğrisi hakkında açıklamalar

1-) YG Sigorta nominal akımı TR Miknatıslanma akımını üstünde olmalıdır. Başka bir deyişle TR ilk devreye alma sırasında atmamalıdır.

2-) YG sigorta nominal akımı TR müsaade edilebilir aşırı yük akımından büyük olmalıdır.

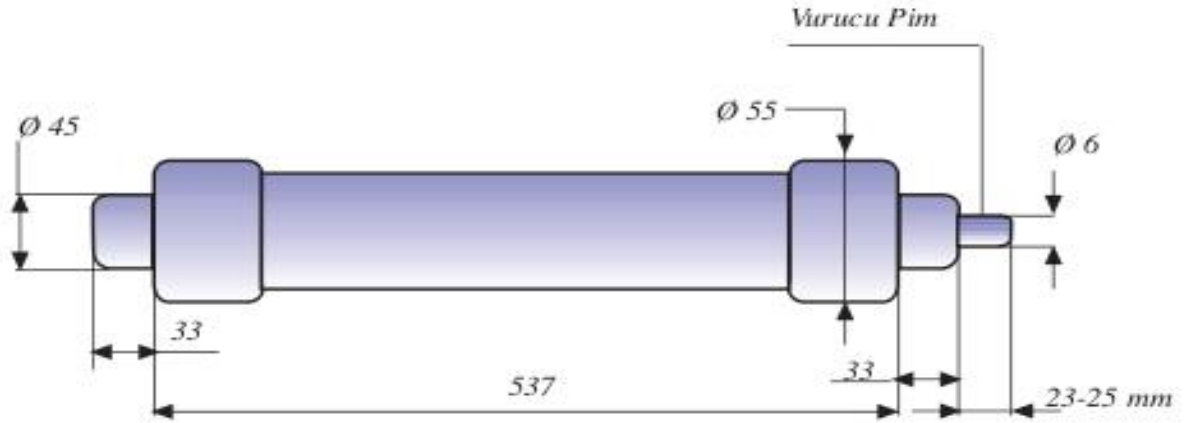
3-) YG Sigorta In değeri, yeterli korumayı sağlayabilmesi için olabildiğince küçük seçilmelidir.

4-) TR YG ve AG tarafındaki sigortalar arasında tam bir selektivite için YG sigortanın Akım – Zaman karakteristik eğrisi ile AG Koruma cihazını (Primer tarafa indirgenmiş) Akım – Zaman karakteristiğinin kesişme noktası, AG cihazının yük tarafındaki maksimum arıza akım seviyesinin altında olmalıdır.

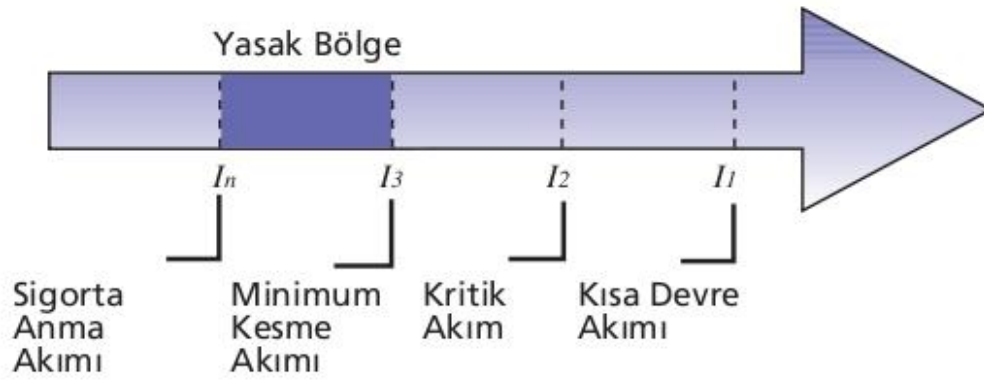
Sigortanın değiştirilmesi :

Üç faz açtırmalı transformatör koruma hücrelerinde meydana gelen kısa devre arızası sonucu bir veya daha fazla sigorta atarak yük ayırıcısını açtırır ve her durumda üç fazın enerjisi kesilmiş olur. Eğer arıza tek fazda Ya da iki fazda meydana gelmiş ve sadece bir veya iki fazda sigorta atmış olsa bile IEC60298-1'de tavsiye edildiği gibi üç fazın sigortasının da değiştirilmesi gerekir. Çünkü böyle bir arıza karşısında diğer fazlardaki sigortaların da bozulmuş olma ihtimali çok büyüktür.

YG SİGORTA BİLGİLERİ - 2



SİGORTA



$$20 I_n \leq I_2 \leq 100 I_n$$

Sigorta seçim tablosu

İŞLETME GERİLİMİ (KV)	ANMA GERİLİMİ (KV)	TRANSFORMATÖR ANMA GÜCÜ (KVA)									
		25	50	100	160	250	400	630	1000	1250	1600
34.5	36	SİGORTA ANMA AKIMI (A)									
		2	4	4 6	6	10	16	20 25	25	30 40	40 63

Not: Seçim tablosundaki bu değerler Elimsan marka sigortalar için verilmiştir.

Şekil – 28 a, b, c YG Sigorta Ölçü , Kritik Akım ve Seçim Tablosu

TR YG SİGORTA SEÇİM TABLOLARI

10,5 KV										
TR GÜÇLERİ " MVA "	50	100	160	250	400	630	800	1000	1250	1600
SİGORTA AKIMLARI " Amper "	6	16	20	25	40	50	63	80	100	125

15,8 KV										
TR GÜÇLERİ " MVA "	50	100	160	250	400	630	800	1000	1250	1600
SİGORTA AKIMLARI " Amper "	6	10	16	20	30	40	50	63	80	100

34,5 KV										
TR GÜÇLERİ " MVA "	50	100	160	250	400	630	800	1000	1250	1600
SİGORTA AKIMLARI " Amper "	6	6	10	10	16	30	30	40	50	63

Şekil - 29 Muhtelif Güç ve Gerilimdeki TR YG Sigorta Seçim Tabloları

VOLTMETRE

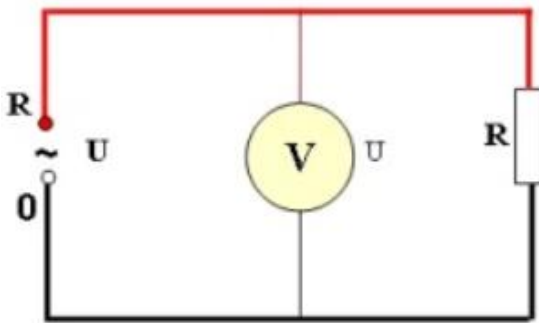


Bir elektrik devresinde iki nokta arasındaki potansiyel farkını (gerilim) ölçmeye yarayan ölçü aleti. İlk defa İtalyan fizikçisi Volta tarafından yapıldığı için ona izafeten Voltmetre denmiştir.

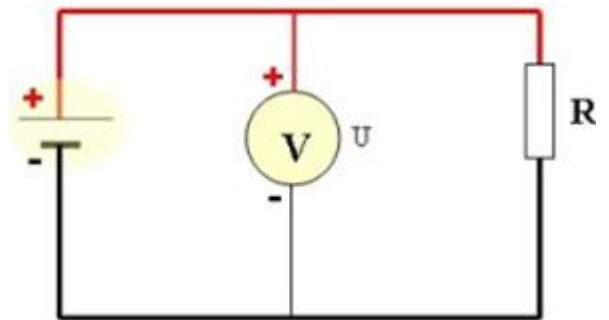
Gerilim kaynağının veya elektrik devresinin pozitif ve negatif kutupları arasına paralel olarak bağlanır.

Voltmetrelerin hassasiyeti volt başına ohm (ohm/volt) olarak ifade edilir. Mesela 200 voltluk bir voltmetrorenin direnci 120.000 ohm ise aletin hassasiyeti $120.000/200= 600$ ohm/volt olur.

Bu değer ne kadar büyükse voltmetrorenin hassasiyeti o derece yüksektir. Bobinin direnci ne kadar büyükse o kadar küçük akımla çalışır ve gerilim kaybına sebep olmaz.

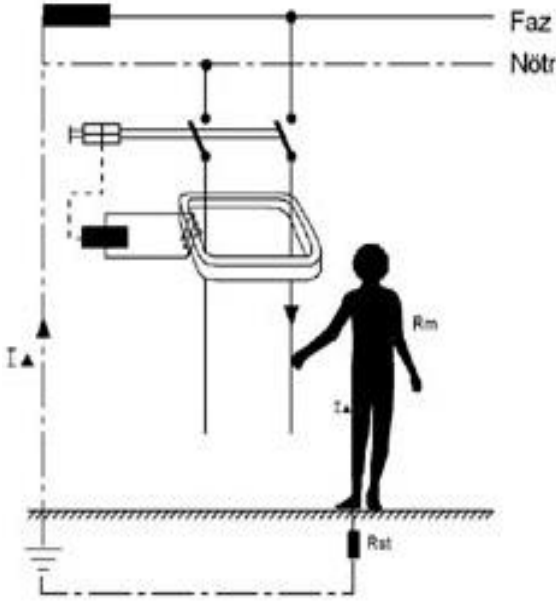


AC Voltmetre bağlantısı



DC Voltmetre bağlantısı

HATA AKIMI KORUMA SİSTEMİ “ MONAFAZE “



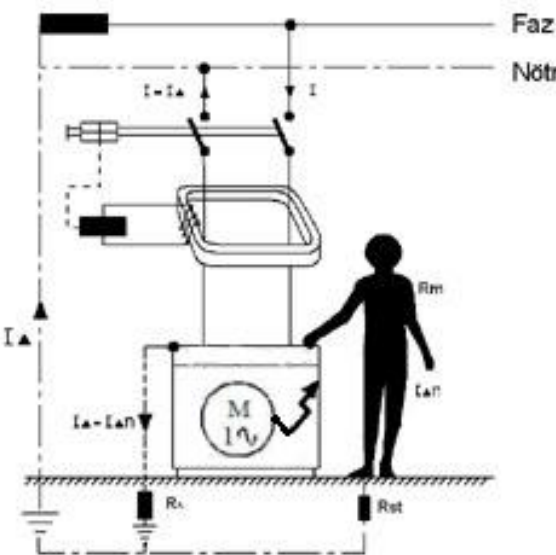
Şekil - 13 : Monafaze Direkt Temas durumu.

A- Direkt Temas :

Bir İnsanın, işletmeye tabi olan gerilim taşıyan parçalara direkt teması olayıdır.(Şekil- 13)

Bu durumda kaçak akım insan vücudu üzerinden toprağa akarak devresini tamamlar.

Temas geriliminin yüksek değerlerin de (AC 50 Volt' tan büyük değerler için) Vücuttan geçen hata akımı ölümcül bir kazaya neden olabilir.



Şekil - 14 : Monafaze Endirekt Temas durumu.

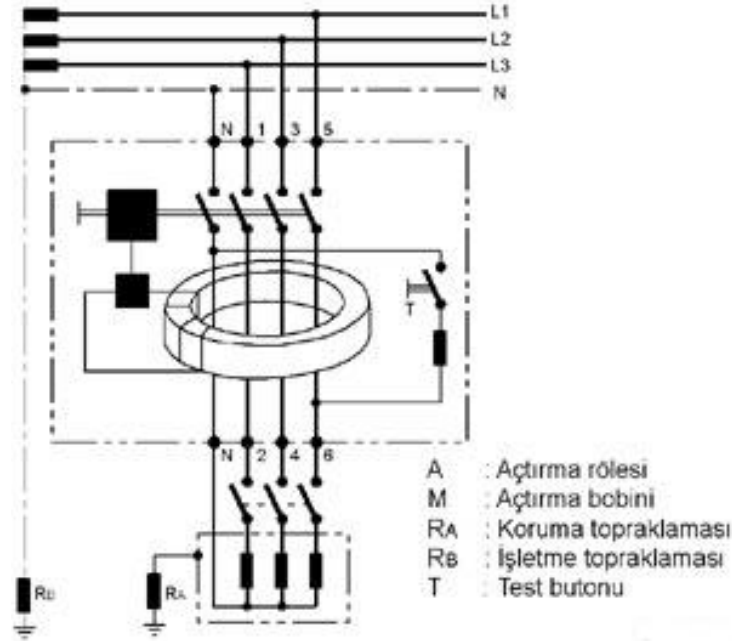
B- Endirek temas:

Gerilim altında çalışan bir cihazda yalıtım hatasından dolayı bir kaçak oluştuğunda, kaçak akım topraklama direnci üzerinden devresini tamamlar.

Bu durumda tesadüfen arızalı cihaza temas eden bir insan, paralel olarak hata akımı devresine girer ve kaçak akımın bir kısmı dainsan vücudu üzerinden toprağa akar (Şekil- 14)

Bu yüzden endirek temas durumlarında topraklamanın nasıl yapıldığı çok önemlidir.

HATA AKIMI KORUMA SİSTEMİ “ TRİFAZE “



Şekil - 12 : Trifaze Hata Akımı Koruma Sistemi

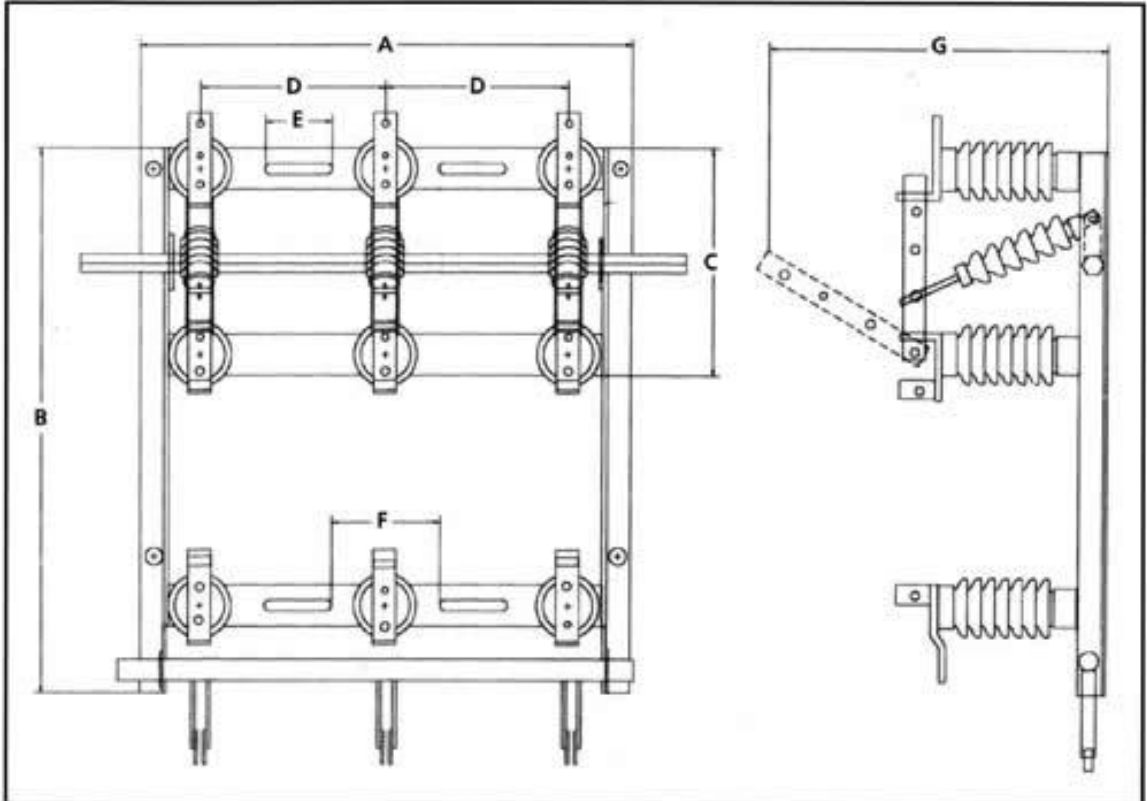
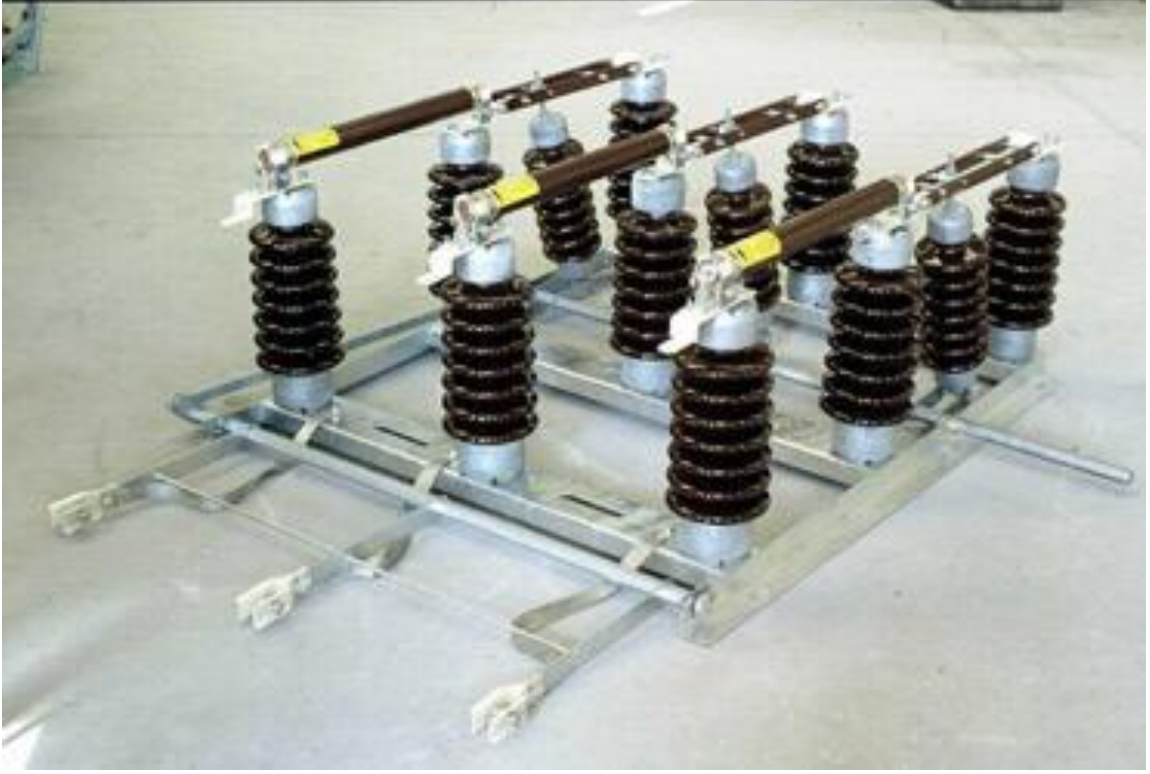
Temas Gerilimi Etkisi :

Temas Gerilimi Güvenlik eğrisi hayat ile ölüm arasındaki sınırı belirler. Bu gerilimin insan vücuduna zarar vermeyecek maksimum değeri, kaçak akımın eşik değeri olan 25 mA kabul edilerek ve kişinin bulunduğu ortama göre değişen iç direncinden hesaplanır. Normal şartlarda yetişkin bir insanın iç direnci 2 kohm dur. Nemli ortamlarda bu direnç 1 kohm'a , ıslak ortamlarda ise 480 kohm'a düşer.

Çalışma Prensibi :

Kaçak Akım Koruma Şalteri Şekil te de görüldüğü gibi faz veya fazlar ile nötr çok hassas bir bir troidal nüvenin içinden geçirilir. Gelen akım ile dönen akım arasında bir fark olmadığı sürece her şey normal dir ve açtırma rölesi üzerinde sükunet halinin manyetik akısı akar. Bir hata anında fark akımı oluştuğunda akım trafosu sekonder tarafında indüklenen gerilim nedeniyle açtırma rölesinin üzerindeki manyetik akı bozulur. Bir yay doğal mıknatısa bağlı mandal boşalır ve yayın kuvveti ile açma bobinine mekanik olarak açma sinyali verilir. Açtırma bobini ise anakontakları açarak elektriği keser. BU işlem 30 ms altında gerçekleşir. Basit gibi görünen bu mekanizma insan hayatı söz konusu olduğu için yüksek bir teknoloji ürünü olmalı ve şalter aynı işlemin binlerce kez hatasız yapmalıdır.

AYIRICILAR



H A R İ C İ Ö L Ç Ü L E R İ

U: Kv	A	B	C	D	E	F	G
12	960	1130	580	350	110	280	570
17.5	1160	1310	610	450	110	280	620
36	1520	1500	780	630	110	280	935

Şekil 1 a, b Ayırıcı fotoğraf ve boyutları

GÖREVİ VE YAPISI :

Orta ve yüksek gerilim sistemlerinde devre yüksüz iken açma kapama iş-lemi yapabilen ve açık konumda gözle görülebilen bir ayırma aralığı oluşturan şalt cihazlarıdır

Uygulamada seksiyoner olarak da bilinir. Son zamanlarda bu ifade kullanılmayarak sadece ayırıcı denilmektedir

Tesis bölümlerini birbirinden ayırıp bakım ve kontrol işlerinin güvenli bir şekilde yapılmasını sağlar.

Ayrıca birden fazla ana bara bulunan sistemlerin açma ve kapama manevralarının hazırlanmasında ve birbirine bağlanmalarında kullanılır

Ayırıcılar ile devreden akım geçerken yani devreyüklü iken açma kapama iş-lemi yapılmaz Eğer yapılırsa ayırıcı ve ayırıcıyı açıp kapatan kişi zarar görür

Ayırıcı Etiket Değerleri :

Bir ayırıcının etiketinde genelde bulunması gereken bilgiler şunlardır;

Tip: İmalatçının standartlarına göre belli harf veya rakamlardan oluşur. Ayırıcının cinsini ve yapısını belirler.

Nominal gerilim (U_n) : Ayırıcının devamlı çalışabileceği maksimum gerilim değeridir.

Nominal akım (I_n): Ayırıcının kontakları üzerinden sürekli olarak geçirebileceğimiz, akım değeridir.

Kısa devre akımı (I_k) : Ayırıcının belli zaman aralıkları için verilen maksimum kısa devre akımın değerleridir.

H- HARİCİ

HSTA : Haricci , Sigortalı , Ayırıcı

D- DAHİLİ

DSA : Dahili , Sigortalı , Ayırıcı

S- SİGORTALI

T- TOPRAKLI

Ayırıcı Üretim Standartları :

Ayırıcılar, topraklayıcılar ve kısa devre topraklayıcıları 1 kV'un üzerindeki salt cihazlarını TSE 565, VDE 670 Bölüm 2 ve IEC 129'a uygun olarak imal edilmelidir. Anma kısa devre darbe ve termik akımları TSE 565 ve DIN 43635'te standartlaştırılmış değerlerde olmalıdır

MONTE EDİLDİKLERİ YERLERE GÖRE AYIRICILAR :

Dahili Tip Ayırıcılar :

Dahili tip ayırıcılar bina içerisinde kullanılacakları yerlere göre duvar veya sac hücreler üzerine monte edilir ayrıca, mekanik kumanda kolu hücre dışında yapılır Hücrelerde enerjili kısımlar tel kafesle emniyet altına alınır. Yeni yapılan tesislerde bu ayırıcılar açıkta kullanılmamaktadır, bu ayırıcılar modüler hücre sistemlerinin içinde kullanılmaktadır.

Dahili Tip Bıçaklı Ayırıcılar:

Bu tip ayırıcılar bina içerisinde hücrelere yerleştirilir Kumanda kolu emniyetli mesafede hücre dışına çıkartılır Dahili ayırıcılar 10, 15, 30, 45 KV geriliminde ve 400,630, 1250 ve 1600 amper akımlarda kullanılır Yapıları basit ve standart bileşenlerden oluşur Şasi, mesnet izolatörleri, hareketli ve sabit kontakları ve kollu hareket mekanizmaları vardır. Ayırıcı bıçakları profilendirilmiş bakırdan Mamuldür Standart olarak nikel kaplama olup arzu edilirse gümüş kaplanabilir (1250 ve 1600 A ayırıcılarının bıçak ve sabit kontakları gümüş kaplıdır)

Harici Tip Ayırıcılar :

Harici ayırıcılar açık hava şartlarında çalışacağı göz önüne alınarak imal edilir Kumanda mekanizması, ayakta duran bir insanın rahatça açıp kapayacağı şekilde monte edilir.

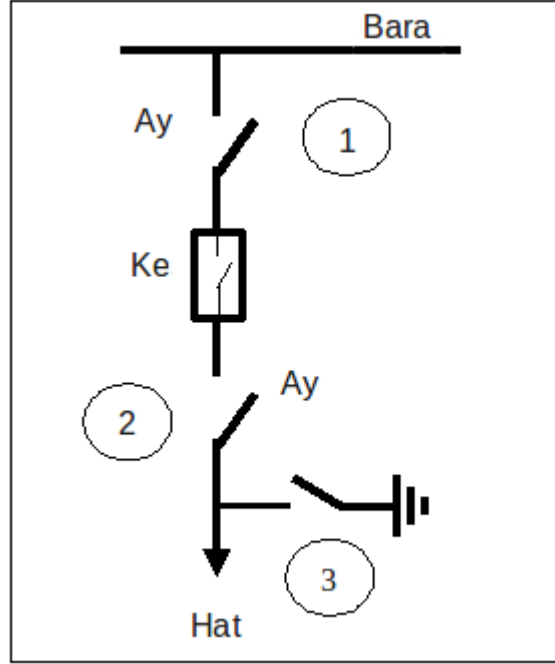
Sigortalı Ayırıcılar :

Bağlı olduğu devrelerdeki arızaları şebekeye intikal ettirmeyen aşırı akımlarda kontaklarına seri bağlı sigortasını attırmasıyla devreyi açan ayırıcı çeşidi dir Atık sigortalara tel sarılmaz, yeni orijinal sigorta ile değiştirilmelidir. Harici ve dahili tipleri vardır.

Sigortalı ayırıcılar aşağıdaki yerlerde kullanılırlar

- Köy branşmanlarında
- Küçük güçlü müşteri branşmanlarında
- Direk tipi trafoların girişlerinde(400 KVA'e kadar)
- Trafo istasyonlarındaki servis trafolarının girişlerinde
- Gerilim ve ölçü trafolarının girişlerinde
- OG modüler hücrelerde kullanılırlar

GÖREVLERİNE GÖRE AYIRICI TIPLERİ :



Sekil - 2 Kesici ve Ayırıcı kombinasyonu

1-) Hat Ayırıcısı :

Enerji nakil hatlarının giriş veya çıkışlarında beraber kullanıldığı kesici ile hat arasına bağlanır beraber kullanıldığı kesici açık iken açma ve kapama yapabilen ayırıcılardır.

2-) Bara Ayırıcısı :

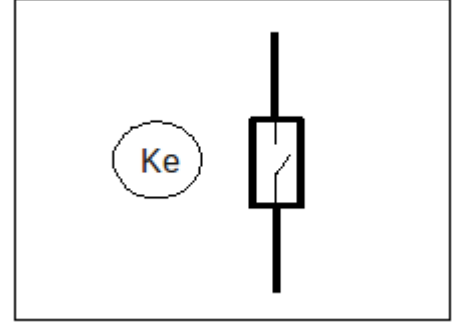
Enerji nakil hatlarının baralara girişinde ve çıkışında kesici ve bara arasına bağlanır Beraber kullanıldığı kesici açık iken açma kapama yapabilen ayırıcıdır.

3-) Toprak Ayırıcısı :

Bu ayırıcılar enerji nakil hatlarının giriş veya çıkışına kurulur Dahili ve harici tipte olabilirler. Bunun için hattın enerjisi kesildiğinde hat üzerinde kalan elektriği toprağa boşaltması için toprak bıçağı kapatılır. Bu şekilde hatta emniyetli çalışma için ortam hazırlanmış olur.

Enerjisi kesilmiş devre veya hatların üzerinde kalan artık birikmiş enerjiyi toprağa akıtmaya yarayan ayırıcılardır Birlikte kullanıldığı kesici ve ayırıcı açıldıktan sonra kapatılabilir Hatta enerji var iken kapatılamaz. Devrede enerji var iken kapatılmasını önlemek için değişik şekillerde çalışan kilit tertibatları vardır Bu kilitleme mekanizmaları sayesinde birlikte kullanıldığı kesici ve ayırıcı kapalı iken toprak ayırıcısının kapanması engellenir Hat ve trafo direklerinde kullanılan ayırıcılar açıldığında enerji olmayan çıkış tarafı topraklanmaktadır OG modüler hücre sistemlerinde bulunan ayırıcılarda kilitleme mekanizmaları sayesinde, topraklama ayırıcısı kapalıyken diğer ayırıcılar kapatılamaz.

KESİCİLER



Şekil - 3 : Kesici ve Tek Hat Şeması

Tarihsel gelişim :

Yüksek gerilim güç kesicilerinin geçmişi 1865'lere dayanır.

1865-75 yılları arasında havalı kesiciler,

1890'lara doğru yağlı kesiciler,

1900'lerin başlamasıyla az yağlı kesiciler

1930'larda basınçlı havalı kesiciler üretilip kullanılmıştır.

1950'lerde SF6 gazlı kesiciler ,

1960'larda vakumlu kesicilerin icadıyla kesici gelişiminde bir çağ atlanmıştır.

Yakından bakıldığında kesicilerin bilimsel olarak gelişiminin 1925 yıllarında kısa devre deney istasyonlarının kurulması ve katot ışınli osilografların geliştirilip ölçümlerde kullanılması ile hız kazandığı görülür.

Gelişmiş Avrupa ülkelerinde zamanla personel masraflarının diğer iş letme masraflarına oranla artması, her işletmede olduğu gibi, enerji dağıtımıyla ilgilenen kuruluşları da az personelle işletmeye yöneltmiş ve daha az bakım gerektiren kesici tipleri aramaya zorlamıştır. Bu nedenle kesici imalatçıları bir taraftan bir bakım periyodu içinde çok daha fazla açma kapama yapabilen modern az yağlı kesiciler geliştirirken, diğer taraftan vakum ve SF6 kesici teknolojisi doğmuş ve büyümüştür.

KESİCİLER HAKKINDA TEMEL BİLGİLER :

Yüksek gerilimde yer kaplayan ilk tesisler 1930'da İngiltere'de ortaya çıkmıştır. 1950'den 1960'a bir imalatçı, yalıtkan olarak yağ ve basınçlı hava kullanan birkaç gaz yalıtımlı tesis gerçekleştirmiştir. Bununla beraber bu tesislerin sayısı uzun süre çok sınırlı kalmıştır. Etütlerin 1960'da başladığı Fransa'da imalatçılar yalıtım olarak bazen SF6 bazen de basınçlı hava kullandılar. Uygulanan tesislerin tatminkar sonuçlar vermesi üzerine, bu teknik günümüzde şehir tesislerinde kullanılmaya başlanmıştır.

SF6 kullanımıyla ilgili ilk patent 1938'de Alman AEG firması tarafından alınmıştır. 1951'de ise Amerikan Westinghouse şirketi de SF6 patenti almıştır. SF6 gazının akım kesimi için ilk endüstriyel kullanımı 1953'te yapılmıştır. 15 kV'tan 161 kV'a kadar 600 A'e dayanıklı anahtarlar kullanılmıştır. İlk SF6 yüksek gerilim güç kesicisi 1956 Westinghouse tarafından yapılıyor. 115 kV gerilim altında 5 kA'e kadar kesim yapabilen bir kesici üretiliyor. İlk yüksek kısa devre akımını kesebilen SF6 güç kesicisi de yine Westinghouse tarafından 1959'da üretiliyor. SF6 gazı, poliklorlu bifeniller gibi zararlı gazlar üreten yağlı kesicilerin yerini alarak elektrik endüstrisinde kullanılmaya başlandı. 41.8 kA akım, 138 kV gerilimde ve 37.6 kA akım 230 kV gerilimde devreyi açabiliyordu bu güç kesicisi. SF6'nın önemli avantajları, SF6 gazlı kesici teknolojisinin 1970'lerde hızla gelişmesini sağladı ve 800 kV'a kadar uygulamalarda kullanılabilen kesiciler geliştirildi.

Kesicilerin Genel Özellikleri :

Yüklü devreleri güvenli olarak açıp kapamaya yarayan sistem elemanlarıdır.

Şebekenin herhangi bir noktasında korumak ve işletmek amacıyla akımın kesmesi veya iletilmesi sağlarlar.

Kesiciler, YG devrelerde aşağıdaki durumlarda açmaya ve kapamaya yarayan teçhizattır :

- Boşta
- Yükte ,
- Kısa Devre Durumunda

Bir kesicinin görevi Kapalı Konumda devreden güç akışını sağlamak ve açık konumda ise güç akışını engellemektir.

Tüm anahtar elemanların yanında kesicilere baktığımızda en önemli manevra elemanı olduklarını görürüz. Normal ve anormal koşullarda akımı işletme, kesme ve akıma direnme görevlerini bir arada yerine getirebilirler.

Kesiciler elektrik güç şebekesinde kapalı devrenin oluşmasını sağlayan ve bu devreyi boşta, yükte ve özellikle kısa devre durumlarında açabilen ve kapaya - bilen ve bu işi hem elle kumanda hem de otomatik kumanda yardımıyla yapabilen denetleme elemanıdır. Kesiciler yapılarına göre gruplandırılırlar.

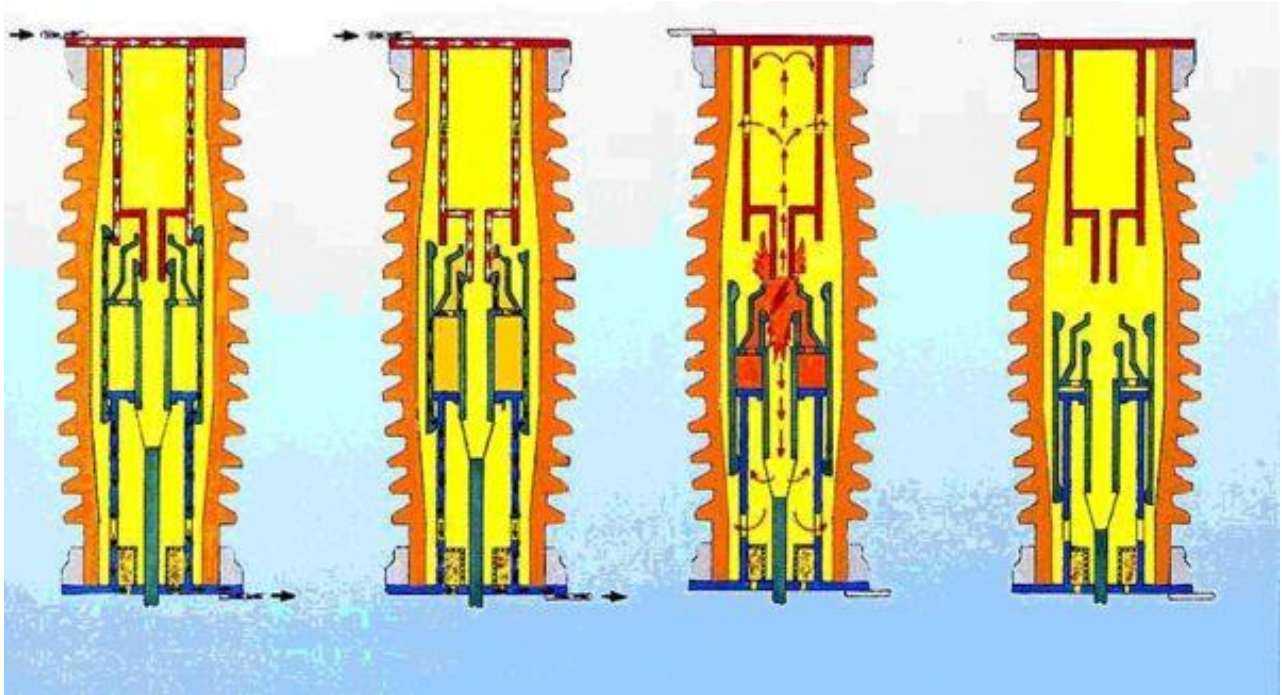
KESİCİ TİPLERİ

YAĞLI KESİCİLER :

Yağ sadece kontaklar arasında bulunur. Bu yüzden yağlı kesici olarak adlandırılırlar. Yalıtım için değil oluşan arkı söndürmek için yağ kullanılır. Artık bu tip kesici üretilmemekte ve YG sistemlerde devreye alınmamaktadır. Fakat Elektrik şebekemizde 15 ... 20 yıl önce devreye alınmış çok az miktarda olsa bazı yağlı kesiciler mevcuttur.

Yağlı Kesicilerde Arkın Söndürülmesi :

Kesiciye gelen açma kumandası ile birlikte, sabit kontakta ayrılan hareketli kontak arasında bir ark meydana gelir. Ark yolu üzerinde bulunan ark hücrelerine girer, ark'ın ısı etkisinden dolayı yağda bir miktar yanma olur. Yanmadan dolayı meydana gelen gaz, söndürme hücresi içerisinde basınç dengeleme odasına gider. Bu anda kesicinin içinde meydana gelen basınç, yağı ark yağlı söndürme hücrelerine iter ve arkı söndürür.



Şekil - 4 Az Yağlı Kesici kontak yapısı ve Kesme İşlemi

SF-6 GAZLI KESICILER

SF6 gazlı kesiciler, açma kapama sırasında NSDD (kendi kendini besleyemeyen boşalma) veya çoklu yeniden tutuşma (multiple restrike) yaşamazlar. Dolayısıyla ile NSDD veya çoklu yeniden tutuşmanın yarattığı aşırı gerilimler bu teknolojiye sözkonusu değildir. Bu yüzden kapasitif akımlar (kapasitör bankları, uzun elektrik iletim hatları) bağlı oldukları sistemlere zarar vermeksizin ve aşırı gerilimler için gerekli ilave parafudrlar kullanılmaksızın kesilirler.

Yine SF6 gazlı teknoloji, düşük akımlarda oluşan arkların kararsızlığının yarattığı darbe akımlarını (chopping current) çok düşük seviyelere çeker. Dolayısıyla ile bu akımların yarattığı aşırı gerilimler ihmal edilebilir düzeydedir.

SF6 gazlı kesicilerin ömrü 30 yıldan fazladır. Tüm ürünler üretildikleri fabrikalarda "mühürlü basınç sistemi"ne uygun olarak SF6 gazı ile doldurulup, tek tek sızdırmazlık testlerinden geçirildikten sonra, ömür boyu sızdırmaz hale getirilirler.

Cihazın ömrü boyunca, gazın tekrar basıncının ölçülmesi veya gaz eklenmesi gerekmez. İsteğe bağlı olarak kesicilere takılan basınç anahtarları sayesinde basıncı izlemek mümkündür ki, bu özellik vakum tekniği ile üretilen kesicilerde mümkün değildir. İç basıncın atmosfer basıncına düşmesi halinde dahi SF6 gazlı kesici, dielektrik dayanımının neredeyse tamamını ve ısınmaya karşı anma akımındaki dayanıklılığının tamamına, koruyarak hasara uğramadan çalışabilecek durumdadır.

SF6 gazlı kesiciler, tüm kesici üreticilerinin kesme tekniğinden bağımsız olarak sağladıkları '10000 açma - kapama' kesme kapasitesini standart olarak sağlarlar. Ark ocakları gibi çok özel uygulamalar dışında bu kesme kapasitesi, ihtiyaç duyulan kapasitenin çok üzerindedir. Daha fazla kesme kapasitesine ihtiyaç duyulan özel uygulamalar için ise yine kesme tekniğinden bağımsız olarak her üreticinin özel kesicileri vardır ki, bunlara SF6 gazlı teknoloji ile üretilen kesicilerde dahildir.

SF 6 Gazının özellikleri :

- a) Renksiz, kokusuz ve zehirsiz bir gazdır.
- b) Dielektrik dayanma özelliği çok yüksektir.
- c) Yanmaz
- d) SF 6 normal atmosferik koşullarda gaz halindedir. 1bar basınç altında ve 200C de havadan 5 kat daha ağırdır.

SF 6 Gazlı Kesicilerde Arkın Söndürülmesi :

Pufer Sistemi :

Kesiciye açma geldiğinde hareketli kontağın aşağı inmesi ile hareket eden piston sayesinde kontak altında sıkışan basınçlı SF 6 gazı arkın üzerine püskürtülmesi ile ark söner.

Fulark Sistemi :

Bu sistemde kesme hücrelerinde bulunan basınçlı SF6 gazı hareketli kontakın boşalttığı alanı doldurarak arkı boğması ile söndürülür.

YENİ TİP SF-6 GAZLI KESİCİLER

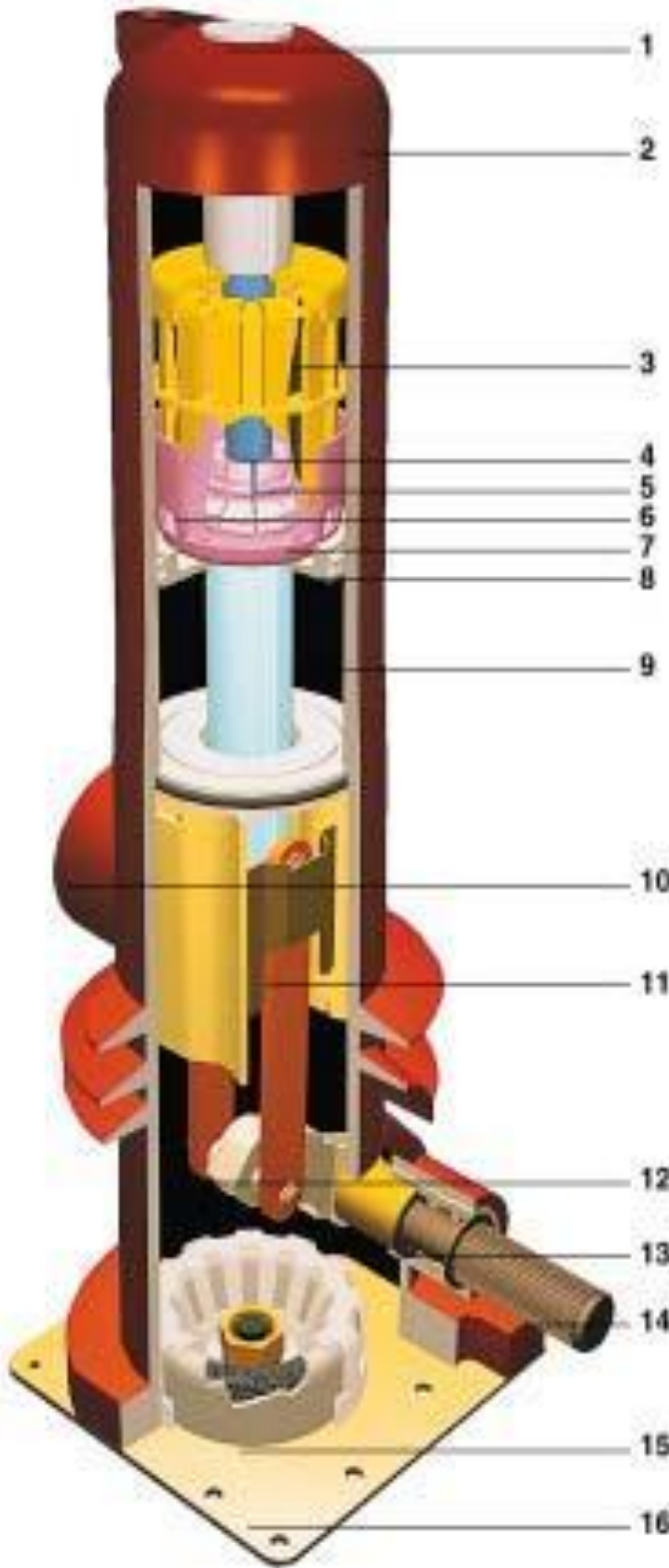


Şekil - 6 SF-6 Kesici Genel görüntü

TEKNİK ÖZELLİKLER

Anma Gerilimi (kV)	:	17.5, 36
Anma Akımı (A)	:	630; 1250
Anma Frekansı (Hz)	:	50
Anma Kısa Devre Kesme Akımı (I _{sc})	:	16kA
Anma Kısa Devre Kesme Süresi (tk)	:	3 Saniye
Anma Kısa Devre Kesme Akımı (kA-tepe)	:	40
Elektriksel Dayanım Sınıfı	:	E 1
Mekanik Dayanım Sınıfı	:	M 1
Kapasitif Akımları Anahtarlama Sınıfı	:	C 2
Çalışma Çevrimi	:	A - 0,3 sn - KA - 3 dak - KA
Gaz Sızdırmazlık Tipi	:	Mühürlü Basınç Sistemi
Uygulanan Standart	:	TS EN 62271 - 100 ; IEC 62271 - 100

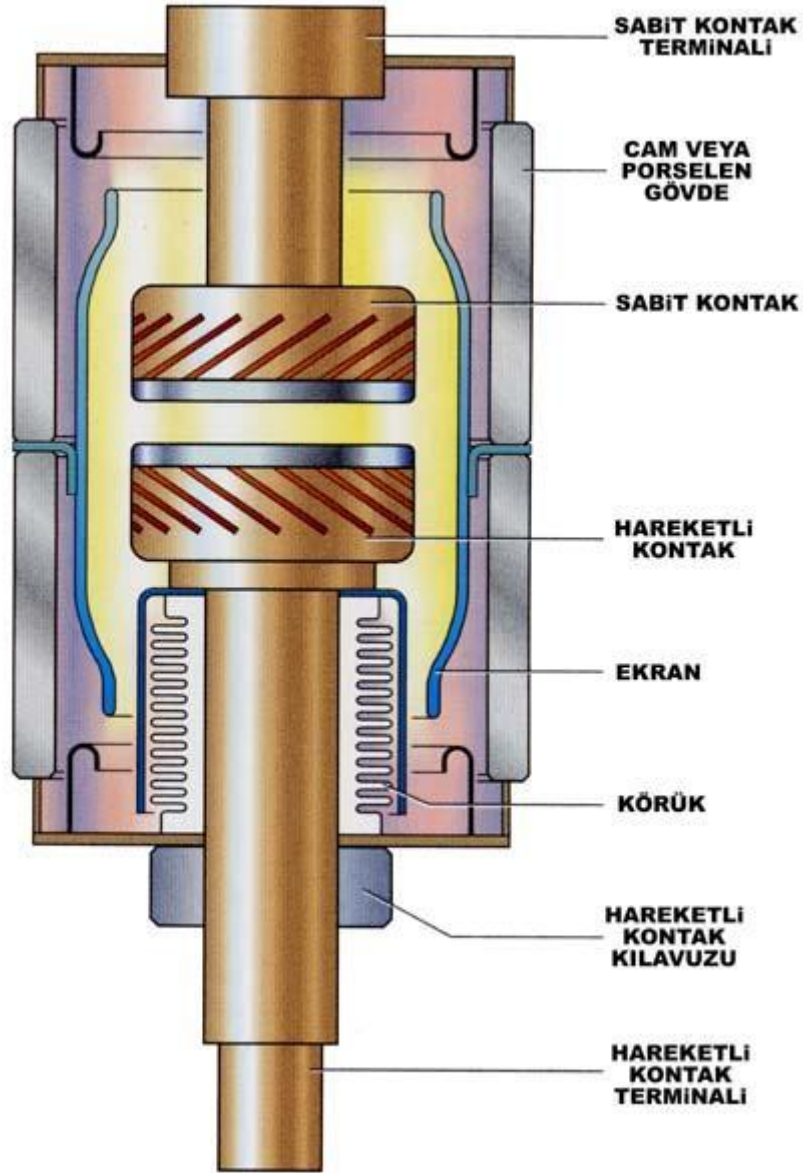
SF-6 GAZLI KESİCİ KONTAK YAPISI



- 1- Üst akım terminali.
- 2- Yalıtımlı muhafaza.
- 3- Sabit ana kontak.
- 4- Sabit ark kontağı.
- 5- Hareketli ark kontağı.
- 6- Yalıtkan gaz üfleyici uç.
- 7- Hareketli ana kontak.
- 8- Hareketli piston.
- 9- Basınç hücresi.
- 10- Alt akım terminali.
- 11- Bağlantı kolu.
- 12- Krank.
- 13- Sızdırmazlık sistemi.
- 14- Şaft.
- 15- Moleküler süzgeç.
- 16- Alt kapak.

Şekil - 7 SF-6 Gazlı Kesici 1 Faz Kontak yapısı

VAKUMLU KESİCİLER



Şekil - 8 Vakumlu Kesici Kontak yapısı

Vakum Kesici genel bilgiler :

Vakum ortamını kesme ortamı olarak kullanmak 1960'ların başında uygu - maya başlanmıştır. 1970'lerde ve sonrasında vakumlu kesicilerin kullanımı yaygınlaşmıştır.

Teoride vakum ortamı "İDEAL" bir dielektrik ortamdır: Madde yok demek iletkenlik yok demektir. Fakat pratikte bunun bu şekilde olmadığını görüyoruz. Yük - sek gerilimlere çıkıldıkça soğuk elektron emisyonu yüzünden atlamalar oluşmaya başlar. Bu durumda kesim için gerekli olan elektrot açıklığı da artmaktadır. Bir vakum kesicinin yapısı yandakidaki şekilde gösterilmiştir. Esas olarak seramik veya cam bir gövde içinde bir çift kontağın yerleştirilip mühürlenmesinden meydana gelmiştir. Hareketli kontak paslanmaz çelik bir körük ile eksensel hareketi alır. Vakumun yüksek dielektrik dayanım nedeni ile kontağın sınırlı bir uzunluk içinde kalır. Örneğin 11 kV' ta kontak açıklığı 8 mm'dir.

Kontağın çevresinde paslanmaz çelikten bir örtü vardır. Bu örtünün görevi metal buharlarının yoğunlaşmasını ve elektronlar arasında daha düzgün olarak dağılımını sağlamaktır.

Benzer bir eksen hareketli kontak sızdırmazlık körüğü korur. Görüldüğü gibi arkin oluşana ve sönme mekanizması ile kontakların imalatı ve sızdırmazlığının sağlanması teknolojilerinin karmaşıklıklarına rağmen kesicinin yapısı basittir. Ark içine herhangi bir söndürme maddesini üflemesi için ilave bir enerjinin gerekmemesi vakumlu kesicilerin tahrik mekanizmalarının küçük yapılabilmelerinin nedenlerinden biridir.

Kontaklar birbirinden ayrılırken oluşan ark üzerinden geçen akım ilk akım sıfırına kadar akar. Bu akım sıfırında ark söner ve maden buharı elektrotlar ile yoğunlaşma ekranı üzerinde yoğunlaşır. Ark 10 kA' den yüksek ise ark sönmez Bunu önlemek için kontaklara özel bir biçim verilerek akım yolu değiştirilir ve oluşacak magnetik alan etkisi ile ark elektrot çevresinde döner.

Vakum Kesici Avantajlar :

Vakum kesici, diğer kesicilere kıyasla, işletme süresince hemen hemen hiç bakım gerektirmeyen yegane kesicilerdir.

1-) On senelik işletme süresi sonunda veya 10.000 açıp kapamadan sonra sadece tahrik mekanizmasının bazı yerleri yağlanmalıdır.

2-) Mekanik olarak 30.000 açma – kapamadan sonra veya anma akımının altında 20.000 açma - kapamadan sonra veyahut da tam kısa devre akımıyla 100 açma kapamadan sonra vakum tüpleri ile bazı yıpranan mekanik parçaların değiştirilmesi gerekmektedir.

Vakum kesicilerin kullanıldığı birçok tesiste, yukarıda belirtilen açma kapama sayılarının gerçekleşmesi, tesisin normal işletme süresi içinde mümkün değildir. Buna göre vakum kesicinin, 10 sene sonunda bazı mekanik arçalarının yağlanması dışında tamamen bakımsız bir kesici olduğunu rahatlıkla söyleyebiliriz.

RMU



Sekil - 9 Klasik RMU fotoğrafı

RMU (Ring Main Unit) :

Giderek artan şehirleşme ve buna bağlı enerji tüketimindeki artış dağıtım sisteminde kompakt işletme güvenliği yüksek ürün lere ihtiyacı doğurmuştur. Bu ihtiyacı karşılamak üzere RMU ürün ailesini geliştirmiştir.

Tüm anahtarlama cihazları, baralar ve bağlantı elemanları SF6 gazı ile doldurulmuş paslanmaz sacdan imal edilmiş bir tank içerisindedir.

SF6 gazı ve yük ayırıcısı kullanılarak boyutlar küçültülmüştür. RMU tankı içerisindeki SF6 gazı izolasyon ve ark söndürme amaçlı kullanılmaktadır.

Koruma - sigorta-yük ayırıcı bileşiği ya da role-vakum kesici kombinasyonu ile sağlanabilir. Müşteri istekleri paralelinde istenen konfügurasyonlarda üretilmesi mümkündür.

Tamamı ile atmosferik etkilerden yalıtılmış paslanmaz çelik tank yüksek seviyede operatör güvenliği yanında bakımsız bir sistemde oluşturmaktadır. Anahtarlama olanaklarına göre değişik tiplerde ve kombinasyonlara üretilir. Genişleyebilir yapıdadır ve istenirse Metal Mahfazalı SF6 Gaz İzoleli Modüler hücrelerle birleştirilebilir.

MODÜLER HÜCRELER



Şekil - 10 Modüler Hücre grup görüntüsü

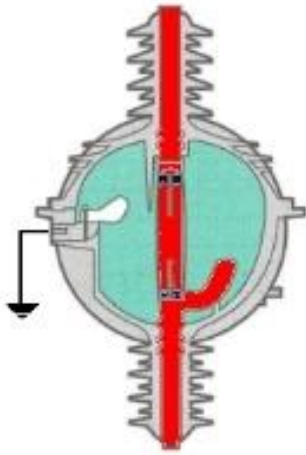
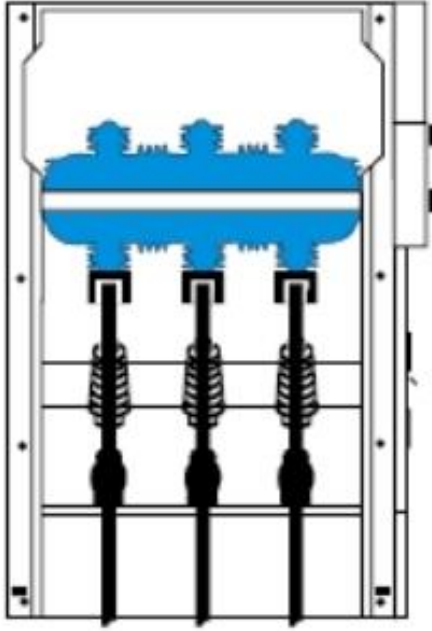
Metal Muhafazalı Modüler hücreler; 36 kV'a kadar sekonder dağıtım sistemlerinde, kompakt ve modüler köşk tipi trafo binalarında, endüstriyel tesislerde dahili mekanlarda kullanım amacı ile tasarlanmış şalt cihazlarıdır. Bir şalt merkezinde gerekli tüm fonksiyonel birimler yan yana kolaylıkla tesis edilebilmektedir. Fabrikada üretimi tamamlanmış ve tüm testleri yapılmış üniteler güvenle kullanılarak çok kısa sürede devreye alınabilmektedir.

Ayırma ve kesme işlemleri SF6 gaz ortamında gerçekleştirilmekte olup balar hava yalıtımlıdır. Bu sayede güvenle kesme işlemi sağlanarak ölçüler minimum düzeye çekilmiştir. Modüler hücreler küçük boyutları ile köşk tipi trafo merkezlerinde rahatlıkla ve güvenle kullanılmaktadır.

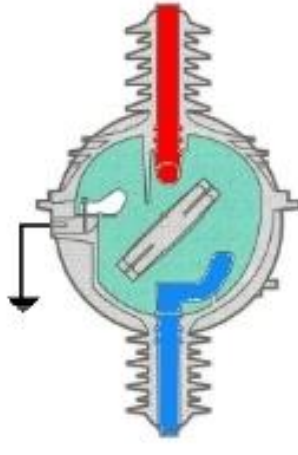
Modüler Hücreler :

- Operatör ve işletme güvenliği,
- Bakım gerektirmeyen devre elemanları,
- Modüler yapı ve uyumluluk,
- Sahada kolay montaj özelliği,
- Sağa veya sola genişleme özelliği,
- Zaman içinde ünite ekleyebilme veya çıkarabilme özelliği,
- Güvenli (fabrikada tüm testleri tamamlanmış) işletme özellikleri ile Dağıtım Şebekemizde ve Trafo Merkezlerimizde son yıllarda yoğun olarak kullanılmaktadır.

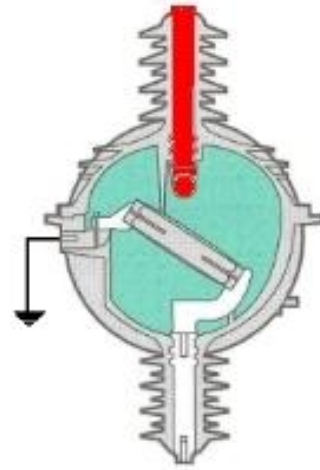
YÜK AYICILARI



**Kontaklar
kapalı**



**Kontaklar
açık**



**Kontaklar
topraklanmış**

Şekil - 11 a, b, c Yük Ayırıcısı kesit görüntü , yapısı ve kontak yapısı

Yük Ayırıcıları Genel Bilgiler :

Yükayırıcıları elektriksel açıdan adi ayırıcı ile kesici arasında yer alan bir anahtarlama elemanıdır. Anma akımına kadar yükleri kesebilir, kısa devre üzerine kapatılabilir.

Açık konumda iken ayırıcılar için istenen yalıtım seviyesini sağlayabilir. Uzaktan kontrol için motor takılmaya müsaittir. Kesme ortamı yağ, hava ya da SF 6 gazı olabilir. Kesici ile arasındaki en önemli fark kısa devrelerde açma yapamamasıdır.

Yürürlükteki şartnamelere göre yük ayırıcıları 100 (yüz) kezanma akımını kesebilmekte 5 (beş) kez de kısa devre üzerine kapama yapabilmektedir. Mekanik açma kapama sayısı (yüksüz) 1000 kez'dir.

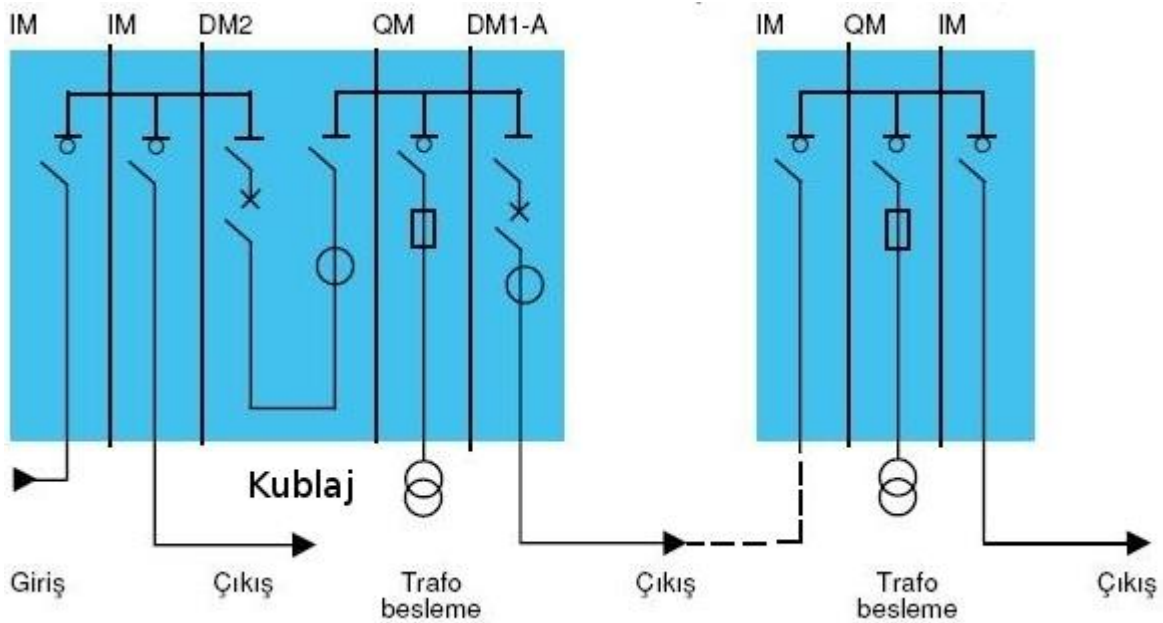
Yük ayırıcıları elektrik dağıtım şebekemizde son yıllarda " KABİN " olarak adlandırdığımız Dağıtım Trafo merkezlerimizde giriş ve çıkış ringimizi sağlamak amacıyla yoğun olarak kullanılmaktadır.

Bu durum YG şebekemizde yaptığımız manevralarda büyük kolaylık sağlamış , manevralarımızın daha güvenli olmasını ve daha az dağıtım TR merkezinin enerjisiz kalması sağlamıştır.

Yük Ayırıcı + Sigorta Birleşiği :

Sigorta ile donanmış yük ayırıcılarıdır. Tertipte kullanılan sigortalar vurucu mekanizması ile donatılmıştır. Arıza durumunda çalışan sigorta vurucusu vasıtasıyla yük ayırıcının yalnızca arızalı kutbu veya üç kutbu otomatik olarak açılır. Bu şekilde tertibin anma kısa devre kesme akımına kadar bütün akımların kesilmesi mümkün olabilmektedir.

Trafo ve hat korumalarında kullanılır. Aşırı akım koruması için röle ile birlikte kullanılması gerekir.



Şekil - 12 Yük Ayırıcısı bağlantı şekilleri

DAĞITIM TRANSFORMATÖRLERİ



Şekil - 14 Dağıtım Transformatörü genel görüntü

GENEL BİLGİLER -2 :

Transformatörler Faraday Yasasının doğrudan bir uygulamasıdır.

İlk transformatör; William STANLEY tarafından 1885 yılında tasarlanmıştır.

(Faraday Yasası : Şiddeti değişen bir manyetik alan içerisinde, sabit duran bir)
(iletkende elektrik akımı indüklenir. Meydana gelir.)

Kullanıldığı yer , gücü gerilimi ne olursa olsun bütün transformatörler çalışma prensibi olarak aynıdır. Genel olarak birbirinden bağımsız en az iki sargı ve bu sargıları taşıyan çekirdekten oluşurlar.

Bu sargılardan enerjinin uygulanan tarafa **primer**, enerjinin alındığı tarafa da **sekonder** denir.

Transformatörün primer sargısına alternatif bir gerilim uygulandığında da primer sargıda bu gerilimin bir fonksiyonu olan bir akım (mıknatıslanma akımı) ve bu akımın yarattığı bir elektromanyetik alan oluşur. Bu sayede elektromanyetik alan çizgilerinin üzerinde toplanan manyetik devrede manyetik akı oluşturulur. Alternatif akım makinelerinde manyetik devrede oluşan bu akı şiddeti sabit olmayıp sürekli olarak değişir ve gerilimin her alternansında yön değiştirir. Primer sargıya uygulanan alternatif gerilim sayesinde oluşturulan manyetik akı manyetik devre (nüve) üzerinden geçerken sekonder sargıda bir elektromotor kuvvet endükler.

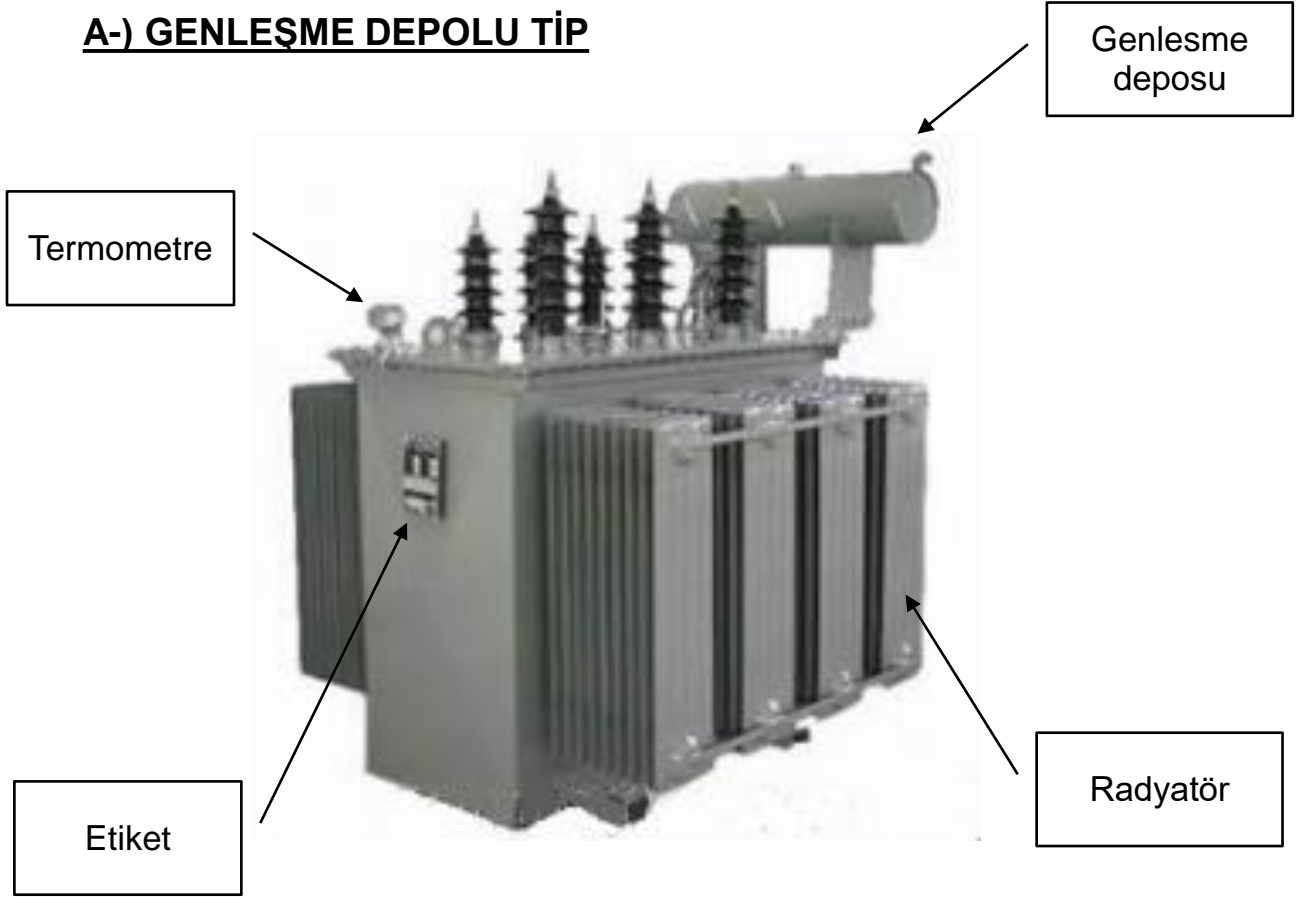
Sekonderde endüklenen bu gerilim sargı sayısına , sekonderden geçen manyetik akının maksimum değerine , uygulanan gerilimin frekansına bağlıdır. Yönlendirilmiş kristalli soğuk haddelenmiş saçlar ile transformatörlerin gürültü düzeyi oldukça azaltılmış ve verimleri arttırılmıştır.

Ortalama verim % 90 seviyesindedir.

TRANSFORMATÖR TİPLERİ

1- YAĞLI TRAFOLAR

A-) GENLEŞME DEPOLU TİP



Şekil - 15 Genleşme Depolu Klasik Dağıtım Transformatörü

_Halen elektrik şebekemizde yoğun olarak kullanılan klasik trafo tipi . Hava değişimindeki sıcaklık artışlarında genleşen TR yağı genleşme deposuna aktarılır.

Bu tip trafolar da periyodik olarak bakım yapılmalıdır.

Eğer bu tip trafolar da " Silika Jel " tertibatı varsa genleşme deposunun üst kapağındaki tapa alınmaz. Böylelikle havanın bu tertibat üzerinden geç - mesi sağlanır.

Eğer trafoda " Silika Jel " tertibatı yoksa bu durumda Genleşme depo - sunun kapağındaki tapa alınır. Bu durumda da genleşen TR Yağının rahat hareket etmesi sağlanır.

B-) HERMETİK TİP

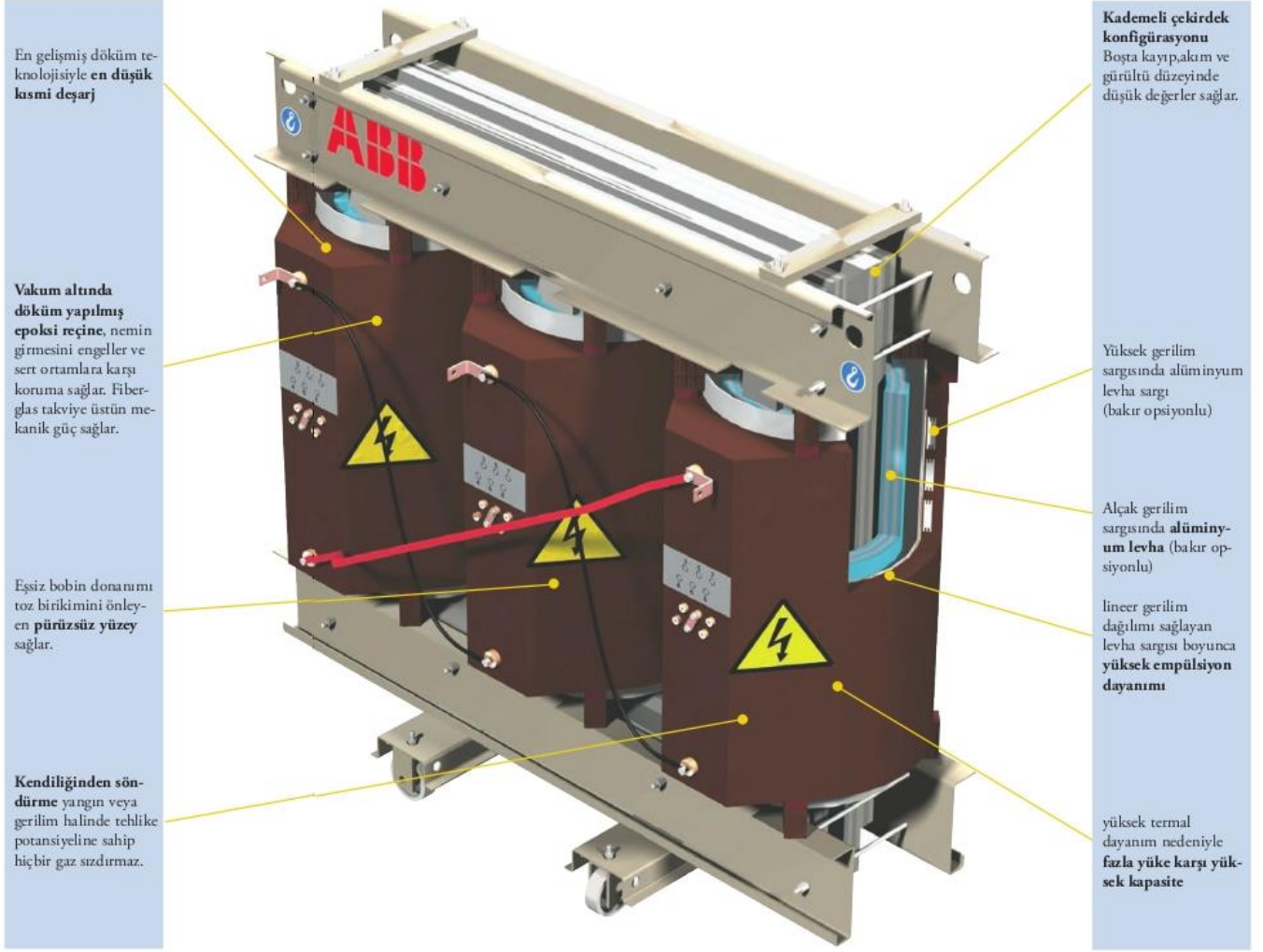


Sekil - 16 Hermetik Dağıtım Transformatörü

Hermetik trafolar atmosfere kapalı olan trafolardır ve bakım gerektirmez.

- 1-) Hermetik transformatör yağı hava ile temas etmediği için ortamda oksijen yoktur. Dolayısı ile oksitlenmeye bağlı olarak yaşlanma olmamaktadır.
- 2-) Hermetik transformatörlerde hava ile temas olmadığı için transformatör yağı nem almayacaktır. Bu sayede Hermetik transformatörler genişleme depolu transformatörlere oranla daha uzun ömürlü olabilmektedir.
- 3-) Hermetik transformatörlerde genişleme deposu olmadığı için yükseklik düşüktür. Daha küçük alanlarda montaj imkanı sağlar. Özellikle kompakt transformatör merkezlerinde avantajlıdır.
- 4-) Genleşme deposunun kablo ve bara bağlantılarında emniyet mesafeleri açısından olumsuz etkileri vardır. Hermetik transformatörlerde bu sorun yaşanmamaktadır.
- 5-) Genleşme depolu transformatörlerde belli aralıklar ile periyodik yağ değişimi ve aktif kısmın kurutulması işlemleri yapılması gerekmektedir. Hermetik transformatörlerde yalnızca koruma cihazlarının kontrolü ve buşinglerin temizlenmesi yeterlidir.

2-) KURU (Dökme reçineli) TİP DAĞITIM TRAFOLARI



Şekil - 17 Kuru tip TR

Sargıları transformatör yağı olarak bilinen dielektrik sıvının içerisine daldırılmış yağlı tip transformatörlerin en önemli sorunu, bu yağların yüksek ısılara dayanamaması ve alev alma sıcaklığının düşük olması nedeniyle oluşan yangınların tesislere büyük zararlar vermesidir.

Buna çözüm olarak 1930'ların başlarında yüksek ısıya dayanıklı PCB (Polychlorinated Biphenyl) içeren sıvılar kullanılmaya başlanmıştır. En çok bilinen ticari isimleri Klofen (Clophen) ve Askarel'dir. Ancak bunların insan ve çevre Sağlığı için yarattığı tehlikeler 1970'lerin sonlarında fark edilmiş ve 1976 yılında PCB içeren dielektrik sıvıların kullanımını yasaklamıştır.

Sonuç olarak tüketim merkezlerine yakın olarak tesis edilebilecek, alev almayan dolayısıyla yangın riski bulunmayan, insan ve çevre sağlığına zarar vermeyen transformatör gereksinimi yeniden gündeme gelmiştir.

1960'lı yılların başlarında sargıları bir reçine ile örtülmüş kuru tip transformatörlerin üretimine başlanmıştır.

Kuru tip trafolar

Bu tip trafolar tamamen kurudur kesinlikle yağ içermez. YG sargılar özel bir reçine içinde bulunur. Kuru tip trafoların yangın çıkarma gibi bir riski yoktur. Kuru tip trafolar ek teçhizatlara gereksinim duyabilir. (bunlar soğutma fanı bu fanı kontrol eden elektronik bir ünite vs.) Kuru tip trafoların maliyeti yağlı trafo- lara göre daha fazladır.

Reçineyle kaplama süreci, üretim prosedüründe önemli bir işlemi teşkil eder ve en iyi izolasyon ve mekanik özelliklerin sağlanması için, oldukça sıkı koşullar altında gerçekleştirilmeli ve kontrol edilmelidir.

Bir tarafta, sargılar ön ısıtma fırınına koyulur ve kalıp sıcaklığı, reçineyle kaplama sıcaklığına erişinceye kadar orada tutulur. Öte taraftan, reçine karışımı sürekli karıştırma teçhizatı içerisinde karıştırılarak hazırlanır. Bu işlem bileşenleri, reçineyle kaplamadan sürecinden hemen önce karıştırılır.

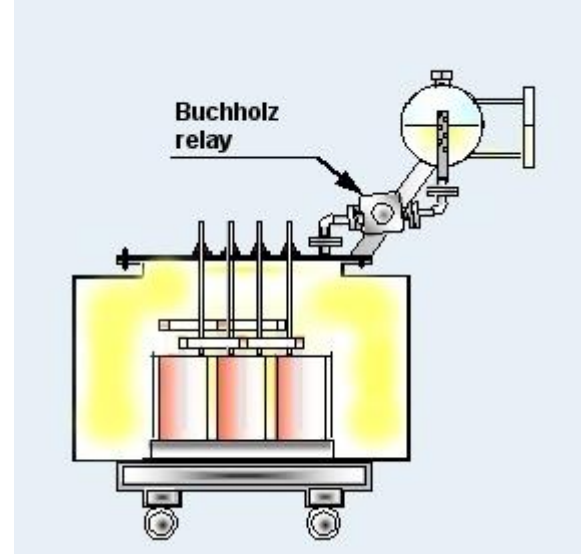
Sonraki adımda, önceden ısıtılan bobinler vakum döküm çemberine yerleştirilir. Çemberdeki vakuma ulaşıldığında, reçine kalıplara dökülür. Bu şekilde, kalıplara dökülürken, reçine karışımının vizkozitesi oldukça yavaş olur ve açıklıkların doldurulmasında en düşük kısmi deşarj düzeyine ulaşılmasını sağlar. Döküm işlemi bittikten sonra, reçine bileşen jelinin nihai özelliklerine ulaşması için bobinler, reçine fırınına yerleştirilir.

Özellikleri :

- Ekonomiktir.
- Bakım gerektirmez.
- Daha az yer kaplar.
- Düşük çevre kirliliği oluşturur.
- Emniyetli ve Çevreyle Dostudur.
- Nemli ve kirli alanlara uyumludur.
- Daha az inşaat işçiliğine ihtiyaç duyar.
- Aşırı yükü destekleyen yüksek kapasite.
- Kısa devrelere karşı yüksek dayanımlıdır.
- Sismik faktöre karşı yüksek performans gösterir.
- % 95 nem ve - 25 °C' sıcaklık ortamında çalışabilirler.
- Kirliliğe sebep olmayacak sızıntısız kapalı yapıya sahiptir.
- Özel emniyet tetbirlerine ihtiyaç duyulmaz. (Yangın tespiti)
- En şiddetli sarsıntı ve titreşim koşullarına karşı çok dayanıklıdır.
- Transformatörler yanmaz ve kendiliğinden sönebilme özelliğine sahiptir.
- Düşük Termal ve diyalektik yaşlanmaya nedeniyle daha uzun ömürlüdür.

DAĞITIM TRANSFORMATÖRLERİ ANA ZATİ KORUMALARI

BUCHHOLZ RÖLESİ - 1



Şekil - 18 Klasik Buchholz Röle Fotoğrafı ve yerleşimi

Yağ soğutmalı güç transformatörlerinin çeşitli zararlı etkilerden korunması için kullanılan bir güvenlik donanımıdır. Alman mühendis Max Buchholz (1875-1956) tarafından tasarlanan ve adıyla anılan bu röleler 1940'lı yıllardan bu yana güç transformatörlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

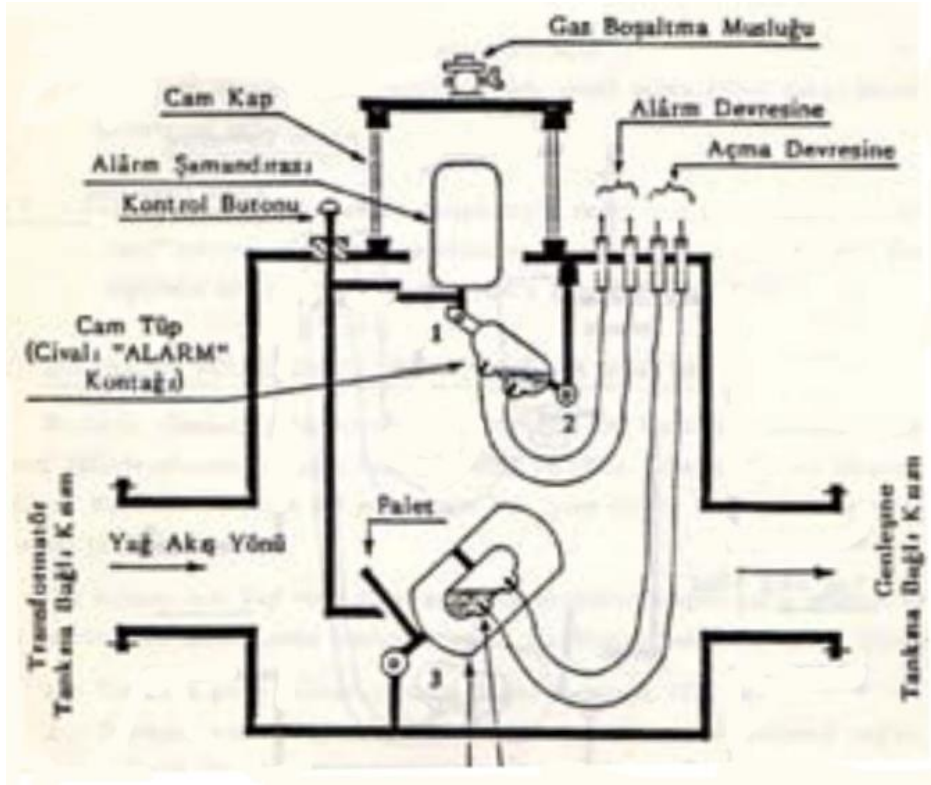
Transformatör içinde bir arıza yavaşça ortaya çıkarsa yerel ısınmalar meydana gelerek katı ve sıvı malzemeleri ayrıştırması sonucu yanıcı gazlar oluşur. Buchholz rölesinde belirli bir miktar gaz biriktiğinde alarm sistemi çalışır. Rölede toplanan gazın analizi arıza cinsi ve yeri hakkında bir göstergedir. Toplanan gazın cinsi hidrojen ve asetilen ise yapı parçaları ve yağda ark; hidrojen, asetilen ve metan ise pertinaks yalıtımda bozulma sonucu ark (örneğin kademe değiştiricide); hidrojen, asetilen ve etilen ise saç paket bağlantılarında sıcak nokta; hidrojen, asetilen ve propilen ise sargılarda sıcak nokta olduğu sonucuna varılır.

Buchholz rölesi ile bulunan diğer arıza da demir çekirdekte meydana gelen akımların kendilerine yol bulmaları ile demir parçalar arasında ark oluşmasıdır. Bu çeşit arklar demirin hasara uğramasına sebep olduğu gibi yağın ağırlaşmış ve çamurlaşmasında yol açar.

Transformatör ilk kez devreye alındığında, yağ doldurulması sırasında yeterli vakum uygulanmamış ise sargılar arasında sıkışan hava Buchholz rölesinde toplanarak yanlış açmalara sebep olur. Eğer toplanan gaz yanıcı değilse rölenin yanlış açtığı kanaatine varılır. Yağ içinde bir sargı arızası olursa ark çok hızlı bir şekilde gaz üretir. Üretilen bu gaz yağ içerisinde bir yürüyen dalga oluşturur. Buchholz rölesi alt kontaklarının bağlı olduğu klape bu dalgadan etkilenerek açma kumandası verir.

Buchholz rölesinde alt klape ayrıca şamandıra ile donatılmıştır. Bu şamandıra yağın birden akıp gitmesi halinde açma yaptıracak gibi, yağ pompalarının çalışmasında ortaya çıkan yağ dalgalarının amortize edilmesinde yardımcı olur.

BUCHHOLZ RÖLESİ - 2



Şekil - 19 Klasik Buchholz Rölesi şematik gösterim

Buchholz Koruma Sistemi :

Buchholz Rölesi arıza anından itibaren 50-100 msn içinde çalışabilir. Arıza önemli değilse rölenin içinde bulunan üst şamandıra çalışarak alarm verir, eğer arıza önemli ise hem üst hem de alt şamandıra çalışır. Sonunda alarm ve kesicinin açması sağlanarak trafo devreden çıkar.

Buchholz Rölesinin çalışmasından sonra rölenin üst kısmında toplanan gazın incelenmesi halinde arızanın oluşumu hakkında bilgi edinmek mümkündür. Bu nedenle Buchholz Rölesinin üst kısmına kontrol penceresi yerleştirilir. Kontrol penceresinde oluşan gazın miktarı ve renginin belirlenmesi sonucu arıza hakkında belirli bir bilgiye sahip olunabilir.

Biriken gazın durumuna göre arıza şekli şu şekilde tespit edilebilir :

- 1-) Toplanan gazın miktarı arızanın büyüklüğü hakkında bilgi verir.
- 2-) Toplanan gazın renginden de arızanın nedeni anlaşılabilir.
 - a- Beyaz renkli gaz, kağıt izolasyonun yandığını
 - b- Siyah veya gri renkli gaz. yağın yandığını
 - c- Sarı renkli gaz, ağaç kısımların hasara uğradığını
 - d- Renksiz olan gaz ise hava olduğunu belirtir.

Numune alma musluğundan alınan gazın yanıcı olup olmadığını kontrol etmeliyiz. Yanıcı ise transformatörde iç arızanın olduğu anlaşılır. Bu durumda transformatörün bakımı yapılmadan devreye alınmamalıdır.

ÇİFT KONTAKLI TERMOMETRE :



Sıcaklık
İkaz
Kontağı
70 C

Sıcaklık
Açma
Kontağı
85 C

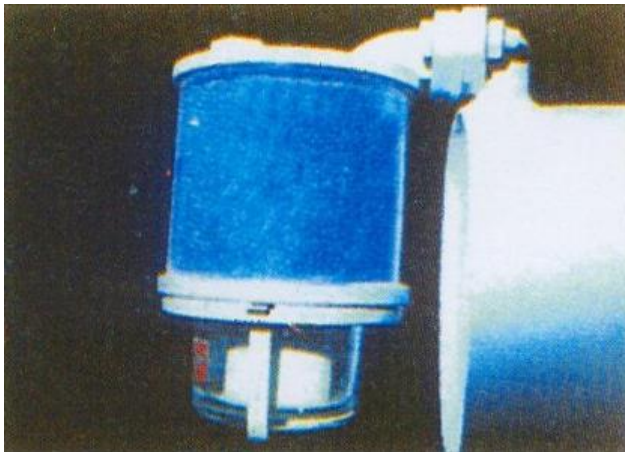
TR
En Yüksek
sıcaklık
Demanti

Şekil – 20 Çift Kontaklı Termometre

Trafo sıcaklık artışını belirleyen termometre.

1. kontak Trafonun ikaz ısınma derecesini belirler.
Şebekemizdeki dağıtım trafolarında genellikle “ 70 °C ye ayarlanır. ”
2. Kontak Trafonun açma sıcaklık değerini verir. “ 85 °C ye ayarlanır. “

SİLİKA JEL :



Trafolarında yalıtımı sağlayan trafo yağının nemlenmesini önlemek amacı ile de kullanılan maviimsi madde.

Silika jel' in rengi beyazla - Şırsa değiştirilmesi gerekir.

Şekil - 21 TR Silika Jel Kabı

HERMETİK TRAF0 KORUMA CİHAZI



Şekil – 22 Yeni tip Hermetik TR koruma Cihazı Fotoğrafl

Dağıtım Transformatörü kapasitesi üzerinde kullanıldığında veya sıcaklığında önemli bir artışa neden olan arıza meydana geldiğinde enerjiyi kesmek bu Hermetik Koruma Cihazı ile hızlı bir şekilde yapılabilmektedir.

Kullanım Alanları :

- 1-) Gaz Seviyesi
- 2-) Gaz Tahliyesi
- 3-) Aşırı Tank Basıncı
- 4-) Dielektrik Sıcaklığı

Transformatör içinde kısa devre olması durumunda, oluşan kısa devre arkı, anlık güçlü bir şok dalgası oluşturur. Transformatör içindeki basınç aşırı yükselir ve tank hasar görebilir.

Hermetik Trafo Koruma cihazı içinde bir ucu tankın içinde olan 0,100 ... 0,700 mBar değerlerindeki basınç artışlarını algılayabilen basınç ölçer vardır. Bu sayede çok kısa sürede trafo servis harici edilir ve olası patlamalar engellenir.

Transformatörde genellikle aşırı yüklenmeye bağlı yüksek sıcaklıklar oluşabilir bu durum dielektrik yağ içine daldırılmış kovan içine yerleştirilen 1 adet termometre ve 2 adet termostat ile takip edilir.

Termostatlar :

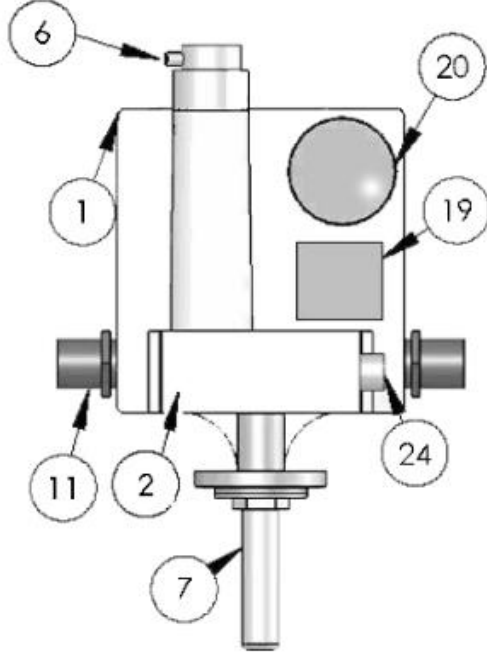
T1 = 90 C ye ayarlanır ve transformatör ön eşik değerini belirler.

T2 = 100 C olarak ayarlanır. Transformatörde izin verilen maksimum sıcaklık limitidir.

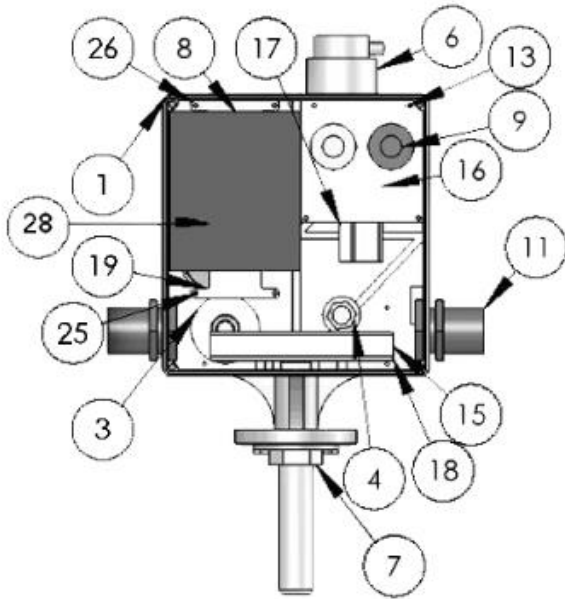
Ayrıca aşırı ısı, Hermetik Trafo Koruma cihazının bir parçası olan algılayıcı içindeki sıvının genişlemesine neden olur. Bu da ve bir kontağı hareket ettirerek korumayı sağlar.

HERMETİK TRAFÖ KORUMA CİHAZI TEKNİK ÖZELLİKLER

ÖNDEN GÖRÜNÜŞ



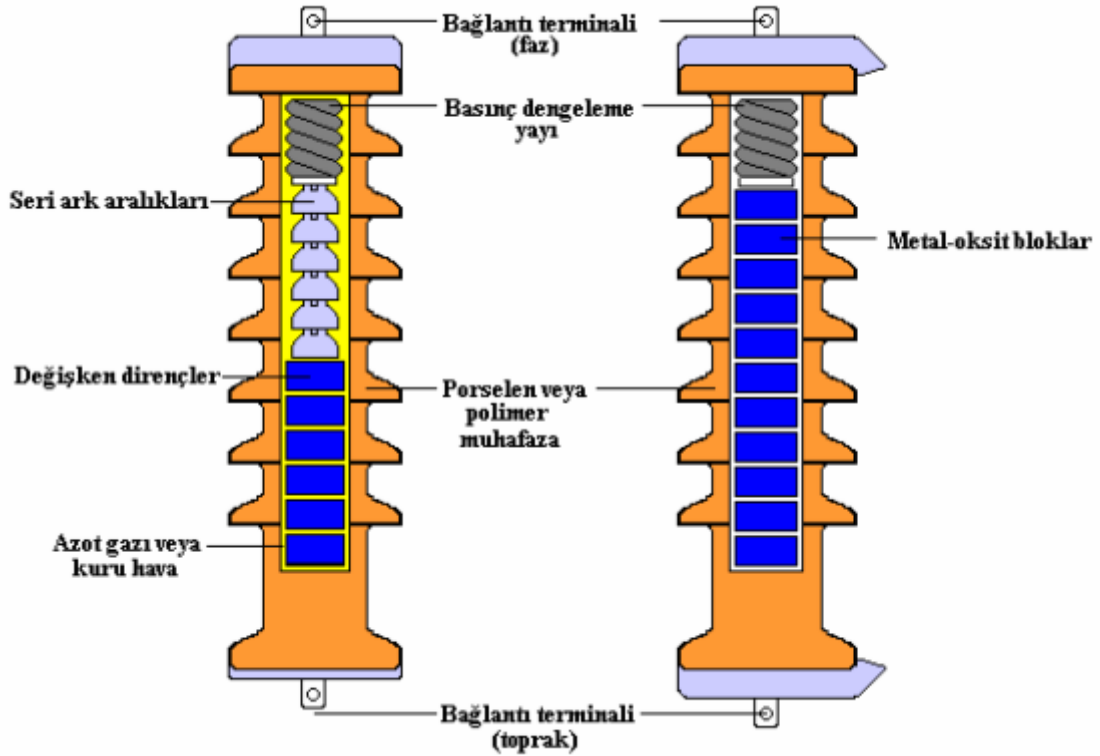
ARKADAN GÖRÜNÜŞ



ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	ANA KUTU	1
2	YAĞ TANKI	1
3	BASINÇ SENSÖRÜ	1
4	RED KONTAK	1
5	MIKNATIS	1
6	NUMUNE ALMA MUSLUĞU	1
7	ISIYA DUYARLI METAL SAPLAMA	1
8	ELEKTRONİK DEVRE KUTUSU	1
9	TERMOSTAT DÜĞMESİ	2
10	TERMOSTAT	2
11	KABLO GİRİŞLERİ	2
12	KAPAK CONTASI	1
13	TERMOSTAT BAĞLANTI LAMASI	1
14	KAPAK	1
15	12 LİK KLEMENS	1
16	10 LUK KLEMENS	1
17	10 LUK KLEMENS TAKIMI LEVHASI	1
18	12 LİK KLEMENS TAKIMI LEVHASI	1
19	VAKUM BASINÇ GÖSTERGESİ	1
20	SICAKLIK GÖSTERGESİ - 60	1
21	ŞAMANDIRA	1
22	SAPLAMA	1
23		
24	ÇEKVALF	1
25	SAPLAMA 2	5
26	DEVRE KUTUSU LAMASI	1
27	YAĞ TANKI KAPAK	1
28	GPRS IR SENSÖR DATABASE	1

Şekil – 23 Hermetik Trafo Koruma Cihazı teknik özellikler

YG PARAFUDR BİLGİLERİ - 1



Şekil - 33 YG Metal – Oksit Parafudr kesit görüntüsü

Parafudr' lar Her faza birer tane, faz–toprak arasına, korunacak teçhizatın en yakınına yerleştirilmeli, **topraklama direnci 1 ohm'un** üzerinde olmamalı ve gerekirse topraklama iyileştirilmelidir.

Parafudr'ların Kullanıldığı Yerler :

- Generatör çıkışları,
- Güç trafolarının giriş ve çıkışları,
- Güç trafolarının tersiyer sargıları,
- Güç trafolarının yıldız noktaları (nötr direnci devresi),
- Enerji iletim hatlarının hat başı ve sonu,
- Enerji dağıtım hatlarının hat başı,
- Yer altı kablo giriş ve çıkışları,
- Hat tıkaçları,

Parafudr'lar çeşitli yapı ve prensiplere göre imal edilmesine rağmen ,sistem- de genellikle değişken dirençli (valf tipi) veya Metal – Oksit (ZnO) parafudr'lar kullanılmaktadır.

YG PARAFUDR SEÇİM BİLGİLERİ

Anma Gerilimi (kV)	Parafudr Gerilimi (kV)		Parafudr Darbe Boşalma Akımı (kA)		Parafudr Kısa Devre Akımı (kA)		
	Sistemin Durumu						
	Doğrudan Topraklı	Direnç ile Üçgen Devre					
3,3	3	3,3	5	10	10	20	40
7,2	6,3	7,2	+	+	+	+	+
12	10,5	12	+	+	+	+	+
17,5	15	18	+	+	+	+	+
36	30	36	+	+	+	+	+

Şekil - 34 Parafudr Seçim Listesi

Parafudr Darbe Boşalma Akımı : 5 kA Seyrek yıldırımli yerler,

10 kA Yoğun Yıldırımli yerler

Parafudr Kısa Devre Akımı . . . : 10 kA (TM' ne uzak),

20 kA (TM yakınında)

40 kA (Generatör Bara)

Sistemin toprak katsayısı

$e \leq 0,8$ ise sistem doğrudan topraklı,

$e > 0,8$ ise nötrü yalıtılmış olarak kabul edilmektedir.

* Yıldız noktası yalıtılmış veya üçgen devrelerde parafudrun fazlar arası gerilim değeri:

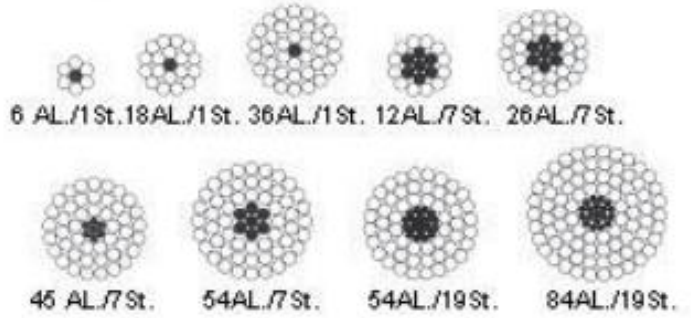
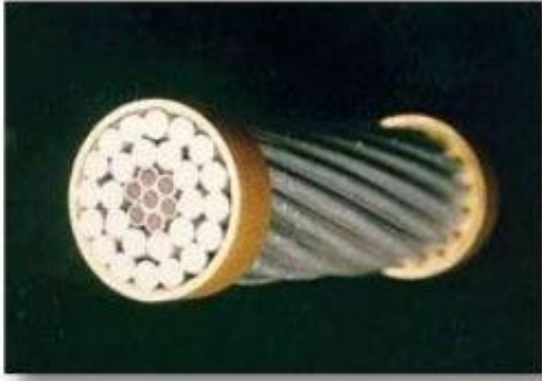
$$U_p = 1,1 \times U_n \quad (0,8 < e < 1) \text{ olan sistemlerde}$$

* Yıldız noktası doğrudan topraklı sistemlerde parafudrun fazlar arası gerilim değeri:

$$U_p = 1,1 \times U_n \times e \quad (e = 0,8 \text{ alınır})$$

Parafudrlar 5 ve 10 kA darbe boşalma akımına göre yapılmaktadırlar. Atmosferik boşalmaların yoğun olduğu bölgelerde 10 kA anma darbe akımı parafudrlar seçilebilir. Yıldırım akımlarının seyrek olduğu yerlerde 5 kA'lık parafudr seçimi uygun olabilmektedir.

YG HAVAİ HAT İLETKENLERİ



Şekil - 30 Havai Hat İletkenleri

YG Şebekesinde Kullanılan (St-AL) Çelik Özlü Alüminyum iletkenler

Swallow iletken : Kesiti 31,14 mm²'dir, **akım taşıma kapasitesi 125 A**, 1km'sinin ağırlığı 109,96 kg'dır.

Raven iletken (1/0) : Kesiti 62,44 mm²'dir, **akım taşıma kapasitesi 230 A**, 1km'sinin ağırlığı 216 kg'dır.

Pigeon iletken (3/0): Kesiti 99,3 mm²'dir, **akım taşıma kapasitesi 300 A**, 1km'sinin ağırlığı 343,9 kg'dır.

Partridge iletken (266.800 MCM): Kesiti 156,86 mm²'dir, akım taşıma kapasitesi **460 A**, 1km'sinin ağırlığı 543,8 kg'dır.

Hawk iletken (477.000 MCM) : Kesiti 280,84 mm²'dir, akım taşıma kapasitesi **670 A**, 1km'sinin ağırlığı 972,8 kg'dır.

Galvanizli Çelik İletkenler : YG Hatlarında koruma teli ve direk topraklamalarında topraklama iletkeni olarak kullanılır.

A.G. Şebekemizde kullanılan bazı tam Alüminyum iletkenler:

Rose iletken : Kesiti 21,14 mm², **akım taşıma kapasitesi 110 A**, 1km'sinin ağırlığı 59.15 kg'dır.

Pansy iletken : Kesiti 42,37 mm², **akım taşıma kapasitesi 165 A**, 1km'sinin ağırlığı 118.32 kg'dır.

Poppy iletken : Kesiti 53,48 mm², **akım taşıma kapasitesi 195 A**, 1km'sinin ağırlığı 146 kg'dır.

Aster iletken: Kesiti 67,45 mm²'dir, **akım taşıma kapasitesi 225A**, 1km'sinin ağırlığı 187.68 kg'dır.

Pholox iletken : Kesiti 84,91 mm², **akım taşıma kapasitesi 265 A**, 1km'sinin ağırlığı 232 kg'dır.


YG KABLO BİLGİLERİ



Gerilim	3,6 / 6 kV						6 / 10 kV						8,7 / 15 kV						20,3 / 35 kV					
Kablo Tipi	YE ₃ SV / YE ₃ SHŞV						YE ₃ SV / YE ₃ SHŞV						YE ₃ SV / YE ₃ SHŞV						YE ₃ SV / YE ₃ SSV					
Damar Sayısı	● ● ●		● ● ●		● ● ●		● ● ●		● ● ●		● ● ●		● ● ●		● ● ●		● ● ●		● ● ●		● ● ●		● ● ●	
Döşeme Şekli	Havada	Toprakta	Havada	Toprakta	Havada	Toprakta	Havada	Toprakta	Havada	Toprakta	Havada	Toprakta	Havada	Toprakta	Havada	Toprakta	Havada	Toprakta	Havada	Toprakta	Havada	Toprakta	Havada	Toprakta
Kesit	Havada	Toprakta	Havada	Toprakta	Havada	Toprakta	Havada	Toprakta	Havada	Toprakta	Havada	Toprakta	Havada	Toprakta	Havada	Toprakta	Havada	Toprakta	Havada	Toprakta	Havada	Toprakta	Havada	Toprakta
25	180	185	167	154	141	149	194	179	163	157	147	151	191	179	162	157	143	148	-	-	-	-	-	-
35	238	201	199	191	171	176	235	212	197	187	178	181	235	213	200	189	173	178	233	214	202	192	176	181
50	285	241	241	227	196	208	282	249	236	220	213	213	282	250	239	222	206	210	282	251	241	225	210	214
70	356	301	301	277	249	255	350	302	294	268	265	261	351	303	297	271	257	256	350	304	299	274	262	261
95	435	364	365	331	307	307	426	359	358	320	322	312	426	360	361	323	313	307	425	362	363	327	319	313
120	496	424	419	379	353	353	491	405	413	363	370	355	491	407	416	367	360	349	488	409	418	371	364	356
150	554	479	479	422	406	396	549	442	468	405	420	399	549	445	470	409	410	392	548	449	472	414	418	400
185	637	549	543	476	464	447	625	493	535	456	481	451	625	498	538	461	469	443	624	502	539	466	478	441
240	746	595	640	550	548	523	731	563	631	526	566	523	731	568	634	532	553	513	728	574	635	539	562	510
300	-	-	-	-	-	-	831	626	722	591	648	590	830	633	724	599	633	578	828	640	725	606	643	575
400	-	-	-	-	-	-	920	675	827	662	-	-	923	685	829	671	-	-	922	695	831	680	-	-
500	-	-	-	-	-	-	1043	748	949	744	-	-	1045	760	953	754	-	-	1045	773	953	765	-	-

**XLPE (PROTOTHEN - X) ve PROTODUR (Plastik) KABLO
DÖŞENME ŞEKİLLERİNE GÖRE AKIM TAŞIMA KAPASİTELERİ**

AYIRICI , YÜK AYIRICISI , KESİCİ FONKSİYON TABLOSU

	STANDARTLARA GÖRE TANIM ve GÖREVLERİ	Açma			Kapama			Yalıtım
		Boşta ○	Yükte ●	Kısa Devre ●	Boşta ○	Yükte ●	Kısa Devre ●	
AYIRICI	* Devrenin emniyetli yalıtımını temin etmek için tasarlanmıştır. Genellikle toprak bıçağı ile beraberdir.	Evet	Hayır	Hayır	Evet	Hayır	Hayır	Evet
TOPRAKLAMA AYIRICISI	* Enerjili hallerde de güvenliği sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Enerjisi kesilen faz iletkenlerin topraklanmasını sağlar.	Evet	Hayır	Hayır	Evet	Hayır	Hayır	Hayır
YÜK AYIRICISI	* Aşırı akımları da ihtiva eden çalışma şartlarında açıp kapama yapan devre elemanıdır. *Sistemin açma ve kapama kontrolünü yapmak için tasarlanmıştır. Genellikle ayırma işlemi için kullanılır. Özel ve kamu alanındaki O.G dağıtım şebekelerinde çoğunlukla sigortalılarla beraber kullanılırlar.	Evet	Evet	Hayır	Evet	Evet	Hayır	Evet
KESİCİ	* Dağıtım sistemlerinde anma akımlarının taşınması ve açılıp kapanması ile aşırı akım ve kısa devre akımlarının kesilmesi amacı ile kullanılırlar.	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet

○ Boşta Çalışma

● Yük altında Çalışma

● Kısa devrede Çalışma

Şekil - 13 Ayırıcı , Yük Ayırıcısı , Kesici Fonksiyon Tablosu

KAYNAKÇA

- 1-) <http://www.elektrikrehberiniz.com/elektrik/elektrik-enerjisi-nedir-5035/>
- 2-) <https://www.elektrikce.com/gerilim-dusumu-hesabi/>
- 3-) <http://aramizdaki elektrik.blogspot.com.tr/2013/08/ygog-gerilim-dusumu-ve-guc-kaybi-hesabi.html>
- 4-) Vikipedi: Özgür Ansiklopedi ---□ <https://www.google.com.tr/#q=v+ikipedi>
- 5-) EMO Teknik Bilgiler
- 6-) www.vizyonelektrik.com/seksiyoner.html
- 7-) <http://mumsema.net/elektrik-bolumu/64338-devre-kesme-elemanlari.html> -----> Ayırıcılar
- 8-) www.kcetas.com.tr -----> Kesiciler
- 9-) www.cokacayip.com/elektronikotomasyon/kesici.php ----> Kesiciler
- 10-) <http://www.elkoelektrik.com.tr/elko/elkotur/index.php?>
-----> SF-6 Gazlı kesiciler
- 12-) www.elk.itu.edu.tr/~ozcan/KesiciSunum/Vakumlugk03.pdf
-----> Vakumlu Kesiciler
- 13-) <http://www.elektrotekno.com/about42774.html>
- 14-) <http://www.elektrotekno.com/about36619.html>
-----> Dağıtım TR arızalanma sebepleri
- 15-) <http://www.elektromarket.web.tr/?239/Kesiciler#>
-----> SF-6 ve Vakuum elektriksel özellikler
- 16-) <http://www.yayinevi.bilesim.com.tr/images/transformator.doc>
-----> Transformör
- 17-) www.emsad.org.tr/.../transformator_testleri.htm
-----> Transformör Testleri
- 18-) http://www.prysmian.com.tr/energy/katalog_ve_brosurler/
-----> YG Kablolar
- 19-) <http://www.ofismuhendis.com/yuksek-gerilim-hakkinda-hersey-t2395.html?p=4378> -----> Parafudr' lar
- 20-) Hadun BÜYÜKDORA -----> Buchholz Rölesi
- 21-) Vikipedi: Özgür Ansiklopedi ---→ <https://www.google.com.tr/#q=v+ikipedi>
- 22-) İnternet ortamı