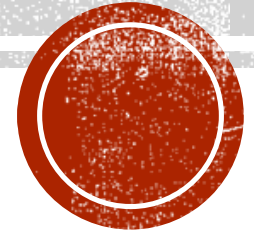


ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ VE MÜHENDİSLİK ETİĞİ

Prof. Dr. Özcan KALENDERLİ
İTÜ Elektrik Mühendisliği Bölümü



Yüksek Gerilim Elemanları

ELK 101

ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ VE MÜHENDİSLİK ETİĞİ

Çarşamba 13:30-15:30

Konuk: **Prof. Dr. Özcan KALENDERLİ**
İTÜ Elektrik Mühendisliği Bölümü





Prof. Dr. Özcan KALENDERLİ

İTÜ Elektrik-Elektronik Fakültesi
Elektrik Mühendisliği Bölümü



Web: <https://web.itu.edu.tr/kalenderli>

E-posta: kalenderli@itu.edu.tr

45 yıl



Since 1973

YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI

HIGH VOLTAGE ELEMENTS



Prof. Dr. Özcan KALENDERLİ, İTÜ Elektrik Mühendisliği Bölümü
Department of Electrical Engineering

YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI

HIGH VOLTAGE ELEMENTS

Burada göreceğiniz elemanlar yüksek gerilimde kullanım için

- Tasarlanmış,
- Üretilmiş ve
- Kullanılmakta olan elemanlardır.



The elements you will see here are for use at high voltage.

YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI

HIGH VOLTAGE ELEMENTS

A. Temel Elemanlar

Basic Elements

1. Generatörler (Generators)
2. Transformatörler
3. Kesiciler (Circuit-Breakers)
4. Ayırıcılar (Disconnectors)
5. Hatlar (Transmission Lines)
6. Direkler (Poles, Pylons)
7. İzolatörler (Insulators)
8. Kablolar (Cables)
9. Baralar

B. Ölçme ve Koruma Elemanları

Measurement and Protection Elements

1. Akım Transformatörü
2. Gerilim Transformatörü
3. Gerilim Bölücüler (Dividers)
4. Parafudrlar (Lightning Arresters)
5. Ark Boynuzları (Arc Horns)
6. Koruma Halkaları
7. Koruma Hatları
8. Röleler (Relays)

YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI

HIGH VOLTAGE ELEMENTS

C. Kontrol ve Kumanda Elemanları

Control and Operating Elements

1. Röleler (Relays)
2. Kontrol ve Kumanda Devreleri (Control Circuits)

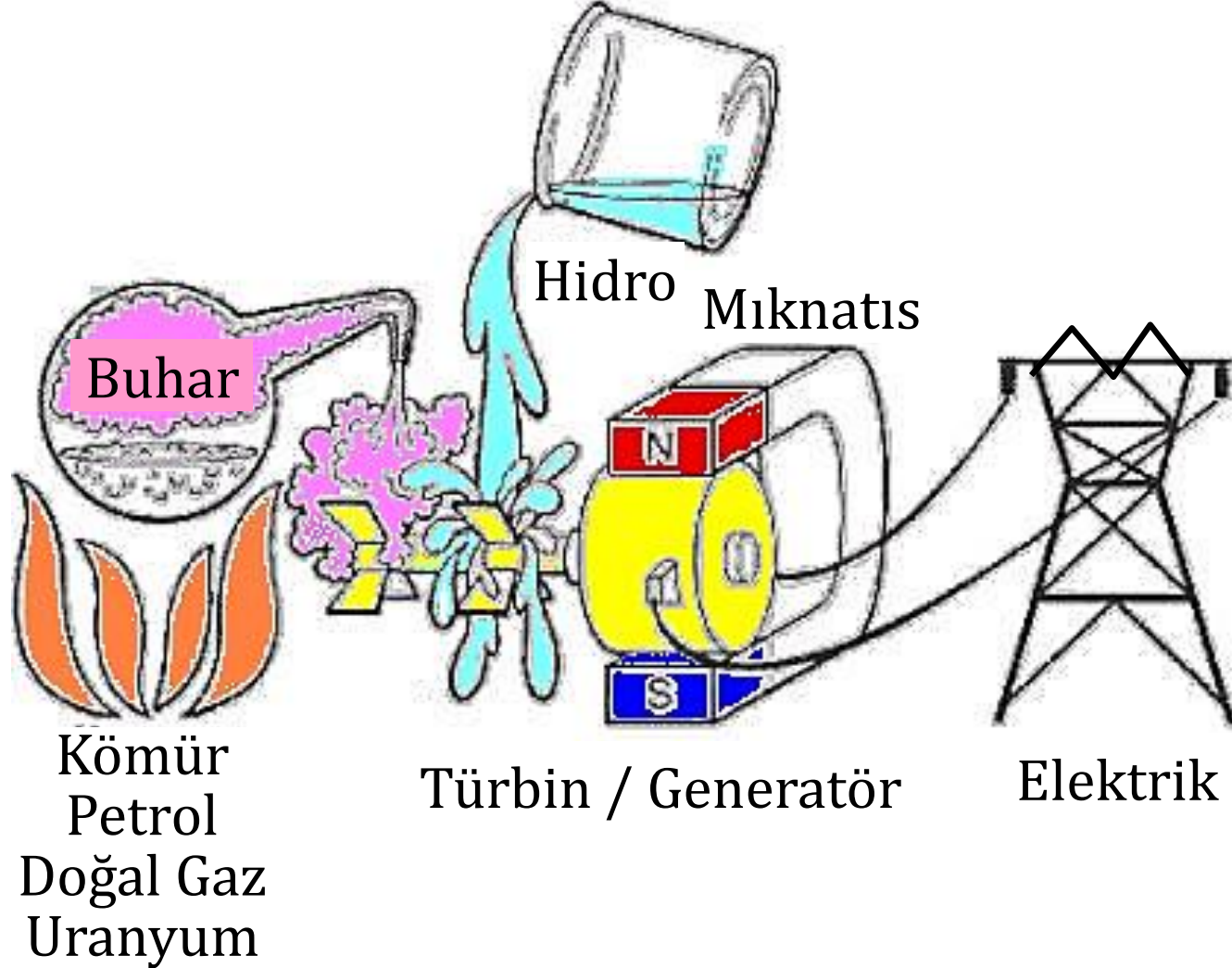
D. Gerilim Ayar Elemanları

Voltage Adjustment Elements

1. Seri ve Paralel Bağlı Reaktörler (Series and Parallel Connected Reactors)
2. Seri ve Paralel Bağlı Kondansatörler (Series and Parallel Connected Capacitors)
3. Regülatörler (Regulators)

YÜKSEK GERİLİM ELEMANLARI

HIGH VOLTAGE ELEMENTS



- ❖ Rüzgar
- ❖ Güneş
- ❖ Jeotermal
- ❖ Biyogaz
- ❖ Akarsu

SENKRON GENERATÖRLER

SYNCHRONOUS GENERATORS

Senkron generatörler santrallerde büyük güçlü alternatif akım üretirler. Generatörler, genel olarak ikiye ayrılırlar;

1. Turbo Generatörler (Turbo Generators)

2. Çıkık Kutuplu Generatörler

❖ Dönen elektrik makinaları: motorlar, generatörler

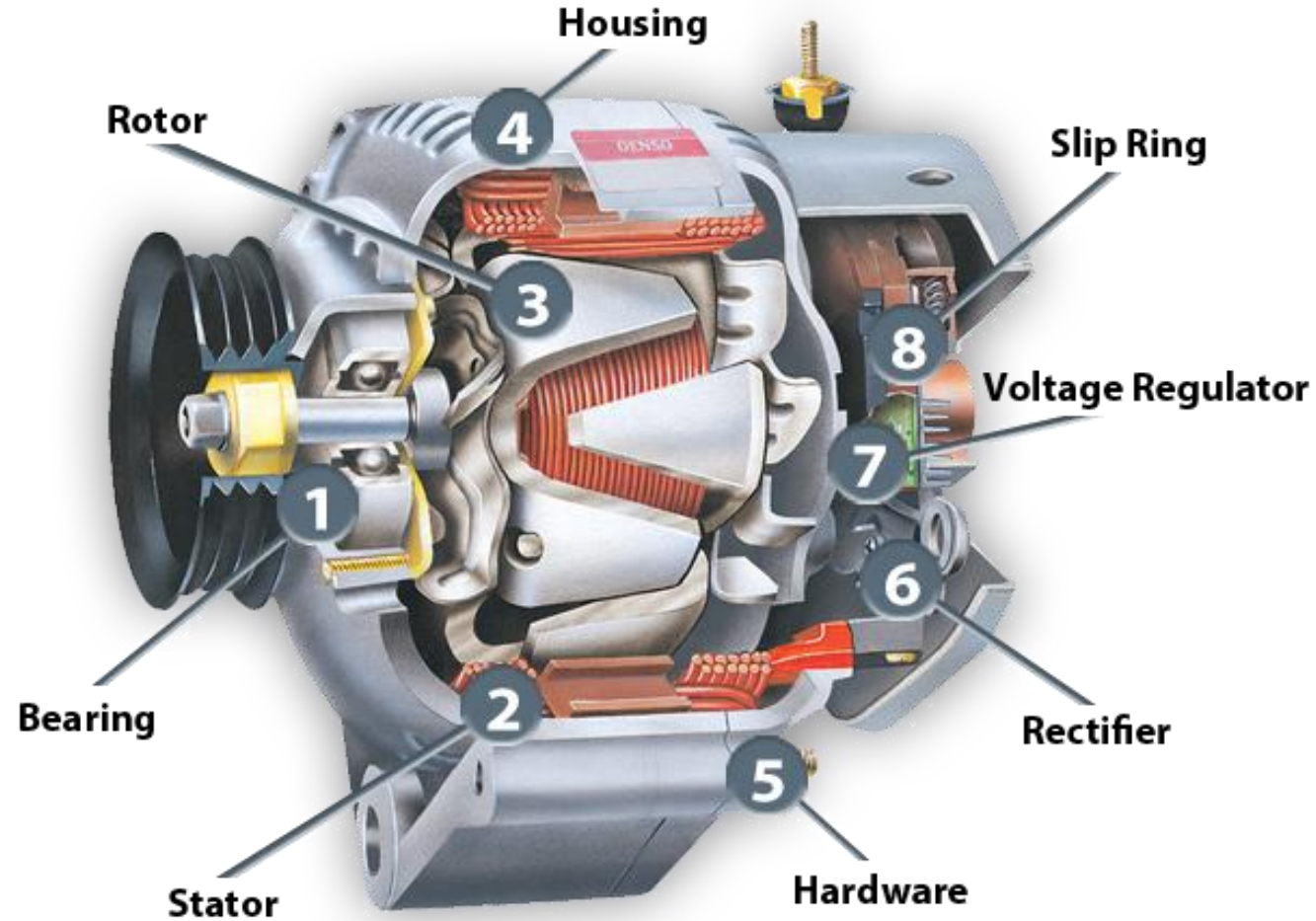
TURBO GENERATÖRLER

TURBO GENERATORS



TURBO GENERATÖRLER

TURBO GENERATORS



SENKRON GENERATÖRLER

SYNCHRONOUS GENERATORS



500 V, 50 Hz
950 kVA

SENKRON GENERATÖRLER

SYNCHRONOUS GENERATORS



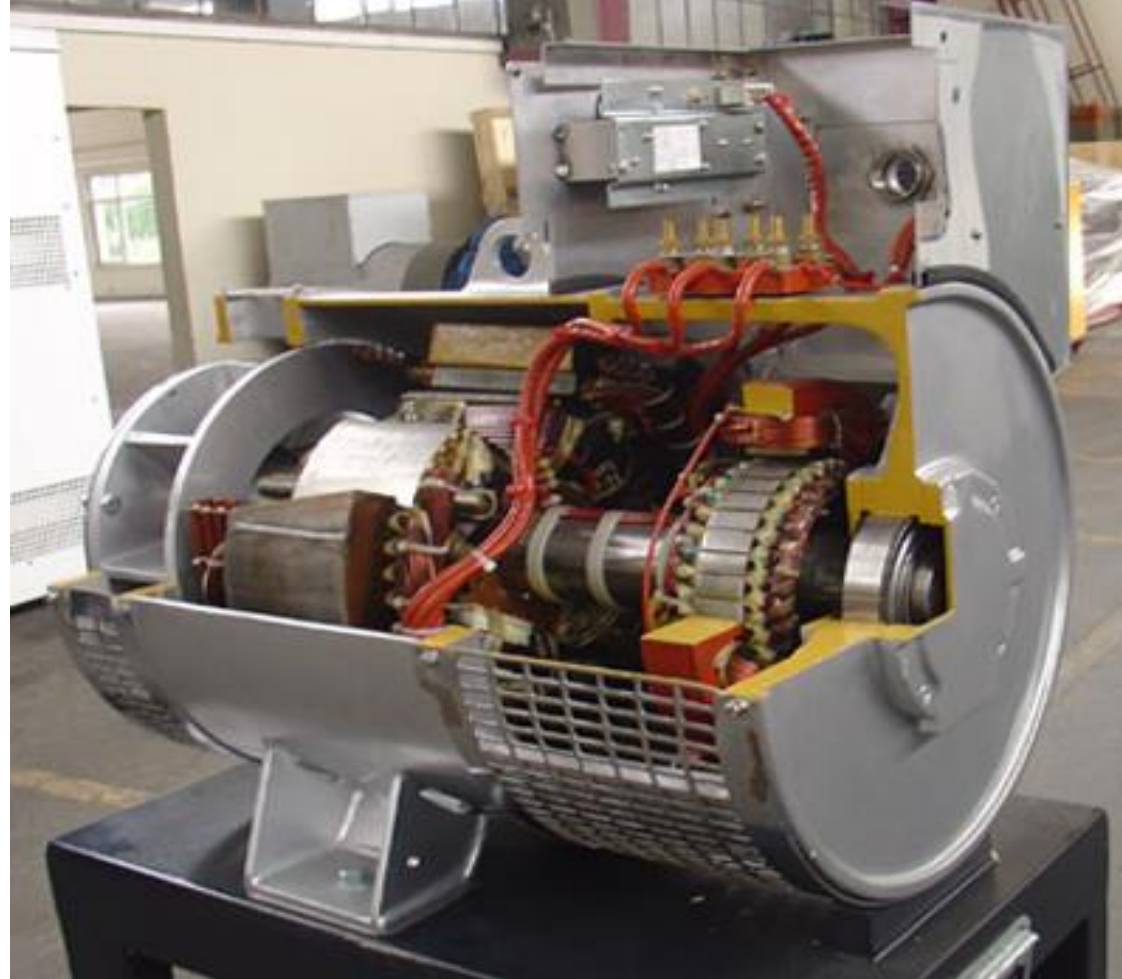
SENKRON GENERATÖRLER

SYNCHRONOUS GENERATORS



SENKRON GENERATÖRLER

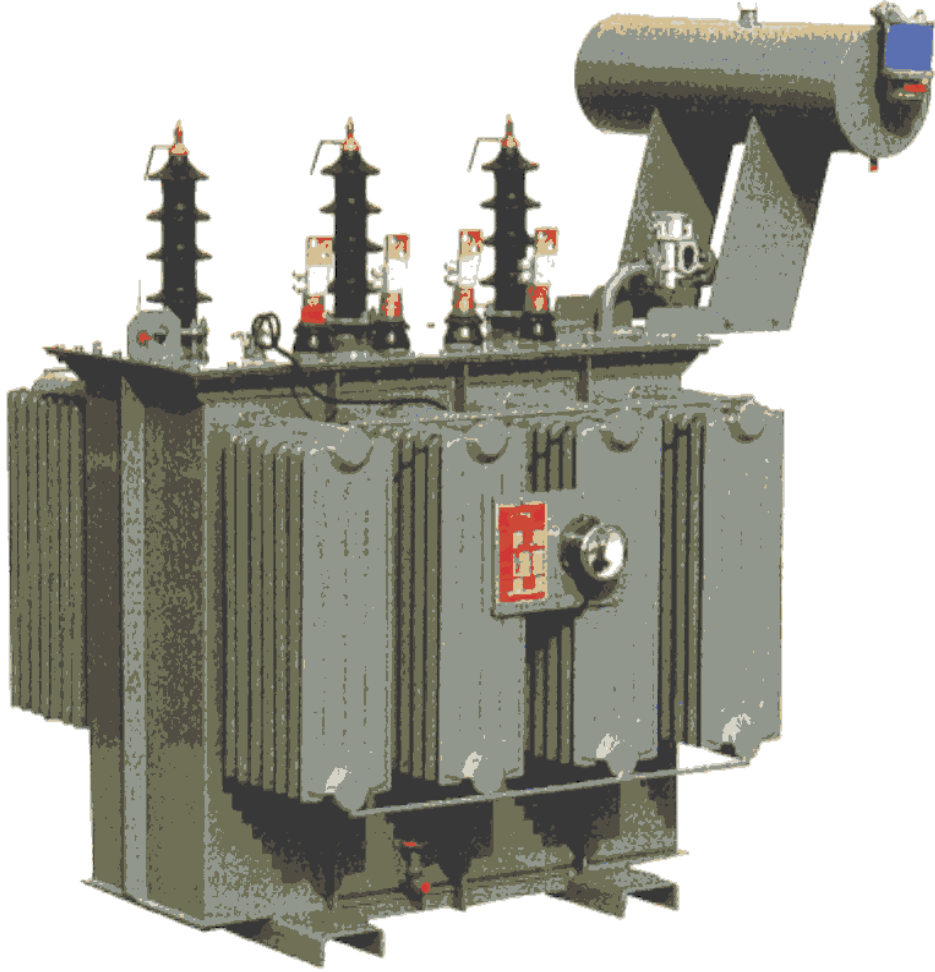
SYNCHRONOUS GENERATORS





GÜÇ TRANSFORMATÖRLERİ

POWER TRANSFORMERS

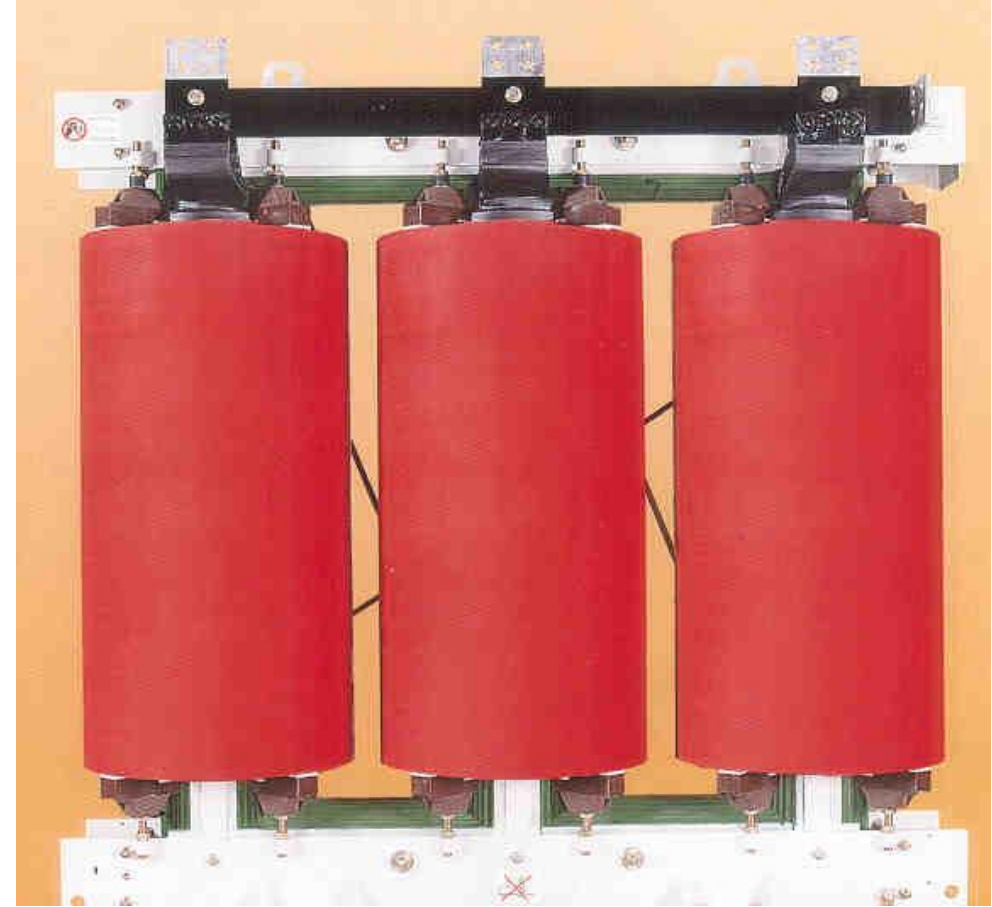


Transformatörler, hareket etmeyen (dönmeyen) elektrik makinalarıdır.

- ❖ Alternatif akımda, aynı güçte belirli bir genlikteki gerilimi farklı genlikteki gerilime çevirirler.
- ❖ Verimleri yüksektir.
- ❖ 1 ve 3 fazlı olarak imal edilirler.

YÜKSEK GERİLİM GÜÇ TRAFOLARI

HV POWER TRANSFORMERS



SF6 gazı
Kükürtheksa florür

Kuru tip güç trafosu
(Yağsız, epoksi reçine yalıtımlı trafo)

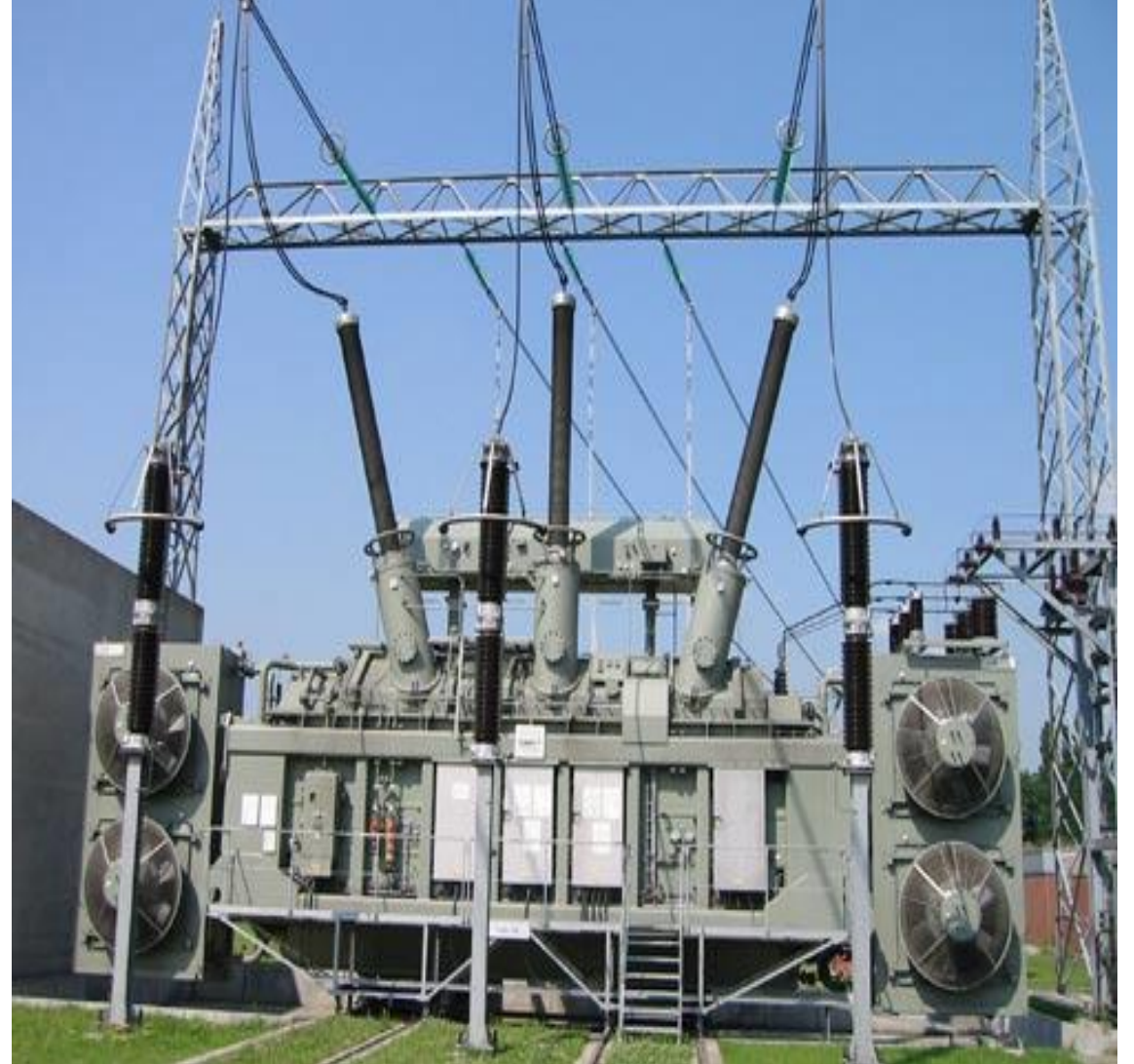
YÜKSEK GERİLİM GÜÇ TRAFOLARI

HV POWER TRANSFORMERS



YÜKSEK GERİLİM GÜÇ TRAFOLARI

HV POWER TRANSFORMERS



DENEY TRANSFORMATÖRLERİ

TEST TRANSFORMERS



750 kV, 2100 kVA deney transformatörü

DENEY TRANSFORMATÖRLERİ

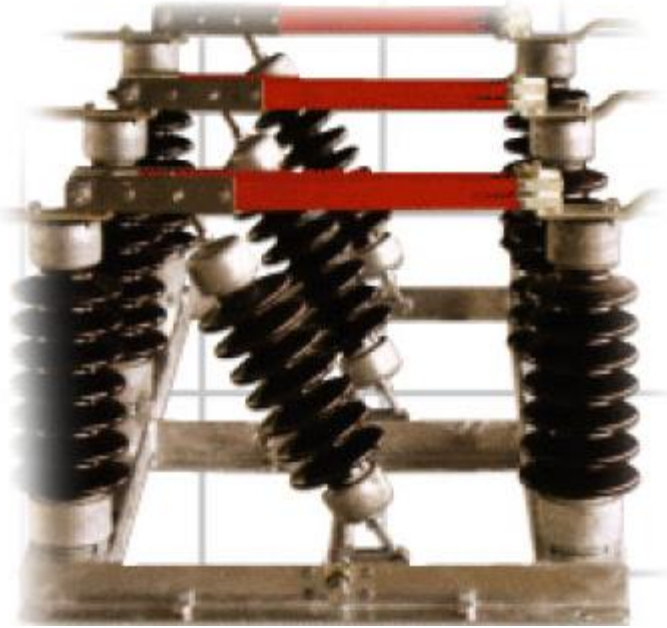
TEST TRANSFORMERS



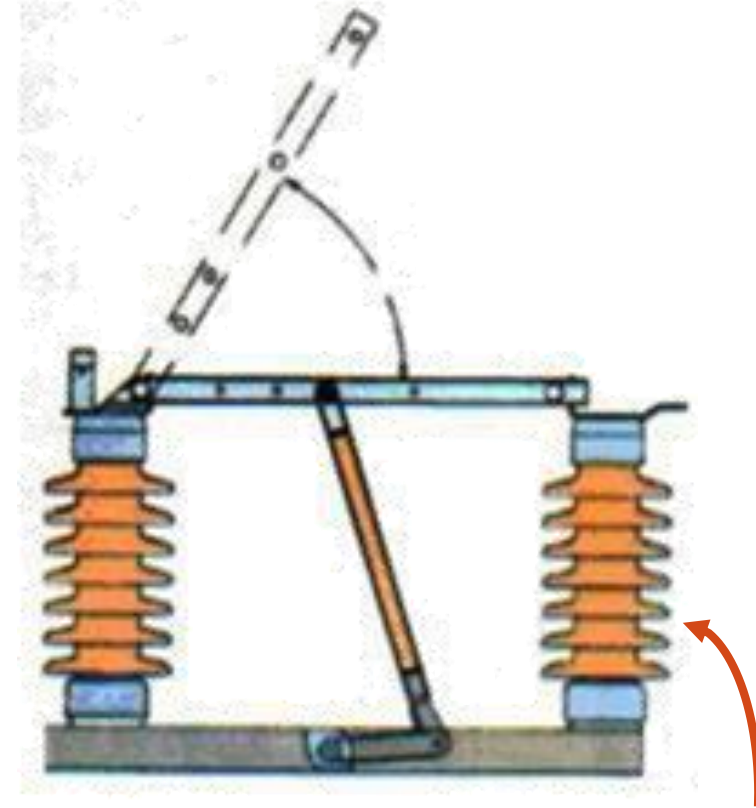
1500 kV, 1,2 A, 4 katlı kaskad deney trafosu

YÜKSEK GERİLİM AYIRICILARI

HIGH VOLTAGE DISCONNECTORS (ISOLATORS)



Bina dışı ayırıcı
(Outdoor Disconnect - Isolator)

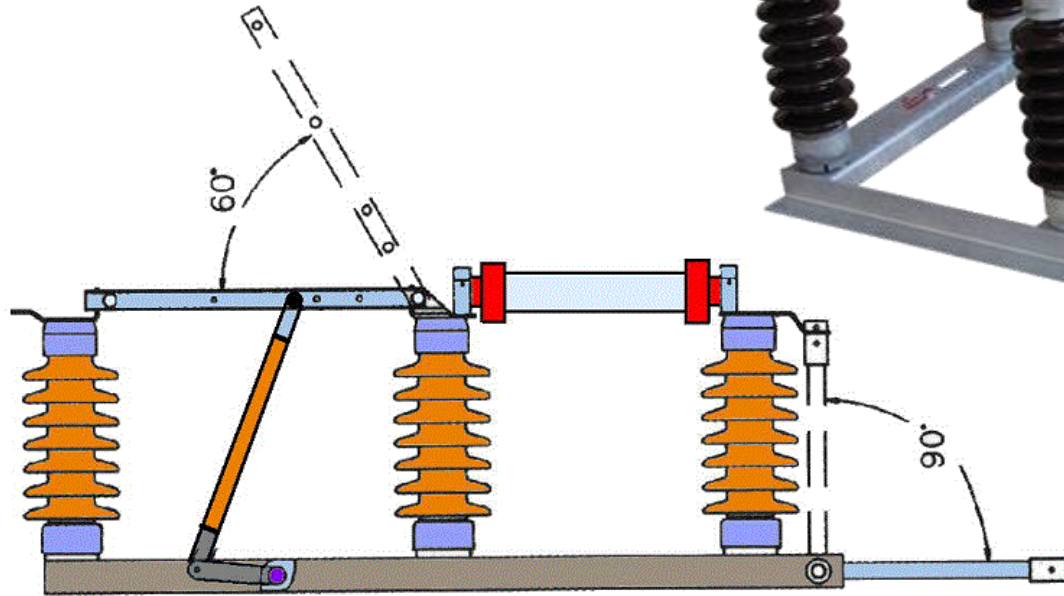


Porselen mesnet izolatörü
(insulator)

YÜKSEK GERİLİM AYIRICILARI

HV DISCONNECTORS

Sigortalı bina dışı ayırıcı



Porselen izolatörlü

YÜKSEK GERİLİM AYIRICILARI

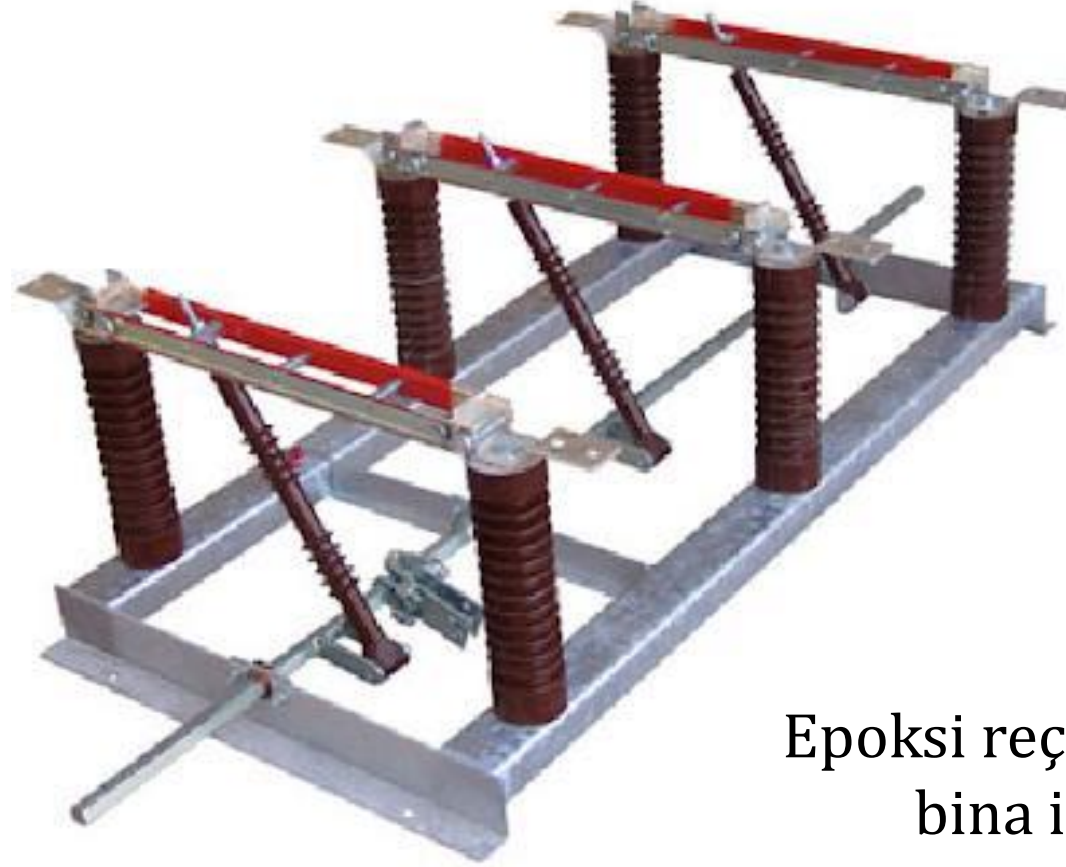
HV DISCONNECTORS



Porselen izolatörlü
bina içi ayırıcı

YÜKSEK GERİLİM AYIRICILARI

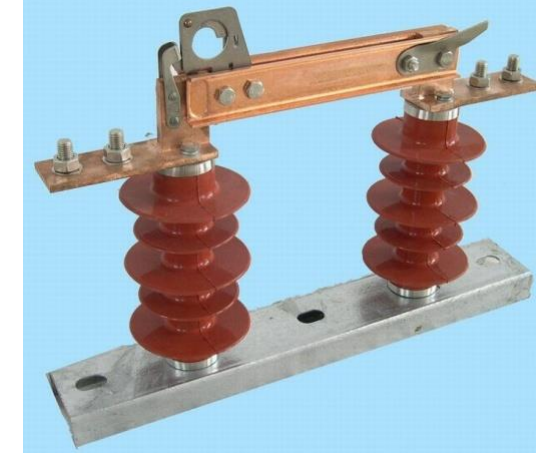
HV DISCONNECTORS



Epoksi reçine izolatörlü
bina içi ayırıcı

YÜKSEK GERİLİM AYIRICILARI

HV DISCONNECTORS



Silikon izolatörlü
bina dışı ayırıcı

YÜKSEK GERİLİM AYIRICILARI

HV DISCONNECTORS

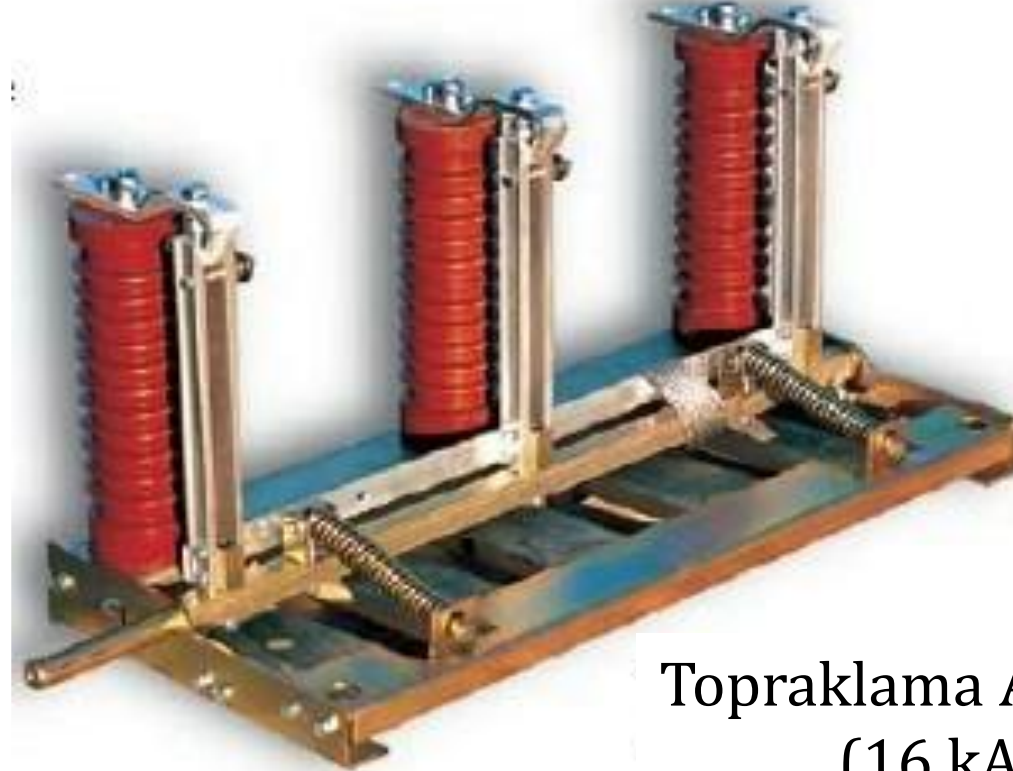
- ❖ Normal ayırıcı
- ❖ Ortadan açmalı ayırıcı
- ❖ Pantograf ayırıcı

Pantograf ayırıcı



TOPRAKLAMA AYIRICILARI

EARTHING SWITCHES



Topraklama Ayırıcısı
(16 kA)

YÜKSEK GERİLİM GÜÇ KESİCİLERİ

HV POWER CIRCUIT-BREAKERS

1. Havalı Kesiciler (Air Circuit-Breakers)
2. Yağlı Kesiciler (Oil Circuit-Breakers)
3. Az Yağlı Kesiciler (Minimum Oil Circuit-Breakers)
4. SF6 Gazlı Kesiciler (SF6 Gas Circuit-Breakers)
5. Vakumlu Kesiciler (Vacuum Circuit-Breakers)
6. Yüksek Gerilim Doğru Akım Kesicileri (HVDC Circuit-Breakers)

YÜKSEK GERİLİM GÜÇ KESİCİLERİ

HV POWER CIRCUIT-BREAKERS

Sopalı
Kesici



HAVALI GÜÇ KESİCİLER

AIR POWER CIRCUIT-BREAKERS



YAĞLI KESİCİLER

OIL CIRCUIT-BREAKERS



AZ YAĞLI KESİCİLER

MINIMUM OIL CIRCUIT-BREAKERS



SF6 GAZLI KESİCİLER

SF6 GAS CIRCUIT-BREAKERS



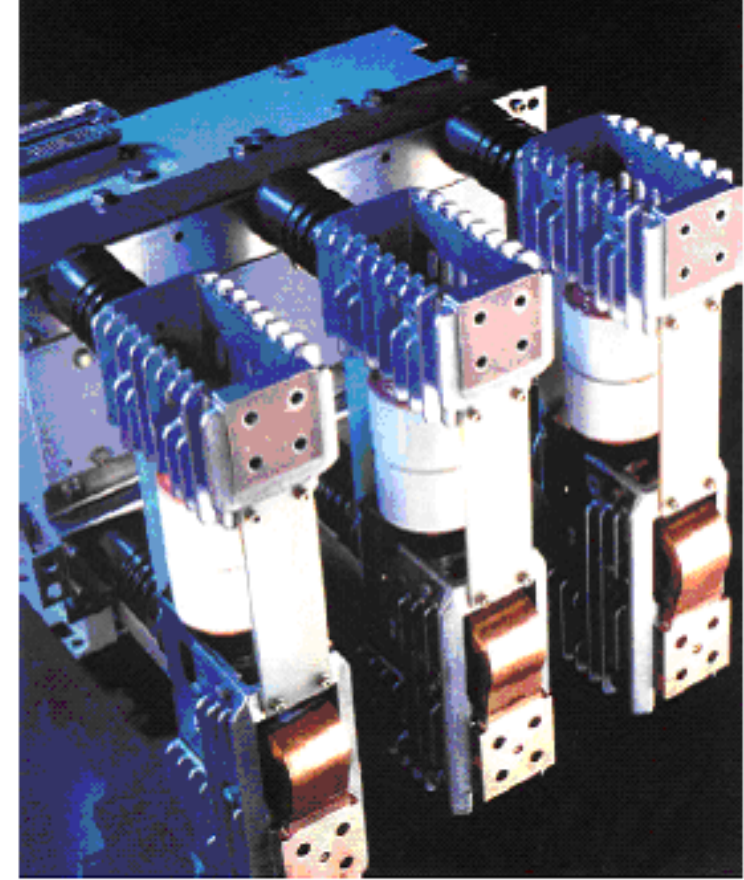
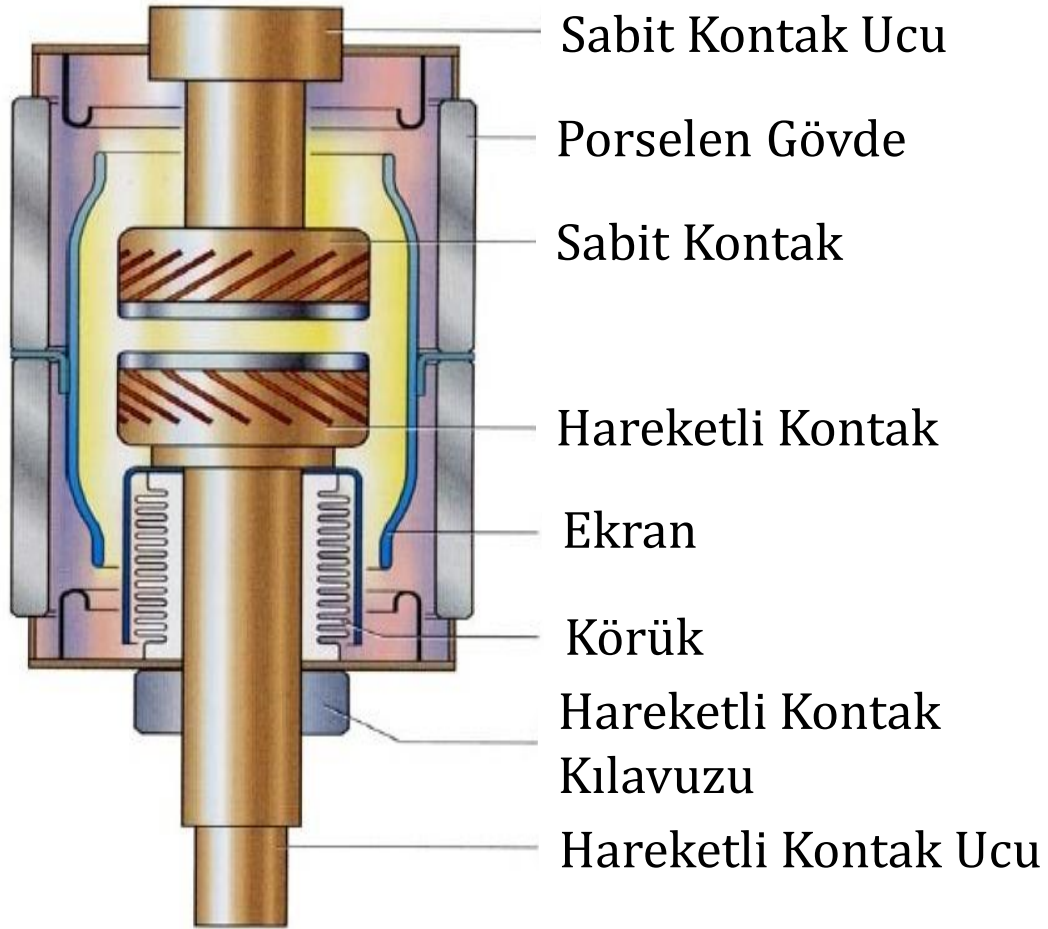
Önden kumandalı



Yandan kumandalı

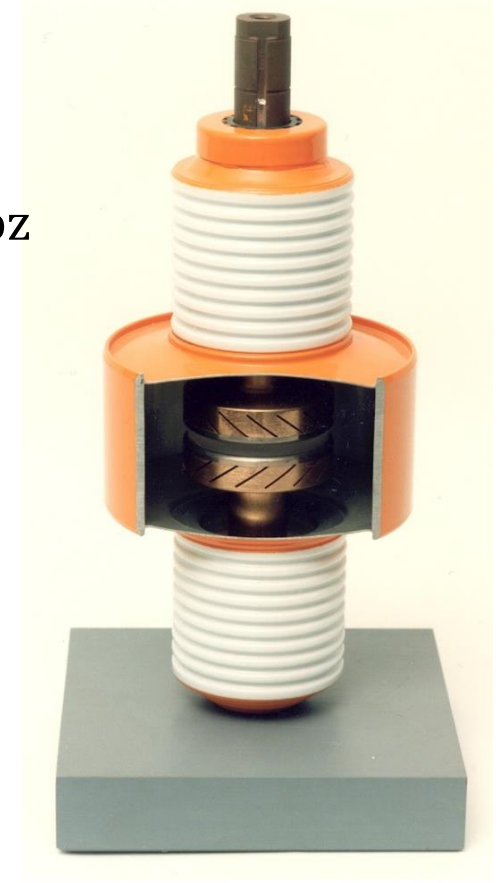
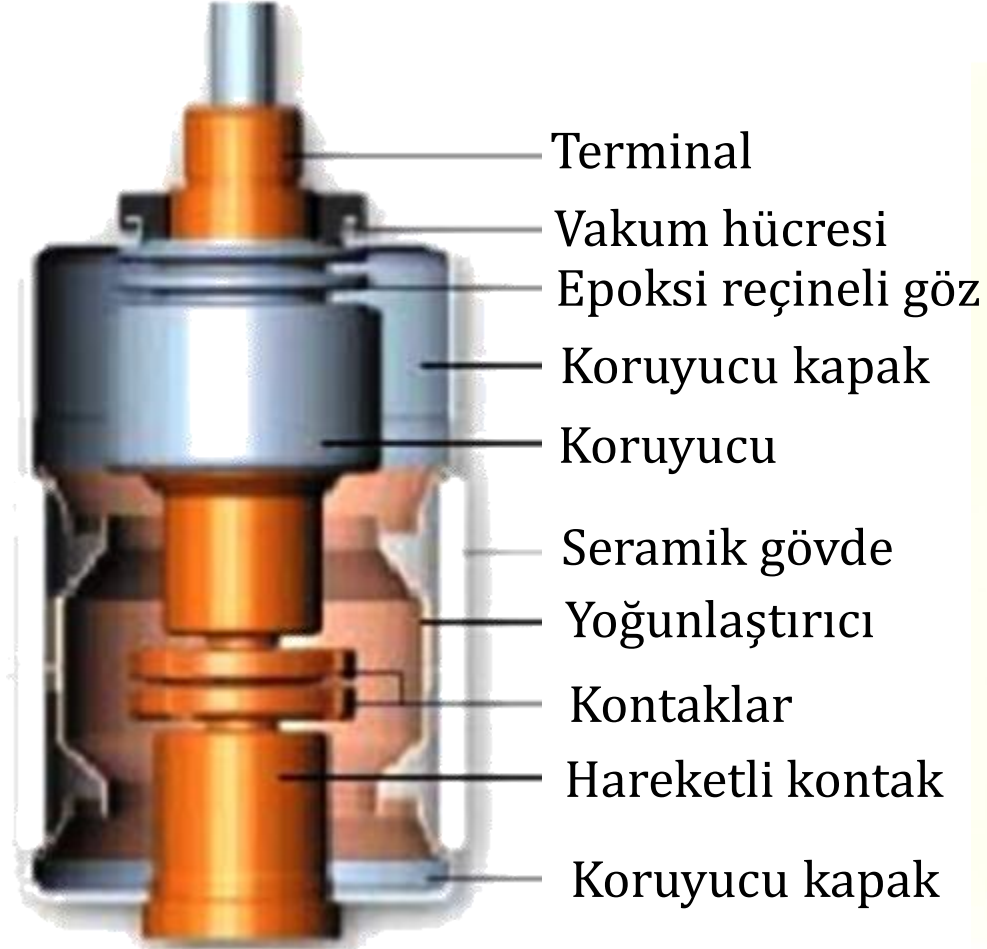
VAKUMLU KESİCİLER

VACUUM CIRCUIT-BREAKERS



VAKUMLU KESİCİLER

VACUUM CIRCUIT-BREAKERS



YÜKSEK GERİLİM GÜÇ KESİCİLERİ

HV POWER CIRCUIT-BREAKERS



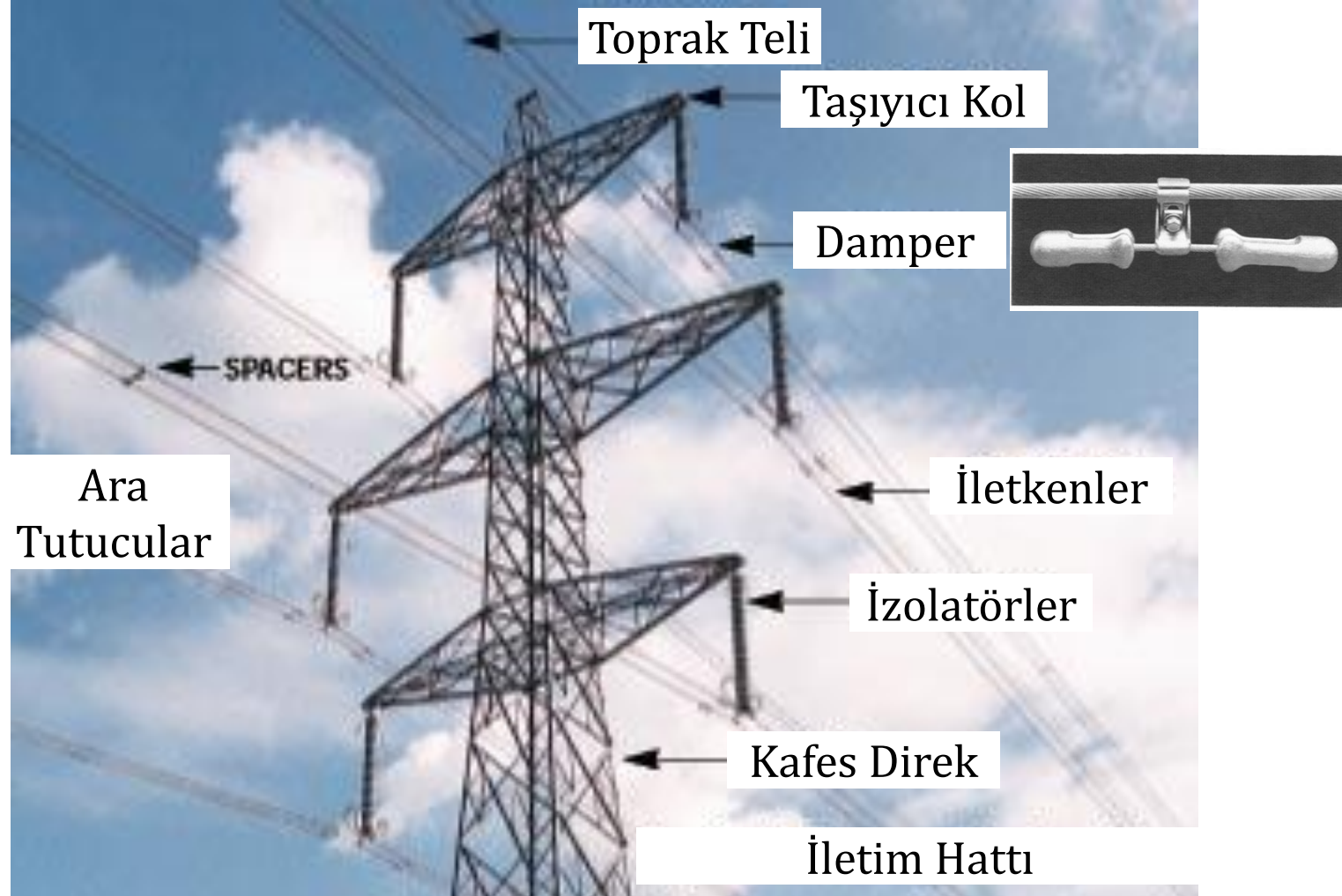
Yalıtılmış gövdeli (live tank)



Topraklı gövdeli (dead tank)

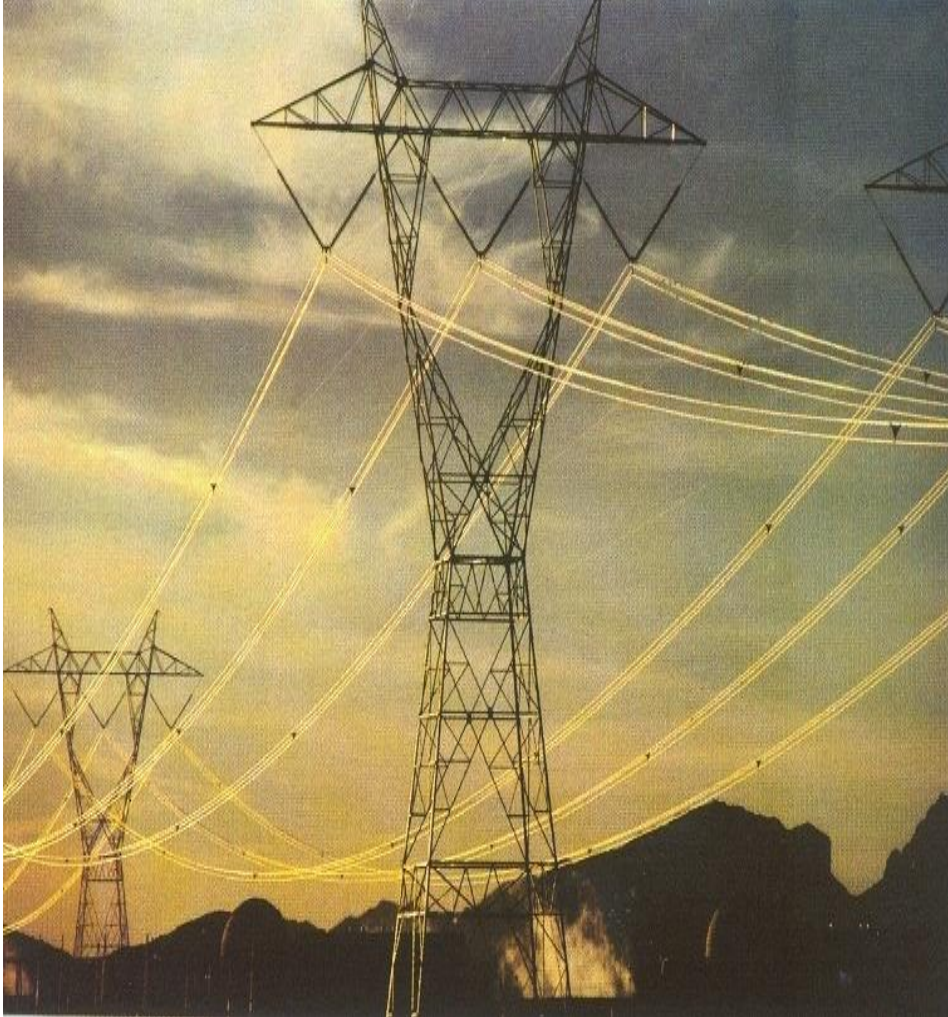
ENERJİ İLETİM HATLARI

POWER TRANSMISSION LINES



ENERJİ İLETİM HATLARI

POWER TRANSMISSION LINES



Hatlarda Kullanılan İletken Türleri:

1. Bakır
2. Alüminyum
3. Aldrey
4. Kadmiyum-Bakır
5. Galvanize Çelik
6. Fosfor-Bronz
7. Örgülü Bakır-Çelik
8. Örgülü Alüminyum-Çelik

ENERJİ İLETİM HATLARI

POWER TRANSMISSION LINES

Hat Hırdavat Malzemeleri

Çelik Özlü
Alüminyum İletken



DEMET İLETKENLİ HATLAR

BUNDLE CONDUCTORS



İkili demet iletkenli hat

Ara-tutucu (spacer)

DEMET İLETKENLİ HATLAR

BUNDLE CONDUCTORS

Üçlü demet iletkenli
hat



DEMET İLETKENLİ HATLAR

BUNDLE CONDUCTORS

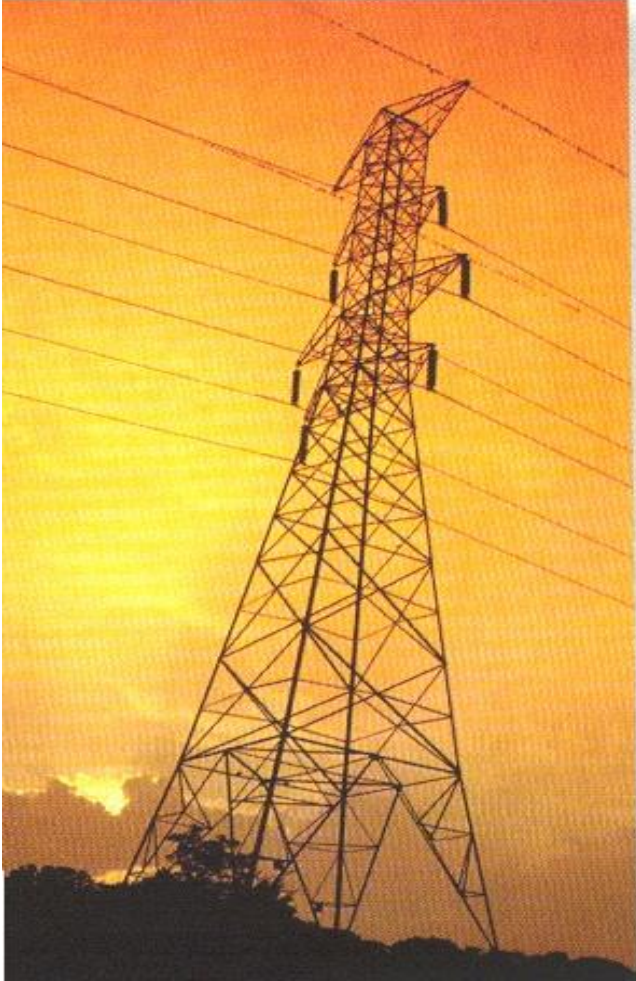


Dörtlü demet iletkenli hat



DİREKLER

POLES, PYLONS



A. Yapılarına Göre;

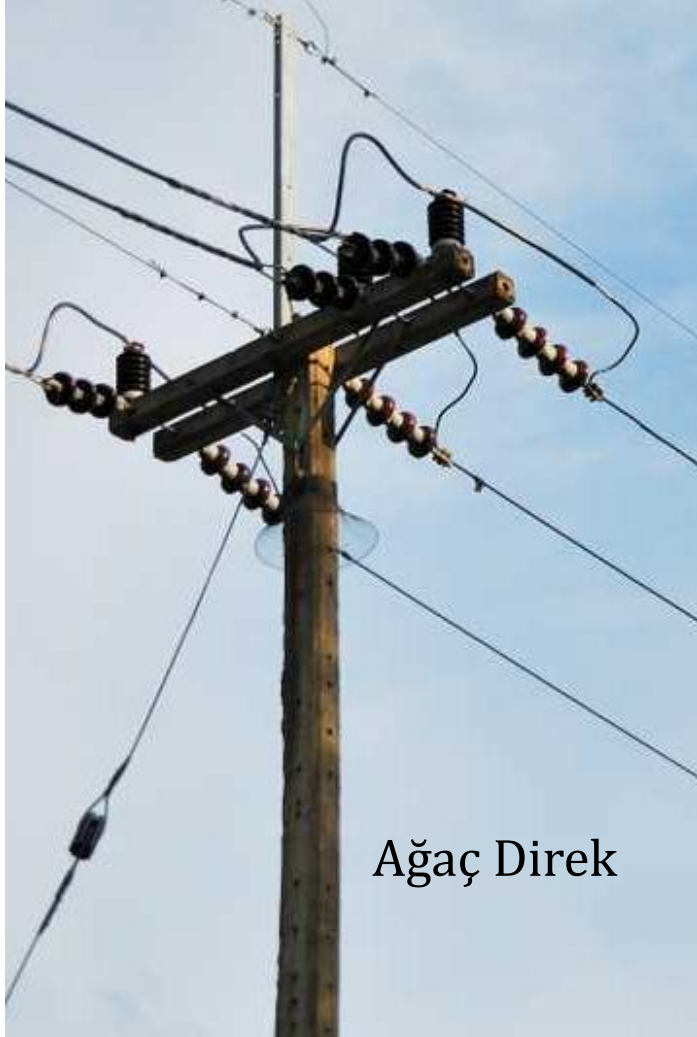
1. Ağaç Direkler
2. Beton Direkler
3. Demir direkler

B. Taşıdıkları Devre Sistemine Göre;

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

DİREKLER

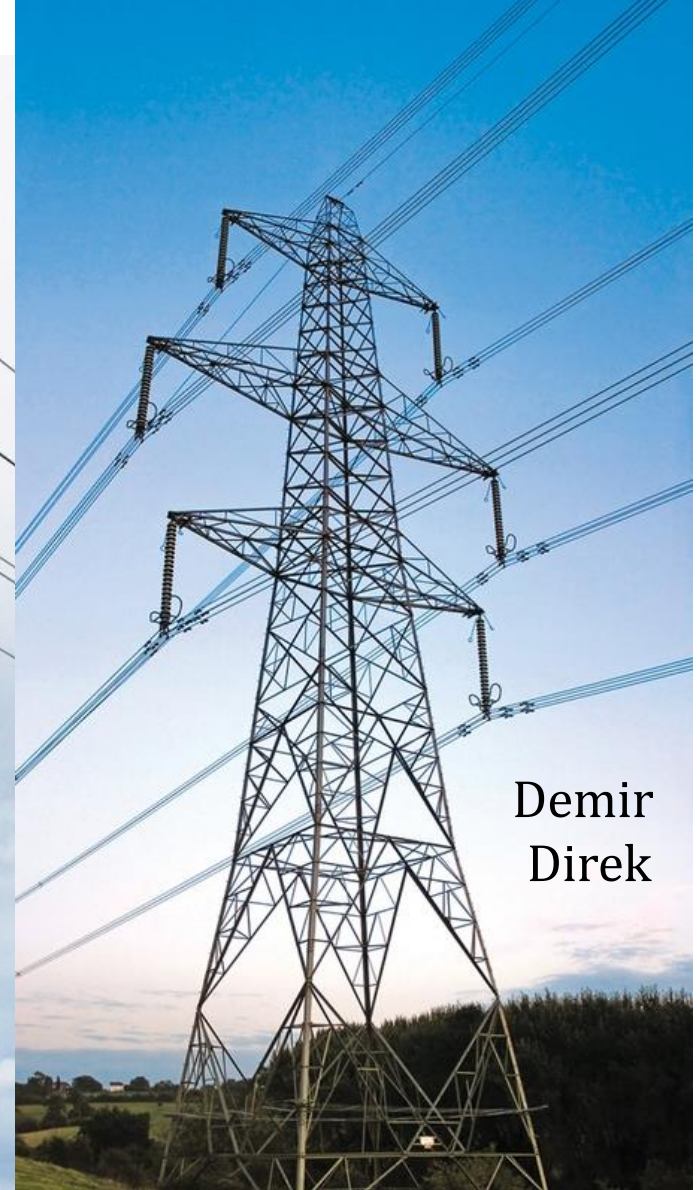
POLES, PYLONS



Ağaç Direk



Beton
Direk



Demir
Direk

DİREKLER

POLES, PYLONS



DİREKLER

POLES, PYLONS



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

KAFES DİREKLER

TOWERS



KAFES DİREKLER

TOWERS

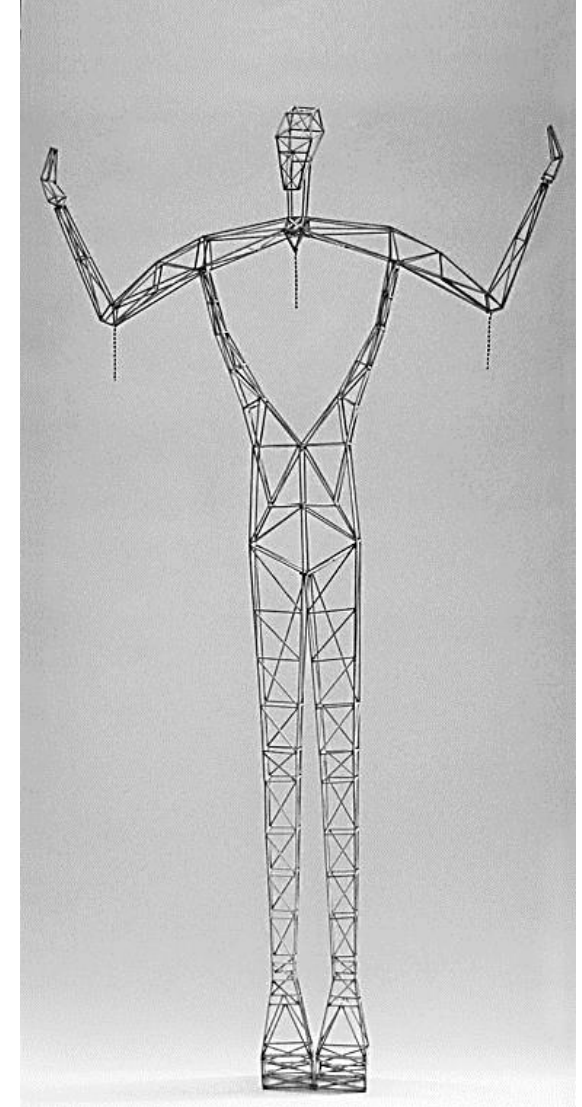


FANTASTİK DİREKLER

FANTASTICS TOWERS

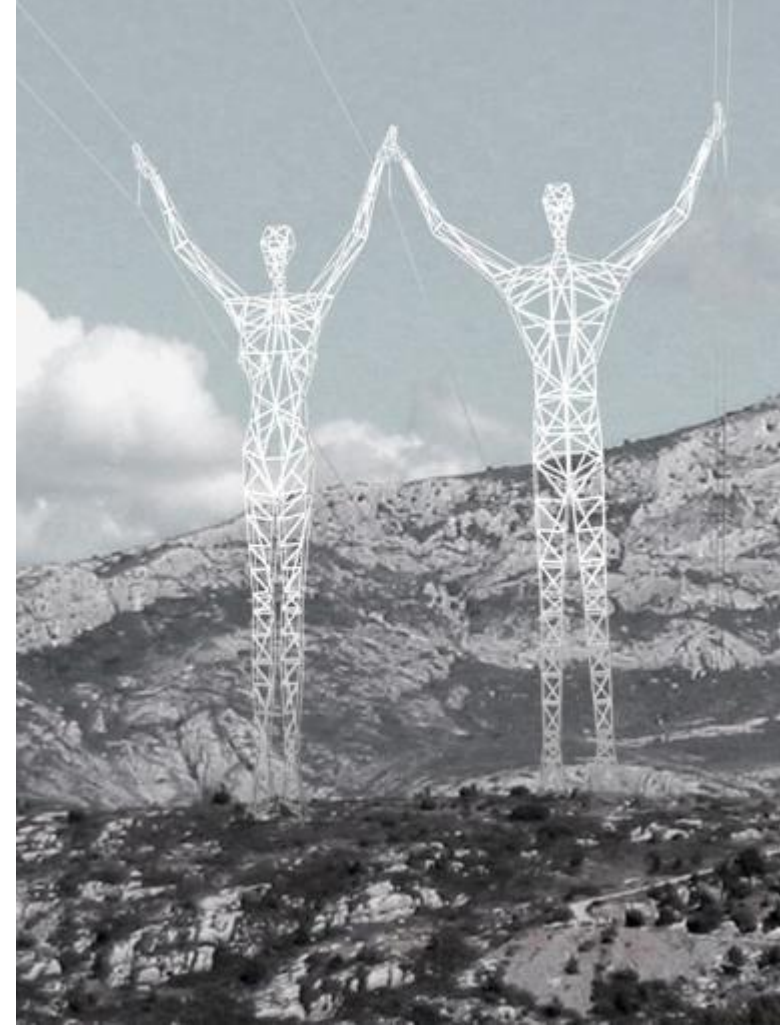


Yürüyen devler - İzlanda



FANTASTİK DİREKLER

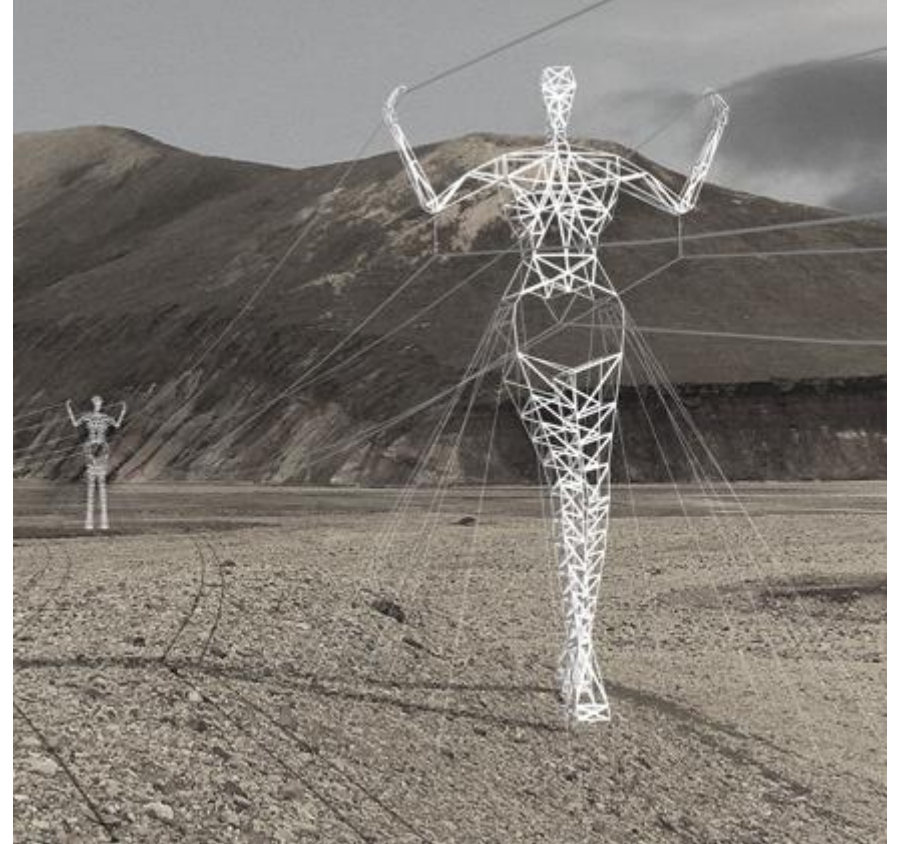
FANTASTICS TOWERS



Yürüyen devler – Kore (solda) – Marsilya (sağda)

FANTASTİK DİREKLER

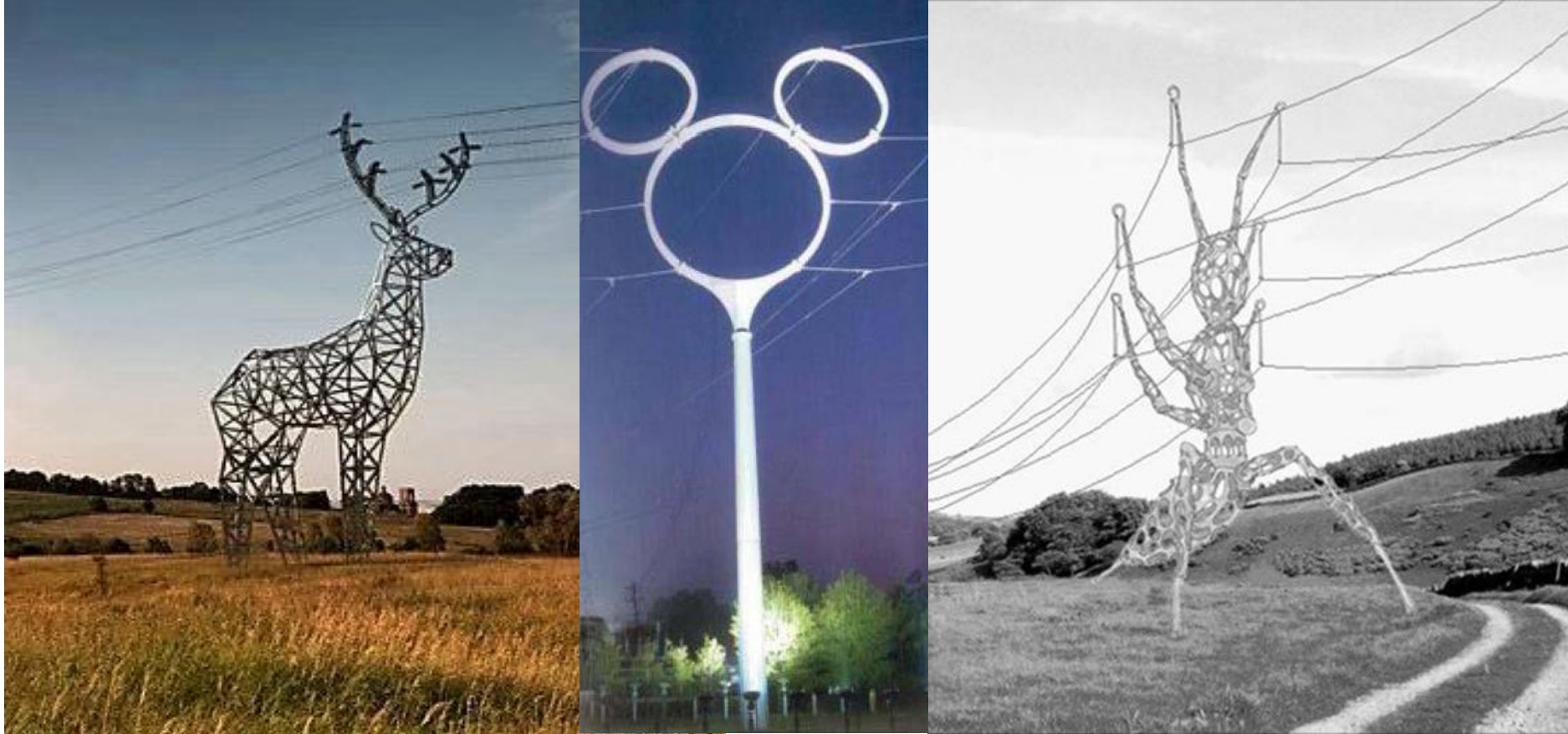
FANTASTICS TOWERS



Yürüyen devler – Norveç (solda) – İzlanda (sağda)

FANTASTİK DİREKLER

FANTASTICS TOWERS



Disney'e hoşgeldiniz direği – Orlanda - Florida

YÜKSEK GERİLİM İZOLATÖRLERİ

HIGH VOLTAGE INSULATORS



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

YÜKSEK GERİLİM İZOLATÖRLERİ

HIGH VOLTAGE INSULATORS



B. Kullanıldıkları Yere Göre;

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

C. Koşullara Göre;

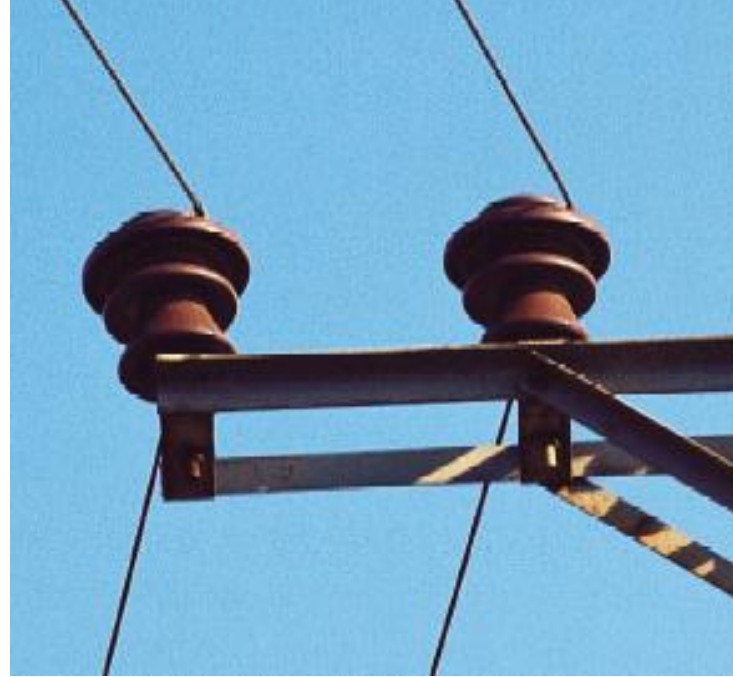
1. Normal Hava Koşullarına Göre
2. Ağır Hava Koşullarına Göre

D. Malzemesine Göre;

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

MESNET İZOLATÖRLERİ

POST INSULATORS



PORSELEN MESNET İZOLATÖRLERİ

PORCELAIN POST INSULATORS



CAM MESNET İZOLATÖRLERİ

GLASS POST INSULATORS



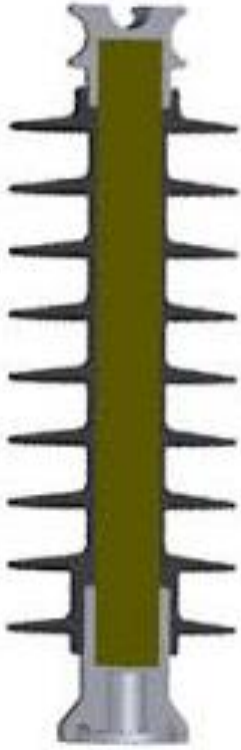
EPOKSİ REÇİNE MESNET İZOLATÖRLERİ

EPOXY RESIN POST INSULATORS



KOMPOZİT – SİLİKON – POLİMER EPOKSİ REÇİNE MESNET İZOLATÖRLERİ

SILICON POST INSULATORS



MESNET İZOLATÖRLERİ

POST INSULATORS



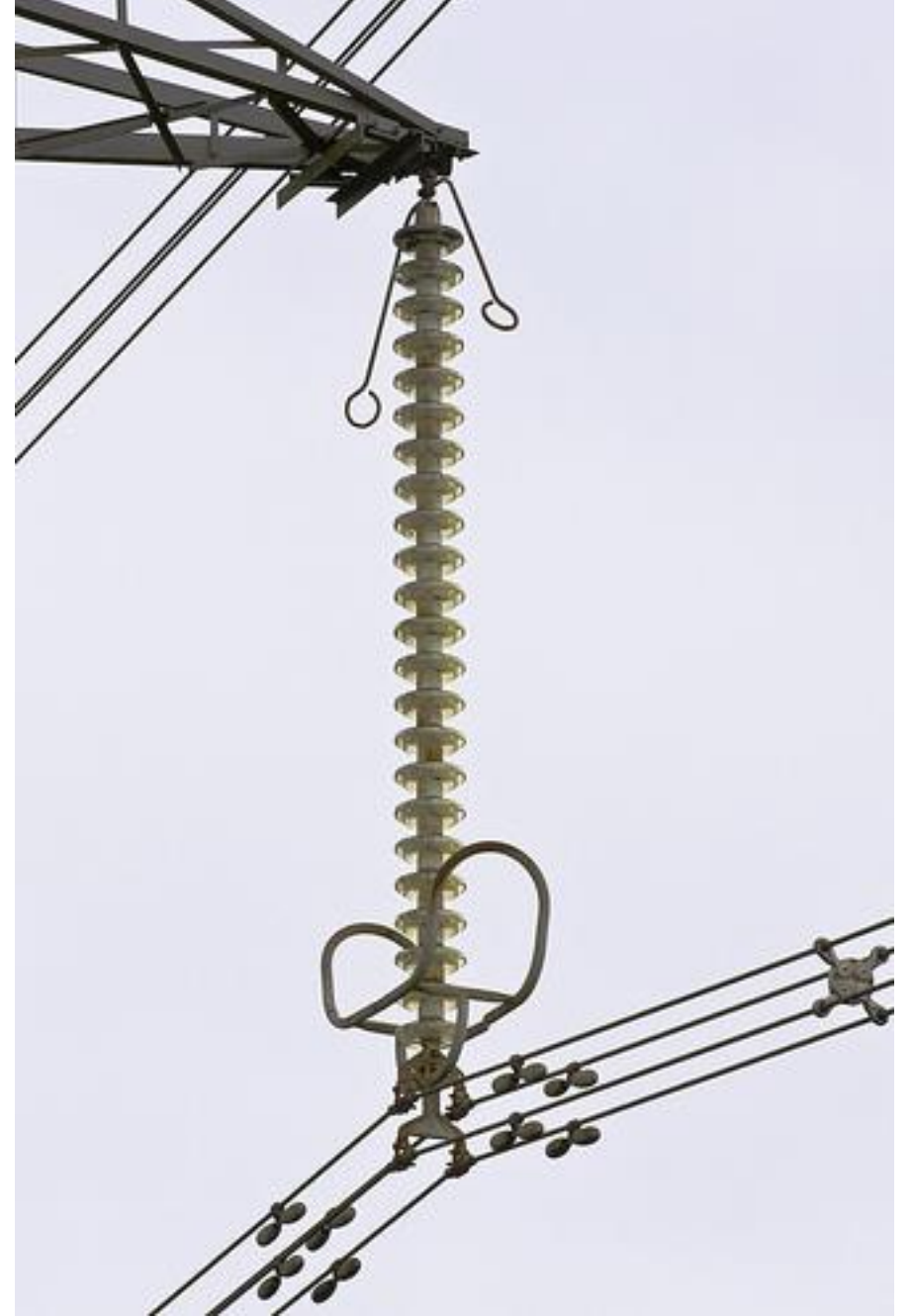
ZİNCİR İZOLATÖRLERİ

STRING INSULATORS



İZOLATÖR ZİNCİRİ

INSULATOR STRING



ÇUBUK İZOLATÖRLER

ROD INSULATORS



İZOLATÖRLER

INSULATORS



TRANSFORMATÖR GEÇİT İZOLATÖRLERİ

TRANSFORMER BUSHING INSULATORS



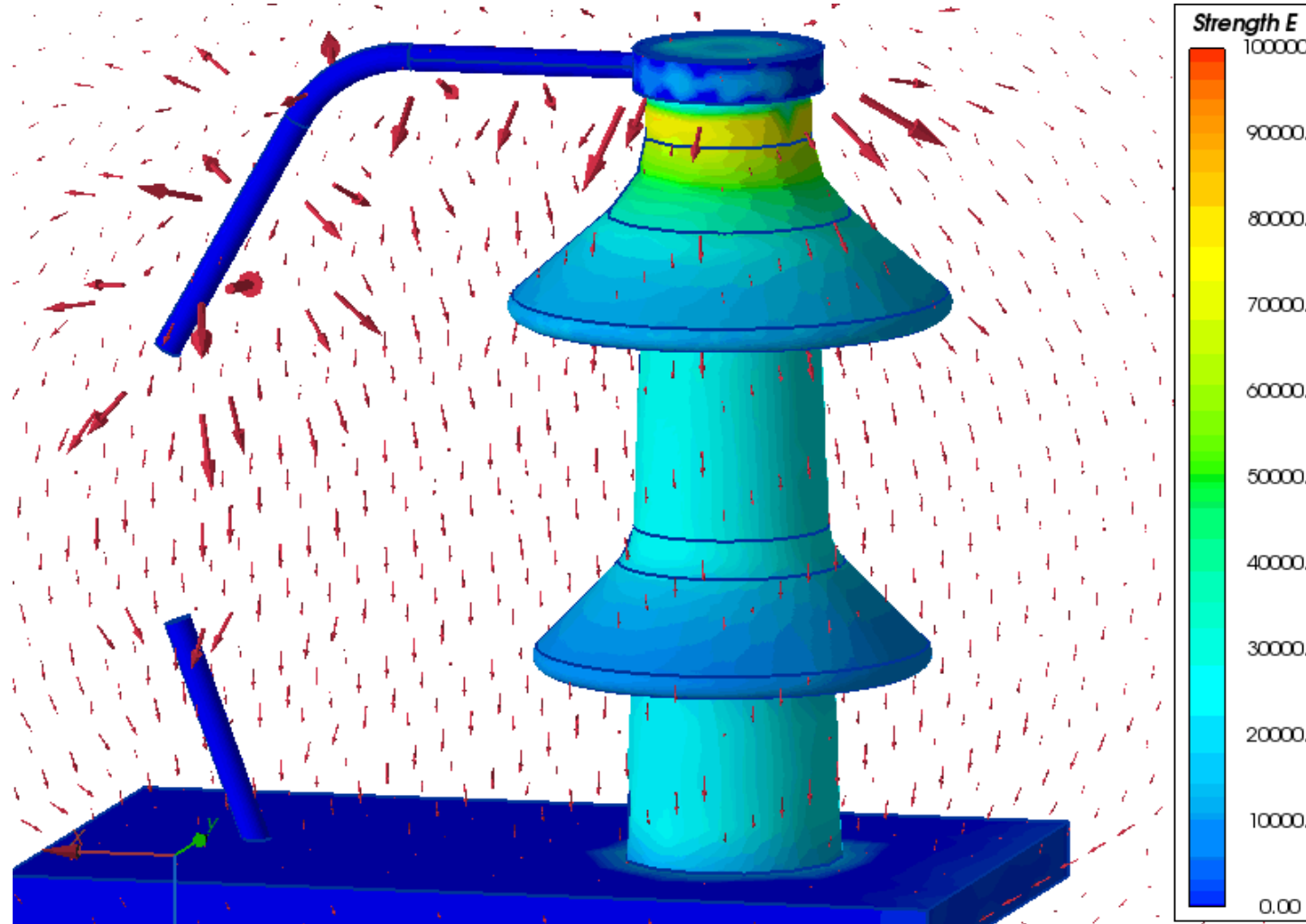
TRANSFORMATÖR GEÇİT İZOLATÖRLERİ

TRANSFORMER BUSHING INSULATORS



TRANSFORMATÖR GEÇİT İZOLATÖRLERİ

TRANSFORMER BUSHING INSULATORS



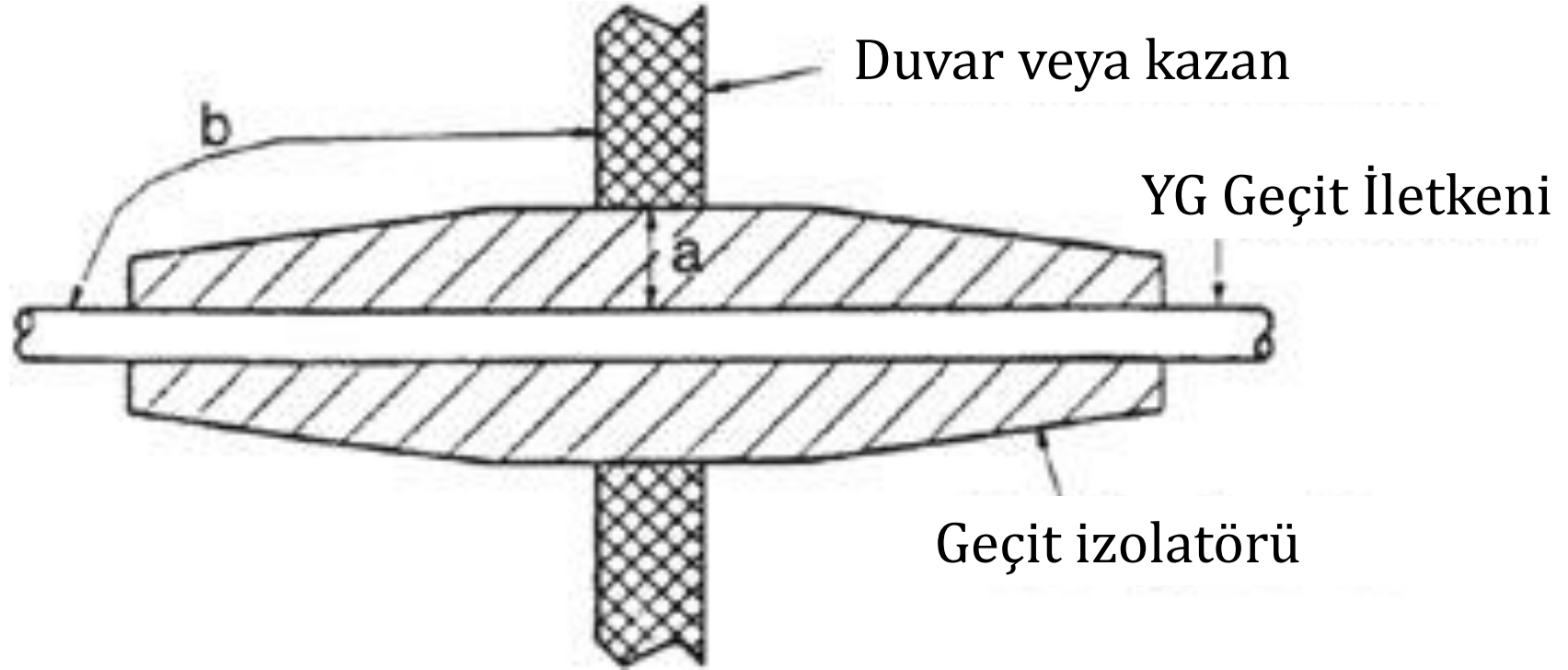
TRANSFORMATÖR GEÇİT İZOLATÖRLERİ

TRANSFORMER BUSHING INSULATORS



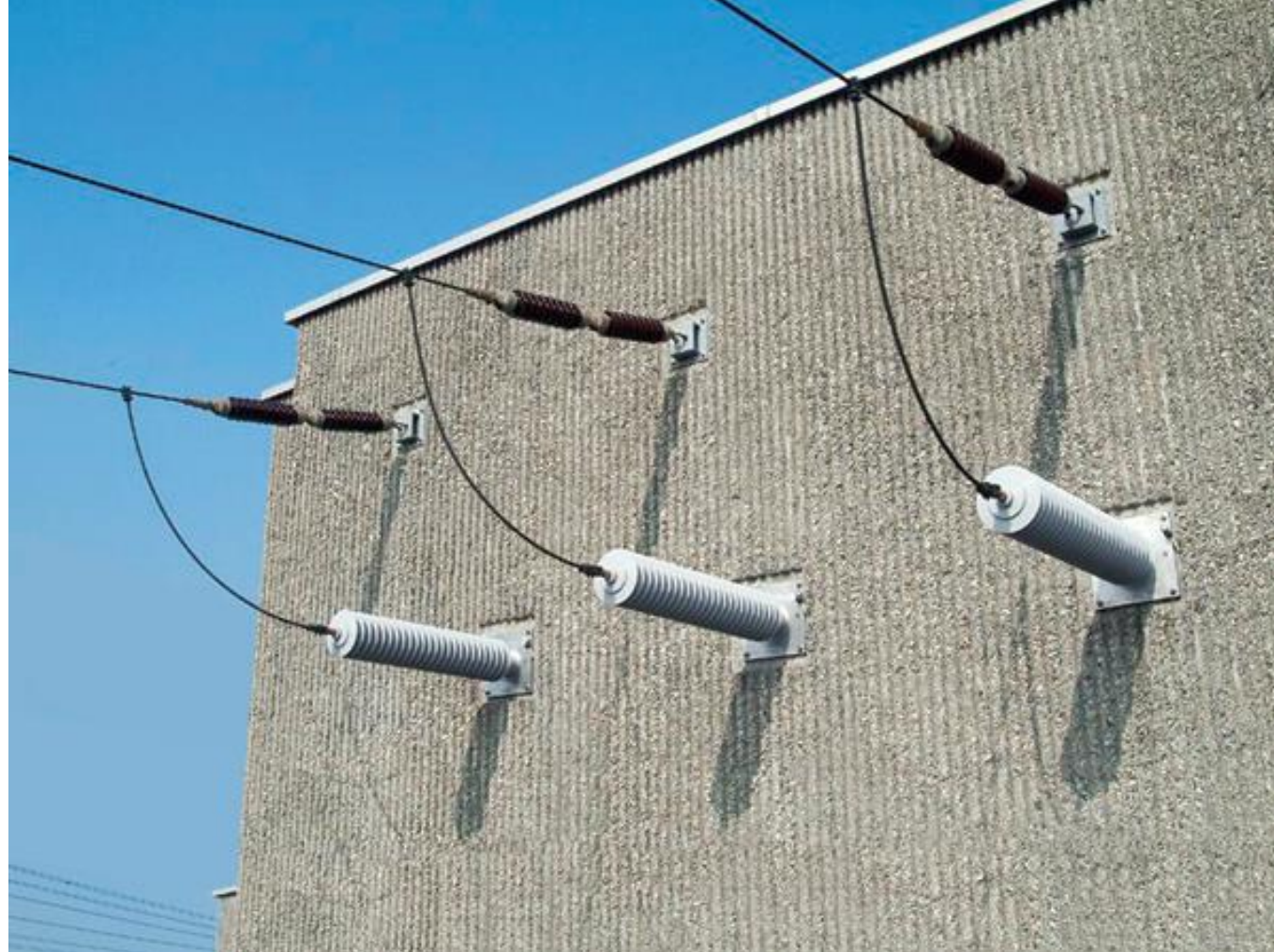
DUVAR GEÇİT İZOLATÖRÜ

WALL BUSHING INSULATORS



DUVAR GEÇİT İZOLATÖRÜ

WALL BUSHING INSULATORS



DUVAR GEÇİT İZOLATÖRÜ

WALL BUSHING INSULATORS



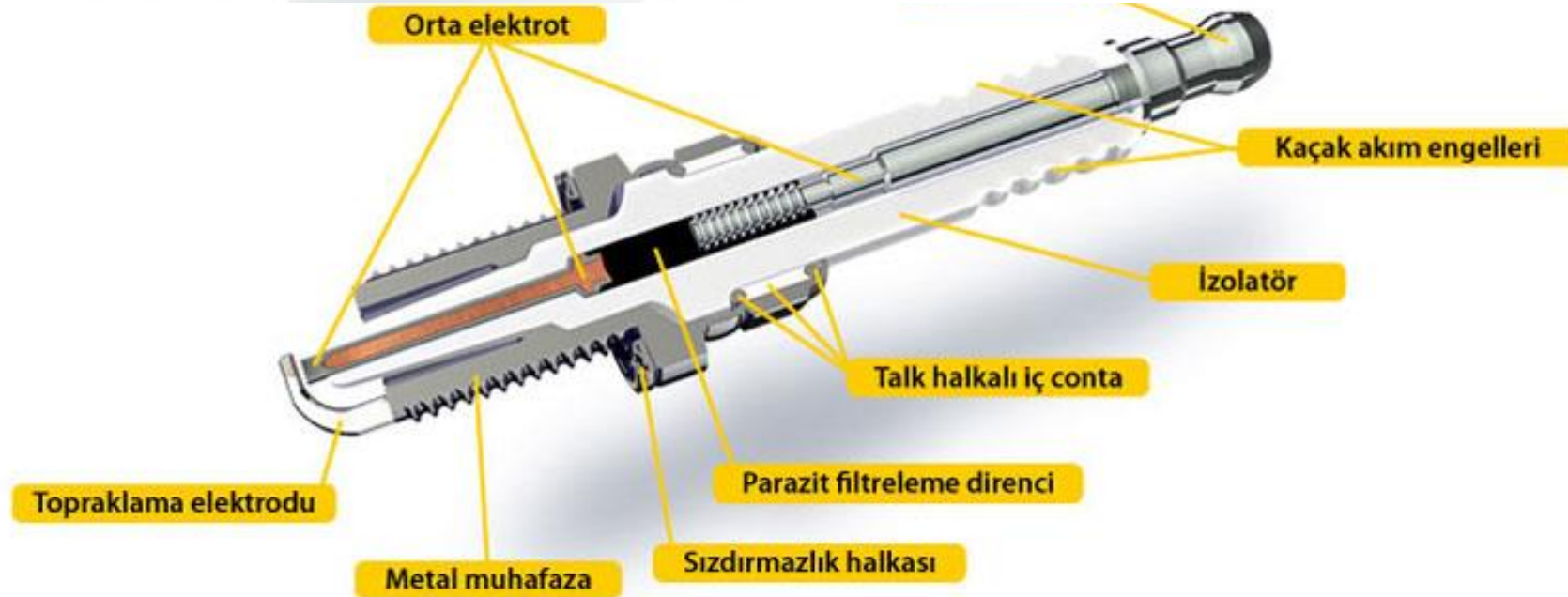
GEÇİT İZOLATÖRÜ

BUSHING INSULATORS



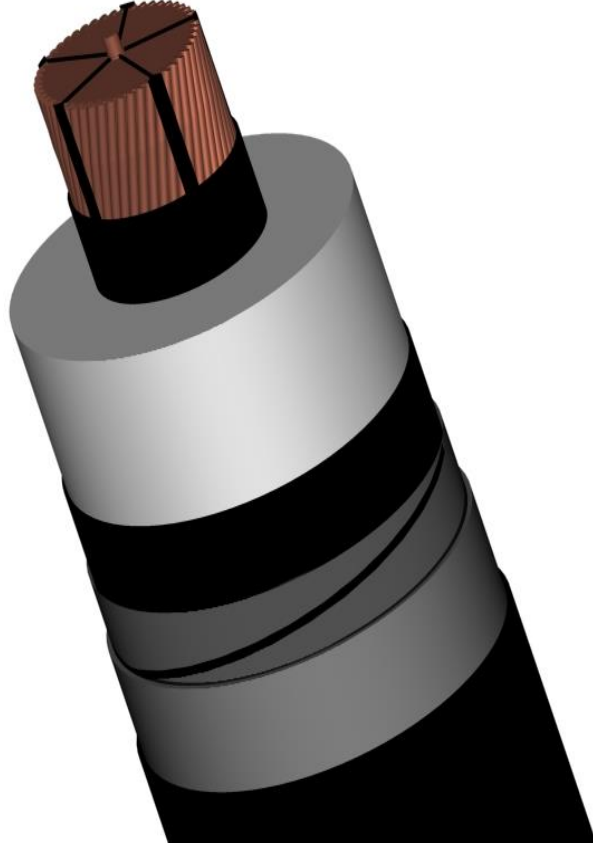
BUJİ

SPARK PLUG



YÜKSEK GERİLİM KABLOLARI

HIGH VOLTAGE CABLES



Kablolar enerji üretim, iletim ve dağıtım aşamalarında, çeşitli yerlerinde bağlantı elemanı olarak kullanılırlar.

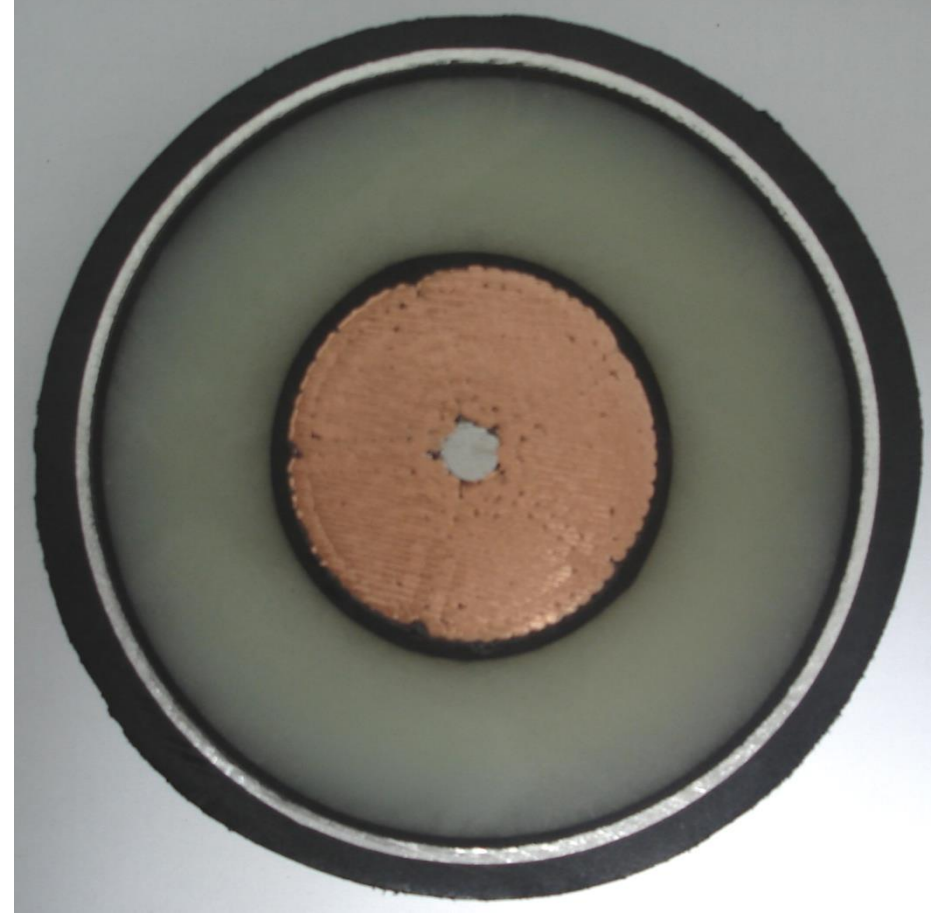
Genel olarak kablolar;

- Kauçuk Yalıtkanlı Kablolar
- Kağıt Yalıtkanlı Kablolar
- Plastik Yalıtkanlı Kablolar
- Basınçlı Gazlı Kablolar
- Yüksek Doğru Gerilim Kabloları

diye sınıflandırılabilir.

YÜKSEK GERİLİM KABLOLARI

HIGH VOLTAGE CABLES



YÜKSEK GERİLİM KABLOLARI

HIGH VOLTAGE CABLES



KABLO BAŞLIKLARI

CABLE TERMINATIONS



KABLO EKLERİ (MUFLAR)

CABLE JOINTS



Düz Ek



Y Ek

YÜKSEK GERİLİM KABLOLARI

HIGH VOLTAGE CABLES



YÜKSEK GERİLİM KABLOLARI

HIGH VOLTAGE CABLES



YÜKSEK GERİLİM KABLOLARI

HIGH VOLTAGE CABLES



BARALAR

BARS

Baralar büyük akımların iletilmesi için, örneğin bağlama ve transformatör merkezinde ve de alçak gerilim kablolarında kullanılan yalın çubuklardır.

Genelde bakır ve alüminyumdan yapılır.

Bara kanalları özellikle otomotiv, tekstil, mobilya vb. hızlı gelişen işletmelerde; sergi salonlarında, iş merkezlerinde, otellerde, depolarda ve yüksek katlı yapılarda ana kolon olarak katlara dağıtım yapmak için kullanılır.

BARALAR

BARS



AKIM VE GERİLİM ÖLÇÜ TRAFOLARI

CURRENT AND VOLTAGE TRANSFORMERS

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. 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)

AKIM VE GERİLİM ÖLÇÜ TRAFOLARI

CURRENT AND VOLTAGE TRANSFORMERS



Akım ölçü trafosu
Current transformer



Gerilim ölçü trafosu
Voltage transformer

AKIM ÖLÇÜ TRAFOLARI

CURRENT TRANSFORMERS



GERİLİM ÖLÇÜ TRAFOLARI

VOLTAGE TRANSFORMERS



GERİLİM ÖLÇÜ TRAFOLARI

VOLTAGE TRANSFORMERS



GERİLİM BÖLÜCÜLER

HV VOLTAGE DIVIDERS

Yüksek gerilimde ölçme, bilinen yöntemler ile zor hatta imkansız olabilir. Bu nedenle yüksek gerilimde ölçme yöntemlerinden biri gerilim bölücülerle ölçmedir. Genel olarak gerilim bölücüler;

1. Ohmik Gerilim Bölücüsü (Resistive Voltage Divider)
2. Kapasitif Gerilim Bölücüsü (Capacitive Voltage Divider)
3. Karma Gerilim Bölücüsü (Mixed (R-C) Voltage Divider)

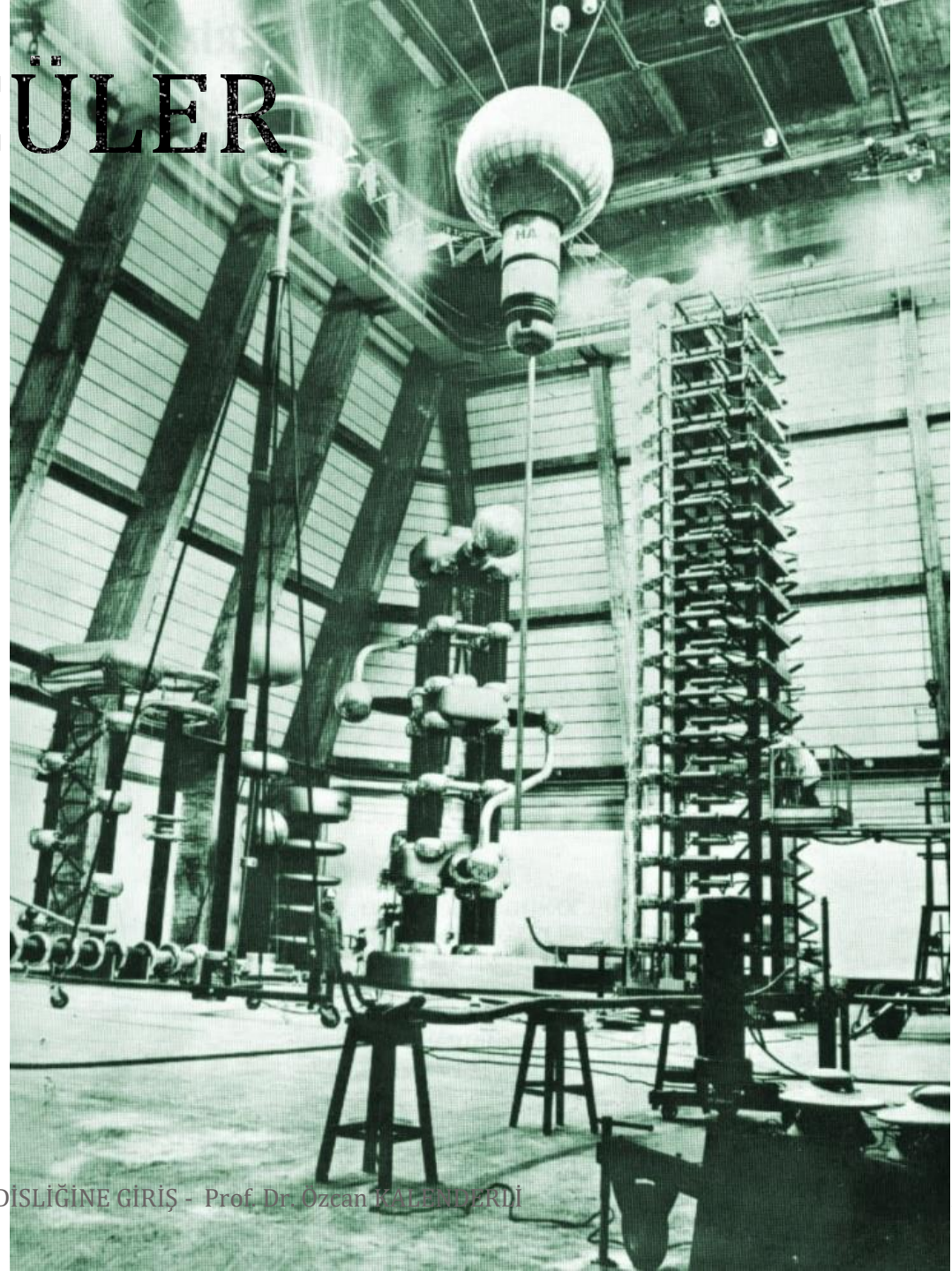
diye sınıflandırılabilir.

GERİLİM BÖLÜCÜLER

HV VOLTAGE DIVIDERS



İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ



ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ - Prof. Dr. Özcan BALEMİR

Aralık 24

91

PARAFUDRLAR

LIGHTNING ARRESTERS



Parafudrlar, şalt donanımlarını aşırı gerilimlerin etkilerine karşı korurlar.

İki tip parafudr vardır.

- Seri Atlama Aralıklı Parafudrlar
- Metal Oksit Parafudrlar

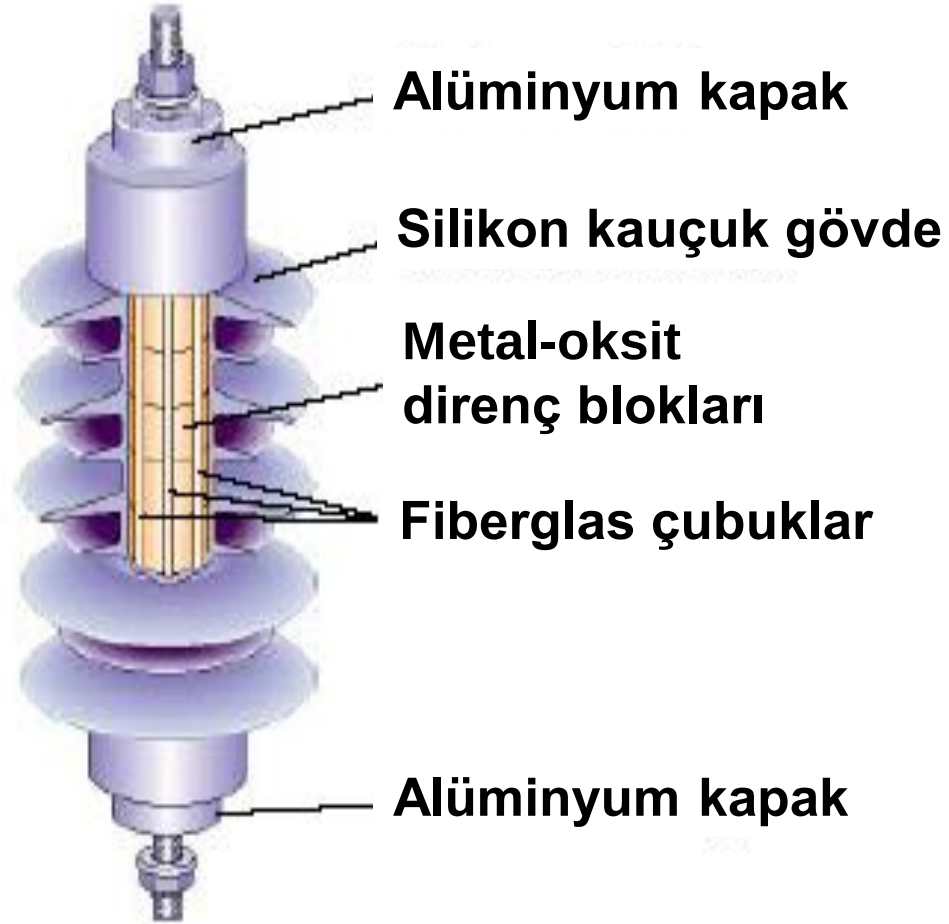
PARAFUDRLAR

LIGHTNING ARRESTERS



PARAFUDRLAR

LIGHTNING ARRESTERS



PARAFUDRLAR

LIGHTNING ARRESTERS



PARAFUDRLAR

LIGHTNING ARRESTERS



PARAFUDRLAR

LIGHTNING ARRESTERS



ARK BOYNUZLARI VE KORUMA HALKALARI

ARC HORNS AND CORONA RINGS



Ark boynuzları, özellikle transformatör geçit izolatörlerinde ve izolatör zincirlerinde çokça kullanılmaktadırlar.

Aşırı bir gerilim ark boynuzlarına eriştiği zaman, eğer atlama aralığı uygunsa boynuzlar arasından atlayarak bu gerilimin, boynuzların bağlı olduğu izolatör, geçit izolatörü v.s.'ye zarar vermeksizin topraklanması sağlanır.

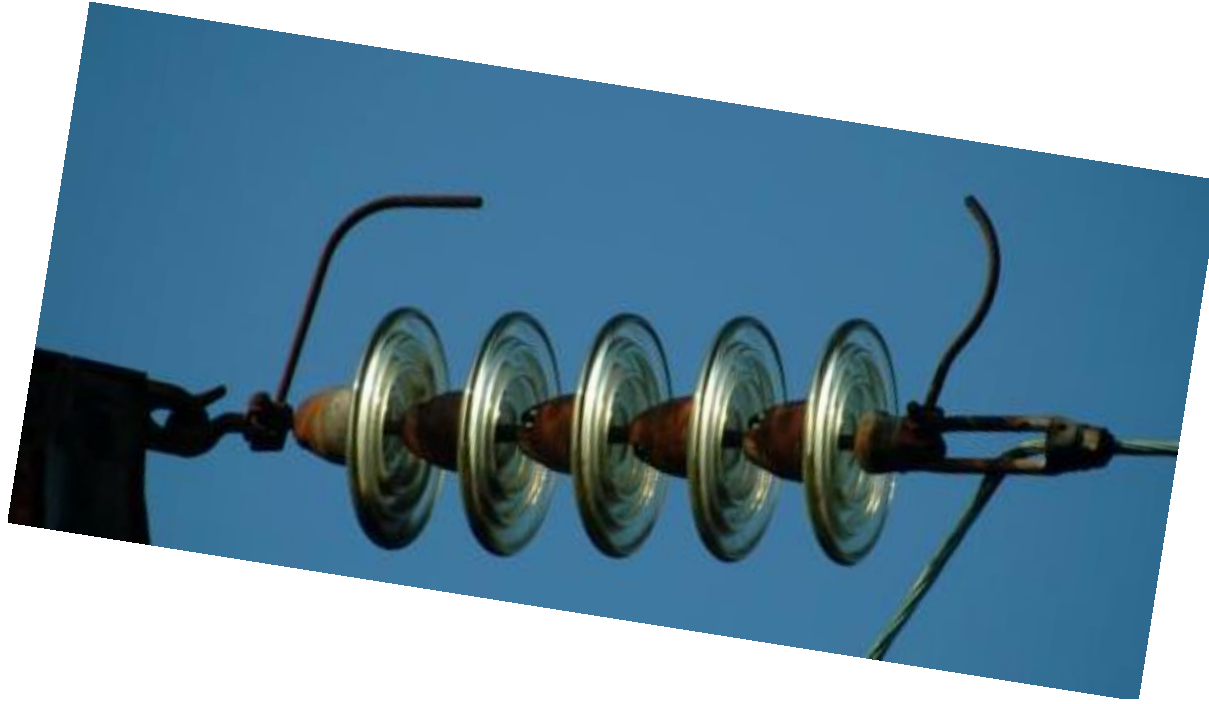
ARK

ARC



ARK BOYNUZLARI

ARC HORNS



KORUMA HALKALARI

CORONA RINGS



KORUMA HATLARI

GROUND WIRES

Yüksek gerilim enerji iletim sistemlerinde kullanılan, pahalı olmasına karşın kullanılması kaçınılmaz olan bir koruma yöntemidir.

Koruma hatlarının 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.

KORUMA HATLARI

GROUND WIRES



KORUMA HATLARI

GROUND WIRES



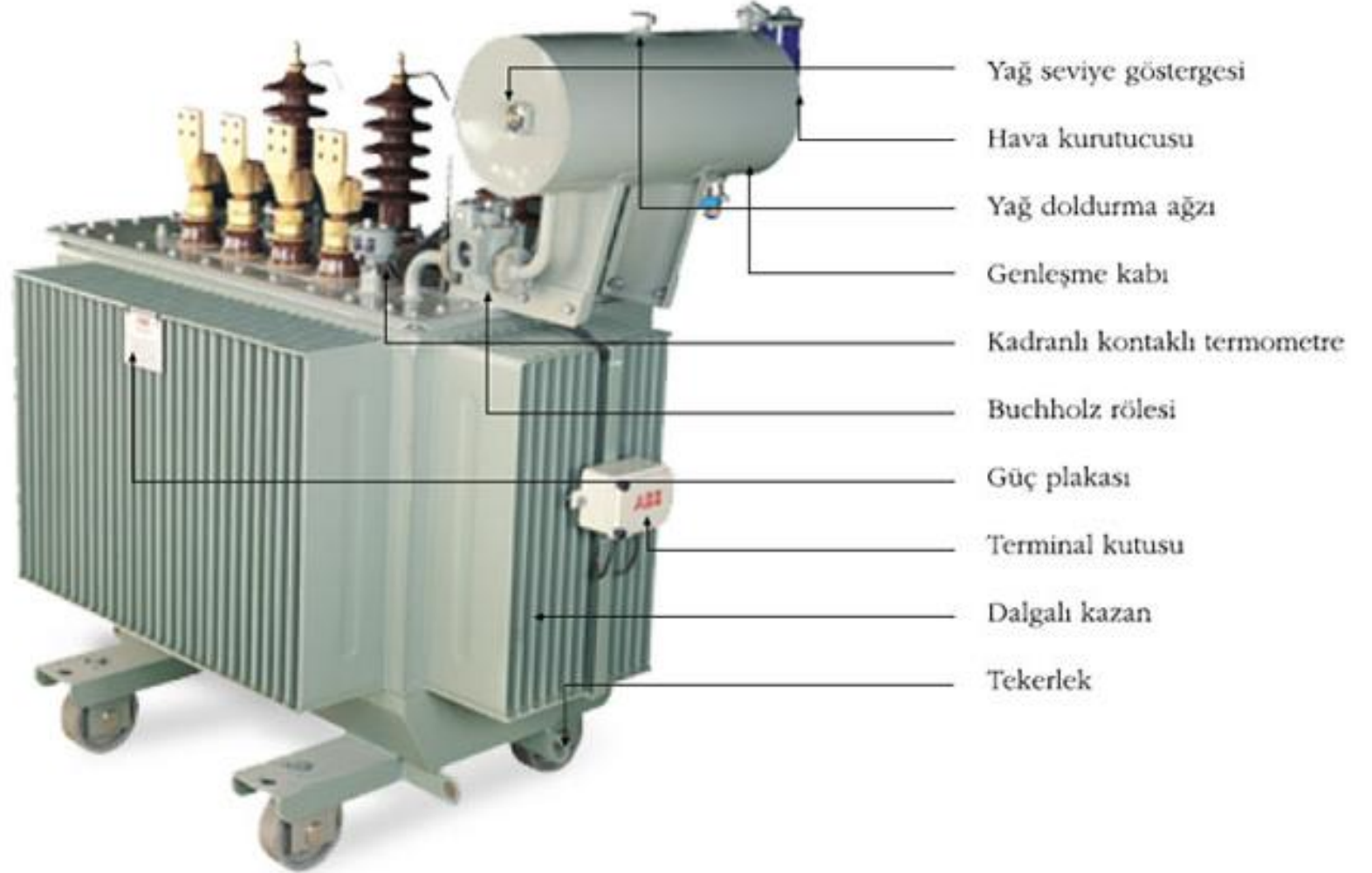
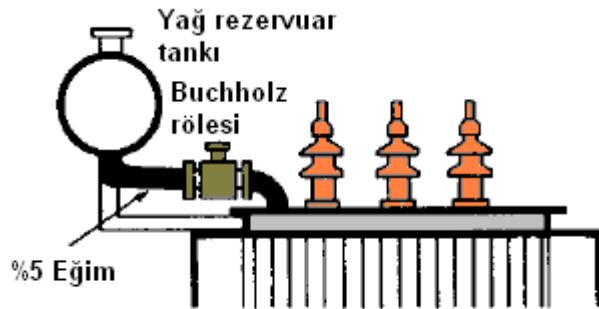
RÖLELER

RELAYS

- Buchholz Rölesi
- Düşük Gerilim Rölesi
- Kontaklı Gerilim Rölesi
- Termik Aşırı Akım Rölesi
- Toprak Kısa Devre Rölesi
- Üç Fazlı Generatörlerde Gerilim Ayarı ve Regülatörler

BUCHHOLZ RÖLESİ

BUCHHOLZ RELAY



DÜŞÜK GERİLİM RÖLESİ



AŞIRI AKIM RÖLELERİ

OVER-CURRENT RELAYS



AŞIRI AKIM RÖLELERİ

OVER-CURRENT RELAYS



ÜÇ FAZLI REGÜLATÖRLER

REGULATORS



YÜKSEK GERİLİM KONDANSATÖRLERİ

HIGH VOLTAGE CAPACITORS



Bir fazlı kondansatörler



Üç fazlı kondansatörler

YÜKSEK GERİLİM KONDANSATÖRLERİ

HIGH VOLTAGE CAPACITORS



Bir fazlı kondansatörler



Üç fazlı kondansatörler

TRAFO MERKEZLERİ

TRANSFORMER SUBSTATIONS



TRAFO MERKEZLERİ

TRANSFORMER SUBSTATIONS



TRAFO MERKEZLERİ

TRANSFORMER SUBSTATIONS



TRAFO MERKEZLERİ

TRANSFORMER SUBSTATIONS



Soğanlık GIS Trafo Merkezi



Ümraniye GIS Trafo Merkezi

BETON KÖŞKLER

CONCRETE KIOSKS



YÜKSEK GERİLİM SİGORTALARI

HIGH VOLTAGE FUSES



SİGORTA ALTLIKLARI

FUSE BASES



YÜKSEK GERİLİM BARET, ELDİVEN VE ÇİZMELERİ

BARRETS, GLOVES AND BOOTS



Cass : 4
Kullanım V : 36.000
Test V : 40.000



YÜKSEK GERİLİM (İZOLE) SEHPALARI

HIGH VOLTAGE INSULATION FOOTSTOOLS



YALITKAN (İZOLE) HALILAR

INSULATION MATS



MANEVRA VE TOPRAKLAMA İSTAKALARI VE UYARI LEVHALARI



ELEKTRİK FATURASI

ELECTRICAL INVOICE

■ ...

تورک آنونیم الکتریک شریکی
Société Anonyme Turque d'Electricité

اشیو قاطور ۷۶۹ نوسرولی قاتونہ توبینا
حکومتہ جات اولان بوزدہ ۱۰ رسیوہ
مخوندر

Cette facture Comporte la taxe de
10 % revenant à l'Etat
conformément à la Loi No. 725.

عددلرک اشاراتی
Indications des compteurs

معدودک قرائت نامرعی Date du Relevage	حاضردهکی Actuel	اولکی Précédent	برنجی ترتیب کیلوات ساعت I. Ebelan KWHS. Consom.	سی ترتیب کیلوات ساعت II. Ebelan KWHS. C
۲۵/۵	۱۵	۱۲	۶۵	۱۵

ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ VE MÜHENDİSLİK ETİĞİ



Sevgiler, Başarılar ...
Prof. Dr. Özcan KALENDERLİ

ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ VE MÜHENDİSLİK ETİĞİ



Sevgiler, Başarılar ...

Prof. Dr. Özcan KALENDERLİ

ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ VE MÜHENDİSLİK ETİĞİ



Sevgiler, Başarılar ...

Prof. Dr. Özcan KALENDERLİ