

YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI

Yüksek gerilim şalt tesislerinde, enerji nakil hatlarında (ENH),

- Elektrik enerjisinin üretimi, iletimi ve dağıtımı için kullanılan **Temel Elemanlar**,
- Yüksek arıza akımlarının ve gerilimlerinin meydana getireceği ısı ve diğer olumsuz etkilere karşı koruyucu görevi yapan **Ölçme ve Koruma Elemanları**,
- Ölçme ve koruma elemanlarına kumanda eden **Kontrol ve Kumanda Elemanları** ve
- Gerilimi düzenleyen **Gerilim Ayar Elemanları** bulunmaktadır.



Temel Elemanlar

- Senkron generatörler,
- Güç transformatörleri,
- Kesiciler ve ayırıcılar,
- İletim hatları, direkler, izolatörler, kablolar, baralar.

Ölçme ve Koruma Elemanları

- Akım ve Gerilim Transformatörleri, Gerilim Bölücüler
- Parafudrlar, Ark boynuzları ve koruma halkaları, Koruma İletkenleri, Röleler

Kontrol ve Kumanda Elemanları

- Röleler
- Kesicilerin kontrol ve kumanda devreleri

Gerilim Ayar Elemanları

- Seri/Paralel Reaktörler
- Seri/Paralel Kapasitörler
- İndüksiyon Regülatörleri



TRAFO MERKEZİ:

Yüksek ve orta gerilim değişikliği yapılan transformatör ve diğer tesisatın bulunduğu yerdir. Trafo merkezi iki ana bölümde incelenebilir:

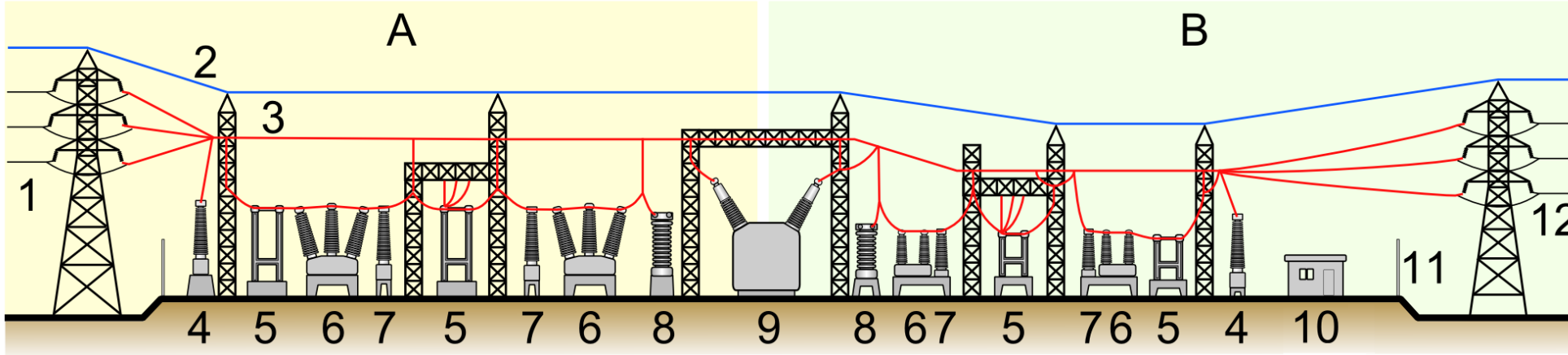
➤ **Şalt Tesisleri (Şalt sahası veya Şalt salonu) :**

Genel olarak kesiciler, ayırıcılar, baralar, güç ve ölçü transformatörleri, parafudrlar, hat tıkacı (line trap) ve yardımcı teçhizatların bir arada bulunduğu, elektrik enerjisinin, koruma, kumanda ve ölçme işlemlerinin yapılarak toplandığı ve dağıtıldığı açık havada bulunan tesislere Şalt Sahası (açık şalt) denir. Aynı teçhizatlar kapalı ortamda bulunuyorsa buralara Şalt Salonu (kapalı şalt) denir.

➤ **Kumanda Bölümü:**

- Kumanda odası
- Akü odası
- Röle odası (Bazı trafo merkezlerinde) bulunur.

Şalt Sahası; Güç Trafoları, Baraları ve diğer bütünleşik elemanları ile elektrik üretim, iletim ve dağıtımın yapıldığı tesislerdir. Şalt sahalarında trafolar aracılığıyla elektrik alçaltılıp veya yükseltilerek istenilen iletim seviyesine getirilir aynı zamanda bunun dışında da önemli fonksiyonları gerçekleştirilir. Kısaca elektrik enerjisini toplamaya veya dağıtmaya yarayan birimlerdir.



1. Birinci İletim Hattı, 2. Topraklama Hattı, 3. Havai Hat, 4. Gerilimin Trafolar İçin Ölçümü,
5. İzolatörler, 6. Kesiciler, 7. Akım Transformatörü, 8. Yıldırım Parafudru, 9. Ana Trafo, 10. Kontrol Binası,
11. Güvenlik Çitleri, 12. İkincil İletim Hattı

Kumanda Tablosunda Bulunanlar:

Kumanda Panosu:

Manevra Şeması:

Şalt sahası ve salonundaki devrelerin bağlantılarını, numaralandırma ve isimlendirme ile gösteren diyagramlardır. İşletme Teknisyenlerine doğru ve daha hızlı manevra yapma imkanı sağlar. Manevra şemasının işlediği renk, o teçhizatın gerilim değerini ifade eder.

380kV kahverengi	154kV kırmızı
66kV mavi	34,5kV yeşil
15kV sarı	10,5kV sarı

Not: 66kV büyük oranda kullanımdan kaldırıldığından bu gerilim değerini ifade eden mavi renk 34,5kV gerilim değerinde de kullanılır.



Kumanda Butonları ve Anahtarları:

Kesici ve ayırıcılara uzaktan açma-kapama kumandası vermeye ve pozisyon bildirmeye yarayan sinyal lambalarıdır.

SLK (Sinyal Lamba Kutusu):

Arıza anında çalışan rölelerle, kötü çalışma şartlarına maruz kalan teçhizatı temin etmeye yarayan sinyal lamba kutusu ile lamba test, sinyal silme ve sesi sinyal (alarm) susturma butonlarıdır.

Sesli Sinyal :

Arızalarda işletme teknisyenini zil/korna sesi ile uyarır.

Ölçü Aletleri:

Elektriği büyüklükleri gösteren, teçhizatın istenilen sınırlar içinde çalışıp çalışmadığını kontrol etmeye yarayan (ampermetre, voltmetre, wattmetre, var metre, frekans metre...) cihazlardır. Ayrıca ampermetre ve voltmetre komütatör anahtarladır.

Senkronoskop panosu:

Birbirinden bağımsız olarak çalışan iki ayrı şebekeyi veya üniteyi paralele alabilmek ya da aynı sistemde ring oluşturabilmek için gerekli şartların mevcut olup olmadığını görmemizi sağlayan voltmetreler, frekansmetreler ve senkronoskop cihazı ile bu panoyu servise almamızı sağlayan senkronoskop anahtarıdır.



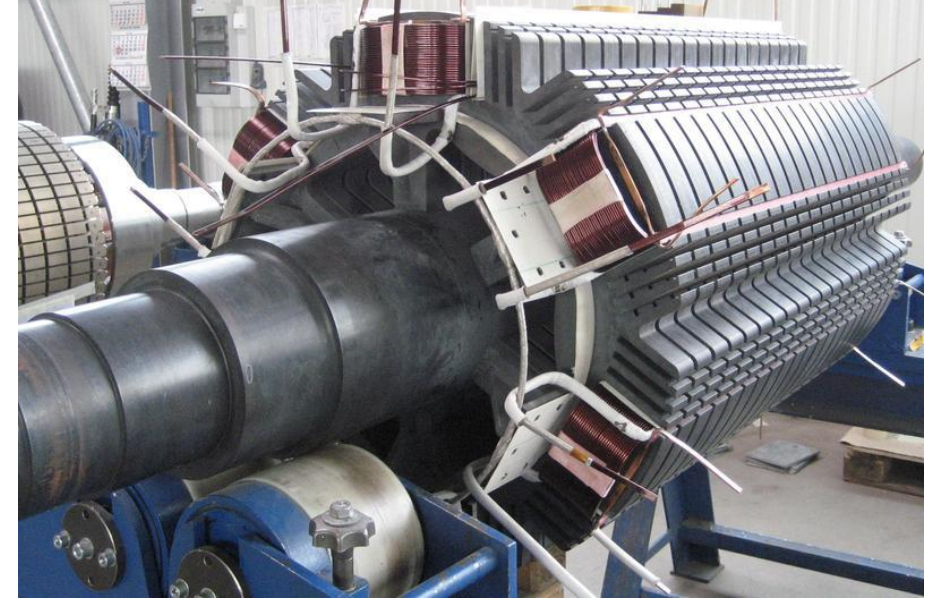
YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Temel Elemanlar

Senkron Generatörler



Senkron generatörler santrallerde büyük güçlü alternatif akım üretirler. Genel olarak ikiye ayrılırlar;

- Turbo Generatörler
- Çıkık Kutuplu Generatörler

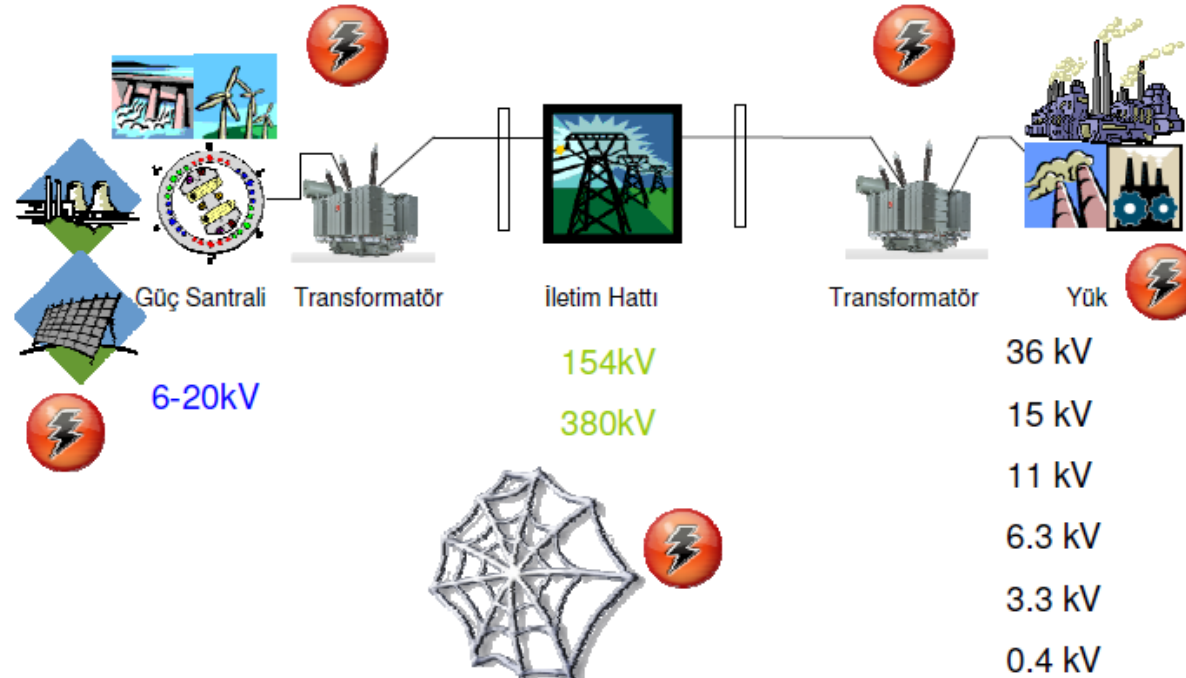


YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Temel Elemanlar

Güç Transformatörleri



- Transformatörler, alternatif akımın frekansını ve gücünü değiştirmeden gerilimi ve akımı ihtiyaca göre azaltır yada arttırlar.
- Bir ve üç fazlı olarak üretilen yüksek verimli elektik makineleridir.
- Elektrik şebekesinin önemli elemanlarından biridir.



YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Temel Elemanlar

Güç Transformatörleri



Güç Transformatörleri

- Yüksek gerilim hatlarında gerilimi artırıp azaltmak için kullanılır.
- Gerilimleri 440kV, 200kV, 110kV, 66kV, 33kV
- Güçleri genellikle 200 MVA üzeri trafolar bu sınıftadır.
- Küçük güçlerde maksimum 145kV gerilimde, 5MVA'den 40MVA'a kadar,
- Orta güçlerde 72,5kV üstü gerilimlerde, 40MVA'den 250MVA'a kadar,
- Büyük güçlerde maksimum 800kV gerilimde, 1000MVA'a kadar güçte üretilirler.



YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Temel Elemanlar

Dağıtım Transformatörleri



Dağıtım transformatörleri,

- Abonelerin ihtiyacı doğrultusunda 11kV - 6,6kV - 3,3kV - 440V - 220V'luk orta ve alçak gerilim dağıtım hatlarında kullanılırlar.
- Dağıtım transformatörleri endüstriyel abonelerde 33kV altı, normal şehir şebekelerinde 380V-220V elektrik enerjisinin dağıtımında kullanılırlar.



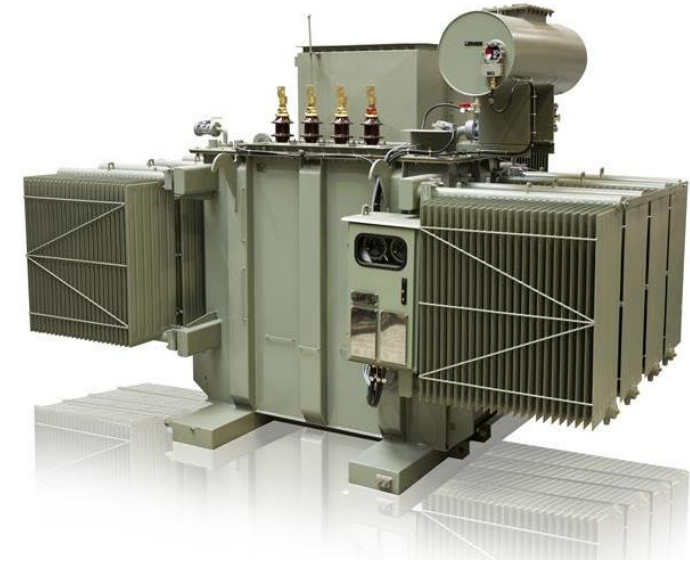
Bir faz dağıtım
transformatörü



Küçük güçlü dağıtım
transformatörü



Orta güçlü dağıtım
transformatörü



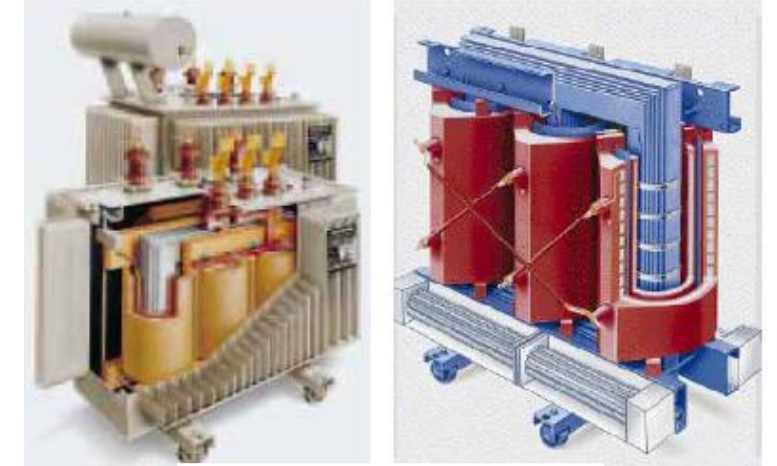
Büyük güçlü dağıtım
transformatörü (2500-10000kVA)

YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Temel Elemanlar

Güç ve Dağıtım Transformatörleri



Güç Transformatörleri		Dağıtım Transformatörleri	
		Yağlı Tip Transformatörler	Kuru Tip Transformatörler
Güç (kVA)	2500-1000000kV	25-2500kVA	25-2500kVA
Gerilim (kV)	36-1500kV	1-36kV	1-36kV



YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Temel Elemanlar Dağıtım Transformatörleri



$S \leq 400 \text{kVA}$



$S > 400 \text{kVA}$



YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Temel Elemanlar

Transformatör Soğutma Sistemleri



Transformatörlerinde altı tip soğutma sistemi kullanılır.

- ONAN(Oil Natural Air Natural)
- ONAF(Oil Natural Air Forced)
- OFAF(Oil Forced Air Forced)
- OFWF(Oil Forced Water Forced)
- ODAF(Oil Directed Air Forced)
- ODWF(Oil Directed Water Forced)



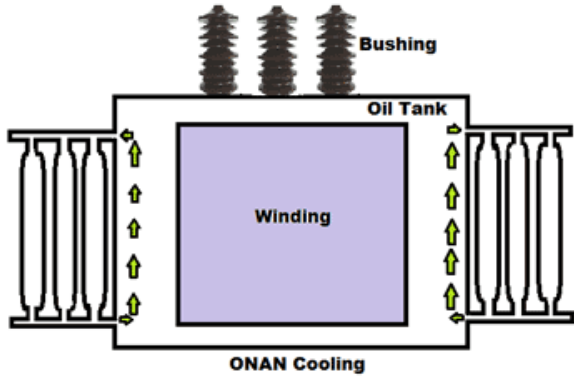
ONAN Soğutmalı Transformator



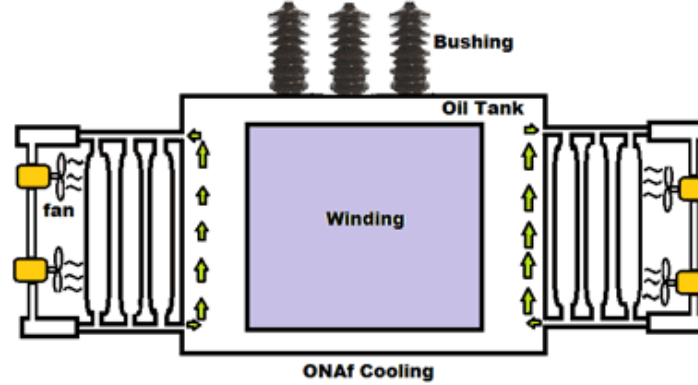
ONAF Soğutmalı Transformator

YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Temel Elemanlar

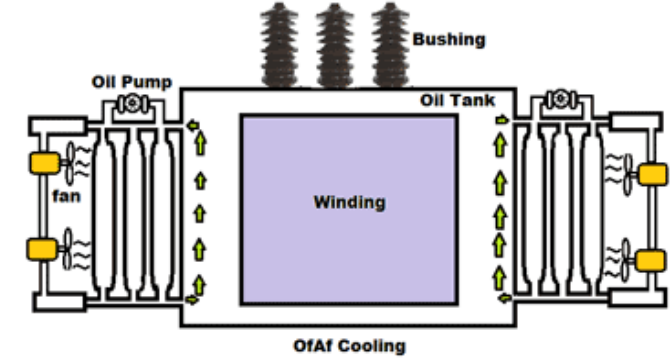
Transformatör Soğutma Sistemleri



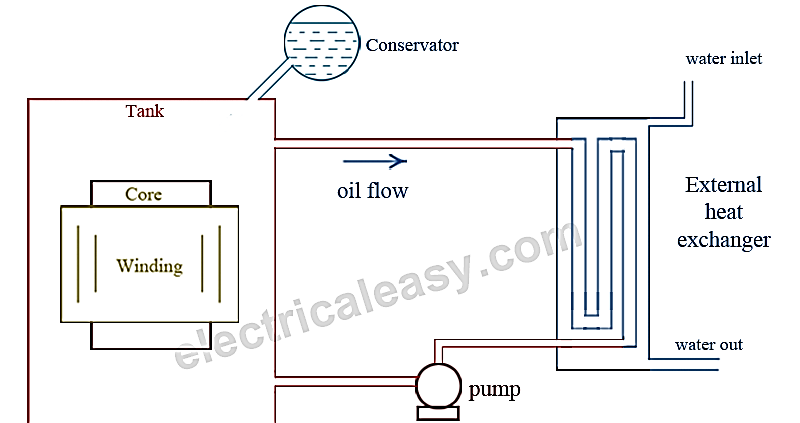
ONAN(Oil Natural Air Natural)



ONAF(Oil Natural Air Forced)



OFAF(Oil Forced Air Forced)



OFWF(Oil Forced Water Forced)

<http://www.electricaleasy.com/2014/06/cooling-methods-of-transformer.html>

<http://top10electrical.blogspot.com.tr/2014/02/cooling-methods.html>

YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Temel Elemanlar

Ayırıcılar ve Kesiciler



- Elektrik devrelerinde açma kapama işleri genel olarak şalter adı verilen aygıtlarla yapılır.
- Büyük akımlı veya gerilimli devrelerde ise açma kapama işlerinde **Ayırıcılar (Disconnectors)** ve **Kesiciler (Circuit Breaker)** kullanılmaktadır.
- Uygulamalarda ayırıcılara "**Seksiyoner (Sectionneur)**" kesicilere de "**Disjonktör (Disjoncteur)**" denmektedir.
- Ayırıcılar ve Kesiciler genel olarak, elektrik enerjisinin kesilmesi, devrenin açılması, hattın ayrılması veya kapatılması işlevlerini yerine getiren cihazlardır.



YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Temel Elemanlar

Ayırıcılar ve Kesiciler



	Standartlara Göre Tanım ve Görevleri	Açma			Kapama			Yalıtım
		☐	☒	☐	☐	☒	☐	
Ayırıcı	Devrenin emniyetli yalıtımını sağlamak için tasarlanmıştır. Genellikle toprak bıçağı ile beraberdir.	Evet	Hayır	Hayır	Evet	Hayır	Evet	Evet
Topraklama Ayırıcısı	Enerjili hallerde de güvenliği sağlayacak şekilde tasarlanmıştır.	Evet	Hayır	Hayır	Evet	Hayır	Evet	Hayır
Yük Ayırıcısı	Aşırı akımları da ihtiva eden çalışma şartlarında açma kapama yapan devre elemanıdır. Sistemin açma ve kapama kontrolünü yapmak üzere tasarlanmıştır. Genellikle ayırma işlemi için kullanılır. Özel ve kamu alanındaki OG dağıtım şebekelerinde çoğunlukla sigortalarla beraber kullanılırlar.	Evet	Evet	Hayır	Evet	Evet	Evet	Evet
Kesici	Dağıtım sistemlerinde anma akımlarının taşınması ve açılıp kapanması ile aşırı akım ve kısa devre akımlarının kesilmesi amacıyla kullanılırlar.	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Hayır

☐ Boşta Çalışma

☒ Yük altında Çalışma

☐ Kısa devrede Çalışma

YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Temel Elemanlar

Ayırıcılar

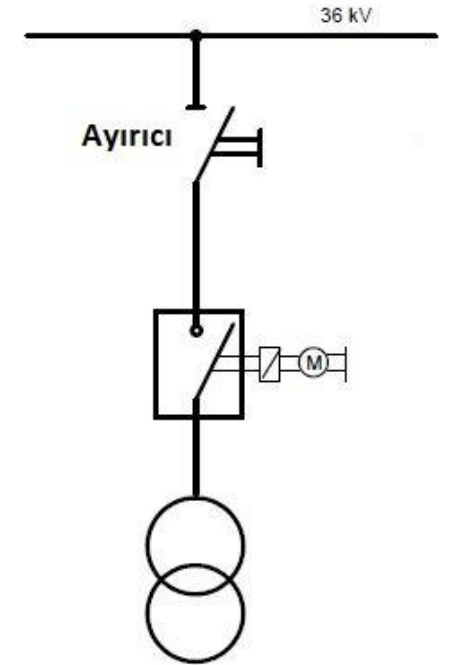


Ayırıcılar

- Yüksüz olarak devrelerin açılması ve kapatılmalarında kullanılan ve açık konumda gözle görülebilen bir ayırma aralığı oluşturan şalt cihazlarıdır. Ayırıcılarda devre açma olayı gözle görülebilir.
- Enerji akış doğrultusunda sistemin kendisinden sonra gelen kısmını gerilimsiz bırakırlar.
- Santrallerde, enerji iletim ve dağıtım şebekeleri ile açma kapama yapılan elektrik devrelerinin çeşitli bölümlerinde kullanılırlar.
- Kullanma amaçları da dikkate alınırsa baraları bölümlere ayırmak, güç aktarmak ve topraklama işlemlerinde ayırıcılardan faydalanılmaktadır.



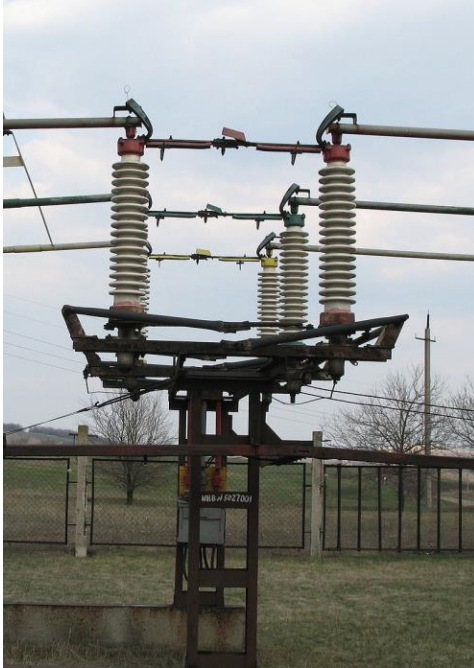
Adi Ayırıcı Yük Ayırıcısı



Ayırıcının Tek Hat Şemasında Gösterimi

YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Temel Elemanlar

Ayırıcılar



Yüksek Gerilim Ayırıcısı



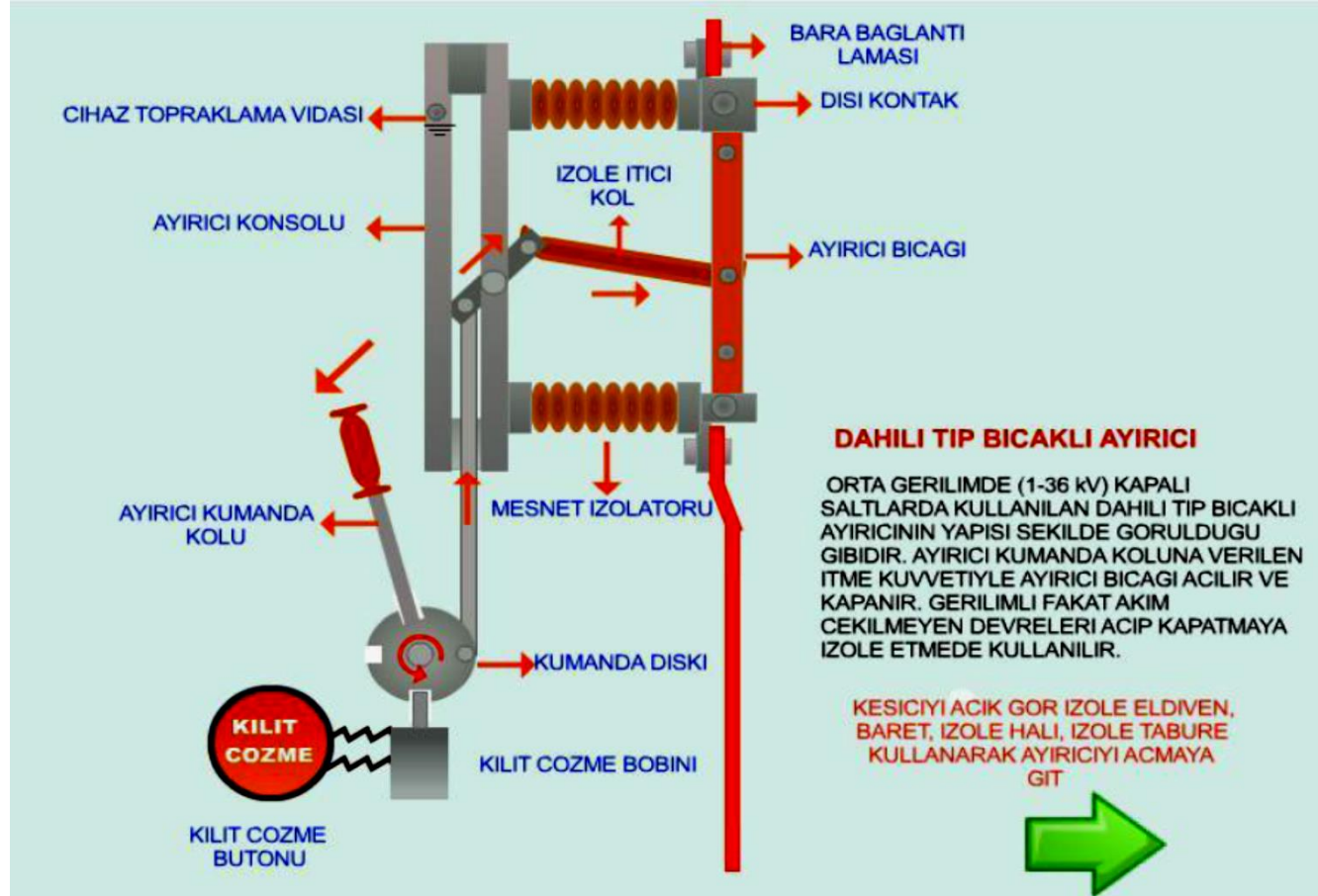
Orta Gerilim Ayırıcısı

YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Temel Elemanlar

Ayırıcılar



Pantograf Ayırıcısı



Ortadan Ayırmalı Ayırıcı

YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Temel Elemanlar

Ayırıcılar



- Açma mekanizmasına göre iki kısma ayrılırlar.
 - Döner Bıçaklı Ayırıcı
 - Bıçaklı Ayırıcı



Döner Bıçaklı Ayırıcı



Bıçaklı Ayırıcı

YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Temel Elemanlar

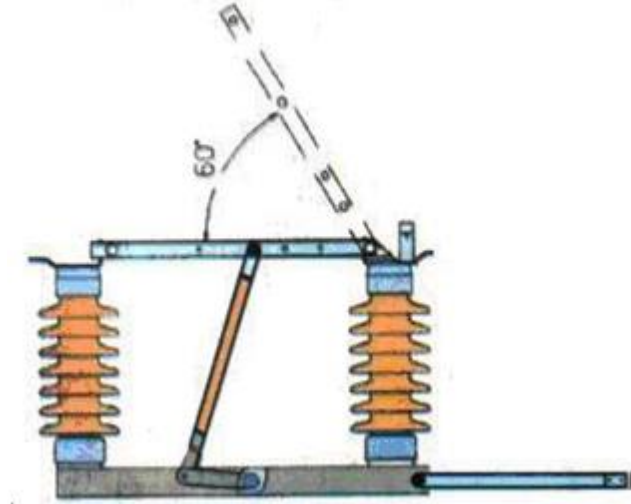
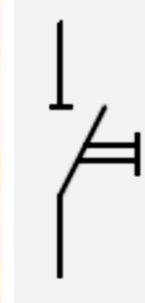
Ayırıcılar



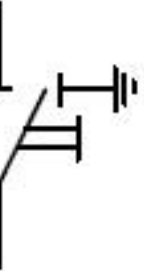
- Kullanıldıkları Yerlere Göre
 - Adi Ayırıcı
 - Topraklı Ayırıcı
 - Sigortalı Ayırıcı
 - Sigortalı Topraklı Ayırıcı
 - Topraklama Ayırıcısı



➤ Adi Ayırıcı



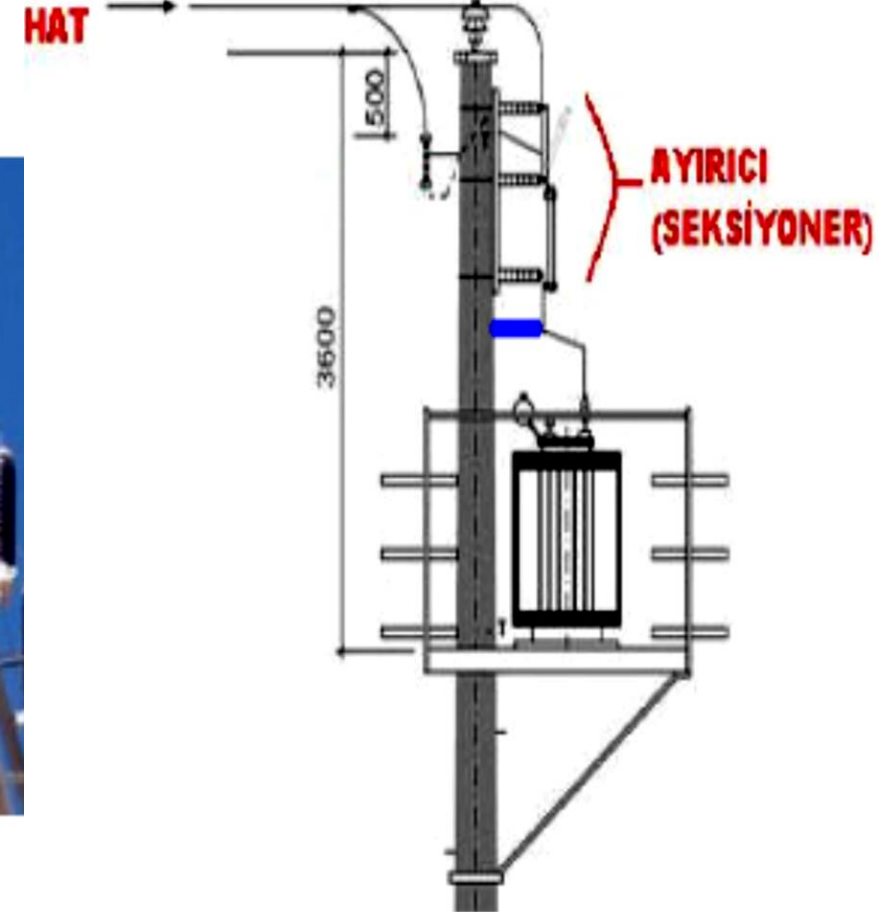
➤ Topraklı Ayırıcı



YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Temel Elemanlar Ayırıcılar



➤ Sigortalı Ayırıcı

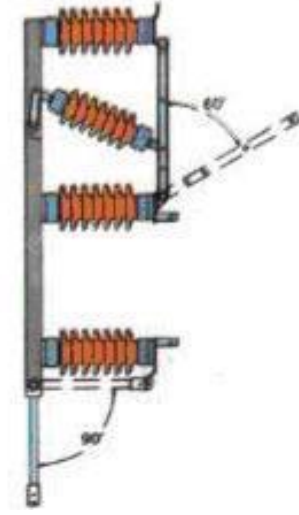
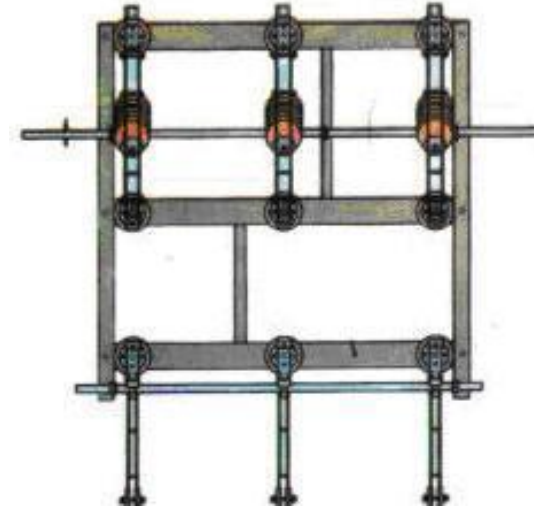


YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Temel Elemanlar

Ayırıcılar



➤ Sigortalı Topraklı Ayırıcı



İNDİRİCİ MERKEZ 1

İNDİRİCİ MERKEZ 2



➤ Topraklama Ayırıcısı

YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Temel Elemanlar

Ayırıcılar



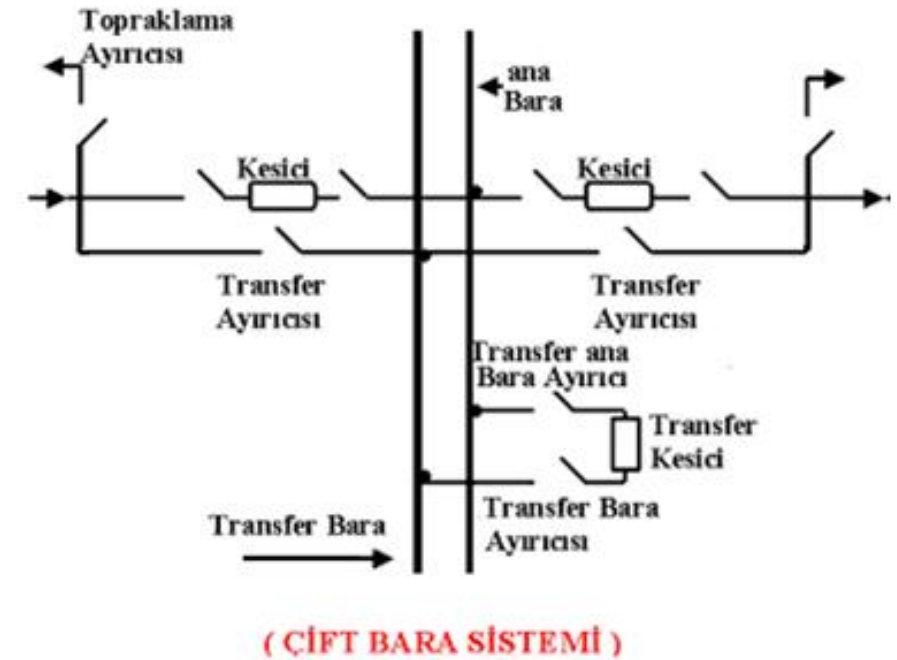
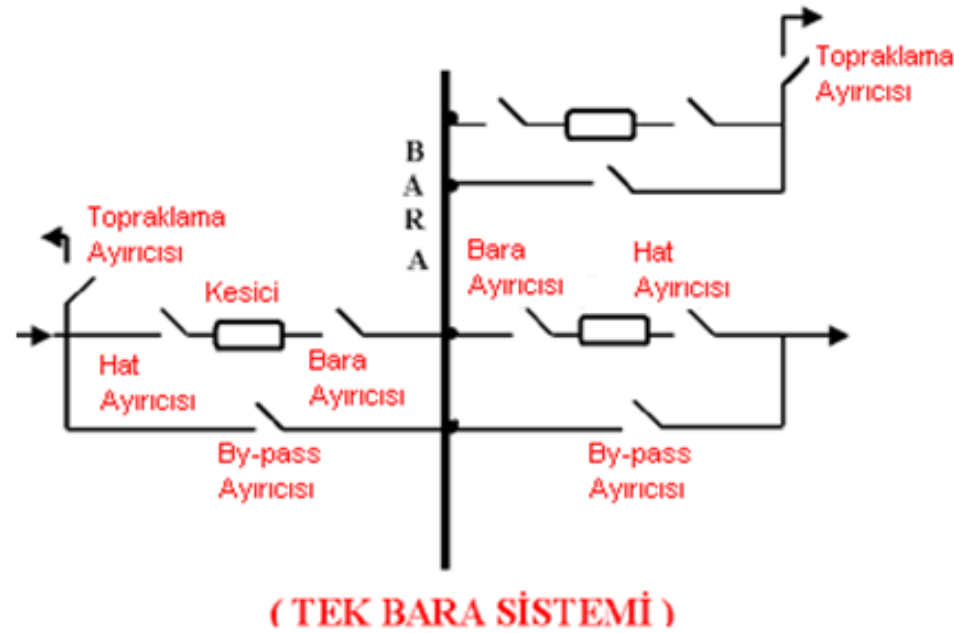
- Ayırıcılar, **Monte Edildikleri** yerlere göre **İç (Dahili)** ve **Dış tip (Harici) ayırıcılar** olarak ikiye ayrılır. Her iki tip ayırıcı da adi, sigortalı veya topraklı ayırıcı şeklinde olabilir.
 - **İç tip ayırıcılar** daima kapalı bir oda içinde kullanılırlar. Çoğunlukla üç fazlı olarak yapılan ayırıcıların "İç tip yük ayırıcıları" şeklinde bir başka türü de vardır. Her ne kadar ayırıcı şalterlerin kontakları yüksüz devre açmaları için yapılmışsa da bazı küçük yüklerin açılmalarında kullanılabilmektedirler. Bu ayırıcı ayrıca sigortalarla donatılmıştır.
 - **Harici tip ayırıcılar**, açık hava şartlarında çalışacağı göz önüne alınarak imal edilir. Kumanda mekanizması, ayakta duran bir insanın rahatça açıp kapayacağı şekilde monte edilir.

YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Temel Elemanlar

Ayırıcılar

Kullanım amacına göre ayırıcıların isimleri şu şekildedir.

- Bara ayırıcısı,
- Hat ayırıcısı,
- Topraklama ayırıcısı,
- By - Pass ayırıcı,
- Transfer ayırıcı.



Kumanda Şekillerine Göre Ayırıcılar

Kumanda şekillerine göre ayırıcılar; **elle kumandalı, mekanik kumandalı, elektrik motoru ile kumandalı ve basınçlı hava ile kumandalı** olarak çeşitlere ayrılır.

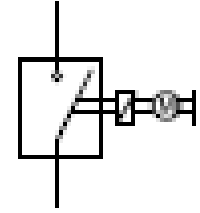
- Elle Kumandalı Ayırıcılar
- Mekanik Kumandalı Ayırıcılar
- Elektrik Motoru ile Kumandalı Ayırıcılar
- Basınçlı Hava ile Kumandalı Ayırıcılar

YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Temel Elemanlar

Kesiciler



- **Kesiciler(Disjonktör)** Orta ve Yüksek Gerilim şebekelerinde yük akımlarını ve kısa devre akımlarını kesmeye yarayan cihazlardır. Asıl işlevi, devrenin sürekliliğini bozan bir arıza durumu algılamak ve derhal elektrik akımını kesmektir.
- Sigortanın aksine kesici, işlem yaptıktan sonra normal çalışma durumuna (manuel veya otomatik olarak) geçebilir.
- Kesiciler çok çeşitli boyutlarda yapılır. Bunlar evsel cihazları korumak için kullanılabildiği gibi, yüksek gerilimli şalt sahalarında da kullanılır.
- Devreyi, boşta, yükte ve özellikle kısa devre halinde açıp kapayabildikleri gibi otomatik kumanda yardımı ile açılıp kapanmasına da olanak sağlarlar. Böylece insanları tehlikeden korumakta, alçak ve yüksek gerilim cihazlarında meydana gelebilecek hasarı önleyip en aza indirmektedir.



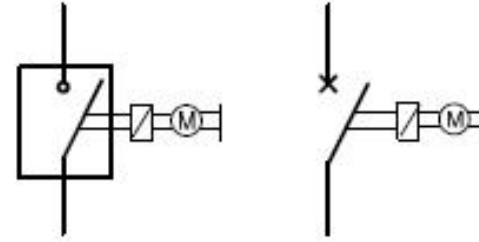
SF₆ Gazlı Kesici

YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Temel Elemanlar

Kesiciler



- Kesiciler hem ark söndürme özelliğine, hem de çok hızlı hareket etme özelliklerine sahiptir.
- Kesicilerin devre açmaları sırasında oluşacak arkın kontaklarına zarar vermemesi için ark söndürme sistemleri geliştirilmiştir. Böylece kontakların ömrü uzatılmış olmaktadır.
- **Kesicilere** ark söndürme işlemlerinin gerçekleşmesi için çeşitli üniteler eklenebilir.
- Tasarlandıkları nominal akımın yanında kısa devre akımlarını da kesmeye yarayan kesicilerin, koruma fonksiyonu mutlaka bir koruma rölesi ile birlikte gerçekleştirilmektedir.



Vakumlu Kesici

YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Temel Elemanlar

Kesiciler



- Tüm kesiciler çalışması bakımından ortak özelliklere sahiptir. Bunların çeşitliliği, anma gerilimleri, anma akımları, kesici türlerine göre değişir.
- Kesici, bir arıza durumu algılayabilmelidir. Alçak gerilim kesicilerinde (otomatik sigortalarda) bunun için, kontaklar açılır ve akım kesilir.
- Büyük akımlı veya yüksek gerilimli kesicilerde, bir arıza akımı algılamak ve trip kesme mekanizmasını çalıştırmak için genellikle bir röle bulunur. Mandalı (Kilidi) serbest bırakan trip bobini genellikle ayrı bir güç kaynağından (örneğin bir aküden) beslenirken, yüksek gerilim kesicilerinde akım trafosu, koruma röleleri ve iç kontrol güç kaynağı bulunur.
- Bir arıza algılandıktan sonra kesici kontakları devre akımını keser; mekaniksel depolanan enerji (bunun için bazen yay veya sıkıştırılmış hava kullanılır), kontakları birbirinden ayırır. Otomatik sigortalar elle çalıştırılabilirken, büyük kesicilerde mekanizmayı harekete geçirmek için bobinler ve yayları enerjilendirmek için elektrik motoru bulunur.

YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Temel Elemanlar

Kesiciler



- Akım kesildiğinde, ark oluşur. Bu ark, kontrollü bir yöntemle soğutulmalı, söndürülmelidir. Böylece kontaklar arasındaki boşluk, devre gerilimine dayanıklı olur. Kesicilerde arkı söndürmek için ayrıca vakum, hava, yalıtkan gaz, transformatör yağı da kullanılır.
- Sonuçta arıza durumu algılandığında, kesilen devrenin gücüne tekrar sağlamak için kontaklar tekrar kapanabilmelidir.

OG Kesici:

1865-75: Havalı Kesiciler



1890': Yağlı Kesiciler



1900': Az Yağlı Kesiciler



1930': Basıncılı Havalı Kesiciler



1950': SF6 Gazlı Kesiciler



1960': Vakumlu Kesiciler



YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Temel Elemanlar

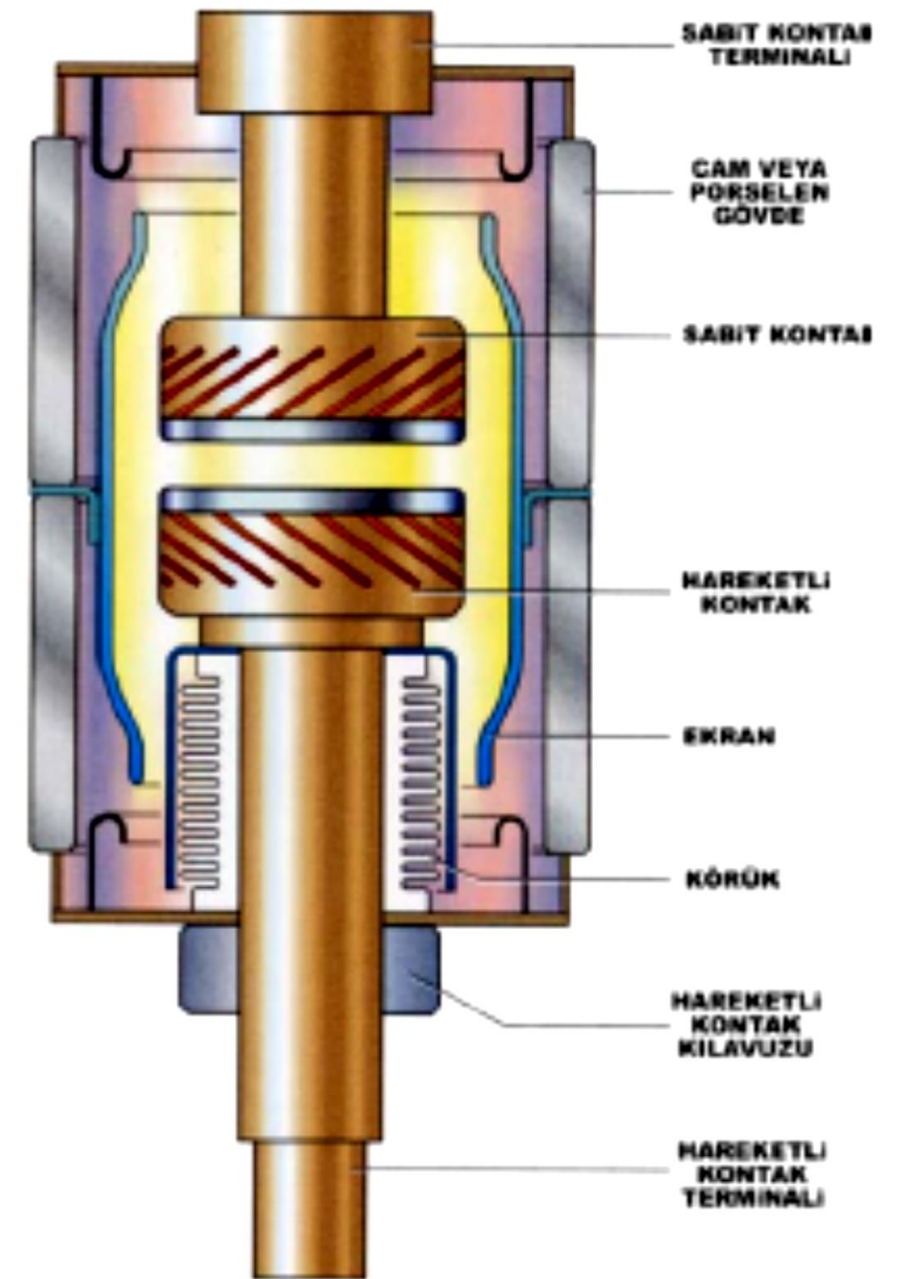
Kesiciler

Kesici Kısımları

- Sabit ve Hareketli Kontaklar: Kesici akımını taşır
- Ark Söndürme Hücresi: Arkın oluştuğu ve söndürüldüğü kısım.
- İşletme Mekanizması
 - [Elle kurma yaylı](#)
 - [Motorla kurlmalı yaylı](#)
 - Basınçlı havalı
 - Elektromanyetik bobinli

Seçim Kriterleri

- Nominal gerilim (12-24-36kV)
- İzolasyon Gerilimi
- Nominal Akım (400-630-1250A)
- Sürekli Kısa Devre Akımı (8-12-16-20kA)





Kesici Çalışma Şekli

- Arıza oluşur.
- Koruma rölesi çalışır.
- Uyarma devresi harekete geçirilir.
- Kontak açılır.
- Kesici kontakları arasında ark oluşur.
- Ark söndürülür.
- Kontak arası yalıtım sağlanır.
- Ark temizlenir.

Kesiciden Beklenenler

- Açma anında meydana gelene arkı hızlı bir şekilde söndürebilme
- Açma-kapama olayını çok hızlı gerçekleştirebilme
- Peş peşe açma-kapama yapabilme
- Nominal akımları ısınmadan taşıyabilme
- Arızada meydana gelen büyük akımları kısa süre için taşıyabilme
- Arızada yada norma çalışmada açma-kapamalarda kontakların tahrip olmaması

SF₆ Gazlı Kesici

- Dielektrik dayanımı, aynı basınçtaki havaya göre iki-üç kat değerdedir.
- Isıyı çok çabuk devreye dağıtır ve arkın çabuk soğumasını sağlar.
- Devre kesilirken oluşabilecek tekrar tutuşmaları ve bu nedenle de aşırı gerilimleri önler.
- SF₆ gazı metallerle tepkimeye girmez.
- SF₆ gazı, renksiz, kokusuz, zehirsizdir ve havaya göre 5 kat daha ağırdır.
- Uzun süre ilave yapılmadan kullanılabilir.
- Akım kopartmada sorun yaratmaz.
- Mekanik dayanıklılığı 10000 açma kapamaya izin verir.
- Tekrar kapama yaptırılması mümkündür.
- Kapasitif ve endüktif akımların kesilmesinde uygundur.
- Yanıcı ve patlayıcı ortamlarda kullanılması sorun yaratmaz.
- Kesme zamanı 3-5 periyottur.
- *Gaz kaçağı ihtimali vardır. İyi izlenmesi gerekir. Çevreye atık gaz yayılabilir. Kesicinin içinde yüksek sıcaklıklarda gerçekleşen reaksiyonlar neticesinde zehirli gazlar ortaya çıkar.*



Vakum Kesici

- Mekanik dayanıklılığı 30000 açma-kapamaya izin verir.
- Anma akımında kesme sayısı 10000 civarındadır.
- Özellikle kapasitif devrelerin kesilmesinde daha uygundur.
- Tekrar kapama yaptırılması mümkündür.
- Açma işleminde artık gaz çıkarma sorunu yoktur.
- Kesme zamanı 3-5 periyottur.
- Yanıcı ve patlayıcı ortamda sorun yaratmaz.
- *Kesme hücresinin fiyatı pahalı olabilir.*
- *Akım koparmada darbe sınırlayıcılara gereksinim duyulabilir.*
- *Fiyatı yüksektir.*
- *Vakum düzeyinin belirli periyotlarda bakımı gerekir.*



YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Temel Elemanlar Kesiciler



	Az Yağlı Kesiciler	SF ₆ Gazlı Kesicisi	Vakumlu Kesiciler
Akım Koparma	Sorun Yok	Sorun Yok	İyi değil
Tekrar Kapama	Mümkün	Mümkün	Mümkün
Anma Akımında Kesme Sayısı	3000'den fazla	10000	10000
Mekanik Dayanıklılığı	10000 Açma Kapama	10000 Açma Kapama	30000 Açma Kapama
Kesme zamanı	3-5 periyot	3-5 periyot	3-5 periyot
Endüktif Akım	Uygun Değil	Uygun	Normal
Kapasitif Akım	Uygun Değil	Uygun	Gayet İyi

Açma Akımı	Bir Bakım Periyodu İçindeki Açma Sayısı		
	Modern Az Yağlı Kesici	Vakum Kesiciler	SF ₆ Kesiciler
Akımsız	10000	10000	10000
Anma Akımında	3000	10000	5000
Anma Açma Akımının %20'sinde	100	2000	200
Anma Açma Akımının %100'ünde	20	100	50

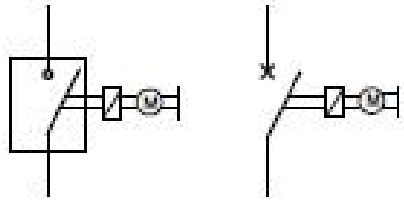
YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Temel Elemanlar Kesiciler



Metal Enclosed (Metal Muhafazalı)

Kesici ekipmanları, harici bağlantılar dışında komple ve topraklanmış bir metal muhafaza içinde bulunurlar.

Metal-Enclosed



Metal Enclosed (Metal Muhafazalı) Vakum Kesici

YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Temel Elemanlar

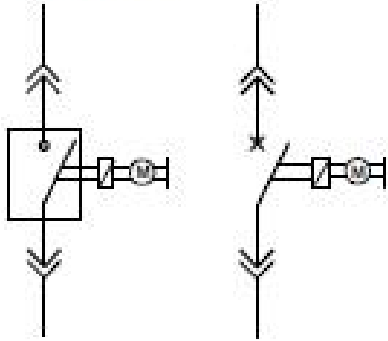
Kesiciler



Metal-clad (Metal Bölmeli)

Kesicinin farklı ekipmanları (kesici kutupları ve ölçüm ekipmanları gibi), ayrı ve topraklanmış metal bölmeler içerisinde bulunurlar ve böylece bir bölmedeki hatanın diğer bölmeyi etkilemesi engellenir.

Metal-Clad



Metal-clad (Metal Bölmeli)
Vakum Kesici

YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI

Ayırıcı ve Kesicilerde Manevra İşlemleri

Ayırıcılar ile devreden akım geçerken, yani devrede yük var iken açma kapama işlemi yapılmaz. Eğer yapılırsa ayırıcı ve ayırıcıyı açıp kapatan kişi zarar görür. Bu sebeple açma kapama işlemi yapılırken ilk önce ayırıcı açılıp kapatılmaz. Kesici veya ayırıcılar ile yapılan işlemler **manevra** olarak tanımlanır.

Açma kapama işlemi yapılırken şu işlem sırası takip edilir;

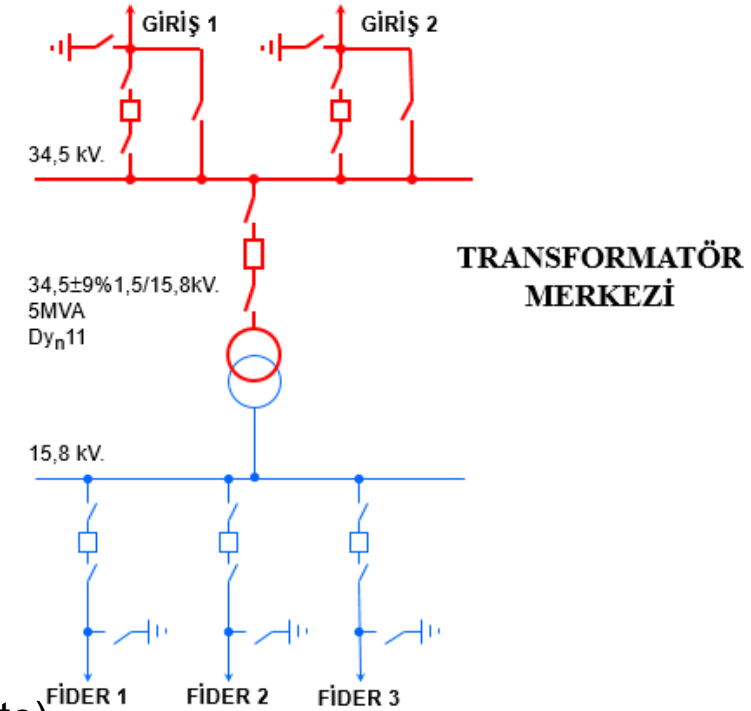
- İlk önce kesici açılır. (**Enerjinin kesildiğinden emin olunmalıdır.**)
- Daha sonra kesicinin giriş ve çıkışındaki ayırıcılar açılır.
- Kapatılırken bu işlemin tersi olarak ilk önce ayırıcılar kapatılır.
- Daha sonra kesici kapatılarak devreye enerji verilir.
- Kesici yoksa alıcıların yükü devreden çıkarılır, sonra ayırıcı açılır.

Kumanda panosu üzerinde gösterim sırasında

- Sonu sıfır ile bitenler **Topraklama Ayırıcısını**,
- Sonu tek sayı olanlar **Ayırıcıyı**,
- Sonu çift sayı olanlar **Kesiciyi** belirtmede kullanılır.

Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği (30.11.2000 tarihinde 24246 Sayılı Resmi Gazete)

NOT: Kumanda ve Manevralar ilgili yönetmeliğin 60. maddesi (Kuvvetli akım tesislerinde çalışmak) uyarınca yapılmalıdır.



YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI - Ölçme ve Koruma Elemanları

Ölçü Trafoları - Akım ve Gerilim Transformatörleri



Akım ve Gerilim Transformatörleri

- Büyük akım ve yüksek gerilim değerlerinde ekonomik ve pratik sebeplerden dolayı, ayrıca insan hayatını tehlikeden korumak için ölçü aletleri, koruma-kumanda ve ayar kontrol cihazları devreye daima bir ölçü transformatörü üzerinden bağlanır.
- Akım ölçüm için **Akım Trafoları**, gerilim ölçüm için **Gerilim Trafoları** kullanılır.
- Ölçü transformatörleri kullanıldıkları yere ve ölçtükleri değere göre iki tiptir;
 1. Akım Transformatörleri
 2. Gerilim Transformatörleri

Ölçü transformatörlerinin kullanım amacı;

1. Ölçme
2. Koruma
3. Kontrol, Kumanda ve Ayar
4. Yalıtım (İzolasyon)

YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI - Ölçme ve Koruma Elemanları

Ölçü Trafoları - Akım ve Gerilim Transformatörleri



Ölçü Transformatörleri

- Ölçü cihazları tesislerin ne kadar enerji tükettiğinin belirlenmesinde veya arıza durumlarının oluştuğunun belirlenmesinde kullanılan cihazlardır.
- Ölçme ve koruma cihazlarının ekonomik ve güvenlik sebebi ile devreye doğrudan bağlanmalarının mümkün olmadığı veya kolay uygulanabilir olmadığı hallerde akımı veya gerilimi indirmek için kullanılan aletlere denilir.
- Akım ölçüm için **Akım Trafoları**, gerilim ölçüm için **Gerilim Trafoları** kullanılır.



Akım Trafoları



Gerilim Trafoları

YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI - Ölçme ve Koruma Elemanları

Ölçü Trafoları - Akım ve Gerilim Transformatörleri



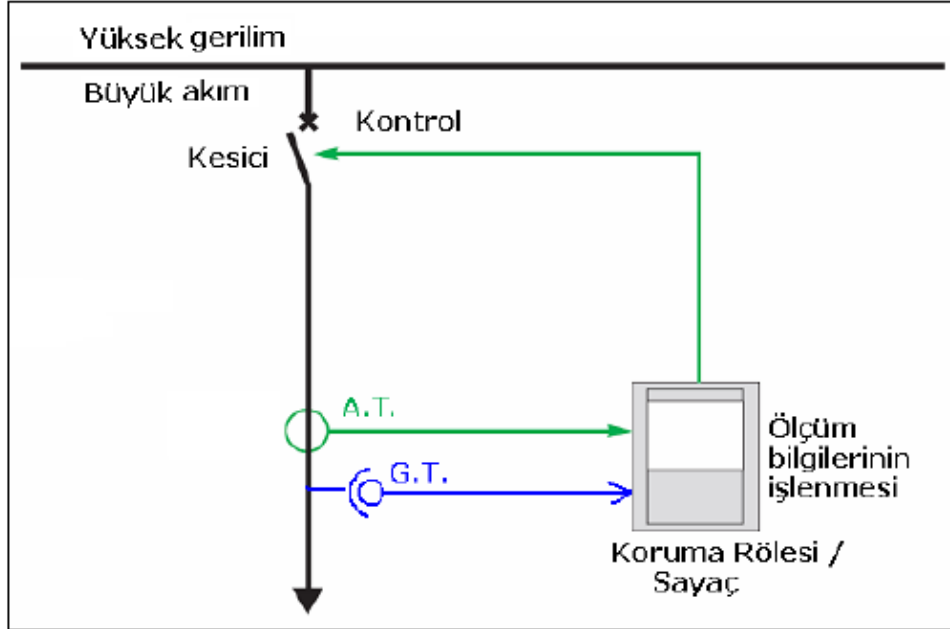
SF₆ 110 kV Akım Trafosu



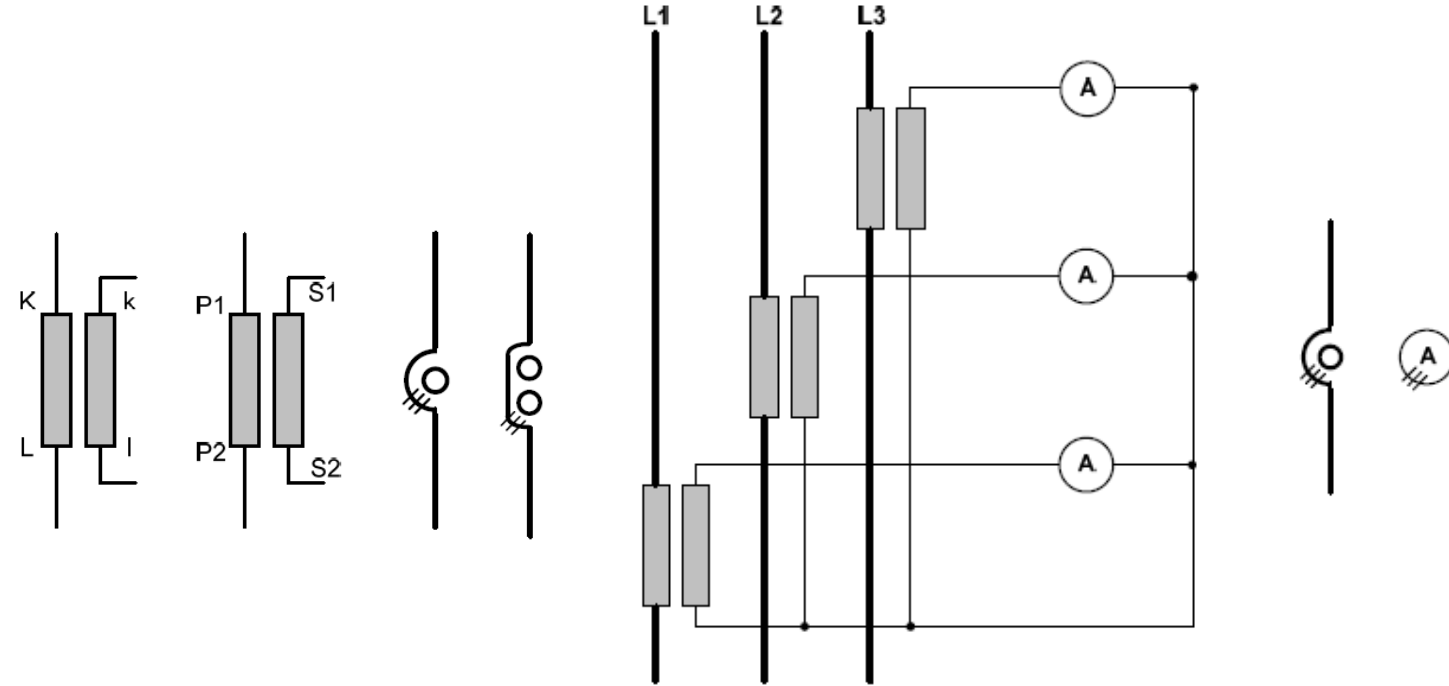
Gerilim Trafoları

YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI - Ölçme ve Koruma Elemanları

Ölçü Trafoları - Akım ve Gerilim Transformatörleri



Bir koruma/ölçme sisteminden ölçü transformatörlerinin kullanımı



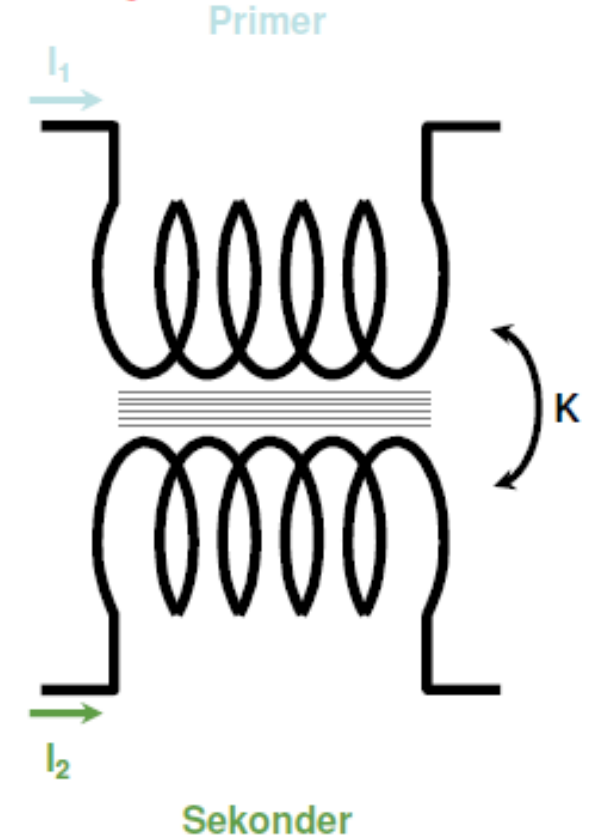
Akım Trafolarının Gösterilmesi

YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI - Ölçme ve Koruma Elemanları

Ölçü Trafoları - Akım ve Gerilim Transformatörleri

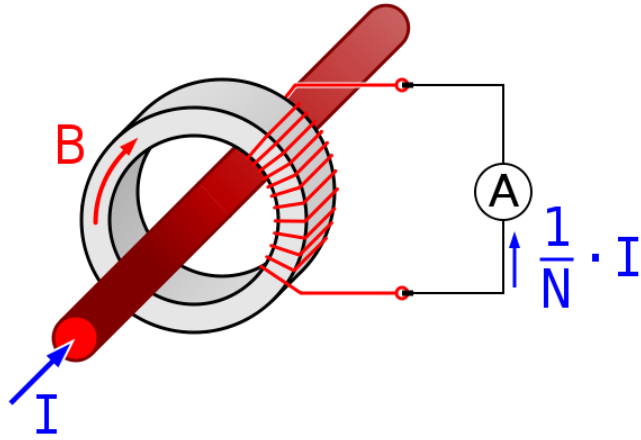


- Kullanılan akım transformatörlerinin primer akımları değişken olup, sekonder akımları **1A** veya **5A** olarak imal edilmektedirler.
- Akım transformatörlerinin primer akımları; 5, 10, 15, 30, 40, 50, 75, 100, 125, 150, 250, 300, 400, 500, 600, 800, 1000, 1200, 1500, 2000, 2500, 3000, 4000A gibi standart değerlerde imal edilmektedir.

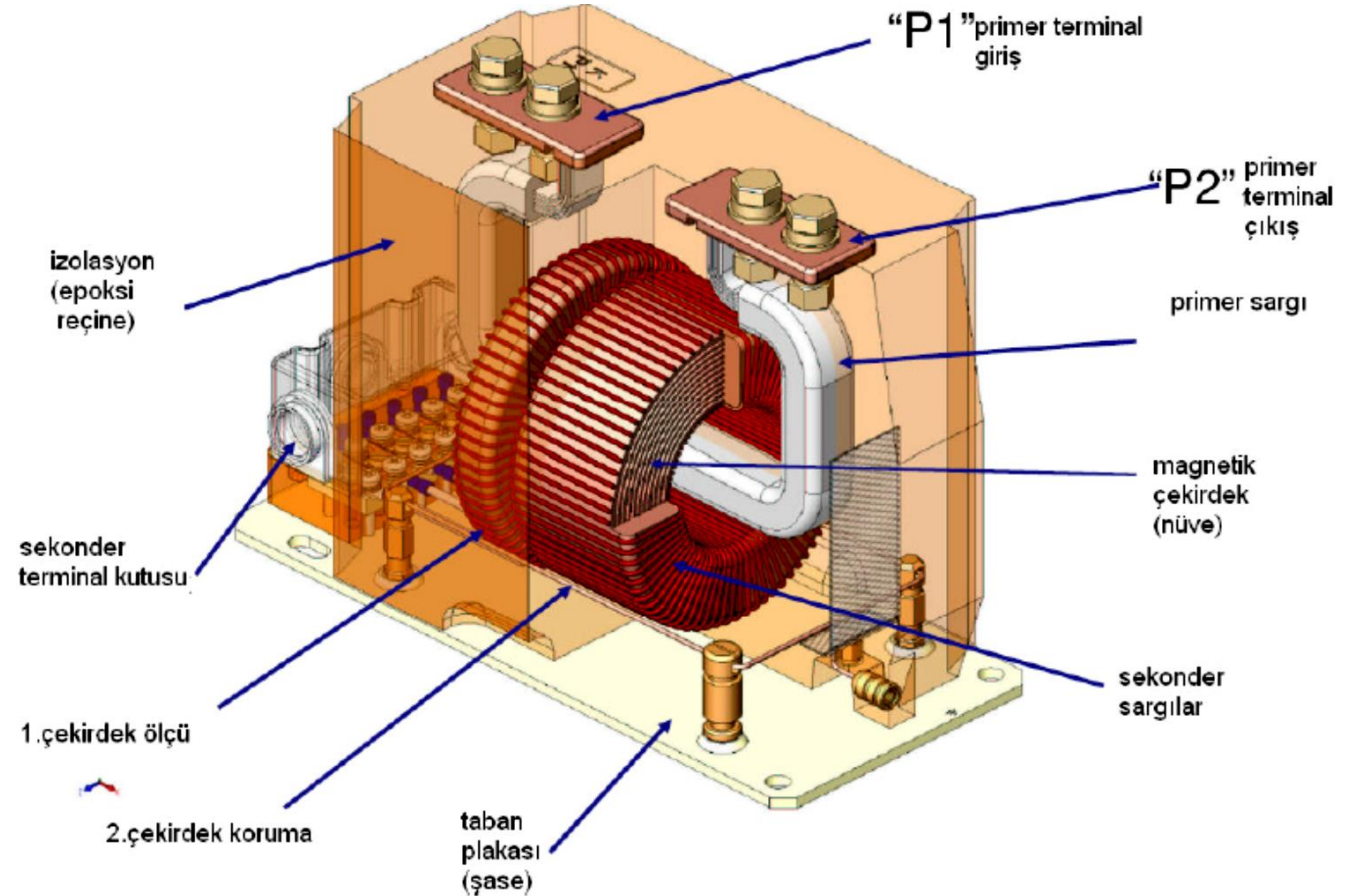


YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI - Ölçme ve Koruma Elemanları

Akım Transformatörleri



Akım Transformatörlerinin Yapısı



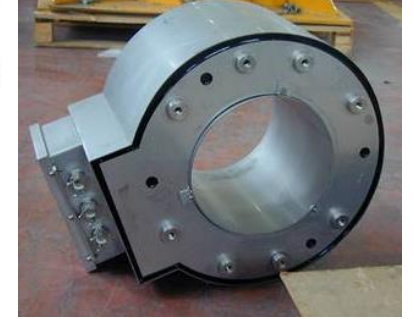
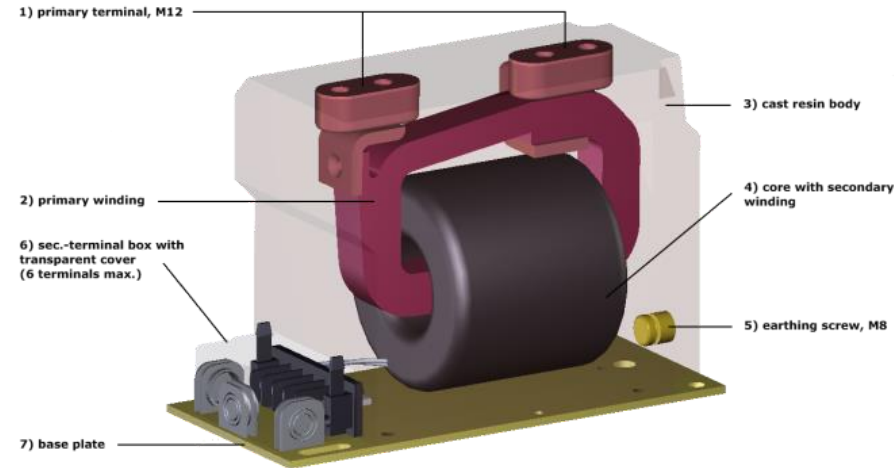
YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI - Akım Transformatörleri

Kullanım Yerlerine/Montaj Şekline Göre



Geçiş / izolatör tipi (bushing type)

Primer sargısı için geçiş izolatörü kullanılabilecek şekilde imal edilir.



Mesnet tipi (support type)

Primer devre iletkeni için bir taşıyıcı (mesnet) görevi yapacak şekilde düzenlenmiş akım transformatörüdür.

YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI - Akım Transformatörleri

Kullanım Yerlerine/Montaj Şekline Göre

Bara tipi (bus type)

Primer iletkeni (sargısı) bulunmayan, ancak primer yalıtımı olan, doğrudan bir iletken ya da bara üzerinden bağlanabilen akım transformatörüdür.

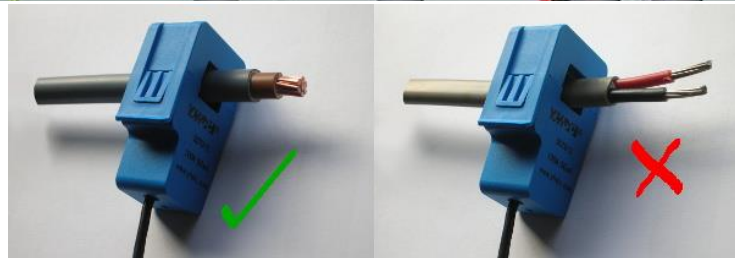


1000/5A Akım Trafosu



Kablo tipi (cable type)

Kendi primer iletkeni ve primer yalıtımı bulunmayan, yalıtılmış bir kablo üzerinden monte edilebilen akım transformatörüdür.



YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI - Akım Transformatörleri

Kullanım Yerlerine/Montaj Şekline Göre



Manyetik devresi açılabilen (split core); kendi primer iletkeni ve primer yalıtımı bulunmayan, manyetik devresi iki bölüme ayrılmış ve açılabilir yapıdadır. Böylece enerji sistemindeki baraların bağlantılarına dokunmadan akımı ölçülmek istenen baraya kolaylıkla monte edilmesini sağlar.



YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI - Akım Transformatörleri

Çalışma Ortamına Göre - Çekirdek Tipine Göre



Harici Tip
Mesnet Trafosu



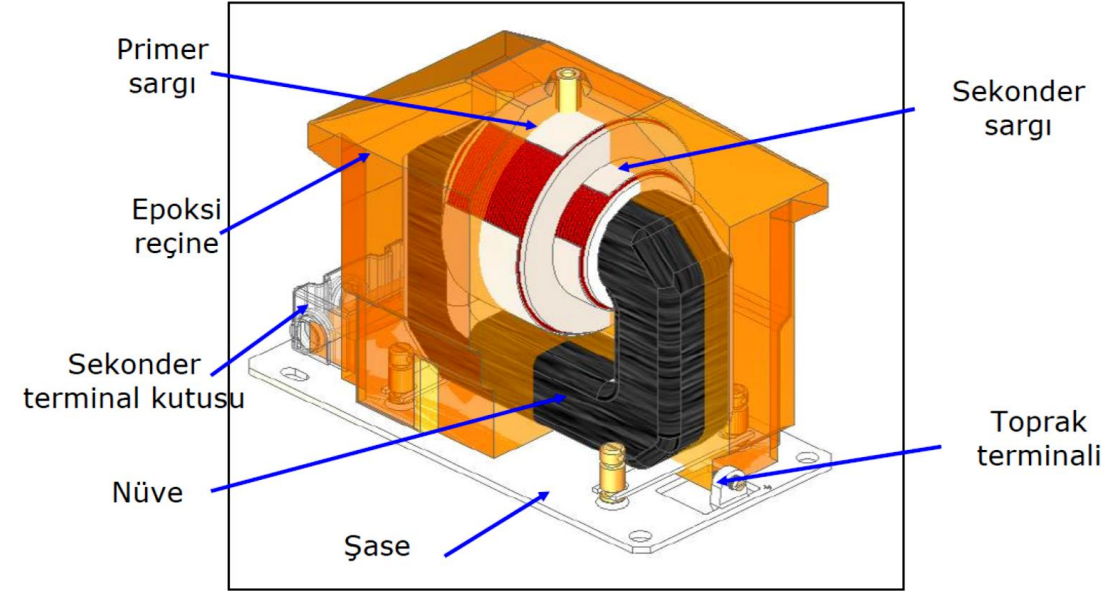
Dahili Tip
Mesnet Trafosu



Tek Çekirdek ve Çok Çekirdekli Tip Mesnet Trafosu

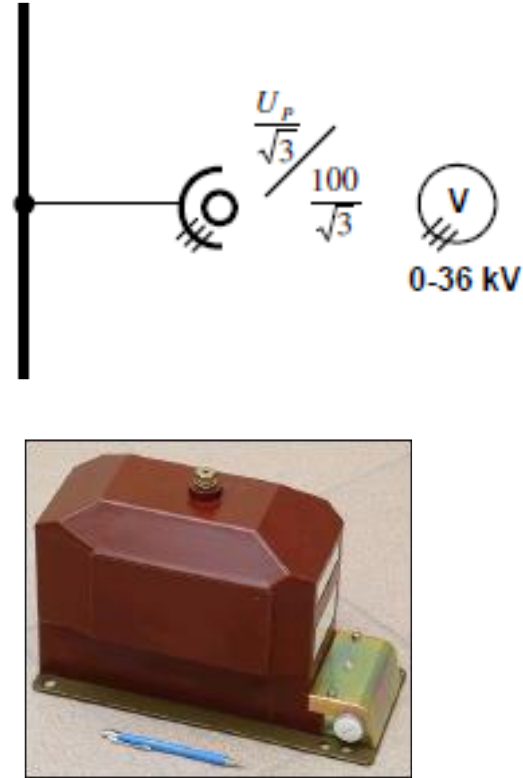
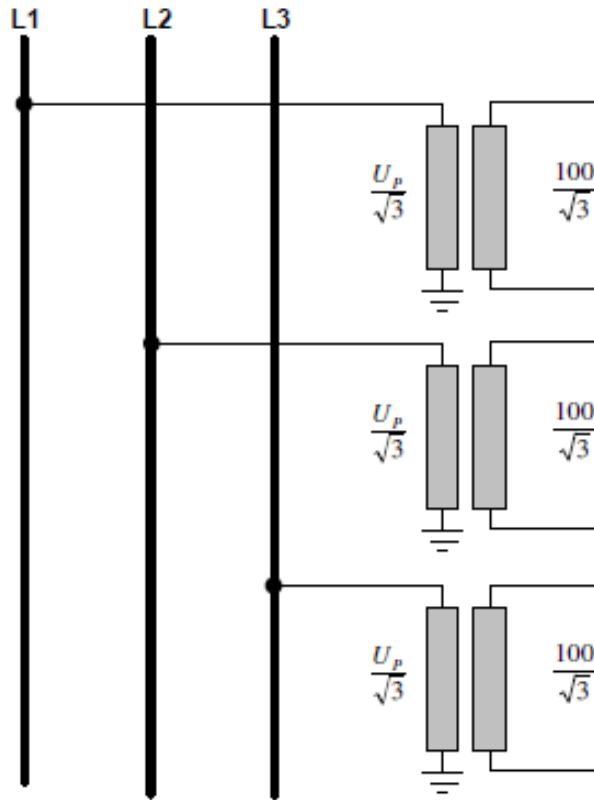
Gerilim Transformatörleri

- Primer anma gerilimi (nominal primer gerilimi) "Up", transformatörün çalışma gerilimidir.
- Genellikle 0,3-6,3-10,5-15-30-34,5-60-66-154-380kV değerleridir.
- Sekonder anma gerilimi, (nominal sekonder gerilimi) "Us", primer tarafına nominal gerilim uygulandığında sekonderden alınacak gerilimdir.
- Faz-faz arası gerilim transformatörlerinde 100-110-115-120 Volt, faz-toprak gerilim transformatörlerinde ise bu değerlerin $\sqrt{3}$ 'e bölümüdür.

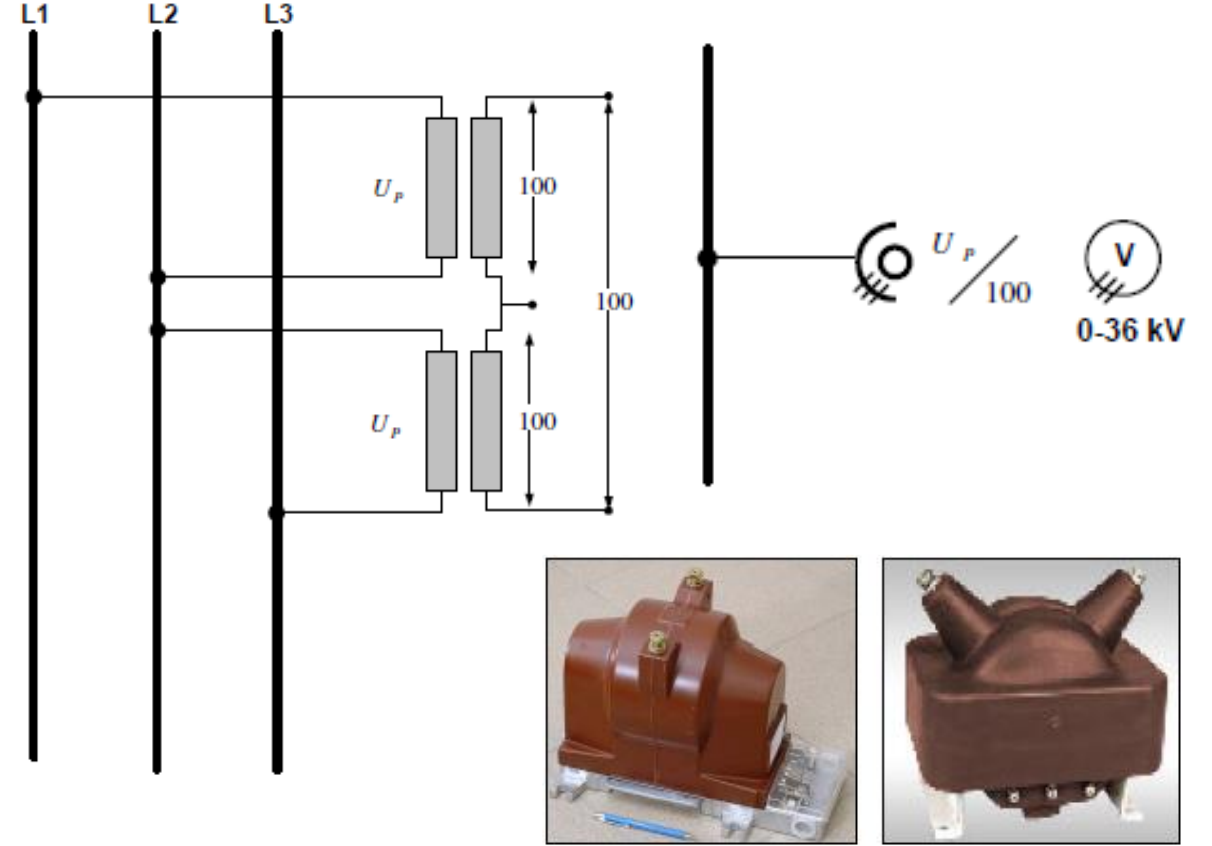


YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI - Gerilim Transformatörleri

Montaj Şekline Göre



Tek Kutuplu Mesnet Trafosu



Çift Kutuplu Mesnet Trafosu

YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI - Gerilim Transformatörleri

Montaj Şekline Göre



Gerilim trafoları montaj şekillerine göre iki çeşittir.

- Mesnet Trafosu
- Arabalı Tip Trafolar



Tek Kutuplu Mesnet Trafosu



Tek Kutuplu Sigortalı
Arabalı Tip Gerilim Trafosu



3 Fazlı, sigortalı arabalı tip gerilim trafosu

YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI

Gerilim Transformatörleri



Gerilim trafoları çalışma ortamına göre iki çeşittir.

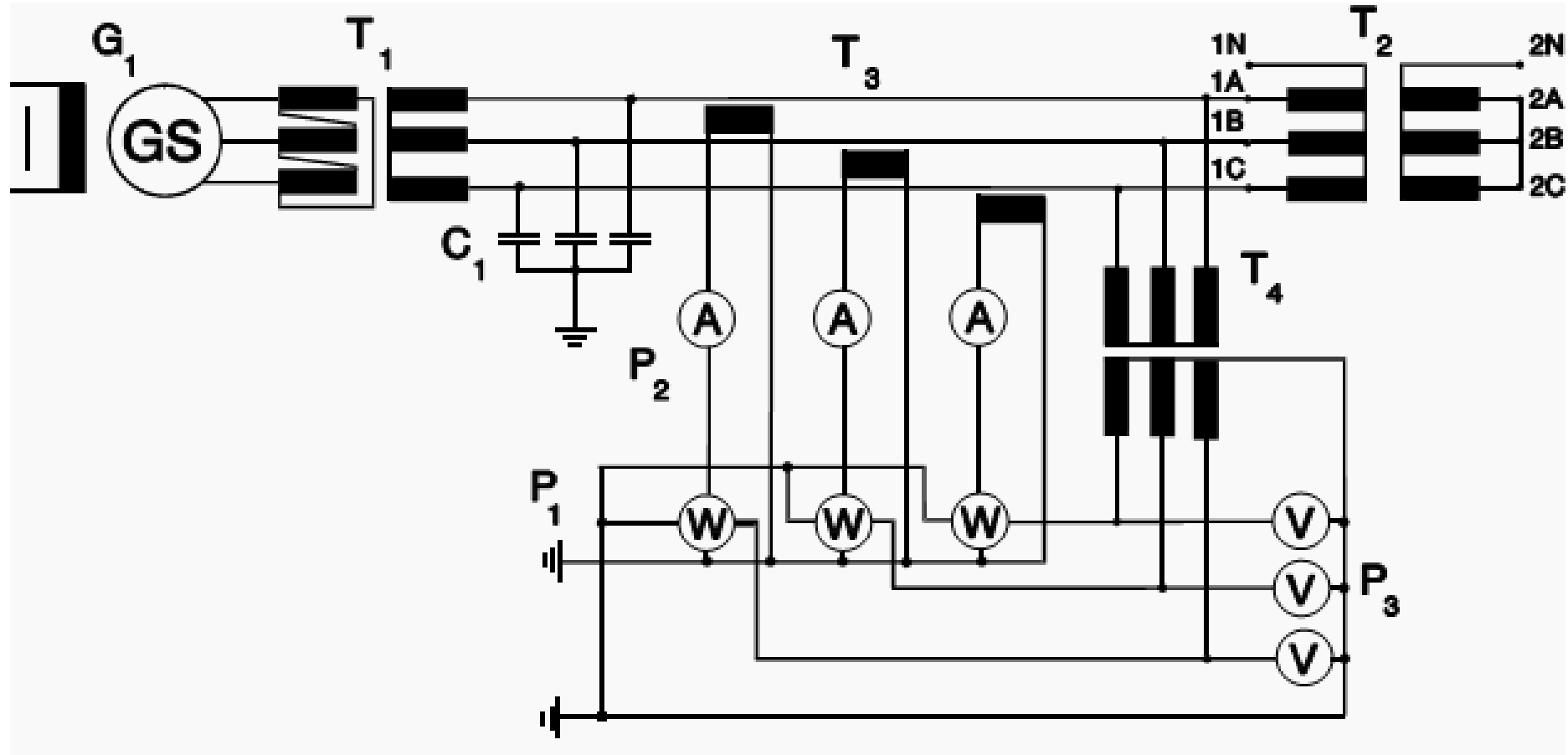
- Dahili Tip
- Harici Tip



Dahili Tip Gerilim Mesnet Trafosu



Harici Tip Gerilim Mesnet Trafosu



YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI - Ölçme ve Koruma Elemanları

Gerilim Bölücüler

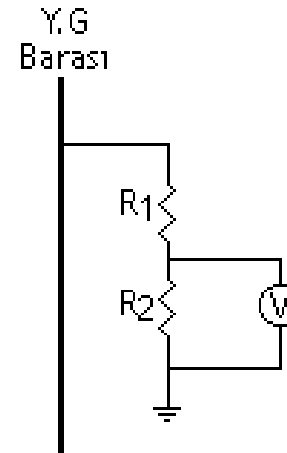


Gerilim Bölücüler

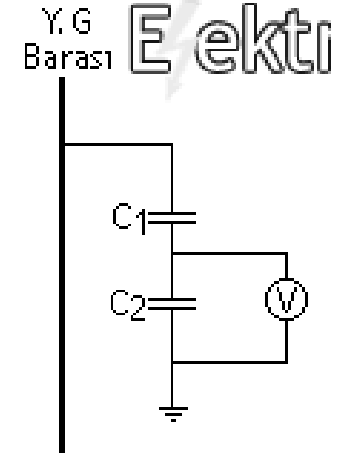
- Yüksek gerilimde ölçme bilinen yöntemler ile zor olabilmektedir. Bu nedenle yüksek gerilimde ölçme yöntemlerinden biri olan gerilim bölücüler kullanılabilir.
- Bir gerilim kaynağına seri bağlanan dirençler yada kapasitörlerden meydana gelirler. Dirençlerin ya da kapasitörlerin oranlarına göre gerilim düşümü sağlar. Genel olarak gerilim bölücüler;
 1. Omik Gerilim Bölücüsü
 2. Kapasitif Gerilim Bölücüsü
 3. Karma Gerilim Bölücüsü diye sınıflandırılabilir.



Kapasitif Gerilim Bölücüsü



Ohmik



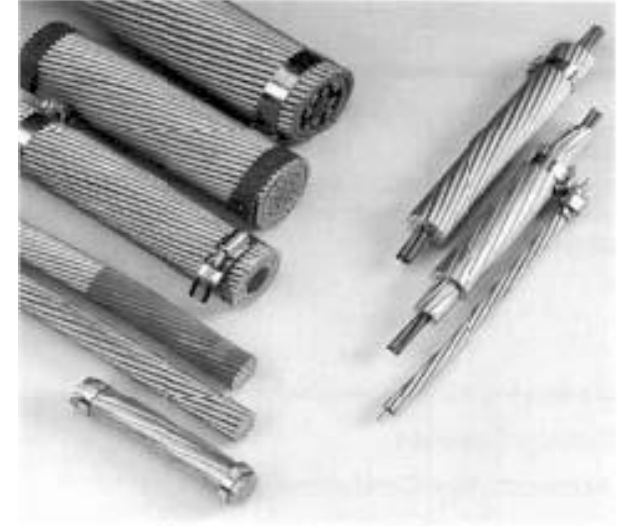
Kapasitif

YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Temel Elemanlar

Enerji İletim Hatları



- Elektrik enerjisinin üretildiği yer ile tüketildiği yerleri birleştiren, elektrik enerjisini taşınması amacıyla kullanan hatlara denir. E.N.Hatları taşınacak enerjinin miktarına, tüketim merkez ile üretim merkezi arasındaki uzaklığa bağlı olarak değişik gerilim seviyelerinde değişik tel cins ve kesitleriyle taşınmaktadır.
- Ulusal elektrik sistemi (Enterkonnekte), Ülkemizde iki gerilim kademesinde yapılmaktadır. Bunlardan birisi 380kV diğeri ise 154kV dır. Ülkemizdeki üretim kaynakları bir taraftan 380kV' luk sistemle birbirine bağlanırken, bir taraftan da 154kV'luk sistemle birbirine bağlanmaktadır.
- Yüksek gerilim havai hatlarında kullanılan iletkenlerin hem enerji taşıması hem de mekanik yönden uygun olarak seçilmesi gerekir. İletimde kullanılan iletkenler, gerekli esnekliği sağlamak, askı ve gergi noktalarında oluşan titreşimler sebebiyle kopmasını önlemek amacıyla spiral şekilde örgülü olarak yapılır.



YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Temel Elemanlar

Enerji İletim Hatları



- Ülkemizde OG'li iletim ve dağıtım hatlarında çoğunlukla **SWALLOW**, **RAVEN** ve **PIGEON** türleri tercih edilir.
- YG enerji naklinde 3AWG **SWALLOW**, 1/0AWG **RAVEN**, 3/0AWG **PIGEON**, 266 MCM **PATRIDGE** ve 477 MCM **HAWK**, 795 MCM ACSR **DRAKE**, 954 MCM ACSR **CARDINAL**, 954 MCM ACSR **RAIL**, 1272 MCM ACSR **PHEASANT** St-Al iletkenler kullanılmaktadır.

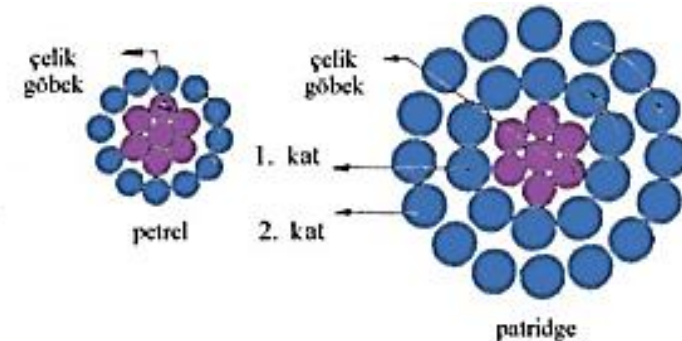
* [Tam alüminyum iletken](#) (AAC-All Aluminium Conductors)

* Çelik özlü alüminyum iletken (ACSR- Aluminium Conductors Steel Reinforced)

* Çelik alüminyum (St. Al -Steel Aluminium)

AWG standardında 0000=4/0, 000=3/0, 00=2/0, 0=1/0 şeklinde gösterilir.

- 3 AWG=3 AWG Swallow (Kırlangıç)
- 0 AWG=1/0 AWG Raven (Kuzgun)
- 000 AWG=3/0 AWG Pigeon (Güvercin)

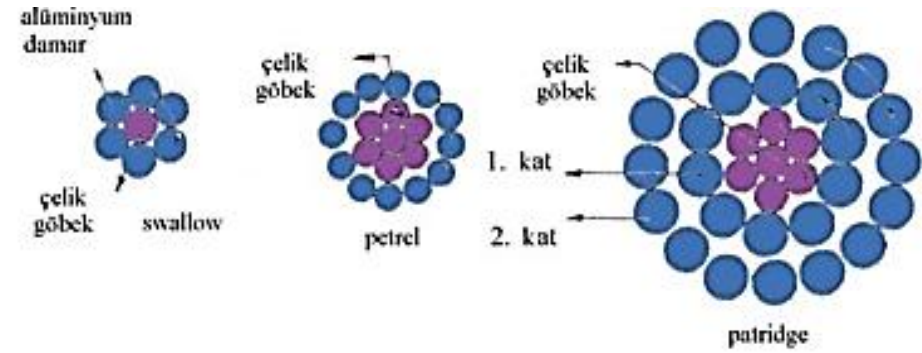


YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Temel Elemanlar

Enerji İletim Hatları



266,8 MCM (Patridge) ve 477 MCM (Hawk) iletkenlerde, ortada 7 adet çelik tel olup bunların örgülü hâlinde üzerlerine çeşitli kesitlerde 26 adet Al örgülü tel örgülü olarak iki katta sarılmıştır.



MCM: Daha büyük kesitteki St-Al iletkenler (266,8 MCM, 477 MCM) ise ABD’de iletken kesitlerini ifade etmekte kullanılan CM (Circular Mile) olarak belirtilmiştir.

- AWG = American Wire Gauge (Amerikan tel ölçeği)
- 1 mil= 0,001 inç =0,0254 mm
- 1 CM = 1 mil kare = 0,0005067 mm² (1 CM çapı 0,001 inch olan daire yüzeyine eşittir.)
- 1 MCM = 1000 mil kare = 0,5067 mm²
- MCM = Mega Circular Miles (1000000 dairesel mil)

Al kesiti: $266,8 \times 0,5067 = 135,18 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots 135 \text{ mm}^2$

Al kesiti: $477 \times 0,5067 = 241,69 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots 242 \text{ mm}^2$

YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Temel Elemanlar

Enerji İletim Hatları



AWG Number	Ø [Inch]	Ø [mm]	Ø [mm²]
6/0 = 000000	0.580	14.73	170.30
5/0 = 00000	0.517	13.12	135.10
4/0 = 0000	0.460	11.7	107
3/0 = 000	0.410	10.4	85.0
2/0 = 00	0.365	9.26	67.4
1/0 = 0	0.325	8.25	53.5
1	0.289	7.35	42.4
2	0.258	6.54	33.6
3	0.229	5.83	26.7
4	0.204	5.19	21.1
5	0.182	4.62	16.8
6	0.162	4.11	13.3
7	0.144	3.66	10.5
8	0.128	3.26	8.36
9	0.114	2.91	6.63
10	0.102	2.59	5.26
11	0.0907	2.30	4.17
12	0.0808	2.05	3.31
13	0.0720	1.83	2.62
14	0.0641	1.63	2.08
15	0.0571	1.45	1.65
16	0.0508	1.29	1.31
17	0.0453	1.15	1.04

AWG Number	Ø [Inch]	Ø [mm]	Ø [mm²]
18	0.0403	1.02	0.823
19	0.0359	0.912	0.653
20	0.0320	0.812	0.518
21	0.0285	0.723	0.410
22	0.0253	0.644	0.326
23	0.0226	0.573	0.258
24	0.0201	0.511	0.205
25	0.0179	0.455	0.162
26	0.0159	0.405	0.129
27	0.0142	0.361	0.102
28	0.0126	0.321	0.0810
29	0.0113	0.286	0.0642
30	0.0100	0.255	0.0509
31	0.00893	0.227	0.0404
32	0.00795	0.202	0.0320
33	0.00708	0.180	0.0254
34	0.00631	0.160	0.0201
35	0.00562	0.143	0.0160
36	0.00500	0.127	0.0127
37	0.00445	0.113	0.0100
38	0.00397	0.101	0.00797
39	0.00353	0.0897	0.00632
40	0.00314	0.0799	0.00501

YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Temel Elemanlar

Enerji İletim Hatları - YG Hava Hattı İletkenleri



Çelik Alüminyum İletkenler								
1 - MEKANİK ÖZELLİKLERİ								
KANADA		ELASTİSİTE		Lineer	Kopma	ANMA ÇAPI (mm)	ANMA KESİTİ (mm ²)	ANMA AĞIRLIĞI (kg/km)
STANDARDINDAKİ		MODÜLÜ		Uzama	Dayanım			
İŞARETİ	ADI	İlk	Nihayi	K.S	(kg)			
3 AWG	SWALLOW	6500	8000	19,2.10 ⁻⁶	1023			
1/0 AWG	RAVEN			19,1.10 ⁻⁶	1940	10,11	62,38	0,2159
3/0 AWG	PIGEON	6200	8000	18,9.10 ⁻⁶	3030	12,75	99,23	0,3429
266.8 MCM	PATRIDGE				5100	16,28	157,2	0,5454
477 MCM	HAWK				8820	21,80	281,10	0,9749

AKIM TAŞIMA KAPASİTESİNİ ETKİLİYEN FAKTÖRLER			
İŞARETLER	1	2	3
Rüzgar Hızı (m/sn)	0	0,61	0,6
Ortam Sıcaklığı (oC)	40	25	20
İletken Yüzeyi	80	75	80
Güneş Isısı	-	-	1

2 - YAPISAL ÖZELLİKLER					
KANADA		Damar	KESİTLER		
STANDARDINDAKİ		Sayıları	(mm ²)		
İŞARETİ	ADI	Al / Çe	AL	Çe.	TOPLAM
3 AWG	SWALLOW	6 / 1	26,69	4,45	31,14
1/0 AWG	RAVEN	6 / 1	53,52	8,92	62,44
3/0 AWG	PIGEON	6 / 1	85,12	14,18	99,3
266.8 MCM	PATRIDGE	26 / 7	134,87	21,99	156,86
477 MCM	HAWK	26 / 7	241,65	39,19	280,84

3 - ELEKTRİKSEL ÖZELLİKLER									
KANADA STANDARDINDAKİ		AKIM TAŞIMA KAPSİTESİ			R	X _L			Eşdeğer Cu mm ²
İŞARETİ	ADI	- 1 - (A)	- 2 - (A)	- 3 - (A)	(20 °C) Ohm/m	10 kV Ohm/m	15 kV Ohm/m	35 kV Ohm/m	
3 AWG	SWALLOW	120	160	180	1,0742	0,371		0,420	13,31
1/0 AWG	RAVEN	195	230	280	0,5362	0,347		0,387	33,73
3/0 AWG	PIGEON	275	300	360	0,3366	0,335		0,373	53,52
266.8 MCM	PATRIDGE	345	460	510	0,214	0,318		0,335	85,17
477 MCM	HAWK	540	670	740	0,1194	0,300		0,337	152

YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Temel Elemanlar

Enerji İletim Hatları - YG Hava Hattı İletkenleri



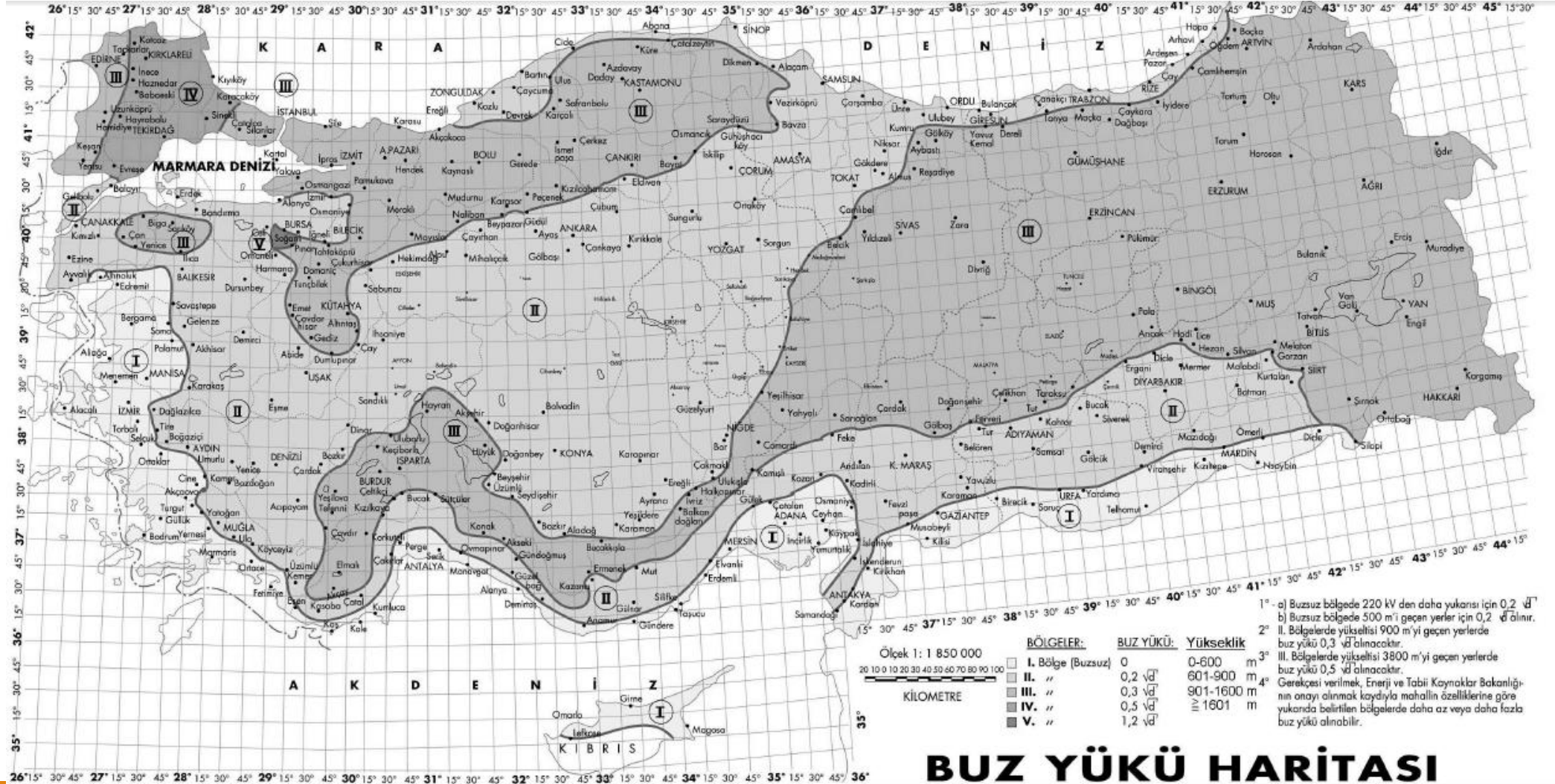
ÇELİK ÖZLÜ ALÜMİNYUM İLETKENLER (Yapı, mekanik ve elektrik özellikleri)																		
Kanada Standartı Anma Adı	TS Anma Adı Al/st mm ²	KESİT				Tel çapları ve sayıları				Eşdeğer bakır kesiti mm ²	Anma Çapı		Anma kopma yükü kgf	20°C'de DC direnci Ω /km	Anma birim ağırlığı kg/km	Akım Taşıma Kapasitesi A		
		AWG veya cir.mil	Al mm ²	St mm ²	Toplam İletken kesiti mm ²	Alüminyum		Çelik			Çelik mm	İletken mm				Amper		
						Adet	Çap mm	Adet	Çap mm							(1)	(2)	(3)
SWALLOW	27/4	3	26,69	4,45	31,14	6	2,38	1	2,38	16,78	2,38	7,14	1038	1,0742	107,8	120	160	180
SPARROW	34/6	2	33,59	5,60	39,19	6	2,67	1	2,67	21,09	2,67	8,01	1290	0,8543	135,7	140	180	200
ROBIONE	45/7	80,220	44,70	7,45	52,15	6	3,08	1	3,08	28,11	3,08	9,24	1650	0,6410	179,3	175	200	230
RAVEN	54/9	1/0	53/52	8,92	62,44	6	3,37	1	3,37	33,73	3,37	10,11	1969	0,5362	216,2	195	230	280
PIGEON	85/14	3/0	85/13	14,18	99,30	6	4,25	1	4,25	53,52	4,25	12,75	2995	0,3366	343,9	275	300	360
PARTRIDGE	135/22	266,800	134,87	21,99	156,86	26	2,57	7	2,00	85,17	6,00	16,28	5113	0,2140	543,8	345	460	510
OSTRICH	152/25	300,000	152,19	24,71	176,90	26	2,73	7	2,12	95,6	6,36	17,28	5755	0,1897	612,9	410	490	540
HAWK	242/39	477,000	241,65	39,19	280,84	26	3,44	7	2,67	152,0	8,01	21,77	8792	0,1194	972,8	540	670	740
DRAKE	403/65	795,000	402,56	65,44	468,00	26	4,44	7	3,45	253,3	10,35	28,11	14222	0,0715	1621,5	760	900	1020
CONDOR	402/52	795,000	402,33	53,15	454,48	54	3,08	7	3,08	253,3	9,24	27,72	13003	0,0718	1519,7	760	900	1020
RAIL	483/34	954,000	483,4	33,6	517,00	45	3,70	7	2,47	300,0	7,40	29,60	11804	0,0599	1600,2	860	1010	1100
CARDINAL	485/63	954,000	484,53	62,81	547,34	54	3,38	7	3,38	304,0	10,14	30,42	15241	0,0597	1829,8	860	1010	1080
PHEASANT	645/82	1,272,000	645,08	81,71	726,79	54	3,90	19	2,34	405,7	11,70	35,10	19676	0,0499	2423,5	1000(4)	1160(5)	1300(6)

TAM ALÜMİNYUM İLETKENLER (Yapı, mekanik ve elektrik özellikleri)													
Kanada Standartı Anma Adı	TS Anma Adı mm ²	KESİT		Tel çapları ve sayıları		İletken Anma Çapı mm	Eşdeğer bakır kesiti mm ²	Kopma yükü kgf	20°C'ta DC Direnç Ω/km	Anma Birim Ağırlığı kg/km	Akım Taşıma Kapasitesi (A)		
		AWG veya cir.mil	Toplam kesit mm ²	Adet	Çap						AMPER		
											(1)	(2)	(3)
ROSE	21	4	21,14	7	1,96	5,88	13,30	403	1,354	58	110	140	150
LILY	27	3	26,66	7	2,20	6,61	16,78	495	1,074	73	125	160	170
PANSY	42	1	42,37	7	2,78	8,33	26,57	725	0,6752	116	165	200	230
POPPY	53	0	53,49	7	3,12	9,36	33,73	888	0,5351	146	193	230	270
ASTER	67	00	67,45	7	3,50	10,51	42,32	1115	0,4245	184	225	260	300
PHLOX	85	000	84,99	7	3,93	11,80	53,52	1369	0,3366	232	* 262	300	340
OXLIP	107	0000	107,3	7	4,42	13,25	67,50	1732	0,2671	294	306	370	400
DAISY	135	266,800	132,5	7	4,96	14,87	85,17	2180	0,2131	369			
PEONY	152	300,000	152,1	19	3,19	15,96	95,66	2442	0,1893	417			
TULIP	171	336,400	170,6	19	3,38	16,90	107,2	2742	0,1690	469			
CANNA	201	397,500	201,3	19	3,67	18,36	126,7	3268	0,1427	554			

AKIM TAŞIMA KAPASİTESİ FAKTÖRLERİ						
	1	2	3	4	5	6
Rüzgar Hızı (m/sn)	0	0,6096	0,6	0,6	0,6	0,6
Ortam Sıcaklığı (°C)	40	25	20	45	35	25
Max. İletken Sıcaklığı (°C)	80	75	80	80	80	80
Frekans (Hz)	50	60	50	50	50	50
İletken Yüzeyi	Parlaklığını kaybetmiş					
Güneş Isısı (kW/m ²)	-	-	1	1,2	1,2	1,2

BUZ YÜKÜ BÖLGELERİNE GÖRE İLETKENLERİN MÜSTEREK HAT ÇEKME KUVVETLERİ Tmax (-5 + b) kg				
İLETKEN CİNSİ	1. BÖLGE	2. BÖLGE	3. BÖLGE	4. BÖLGE
ROSE	70	100	147	148
LILY	79	110	162	161
PANSY	104,7	138,5	188	175
POPPY	120	152	211	189,7
ASTER	137	170	230	206
SWALLOW	91	107	175	224
RAVEN	137	175	235	226
PIGEON	171	220,7	290	270
266,800	220	284,5	364	328
477,000	338	406,1	500	427

YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Temel Elemanlar Enerji İletim Hatları - YG Hava Hattı İletkenleri



BUZ YÜKÜ HARİTASI

YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Temel Elemanlar

Direkler

Direkler

A. Yapılarına Göre

- 1.Ağaç Direkler
- 2.Beton Direkler
- 3.Demir direkler

B. Taşıdıkları Devre Sistemine Göre

- 1.Doğru Gerilim
- 2.Alternatif Gerilim
 - a. Tek Devreli
 - b. Çift Devreli

C. İşlevlerine Göre

- 1.Taşıma Direkleri
 - a. Normal Taşıyıcı Direkler
 - b. Köşede Taşıyıcı Direkler
- 2.Durdurucu Direkler
 - a. Normal Durdurucu Direkler
 - b. Köşede Durdurucu Direkler

D. Dağıtım Direkleri

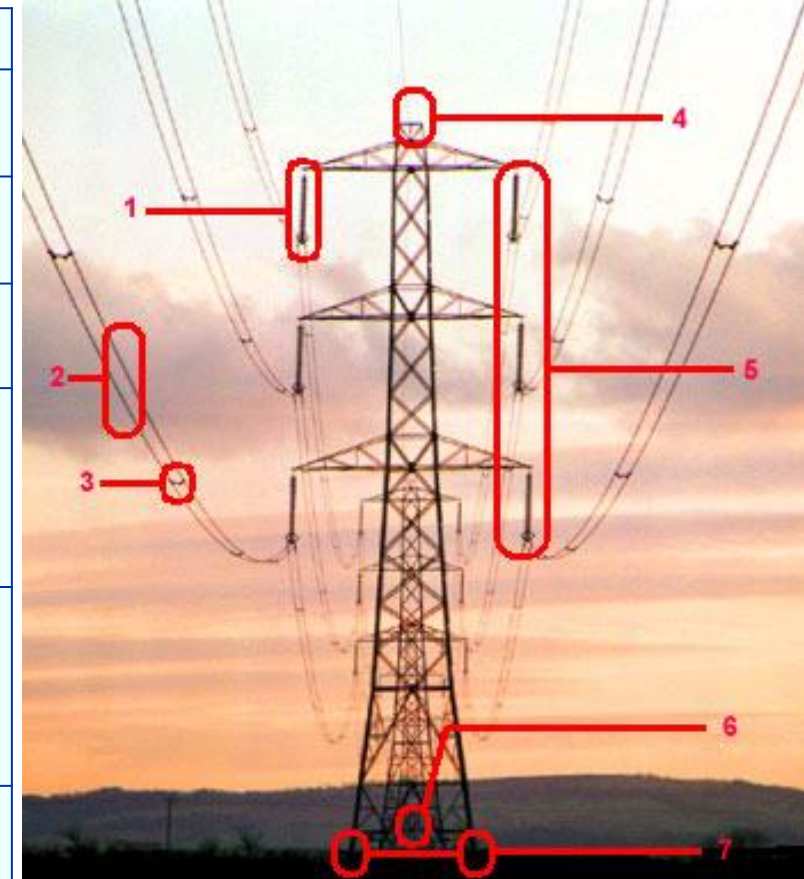
E. Transformatör Direkleri

F. Gerilim Kesicilerini Taşıyan Direkler

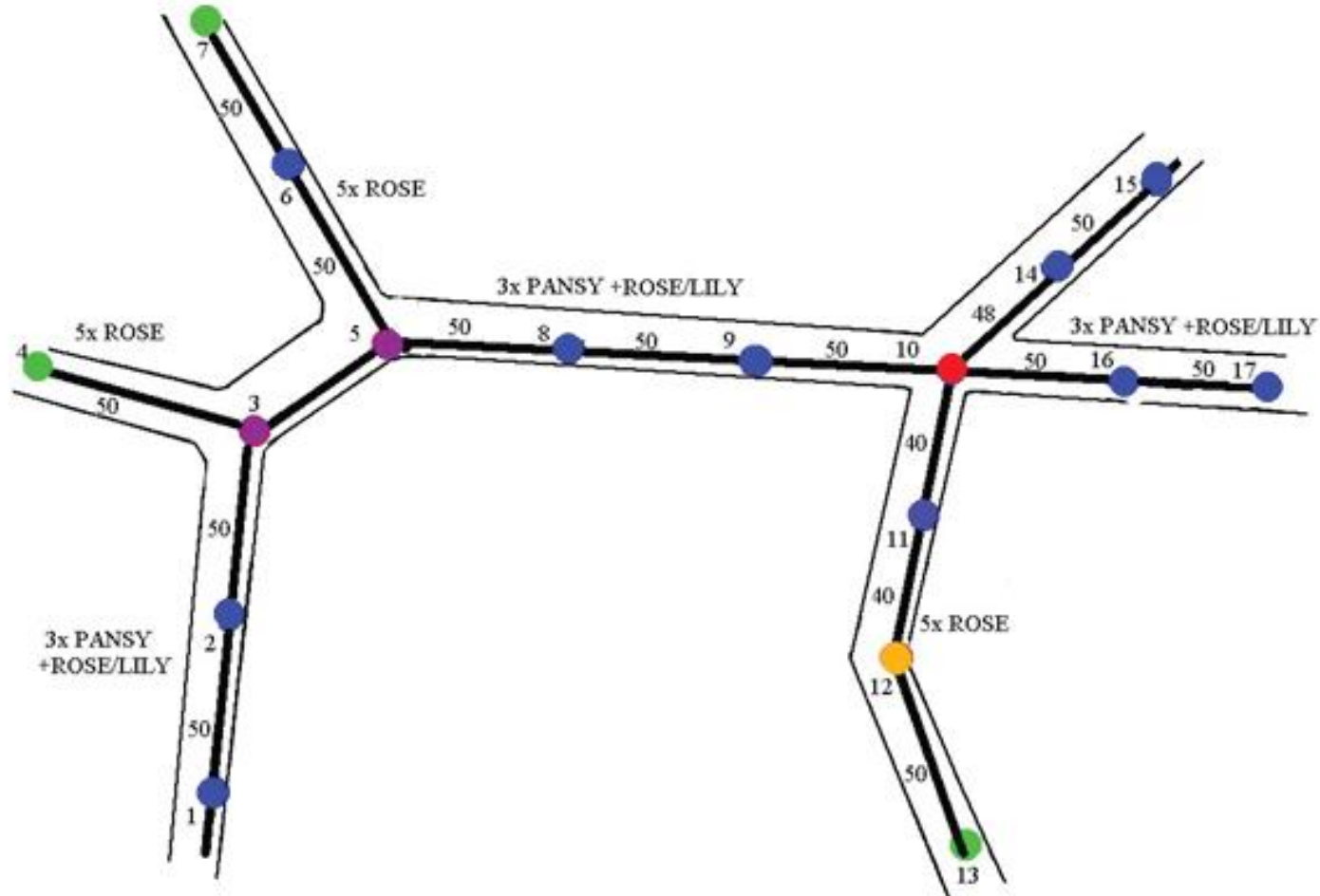
G. Son Direkler

H. Geçit Direkleri

1.	İzolatör.
2.	İki iletkenli demet (bazı hatlarda üç yada dört de olabilir).
3.	Ara parçası (Spacer); iki iletkeni belli aralıkta tutmak için.
4.	Pilon direklerin tepesindeki Toprak iletkeni
5.	Kule üzerindeki üç demet bir elektrik devresini oluşturur. Çoğu hat üzerinde her iki yanda birer tane vardır.
6.	Etiket, hangi hat ve kime ait olduğu ifade eder. Aynı zamanda genelde elektrik çarpması tehlikeleri hakkında emniyet uyarısı vardır.
7.	Yetkisiz tırmanmaları engellemek için Tırmanma önleyici- Dikenli (iğneli) tel

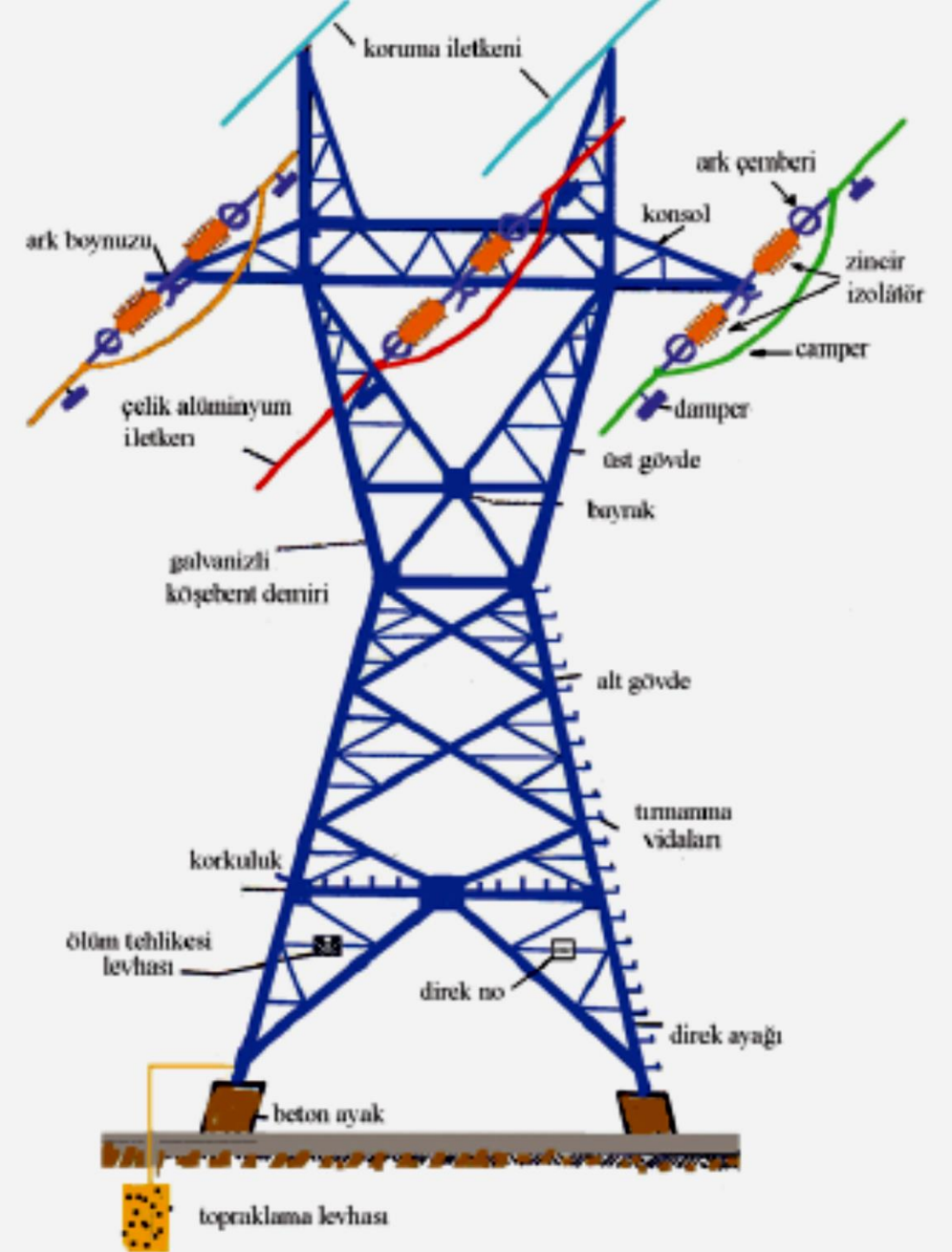
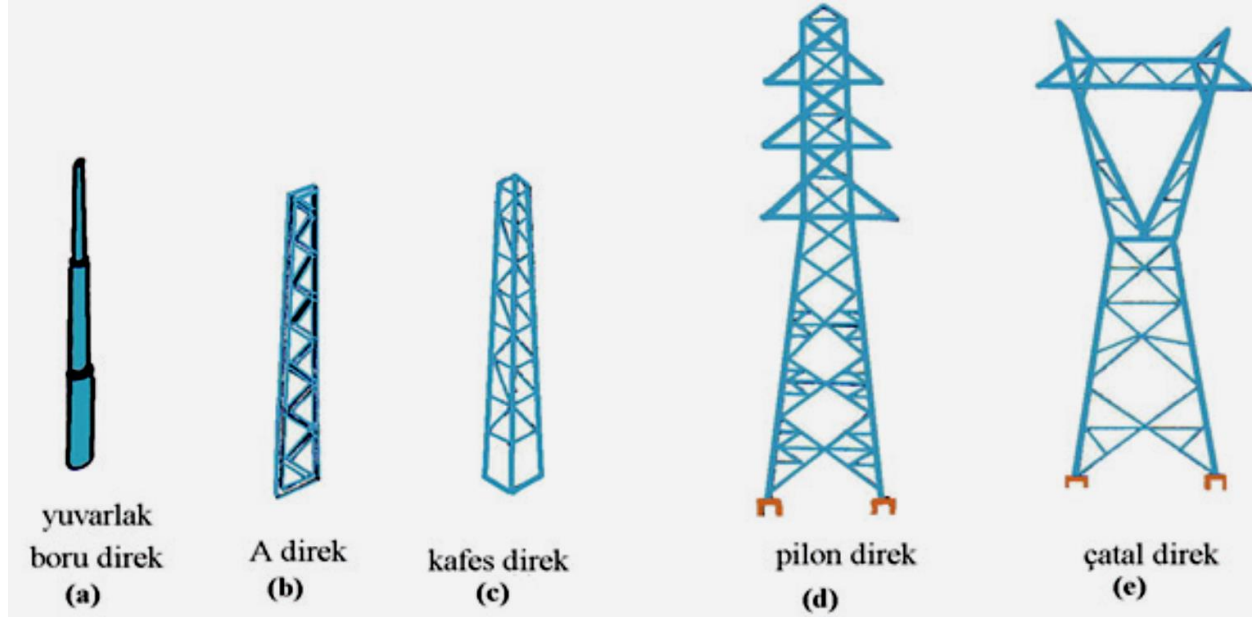


YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Temel Elemanlar Direkler



- 1, 2, 6, 8, 9, 11, 14, 15, 16 ve 17 no'lu direkler taşıyıcı direk
- 3 ve 5 no'lu direkler branşman direk
- 12 no'lu direk köşede taşıyıcı direk
- 4, 7 ve 13 no'lu direkler nihayet direkleri
- 10 no'lu direk tevzi direğidir.

YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Temel Elemanlar Direkler



YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Temel Elemanlar İzolatörler



İzolatörler

A. Yapılarına Göre;

1. Mesnet Tipi
 - a. Normal Tip
 - b. Sis Tipi
2. Askı Tipi
 - a. Tek Elemanlı Askı Tipi
 - b. Çok Elemanlı Askı Tipi
3. Geçit İzolatörü
 - a. Çubuk Tipi
 - b. Kapasitif Tip

B. Kullanıldıkları Yere Göre;

1. Bina içi (Dahili) Tip
2. Bina dışı (Harici) Tip

C. Koşullara Göre;

1. Normal Hava Koşullarına Göre
2. Ağır Hava Koşullarına Göre

D. Malzemesine Göre;

1. Porselen İzolatörler
2. Cam İzolatörler
3. Epoxy Reçineden Yapılmış İzolatörler
4. Silikondan Yapılmış İzolatörler
5. Silikon-Kauçuk İzolatörler

Baralar

- Aynı gerilim ve frekanstaki elektrik enerjisinin toplanıp dağıtıldığı iletkenlere denir. Büyük akımlı enerji dış devrelere ve abonelere baralar yardımı ile dağıtılır.
- Baralar, elektrik enerjisinin kontrol ve kumanda edilmesini sağlayan ünitelerin birbirleriyle irtibatını sağlar. Bu sebeple baralar iletken özelliğe sahiptir.
- Baralar büyük akımların iletilmesi için, örneğin bağlama ve transformatör merkezinde ve de alçak gerilim kablolarında kullanılan yalın çubuklardır.
- Baralar, prizma şeklinde yada boru şeklinde yapılabilmektedirler.



YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Temel Elemanlar Baralar



Baralar

- Bara malzemeleri bakır ve alüminyumdan olmak üzere değişik metallere yapılırlar.
- Bakır baralar, alüminyum baralara göre %25 daha fazla akım taşıyabilir.
- 60A'den fazla akım taşınan yerlerde bara kullanmak zorunludur.



YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Temel Elemanlar

Kablolar



Kablolar Kablolar enerji üretim, iletim ve dağıtım aşamalarında, çeşitli yerlerinde kullanılırlar. Genel olarak kablolar;

- Kauçuk Kablolar
- Kağıt Yalıtkanlı Kablolar
- Plastik Yalıtkanlı Kablolar
- Basıncılı Gazlı Kablolar
- Yüksek Doğru Gerilim Kabloları diye sınıflandırılabilir.

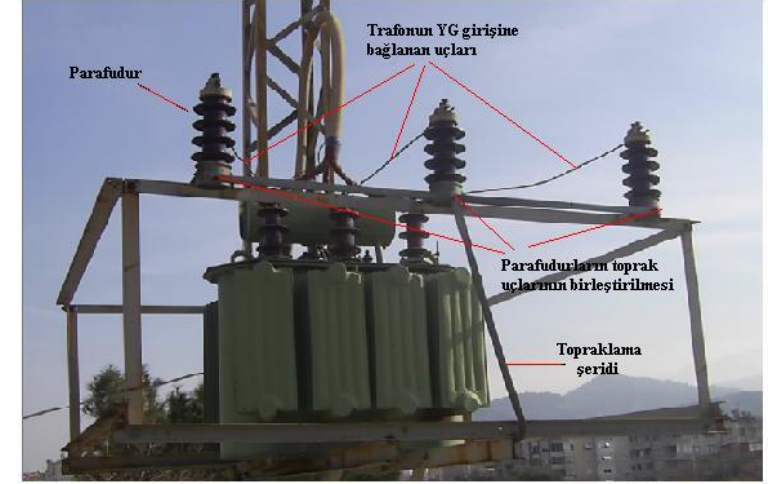
YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Ölçme ve Koruma Elemanları

Parafudrlar



Parafudrlar (Surge Arrester – Parafoudre)

- Yüksek gerilimin sistemde ve sisteme bağlı cihazlarda oluşabilecek hasar ve arızalara karşı ve doğal sebepler dolayısıyla oluşan dış yüksek gerilimden korumak için Parafudrlar kullanılır.
- Parafudrlar, şalt donanımlarını aşırı gerilimlerin etkilerine karşı korurlar.
- Yüksek gerilim, iletim ve dağıtım hatlarına bağlı bulunan birçok elektrikli cihazda arızalara neden olmaktadır. Sistemde oluşan yüksek gerilim nedeni ile cihazları yüksek gerilimden korumak için kullanılan yalıtkanlar zarar görürler. Bunun sonucunda da cihazda veya iletim hattında kısa devre oluşarak, cihaz ve sistem zarar görebilmektedir.



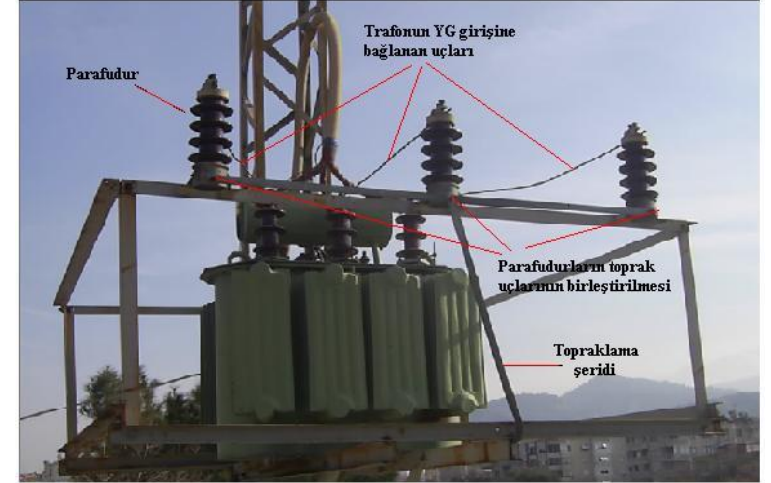
YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Ölçme ve Koruma Elemanları

Parafudrlar



Parafudrlar

- Yüksek gerilimler oluş şekillerine göre ***iç (sistem içinde oluşan)*** ve ***dış (doğal sebepler dolayısıyla oluşan)*** yüksek gerilimleri olmak üzere iki bölüme ayrılmaktadırlar.
- İç yüksek gerilimler elektrik şebekelerinde oluşmaktadır. Toprak ile temas, iki fazın teması, nötr ve toprak teması gibi şebeke kaynaklı sorunlardan meydana gelmektedir.
- Dış yüksek gerilimler doğal kaynaklardan meydana gelmekte ve elektrik iletim hatlarına düşen yıldırım sonucu toprak potansiyelinin yükselmesi, toprak yada faz hattına yıldırım düşmesi sonucu meydana gelen manyetik alan gibi sebeplerden dolayı oluşmaktadır.



Koruma İletkeni (Hatları)

- Koruma iletkenleri enerji nakil ve şalt sahalarında tesisin topraklamasını yapmaktadır. Ayrıca bu iletken üzerinden trafo merkezleri arasında iletişimde sağlanmaktadır.
- Koruma **iletkenine** orta ve yüksek gerilim hatlarının en üst kısmında görülür.
- Koruma iletkeninde enerji yoktur, kuşlar genellikle koruma iletkenine konarlar.
- Yüksek gerilim enerji iletim sistemlerinde kullanılan, pahalı olmasına karşın kullanılması kaçınılmaz olan bir koruma yöntemidir.

Görevleri;

1. Faz iletkenlerini yıldırım düşmesine karşı korumak.
2. Faz iletkenlerini yüklü bulut etkisinden korumak.
3. İletim hattındaki izolatörleri korumak
4. Şalt sahasındaki yalıtımı sağlayan malzemeleri “ekranlama” yaparak korumak.



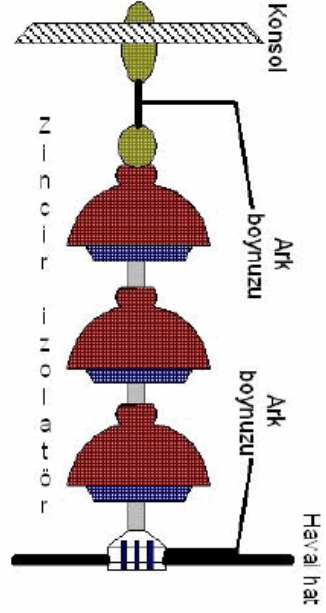
YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Ölçme ve Koruma Elemanları

Ark Boynuzları



Ark Boynuzları

- Ark boynuzları, özellikle transformatör geçit izolatörlerinde ve izolatörlerde çokça kullanılmaktadırlar.
- Enerji nakil hatlarında ve trafo merkezlerinde **izolatörü** korumak için monte edilirler. Bir aşırı gerilim ark boynuzlarına eriştiğinde, eğer atlama açıklığı uygunsa boynuzlar arasından atlayarak bu gerilimin, boynuzların bağlı olduğu izolatör, geçit izolatörü vs.ye zarar vermeksizin topraklanması sağlanır.
- Ark boynuzlarının görevi iletkende veya trafo buşinglerinde kısa devre ya da ark atlaması meydana geldiğinde bu arkın, izolatöre zarar vermeden toprağa akmasını sağlamaktır.



Ark Boynuzu Atlama Aralıkları
İşletme Gerilimi (kV)

6
10
15
30
60
150
380

Atlama Aralığı (cm)

6
8.6
11.5
22
40
83
230

YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Ölçme ve Koruma Elemanları

Ark Koruma Halkaları (Çemberleri)



Ark Koruma Halkaları (Çemberleri)

- Ark çemberleri ark boynuzları ile aynı görevdedir. Buna ek olarak izolatör üzerinde gerilim dağılımını düzgünleştirdiğinden **koronayı** azaltma gibi bir görevi de vardır.



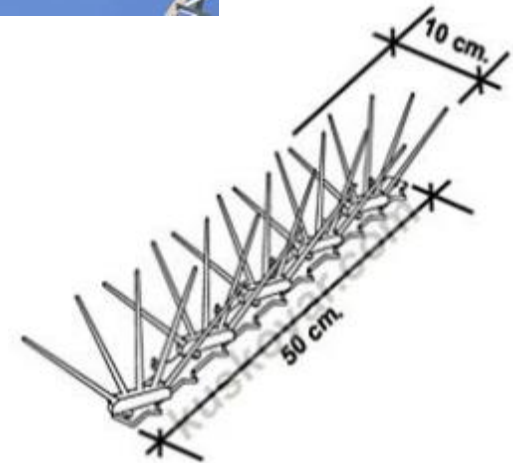
YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Ölçme ve Koruma Elemanları

Kuşkonmazlar



Kuşkonmazlar

- Kuşların enerji nakil hatlarına yuva yapması istenmeyen bir durumdur. Çünkü hat güvenliğini tehlikeye sokmaktadır. Buna istinaden kuşların konmasına yuva yapmasını engellemek için "V" şeklinde dikene benzer kuşkonmaz parçası üretilmiştir.
- Kuşkonmazlar genellikle izolatörlerin konsol ile irtibat noktasında tutturulur ve putrel (çelik profil) pilon direklerin konsollarına sıra ile monte edilirler.



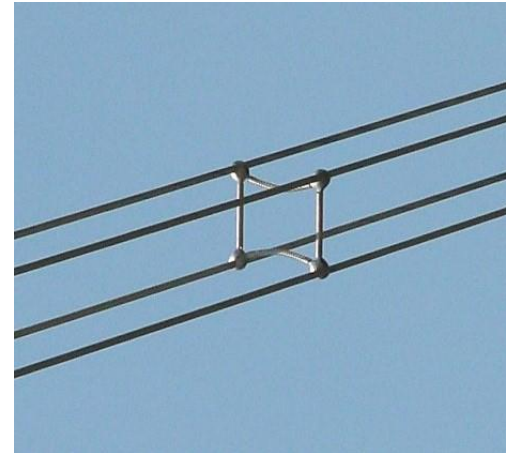
YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Ölçme ve Koruma Elemanları

Spacer (Ara parçası)



Spacer

- Aynı faza ait iletkenlerin birbirlerine değmemesi, aralarında boşluk olması istenir. Böylece iletkenler birbirine çarparsa dahi zedelenmezler.
- Her 50-70 metre aralıklarla iletkenlerin arasına monte edilir.
- İletken sayısına göre 2'li, 3'lü, 4'lü, 5'li ve 6'lı olabilir.



YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Ölçme ve Koruma Elemanları

Damper



Damper

- Damper, titreşim amortisörüdür.
- Yüksek gerilim iletkenlerine rüzgar etki ederek titreme ve salınım yaptırır ve bu da direk cıvatalarının gevşemesine neden olmaktadır.
- Damperin görevi titreşimleri sönmle işlemidir. İzolatörlerden 1 veya 1,5m geri ve ilerisine monte edilirler.



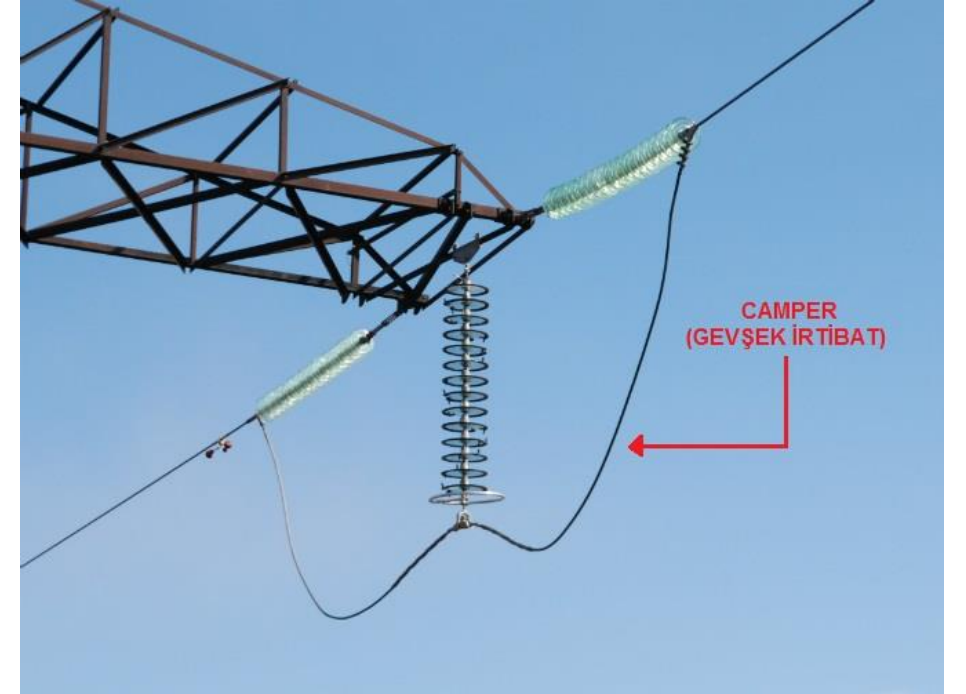
YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Ölçme ve Koruma Elemanları

Camper



Camper

- Camper ise orta ve yüksek gerilim durdurucu görevi yapan direklerde iletkenleri birleştirmek için kullanılır.
- Camperin bir diğer ismi "gevşek irtibat" tır.



YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI – Ölçme ve Koruma Elemanları

İkaz Topları



İkaz Topları (Küreleri)

- İkaz küreleri yüksek gerilim enerji nakil hatlarının koruma iletkenlerinde 4 kg ağırlığında kırmızı beyaz renkte top büyüklüğünde olup görevi helikopter pilotlarının iletkeni fark edebilmesini sağlamaktadır.
- Alüminyumdan imal edilmişlerdir ve radarda görülebilir büyüklüktedir.





Röleler

- Buchholz Rölesi, yağ soğutmalı güç transformatörlerinin çeşitli zararlı etkilerden korunması için kullanılan bir güvenlik donanımıdır
- Düşük Gerilim Rölesi
- Kontaktlı Gerilim Rölesi (Leonhard Tipi)
- Termik Aşırı Akım Rölesi
- Toprak Kısa Devre Rölesi



Gerilim Ayar Elemanları

➤ Seri/Paralel Reaktörler:

Seri reaktör: Bağlı bulunduğu fiderde, akımı sınırlandırmak için kullanılan sargıyı,

Şönt reaktör: Bağlı bulunduğu hat, transformatör veya baradan reaktif güç çeken ve gerilim düşürmek için kullanılan sargıyı

➤ Seri/Paralel Kapasitörler

➤ İndüksiyon Regülatörleri

KAYNAKLAR

- **Prof.Dr. Muzaffer Özkaya, Yüksek Gerilim Tekniği Cilt 1 ve Cilt 2 (Birsen Yayınevi)**
- **Prof.Dr. Özcan Kalenderli, Yüksek Gerilim Elemanları**
- **Enerji Dağıtımı-I , Dr. Bora ALBOYACI**
- **Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği**
- **Elektrik Kuvvetli Akım Tesisler Yönetmeliği**
- <http://www.emo.org.tr/>
- www.elektrikport.com
- <http://electrical-engineering-portal.com/>
- www.teias.gov.tr