

OCAK

2012

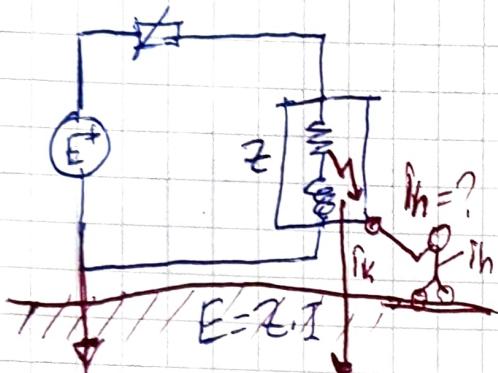
H	P	S	C	P	C	G	Pz
52							1
1	2	3	4	5	6	7	8
2	9	10	11	12	13	14	15
3	16	17	18	19	20	21	22
4	23	24	25	26	27	28	29
5	30	31					

Kırmızıren Belirlerin Zellikleri bildi Power System Protection

OCAK
JANUARY
CUMARTESİ
SATURDAY

07

Elektrik Tesislerinde Koruma (Protection)



Kapsı, devrede toprak ile toman-
larda kota okunuşları doğrular.
Güvenlik.

$$U < LKV \text{ AG}$$

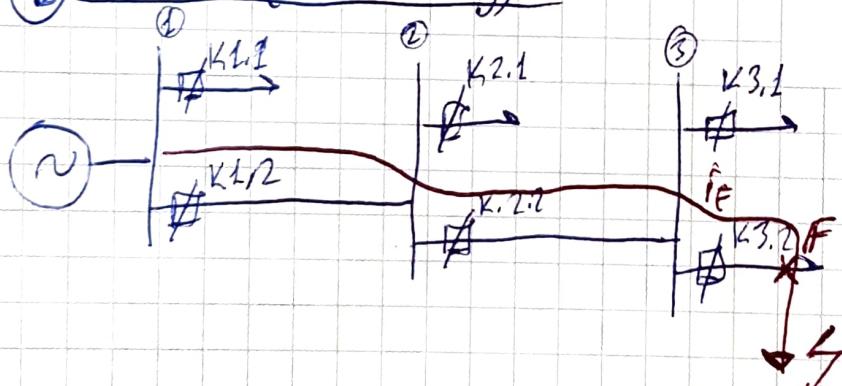
$$U > LKV \text{ YG}$$

$$U_{LL} = \sqrt{3} U_L$$

Faz (dos)

Faz (netr)

(b) Seçenklilik (Selectivity)



K1.1, K2.1, K3.1

$t_{1,ma} > t_{2,ma} > t_{3,ma}$

önceliklilik
önceliklilik

sadece K3.2
dallarla sistem
korur.

F → Fault → Hata

Anzap en çok
olan dallını.

Arka Koruma (Backup Protection)

(c) Hiz

$$f = \frac{1}{T} = 50 \text{ Hz} / T = 20 \text{ ms}$$

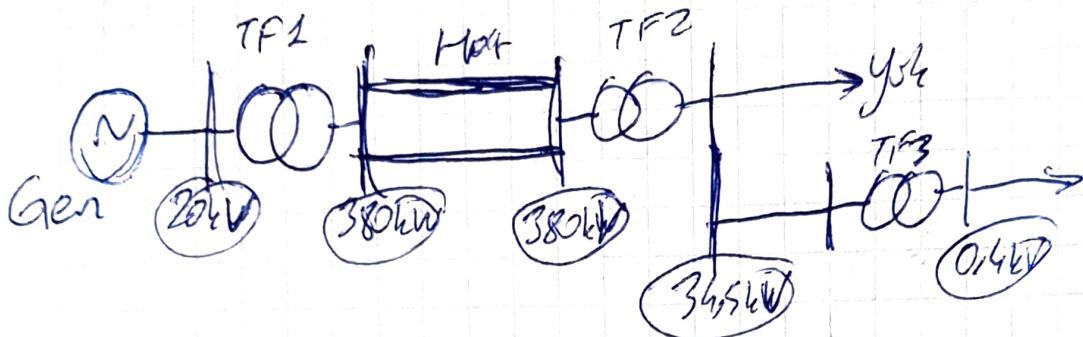


09

OCAK
JANUARY

PAZARTESİ
MONDAY

OCAK 2012									
H	P	S	G	P	C	Ct	Pz		
52								1	
1	2	3	4	5	6	7	8		
2	9	10	11	12	13	14	15		
3	16	17	18	19	20	21	22		
4	23	24	25	26	27	28	29		
5	30	31							

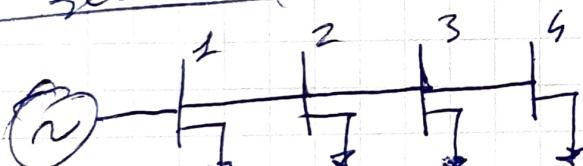


Yolculuk Genişliği
15kV

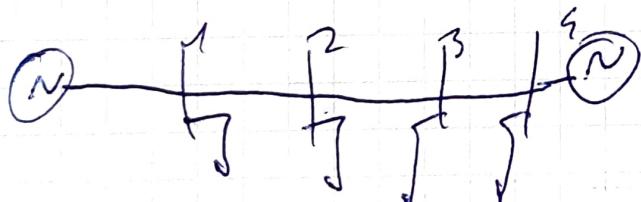
Geleceğin
600kV

Siberjite
Gen de
1000kV
Ultra HV

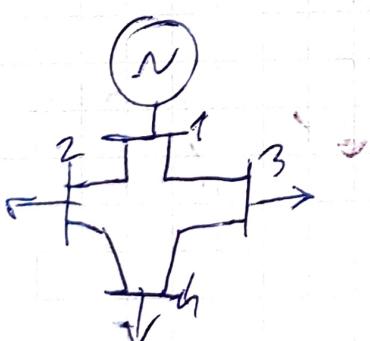
Dol Schéma (Tetrafork Besleme)



Halka Schéma



Gen'in düşüm
dakika ort
oları



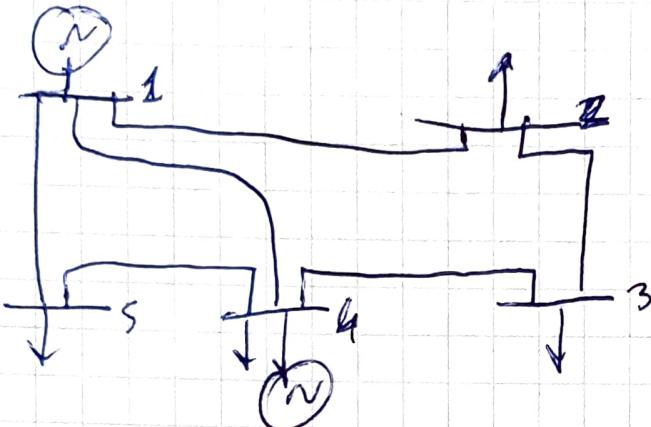
OCAK 2012							
H	P	S	C	P	C	Ct	Pz
52							1
1	2	3	4	5	6	7	8
2	9	10	11	12	13	14	15
3	16	17	18	19	20	21	22
4	23	24	25	26	27	28	29
5	30	31					

OCAK
JANUARY
SALI
TUESDAY

10

Ağ (Girdi) Sebeke (Mesh, Network)

"Entrenkelleme Sistemi"

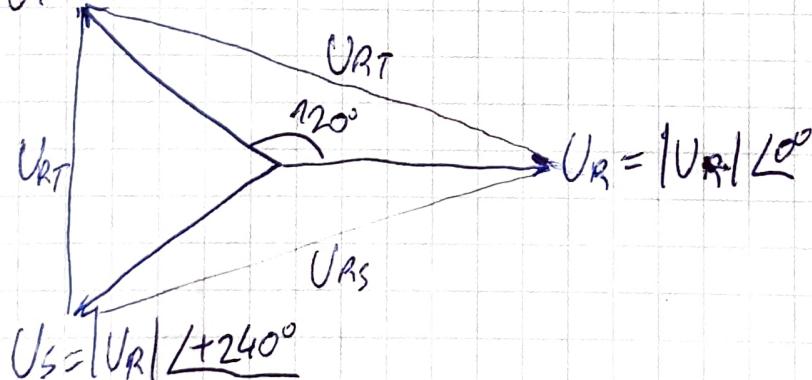


$$U_{RS} = U_{ST} = U_{TR} = U_{LL} = 400V$$

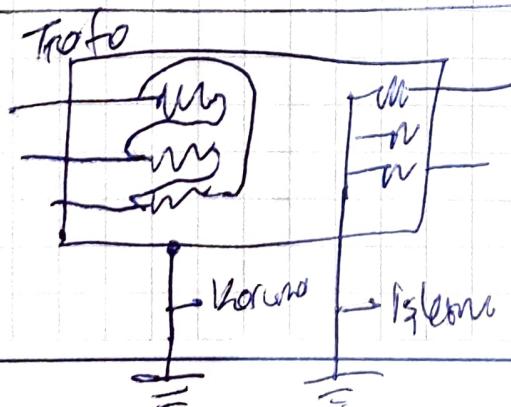
$$U_R = U_S = U_T = U_L = 230V$$

$$U_L = \frac{U_{LL}}{\sqrt{3}}$$

$$U_T = |U_R| / 120^\circ$$



(A) $36V \rightarrow 34,5V$



İşletme toprak lenosu
Aktif kisimlar
Koruma toprak lenosu
Pasif kisimlar



ELEKTRİK TESİSLERİNDE KORUMA

- 1.) GİRİŞ (Güvenlik ve Koruma Kavramları – Korumadan Beklenen Özellikler)
- 2.) ELEKTRİK ENERJİ SİSTEMLERİ- ÜRETİM-İLETİM-DAĞITIM-YÜK DİZGELERİ
- 3.) DAĞITIM ŞEBEKELERİ (TT, TN, IT)
- 4.) TANIMLAR (AG, ...GÖVDE,...,UN, IN,...)
- 5.) HATA AKIMI DEVRESİ (HATA AKIMI, HATA GERİLİMİ, ...)
- 6.) HATA AKIMININ ETKİLERİ
- 7.) KORUMA YÖNTEMLERİ
 - > DİREKT TEMASA KARŞI
 - > ENDİREKT TEMASA KARŞI
 - TEHLİKELİ DURUM ÖNLENİR
- 8.) KORUMA KÜCÜK GERİLİMİ KULLANMAK (SELV, PELV, FELV)
- 9.) KORUMA YALITIMI (İZALASYONU)
 - TEHLİKELİ DURUM AZALTILIR,
- 10.) KORUMA AYIRMASI
- 11.) İT ŞEBEKE KULLANMAK (Potansiyel dengelenmesi ve yalıtım kontrollü)
 - HATALI KISIM DEVREDEN ÇIKARTILIR
- 12.) HATA AKIMI ARTTIRILARAK
 - TOPRAKLAMA
 - KORUMA İLETKENİ
- 13.) HATA AKIMI İLE KORUMAK
- 14.) HATA GERİLİMİ İLE KORUMAK
- 15.) SİGORTALAR
- 16.)
 - ERİYEN TELLİ (BUŞONLU BİÇAKLI)
 - TERMİK AÇICI / RÖLE
 - MANYETİK AÇICI / RÖLE
 - KONTAKTÖR
 - OTOMATİK SİGORTA (GÜC ANAHTARI)
 - SEKONDER KORUMA
 - RÖLELER
 - AŞIRI AKIM RÖLESİ
 - DİFERANSİYEL RÖLE
 - MESAFE RÖLESİ
 - SCADA
 - FREKANS RÖLESİ
 - AŞIRI GERİLİME KARŞI KORUMA
 - PARAFUDURLAR
 - AŞIRI GERİLİM RÖLELERİ

1. GİRİŞ (Güvenlik – Koruma)

Güvenlik (Safety); Koruma (Protection)

Güvenlik; Dolaylı-Dolaysız İnsan Hayatı koruma, Yangına Karşı Koruma, Cihaz koruma esaslarını bir hata devresi sistematigi içinde inceler, önlemlerini söyler.

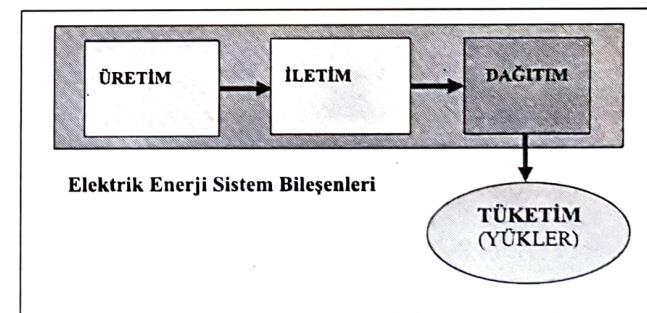
Koruma; daha çok elektrik cihazlarının (generatör, trafo, iletim hattı, çeşitli yükler vb.) özellikle aşırı akım ve aşırı gerilimlerden korunmasını inceler ve koruma cihazlarını tanır.

Korumadan Beklenen Özellikler

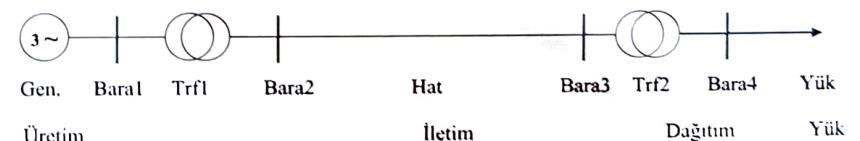
- a.) Güvenilirlik (reliability) : Bütün arıza türlerinde koşulsuz çalışma sağlanmalıdır.
- b.) Seçicilik (selectivity) : Arızanın büyüklüğü ve yerine göre, sistemin tümü değil yalnızca arızalı kısım devre dışı kalmalıdır.
- c.) Hız : Koruma cihazı/sistemi yeterince hızlı olmalıdır
- d.) Basitlik ve sadelik : Bu cihazlar, kullanım yerlerine göre ilgili/yetkililerin anlayabileceği basitlikte olmalıdır.
- e.) Ekonomi : Cihaz/sistem amaca uygun ekonomiklikte olmalıdır.

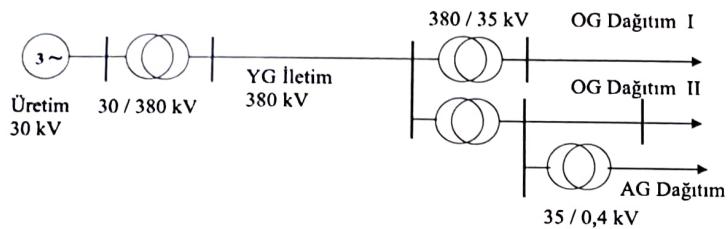
2. ELEKTRİK ENERJİ SİSTEM DİZGELERİ (ŞEBEKELERİ)

Klasik anlamda elektrik enerjisi iletim sistemini, Üretim-İletim-Dağıtım diye nitelmek çok sık karşılaşılan bir sınıflamadır.

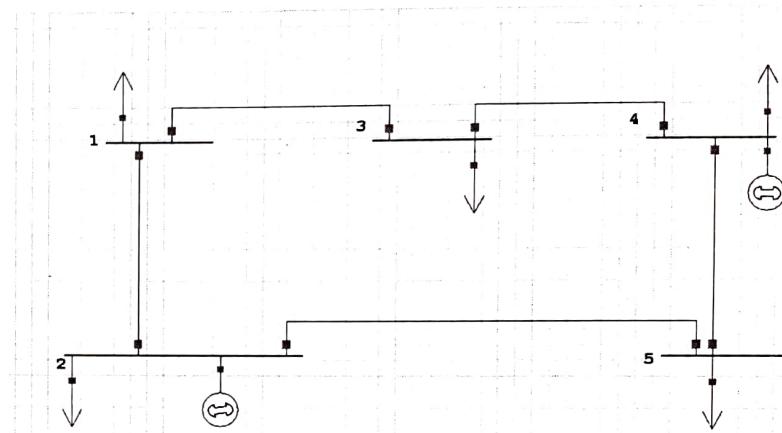


Tipik Tek Hat şeması





Halka Şebeke (Çift taraflı besleme)

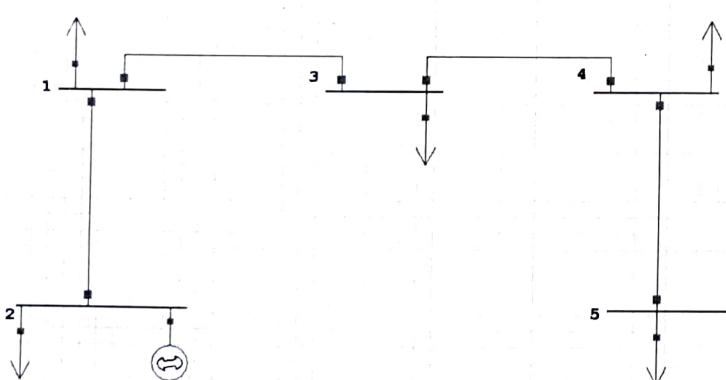


Diğer taraftan incelenen durum veya bölgeye göre sistemi daha ayrıntılı sınıflamak da mümkündür. Dağıtım peşinden yüklerin gelmesi tabiidir. Öbür taraftan eğer sadece üretimle ilgilenilir ise, iletim ve dağıtım sistemleri bile yük olarak göz önüne alınabilirler.

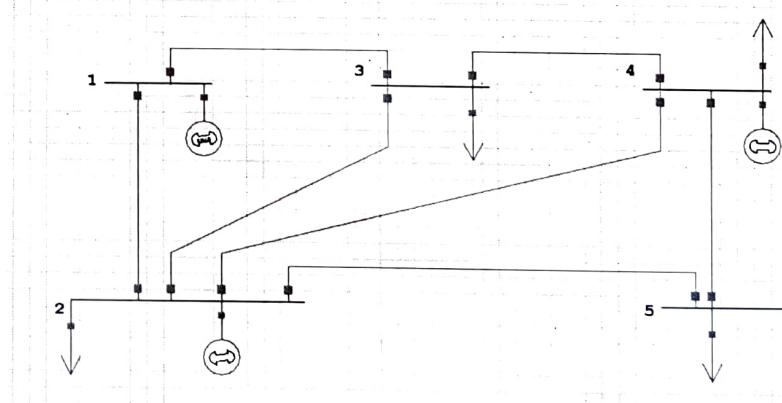
Gerilim Seviyeleri :

Alçak Gerilim (Low Voltage)	Orta Gerilim (Medium Voltage)	Yüksek Gerilim (High Voltage)	Çok YG (Extra HV)	Çok Çok YG (Ultra HV)
$U_n < 1 \text{ kV}$	$I - 100 \text{ kV}$	$100-220 \text{ kV}$	$220-800 \text{ kV}$	$800 \text{ kV} < U_n$
$190 / 110 \text{ V}$	$6 - 36 \text{ kV}$	66 kV	345 kV	1000 kV
$380 / 220 \text{ V}$		138 kV	400 kV	1500 kV
440 V		154 kV	500 kV	
660 V		220 kV	765 kV	

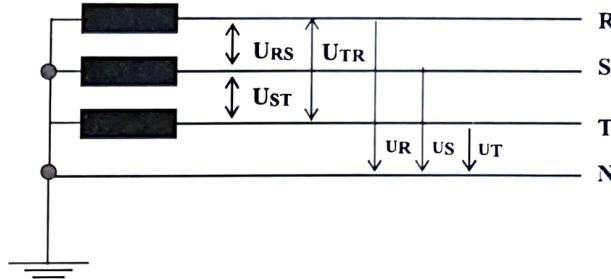
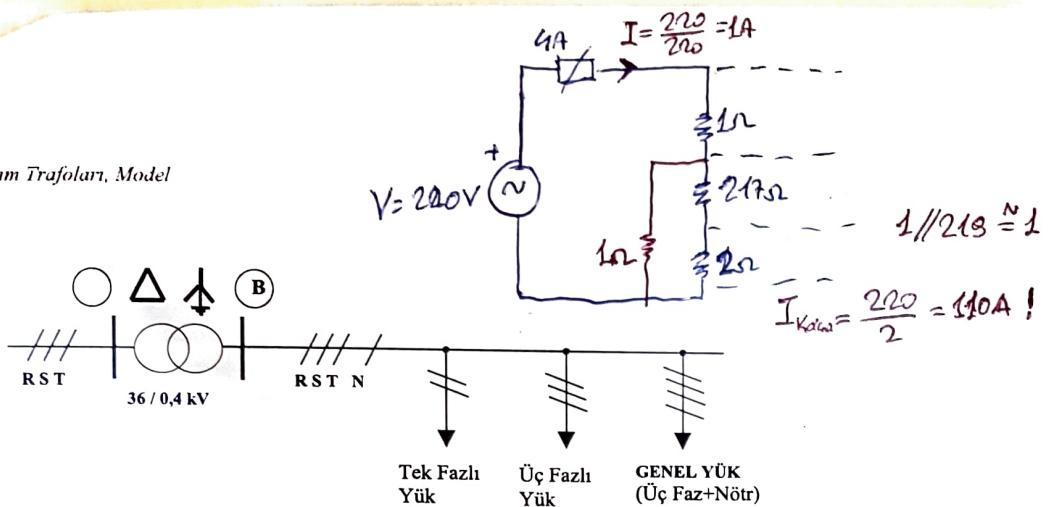
Dal Şebeke (Tek taraflı besleme)



Ağ (Gözlu) Şebeke

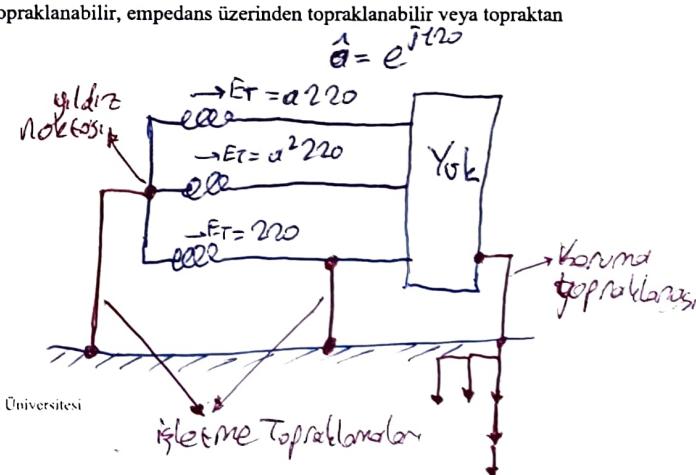
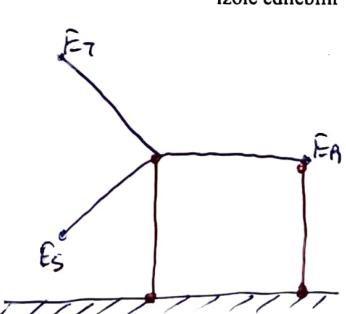
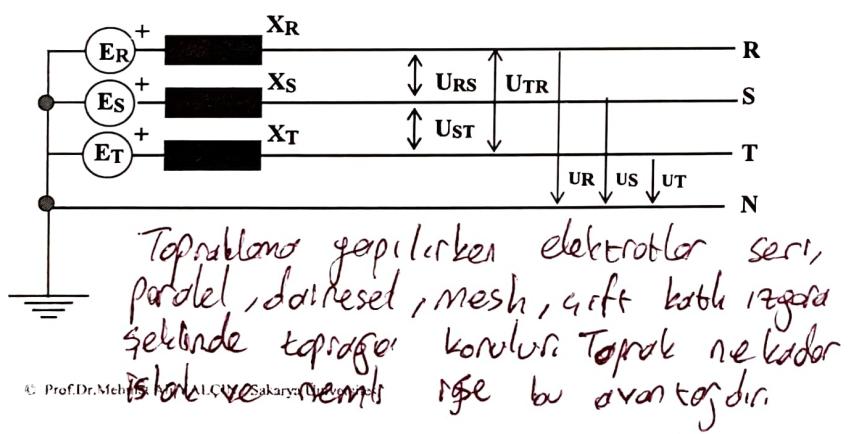
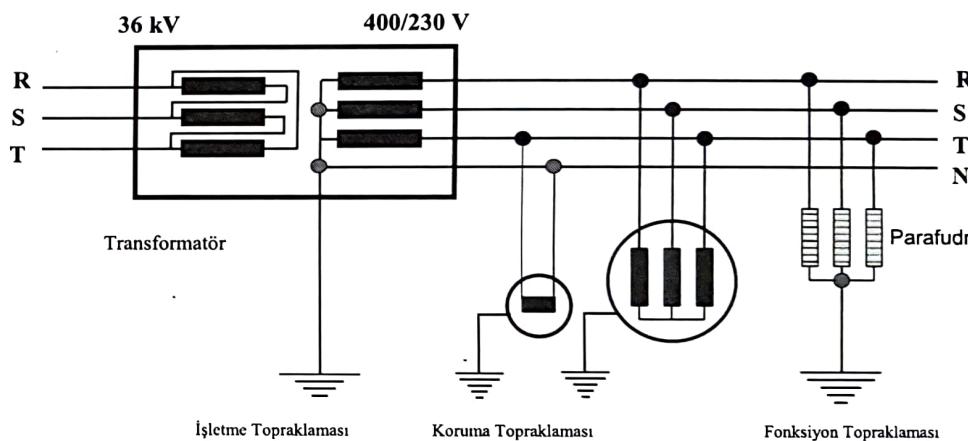
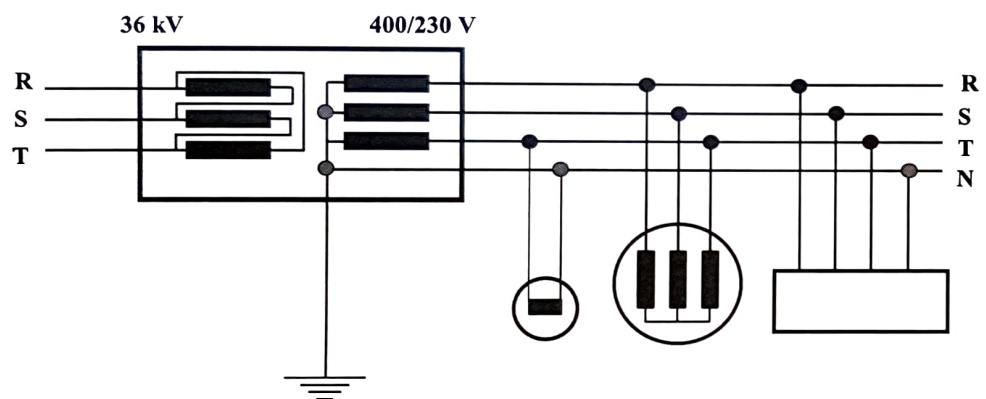


Dağıtım Trafosu, Model



İşletme Topraklama

Ana zo sırasında kapalı yol olğtur
zo da yıldız bağlantıları toprak
ignorale bir denge
oluşturma



$TN-S$ $TN-C$ $TN-C-S$

3. DAĞITIM ŞEBEKELERİ (TT, TN, IT)

Şebekeleri aşağıdaki kısaltmalarla karakterize edilmektedir:

1. Harf : Kaynağın Topraklama özelliklerini göstermektedir,

T : Bir noktanın direk olarak topraklanması *yıldız noktası topraklı*,
I : Tüm aktif kısımların Topraktan yarılılmaması veya bir noktanın empedans üzerinden topraklanması sembolize etmektedir. *Nötr noktası topraklı değil*

2. Harf : Elektrik Cihazının Gövdesinin Topraklama koşullarını göstermektedir,

T : Gövdenin, kaynağa ait topraklamadan bağımsız bir şekilde, direk olarak topraklanması *direk topraka bağlı*,
N : Gövdenin, direk olarak işletmeye ait topraklama hattına bağlanması sembolize etmektedir. *Koruma İletkenine bağlı*
Ayrıca TN Şebekede :

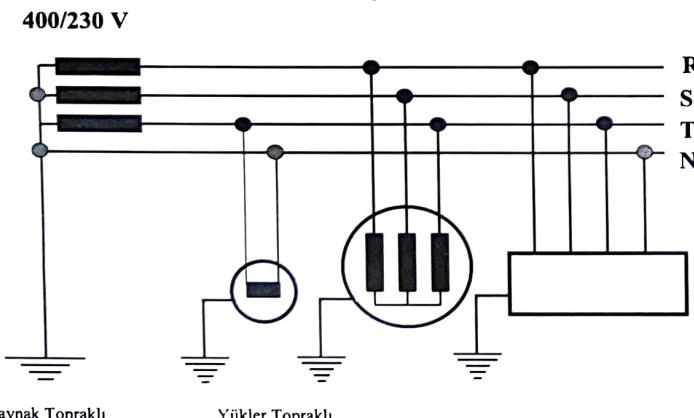
S : Nötr (N) ve Koruma (PE) hatları ayrıdır

C : Nötr (N) ve Koruma (PE) hatları ortaktır (PEN)

S (seperate :ayırlı), C (common:ortak), PE (protection earth: koruma iletkeni) N (nötr)

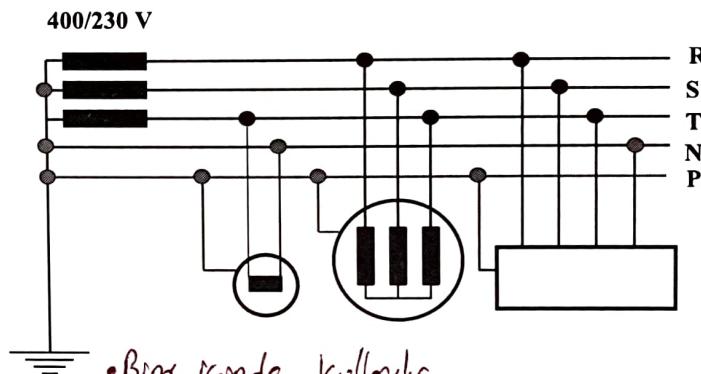
İfade etmektedir.

TT Sistemi
Sistem nötrü ve cihazlar ayrı ayrı topraklanmış



$\rightarrow S: separate (N ve PE ayrı)$

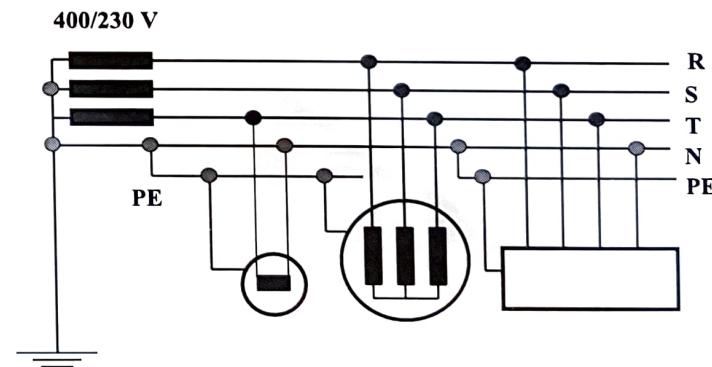
TN-S Sistemi
Koruma ve nötr fonksiyonları ayrı iletkenlerle



Protection Earth
(Koruma İletkeni)

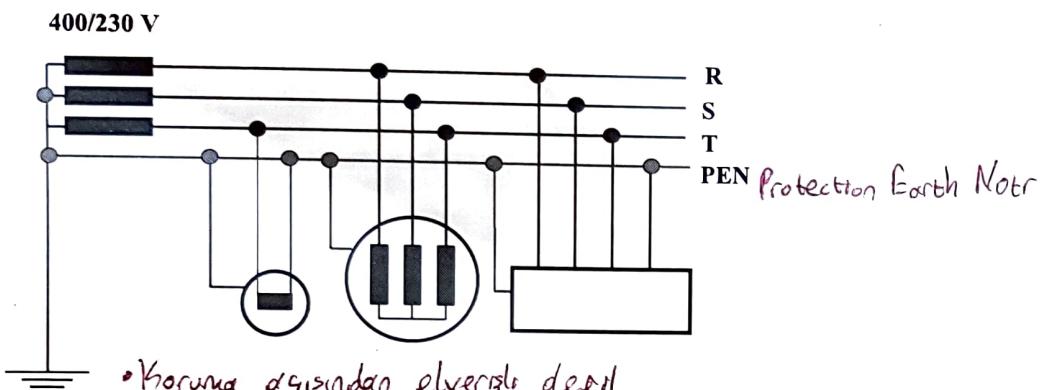
İletken kesitleri 10 mm^2 ye eşit veya küçük olan şebekelerde TN-S sistem kullanmak zorunludur.

TN-C-S Sistemi
Koruma ve nötr fonksiyonları şebekenin bir bölümünde birleştirilmiş

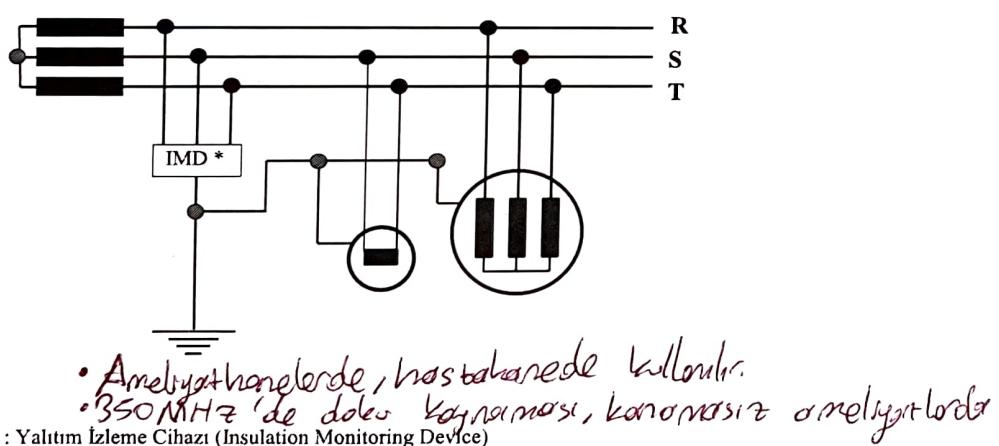


→ C: Couple (Ortak PE+N)

TN-C Sistemi
Koruma ve nötr fonksiyonları birleştirilmiş



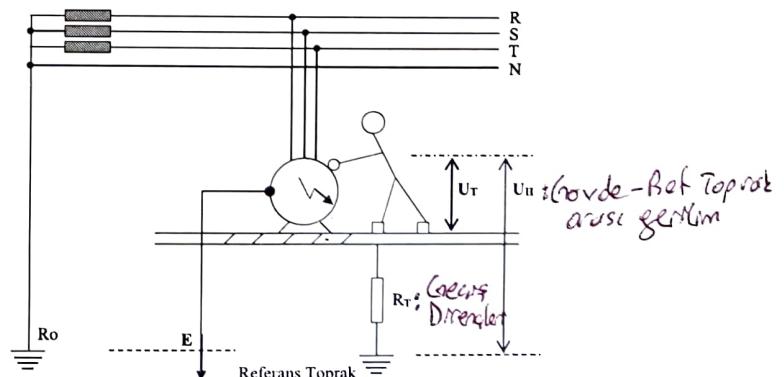
IT Sistemi
Sistem nötrü yalıtılmış ve cihazlar topraklanmış

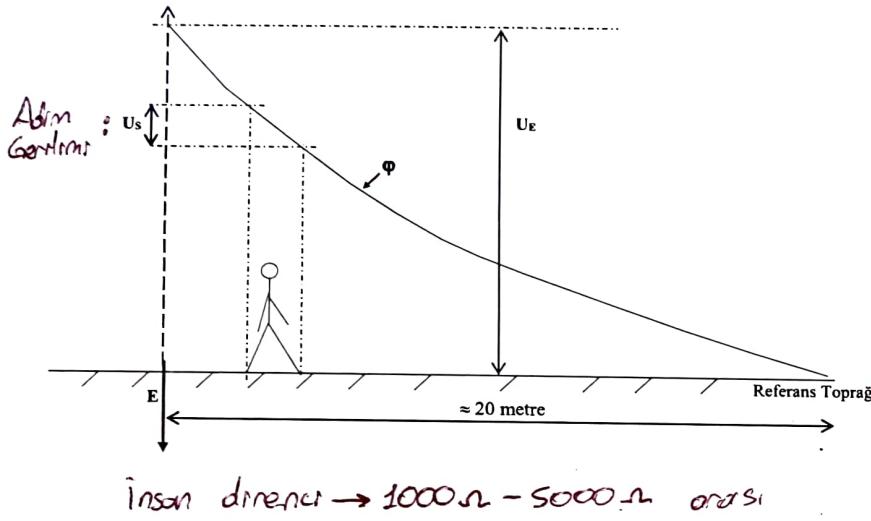


* IMD : Yalıtım İzleme Cihazı (Insulation Monitoring Device)
<https://www.bender.de/en/products/insulation-monitoring-overview>
http://file.scirp.org/Htm/3-6401032_3325.htm#txtF2

4. TANIMLAR

- | | |
|----------------------------|--|
| Alçak Gerilim | : Etkin değeri 1kV un altında olan gerilimlerdir |
| Tüketicileri | : Tüketicileri beslemek için yapılan elektrik tesisleridir |
| Tüketiciler | : Elektrik enerjisini elektriksel olamayan diğer enerji türlerine çeviren cihazlardır. |
| İşletme aracı | : Elektrik enerjisinden yararlanmak üzere kullanılan cihazlardır. |
| Aktif Kısım | : İşletme açısından gerilim altında bulunan ve işletme akım devresine ait sargı, direnç vb. iletken kısımlardır. Pasif kısımlara karşı "işletme izolasyonu" ile yalıtılmışlardır. |
| Gövde (Pasif Kısım) | : İşletme aracının her an temas edilebilecek olan, aktif kısımlardan işletme izolasyonu ile ayrılan fakat bir izolasyon hatası sonucu gerilim altında kalabilen madeni ve iletken kısımlardır. |
| Yıldız Noktası | : Herhangi bir işletme elemanının yıldız bağlı sargılarının ortak düğüm noktasıdır. |
| Faz İletkeni | : Kaynakla tüketicileri bağlayan iletkenlerdir, (R S T) veya (L1 L2 L3) olarak gösterilirler. |
| Nötr İletkeni | : Üç fazlı sistemlerde yıldız naktasından çıkan iletkeidir (N) veya (O) harfi ile gösterilir. |
| Koruma İletkeni | : Cihazları temas gerilimine karşı korumak için, cihaz gövdelerini işletme topraklamasına bağlayan iletkeidir. (PEN) ile gösterilir. |

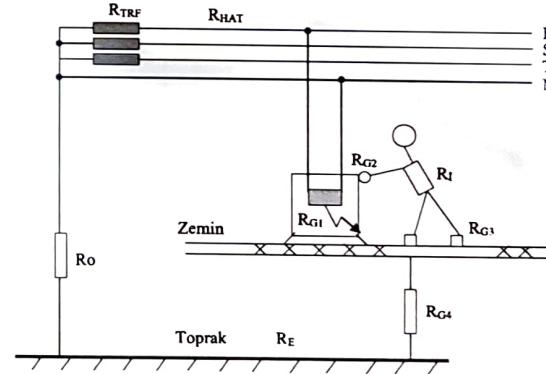




- Anma Gerilimi (U_N)** : Şebekenin adlandırıldığı gerilim olup faz arası değerdedir.
- İşletme Gerilimi (U_I)** : Bir tesis bölümünde veya bir işletme aracında faz iletkenleri arasındaki yerel gerilimidir. ($U_I \leq U_N$ veya $U_I > U_N$ olabilir)
- Hata Gerilimi (U_H)** : Bir gövde kaçağı (yalıtım hatası) olması durumunda, gövde ile referans toprağı arasında oluşan gerilimdir
- Topraklayıcı Gerilimi (U_E)** : Bir gövde kaçağı (yalıtım hatası) sonucu topraklayıcıdan bir hata akımı akması durumunda, topraklayıcı ile referans toprağı arasında oluşan gerilimdir
- Temas Gerilimi (U_T)** : Hata Geriliminin insan vücudu tarafından köprülenen kısmıdır
- Yeryüzü Potansiyeli (ϕ)** : Topraklayıcı ile referans toprağı arasındaki gerilim dağılımıdır
- Adım Gerilimi (U_s)** : Bir kaçak olması durumunda, yeryüzü potansiyelinin insan (veya canlı) ayakları arasında köprülenen kısmıdır *S: step*
- Hata Akımı (I_H)** : Bir yalıtım hatası sonucunda, gövde, toprak veya koruma iletkeninden geçen akımdır
- Kaçak Akım** : Cihazların aktif kısımlarından, işletme izolasyonu üzerinden gövdelerine geçen akımdır.
- Topraklayıcı (Elektrod; E)** : Toprakla iletken bir bağlantı kurmak amacıyla, toprağa gömülü iletken malzemelerdir.

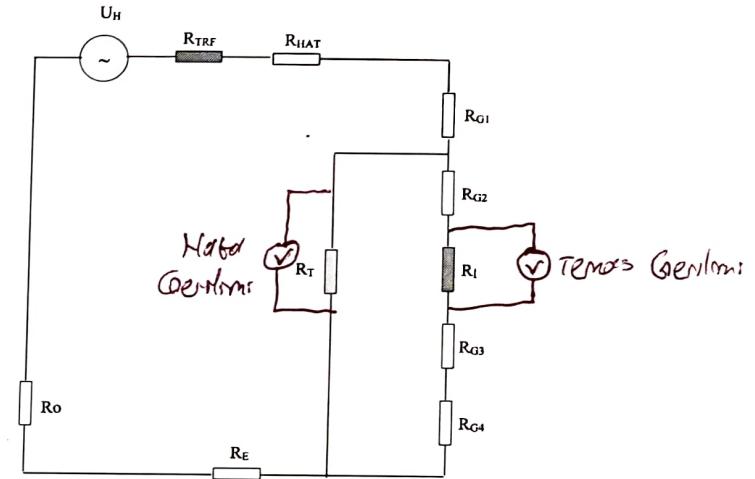
- Topraklama** : Cihazların topraklanacak olan kısımlarının (örneğin, gövdelerinin) topraklama tesisi üzerinden, toprak ve iletken bağlantısının yapılmasıdır.
- Topraklama Tesisi** : Birbirleriyle iletken olarak bağlanmış olan, topraklama hattı, varsa topraklama barası ve topraklayıcıların tamamıdır.
- Topraklama Hattı** : Tesisin veya işletme araçlarının veya cihazların topraklanacak olan bölgelerini, topraklayıcı ile bağlayan iletkeidir.
- Referans Toprağı** : Bir topraklayıcıdan yeteri kadar uzaklıkta bulunan (yaklaşık 20 m) ve yeryüzü potansiyelinin yeterince küçük olduğu toprak
- Zemin** : İşletme araçlarının yerleştirildiği ve insanların ayak bastıkları yerdir. Zeminle toprak arasında bir geçiş direnci söz konusu olup bu direnç çeşitli faktörlere bağlıdır.
- Yayılma (Geçiş) Direnci** : Bir topraklayıcı ile referans toprağı arasındaki geçiş direncidir.
- İşletme Topraklaması** : İşletme araçlarının aktif kısımlarının ve nötr hattının topraklanmasıdır
- Koruma Topraklaması** : Bir yalıtım hatası durumunda, insanları yüksek temas gerilimlerine karşı korumak için işletme araçlarının gövdelerinin topraklanmasıdır

5. HATA AKIMI DEVRESİ

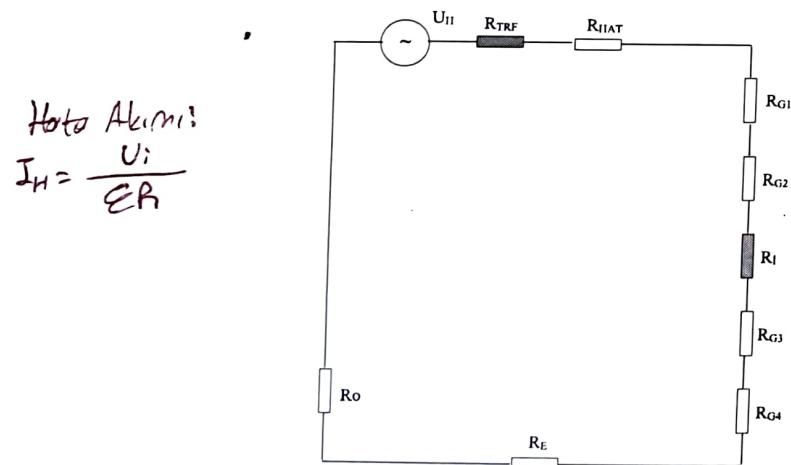


Şekil 5.1. Hata Oluşumu – Gövde Kaçığı

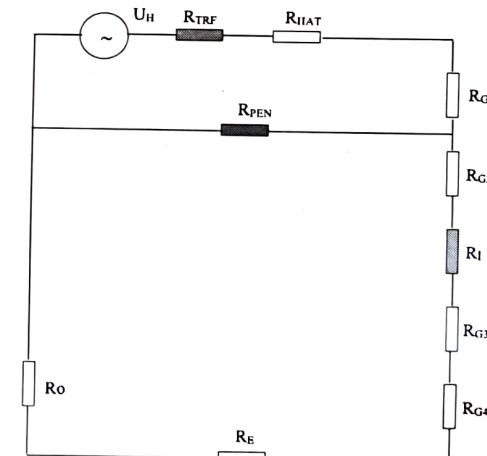
- R_{TRF} : Trafo Faz Sargısının Direnci
 R_{HAT} : İletim Hattı Direnci
 R_{G1} : Yalıtım hatasının oluşturduğu yerdeki geçiş direnci
 R_{G2} : Arızalı işletme aracı gövdesi ile insan eli geçiş direnci
 R_I : İnsan vücudu direnci $1000 \sim 5000 \Omega$
 R_{G3} : İnsan ayağının bastığı yerdeki ayak ile zemin arasındaki geçiş direnci *Ayakkabı*
 R_{G4} : Zemin ile gerçek toprak arasındaki geçiş direnci
 R_E : Toprağın direnci *Toprağın ısmarla bozlu*
 R_A : Arızalı işletme aracının üzerinde durduğu altlık direnci
 R_{GS} : Altlık ile gerçek toprak arasındaki geçiş direnci
 R_T : Koruma Topraklaması direnci
 R_o : İşletme Topraklaması direnci



Şekil 5.2. Hata Akımı Eşdeğer Devresi (topraklama var "R_T")



Şekil 5.1. Hata Akımı Eşdeğer Devresi (topraklama yok, motorun allığı zeminden yalıtılmış)



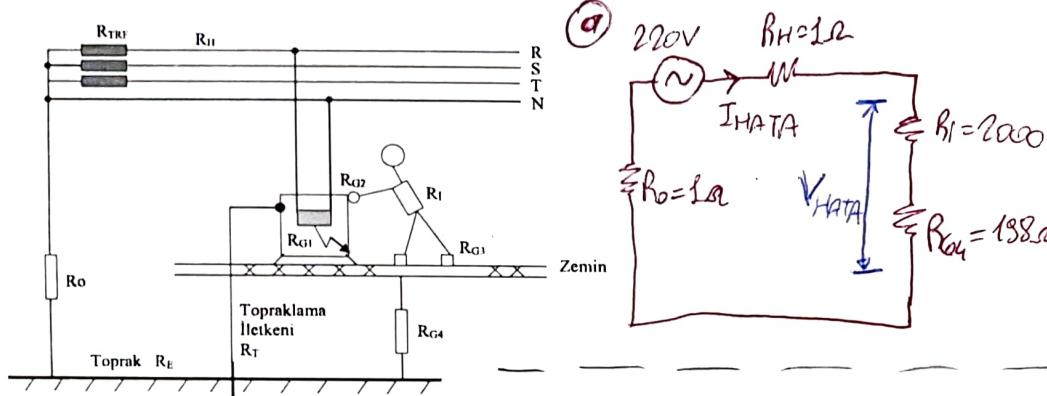
Şekil 5.3. Hata Akımı Eşdeğer Devresi (koruma iletkeni var "R_{PEN}")

Örnek Problem 4.1.)

Aşağıda şekli verilen TT şebekeye bağlı cihazda bir gövde kaçacı olması durumunda;

a) Cihaz topraklanmamış durumda iken, $R_H = 1 \text{ ohm}$, $R_I = 2000 \text{ ohm}$, $R_{G4} = 198$, $R_o = 1 \text{ ohm}$ (diğer tüm dirençler ihmal) değerleri ile akacak **Hata akımını**, **Hata Gerilimini** ve **Temas Gerilimini** hesaplayınız

b) Topraklama yapılması durumunda, topraklama direncini $R_T = 0,2 \text{ ohm}$ kabul ederek; **Hata akımını**, **Hata Gerilimini** ve **Temas Gerilimini** hesaplayınız.
(NOT : $U_{II} = 220 \text{ V}$)



Cözüm 4.1.

a.) Hata akımı devresindeki dirençlerin toplamı;

$$R_{TOPLAM} = R_H + R_I + R_{G4} + R_o \\ R_{TOPLAM} = 1 + 2000 + 198 + 1 = 2200 \text{ Ohm}$$

b.) Hata akımı;

$$I_H = \frac{U_R}{R_{TOPLAM}} = \frac{220}{2200} = 0,1 \text{ A}$$

c.) Hata Gerilimi :

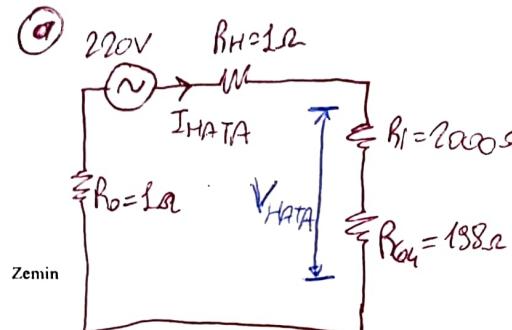
$$U_{II} = (R_I + R_{G4}) \times I_{II} = 2198 \times 0,1 = 219,8 \text{ V}$$

d.) Temas Gerilimi :

$$U_T = R_I \times I_{II} = 2000 \times 0,1 = 200 \text{ V}$$

b.) Yeni durumda hata akımı devresindeki dirençlerin toplamı;

$$R_{TOPLAM} = R_H + (R_I + R_{G4}) // R_T + R_o \\ R_{TOPLAM} = 1 + (2000 + 198) // 0,2 + 1 = 1 + 0,2 + 1 = 2,2 \text{ Ohm}$$



e.) Hata akımı;

$$I_H = \frac{U_R}{R_{TOPLAM}} = \frac{220}{2,2} = 100 \text{ A}$$

f.) Hata Gerilimi :

$$U_{II} = (R_I + R_{G4}) \times I_{II} / R_T \times I_{II} = 0,2 \times 100 = 20 \text{ V}$$

g.) Temas Gerilimi :

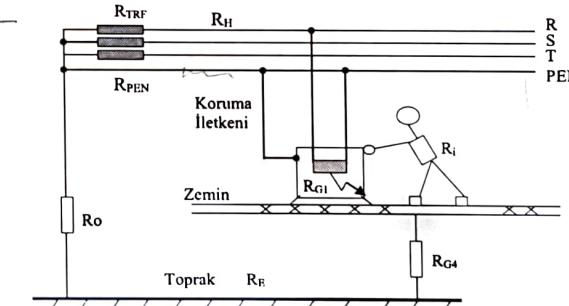
$$U_T = \frac{R_I}{R_I + R_{G4}} \cdot U_{II} = \frac{2000}{2198} \cdot 20 = 18,2 \text{ V}$$

Örnek Problem 4.2.)

Aşağıda şekli verilen TN-C şebekeye bağlı cihazda bir gövde kaçacı olması durumunda;

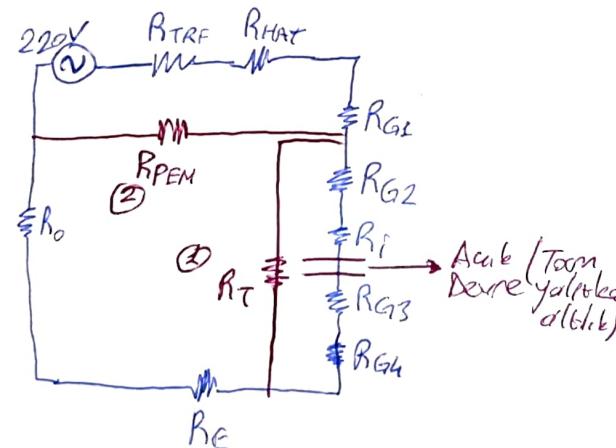
a-) **Hata akımını**, **Hata Gerilimini** ve **Temas Gerilimini** Hesaplayınız

b-) Gövdeyi koruma iletkenine bağlayan telin kopması durumunda; **Hata akımını**, **Hata Gerilimini** ve **Temas Gerilimini** Hesaplayınız



U_Y	:	220 V
$R_{TRF+HAT}$:	0,4 Ω
R_{G1}	:	0,2 Ω
R_I	:	2000 Ω
R_{G4}	:	198 Ω
R_o	:	1,4 Ω
R_{PEN}	:	0,4 Ω

Not : verilmeyen dirençler ihmal edilecektir !
Zemin ile cihaz gövdesi arası "altılık" tam yalıtkandır !



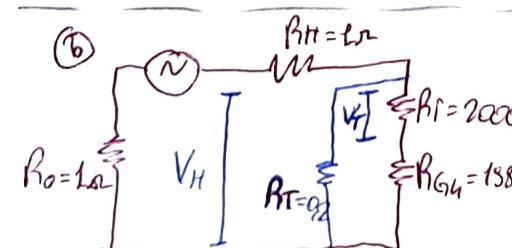
Cözüm 4.2.

a.) Hata akımı devresindeki eşdeğer direnç;

$$R_{TOPLAM} = R_{TRF+HAT} + R_{G1} + R_{PEN} // (R_I + R_{G4} + R_o)$$

$$R_{TOPLAM} = R_{TRF+HAT} + R_{G1} + \frac{(R_{PEN}) \times (R_I + R_{G4} + R_o)}{(R_{PEN} + R_I + R_{G4} + R_o)}$$

$$R_{TOPLAM} = 0,4 + 0,2 + \frac{(0,4) \times (2000 + 198 + 1,4)}{(0,4 + 2000 + 198 + 1,4)} = 0,6 + \frac{0,4 \times 2199,4}{2199,8} = 0,6 + 0,4 = 1 \Omega$$



Hata akımı:

$$I_H = \frac{U_R}{R_{TOPLAM}} = \frac{220}{1} = 220 \text{ A}$$

Hata Gerilimi :

$$U_{PEN} = R_{PEN} \times I_H = 0,4 \times 220 = 88 \text{ V}$$

$$U_{PEN} = U_H + U_O$$

$$U_H = \frac{R_I + R_{G4}}{R_I + R_{G4} + R_O} \times U_{PEN} = \frac{2198}{2199,4} \times 88 \approx 88 \text{ V}$$

Temas Gerilimi :

$$U_T = \frac{R_I}{R_I + R_{G4}} \times U_H = \frac{2000}{2198} \times 88 \approx 80 \text{ V}$$

b.) Hata akımı devresindeki dirençlerin toplamı;

$$R_{TOPLAM} = R_{TRF} + R_{HAT} + R_{G1} + R_I + R_{G4} + R_O$$

$$R_{TOPLAM} = 0,4 + 0,2 + 2000 + 198 + 1,4 = 2200 \text{ Ohm}$$

c.) Hata akımı:

$$I_H = \frac{U_R}{R_{TOPLAM}} = \frac{220}{2200} = 0,1 \text{ A}$$

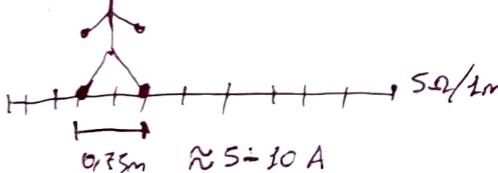
d.) Hata Gerilimi :

$$U_H = (R_I + R_{G4}) \times I_H = 2198 \times 0,1 = 219,8 \text{ V}$$

e.) Temas Gerilimi :

$$U_T = R_I \times I_H = 2000 \times 0,1 = 200 \text{ V}$$

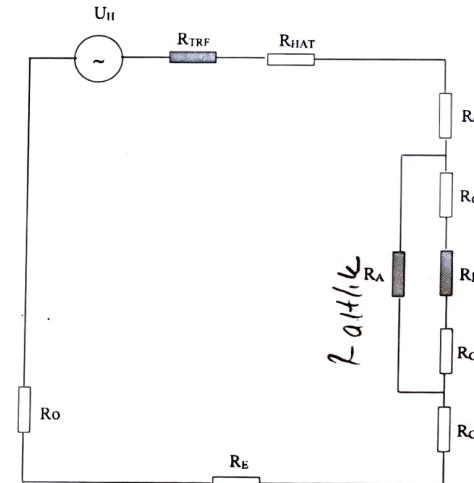
NOT: Adım Gerilimi



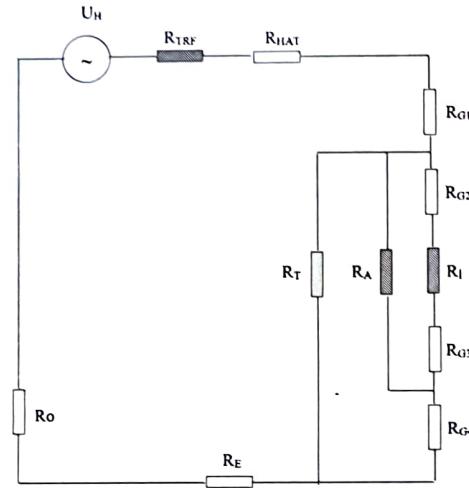
Tablo 5.1. Sigortaların 5s ve 0,4 s lik açma sürelerine karşılık gelen açma akımları

Alçak Gerilim gL, gG, gM sigortaları		
I_n (A)	I_n (A) 5 s	I_n (A) 0,4 s
2	9,5	17
4	19	32
6	28	50
10	48	80
16	70	120
20	86	150
25	115	210
32	150	250
35	173	267
40	200	300
50	250	460
63	330	610
80	430	800
100	580	1050
125	715	1300
160	950	1800

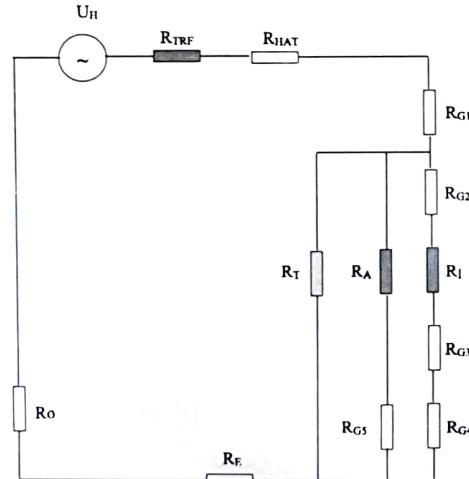
Örnek Problem 4.3.) Motorun allığıının direncinin göz önüne alınması



Şekil 5.4. Hata Akımı Eşdeğer Devresi (toplaklıma yok, motorun allığı belirli bir "R_A" dirence sahip)

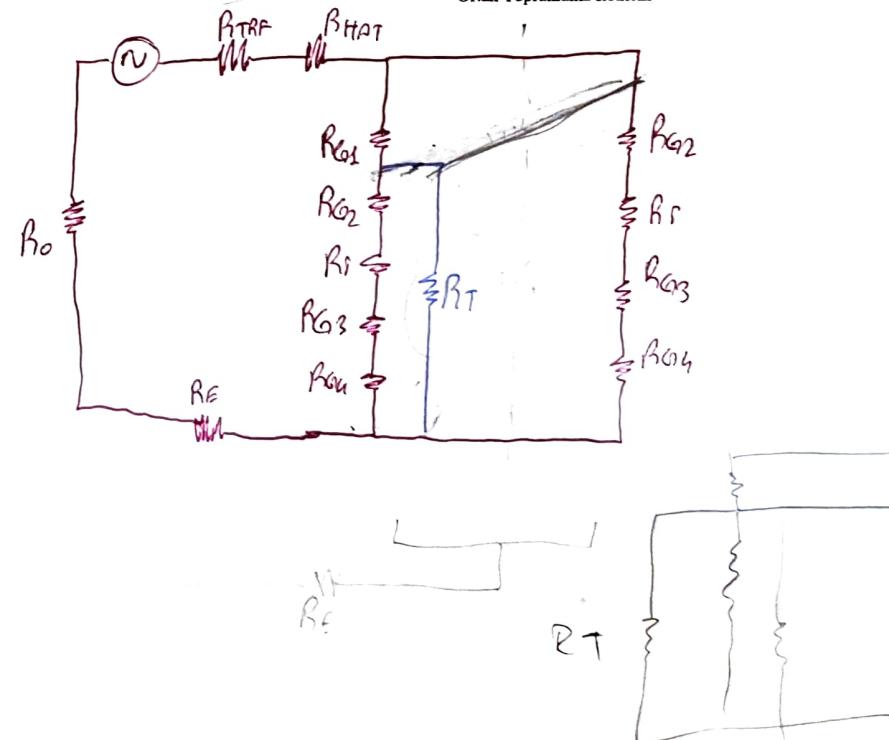
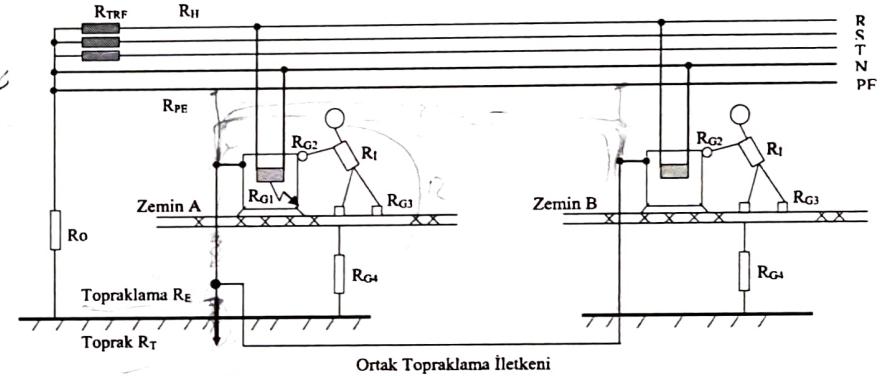


Şekil 5.5. Hata Akımı Eşdeğer Devresi (topraklama var “ R_T : Topraklama Direnci”, motorun altlığı belirli bir “ R_A ” dirence sahip)



Şekil 5.6. Hata Akımı Eşdeğer Devresi (topraklama var “ R_T : Topraklama Direnci”, motorun altlığı ile insanın üzerinde durduğu zeminler farklı “ R_{GS} : Motor altlığının durduğu zemin ile referans toprak arası geçiş direnci”)

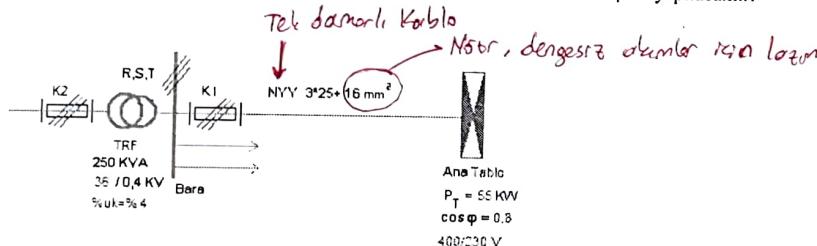
Örnek Problem 4.4.) Şekil 5.4 – 5.5 – 5.6.'da Topraklama yerine “Koruma İletkeni” kullanılması durumları için “hata akımı devreleri” ayrıca irdelenmelidir.



ELEKTRİK TESİSLERİNDE AŞIRI AKIM KORUMA CİHAZI (SİGORTA/KESİCİ) SEÇİMİ

UYGULAMA

Şekildeki trafo çıkışındaki (K1) ve girişindeki (K2) koruma cihazlarının seçimi yapılacaktır.



a) Anma akımlarının belirlenmesi

K1 koruma cihazı için

Yük akımı :

$$I_e'' = I_{YÜK} = \frac{P_T}{\sqrt{3} \times U \times \cos \phi} = \frac{55 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,8} = 99,23 \text{ A} \quad (1)$$

$$I_K'' = \frac{S}{\sqrt{3} U_k}$$

K1 koruma cihazlarının anma akımı değeri 100 A olmalıdır.
Üç faza da konması gereğinden : 3x100 (A) olur.

K2 koruma cihazı için

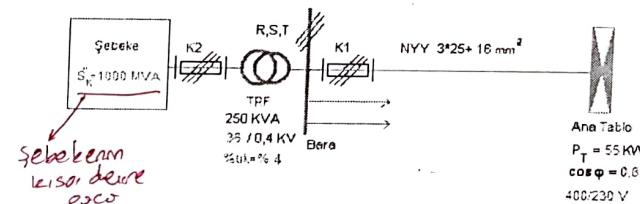
Trafo anma akımı (36 kV tarafı) :

$$I_{TRF} = \frac{S_{TRF}}{\sqrt{3} \times U} = \frac{250}{\sqrt{3} \times 36} = 4 \text{ A}$$

Katalogda 4 A olmadığından 6 A seçilir
K2 koruma cihazlarının anma akımı değeri 6 A olmalıdır.
Üç faza da konması gereğinden : 3x6 (A) olur.

$$I_K'' = \frac{S}{\sqrt{3} U_k}$$

b) Maksimum Kısa devre akımlarının (I_{SC}) belirlenmesi



Burada trasfodan önceki şebekenin kısa devre gücü önemlidir. Bu veri ilgili elektrik dağıtım işletmesinden alınır.

$S_K'' = 1000 \text{ MVA}$ (Kısa Devre Gücü) anlamı ;
 $I_K'' = \sqrt{3} \times U_N \times I_K$

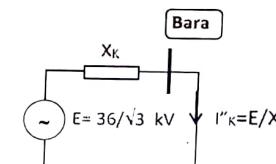
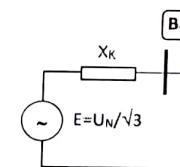
Yani K2 koruma cihazlarının önünde (trafo tarafı) olacak bir 3 FAZ kısa devrede akacak en büyük kısa devre akımı :

$$I_K'' = \frac{S_K''}{\sqrt{3} \times U_N} = \frac{1000 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \times 36 \cdot 10^3} = 16038 \text{ A} \equiv 16 \text{ kA} \text{ olacaktır.}$$

$I_{SC} \geq I_K'' = 16 \text{ kA}$ seçilmelidir.

Aynı kısa devre akımı devre yaklaşımı ile de bulunabilir :

Arıza 36 kV tarafında olacağından:



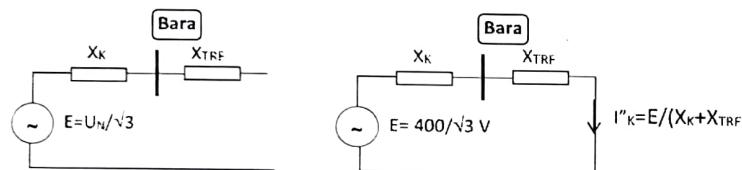
Şebekе empedansı (36 kV tarafı) :

$$X_K = \frac{U_N^2}{S_K''} = \frac{36^2}{1000} = 1,296 \text{ Ohm}$$

Kısa devre akımı :

$$I_K'' = \frac{E}{X_K} = \frac{\left(\frac{U_N}{\sqrt{3}}\right)}{X_K} = \frac{\left(\frac{36000}{\sqrt{3}}\right)}{1,296} = \frac{20786}{1,296} = 16038 \text{ A} \approx 16 \text{ kA} \text{ olarak hesaplanır}$$

- K1 koruma cihazlarının önünde olacak bir 3 FAZ kısa devresinde akacak en büyük kısa devre akımı için 400 V tarafına indirgenmiş Şebeke empedansı ve trafo empedansı hesaplanmalıdır



$$X_K = \frac{U_N^2}{S_K} = \frac{0,4^2}{1000} = 0,00016 \text{ Ohm} \quad \text{Ye ye} \quad X_k = 1,286 \Omega [36 \text{ kV}] \Rightarrow X_k = 1,286 \left(\frac{0,4}{36} \right)^2$$

$$X_{TRF} = (\%uk) \times \frac{U_N^2}{S_{TRF}} = 0,04 \times \frac{400^2}{250 \cdot 10^3} = 0,0256 \text{ Ohm}$$

$$I_K'' = \frac{E}{(X_K + X_{TRF})} = \frac{\left(\frac{U_N}{\sqrt{3}}\right)}{(X_K + X_{TRF})} = \frac{\left(\frac{400}{\sqrt{3}}\right)}{(0,00016 + 0,0256)} = \frac{231}{0,02576} = 8965 \text{ A} \approx 9 \text{ kA}$$

$I_{SC} \geq I_K'' = 9 \text{ kA}$ seçilmelidir.

c) Açıma karakteristisinin belirlenmesi ve Aşırı akım cihazının seçimi

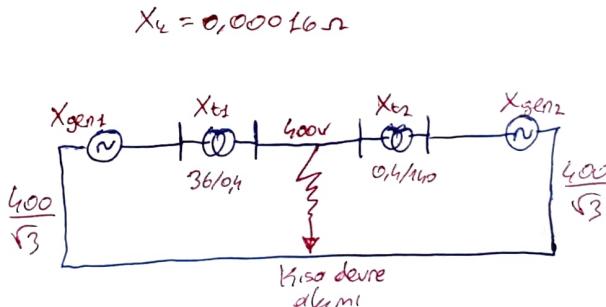
K1 için NYY kablo ile Ana tabloya bağlı yükler belirleyici olur, C veya D tipi uygun olur.

K2 için Trafoya bağlı tüm yükler belirleyici olur, C veya D tipi uygun olur.

K1 (AG) : Bıçaklı sigorta veya Sigortalı Yük ayırcısı veya Kompakt Tip Kesici olabilir.

K2 (OG): Sigortalı Yük Ayırcısı veya Kesici olabilir. Ancak Kesici kullanmak 4-5 kat pahalı olur.

KD eserim ne ise ona göre indirgenen işlem yapılmalı.



Tüm deşeler
400V'da
indirgenmelir

Durdurulması istenen herhangi bir akımın kesilmesi

SEKONDER KORUMA durdurulması istenen herhangi bir akımın kesilmesi

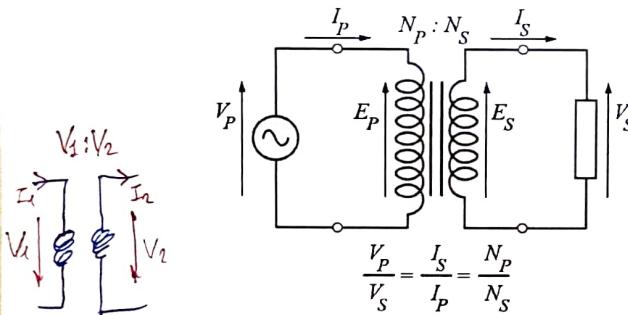
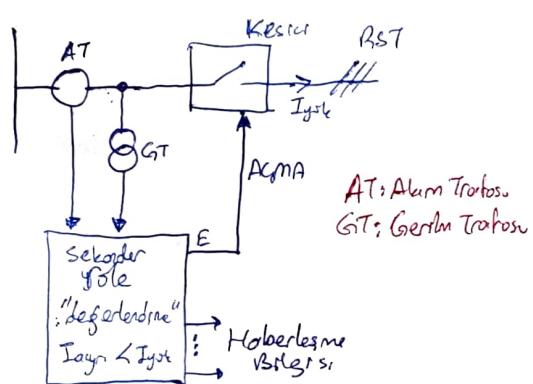
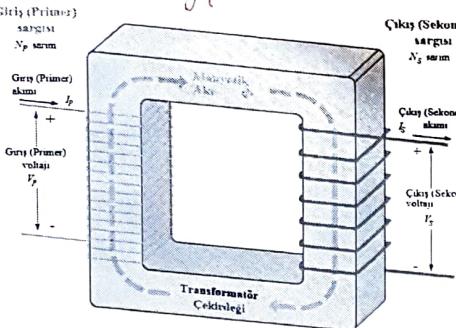
1. Ölçme Trafoları (Akım Trafosu / Gerilim Trafosu)

2. Sekonder Röleler

3. Anahtarlama Elemanları (Kesiciler / Ayrıcılar)

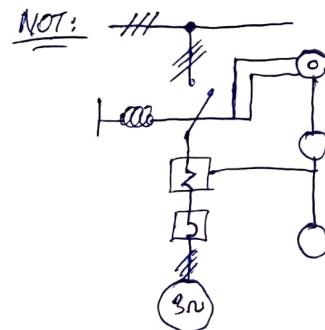
1. Ölçme Trafoları (Akım Trafosu / Gerilim Trafosu)

Trafoların direk temaslı bağlanması ise izolasyonu saglar

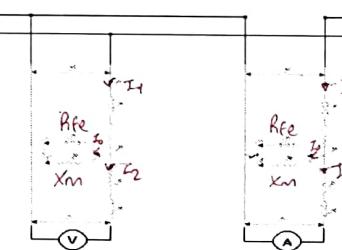
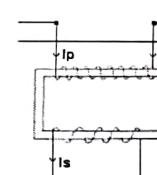
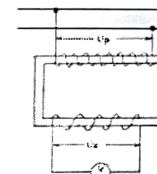
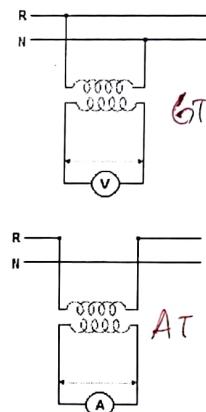
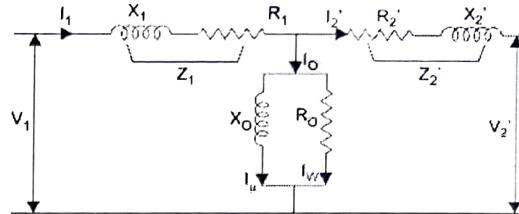


$$S = V_1 I_1 = V_2 I_2$$

$$n = \frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1}$$



- Olumsuz
- Daforcedende
- Acma / Kapama



AGIK
OPEN
GÖRD
CLOSE
GÖRD
CLOSE

KAPALI
CLOSE
GÖRD
CLOSE

• Gerilim trafosunun sekondör me buyle empedanslı malzemeler bağlanır.
Direkt ampermetre bağları

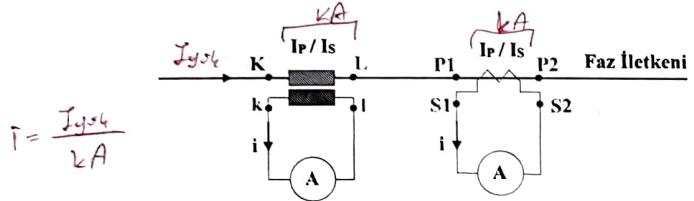
• Ampermetre devreye seri bağlanır enak, gerilim 1kV ısteğindeki testislerde olumsuz trafosu bağlanmak zorundadır.
GT ve AT ile gerekli

• Akım Trafosunun sekondör östü örtük devre edilmez

• Akımı kesmek için kesser ləzim, AG. trafosu portkosu zamanla yarar.

• Sekondörde örtük devre yap ve yox boyutu dəqiqətədənənsə bağla
GT sekondör östü kisə devre edilməz.

1.1. Akım Trafoları (AT) / Current Transformer (CT)



ATların sekonderlerine Ampermetre veya Watmetre, Sayaç vb cihazların "Akım Bobinleri" bağlanır.

AT Sekonderi kesinlikle açık devre edilmemelidir !

ATların temel görevleri :

- Hat akımını küçültmek AG-YG
- Gerilim izolayonu sağlamak 1kV iste testlerde
- Standart ölçü cihazı yapısını sağlamak skala deffterinde defterlerde

ATların bazı temel büyüklükleri:

- 1) Anma Gerilimi [U_N]
- 2) Anma Akımları ve Çevirme Oranı [k_A]
- 3) Devamlı yük akımı
- 4) Termik Dayanım Anma Akımı [I_{th}]
- 5) Dinamik Dayanım Anma Akımı [I_{dyn}]
- 6) Anma Gücü [N_A]
- 3) Sınıf (Klas) [Cl]
- 4) Doyma (Saturasyon) Katsayısi [n_N]

AT Anma Gerilim Değeri [U_N] : AG/YG

Akim trafosunun yalıtılmayanın bakımından; kullanılabileceği işletme gerilimidir (6.3 kV, 10.5 kV, 15 kV, 34.5 kV, 36 kV)

AT Anma Akımları ve Çevirme Oranı [$k_A=I_p/I_s$] :

I_p : 5 - 10 - 15 - 20 - 25 50 75 100 250 500 1000 2000 (A)
 I_s : 5 (A) (Özel imalat I_s : 1 A)

Nomalde

$$k_A = \frac{I_p}{I_s} \quad i = \frac{I_{HAT}}{k_A}$$

Sadece barosol boyaslonları ile gerilme oranı hatasına sepep olur. Yani AT sadece KA den ibret olmayacağı 2,5 kVA yerine 5 kVA seviye ictde sıkıntı veren

Örnek : Hat akımı 85 A iken, akım trafosu $k_A = \frac{100}{5} = 20$ seçilmiş ise, Ampermetreden

$$\text{geçen akım } i = \frac{I_{HAT}}{k_A} = \frac{85}{20} = 4.5 \text{ A olarak ölçülür.}$$

Primer Akımı

Devamlı yük akımı : 1,2 IN AT %100 yoksə çalıştırınaya özen göstermelidir

Akim trafları, anma akımlarının %20 fazlasına kadar aynı hata oranı ile çalışırlar.

Kısa devre termik akımı: $I_{th}=100 \text{ IN } (t=1s)$

Oluşan arıza akımları, akım traflarını termik bakımından zorlarlar. Termik anma akımı, bir akım traflosunun $t=1$ saniye süreyle zarar göremeden taşıyabilecegi en büyük akım değeri olarak tanımlanır.

Standart olarak bu değerin, primer akım anma değerinin 100 katı olması öngörülmüştür. Etikette gösterilmemesi durumunda da bu değer geçerlidir. Özel amaçla daha büyük termik dayanımlı AT lari üretilmekte dir.

Gerçekte, arıza akımının temizlenme süresi; 1 saniyeden kısa veya 1 saniyeden uzun olabilir. Bu durum dikkate alınarak Termik anma akımının aşağıdaki bağıntı ile kontrol edilmesi gereklidir;

$$I_k = \frac{I_{th}}{\sqrt{t}}$$

bağıntısından "t"süresi içinde akım traflosunun taşıyabilecegi en büyük kısa devre akımı belirlenir ve bu akımın, o noktadaki (bilinen/hesaplanan) kısa devre akımı ile kıyaslanması yapılır.

Bulunacak I_k değeri o nokta için bilinen kısa devre akımından büyükse akım traflosunun seçiminin doğru olduğu kabul edilir.

6 0

Aksa halde: $\frac{250}{\sqrt{t}}$
 $F = BIL \rightarrow$ Gök oyun
 dinamik olarak
 işgiliyor
 sebebi
 sen

Kısa devre dinamik akımı : $I_{dyn}=250 \text{ IN } (t=1s)$

Arıza akımının ilk periyodunda; arıza akımının en büyük tepe değerine ulaşılır. Bu değer akım traflarını dinamik olarak zorlayan, sargılar arası itme ve çekme kuvvetleri meydana getirir. Akım traflosunun bu kuvvetlere dayanması gereklidir. Buna dayanabilen akım traflosu, sonraki periyotlarda; akım değeri kılıçlılarından dinamik yönden sorun yaşamaz. Standart olarak bu değerin, primer akım anma değerinin 250 katı olması öngörülmüştür.

7 AT Sekondeler Gücü :

Sekondere bağlanacak kablo ve cihazların gücünü karşılamak için farklı güçlerde AT lari üretilir.

$$S_N(\text{VA}) : 2,5 - 5 - 10 - 15 - 30$$

8 AT Sınıfı :

Bir Akım Traflosunun sınıfı (Class); primerinden anma akımı akarken, sekonderden akan akımın, anma değerinden (5A) en fazla ne kadar farklı olabileceğini % olarak ifade eder. Bu

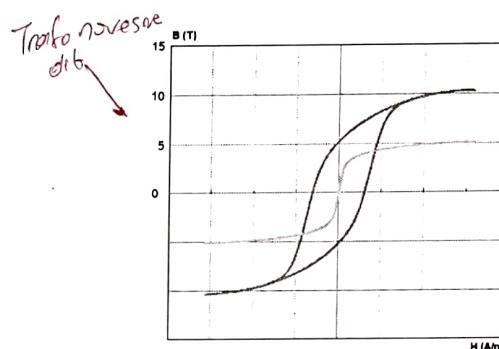
- Yoldaşlık olam
- Sekonderde boyl. göldürm
- doğru sevm
- Yoldaşlık olam

Yapılabilirlik Max. hata

fark (+ : Fazla; Müşteri aleyhine) veya (- : Az; Müşteri lehine) yönde olabilir.

$$\% \epsilon_{\text{hata}} = 100 \cdot \frac{(k_N \cdot I_S - I_p)}{I_p}$$

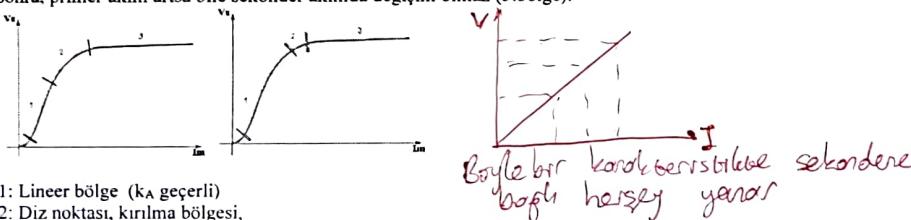
Ölçme devrelerinde (%) : 0.1–0.2–0.5 sınıfından
Koruma devrelerinde (%) : 1–3–5 sınıfından AT kullanılır.
Peki ya?



Sınıf	Anma akımının % si için Akım Ölçme % hata limiti				Anma akımının % si için Faz açısı hatasının limiti			
	10	20	100	120	10	20	100	120
0.1	± 0.25	± 0.2	± 0.1	± 0.1	$\pm 10^\circ$	$\pm 8^\circ$	$\pm 5^\circ$	$\pm 5^\circ$
0.2	± 0.50	± 0.35	± 0.2	± 0.2	$\pm 20^\circ$	$\pm 15^\circ$	$\pm 10^\circ$	$\pm 10^\circ$
0.5	± 1	± 0.75	± 0.75	± 0.5	$\pm 60^\circ$	$\pm 45^\circ$	$\pm 30^\circ$	$\pm 30^\circ$
1.0	± 2	± 1.5	± 1.5	± 1.0	$\pm 120^\circ$	$\pm 90^\circ$	$\pm 60^\circ$	$\pm 60^\circ$

Döymə (Saturation) Katsayısi [nN] :

Bir akım Trafosunun primerinden geçen akım arttıkça, sekonderinden geçen akım da aynı oranda artar. Bu lineer artış primer anma akımının belli bir kat üstüne çıkana kadar devam eder (1.bölge). Kirılma bölgesi denen bölgede akım çevirme oranı değişir (2.bölge) daha sonra, primer akım artsa bile sekonder akımda değişim olmaz (3.bölge).



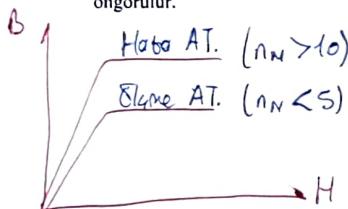
- 1: Lineer bölge (ka geçerli)
- 2: Diz noktası, kirılma bölgesi,
- 3: Doyum bölgesi

Ölçmede kullanılan akım trafolarında nN <= 5 : Linear Çalışması İstenecektir

Ölçme devrelerinde kullanılan akım trafolarında, sekonder akımların ölçme cihazlarına zarar vermesini engellemek için döymə katsayısının $n_N \leq 5$ olması öngörlülür.

Koruma kullanılan akım trafolarında nN > 10 : Döymə nonlinear çalışması istenir

Koruma devrelerinde, arıza sırasında primerden geçebilecek yüksek akımların, anma akım çevirme oranına (k_A) göre sekondere yansması istenir. Böylece; arızadan kaynaklanan aşırı akım Röle tarafından doğru algılanabilecektir. Bu sayede ters zamanlı röleler hızlı ve seçici olarak çalışabilir. Bu nedenle koruma akım trafolarında döymə katsayısının $n_N \geq 10$ olması öngörlür.



Hatalı Sekonder Gücü seçimi sonucu oluşan doyma "nN" hataları "nG" :

Döymə Katsayıları, akım Trafosunun Anma yükleri için geçerlidir. Bir akım trafosu sekonderine bağlı olan yükler, anma yükünden çok veya az ise; Döymə Katsayısı plakasında verilen (anma) değerinden farklı olur. Gerçek döymə katsayı "nG" a aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanabilir.

S_N: AT Plakasında yazılı anma gücü
n_N: AT Plakasında yazılı döymə katsayı

S_G: AT sekondere bağlı cihazların gerçek gücü
n_G: Hesaplanan döymə katsayı

$$S_N \cdot n_N = S_G \cdot n_G \quad n_G = n_N \cdot \frac{S_N}{S_G}$$

Örnek 1.

$$k_A = \frac{100}{5} = 20 \quad n < 5 \text{ olan bir ölçme AT anma gücü } 30 \text{ VA iken sekondere bağlı yük } 15 \text{ VA}$$

ise gerçek çevirme oranı bu durumda: $30 \cdot 5 = 15 \cdot n_G \quad n_G = 5 \cdot \frac{30}{15} = 10$ olacaktır. Bu nedenle 5x100 A den sonra doymaya girmesi gereklidir. Dolayısı ile 1000 Ampere kadar $k_A = \frac{100}{5} = 20$ çevirme oranı ile çalışacaktır. 500 A üzerinde akım akacak arıza durumlarda sekondere bağlı cihazlar için akımlar zarar verici olabilecektir.

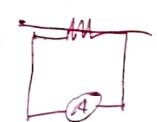
Örnek 1.

$$k_A = \frac{100}{5} = 20 \quad n > 5 \text{ olan bir koruma AT nun anma gücü } 15 \text{ VA iken sekondere bağlı yük } 30 \text{ VA ise gerçek çevirme oranı bu durumda: } \rightarrow n_G ?$$

$$15 \cdot 10 = 30 \cdot n_G \quad n_G = 10 \cdot \frac{15}{30} = 5 \text{ olacaktır. Bu nedenle } 10 \times 100 \text{ A den sonra doymaya girmesi gereklidir. Dolayısı ile } 100 \times 10 = 1000 \text{ A } \rightarrow \text{linear çalışır.}$$

Bu arıza 1000 A ile linear çalışır. 500 A'dan önceki 500 A'dan sonrası hatalı olur!

$$k_A = \frac{100}{5}$$



$$S_p = 15 \text{ VA}$$

$$S_L = 30 \text{ VA}$$

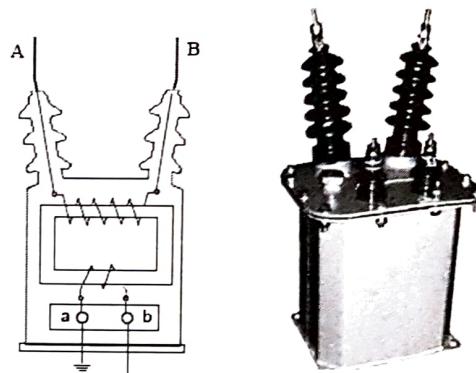
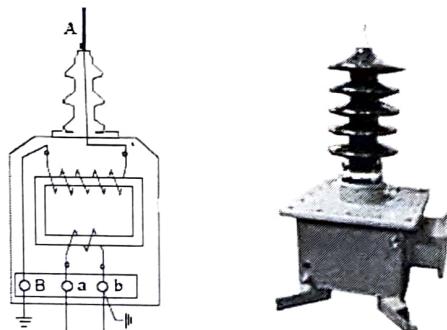
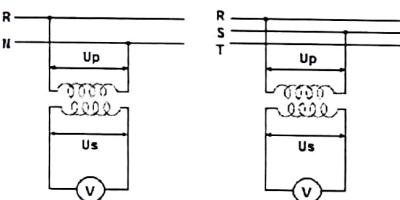
$$k_A = \frac{100}{5} = 20 \text{ oranı } 500 \text{ A üzerinde geçerli olmayıp sabit kalacağından arıza arıza durumlarında sekondere bağlı cihazlara eksik arıza akımı bilgisi gidecektir.}$$

1.2 Gerilim Trafoları (GT) *Voltage Transformer : VT*

Gerilim Trafoları; 1 kV Üstündeki "YG primer" devre gerilimini küçülterek "AG sekonder" devreye aktarırlar. Bu devreye voltmetre, sayaç veya watmetre vb cihazların "gerilim devreleri" bağlanır.

GT Sekonderleri kısa devre edilmemelidir.

Çalışma ilkeleri, normal trafolar gibidir. Faz arasına veya Faz Nötre bağlanabilirler.



GT'ların temel görevleri :

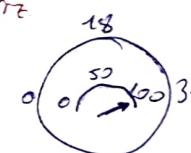
- Hat gerilimi küçültmek → Gerilim 1kV şerefdeyse GT kullanımda şort olurken deşortdeOLTANNAZIYAT sağlar
- Gerilim izolayonu sağlamak → Isolation sağlar
- Standart ölçü cihazı yapımını sağlamak → Etiket deşorm çevirmeye oranı ile deşörlerenek kullanılabılır

GT'ların bazı temel büyüklükleri:

- 1) Anma Gerilim Değerleri [Up, Us] ve çevirmeye oranları
- 2) Anma Gücü [Nn]
- 3) Sınıf (Klas) [Cl]

$$\text{kv} = \frac{36000}{100} = 360$$

$$\text{Hat Gerilimi} = U_p = U_s \text{ veya } U_H$$



GT Anma Gerilim Değeri [Up] ve çevirmeye oranları [kv=Up /Us] :

Gerilim Trafoların bağlanacakları şebekenin faz arası standart gerilimleri, gerilim trafolarının primer gerilimlerinin Up anma değerini oluşturur.

Sekonder çalışma gerilimleri Us, genellikle, 100 V olarak tasarılanırlar.

$$U_H = \frac{V_p}{V_s} : 6.3 \text{ kV} - 10.5 \text{ kV} - 15 \text{ kV} - 36 \text{ kV} - 154 \text{ kV} - 380 \text{ kV}$$

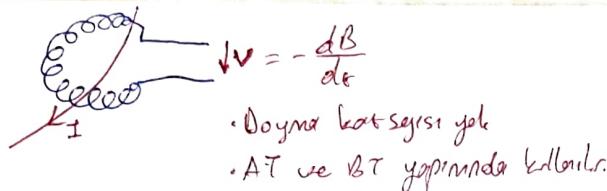
$$\text{Çevirme Oranı : } k_v = \frac{V_p}{V_s}$$

Anma Gücü: [Sn]

Gerilim trafosunun Anma gücü, sekonderinden çekilmesi öngörülen en büyük güçtür.

Sn, standart olarak; 30 VA , 60 VA ve 90 VA dir.

Rogowskii Cari

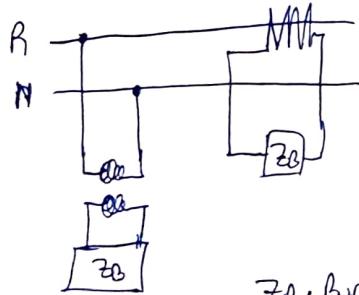
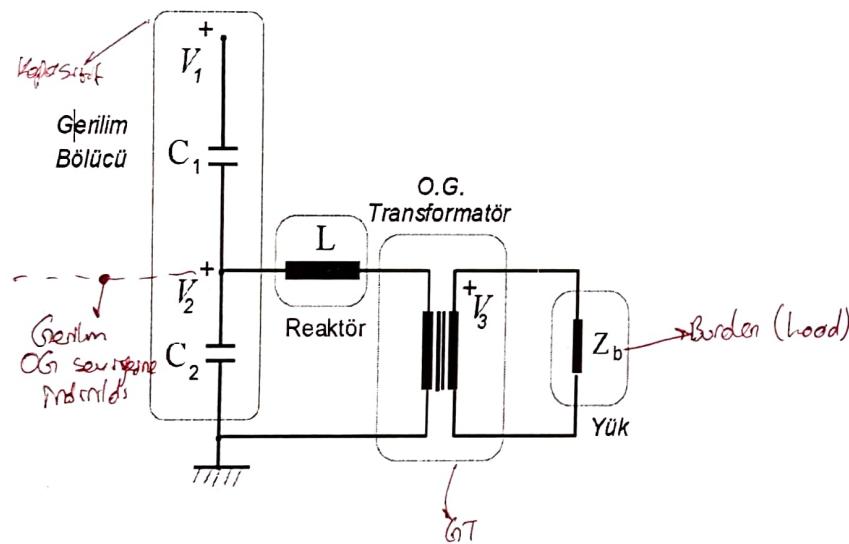


GT Sınıfı [Cl]

Bir gerilim trasosunun doğruluk sınıfı; primere uygulanan gerilim sonucu sekonderde indüklenen gerilimin, olması gerekenin % olarak en fazla, ne kadar sapabileceğinin ifadisidir. Bu sapma (+) veya (-) yönde olabilir.

Ölçme devrelerinde (%) : 0.5-1.0 sınıfından
Koruma devrelerinde (%) : 3 sınıfından GT kullanılır.

156
Faz arası değeri ~~145~~ kV üzerinde bobinli trafolar ekonomik olmadığından Kapasitif Gerilim Bölülü trafolar kullanılır.



Z_B : Burden ; Z_L : Load

2_RÖLELER

A-AŞIRI AKIM RÖLELERİ (AAR)

-Aşırı Akım Rölesi (AAR)
Sabit zamanlı-Ters zamanlı-Yönsüz-Yönlü

B- DİFERANSİYEL RÖLE (DR)

BI- Bağımsız DR
-a-Trafo DR
-b-Motor-Generatör DR
-c-Bara DR
B2- Bağımlı (Pilot Hatlı) DR

C- EMPEDANS RÖLELERİ

(Mesafe rölesi)

D-GERİLİM RÖLELERİ

D1-Düşük Gerilim Rölesi
D2-Aşırı Gerilim Rölesi
D3-Ters Faz (FazSırası) Rölesi

E- GÜC RÖLELERİ

Frekans Rölesi-Güç Adası Rölesi

2.1.AŞIRI AKIM RÖLELERİ (AAR)

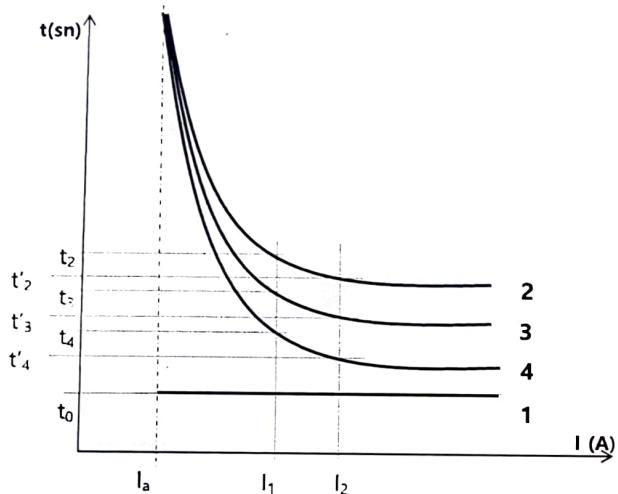
Rölenin minimum açma akımı I_a ise, ölçülen akım $I > I_a$ durumunda röle çalışır (açma kumandası verir).

Minimum açma zamanı "tmin" ve zaman kademeleri " Δt " Aşırı Akım Rölelerin zaman koordinasyonuna imkan tanır.

Zaman karakteristiği $I^n \cdot t = K$ ifadesi uyarınca;

- $n=0$ Bağımsız zamanlı (Ani) AAR (1)
- $n>0$ Bağımlı zamanlı AAR

- (2) Ters zamanlı AAR
- (3) Çok ters zamanlı AAR
- (4) Aşırı ters zamanlı AAR



$$I_1 < I_2$$

$$t_2 > t'_2$$

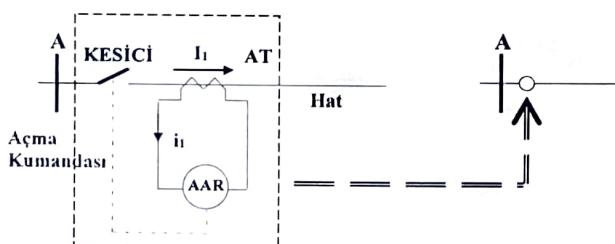
$$t_3 > t'_3$$

"

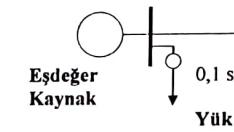
$$I_1 \text{ için } t_2 > t_3 > t_4 > t_0$$

$$I_2 \text{ için } t'_2 > t'_3 > t'_4 > t_0$$

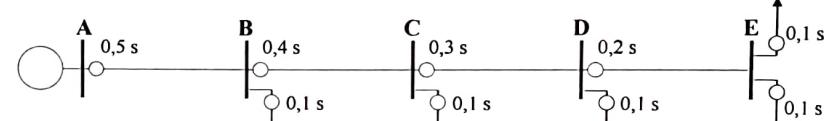
Aşırı Akım Rölesi ile İletim Hatlarının Korunması



Yük Modeli



Tek Taraftan Beslenen Hat

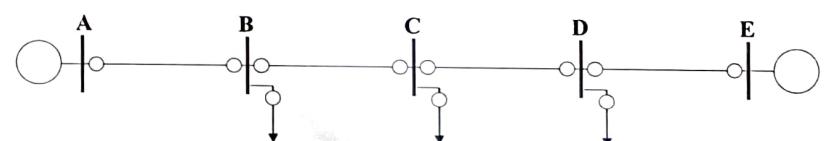


$$t_{\min} = 0,1 \text{ s}, \Delta t = 0,1 \text{ s}$$

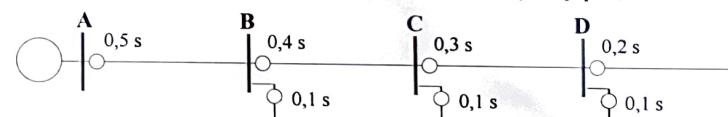
Yükler için "t_{min}" seçilir, çıkış hattı olan son baradan (D) itibaren "Δt" aralıklarla rölelerin zaman koordinasyonu sağlanır.

Sorun : Bu şekilde yapılan "zaman koordinasyonu" sonucunda, en büyük arıza akımlarının olduğu bölgede (A-B arası) en büyük açma zamanı karşılık düşmektedir.

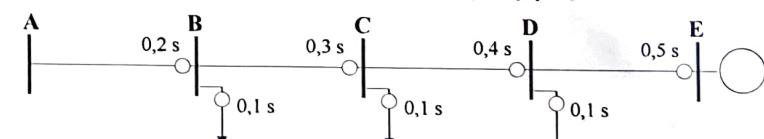
Çift Taraftan Beslenen Hat



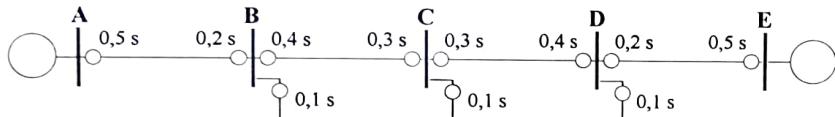
Önce A barasından besleme varsayıımı ile zaman koordinasyonu yapılır;



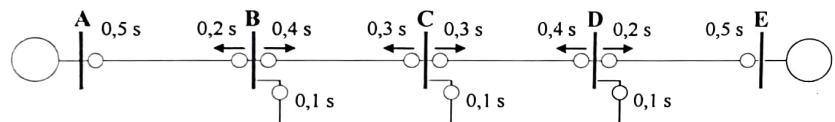
Sonra B barasından besleme varsayıımı ile zaman koordinasyonu yapılır;



İki durum birleştirilerek zaman koordinasyonu sağlanır.



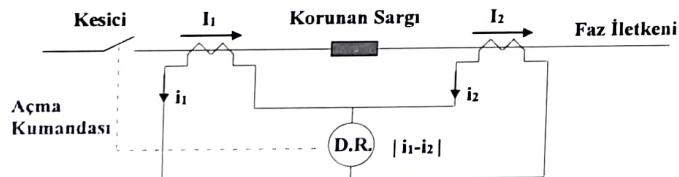
Yön koordinasyonu için de



\circ : Aşırı Akım Rölesi (AAR)
 \rightarrow veya \odot : Yönlü AAR

DİFERANSİYEL RÖLE

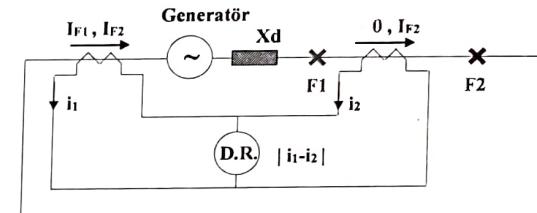
Temel Bağlantı



Büyük güçlü ($S > 100$ MVA) Generatör, Motor, Trafo, Bara, Reaktör, İletim Hattı korunmasında arızalara karşı en etkili ve hassas koruma şekillerinden biridir.

$|i_1 - i_2| = 0$ durumunda röle çalışmaz, ancak $|i_1 - i_2| > 0$ olursa DR çalışır.

1- Generatör/Motor Korunması



$$SG=125 \text{ MVA}, UG=15 \text{ kV}, X_d=0.2 \text{ pu}$$

Generatörün F1 (Sargılıarda) ve F2 (Uç terminalinde) noktalarında olabilecek "Üç Faz Arızalarında" DR'nın çalışıp çalışmayacağını irdeleyiniz.

Generatör senkron reaktansının gerçek değeri

$$X_d'' = 0.2 \times \frac{U_G^2}{S_G} = 0.2 \times \frac{15^2}{125} = 0.36 \Omega$$

Akım trafolarının seçimi :

Generatörün verebileceği en büyük akım

$$I_{\max} = \frac{S_G}{\sqrt{3} \cdot U_G} = \frac{125 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 15 \cdot 10^3} = 4811 \text{ A}$$

$$\text{Akım trasfosu } k_{A1} = k_{A2} = \frac{5000}{5} = 1000 \text{ seçilebilir.}$$

F1 de 3F arızası durumunda akacak arıza akımı :

$$I_{F1} = \frac{E_G}{X_d''} = \frac{15 \cdot 10^3 / \sqrt{3}}{0.36} = 24056 \text{ A} \cong 24 \text{ kA}$$

Bu durumda ATların sekonder akımları;

$$\text{AT1} \quad i_1 = \frac{I_{F1}}{k_{A1}} = \frac{24000}{1000} = 24 \text{ A}$$

AT2 $i_1 = 0 \text{ A}$ (Kısa devre anında yük akımı=0)

$|i_1 - i_2| = |24 - 0| = 24 \text{ A} > 0$ DİFERANSİYEL RÖLE ÇALIŞIR

F2 de 3F arızası durumunda akçan arıza akımı :

$$I_{F2} = I_{P1} = \frac{E_{01}}{X_d^*} = \frac{15 \cdot 10^3}{0.36} = 24056 \text{ A} \approx 24 \text{ kA}$$

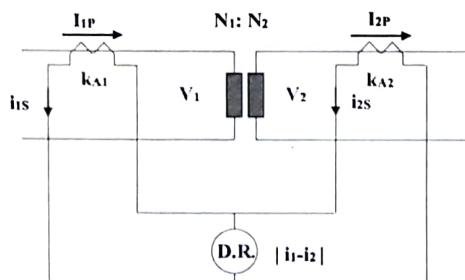
Bu durumda AT larının sekonder akımları;

$$\text{AT1} \quad i_1 = \frac{I_{P2}}{k_{A1}} = \frac{24000}{1000} = 24 \text{ A}$$

$$\text{AT2} \quad i_2 = \frac{I_{P2}}{k_{A1}} = \frac{24000}{1000} = 24 \text{ A} \quad (\text{F2 arızasında her iki AT dan da aynı arıza akımı geçer})$$

$|i_1 - i_2| = |24 - 24| = 0 \text{ A}$ DİFERANSİYEL RÖLE ÇALIŞMAZ

1- Güç Transformatörlerinin Korunması



$$n = \frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1} \quad k_{A1} = \frac{I_{P1}}{I_{S1}} \quad k_{A2} = \frac{I_{P2}}{I_{S2}}$$

$I_{S1}=I_{S2}=5 \text{ A}$ (Bazen 1 A)

$I_{P1} \geq$ Trafo primer anma akımı

$I_{S2} \geq$ Trafo sekonder anma akımı

Örnek : Güçlü St=50 MVA, Gerilimleri 380kV/20 kV olan güç trasofosunda, DR için Akım trasolarının seçilmesi.

$$n = \frac{V_1}{V_2} = \frac{380 / \sqrt{3}}{20 / \sqrt{3}} = \frac{220}{11.55} = 19 = \frac{I_2}{I_1}$$

$$I_1 = \frac{S}{\sqrt{3}U_1} = \frac{50 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 10^3} = 76 \text{ A} \quad I_2 = n \times I_1 = 19 \times 76 \text{ A} = 1443 \text{ A}$$

$I_{P1} = 75 \text{ A}$ $I_{S2} = 1500 \text{ A}$ seçilirse, yani AT ları;

$$k_{A1} = \frac{75}{5} = 15 \quad k_{A2} = \frac{1500}{5} = 300 \quad \text{çevirme oranlarına sahip olur.}$$

Yük akımının en büyük değeri $I_2=1443 \text{ A}$ olsa;

$$I_1 = \frac{I_2}{n} = \frac{1443}{19} = 76 \text{ A} \quad \text{olacaktır.}$$

Bu durumda akım trasolarının sekonderlerinden geçen akımlar;

$$i_1 = \frac{I_1}{k_{A1}} = \frac{76}{15} = 5.07 \text{ A} \quad i_2 = \frac{I_2}{k_{A2}} = \frac{1443}{300} = 4.81 \text{ A}$$

DR den geçen akım ise;

$$|i_1 - i_2| = |5.07 - 4.81| = 0.26 \text{ A} > 0 \text{ A} ! \quad \text{olur ve}$$

DİFERANSİYEL RÖLE ARIZA OLMADIĞI HALDE ÇALIŞIR !

Bunu önlemek için :

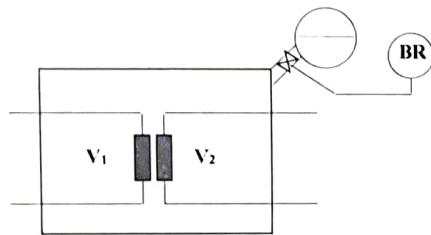
- Röle üzerinde ayar akımının sıfırdan farklı bir minimum değeri seçilebilir;

Örnek için $|i_1 - i_2| > 0.26 \text{ A}$ durumunda rölenin çalışması sağlanabilir.

- Akım trasoları özel imal edilebilir : $n = \frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{I_{P2}}{I_{P1}}$ $I_{S2} = I_{S1}$ $k_{A2} = n \cdot k_{A1}$

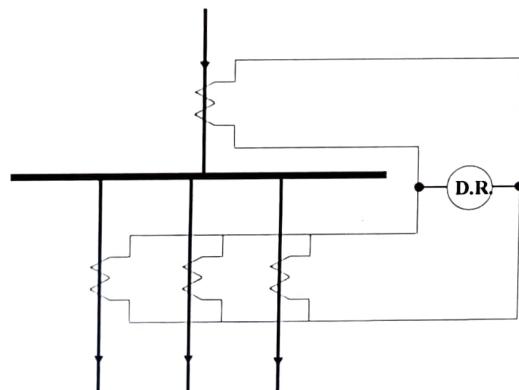
$$\text{Örnek için } I_{P2} = n \cdot I_{P1} = 19 \times 75 = 1425 \text{ A} \quad k_{A1} = \frac{75}{5} = 15 \quad k_{A2} = \frac{1425}{5} = 285$$

Buchholz Rölesi



<http://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/buchholz-rolesi-nedir/17190#ad-image-0>

3- Baraların Korunması



Şekil 1. Mesafe koruma prensibi

Mesafe rölesi ile hat korumanın ana ilkesi, hattın arıza öncesi koşullarındaki empedansı ile arıza durumundaki empedansının birbirinden farklı olması esasına göre çalışır. Bu nedenle "empedans koruma" olarak da adlandırılır. Mesafe koruma röleleri zaman koordinasyonu yapılrken, hattın %85'i birinci bölge olarak ayarlanır ve bu bölgede görülen arızalar için gecikmesiz olarak açma uygulanır. Burada geri kalan %15'lik kısımdaki arızalar ikinci bölge olacağından 300-350 ms.'lik gecikme süresi sonrasında açma komutu üretecektir.

Bu koruma sisteminde özetle:

- Sınırsız sayıda Trafo Merkezi olabilir.
- Hat diferansiyel korumadan sonra en Hızlı Koruma sistemidir.
- Hat diferansiyel korumadan sonra en Selektif koruma sistemidir.
- Bara arızalarında zone dışı değildir, daima koruma yapar.
- Diğer istasyon röleleri back-up görevi yapar.

Dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta da mesafe koruma rölelerinde ayarlanabilecek minimum mesafenin hesaplanmasıdır. Bu mesafe aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$Z_s = \frac{V_p / n_v}{I_s / n_t} = Z_p \times \frac{n_t}{n_v}$$

Örneğin:

SIEMENS röleler için ayarlanabilecek minimum sekonder empedans:

1A röleler için: 0,1?

5A röleler için: 0,5?

alınarak sisteme korunabilecek minimum mesafe hesaplanır.

1A için

Akım trafosu oranı : 400A/1A

Gerilim trafosu oranı : 36kV/0,1 kV olan bir sisteme korunabilecek minimum mesafe:

$$Z_p = 0,1 ? ? 360/400 = 0,09 ? ? 400-450 \text{ m}$$

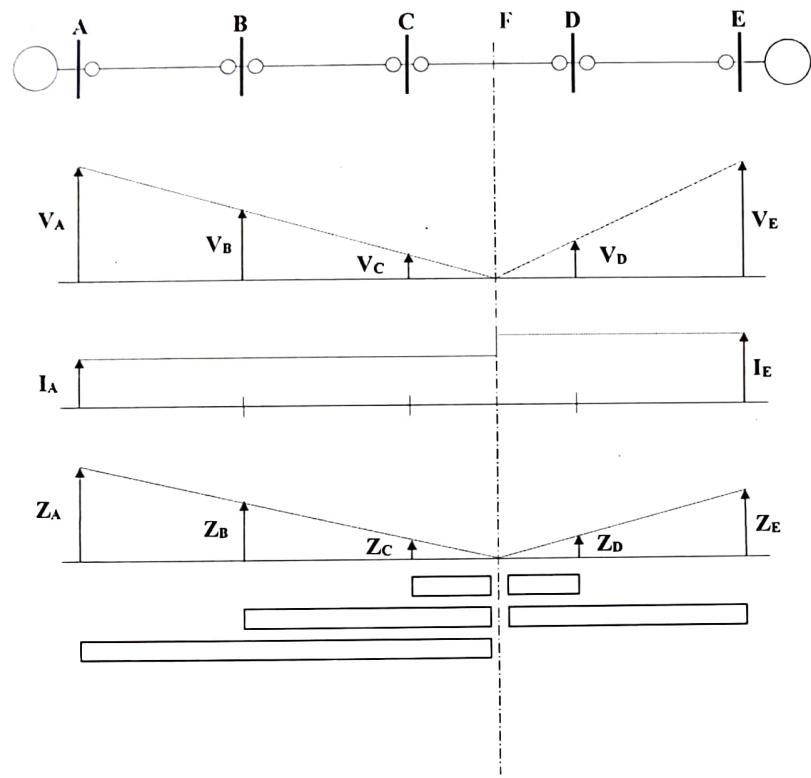
5A için

Akım trafosu oranı : 400A/5A

Gerilim trafosu oranı : 36kV/0,1 kV olan bir sisteme korunabilecek minimum mesafe:

$$Z_p = 0,5 ? ? 360/80 = 2,25 ? ? 10000-11000 \text{ m}$$

elde edilir. Bu nedenle OG sistemlerde mesafe koruma uygulaması kullanılabıkça korunacak mesafeler çok kısa olacağından muhakkak suretle ring giriş ve çıkışlarındaki akım trafoları 1A seçilmelidir.



Teorik Halkalamalar % 100

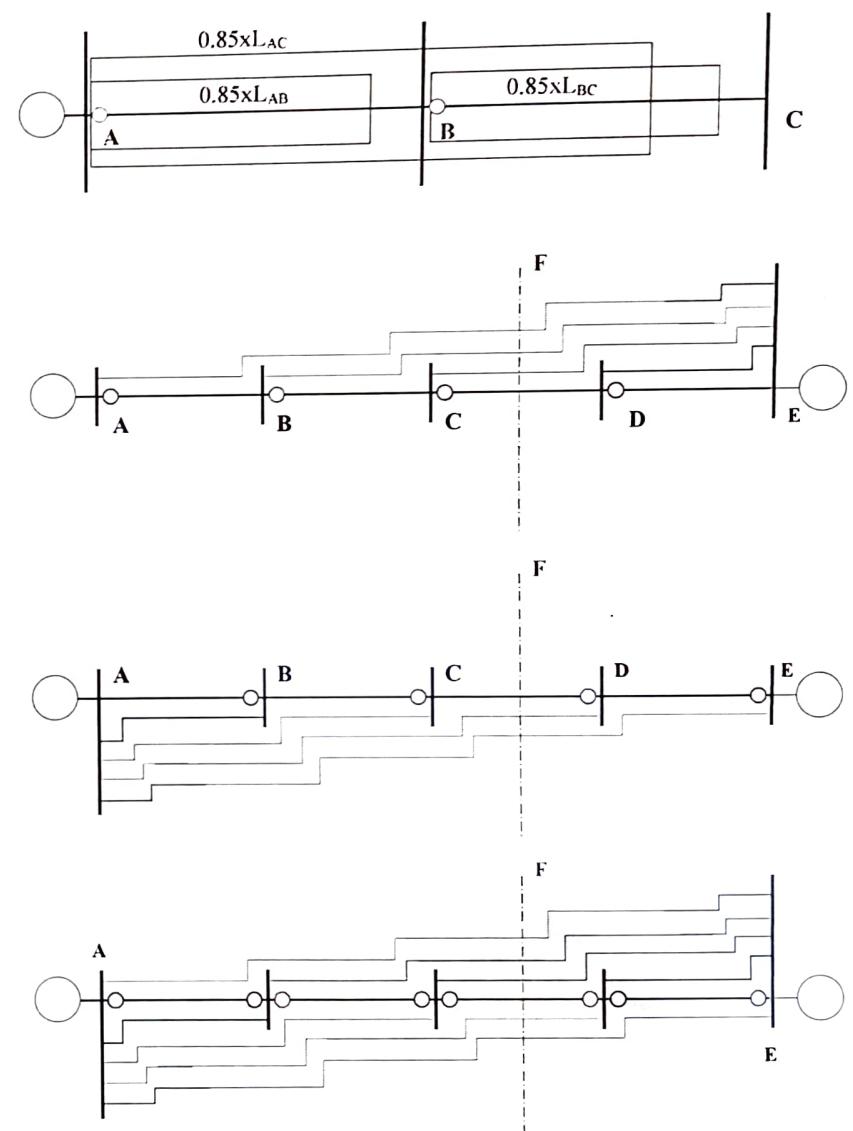
Pratikte Halkalamalar % 85

Nedeni arız sırasında oluşan arkalar nedeniyle erk direnci hat empedansını büyütmektedir :

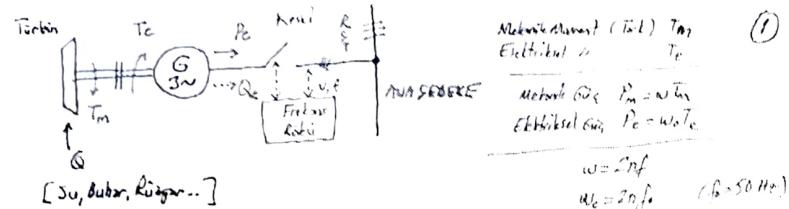
Normalde $Z_{HAT} = R_{HAT} + jX_{HAT}$ iken aroza sırasında $Z'_{HAT} = R_{HAT} + jX_{HAT} + R_{ARK}$ olmaktadır ve

$Z'_{HAT} > Z_{HAT}$ nedeni ile $L'_{HAT} > H_{HAT}$ olarak ölçülmektedir.

Röle elemanları AAR Zaman Yön Z empedans



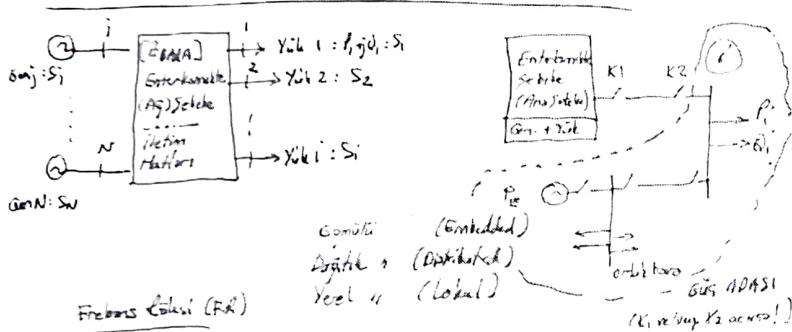
FREKANS RÖLELERİ



$$\Delta f = f_0 - f = \frac{T_m - T_e}{J_m}$$

$$\text{Normal (Normal) hizinda} \quad T_m - T_e = 0$$

$$\text{Yük değişiminde} \quad \frac{d(f_0 - f)}{dt} = T_m - T_e$$



① Klasik FR
Asırfrökendeki değişim : f_{max}
Düzel $f_0 \approx f_1 \approx f_{min}$

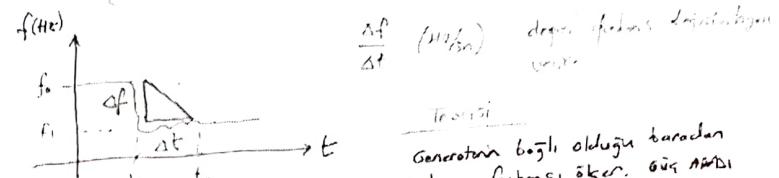
$f_{değişim} > f_{max} \rightarrow t_1$ sürede AG
 $f_{değişim} < f_{min} \rightarrow t_2$ // AG

Örnek

$$f_{max} = 51 \text{ Hz} \rightarrow t_1 = 15 \text{ s (AG)}$$

$$f_{min} = 47 \text{ Hz} \rightarrow t_2 = 25 \text{ s (AG)}$$

(2) Frekans Değişim Hizi Rölesi (RoCoF)
(RoCoF: Rate of Change of Frequency)



Teoreti
Generator bağlı olduğu tarihanın
genel frekansı ökse. GÜZ ANDI
elçinmiş durumunda "frekans değişim hızı" değşim hızı ise
asma kumandası verir.

Pratikte
Sekunden utak noktalarında elde edilecek bir aralık durumunda boyar
frekans değişim orası elde edilir. Bu durumlarda RoCoF Lütfen hatalı
AKUA komutu verebilmektedirler.
Ercif Aşırı.

$$\int \frac{dw}{dt} = T_m - T_e \quad (1)$$

Sekunden Motorinin Hareket denklemi : $\int \frac{dw}{dt} = T_m - T_e$ (1)

$J: \text{Aletlik Sabiti (kgm}^2)$ $T_m: \text{Mekanik Moment (Tork) (Nm)}$
 $w: \text{Dönmez Hız (rad/s)}$ $T_e: \text{Elektriksel "}$

$$\text{Aletlik Sabiti } H = \frac{\text{Sekunden Hizda Enerjisi}}{\text{Depolanan Kinetik Enerji}} = \frac{\frac{1}{2} J w^2}{S_n} \quad (2)$$

$$\text{Burdan } \int \text{ getirilece}: \quad \int = \frac{2.H.S_n}{w_0^2} \quad (1)' \text{de yerine koynıza :}$$

$$\frac{2.H.S_n}{w_0} \cdot \frac{dw}{dt} = T_m - T_e = \Delta T \quad (3) \quad w = 2\pi f \quad \frac{dw}{dt} = 2\pi \cdot \frac{df}{dt}$$

$$\frac{2.H.S_n}{w_0} \cdot 2\pi \cdot \frac{df}{dt} = \Delta T \quad (4) \quad \frac{2.H.S_n}{w_0 \cdot 2\pi} \cdot \frac{df}{dt} = \Delta T$$

$$\frac{2.H.S_n}{f} \cdot \frac{df}{dt} = w_0 \cdot \Delta T = \Delta P \rightarrow \left[\frac{df}{dt} = \frac{f \cdot \Delta P}{2.H.S_n} \right] \quad (5)$$

Sekende frekansının değişim hızı
(ölçülen değer)

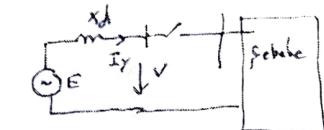
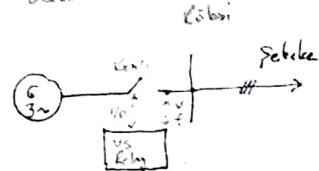
Röle Aşırı akışı : Röcof dersinde

$$Röcof = \frac{df}{dt} = \frac{\Delta P.f}{2.H.S_n}$$

(3)

Rölede çalışma prensibi
formüldeki etmenlerde.

(3) Gerilim Vektörleri Sistemi (Voltage Vector Shift Relay) (VS Relay)



$$\dot{V} = \dot{E} - X_d \cdot \dot{I}_d$$

sebeke (threshold)

Sekton gen. en basit esdevleri uyarınca, us genitimi ifadesi

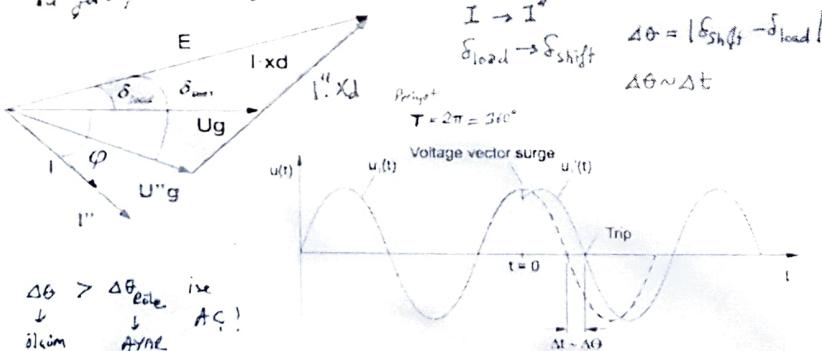
$\dot{V} = \dot{E} - X_d \cdot \dot{I}_d$

+ \dot{V}_d sekton
butonu

geliştirilmiştir. Eğer yük akımında ani
değişim olursa, mesela ani obrak ortasında;
yükteşinde ani bir AEMIS dur.
Bu da sebekeleli STMS formülde!
gerilim formunda bir sistemde deneşti

VS Etkileri her üç fazın

gerilimini, her yan şanlıyor
elde et dalgalarla $\Delta\theta$ (dolayısıyla δ_{load}) kaymasını gözlemler
bu faza, kalenti aşırı edildiği deneşlerde böyle de AEMIS kurulur.



$\Delta\theta > \Delta\theta_{ede}$ ise
AYNE
ölçüm

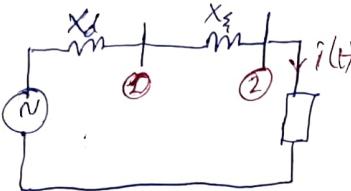
Aşırı Akıma Karşı Koruma

$i(t) = Im \cdot \sin(\omega t)$ formundaki hat akımı, ani bir kısa devre durumunda 3 temel bileşen özelliği gösterir :

$$i(t) = E\sqrt{2} \left[\left(\frac{1}{X_d''} - \frac{1}{X_d} \right) e^{-t/T_d''} + \left(\frac{1}{X_d'} - \frac{1}{X_d} \right) e^{-t/T_d'} + \frac{1}{X_d} \right] \cos \omega t - \frac{E\sqrt{2}}{X_d} e^{-t/T_d}$$

E: Phase-to-neutral rms voltage across the generator terminals
 X_d'' : Subtransient reactance
 X_d' : Transient reactance

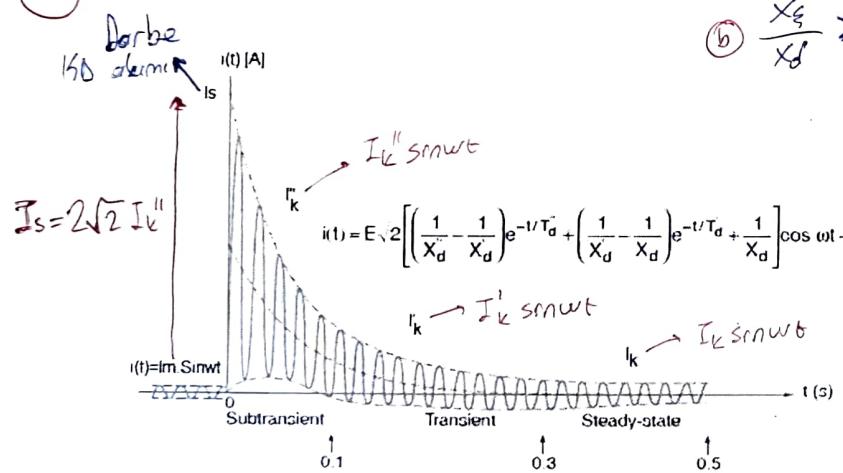
X_d : Synchronous (steady-state) reactance
 T_d'' : Subtransient time constant
 T_d' : Transient time constant
 T_d : Aperiodic time constant



a) $\frac{X_d''}{X_d} \leq 1$ Generator Yerken KD.

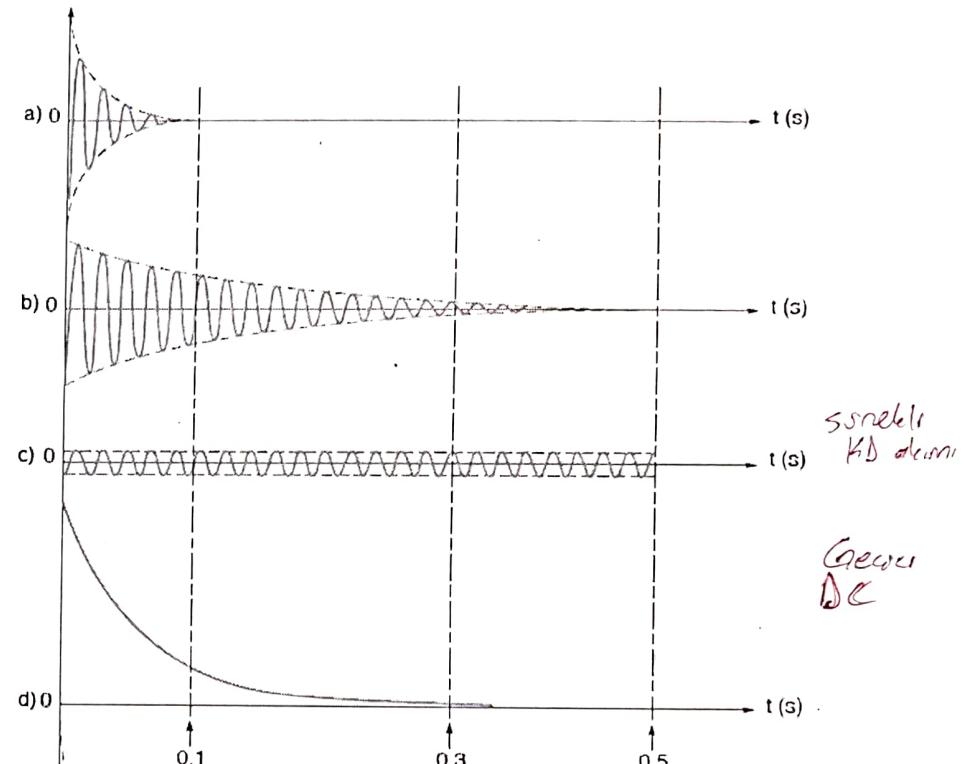
b) $\frac{X_d''}{X_d} \gg 1$ Generator Uzak KD.

(a)

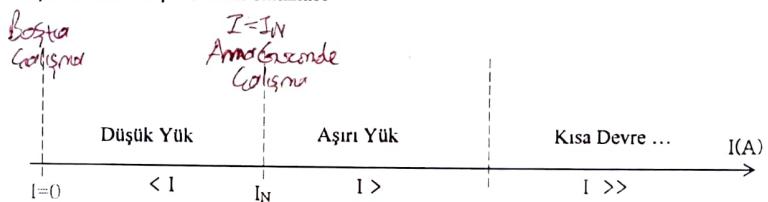


- a) subtransient reactance = X_d''
 b) transient reactance = X_d'
 c) synchronous reactance = X_d
 d) aperiodic component.

$$\begin{aligned} E &< E' & E'' \\ X_d &> X_d' & > X_d'' \end{aligned}$$



Aşırı akıma karşı koruma cihazları



(b)

Generatorde uzak KD de geçici régime o kadar kocak ihmal edilir.



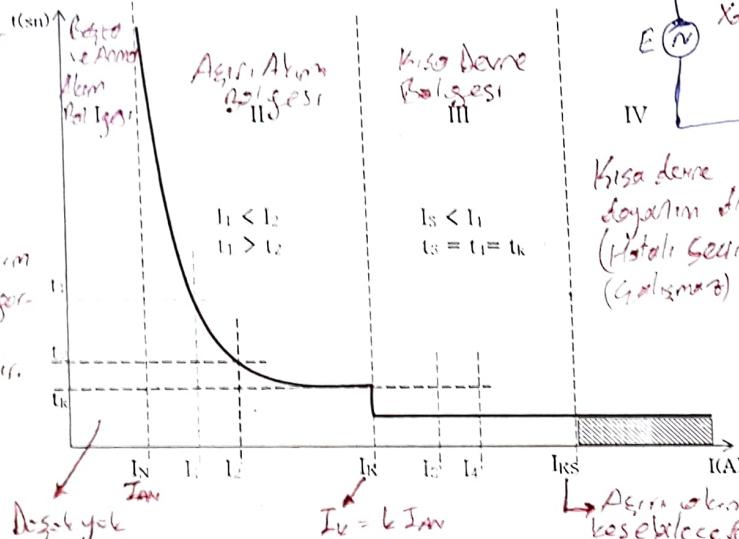
$$I_L = I_K''$$

	Emk	Reaktans
Sınırlı hal (Steady State)	E	X_d (Sinyal Reaktans)
Geçici hal (Transient)	E'	X_d' (Transient Reaktans)
Sıfır geçici hal (Sub-transient)	E''	X_d'' (Sub-transient Reaktans)

Aşırı Akıma Karşı Koruma Dis Karakteristiği

Fuse → Sigorta
circuit breaker
(Vesici)

II. Bölgede
beslecece akım
arttıkça sigor-
taların kesme
sınası kesilir.



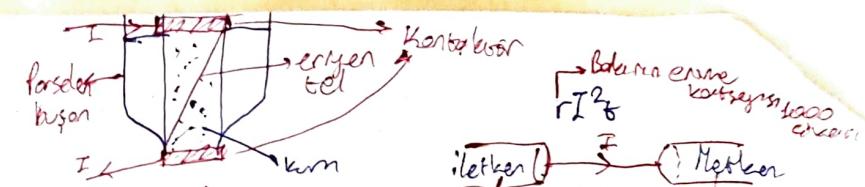
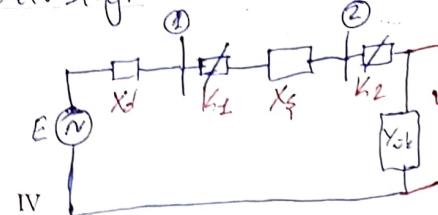
Etkili Değerleri (Seçim Kriterleri)	Açıklama
Anma Gerilimi (U_N)	AG OG YG
Anma Frekansı f	AA 50/60 Hz veya DA
Anma Akımı (I_A)	Koruma cihazının anma akımı (seçilen)
Kısa Devre Kesme Kapasitesi	(kA)
Açma Karakteristiği	B C D... *
Darbe Dayanım Gerilimi	kV

- B: (omik, az endüktif) = iş besleme bağlı cihazlar
- C: (endüktif) = Motorlar, güç devreleri, genel aydınlatma
- D: (fazla endüktif) = Trafo, motor, deşarj lambası gibi

Sigortalar

Sigortalar, iletim hatlarını/kabloları ve elektrikle çalışan cihazları aşırı yüklerle ye kısa devre akımlarına karşı korumak amacıyla kullanılan elemanlardır. Sigorta, akım devresine seri bağlanır ve üzerinden anma akımından fazla akım geçtiğinde, standartlarca belirlenen sürede devreyi açar.

Sigorta Çeşitleri:



Sigortalar yapıları bakımından şu şekilde sınıflandırılır.
(kesim gerilimleri)

1- Eriyen telli sigortalar

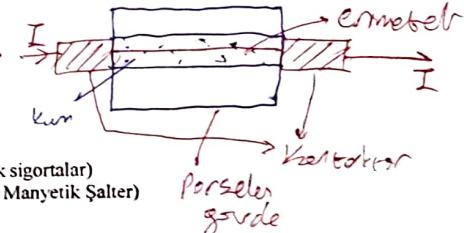
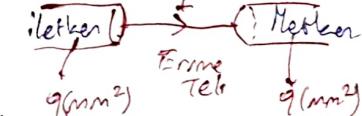
- Buşonlu sigortalar
- Bıçaklı (NH) sigortalar
- Küçük akım sigortaları
- Yüksek gerilim sigortaları

2- Devre kesiciler

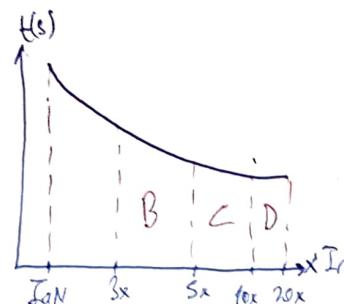
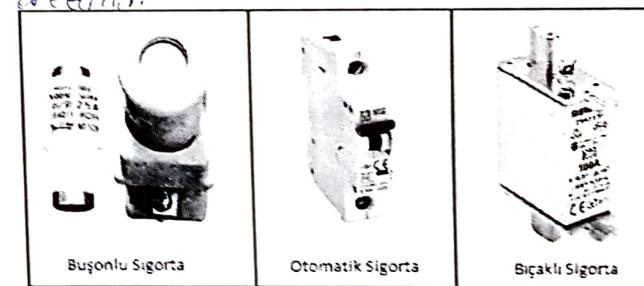
- Minyatür devre kesiciler (MCB) (Otomatik sigortalar)
- Kompakt devre kesiciler (MCCB) (Termik Manyetik Şalter)

3-Orta gerilim kesicileri/ayırıcıları

- Yüksek gerilim kesicileri/ayırıcıları



Sigortalar bir önceki yarımdevre göre 1,6 kat oran
ile artırlar.



Eriyen Telli Sigortalar

$$R I^2 t$$

Buşonlu Sigortalar

Buşonlu sigortalar, Gövde, Buşon, Buşon kapağı ana kısımlardır.

Gövde

Dip kontak, üst kontak ve viskontak olmak üzere üç kısımdan meydana gelir.

Buşon

Sigortanın eriyen tellerini taşıyan ve sigortanın bağlı olduğu devrenin enerjisini keserek tekrar devreye girmesi için yararılmış gereken kısımdır. Buşonlar, belirli akım değerleri için yapıllar ve bu değerler üzerinde yazılıdır. Devreden ve dolayısıyla buşonlarından, yazılı değerlerin üzerinde akım geçtiğinde eriyerek devreyi açar.

Buşon: Buşon gövdesi, Buşon iletkeni, kuvars (quartz) kumu, alt ve üst kapaklar ve sinyal pulundan

• Gözlenir
• Hızlı → mekanik
• 0.05s - 200ms
• 100ms - 1s

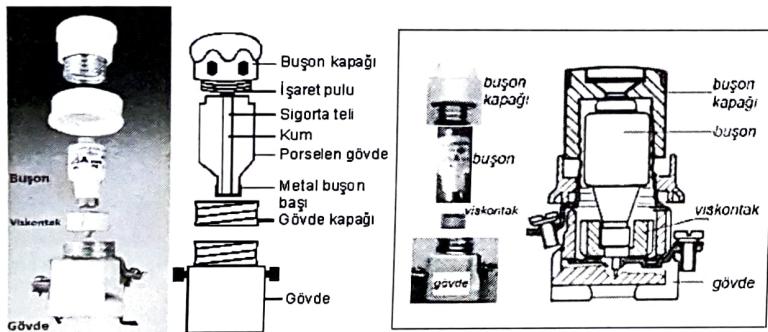
Salt → Almanca bağlantı demek
Salter

meydana gelir.

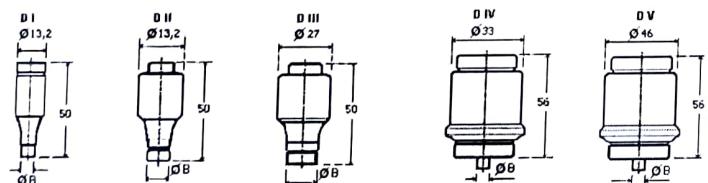
Buşon Kapığı

Dış kısmı porcelenden, iç kısmı prinçten yapılan buşon kapagının, iç kısmında bulunan boşluga buşon konulur ve gövdeye vidalanarak tutturulur.

Buşonlu sigortalar kullanma yerlerine: Duvar Tipi, Tablo Tipi, Kofre Tipi, Şapkalı (Hava hattı), Kolon sigortalar olmak üzere beş değişik şekilde imal edilir.



Boy DI (E16)	Boy DII (E 27)	Boy DIII (E16)	Boy DIV (E 27)	Boy DV (E 27)
In (A)	In (A)	In (A)	In (A)	In (A)
2-25	2-25	35-50-63	80-100	125-200



https://en.wikipedia.org/wiki/IEC_60269

D tipi sigortalar, ev ve iş yerlerinde, kabloların ve elektrik cihazlarının (çoğunlukla elektrik motorları) korumasında kullanılır.

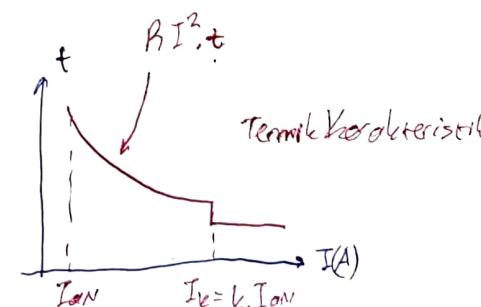
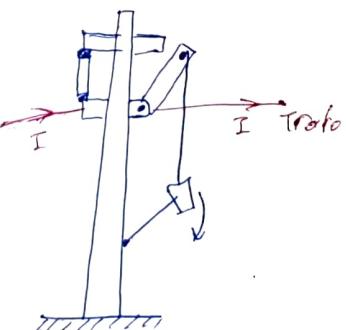
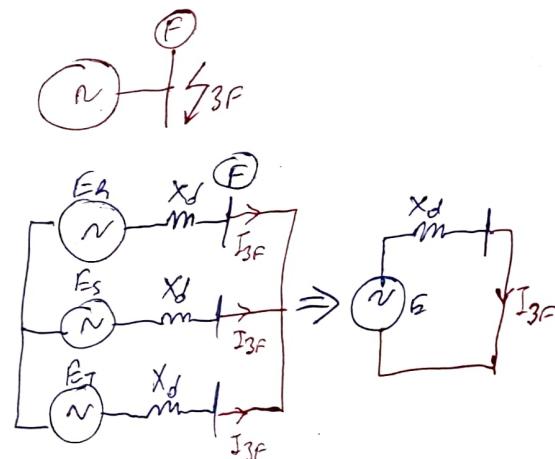
- Buşon elektronik sistemlerin elektronik korumasına karşı 3nf'a göre uygun.

Ariza (Fault)

Sont (Kısa Devre)
Short Circuit

Seri Ariza
"Hot akım"

- 3 FAZ KD.
- FAZ TOPRAK KD.
- FAZ-FAZ KD.
- FAZ-FAZ-TOPRAK KD.



2 A	4 A	6 A	10 A	13 A	16 A	20 A	25 A
Pembe	Kahve	Yeşil	Kırmızı	Siyah	Gri	Mavi	Sarı
32 A	35 A	40 A	50 A	63 A	80 A	100 A	
Siyah	Siyah	Sivah	Beyaz	Bakır	Gümüş	Kırmızı	
125 A	160 A	200 A					
Sarı	Bakır	Mavi					

D-system (DIAZED)

Boy	Anma Akımı	Kapak
D I (Swiss)	2 A, 4 A, 6 A, 10 A, 16 A	SE21
D I (NDz)	2 A, 4 A, 6 A, 10 A, 16 A, 20 A, 25 A	E16
D II	2 A, 4 A, 6 A, 10 A, 13 A, 16 A, 20 A, 25 A	E27
D III	35 A, 40 A, 50 A, 63 A	E33
D IV	80 A, 100 A	G 1¼"
D V	125 A, 160 A, 200 A	G 2"

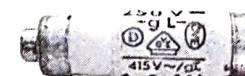
- DIV ve DV Kullanımı kısıtlıdır.
- DI and DV IEC 60269 standartını karşılamaz



D0-Sistem (NEOZED)

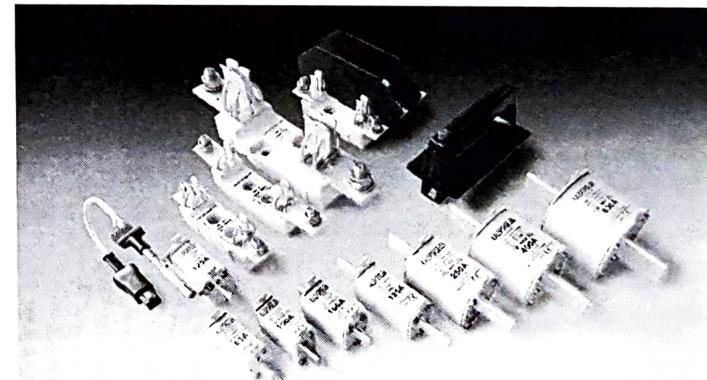
D0 sigortalar, Diazed'ten daha ufaktır.

Size	Rated current	Thread
D01	2 A, 4 A, 6 A, 10 A, 13 A, 16 A	E14
D02	20 A, 25 A, 32 A, 35 A, 40 A, 50 A, 63 A	E18
D03	80 A, 100 A	M 30 × 2



Bıçaklı (NH) Sigortalar

Vidalı tipteki sigortalar, 100 amperden büyük değerli buşon kullanmanın zorluğu nedeniyle teknik bakımından kullanılmamaktadır. Bunun yerine, büyük değerdeki akımları kesmek için Bıçaklı sigorta veya NH sigorta denilen buşon kontakları bıçak şeklinde yapılmış sigortalar kullanılır.



EN / IEC 60269'a göre teknik veriler

Boy 000	Boy 00	Boy 0	Boy 1	Boy 2	Boy 3	Boy 4	Boy 4a	Boy 5
In (A)	In (A)	In (A)	In (A)	In (A)	In (A)	In (A)	In (A)	In (A)
2-160	2-160	6-250	16-355	25-500	250-800	400-1250	400-1250	1250-1600



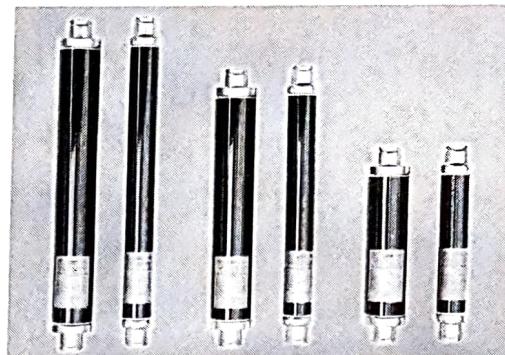
<http://www.tuncsanelektrik.com/resources/pdf/kaleporselen/4kalepor.pdf>

<http://www.tuncsanelektrik.com/resources/pdf/kaleporselen/kalepor-siGORTALAR-e14.pdf>

4.2. Yüksek Gerilim Sigortaları

Hatlarda/Baralarda/Yüklerde oluşan kısa devreler, Aşırı yükler, Dengesiz yükler, Aşırı gerilimler iletim hatlarından aşırı akımmasına neden olur. YG sigortaları, olusacak aşırı akımların etkilerini önlemek amacıyla kullanılır. Santrallerde, Şalt sahalarında, Dağıtım trafolarında, Enerji nakil hatlarında, Kesicilerden önce, Ayırıcılarla birlikte kullanılmaktadır.

Yapısı aslında eriyen telli sigortalara benzer, ancak kullanıldığı gerilim düzeyi dış boyutlarını belirler. Sigortalar genel olarak iki ana parçadan oluşur. Bunlardan biri buşon, diğeri de buşonu tutan gövde veya buşon tutucudur. Buşon tutucu yüksek gerilimin toprağa kaçacağını önlemek için madeni alt çerçeveye izolatörle tutturulur. Buşon kısmı ise kapalı ve çoğu zaman silindirik bir şekilde yapılır.



<http://www.elektriktesisatportali.com/wp-content/uploads/35-ER%C4%B0YEN-TELL%C4%B0-Y%C3%99CKSEK-GER%C4%B0L%C4%BAM-S%C4%B0GORTALARI-TEKN%C4%B0K-%C5%9EARTNAMES%C4%B0-TEDA%C5%9E-MYD-99-024.A.pdf>

Anma frekansı	Hz	50
Anma gerilimleri	kV	7,2 - 12- 17,5 - 36
Anma akımları	A	2-4-6-10-16-20-25-30-40-50-63-75-80-100-125-150-160-200
Anma Kesme Kapasitesi (En büyük kesme akımı)	kA	16-25

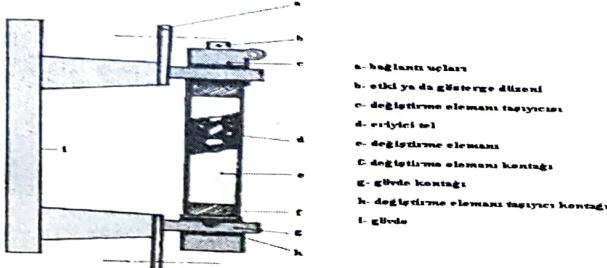
Çeşitleri ve Özellikleri

<http://www.butunsinavlar.com/sigortalar.html>

Eriyen Telli YG Sigortaları

Eriyen telli yüksek gerilim sigortaları, sigorta gövdesi ve değiştirme elemanlarından oluşmaktadır. Gövde; altlık, izolatör, bağlantı uçları ve görev yapıcı elemanları içerir. Değiştirme elemanında da eleman taşıyıcı ve kontaklar vardır.

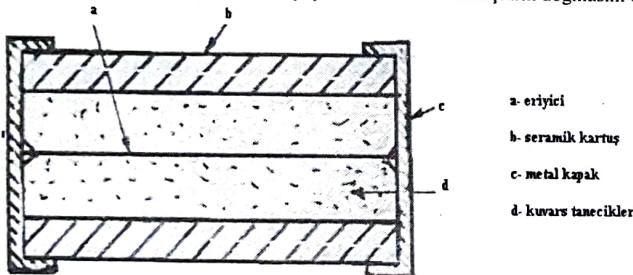
Buşonun içinde eriyici bir tel vardır. Eriyici telin erimesine yeterli bir akım geçmeye başladığı andan, arkin oluşu ana kadar geçen zamana erime süresi denir. Arkin olmasından tam olarak söndüğü ana kadar geçen zamana da sigortanın çalışma süresi denir.



Şekil 4. 1: Eriyen telli YG sigortasının yapısı

Doldurulmuş Kartulu YG Sigortaları

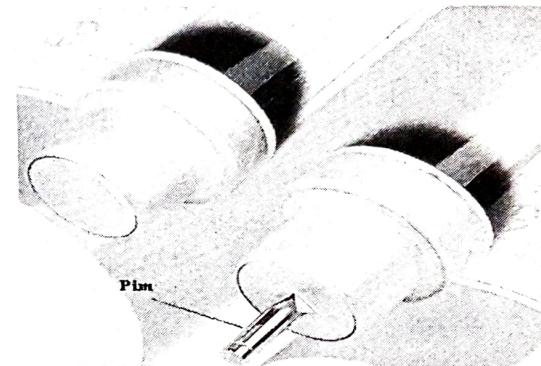
Bu tip sigortalarda buşon içinde kartuş vardır. Kartuşun içinde eriyici tel ve uygun büyüklükteki taneciklerden oluşan kuvars tozu ile doldurulmuştur. Büyük kısa devre akımlarında, hızla eriyen tel metal buharı haline gelmekte ve bir basınç yükselmesi olmaktadır. Kuvars tozu bu metal buharının çabuk sıvılaşmasını sağlayarak kartuş içindeki tehlikeli basınçların doğmasını önlemektir.



Pimli Sigortalar

Bu tip sigortalarda buşon uçlarında birer pim vardır. Sigorta attığında pim kuvvetle dışarı doğru itilir. Böylece atan sigorta belirlenebildiği gibi, serbest kalan pimin enerjisi ile mekanik bir sistemin çalıştırılması da (mesela bir şalterin açtırılması ya da bir ihbar sisteminin çalıştırılması) mümkün olur.

<u>MCB</u>	<u>MCCB</u>	<u>Açık Tip Kesici</u>
$I_{ON} = 2 \div 125 A$	$I_{ON} = 16 \div 1600 A (2500A)$	$I_{ON} = 630 \div 6300 A$
$I_k = 3-5-6-10 kA$	$I_k = 20-35-50-65 kA$	$I_k = 80 \div 120 kA$
Termik+Manyetik Eleman	Termik Manyetik Eleman ve ya soğutucu elektronik	Soyut, soğut elektronik
1-2-3-4 kutuplu Akım Ayarı YOK	1-3-4 kutuplu Akım Ayarı Var	Gelismis Ayar/Haberlegme



Devre Kesiciler

Kesici (CB : Circuit Breaker) ; Güç Anahtarları

Devre kesiciler; normal işletme koşularında devreyi kapama, açma (kesme) işlemleri ile aşırı akım (aşırı yük) ve kısa devre koşullarında ise devreyi otomatik olarak açma (kesme) yapabilmek üzere tasarlanmış anahtarlarla elemanıdır.

Alçak gerilim tesislerinde yaygın olarak 3 farklı devre kesici modeli vardır.

- Otomatik Sigortalar
- Kompakt Tip Devre Kesicileri
- Açık Tip Devre Kesicileri

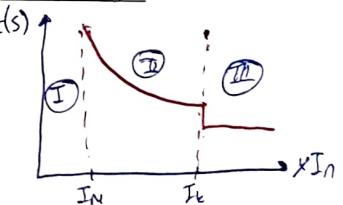
<http://howelectrical.blogspot.com.tr/2017/01/mcb-mccb-acb-and-vcb-difference-and.html>
<http://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/mcb-ve-mccb-nedir/18740#ad-image-0>

Minyatür Kesici (MCB) / Anahtarlı Otomatik Sigorta

- Termik+Manyetik + (RCB ilave olabilir)
- Akım ayarı yok
- I_{ON} : 1-100 A
- I_k : 3 - 4.5 - 6 - 10 kA
- 1-2-3-4 kutuplu

Kompakt Tip Devre Kesici (MCCB) / Termik Manyetik Şalter

- Termik/Manyetik ; Elektronik : Mikroişlemci
- (RCB ilave olabilir)
- Akım Ayarı var
- I_{ON} : 16-1600 A (2500A/3200A)
- I_k : 20 - 35 - 50- 65 kA

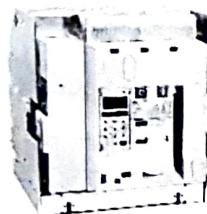


- 3 ve 4 kutulu

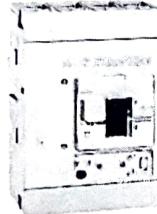
Açık Tip Devre Kesicileri (ACB) / Açık Tip Şalter

- 630 Amperden 6300 Ampere kadar
- 3 ve 4 kutulu
- 80kA, 100kA ve 120kA kesme kapasitesi

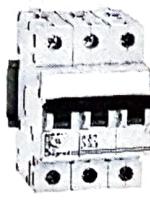
<https://www.voltimum.com.tr/haberler/alcak-gerilim-ag-devre-kesici>



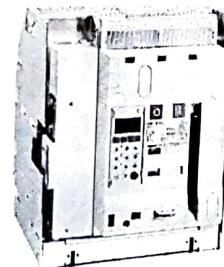
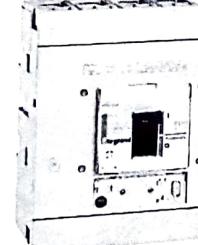
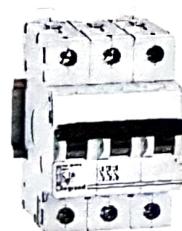
Açık tip şalter



Kompakt şalter



Ölçümüklü Sigorta



Kaynak :

[http://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/mcb-ve-mccb-nedir/18740#ad-image-0](http://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/mcb-ve-mccb-nedir/)

<http://electrical-engineering-portal.com/what-is-the-difference-between-mcb-mccb-elcb-and-rccb>

<http://www.voltimum.com.tr/haberler/alcak-gerilim-ag-devre-kesici-seciminde-nelere-dikkat-edilmelidir>

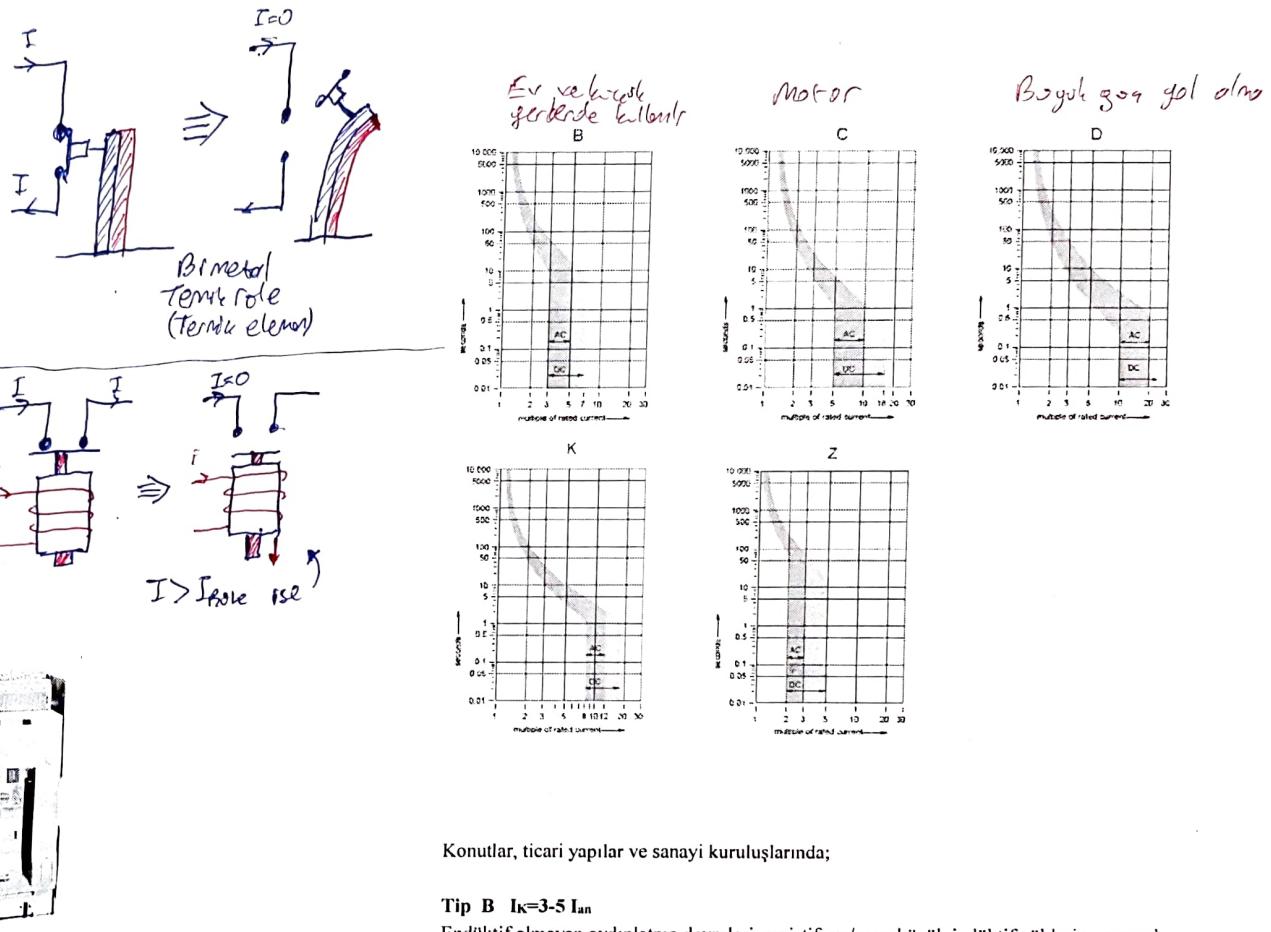
<https://circuitglobe.com/difference-between-mcb-and-mccb.html>

Açma karakteristikleri açısından:

<http://www.electricalclassroom.in/2015/04/what-is-meant-by-b-c-d-k-and-z-curves.html>

IEC 6098-1

"Acı, omur kırıcılarıdır."



Konutlar, ticari yapılar ve sanayi kuruluşlarında;

Tip B $I_K=3-5 I_{\text{an}}$

Endüktif olmayan aydınlatma devreleri, rezistif ve/veya küçük induktif yüklerin ve genel amaçlı prizlerin aşırı yük ve kısa devrelere karşı korunmasında kullanılır.

Tip C $I_K=5-10 I_{\text{an}}$

Klima, pompa, fan ve balastlı aydınlatma devrelerinin aşırı yük ve kısa devrelere karşı korunmasında kullanılır.

Tip C $I_K=10-20 I_{\text{an}}$

Büyük asenkron motorları trafolar, Kaynak makinaları, X-İşimi cihazları gibi devreye girmeye sırasında yüksek akım çeken yüklerin korunmasında kullanılır.

Ayrıca ticari yapılar ve sanayi kuruluşlarında;

Tip Z $I_K=2-3 I_{\text{an}}$

Elektronik devrelerin aşırı akım ve kısa devrelere karşı korunmasında kullanılır.

Tip K $I_k=10-14 I_{an}$

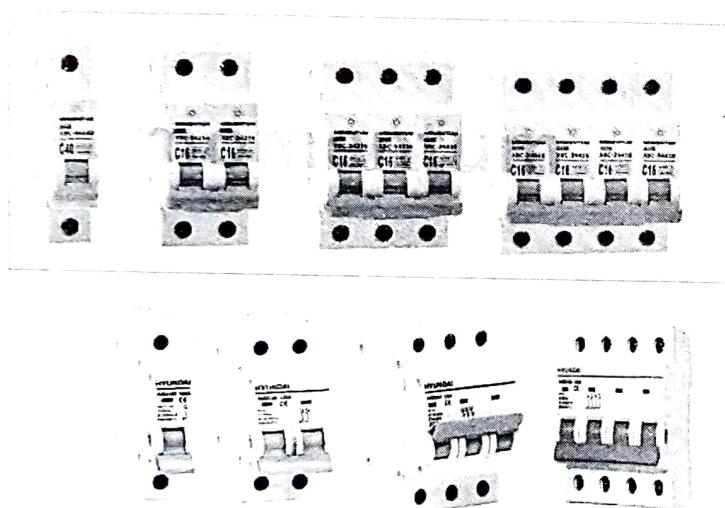
Motor, trafo ve yardımcı devrelerin korunmasında kullanılır. Bu karakteristik ayrıca kablo ve hatlar için en iyi korumayı sağlar.

Minyatür kesiciler (MCB)

Piyasa tanımları :ANAHTARLI OTOMATİK SİGORTA W-OTOMAT / K-OTOMAT

Anma akımları 100 A kadar imal edilirler.

http://www.trerk.com/teknik/5/otomatik_sigorta/index.html



Çalışma İlkesi

Otomatik Sigortalarda koruma, *termik koruma elemanı* ve *manyetik koruma elemanı* ile birlikte yapılmaktadır (Termik+Manyetik karakteristik sağlanır).

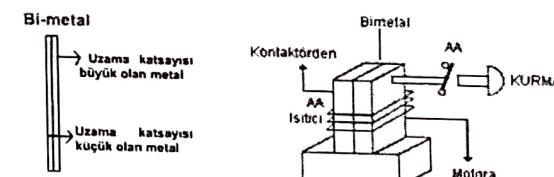
Anma (Nominal) Akımı : Sigortanın atmadan normal çalışabileceği ve üzerinde taşıyabileceğiniz akım değerine anma akımı denir.

Aşırı Akım : Anma akımının üstündeki akımlardır. Aşırı Akım sonucu iletkende oluşacak ısınmadan dolayı kabloların taşındığı ortamlarda yangın tehlikesi doğabiliyor.

Kısa Devre Akımı : Kaynakla arıza noktası arasında akımı sınırlayan yalnızca seri ermedeandır. Akım çok büyük bir değerlere ulaşabilir. Hepsinin güvenle açabileceğini bir Kısa Devre Akımı vardır eğer sigorta yanlış seçilmiş ise KD akımı sigortada da hasar meydana getirir.

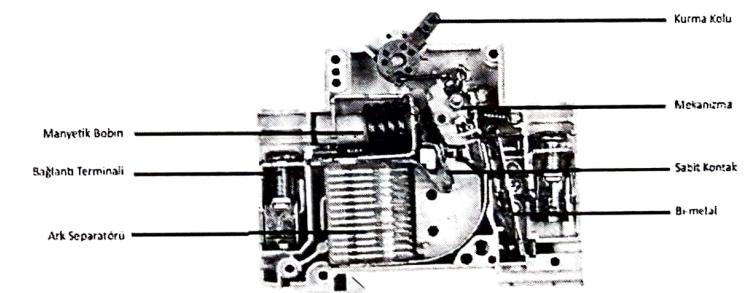
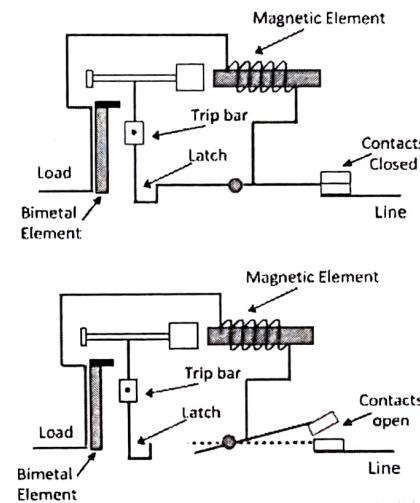
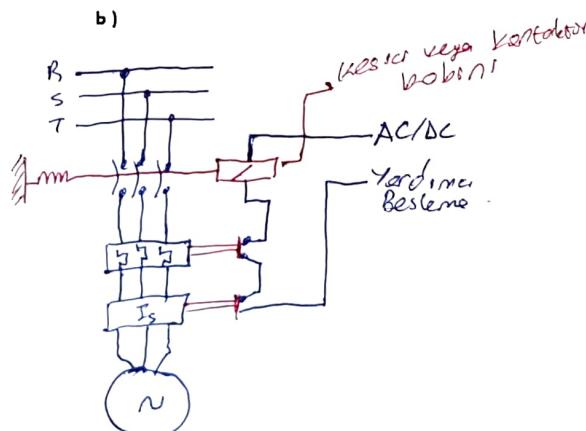
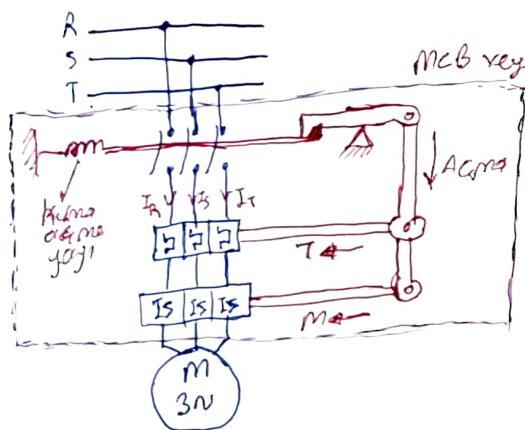
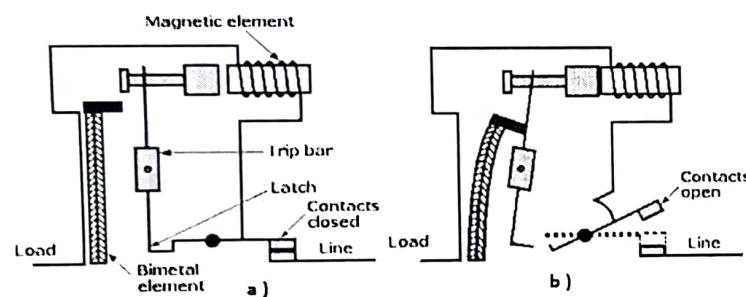
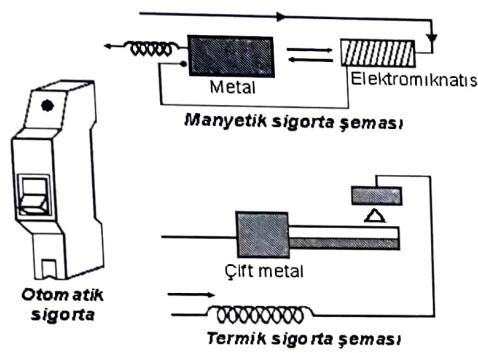
Termik koruma elemanı

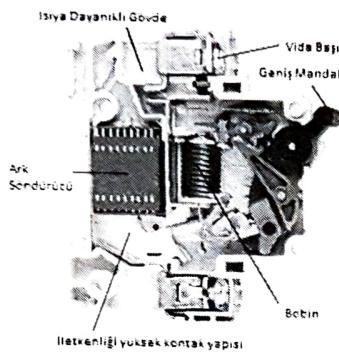
İsı değişimine bağlı olarak devreyi koruma sistemidir. Bu sisteme **Bi-metal** adı verilen sıcaklık katsayıları farklı olan iki metalden preslenerek oluşturulan metal çifti, aşırı akım sonucu ısının artması durumunda, farklı uzama katsayılarının nedeniyle farklı boyutlarında uzarlar. Uzama katsayı, diğer metale göre büyük olan metal diğerinin üzerine doğru bükülür ve bunun sonucu bir teması ile sistem açılır.



Manyetik koruma elemanı

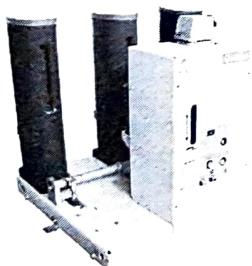
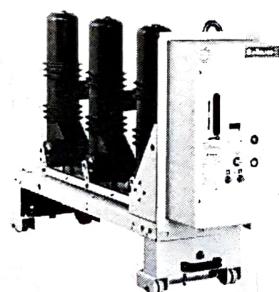
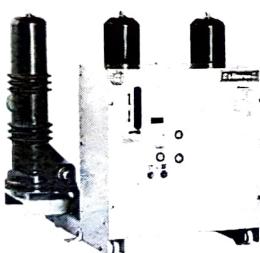
Manyetik koruma, sabit kontak (bobin) ile hareketli kontak arasında oluşan manyetik kuvvet sonucu çalışan bir sistemdir. Açı-kapa özelliği ile çalışır. Bobinden geçen akım, magnetik kuvveti oluşturan tutma akımının üstünde ise yeterli tutma kuvveti sağlanır ve hareketli kontak çekilmiş durumda kalır. Aksi durumda eski durumuna döner. Hareketli kontak üzerinde; konum değiştiren "Normalde Açık -NO" ve "Normalde Kapalı -NC" kontaklar vardır.



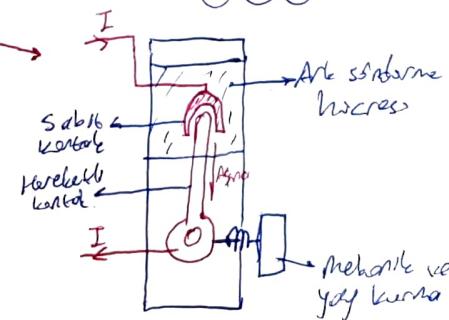


OG (6-45 kV)/YG KESİCİLER (170/420 kV) Orta Gerilim Kesiciler

<http://www.elimsan.com/urunler/kesiciler/onden-mekanizmali-vakumlu-kesici/#1465482611257-0a4a79d6-0274>



- a) Tam yağlı
- b) Az yağlı
- c) SF₆
- d) Vakumlu



Kesici → Giris anahtar
Disjoncteur
Kerstung Schalter
Circuit Breaker

<http://triton.elk.itu.edu.tr/~ozcan/KesiciSiumum/Karsilastirma04.pdf>

<http://www.elektrik.gen.tr/2015/08/kesiciler/44>

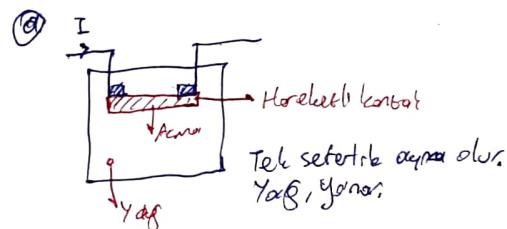
EMO Eğitim notları

<http://www.etisanenerji.com/bilgi/orta-gerilim-kesicileri-teknik-sartnamesi/>

<http://www.haberortak.com/Haber/Elektrik/13082010/Orta-gerilim-kesiciler.php>

Elektrik Mühendisi Mustafa Fazlıoğlu

Üç faz kumandalı kesicilerde bir açma bobini ile bir kapama bobini bulunur. Bunlara ait mekanizmaların çalışmasıyla, her üç fazda birlikte açar ve kapama işlemi yapar. Bu tip kesiciler, transformatör fiderlerinde ve tekrar kapamasız ya da üç fazlı tekrar kapama yapılacak fiderlerde kullanılır. Orta gerilimli şebekelerde tek faz kumandalı kesici kullanılmaz.



Kaynakça:

Kesicilerin Temel Yapıları

- İzole tüp,
- Kesme hücresi,
- Sabit ana kontak,
- Hareketli ana kontak,
- Sabit ve hareketli yardımcı kontaklar,
- İşletme mekanizması,
- İticisi izolatör ya da fiber,
- Şase

Kesiciler, arkın söndürildiği ortama göre farklı tiplerde imal edilmektedir.

Bunlar şöyle gruplandırılır:

- 1. Havalı kesiciler
- 2. Tam yağlı kesiciler
- 3. Az yağlı kesiciler
- 4. SF₆ Gazlı kesiciler
- 5. Vakum kesiciler
- 6. Hava üflemeli kesiciler
- 7. Manyetik alanda hava üflemeli kesiciler
- 8. Manyetik alanda SF₆ gazı üflemeli kesiciler

Y6 (en) ; Dead (olsa) Tank
Live (calı) Tank

HAVALI KESİCİLER

Kesici kumandası ve arkın söndürülmesi, yüksek havayla gerçekleştirilir. Pahali kesicilerdir. Basınçlı havanın sağlanması için hava kompresörleri, yüksek basınçlı havanın dağıtımını ve depolanması hava tankı ve boru tesisi gibi ek donanım gerektirir. Ayrıca açma ve kapama işlemleri gürültülüdür. İmalattan kaldırılmaktadır.

- Açıma anında kontaklar arasında oluşan arkın basınçlı hava ile üflenerek soğutulması esası ile çalışırlar.
- Basınçlı hava nakliyesi için kompresör, depolama için hava tankı, dağıtım için boru tesisatinı ihtiyaç gösterirler.
- Sistemin işletme ve tesis maliyeti yüksektir.
- İşletme sırasında en çok basınçlı havaya karışan ve kaçan rutubetten etkilenirler. Kontrolü gereklidir.
- Nominal çalışma basınçları 15 ile 26 kg/cm² arasındadır.

TAM YAĞLI KESİCİLER

Bu tip kesiciler daha çok Amerikan ve İngiliz firmaları tarafından imal edilmektedir. Fazla yalıtmayı gerektirir. Tam yağlı kesicilerde, kesme yağlı gerekçinme gösterdiğinden hacimleri büyük ve ağır kesicilerdir. Tam yağlı kesicilerde, kesme hücresi ve kontaklar metal bir kazan içeresine alınmışlardır. Kullanımları pratik değildir. Türkiye'de imal edilmemektedir. Bugün üretimden kalkmış olup kısa devre gücü 150 MVA'ya kadar olan yerlerde kullanılırlar.

- Açıma anında kontaklar arasında oluşan ark yağla dolu ortamda yapılır.
- Açıma ya da kapama sırasında oluşan ark etkisi ile yağ ısınır ve gaz oluşmaya başlar. Arkın etrafındaki gaz balonu giderek büyür ve yağı üst cidara doğru iter. Kazanın içinden çıkan hava hacmi kadar gaz teşekkül eder. Belirli kutup açıklığında ve hızında basınç artması ark sönümlüne dek devam eder. Buna göre izole tüp içindeki hava miktarını ayarlayarak basınç belirli sınırların üzerinde tutulur. Gaz balonu itmesiyle oluşan yağ kazan üst kapagına çarparak ark etrafında döner ve aşağı dökülecek arkın sönümlünü sağlar.

değeri devam eder. Buna göre kazan içindeki hava miktarını ayarlayarak basınç belirli sınırların üzerinde tutulur. Gaz balonu itmesiyle oluşan yağ kazan üst kapagına çarparak ark etrafında döner ve aşağı dökülecek arkın sönümlünü sağlar.

- Kuvvetli basınç sırasında yani yüksek kısa devrelerde tankta basıncı düşürecek uygun delikler olmalıdır. Aksi halde kazana zarar verir ve kazandaki zayıf noktadan patlatma veya üst kapagi atırma gibi istenmeyen durumlar meydana gelir.
- Fazla yağa ihtiyaç gösterirler. Yangın ve patlama riski vardır.
- Yağ değişimi açma – kapama şiddetine göre yapılmalıdır.
- Yağın izolasyon seviyesi ve yağın özelliğini koruyup korumadığının kontrolü gereklidir.

AZ YAĞLI KESİCİLER

Yağlı kesicilerde arkın söndürülmesi işlemi yağ moleküllerinin, meydana gelen ark tarafından parçalanarak hidrojen gazı sağlanması ve bu gazın etkisi ile ark söndürme hücresinde arkın sıkıştırılıp soğutularak söndürülmesi ilkesine dayanır. Az yağlı kesicilerde kesme hücresi ve kontaklar izole bir kutup içindedir.

Ucuz kesicilerdir. Ekonomik nedenlerden dolayı her gerilim kademesinde yaygın olarak kullanılırlar. Açma ve kapama kumandaları motor yay kurma mekanizması ile yapılmaktadır. Kapama işlemi için yayın kurulu olması gereklidir. Kurma motoru A.A. ya da D.A. beslemesi ile çalışır. Açma işlemi ise, bir mandalın kurtulması ile gerçekleşir. Motor besleme kaynağı ile kullanıldığı yerdeki kaynağın gerilim değerleri aynı olmalıdır. Besleme için genellikle A.A. kullanılır.

- Kesme hücreleri fiber elemanlarından oluşan sabit ark odacıklarıyla donatılmıştır. Ark söndürme hücreleri bir miktar basıncı muhafaza edecek biçimde boyutlandırılmıştır. Hareketli kontak silindirik plaka şeklindeki ark söndürme elemanlarının ortasında düşey olarak hareket eder.
- Açıma anında kontaklar arasında oluşan ark yağ içinde yapılır.
- Açıma ya da kapama sırasında oluşan ark etkisi ile yağ ısınır ve gaz oluşmaya başlar. Arkın etrafındaki gaz balonu giderek büyür ve yağı üst cidara doğru iter. Izole tüp içinden çıkan hava hacmi kadar gaz teşekkül eder. Belirli kutup açıklığında ve hızında basınç artması ark sönümlüne dek devam eder. Buna göre izole tüp içindeki hava miktarını ayarlayarak basınç belirli sınırların üzerinde tutulur. Gaz balonu itmesiyle oluşan yağ kazan üst kapagına çarparak ark etrafında döner ve aşağı dökülecek arkın sönümlünü sağlar.
- Ark söndürme işleminin girdap (döme ark) veya pistonlu (kendinden üflemeli) olmak üzere iki çeşidi vardır.
- Ark söndürme hücreleri sıkıştırılmış cam elyafı olup, 100 atmosfer basınçına göredir. 250 atmosfere kadar dayandığı görülmüşür.
- Az yağya ihtiyaç gösterirler. Yangın ve patlama riski vardır.
- Yağ değişimi açma – kapama şiddetine ve sayısına göre yapılmalıdır. Yağın kontrolü yapılmalıdır.

Üstünlükleri şunlardır:

- Boyutu küçütür,
- Bakımıları kolaydır.
- Saha yalıtm testi için özel cihaz gerektirmez,
- Fiyatı ucuzdur,
- Akım koparmada sorun yaratmaz,
- Tekrar kapama yapılması mümkünür,
- Anma akımında kesme sayısı genelde en fazla 3000 dir,

- Mekanik dayanıklılığı 10 000 açma kapamaya izin verir,
- Kesme zamanı 3-5 periyottur.

Buna karşılık:

- Yağ kaçağı sorunu vardır,
- Bakım masrafı gerektirir,
- Endüktif ve kapasitif akımların kesilmesi için uygun değildir,
- Yanıcı ve patlayıcı ortamda çalıştırılması rizikoludur.

SF6 GAZLI KESİCİLER

Açma işlemi sırasında geçici olarak SF6 gazının sıkıştırılması ile elde edilen basınçlı gaz üfleme prensibine dayanan ilk kesiciler son 20 senelik zaman içerisinde geliştirilerek bugünkü teknik düzeye getirilmiştir.

SF6 gazı kimyasal olarak çok dengeli zehirsiz ve rensiz bir gazdır. Molekül yapısı yüzünden 1500 oC sıcaklığı kadar tesirsızdır. Gaz yoğunluğu kesicinin elektriksel karakteristiğini belirler. Ancak kolay ölçülebilir ve anlaşılabılır olması için pratikte gaz yoğunluğu yerine 200 oC'deki gaz basinci belirtilir.

Bu kesiciler, son yıllarda geniş uygulama alanı bulmuştur. Ark söndürme işlemi, elektronegatif bir gaz olan kükürt hezgaflorür (SF6) içinde olmaktadır. 34,5 kV ve daha az seviyedeki gerilimlerde çalışan kesicilerin kontak açma-kapama işlemleri, motor aracılığı ile ya da elle kurulan yayaların boşaltması ile sağlanır.

- Sabit basınçlı SF 6 (Kükürt Hekza Florid) gazının açma sırasında ark üzerine üflenerek arkın söğütülmemasıdır.
- Çalışması sırasında ana kontaktlardan sonra ark kontaktları ayrılır. Bu şekilde sıkıştırılan gaz ark üzerine gönderilir ve yüklu parçacıkları ortamdan süpürür. Kapama sırasında piston hareketini kolaylaştırmak için piston sübوبu açılır.

SF6 gazının özellikleri:

- Çok iyi ark kesme özelliğine sahiptir. Arkın oluşturduğu ısıyı dağıtma kapasitesi vardır ve yüksektir. Arkın soğuması da daha hızlidır.
- Yanmaz, dielektrik dayanımı yüksektir. 1 kg / cm² basınçta havaya göre dielektrik dayanımı 3 kat fazladır.
- İnest bir gazdır. Bulunduğu ortamda diğer maddelerle birleşmez.
- Kokusu ve renji olmamış zehirli değildir. Söndürme hücrende beyaz toz haline geldiğinde zehirlidir. Kesme hücresi açıldığında tozlar lastik eldiven ve maske ile yapılmalıdır.
- Kesme hücreleri ve kontaktlar arası mesafe daha küçüktür.
- Gürültüsüzdür ve çok az bakım gerektirir.

Üstünlükleri şunlardır:

- Dielektrik dayanım gerilimi, aynı basınçtaki havaya göre üç kat değerdedir. Üç barlık basınçta, transformatör yağıının dielektrik dayanım gerilimini geçmektedir,
- Kayip faktörü (tg) ya göre çok küçüktür,
- Isı iletim katsayısının yüksek olması, alçak ionizasyon nedeni ile ısıyı çok çabuk gevreye dağıtır ve arkın çabuk soğumasını sağlar,
- Devre kesilirken olusabilecek tekrar tutuşmaları ve bu nedenle de aşırı gerilimleri önler,
- SF6 gazı, metallerle kimyasal tepkimeye girmez,
- SF6 gazı, rensiz, kokusuz ve zehirsizdir. Havaya göre beş kat daha ağırdır.
- Yüksek ark ısısı sonucunda kimyasal olarak ayrısan gaz, kısa zamanda tekrar eski haline

döndüğü için, uzun süre ilave edilmeden kullanılabilir,

- Tüm kısımlarının onarım ve bakımı mümkündür ve masrafı azdır,
- Sahada yalıtılmış testi için özel cihaz gerektirmez,
- Boyutu küçüktür,
- Akım koparmada sorun yaratmaz,
- Mekanik dayanıklılığı 10.000 açma-kapamaya izin verir,
- Anma akımında kesme sayısı genelde 10.000 civarındadır,
- Tekrar kapama yaptırılması mümkün değildir,
- Kapasitif ve endüktif akımların kesilmesinde daha uyundur,
- Yanıcı ve patlayıcı ortamda sorun yaratmaz,
- Kesme zamanı 3-5 periyottur,
- Fiyati çok pahalı değildir,
- Dünyada kullanma eğilimi artmaktadır.

Buna karşılık:

- Gaz kaçağı rızikosu vardır, bir miktarla izin verilir, iyi izlenmesi gereklidir,
- Çevreye artık gaz yayılır,

Çalışma Prensipleri:

Kesme işlemi sırasında SF6 gazı hareketli kontak pistonu ile silindir arasında sıkıştırılır. Sıcak durumda yaklaşık 20 Atm'e kadar sıkıştırılan bu gaz kesme ortamına doğru üflenerek ark'ın sönmesi sağlanır.

VAKUM KESİCİLER

Vakum kesicilerinin üstünlüklerinin farkında olan kesici üreticileri bu kesicilerin geliştirilmesi için büyük uğraşlar vermişlerdir. Bu tip kesicilerde ark kesme olayı, havası tamamen boşaltılmış (10-6-10-9 tor) bir tüplün içinde olmaktadır. Kapama işlemi işi yine motor-yay kurma mekanizması ile yapılmaktadır. Bunların elektriksel ömrüleri, açma akımında yapılan işlemi saymakla belirlenir. Hareketli bir çubuk üzerindeki yıpranma miktarından ömrü kontrol edilebilir. Ayrıca vakum düzeyi, kesicinin güvenilirliği yönünden önemlidir. Bunun kontrolü; kesici açıkken, şebeke frekansı ve kesici maksimum anma geriliminin iki katı değerinde bir gerilim, bir dakika süre ile kontaktlar arasına uygulanır. Kesin değerler yapımı firmalar tarafından verilir.

- Vakum ortamında moleküllerin ionizasyonu çok azdır.
- Çalışması sırasında kontaktlar arasındaki ark akımın sıfırdan geçişinde kolayca söner. Arkın tutuşması ve deşarı olması.
- Kuvvetli akımların açılmasında arkın anot ve katodunda bulunan elektrotlar buharlaşır. Arkın sönmesinden sonra elektrotlar ilk şeklini alırlar.
- Vakumda dayanıklı tüp imalatı çok önemlidir. 550 dereceye kadar ısıtlarak absorbe edilmiş gazların çıkışması sağlanır.
- Bakım gerektirmeyezler.

Üstünlükleri şunlardır:

- Mekanizmaları basittir,
- Açıma işlemi için ek teçhizat gerekmeyez,
- Kesme hücresi dışındaki teçhizatın onarım ve bakımı kolaydır,
- Boyutu küçüktür,
- Mekanik dayanıklılığı 30 000 açma-kapamaya izin verir,
- Anma akımında kesme sayısı 10 000 civarındadır,
- Özellikle kapasitif devrelerin kesilmesinde daha uyundur,
- Tekrar kapama yaptırılması mümkün değildir,

- Açma işleminde artık gaz çıkışma sorunu yoktur,
 - Kesme zamanı 3-5 periyottur,
 - Yanıcı ve patlayıcı ortamda sorun yaratmaz,
 - Dünyada kullanma eğilimi artmaktadır.

Buna karşılık:

- Kesme hücresinin fiyatı daha pahalıdır.
 - Sahada yahut düzeyi kontrolü için Y.G test cihazı gereklidir.
 - Kesme hücrende sizidirmazlık rizikosu mevcuttur.
 - Akım koparında darbe sınırlayıcılara gereksinim duyulabilir.
 - Fiyatı yüksektir.
 - Vakum düzeyinin belirli periyotlarda kontrolü gereklidir.

NOT: Az yağlı kesiciler her ne kadar yerinde ark söndürme hücresi kontak ve yağ değiştirilmesine müsait iseler de bu kesicilerin imalatçısı veya servisi tarafından rutin testlerinin yapılmasında fayda vardır. SF₆ gazlı ve vakum kesicilerin bulundukları yerde kontak değiştirilmesi söz konusu olamaz.

İşletme Emniyeti: Az yağı, vakum ve SF6 gazlı kesiciler, bakım hatasından kesme kapasitelerinin azalmasından veya kesme kapasitelerinin üzerinde bir açımaya maruz kaldığında; Az yağı kesici infilak ederek binayı bile havaya uçurabilir. SF6 gazlı kesiciler etrafı SF6 gazı ve bileşikleri yayarlar, burada bulunanlar açısından tehlike yoktur. Gazi ve bileşikleri belirli sürede ortamdan uzaklaşmamak gereklidir.

BAKIM

Kesici bakımı mekanizma ve kutup bakımı olmak üzere iki bölümde incelenir.

- Ne tür mekanizma olursa olsun 3 ay ara ile çalışan parçaların genel durumu mutlaka kontrol edilmelidir.
 - 6 ay ara ile çalışan parçalar yağlanmalıdır.
 - Üretici firmannın belirlediği açma sayısına göre.
 - Tam kısa devreden meydana gelen açmala göre.
 - Kesici yağıının eksilmesine göre, kesicinin bulunduğu yerde költü bir koku hissedilirse, kesici kutuları üzerinde kirli-siyah yağ izleri gözlenirse hemen kesiciyi bakıma almak gereklidir.

Böyle durumlarda kesicinin ağır bir kısa devre arızasına maruz kaldığı söylenebilir. Ark söndürme hücresinin değişip değişmemesi gerektiğine karar verirken özellikle elektrik arkına maruz kalan hücrelerin aşınma derecesine ve karbonlaşma durumuna dikkat edilmelidir. 5000 voltluğ megger ile yapılan bir izolasyon testi, karbonlaşma ve izolasyon zarfları hakkında fikir vereci olabilir. Bu ölçüm kontak hareket eksenini doğrultusunda ark söndürme hücresinin alt ve üst ucuna yerleştirilen elektrotlar yardımı ile yapılır.

ark söndürme hücreleri hangi malzemeden yapılarsa yapılsın kesinlikle temizleme malzemesi olarak temiz kesici yağı kullanılmalıdır.
Kutupların dış yüzeylerinde trafo yağı kalıntıları ve toz bulundurulmamalı, bu yüzeyler karbon tetra - klor ile yünlü bez kullanılarak sık sık temizlenmelidir.

Sf6 gazlı kesici kutup bakımı:

SF₆ gazlı kesicilerin bakımı az yağlı kesicilere göre daha uzun olmaktadır. Aynı güçteki kesme kapasitesi için az yağlı kesicide 4 tam kısa devreden sonra bakım yapılarsa SF₆ gazlı kesicide 20

tam kısa devreden sonra bakım yapılmaktadır. Kontak aşınmalarını belirleyen göstergeler kontrol edilmeli, gaz basıncı düşmüs ise sebebi araştırmalı imalatçı firma ile temas geçilmelidir.

Vakum kesicilerde kutup bakımı:

Vakum kesicilerde SF6 gazlı kesicilere benzer olarak 50 tam kısa devreden sonra kutup değiştirilmelidir. Bu durum vakum şişesi içinde bulunan kontağın aşınması ile orantılıdır. Kontağın aşınması göstergesi ile belirlenmiştir. Bunun dışında vakum şişeler karbon-tetra ile temizlenmeli vakum şişeler imalatçı firmalarla değerlendirilmelidir. Kesiciler bulunduğu hücrelerin tozdan ve nemden arındırılması gereklidir. Rutubet ve toz varsa önlem alınmalıdır.

KESİCİ SEÇİMİNDE ANMA DEĞERLERİ

Her türdeki kesici için su anma değerleri belirtilmelidir:

- a) Anma Gerilimi: Kesicinin kullanılacağı şebekenin en üst gerilim değeridir. Faz arası etkin değer olarak verilir. (T.S 2687) ye göre (50 Hz) gerilim kademeleri; 3,6-7,2-12-17,5-24-36 kV olarak belirlenmiştir.

b) Anma Yalıtım Seviyesi: Anma şebeke frekansında; kesicinin toprağa göre, fazları ve açık kontaktları arasındaki elektriksel zorlamlamalarla karşı yalıtılmını belirten darbe dayanma gerilimi değerleridir.

c) Anma Frekansı: Kesicinin çalıştığı şebekenin anma frekansı olup 50 Hz'dır.

d) Sürekli Anma Akımı: Bir kesicinin, bozulmaksızın sürekli olarak içinden gelebilecek anma akışının etkin değeridir. (T.S 2687) değerleri 400-630-800-1250-1600-2000-2500-3150-4000 A olarak verilmiştir. (Un 36 kV).

e) Kısa Devre Anma Kesimi Akımı: Bir kesicinin anma gerilim değerinde, içinde A.A ve D.A. bileşenleri bulunan, kontaktlarının hasar görmeden kesebileceği ve kesici kutbunda arkin oluştuğu andaki arıza akımının etkin değeridir. İçinde

D.A. (doğru akım) bileşeni olmayan kesme akımı, simetrik kesme akımı, içinde D.A. bileşeni olan kesme akımı asimetrik kesme akımı olarak tanımlanır.
 Kesicinin açma gücünün MVA olarak bulunması; $1.73 \times U_n$ (Anma Gerilim) $\times I_k$ (Simetrik deşirler) kullanılır.

- f) **Anna Kısa Zaman Akımı ve Süresi:** Bir kesicinin anma kısa zaman akımı, kesici kapalı iken, kısa devre anma kesme akımına eşit bir akımın geçirilebildiği ve sıcaklık yükselmesinden hasar görmeden dayanabileceğii süredeki akım değeridir. Bu sürenin standartı 1 sn'dır. Kesici plakasında etkin değer olarak verildiğinde, simetrik kesme akımına eşittir.

g) **Darbe Kısa Devre Akımı:** Kesicinin dinamik olarak dayanacağı darbe kısa devre akımının tepe değeri olarak verilir. Burada zaman tanımı anidir. Simetrik kesme akımının yaklaşık olarak 2,5 katıdır.

h) **Anna Kısa Devre Kapama Akımı:** Ariza üzerine kapamada oluşan akımın tepe değeri, kapama işlemi sırasında akımın olduğu anı izleyen geçici rejimde, kesicinin bir kutubundaki akımın ilk bittiği yarı dalgasının tepe değeridir. Bu değer, kesici plakasında, kA olarak ve tepe değeri (Pik değer) olarak verilir. Aynı plakada simetrik kesme akımı olarak verilen değerin yaklaşık 2,5 katıdır.

i) **Açma Süresi:** Kesicinin gerilimsiz ve kapalı durumda iken, açma mekanizmasına verilen kumandanın alındığı anda bütün kutuplarda ark kontaklarının ayrılması kadar geçen süredir.

j) **Kesme Süresi:** Bir kesicinin açma süresinin başlangıcı ile ark süresinin bitimi ve ortantan deviyonizasyon olması arasında geçen zaman olarak tanımlanır. Bu değerler, yapımı firmalar tarafından verilir. Orta gerilimde açma ve kesme zamanları birbirine çok yakındır. Kesme akımı veya güçlülük hesabında bu zaman değerleri kullanılır.

k) **Tekrar Kapamalı Çalışma:** Kullanılan kesici, bağlı olduğu şebekede istenilen bir tekrar kapama ilçesine göre çalıştırılacaksa, yapımı firma bildirilmelidir.

l) Boşta Hat Anma Kesme Akımı: Hattın boşta açılmasında oluşacak kapasitif akımlar, 72,5 kV ve daha yukarı anma gerilimleri için etkili olduğundan TS'ye göre 36 kV ve daha alt gerilimli kesicilerde sorun yaratmaz.

m) Kısa Hat Arızaları: TS'ye göre anma gerilimi 52 kV ve daha yüksek şebekeler için verildiğinden, orta gerilimi şebekeleri için sorun yaratmaz.

n) Boşta Kablo Anma Kesme Akımı: Kesicinin kullanıldığı şebeke, ynygın bir kablo sistemi ise veya sony kondansatörlerin devresinde kullanılacaksa, yapımı firmaya bu özellik bildirilmelidir.

o) Kesicinin Çalıştığı Ortam: Kesicinin çalışacağı ortam, seçilmesi için önemli bir etkendir. Kapalı yerde veya açık havada çalıştırılacağı belirtilmelidir.

p) Kesicinin, sürekli anma ve kesme akımına göre seçilmesinde TS 2687'ye göre verilen standart değerleri verilmelidir.

q) Kumanda Devreleri Anma Beslenme Gerilimleri: Kesicinin kumanda devrelerinin D.A. ve A.A. anma gerilim değerleri, kullanılacak yerdeki yardımcı servis anma gerilim değerleriyle aynı olmalıdır. Siparişe bu durum açık olarak belirtilmelidir. TS 2687'ye göre D.A. beslenme gerilim standartları 24-48- 110(125)-220(250) volt'tur.

SIGORTALARIN KESİCİLER İLE KARŞILAŞTIRILMASI:

Bugünkü modern teknoloji ile üretilen sigortalar çeşitli elektrik devrelerinde güvenilir olarak kullanılmaktadır. Böyle bir sigortayı bir mekanik kesici ile karşılaşacak olursak sigortaların aynaklı bir üstünlüğü olduğu ortaya çıkacaktır. Sigorta çok büyük kısa devre akımlarını çok kısa bir sürede (3-5 m.sn.) kesebilmektedir. Böylece sistemde çok büyük isımların ve elektromekanik zorlamaların önemmesini sağlar. Ekonomik bakımından da sigortalı koruma kesicili sistemlerden çok daha ucuzu mal olmaktadır. Sigortanın bakım ve işletme masrafları da kesiciye göre çok ucuzdur. Yalnız her çalışmadan sonra kartuş değiştirmek ekonomik karşılaştırmaya ilave edilmelidir.

Bütün bu avantajlarına rağmen sigortaların kesicilere göre bazı dezavantajları da vardır.

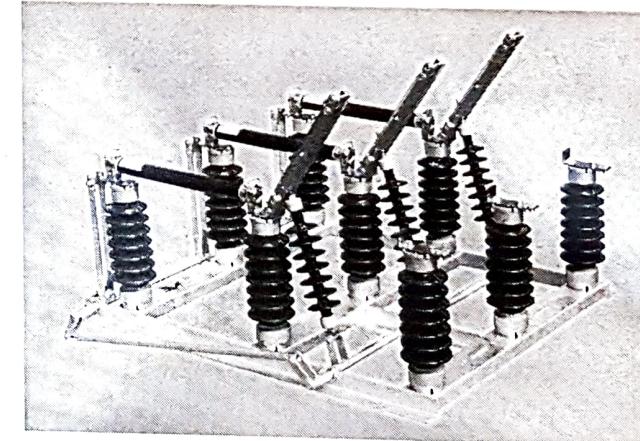
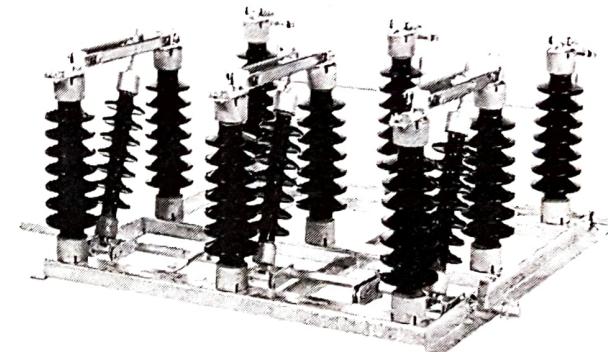
Sigorta çalışlığında kartuşun değiştirilmesi gereklidir. Değiştirme işlemi kesicinin tekrar kapamasına kiyasla daha fazla zaman almaktadır. Ayrıca sigortanın çalıştığını gösteren bir düzeneği yoksa, ermiş sigortanın bulunması bu zamanı daha artıracaktır.

Diğer eksiklik sigortanın küçük aşırı akımlarda iyi bir koruyucu olmamasıdır. Örneğin, bir kesici anma akımının %5'i kadar bir aşırı akımda çalışacak şekilde ayarlanabilir. Ancak sigortanın ise minimum anma akımının erime akımına oranı, 1,75 kadardır.

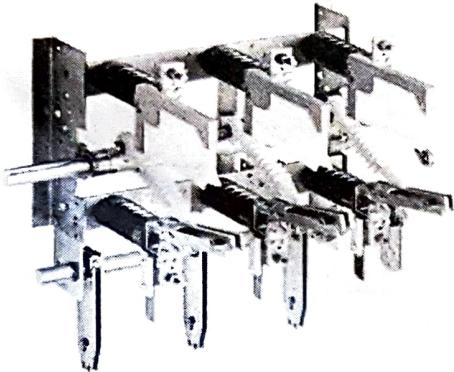
Kuramsal olarak eriyen telli Y.G sigortaları ile eriyen telli A.G. sigortaları arasında bir fark yoktur. Ancak yüksek gerilimin zorunlu kaldırığı bazı yapısal boyut farklılıklarları vardır. Y.G. sigortaları bir kısa devre anında, devresi üzerinde bulunan traförları, kabloları ve çeşitli Y.G. tezhibatını meydana gelecek termik ve mekanik zorlanmalılara karşı korur. Y.G. sigortalarının genel yapısı ise gövde ve değiştirme elemanlarından oluşmakta olup, gövde altı izolatörlerle bağlı uçları ve gövde kontaklarını içerir. Değiştirme elemanında da; eleman taşıyıcı, eriyici ve kontakları bulunmaktadır. Bazen belli bir anma akımı ve gerilim değerinde olan Y.G. sigorta elemanı aynı anma akımında ancak daha düşük gerilimli bir devre için kullanılmaktadır. Bu kesinlikle yanlışlır. Çünkü; anma gerilimi yüksek olan sigorta elemanında arkasında meydana gelecek aşırı gerilimler kullanıldığı devre için tehlikeli boyutlara ulaşabilir. Aynı şekilde daha küçük gerilimli bir sigortayı üst gerilim seviyesinde kullanmakta sakincalıdır. Alt gerilim seviyesindeki sigorta üst gerilimlerdeki izolasyon seviyesine ulaşamayacağı için sakincalar yaratır.

<http://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/ayiricilar-2-bolum-elektrikport-akademi/4194#ad-image-0>

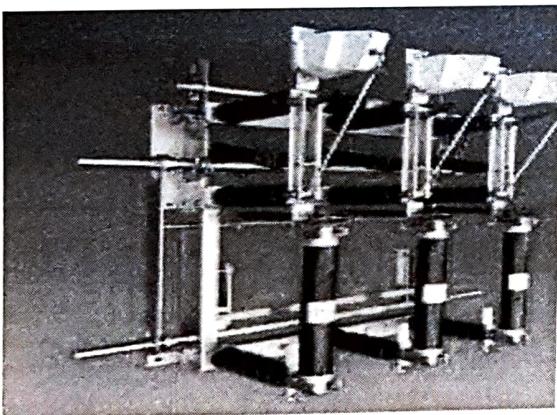
Adı Ayırıcı (OG)



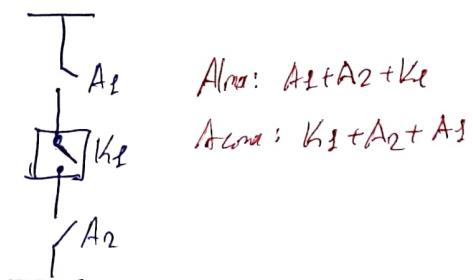
Yük Ayırıcı (OG)



Sigortalı Yük Ayırıcısı (OG)



Devrege alındı : Açırcı + Kesci
Devreden çıktı : Kesci + Açırcı



Ayracu: Seksjonen

CİHAZ	FONKSİYON				SEMBOL
	BOŞTA	YÜKTE	AŞIRI YÜKTE	KISA DEVRE	
ADİ ANAHTAR (AG)	X	X	-	-	
ADİ AYIRICI (OG-YG)	X	-	-	-	
YÜK AYIRICISI (AG-OG)	X	X	-	-	
SİGORTALI YÜK AYIRICISI (AG-OG)	X	X	X	X	
KESİCİ (AG-OG-YG)	X	X	X	X	

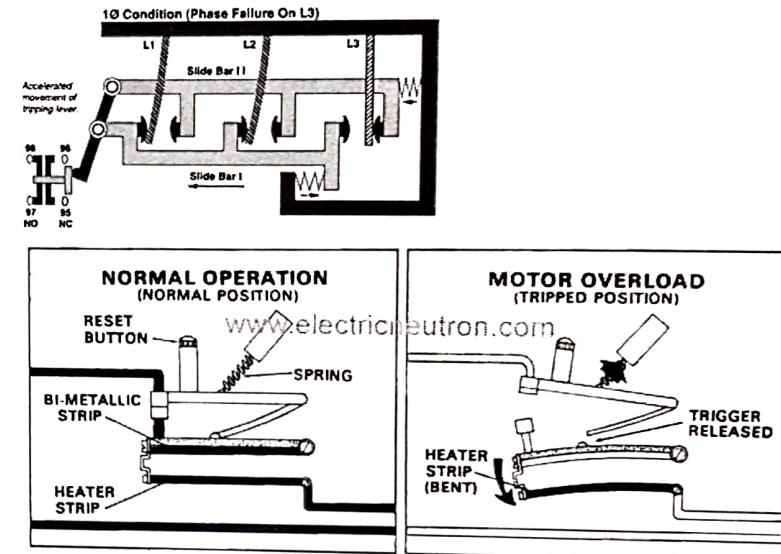
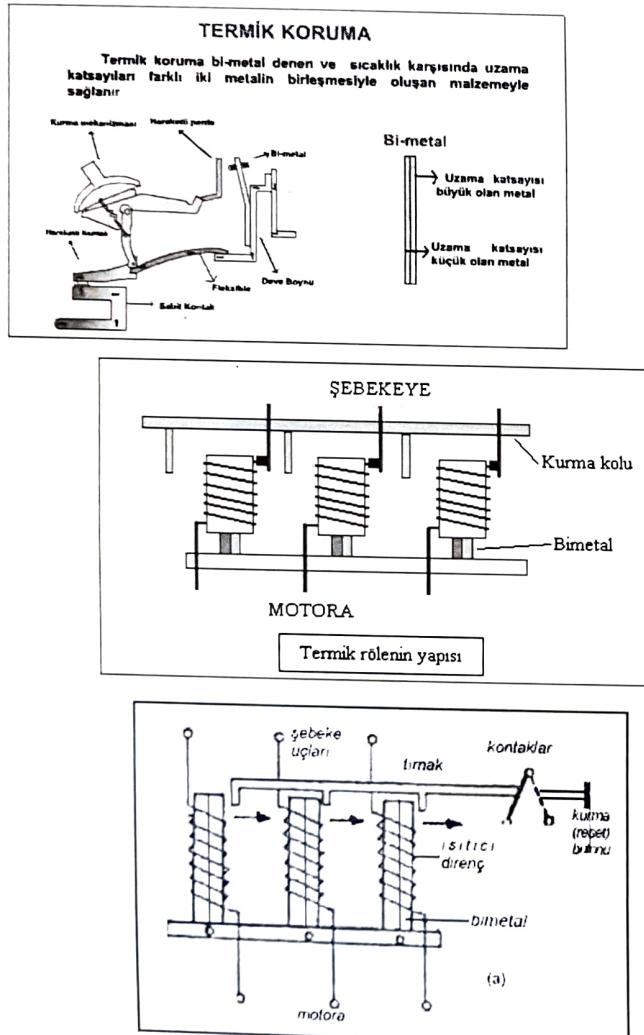
AYIRICI : SEKSİYONER

KESİCİ : GÜC ANAHTARI – DİSJONKTÖR – LEISTUNGSSCHALTER – CIRCUIT BREAKER

* * * * *

TERMİK ve MANYETİK RÖLELER

A. TERMİK RÖLENİN YAPISI VE ÖZELLİKLERİ



http://www.google.com.tr/url?sa=i&rct=j&q=&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjmxczascrLAhVIVBQKHXKZDa8QjRwlBw&url=http%3A%2F%2Fwww.electricneutron.com%2Fmotor-control%2Ftypes-of-motor-overload-relay%2F&psig=AFQjCNG4l_wvI_AWu5WhR8L9_utB0T23ng&ust=1458395710280265

a) **Tanımı ve yapısı :** Uygulamada en çok kullanılan aşırı akım rölesi. Aşırı akının ısı etkisi ile çalışır. Genellikle elektrikli cihazları bilmassa motorları, aşırı akımlardan korumak amacıyla kullanılır.

İsya göre uzama katsayısı çok farklı olan iki metal yüzeysel olarak birbirine tutturulmuş ve bunun üzerine bobin sarılmıştır. Bobinlerin bir ucu kontrol edilecek cihaza giderken diğer ucu bir kontak vasıtasyyla şebekeye bağlıdır.

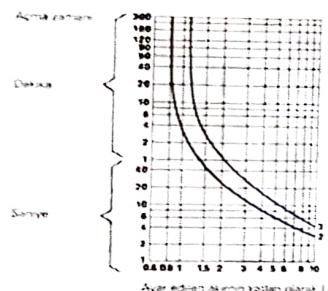
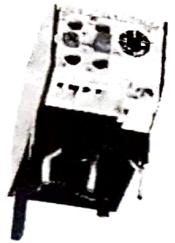
b) **Termik rölenin çalışması :** Devre akımı bimetal üzerine sarılmış ısıticidан geçmektedir. Normalden fazla akım geçtiğinde ısıtıcı bobin sargıları bimetalı ısıtır ve bimetal kurma kolu yönünde eğilerek kontakları birbirinden ayırr. Böylece aşırı akım çeken cihazın enerjisi kesilir. Bu röleler cihaza her zaman seri bağlanır.

c) **Termik rölenin çalışmasına etki eden faktörler.**

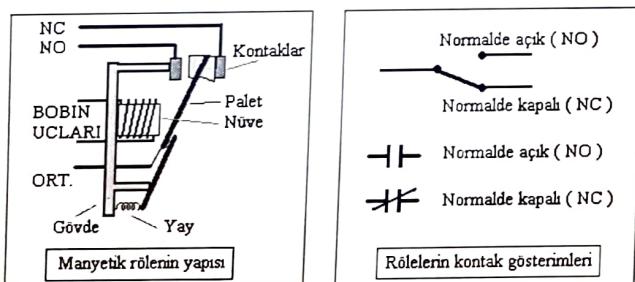
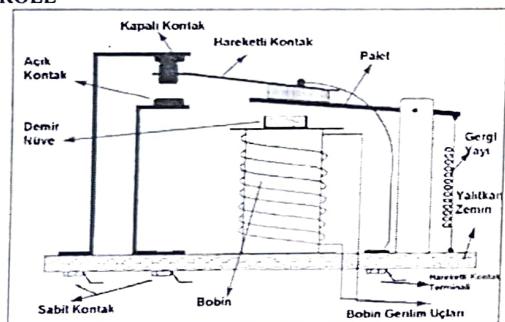
Termik rölede bimetal ısınıp eğilmesi için bir miktar süre gereklidir. Eğer bağlılığı cihaz kısa süreli aşırı akım çekerse, bimetal hemen eğilmeyeceği için koruma işlemini yapamaz.

d) **Bağlantı şekli ve kullanım alanları :**

Termik röleler her zaman cihazlara seri bağlanır. Termik röleler özellikle üç fazlı motorları aşırı akım nedeniyle ısınıp bozulmalarını engellemek için kullanılır.



B- MANYETİK RÖLE



a) Rölenin tanımı : Röleler düşük akımlarla büyük güçlerin anahtarlanmasılığını sağlayan elektromanyetik anahtarlardır.

b) Rölenin yapısı ve çalışması : Röleler genel olarak nüve, bobin, kontaklar ve gövdeden meydana gelir.

Nüve : Bakır tellerin sarıldığı, makaranın geçirildiği metal parçadır. Tek parça yumuşak demirden veya silsilî saçlardan rölenin büyülüklüğine göre yapılır. Yumuşak demir kullanılmışının sebebi: mıknatıslık özelliğini hemen kaybedebilmesidir.

Bobin : Yalıtkan bir malzeme üstüne makara şeklinde sarılmış iletkenlerden meydana gelir. Rölenin büyülüklüğüne ve çekeceği akıma göre iletken çapı ve spir sayıları değişir. Bobin uçlarına gerilim uygulandığında bobin nüveyle birlikte elektro mıknatıslık özelliğini kazanır. Böylece karşısındaki paleti çekip, kontakların temasını veya ayrılmalarını sağlar.

Kontaklar : Birbirine temas halindeyken üzerinden akım geçen, açılıp kapanabilen parçadır. Kontaklarda kapanma esnasında elektrik sıçraması nedeniyle "ark" ismini verdigimiz bozulmalar olabilir. Bunu engellemek için kontaklar çok iyi (pas yapmaz) iletkenlerden imal edilir. Kontaklar yapımına göre normalde açık ve kapalı olabilir.

Gövde : Röle parçalarının üzerine monte edildiği parçadır. Elektriki olarak izole edilmiştir.

Rölenin çalışması: Röle bobinine enerji uygulandığında bobinde oluşan manyetik alan nüveyi mıknatıslar ve karşısındaki metal paleti çeker. Palet uçlarına bağlı olan kontaklar ise kontak durumuna göre açılır yada kapanır. Yani normalde açık olan kontak kapanır ve bağlı olduğu devreye enerji aktarmak için anahtar görevi yapar.

c) Manyetik rölenin kullanım alanları:

Röleler elektriki olarak anahtarlamak istediğimiz her türlü devrelerde kullanılır. TV alıcılarında, PLC devrelerinde, merdiven otomatiklerinde, tek ve üç fazlı motorlara enerji vermedeki kullanıcılar örnök olarak verebilir.

MANYETİK VE TERMİK RÖLENİN BİRLİKTE KULLANILMASI

a) Manyetik ve termik rölenin kullanım alanlarının açıklaması:

Sanayide termik röleler, manyetik rölelerden daha fazla kullanılır. Manyetik rölelerde bir defa devreyi açtıktan sonra tekrar çalışılabilmesi için kurma düğmesine basmak gereklidir. Termik rölelerde bu durum yoktur.

b) Birlikte kullanım nedenleri ve bağlantı şekillerinin açıklaması:

Manyetik ve termik röle iki şekilde birlikte kullanılabilir.

1. Çift koruma amaçlı (**Manyetik koruma – Termik koruma**): Manyetik korumada, ani akımlarda hemen devre bağlantısını açmak ; uzun süreli normalden fazla akımlarda ise termik koruma sağlamak. **Kontaktörler+Motorlar**

2. (**Manyetik kumanda – Termik koruma**) : Termik röleyi uzun süreli aşırı akımlardan korumak amacıyla; manyetik röleyi ise cihaz açma-kapama gibi kumanda amacıyla kullanmak. **Kontaktörler+Motorlar**

http://www.elektronikders.com/Dersler/End_Elit/R%C3%B6leler.htm

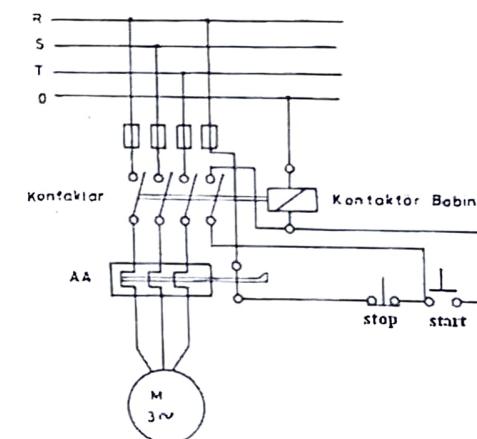
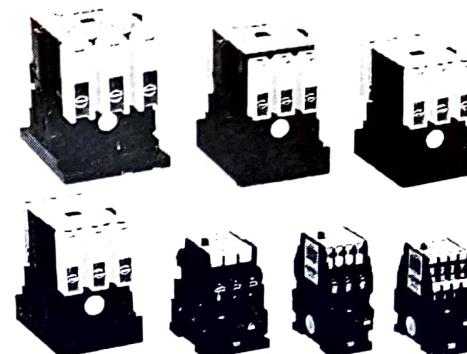
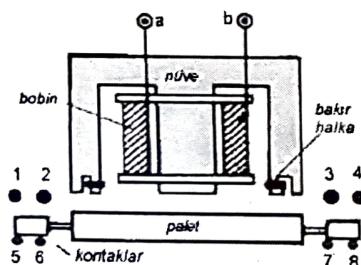
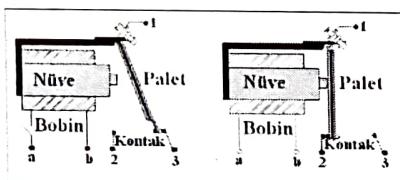
<http://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/kompakt-salterler-ve-ozellikleri/8455#ad-image-0>
http://www.megen.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Kontak%C3%B6r,%20R%C3%B6B%C6le,%20Koruyucu%20Elemanlar%20Ve%20Montaj%C4%B1.pdf

KONTAKTÖR

<http://www.teias.gov.tr/eBulten/makaleler/2009/okulyeni2/elektrik/kumanda.htm>

<http://www.elektrikport.com/makale-detay/kontaktorler/4414#ad-image-0>

<http://www.trerk.com/teknik/8/kontaktor/index.html>



- Butonlar

- Start Butonu

Start başlatma butonudur. Bu butonlarda kontak normalde açıktır. Butona basılıncaya, açık olan kontak kapanır. Buton üzerinden etki kaldırıldığından, kapanan kontak hemen açılır. Bunlara ani temaslı buton da denir. Şekil 1.24'te start butonuna ait simbol ve resim görülmektedir.

S



Şekil 1.24: Start simbolü ve butonu

- Stop Butonu

Durdurma butonudur. Bu butonlarda kontak normalde kapalıdır. Butona temas edilince, kapalı olan kontak açılır, temas olduğu sürece açık kalır. Butondan temas kalkınca kontaklar normal konumunu alır. Şekil 1.25'te stop butonuna ait simbol ve resim

görülmektedir.



Şekil 1. 25: Stop simbolü ve butonu

6. HATA AKIMININ ETKİLERİ

6.1. Akımın Canlılar Üzerine Etkileri

Canlılar üzerinden elektrik akımı geçmesi sonucu meydana gelecek etkiler akım büyüklüğüne ve etki süresine göre aşağıdaki tablo ve şekilde gösterilmiştir.

İnsan bedeninde gececek akımın büyüklüğü, kişinin vücut direncine, temas noktalarının özelliklerine, akım geçiş süresine ve alternatif akımda frekansa bağlıdır.

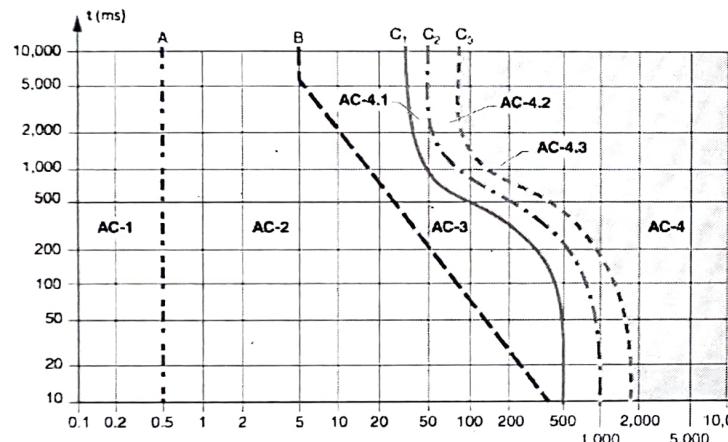
İnsan vücut direnci, vücut iç direnci, temas noktalarındaki geçiş dirençleri ve genel olarak akım yolu üzerindeki diğer dirençlerden oluşur. Bu değerler kişilere göre çok farklı değerler alabilirler.

İnsan vücudunda toplam direnç yaklaşık 2500 ohm ve insan için tehlikeli akım sınırı 20 mA alınırsa 50 volt'luk bir temas gerilimi sınır deger olarak kabul edilebilir.

Yüksek frekanslı akımlarda, akımın yüzeyden geçme eğilimi (deri etkisi) ve vücut direncinin artması nedenleri ile tehlikenin azaldığı söylenebilir.

Akim Bölgesi	Fizyolojik Tepki
AC-4-1	Kalp fibrilasyon olasılığı % 5 den az
AC-4-2	Kalp fibrilasyon olasılığı % 50 den az
AC-4-3	Kalp fibrilasyon olasılığı % 50 den fazla

Eğriler	Fizyolojik Tepki
A	Hissedilme sınırı eşiği
B	Kas reaksiyonları eşiği
C1	% 0 Kalp fibrilasyon olasılığı eşiği
C2	% 5 Kalp fibrilasyon olasılığı eşiği
C3	% 50 Kalp fibrilasyon olasılığı eşiği



<http://www.electrical-installation.org/enwiki/File:FigF01.jpg>

Akim Bölgesi	Akim Sıddeti	Fizyoloji Tepki
AC-1	0,01 mA	Hissedilme sınırı, gidiştanma hissi
AC-2	1-5 mA 5-15 mA 15-25 mA	Elde uyuşma hissi, el-kol hareketleri zorlaşır Tutulan cisim henüz bırakılabilir, elde-kolda kramp başları, tansiyon yükselir Tutulan cisim kendiliğinden bırakılabilmesi mümkün değildir. Kalp etkilenmez
AC-3	25-80 mA	Dayanılabilen akım sınırı, tansiyon yükselir, kalp düzensiz çalışır, tenefüs zorlaşır, çevrilebilir kalp durması baş gösterir, şuur genelde yerinde olur, bazeen bayılma olabilir.
	80-100 mA	Akımdan etki süresine bağlı olarak kalpte fibrilasyon, şuur kaybı,
AC-4	3 A den büyük	Tansiyon yükselir, kalp durur, akciğerler şişer, şuur kaybı olur

(G) Şekil
for A for
 $\frac{dr}{dt}$
(H) Dokunma Gerilimi
<50V AC
<120V DC

6.2. Akımın Yangın, Patlama Tehlikeleri

Bir hata oluşması durumunda, insan dokunma tehlikesi olmasa dahi, hata akımı topraklama veya koruma iletkenlerinden ya da bunlar yoksa çeşitli geçiş empedansları üzerinden toprağa bir yol bulacaktır. Geçiş dirençleri üzerinde oluşacak ısı etkisi yanın tehlikesine yol açar.

Hata akımının meydana getirdiği enerji

$$W = R_g I^2 t \text{ Watt (Joule/s)}$$

olup, "Rg" geçiş direncini "t" etki süresini göstermektedir. Bu enerji belli bir değere ulaşırsa "yanın tehlikesi" oluşabilir.

Akımdan yanına neden olması için en az 60 W güce, 0,3 A akıma ve 5 J (Ws) enerjiye ihtiyaç vardır. 220 V luk bir şebekede söz konusu değerlerle göre, en kısa etki süresi 83 ms olarak bulunur.

Bu nedenle hata akımı kesme cihazlarının yeterince hassas ve hızlı olması gereklidir. Sigorta veya Otomatik Anahtar gibi aşırı akım cihazları yanın korumada yetersiz kalmaktadır.

Bir başka tehlikeli durum ise, küçük akım değerleri yanında büyük akım değerleri ile oluşacak bir ark durumunda ise gene dolaylı yanın ve patlayıcı bölgede bir patlama tehlikesi söz konusudur.

AFDD → Arz Fault Detection Device

6.3. Hata Akımının Cihazlara Etkileri

Normal olmayan çalışma koşullarını oluşturan hata akımı, cihazlar için de sonuçta yanın tehlikesine varacak tehlikeli ıslanmalar, verim kaybı, çalışması düzgün olmayan güvenilmez bir cihaz ve sonuçta bunun tamirini gerektirecek durum ortaya çıkacaktır.

7. KORUMA YÖNTEMLERİ

7.1. DİREKT TEMASA KARŞI

Yapışsal (Konstrüktif) tedbirler alınır. Açıkta trafo veya şalt (bağlama) tesislerinin engelleyici çit, parmaklık, duvar vs ile ayrılmazı, pano gibi dağıtım noktalarında açıkta olan canlı bölgelere el ile temasın engellenmesi.

7.2. ENDİREKT TEMASA KARŞI

Tehlikeli Durum Önlenir

Koruma Küçük gerilimleri kullanılır.
Koruma yalıtılmış (izolasyonu) yapılır

Tehlikeli Durum Azaltır

Koruma ayırması yapılır,
IT şebekesi kullanılır,

Hatalı Kısımlar Devreden Çıkarılır

Burada şebekenin TT, TN veya IT yapıda olması ayrı ayrı irdelenmelidir. Topraklama ve Koruma iletkeni kullanmak şebekeye türne göre ayrı ayrı önem kazanır. Buna göre hata akımı yoluna seri bir koruma cihazı (sistemi);
Hata akımı artırmalarak kullanılır,
Hata akımı kullanılır,
Hata gerilimi kullanılır.

~~Seri Ark hata seviye 16~~

Energy Low Voltage (ELV)

Elektrik çarpmalarına bağlı tehlikeleri önlemek için çok-düşük gerilim (ELV) kullanılan tesisler mevcuttur. Burada gerilim seviyesi AA olarak 50 Voltun (DC 120 Voltun) altındadır.

8.1. SELV : Safety ELV (Separated ELV) : Güvenlik/Ayrılma Küçük Gerilimi

- daha yüksek gerilim taşıyan kısımlardan güvenli bir biçimde ayrılmışlardır
- topraktan ve diğer cihazlara ait koruma (topraklama) iletkeninden yalıtılmışlardır

SELV devresinde kullanılan trasolar yalıtılmıştır ve topraklamaları yoktur (IT Şebekesi).

Örnek : Sınıf II pil şarj cihazları

8.2. PELV : Protective ELV : Koruma Küçük Gerilimi

SELV devresinden farklı koruma (topraklama) iletkenin olmasıdır

PELV devresinde kullanılan trasolar da yalıtılmıştır ama topraklamaları mevcuttur (TN Şebekesi).

Örnek : Sınıf I güç kaynaklı bilgisayarlar.

8.3. FELV : Functional ELV : Fonksiyonal Küçük Gerilimi

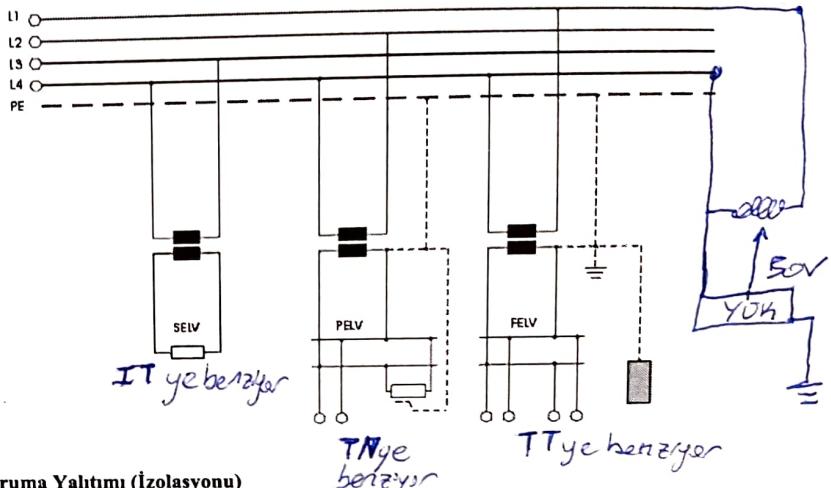
Tek özelliği devresinde ELV kullanılmamasıdır.

SELV ve PELV devrelerinden farklıları;

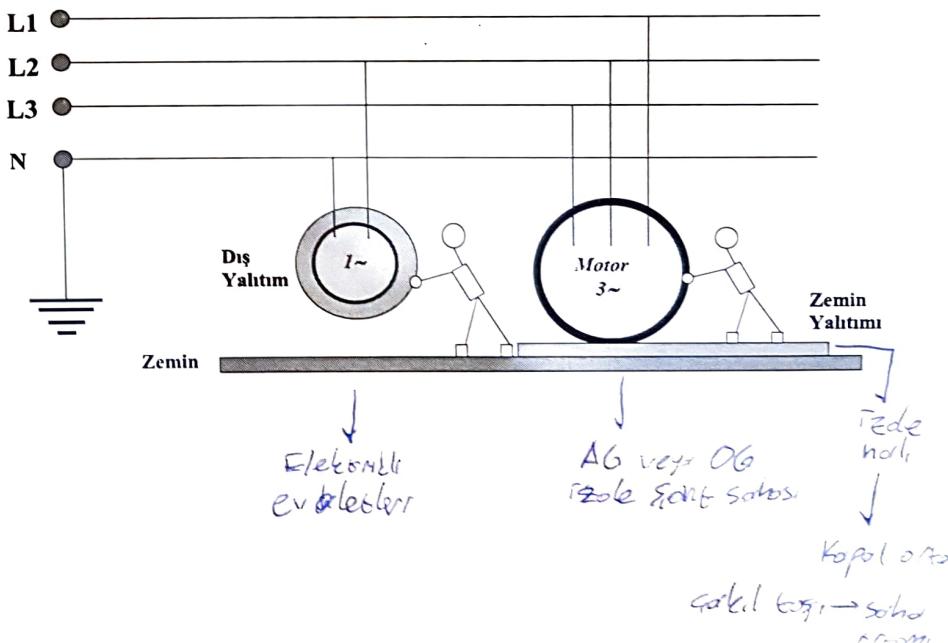
trafo izole sargılı olmayıp oto trafo olabilir veya gerilim bir yarı iletken devre yada potansiyometre ile düşürülmektedir.

Koruma (topraklama) iletkeni vardır ve cihazlar da topraklanabilirler (TT Şebekesi).

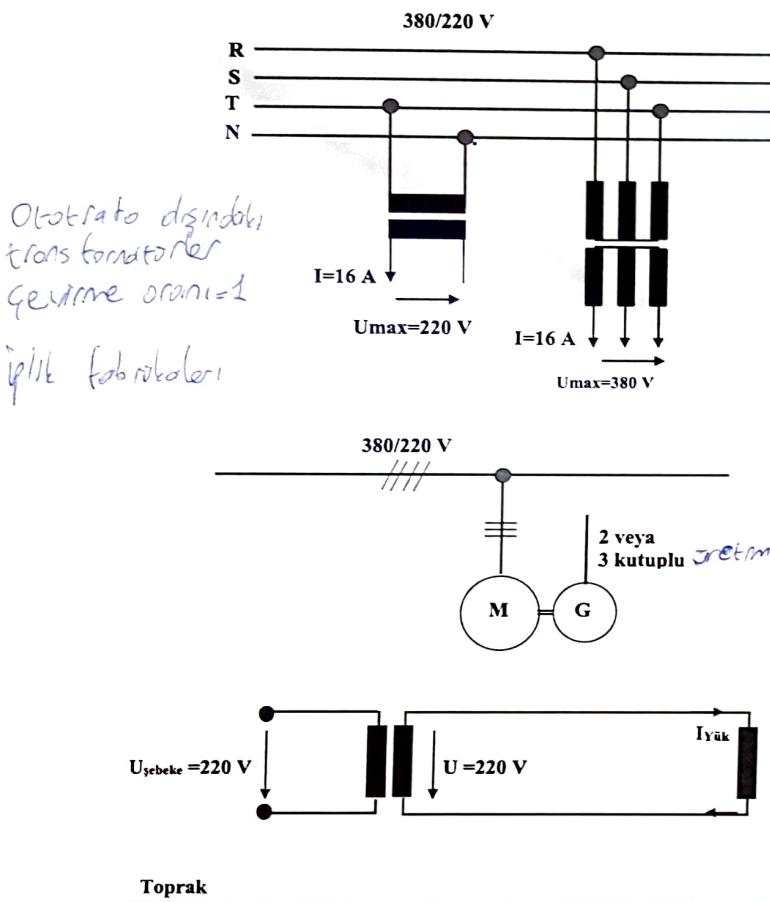
İslak ortamlarda 25 V



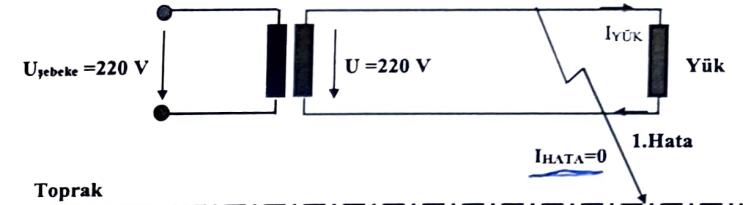
9. Koruma Yalıtımı (İzolasyonu)



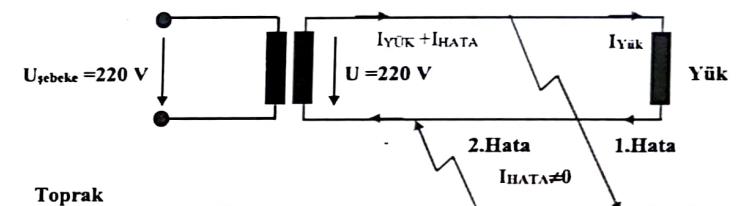
10. Koruma Ayırması (Gelvonit Yalıtım)



Koruma ayırmalı bir sistem, tekil bir yükü besliyor.



Birinci arıza durumu (faz iletkeni topraga temas ediyor), ancak bir hata devresi oluşmadığından hata akımı akmiyor



Birinci arıza durumuna ilaveten ikinci arıza durumu, böylece bir hata devresi oluşuyor ve hata akımı akıyor

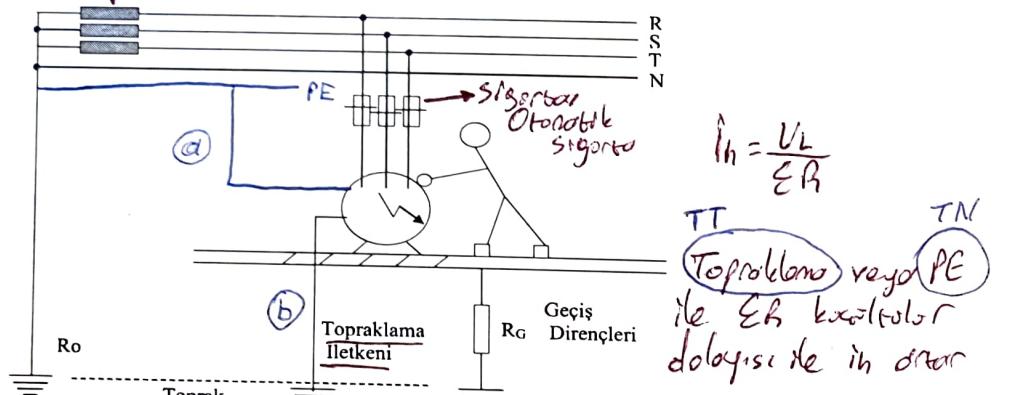
11. IT Şebeke

Şebeke türleri bölümünde anlatılan bu şebeke aslında koruma ayırmasının daha geniş bir uygulamasıdır. Cihazlar tek tek topraklanabilir veya bir koruma iletkenine bağlanabilir. Ve tüm sistem bir düşük empedans rölesi üzerinden kontrol edilir. Zira ikinci bir hata durumunda IT sistem ya TT ya da TN şebeke haline dönmektedir.

12. Hata Akımı Arttırılarak Hatalı Kısmın Devreden Çıkartılması

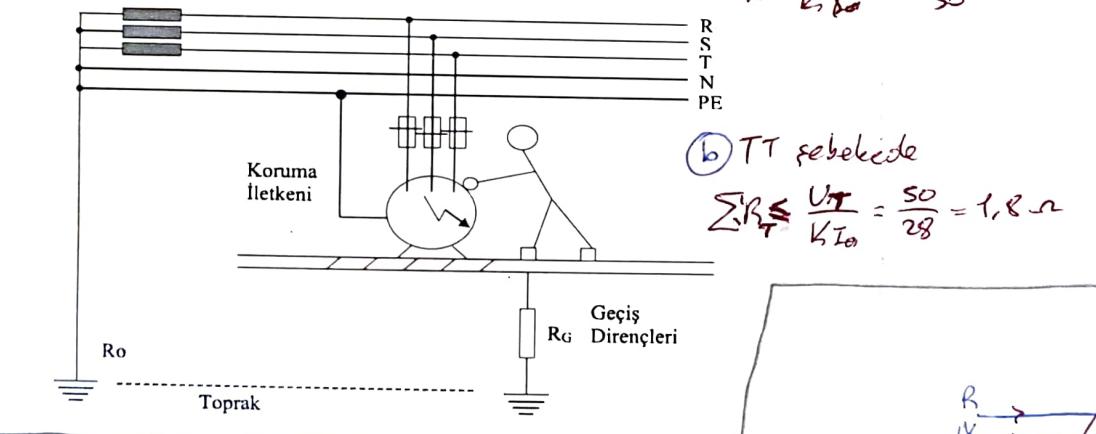
Topraklama veya Koruma iletkeni kullanılarak olacak bir hata akımı artırılarak, aşırı akım cihazları (eriyen telli veya otomatik sigorta, aşırı akım rölesi vs) ile devreyi kesilir.

Hata akımını boyutlerek hatalı kısım devreden çıkartılır.



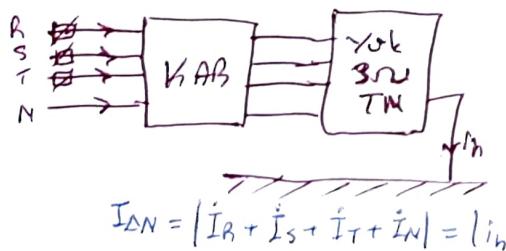
(a) TN şebekede

$$\sum R_T \leq \frac{U_N}{K_{I_0}} = \frac{50}{28} = 1,8 \Omega$$



(b) TT şebekede

$$\sum R_T \leq \frac{U_T}{K_{I_0}} = \frac{50}{28} = 1,8 \Omega$$



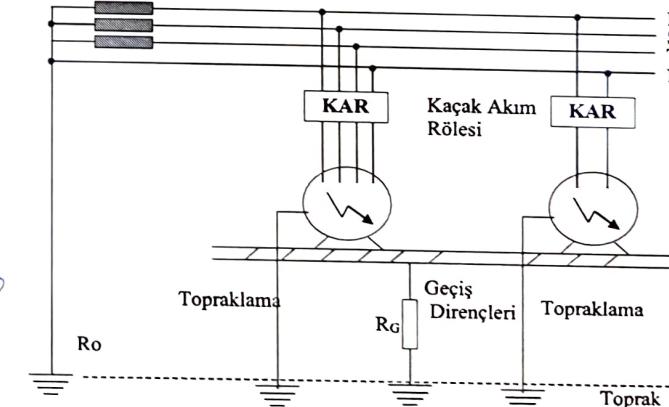
Tablo 12. TT sistemleri için Sigortaların 5s ve 0,4 s lik açma sürelerine karşılık gelen açma akımları (*)

Alçak Gerilim gL, gG, gM sigortaları		
In (A)	In (A) 5 s	In (A) 0,4 s
2	9,5	17
4	19	32
6	28	50
10	48	80
16	70	120
20	86	150
25	115	210
32	150	250
35	173	267
40	200	300
50	250	460

(*) Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği

12. Hata akımını kendisinden faydalınlara Hatalı Kısmın Devreden Çıkartılması
Hata akımını kendisinden faydalınlara, Artık Akım İlkesi çalışan "Kaçak Akım Röleleri" Kullanılır.

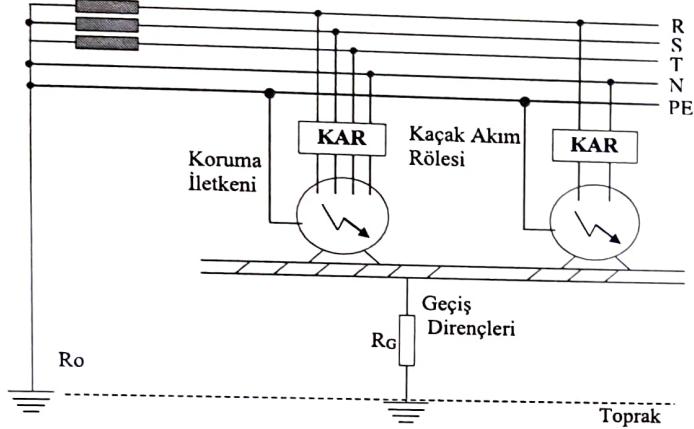
BCD: Residual Current Device



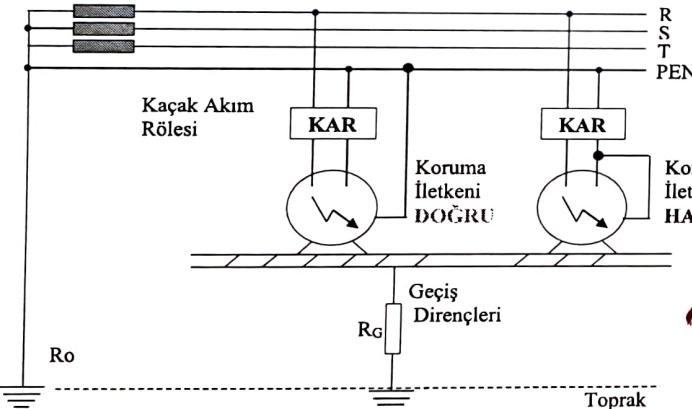
Yukarıdaki şekilde TT şebekesi için aşağıdaki şekilde ise TN şebekesi için Kaçak Akım Rölesi bağlantı şemaları görülmektedir.

IT, TT ve TN-S şebekelerinde **Kullanılır**
(TN-C şebekelerinde **Kullanılmaz**)

Tarafı
İşleme
Kurucusu
Kurucusu



Kaçak Akım Röleleri "Artık Akım" prensibi ile çalıştırıldıklarından dolayı hatalı bağlantı yapılması durumunda çalışmayacaklardır!



Dolaylı Temas Gerrimine Karşı Koruma

TN
Sığorta
KAR

TT
Sığorta
KAR

IT
Sığorta
KAR
İzolasyon Ölçmesi

Çeşitli Elektrikli cihazlarda saptanın normal izolasyon akımı mertebeleri

Sesin/Elektronik Değerler	0,5 mA
Elektrikli Daldırma İstici	1 mA
Elektrikli Izgara	5 mA
Elektrikli Ocak	10 mA
Bilgisayar, Yazıcı	1 - 2 mA
Fotokopi, Faks	0,5 - 1 mA

Sevinç/Etkileş Değerleri

- $I_{N(A)}$: Anna akımı
- $I_{AN(ort)}$: Ağrı eski deger

$$I_{an} \leq |I_R - I_N| = |I_N| \quad \text{Akım Yolu direnci}$$

$$I_{AN} \leq |I_R + I_S + I_T| = |I_L| \quad R = \frac{50V}{0,03A} = 1667\Omega$$

olarak

Yüksek duyarlılık

5-10 - 30mA

İnsan hayatı,
koruma

Orta duyarlılık

100 - 300 - 500 - 1000mA

Yangın koruma

Düşük Akım duyarlılık

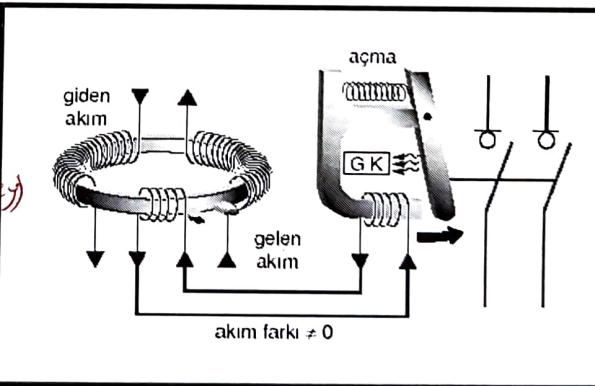
3A - 10A - 30A

Elektrik Makineleri
koruması

Tipi Si, SIE (ist doru)

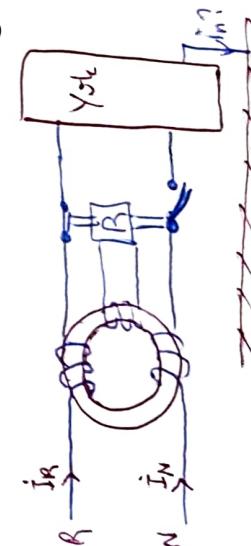
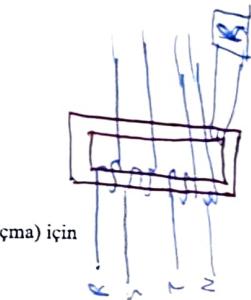
AC	A	F	B
~	~	~	~

f: 50 MHz Hz

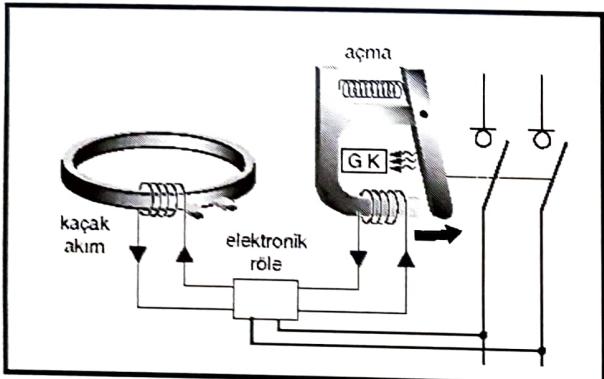


Elektromekanik Röleli Kaçak Akım Cihazı

Cihaz herhangi bir yardımcı güç kaynağına gerek olmadan çalışır. Toroid tarafından sağlanan enerji, hareketli kısmı sabit bir mıknatıs tarafından kapalı konumda tutulan bir elektromagnetişa enerji sağlar.



Kaçak akım enerjisi açma işleminin doğrudan bir nedenidir. Hata kaynağı ne olursa olsun çalışması nedeniyle bu, en güvenilir teknolojidir.



Elektronik Röleli Kaçak Akım Cihazı

Cihaz yardımcı bir güç kaynağı ile birlikte çalışır. Toroid tarafından sağlanan elektrik enerjisi, elektronik panel tarafından güçlendirilir. Buna karşılık şebeke gerilimine bağımlı bir kaynak tarafından beslenmiş olur. Arıza tespiti kescicinin açmasına neden olur. Bu cihazlar tamamen bağımsız olabilir veya kescicinin içine monte edilebilir.

Üstün ayar dinamikleri beslemenin süreklilığını sağlar.
Güç değeri ne olursa olsun bütün besleme türlerinde kullanılabilen bir çözümüdür.

$$TN: \sum R \leq \frac{U_T}{k I_a} = \frac{230V}{k I_a} \quad (0,4s)$$

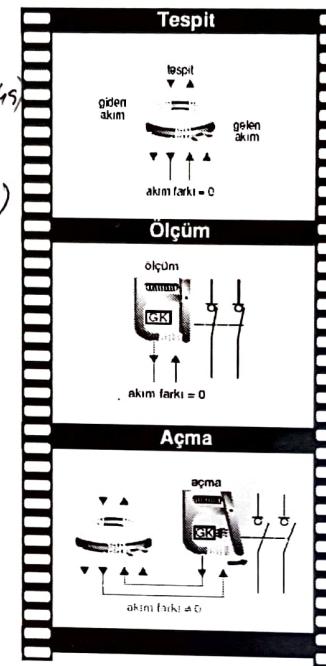
$$TT: R_T \leq \frac{U_T}{k I_N} = \frac{50V}{k I_N} \quad (0,4s)$$

Eğer KAR Valfi (rs),

TT, TN, IT

$$R_T \leq \frac{U_T}{I_{AN}} = \frac{50V}{30mA} = 1667\Omega$$

$$R_T \leq \frac{U_T}{I_{AN}} = \frac{50}{300mA} = 167\Omega$$



Tespit

Primer sarımları, korunacak devrenin fazı ve nötrü olan bir akım transformatorları kullanılır. Sarım yönü, yük ve nötr akımları birbirini nötr edecek şekilde olmalıdır. Kaçak bir akımın ortaya çıkması bu dengeyi bozar ve sekonder sarımda kaçak akım olarak da bilinen bir akım yaratır.

Ölçüm

Elektrik sinyalini önceden ayarlanmış bir açma eşiğiyle veya diğer bir deyişle duyarlılık sınırlıyla karşılaşılan elektromekanik bir rôle kullanılır.

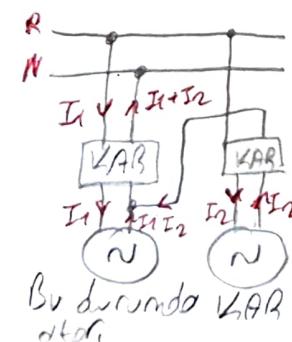
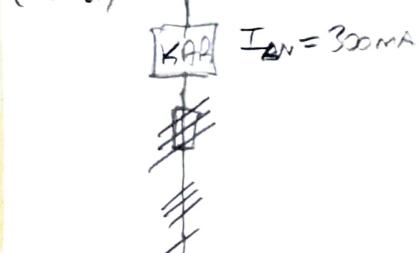
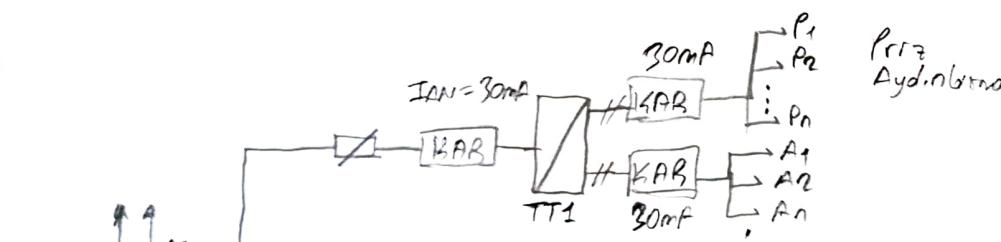
- sabit bir miknatıs, bir açma mekanizmasına bağlı döner bir plakayı «kapalı/off» konumda tutar.

- bunun tam karşısında, kaçak akım tarafından beslenen bir elektromiknatıs ve gergin bir yay, plakanın açılması üzerinde ortak bir etkiye sahiptir.

Sabit miknatısın, direnci (gereken sistem duyarlılığına göre belirlenmiştir) yay ve elektromiknatısın direncinden büyük olduğu sürece devre kapalı kalır..

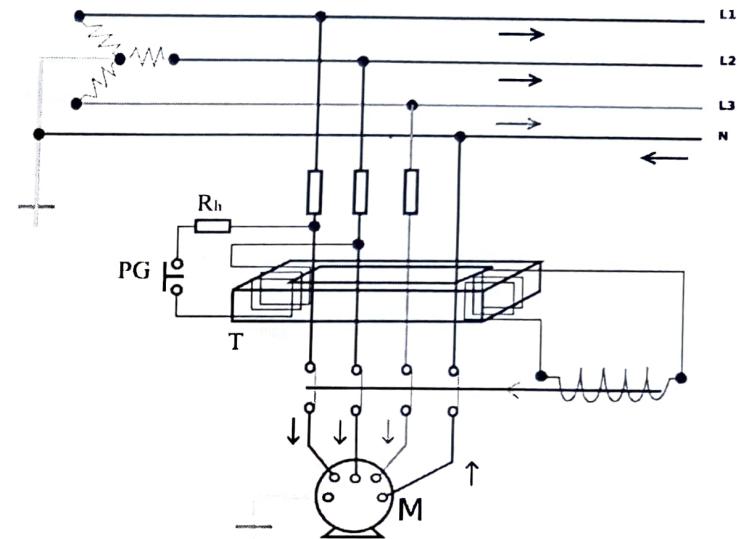
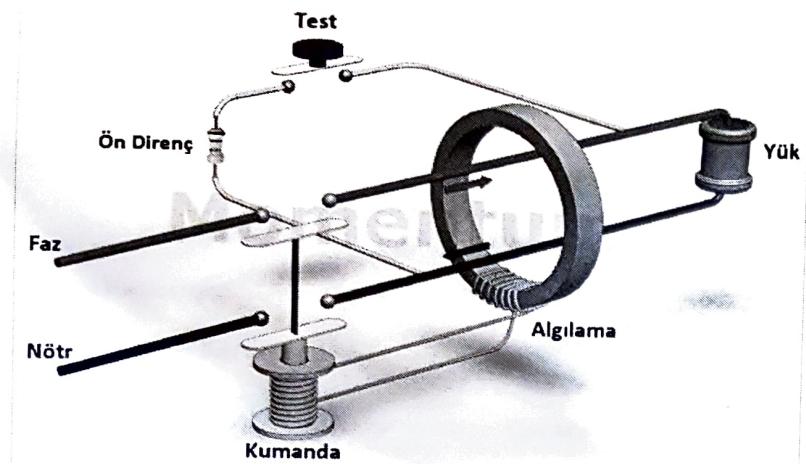
Açma

Kaçak akım, sabit miknatısın etkisini yok edecek kadar yükseldiğinde, yay plakanın dönmesine ve ardından anızlı devrenin açma mekanizmasına çarpmasına neden olur.



Kaynak :

http://www.merlin-gerin.com.tr/mg_tr/ftp/bt/elp/earthleakage_catalogue_tr.pdf



KACAK_aKIM_WK2.gif

"Elektrik Teslerinde Güvenlik ve Topraklama", TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası; Prof. Dr. Mustafa Bayram, Y. Müh. İsa İLISU; 2004.

http://www.emo.org.tr/ekler/aaa76178f8567e0_ek.pdf?tipi=35&turu=X&sube

<http://web.itu.edu.tr/ozverenf/documents/topraklama.pdf>

Elektrik Akımının İnsan Vücudu Üzerindeki Etkileri

1. Elektrik akımının doğrudan doğruya sinirler, adaleler ve kalbin çalışması üzerine etkileri :

- 1.1. Kalbin ritim bozukluğu (Ventriküler fibrilasyon) (çoğunlukla alçak gerilimde)
- 1.2. Göğüs kaslarının kasılması, nefes alma zorluğu ve bilinc kaybı
- 1.3. Solunum organlarındaki geçici felçten dolayı nefes almada güçlük

2. Elektrik akımının ısı etkisi

- 2.1. Akımın (çoğunlukla yüksek gerilimde) vücuttaki giriş ve çıkıştaki doku yanmaları
- 2.2. Arkın sebep olduğu yanmalar.

3. Dolaylı Etkiler

Kas spazmına nedeniyle oluşan kırıklar (İnsan için tehlikeli olmayan çok küçük akımlarda bile, korku sebebi ile yüksektenden düşme, mekanik çarpma vb. gibi dolaylı etkilerle)

http://www.teias.gov.tr/eBulten/makaleler/2009/okulyeni2/elektrik/elektrik_akimi.pdf
<http://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/elektrik-carpmasinin-insan-uzerindeki-etkileri/14584#ad-image-0>

1. Elektrik akımının doğrudan doğruya sinirler, adaleler ve kalbin çalışması üzerine etkileri :

- 1- Devreye Uygulanan Gerilim
- 2- Akım Şiddeti
- 3- İnsan Vücudunun direnci ve akımın izlediği yol
- 4- Etki Süresi
- 5- Etki Anı
- 6- Akım şeklinin ve frekansının etkisi
- 7- Akımın vücuttaki artış hızının etkisi
- 8- Dokunma Gerilimi

1- Devreye Uygulanan Gerilim

Hata akımı dolayısı ile Hata ve Dokunma gerilimleri öncelikle devreye uygulanan gerilim değerine bağlıdır. Ülkemizde de alçak gerilimde (AG) 380 V faz arası ve 220 V faz-nötr gerilimli kullanılmaktadır.

2- Akım Şiddeti

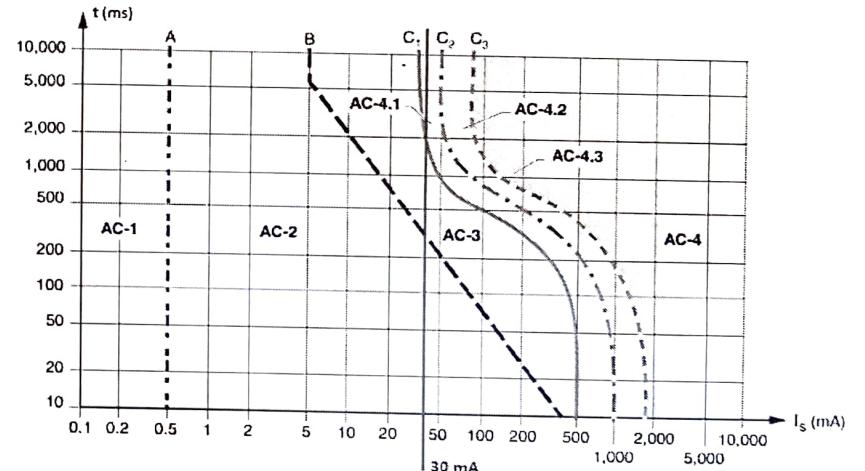
Canlılar üzerinden elektrik akımı geçmesi sonucu meydana gelecek etkiler akım büyüklüğe ve etki süresine göre aşağıdaki tablo ve şekilde gösterilmiştir.

İnsan bedeninden geçecek akımın büyüklüğü, kişinin vücut direncine, temas nokalarının özelliklerine, akım geçiş süresine ve alternatif akımda frekansa bağlıdır.

İnsan vücut direnci, vücut iç direnci, temas nokalarındaki geçiş dirençleri ve genel olarak akım yolu üzerindeki diğer dirençlerden oluşur. Bu değerler kişilere göre çok farklı değerler alabilirler.

İnsan vücutu toplam direnci 2500 ohm alınıp, insan için tehlikesiz akım 20 mA alınırsa 50 volt'luk bir temas gerilimi sınır değer olarak kabul edilebilir.

Yüksek frekanslı akımlarda vücut direncinin artması sebebi ile tehlikenin azaldığı söyleyenebilir.



<http://www.electrical-installation.org/enwiki/File:FigF01.jpg>

Akım Bölgesi	Akım Şiddeti	Fizyoloji Tepki
AC-1	0,01 mA	Hissedilme sınırı, gıdıklanma hissi
AC-2	1-5 mA 5-15 mA	Elde uyuşma hissi, el-kol hareketleri zorlaşır Tutulan cisim henüz bırakılabilir, elde-kolda kramp başları, tansiyon yükselir

	15-25 mA	Tutulan cısmın kendiliğinden bırakılabilmesi mümkün değildir. Kalb etkilenmez
AC-3	25-80 mA	Dayanılabilen akım sınırı, tansiyon yükselir, kalp düzensiz çalışır, tenefüs zorlaşır, çevrilebilir kalp durması baş gösterir, şuur genelde yerinde olur, bazen bayılma olabilir.
	80-100 mA	Akımin etki süresine bağlı olarak kalpte fibrilasyon, şuur kaybı,
AC-4	3 A den büyük	Tansiyon yükselir, kalp durur, akiçerler şiser, şuur kaybı olur

Akim Bölgesi	Fizyolojik Tepki
AC-4-1	Kalp fibrilasyon olasılığı % 5 den az
AC-4-2	Kalp fibrilasyon olasılığı % 50 den az
AC-4-3	Kalp fibrilasyon olasılığı % 50 den fazla

Eğriler	Fizyolojik Tepki
A	Hissedilme sınırı eşiği
B	Kas reaksiyonları eşiği
C1	% 0 Kalp fibrilasyon olasılığı eşiği
C2	% 5 Kalp fibrilasyon olasılığı eşiği
C3	% 50 Kalp fibrilasyon olasılığı eşiği

3- İnsan Vücutunun direnci ve akımın izlediği yol

Tehlike sıralaması yapılrsa; Sol el-gövde-sağ el; sol el-gövde-ayaklar; sağ el-gövde-ayaklar pozisyonları bir birinden farklı etkiler gösterir. Elektrik akımını taşıyan iletkenle temas eden insanın, temas halinde olduğu elinin veya herhangi bir yerinin

- a) Nemli veya kuru olusuna
- b) Nasırlaşmış veya nasırlaşmamış olusuna
- c) Yaralı veya yaralanmamış olmasına
- d) Giydiği ayakkabının tabanının lastik veya kauçuk gibi izoleli maddeden yapılısına

- e) Bulunduğu ortamın kuru veya nemli olusuna
- f) Üzerinde bulunduğu toprak yapısına
- g) Evde ise evin tabanının beton, mermer karo, parke, hali gibi basılan yerin döşemesine.
- h) Duvarların beton, metal kaplama, alçıpan vb olusuna bağlı olarak etkilenme durumu farklıdır. Bu nedenle belirlenen gerilim altında da insan tehlkiye maruz kalabilir.
- i) Temasın cinsi ve şekli elektrik akımının insan vücudu üzerindeki etkisi farklıdır.
- j) Büyüük bir yüzeye sıkıca meydana gelen temasta iletişim çok olur. Küçük yüzeyli temaslarda etki daha az olur. Hafif değmeyeley meydana gelen temasta iletişim daha hafif olur.

4- Etki Süresi

Kalbin normal çalışma periyodu 750 ms'dir. Eğer akımın kalp üzerinde etki süresi 200 ms mertebesinde ise, zararı en az olur. 750 ms'den daha uzun süre etki eden akımlar özellikle tehlikelidir. Etki süresine bağlı olarak tehlikeli akım sınırı değişmektedir. Etki süresi ile vücuttan geçen akım şiddetini birlikte değerlendirmek gereklidir. Süre uzadıkça tehlike büyür

5- Etki Anı

6- Frekans

Doğu akım ve yüksek frekanslı alternatif akımın etileri, 50 Hz'lik alternatif akımın etkilerinden daha az olmaktadır. Çizelgede belirtilen 50 Hz AA etkileri 2-4 katı DA ile gerçekleşmektedir. 10 kHz AA etkileri yaklaşık DA gibidir. 10 kHz'de 50 mA 50 Hz de 10 mA etkisine benzer etki yapar.

7- Akım şekli, artış hızı

Akımin vücuttaki di/dt artış hızının fazlalığı şok etkisini arttırır. Vücuttan geçen akım yavaş artarsa kasların kasılması uyumlu olarak gecikmektedir.

8- Temas gerilimi

Bir gövde kaçağı (yalıtım hatası) olması durumunda, gövde ile referans toprağı arasında oluşan gerilime hata gerilimi denmektedir, eğer kaçak alanında gövdede bir insan temas ediyor ise, hata geriliminin insan vücudu tarafından köprülenen kısmına "V_T, Temas Gerilimi" denir.

$$I_B = \frac{V_T}{Z_B} \quad I_B: \text{Vücuttan geçen akım (A)}, Z_B: \text{Vücut direnci (Ohm)}$$

İnsan vücudu için toplam direnç yaklaşık 2500 ohm ve insan için tehlikeli akım sınırı 20 mA alınırsa 50 volt'luk bir temas gerilimi sınır değer olarak kabul edilebilir

Aşırı Gerilimler (Over Voltages)

Dış Aşırı (Açıklık) Gerilimler

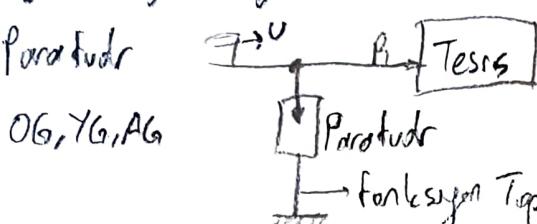
- Yıldırım Besimi

* Direk Etkisinden Koruma

Parabolik, Faraday Kofesi
(Elektro Geomagnetik)

* Dolaylı (Yarıgen Dolayı) Etkisinden Koruma

Parafüdr

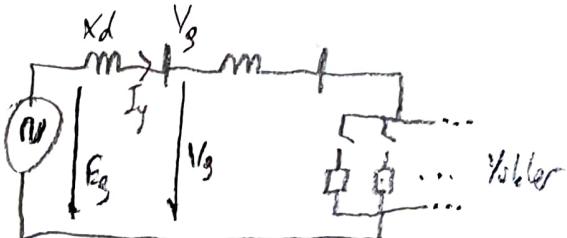
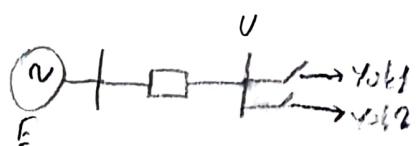


$\theta G, Y_G, AG$

SINAV / Parabolik ve Parafüdr arasındaki farklar

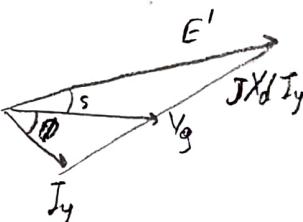
İç Aşırı Gerilimler → Gebekte frekansları ile oluşur.

① Generator Y-kurun akısı kontrolleri



$$E_g = V_g + X I_y \quad (\text{Yukte})$$

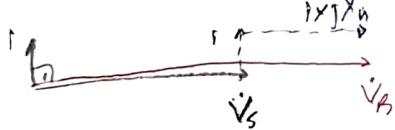
$$V_g \approx E_g \approx 1,05 \approx 1,2 U_N \quad (I_y = 0 \text{ olur})$$



Yükler sisteminde kalkülasyon bir gerilim ortası oluştur.

Hat sanı basına V_A da ise gidiyor;

i : kopyasını



$$V_s = A V_A + B I_A$$

$$I_A = 0 \text{ ise}$$

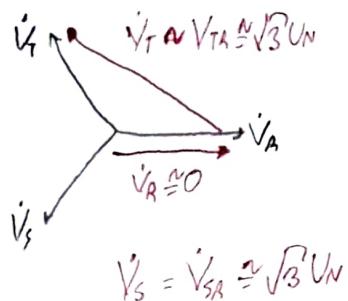
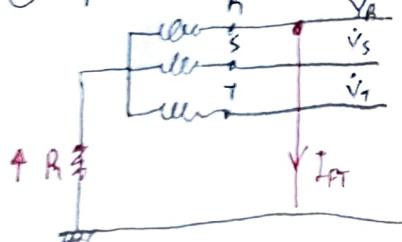
$$V_A = \frac{V_s}{A}$$

$$A = 1 + \frac{X}{Z} \quad X = jX$$

$$Y = jY$$

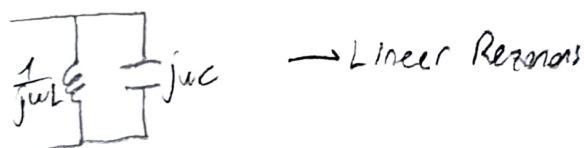
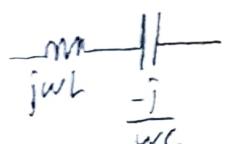
$$\boxed{|A| < 1} \rightarrow V_A > V_s$$

③ Topak Tensioni, Kısıtlı Güçler

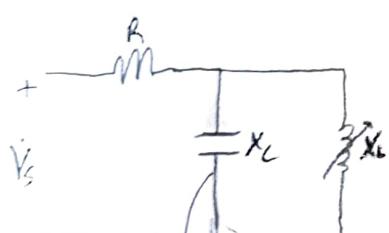


Yıldız nobatlı kaparla
ve faz boyutu durağı
üzerinde topraktan ise
Anadolu Faz gizlilikleri
olar (V_S, V_T)

④ Ferre rezonans



→ Linear Resonans



Gerişim Trafosu (Tek faza bağlı)

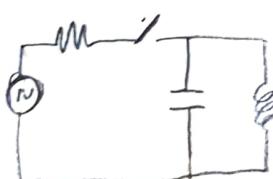
Gog Trafosu (Tek veya 2 fazlı Enerji transferi)

* Harek, Karbaba, Sent kompansasyon
+ Kesişen ucluların Karan C'ları

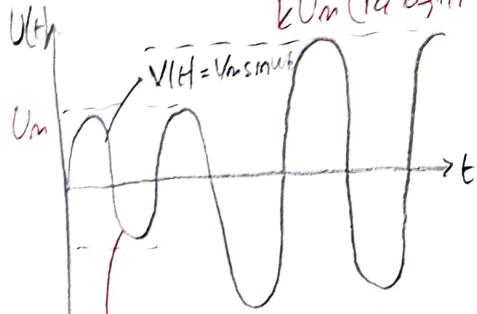
Ferro rezonans (Non-linear)
Rezonans



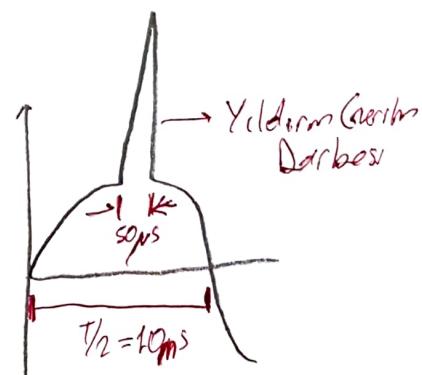
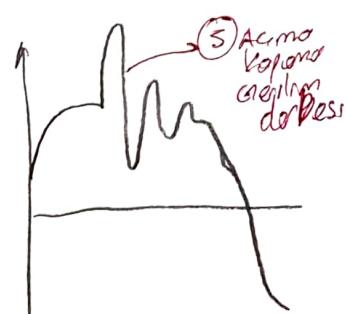
⑤ Acma / Kapama Aşırı (Switching Transients) → Gerişim Darbesi



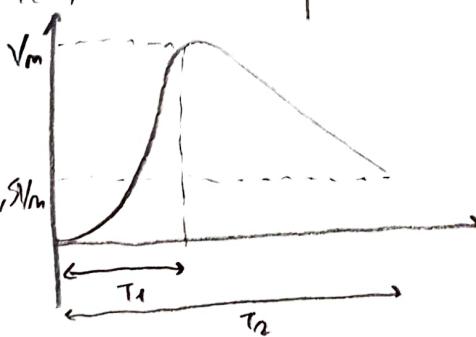
V_{Um} (ic açılıcı gerilimleri ③ Harek) $f = 50 \text{ kHz}$



Acma (gerilim)
 $f = 50 \text{ Hz}$



$T_1 = \text{Alin (cephe) süresi}$
 $T_2 = \text{Yanlanma süresi}$



Yıldırım, $T_1/T_2 : 1,2/50 \mu\text{s}$
Acma-kapama, $T_1/T_2 : 250/2500 \mu\text{s}$
AG'de
Yıldırım, $T_1/T_2 : 8/20 \mu\text{s}$
Akım düşüm, $T_1/T_2 : 10/350 \mu\text{s}$

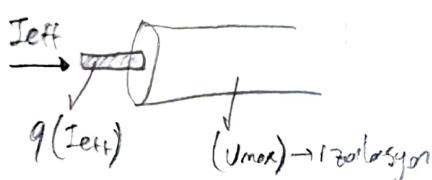
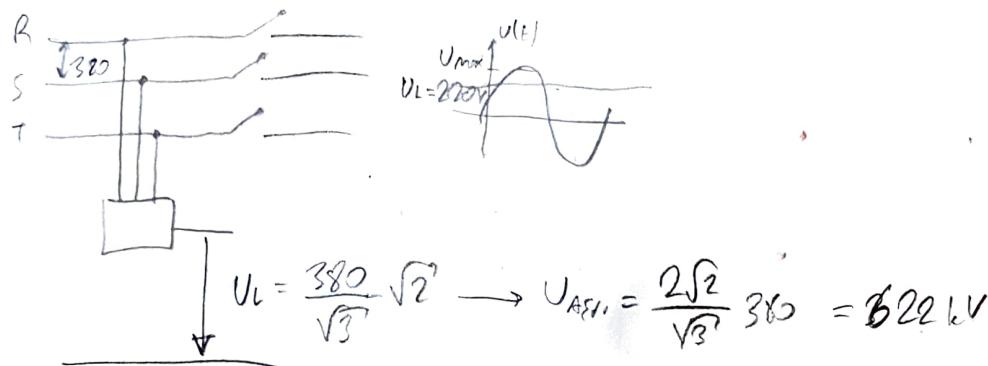
Ağır Gerilimler (Over Voltage) Kavramı

① Ağ Ağrı Gerilimler

- 1-1 Ani Yık Atmaları
- 1-2 Ferranti Olayı
- 1-3 Ferranti Olayı
- 1-4 Tel Faz K.D.
- 1-5 Açıltırılmaya Olayları (Switching Transients)

$U > 220\text{kV}$

Yıldırım Koordinasyonu → Ağ Ağrı Gerilimlere göre yapılır



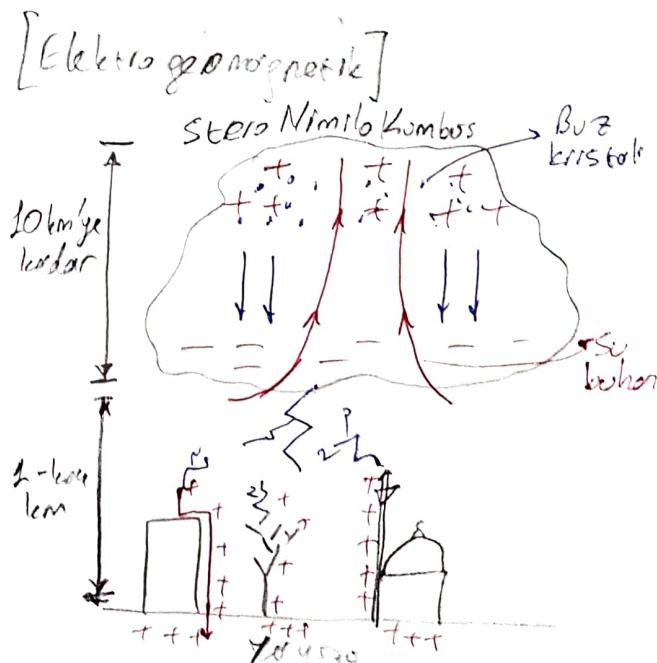
Font Reaktörler → Keban $380\text{kV} \rightarrow 220\text{kV}$ (Kompenzasyon 100MVAR)

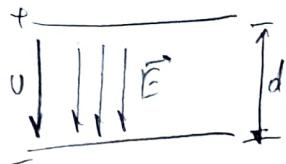
② Düşük Ağrı Gerilimler

- Atmosferik Ağrı Gerilimleri
- Yıldırım Olayları (Lightning Phenomenon)
 - Tipleri

- 1-Bulut-Yerüstü (Yıldırım)
- 2-Bulut-Bulut (Günsel)
- 3-Bulut-İç
- 4-Bulut-İyonofor [Taramlanmaya Değer]

[Her bulut ign olmaz bulutun
oranı özellikle önemlidir]





$$U_{\text{deforme}} = 35 \text{ kV/cm}$$

$E_d < U_{\text{deforme}}$

Yıldırım kendine
yol açarak ilerler
deforme oluyor

- Yıldırım hem yıldırıcı hem de şeffaf ister. Göz yarılmasıinden (garne hizet) yıldırıcı şeffaf yada tam ıvrit şeffaf ister.
- Yıldırımların 9,90'ı negatif desen dir. $I_d < 100 \text{ kA}$ (10-20-50)
- 9,90'ı pozitif desen dir. $I_d > 100 \text{kA}$

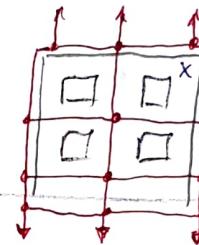
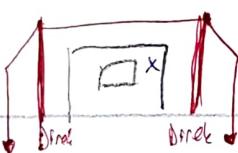
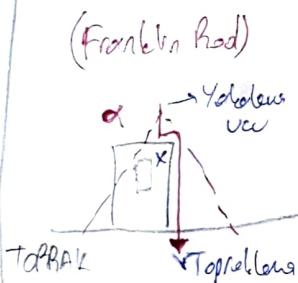
Yıldırımdan Koruma

A - Direk Garpma Elektromotor Koruma

(Parasitler)

(Koruma Tel)

(Faraday Katesi)



TS: 62905
Standartı

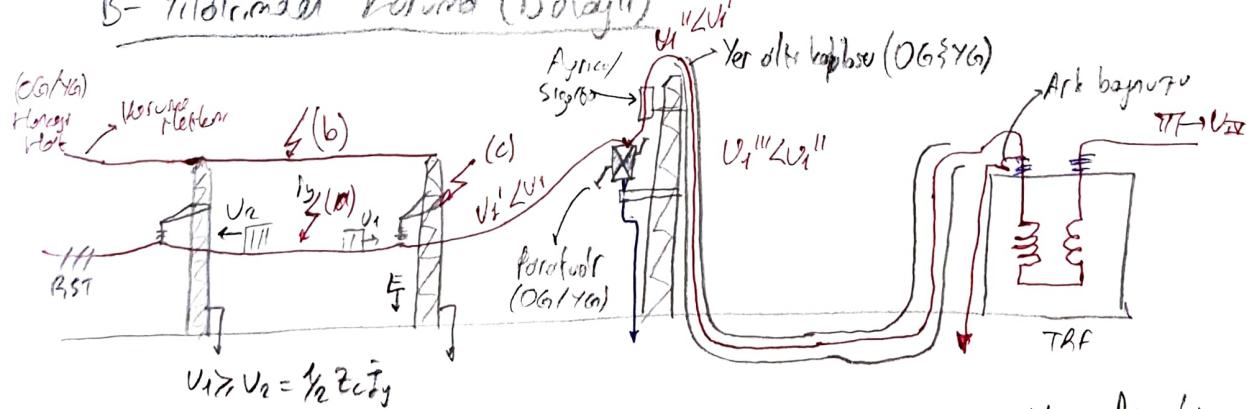
→ Hesaplama Yontemleri

- Koruma Alanı Yontemi
- Yuvarlanan Küre Yontemi
- Hollan (Gore) Yontemi

Parasitler

- a) Franklin Ceburg
- b) Hacimdeğiştir parasit (YASAY)
- c) Aktif Parasitler

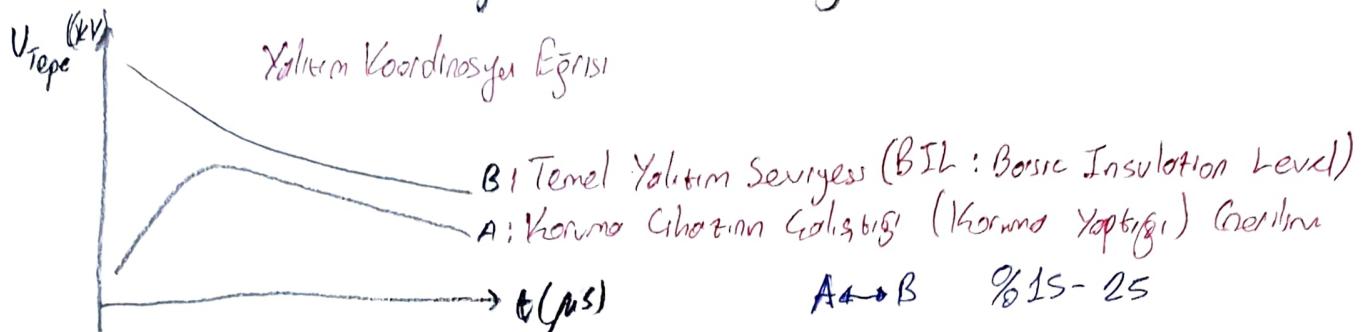
B - Yıldırımdan Koruma (Dolaylı)



Sebeke Gerilimi $UN < 220 \text{ kV}$ iken \rightarrow Düşük Aşırı Gerilim

$UN \geq 220 \text{ kV}$ iken \rightarrow Yüksek Aşırı Gerilim

Yalıtım Koordinasyonu arasındaki gerek önemi öncelik.



Aşırı Gerilim Koruma Cihazları:

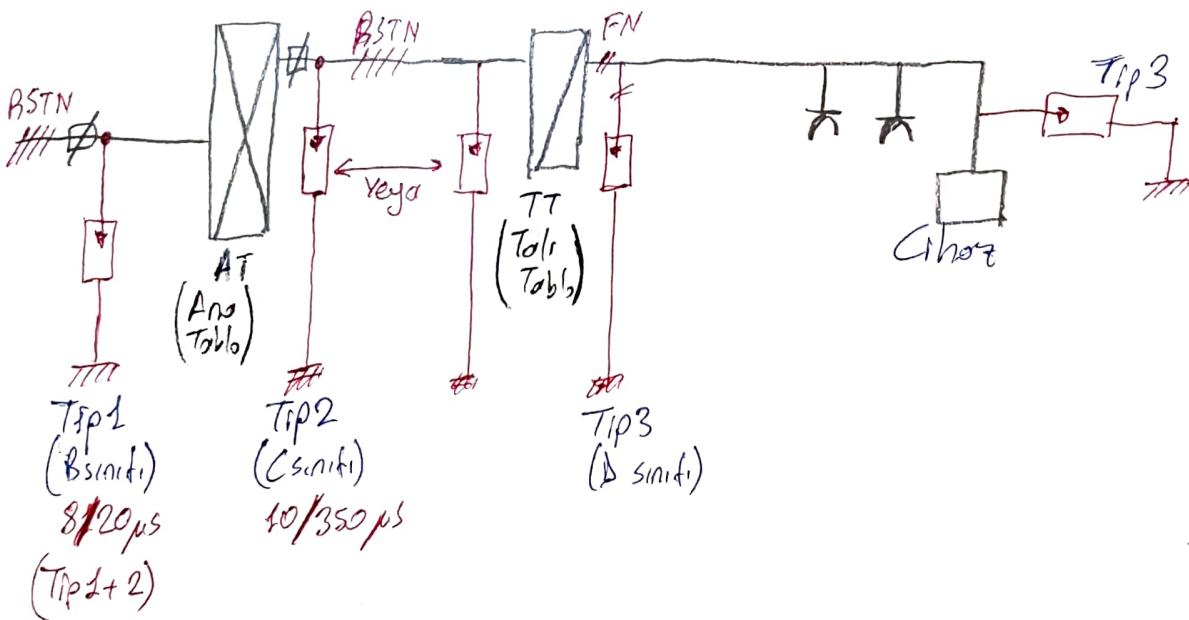
① Yıldırım (direk): Paracütler, Faraday Kafesi

② Yıldırım, əgər-koşma aşırı gerilimlər (Darbe): Parafuldr

③ Sebəkə frekensli və aşırı gerilimlər: ①②③④ Aşırı Gerilim Rəlesi
(Gecici gerilim yüksəltmək)

(İlave Özellik: forte sırası
fort keskinlikliliyi)

AG Parafuldrları:



FINAL
Vize +
Kısa Sınava +
Son Kısımlar +

H	P	S	Ç	P	C	Ct	Pz
27		1	2	3	4	5	6
28	7	8	9	10	11	12	13
29	14	15	16	17	18	19	20
30	21	22	23	24	25	26	27
31	28	29	30	31			

$$V_{AB} = V_B - V_A$$

$$R = 50 \Omega$$

$$V_{AC} = 220\sqrt{2} \sin(2\pi 50t) \text{ V}$$

$$V_{DC} = 220\sqrt{2}$$

DC

$$V_A = 0$$

$$V_B = 110\sqrt{2}$$

$$V_C = -220\sqrt{2}$$

$$V_B = V_{AB} = -155,5$$

$$V_{BC} = -155,5$$

$$V_{AC} = -311$$

AC

Etkindeğer
düzeyinden
 $\sqrt{2}$ ile başlıyor.

$$V_A = 0$$

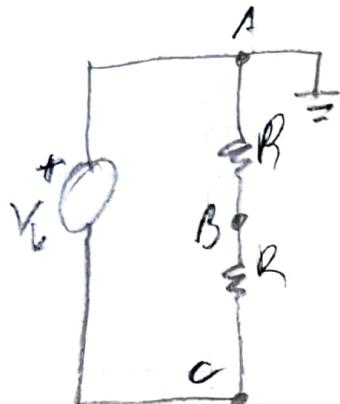
$$V_B = -110$$

$$V_C = 220$$

$$V_{AB} = -110$$

$$V_{BC} = -110$$

$$V_{AC} = -220$$



DC

$$V_A = 155,5$$

$$V_B = 0$$

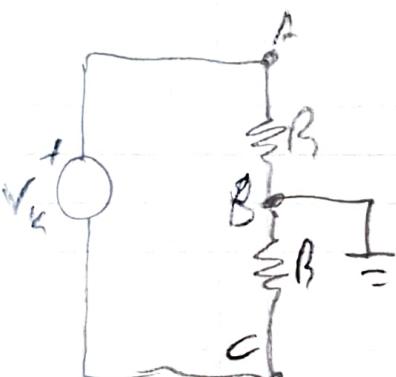
$$V_C = -155,5$$

$$V_{AB} = -155,5$$

$$V_{BC} = -155,5$$

$$V_{AC} = -311$$

AC



DC

$$V_A = 311$$

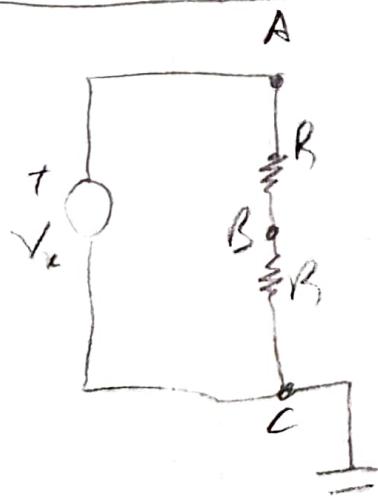
$$V_B = 155,5$$

$$V_C = 0$$

$$V_{AB} = 155,5$$

$$V_{BC} = -155,5$$

$$V_{AC} = -311$$



24

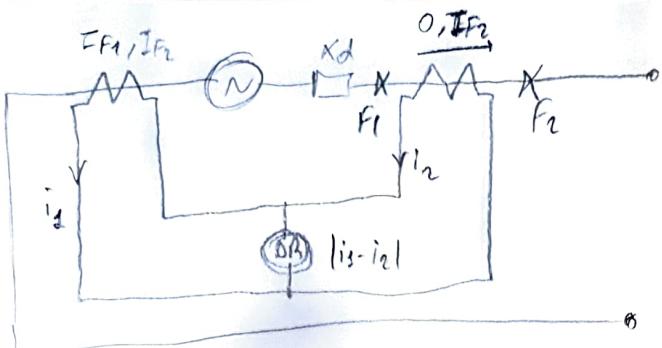
EMMUZ | PERŞEMBE
JULY THURSDAY

TEMMUZ 2014							
H	P	S	C	P	C	Ct	Pz
27		1	2	3	4	5	6
28	7	8	9	10	11	12	13
29	14	15	16	17	18	19	20
30	21	22	23	24	25	26	27
31	28	29	30	31			

Kaynagın set

Büt. ~~defter~~ yer bilançodlarında
Kayanın (-) teratür referans
bulundur.





$$S_G = 125 \text{ MVA}$$

$$U_N = 15 \text{ kV}$$

$$Y_d = 0,2 \text{ pu}$$

$$X_d'' = 0,2 \frac{U_N^2}{S_G} = 0,2 \times \frac{15^2}{125} = 0,36$$

$$I_{max} = \frac{S_G}{\sqrt{3} U_N} = \frac{125 \text{ MVA}}{\sqrt{3} \cdot 15 \text{ kV}} =$$

$$I_{F1} = \frac{E_G}{X_d''} = \frac{15 \times 10^3 / \sqrt{3}}{0,36} =$$

$$AT_1 = I_3 = \frac{I_{F1}}{kA_1} \quad |I_1 - I_2| =$$

6,67 A

$$AT_2 = I_2 = 0$$

$$(c) X_k = \% X_d \frac{U_N^2}{S_k''} = 0,1 \frac{(20 \text{ kV})^2}{100 \text{ M}} = 0,4 \text{ } \Omega$$

$$X_{TF1}'' = \% X_t \frac{U_N^2}{S_{TF1}} \cdot (n)^2 = 0,2 \frac{(400 \text{ k})^2}{100 \text{ M}} \times \left(\frac{1}{20}\right)^2 = 0,8 \text{ } \Omega$$

$$I_k'' = \frac{20 \text{ kV} / \sqrt{3}}{0,4 + 0,8} = 3622,50 \text{ A}$$

~~Effektiv~~

$$I_{kp}'' = 3622,50 \text{ A}$$

$$I_1 = \frac{I_{kp}''}{kA_1} = \frac{3622,50}{500} = 13,24$$

$$|I_1 - I_2| = |13,24 - 3,62| = 9,62$$

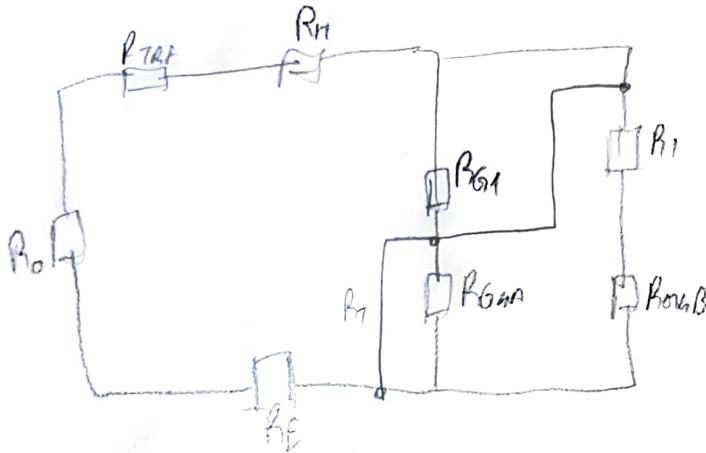
$$I_{k3}'' = 481,12 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{I_{k3}''}{kA_2} = \frac{481,12}{50} = 9,62 \text{ A}$$

$$\textcircled{b} \quad X_k = \% X_d \frac{U_n^2}{S_k''} = 94$$

$$J_k'' = \frac{U_n / \sqrt{3}}{X_k} = 28867,51 \text{ A}$$

$$i_2 = \frac{I_{k_0}}{k_{A_1}} = \frac{28867,51}{500} = 57,73 \text{ A} \quad i_2 = 0$$



~~Z_{MM} A → A' and A'' = 0~~

Z_M B → 0

B_{BB} → 0

KAR coilform

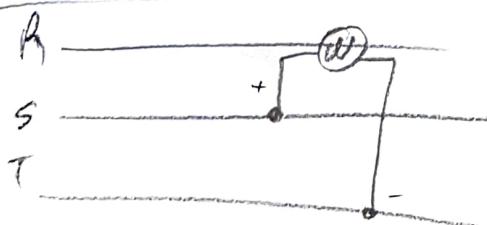
$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \phi$$

$$60 \rightarrow \sqrt{3}$$

$$2x^2 + 2x^2 \\ 6x^2$$

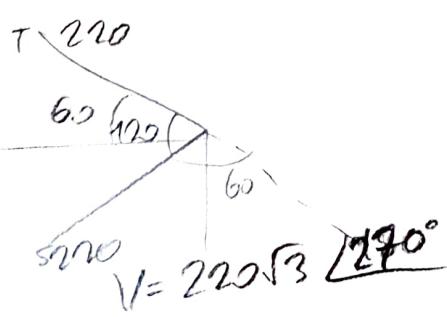
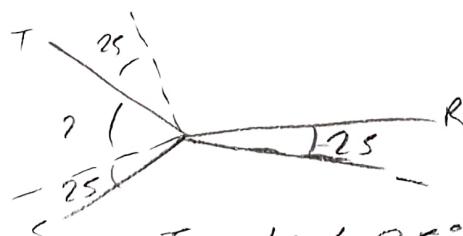
$$120 \rightarrow \Delta \text{Y}$$

$$2x$$



$$\cos \phi = 0,8$$

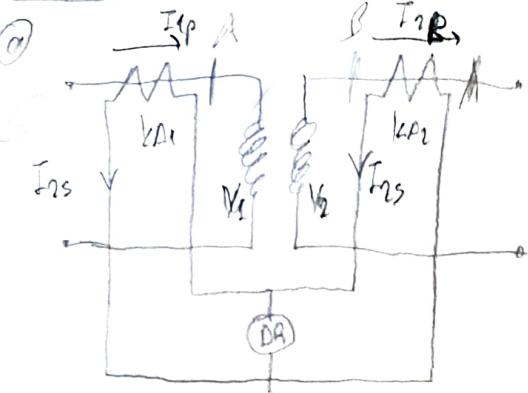
$$\phi = 25^\circ$$



$$P_w = VI^* = 10 \times 220\sqrt{3} \angle 205^\circ \\ = 3810,51 \angle 205^\circ$$

2016/SOUL2

676850



$$n = \frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

$$n = \frac{V_1}{V_2} = \frac{20\text{ kV}}{600\text{ kV}} = \frac{1}{20} = \frac{I_2}{I_1}$$

$$I_1 = \frac{S_1}{\sqrt{3} V_1} = \frac{100 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 20 \times 10^3} = 2886,75 \text{ A} \approx 3000 \text{ A}$$

$$I_2 = n \times I_1 = 144,33 \text{ A} \approx 150 \text{ A}$$

$$k_{A1} = \frac{3000 \text{ A}}{5 \text{ A}} = 600$$

$$k_{A2} = \frac{250 \text{ A}}{5 \text{ A}} = 50$$

$$i_1 = \frac{I_1}{k_{A1}} = \frac{2886,75 \text{ A}}{600} = 4,81 \text{ A}$$

$$i_2 = \frac{I_2}{k_{A2}} = \frac{144,33 \text{ A}}{50} = 2,88 \text{ A}$$

$$|i_1 - i_2| = |4,81 - 2,88| = 1,93 \text{ A} > 0 \text{ A}$$

Generatoren:

$$\text{Parameter: } X_b = 8,30$$

$$\text{Ges. : } S_g = 100 \text{ MVA}$$

$$\text{Generatoren: } U_g = 20 \text{ kV}$$

Transf:

$$\text{Parameter: } X_t = 7,20$$

$$\text{Ges. : } S_g = 100 \text{ MVA}$$

$$\text{Generatoren: } U_g = 20 / 600 \text{ kV}$$

$$\text{Max. akt. Strom: } 2 \text{ A}$$

$$I_2 = n \times I_1 = 144,33 \text{ A} \approx 150 \text{ A}$$

Arizo olmasaq, herke DB qolqan
Öndemet men kote ayar etsem, sifirda
forqli, minimum dager seccir

$$X_{le} = \frac{U_N^2}{S_{le}''}$$

$$X_{TAF} = (\%U_k) \frac{U_N^2}{S_{TAF}}$$

$$I_{le}'' = \frac{E}{X_{le} + X_{TAF}} = \frac{(U_N / \sqrt{3})}{X_{le} + X_{TAF}}$$

(Polaris)
frek. 50 Hz
M
JL

$$R \rightarrow 0^\circ$$

$$S \rightarrow 240^\circ$$

$$T \rightarrow 120^\circ$$

H	P	S	G	P	C	C	P
27		1	2	3	4	5	6
28	7	8	9	10	11	12	13
29	14	15	16	17	18	19	20
30	21	22	23	24	25	26	27
31	28	29	30	31			

$$I_R = I_S = I_T = 50A = I_P$$

Ampmetre onda ölçüm $5A = I_n = I_S$

$$k_A = \frac{I_P}{I_S} = \frac{50}{5} = 10$$

$$I_{AI} = \frac{I_{HAT}}{k_A} = \frac{50}{10} = 5A$$

Line 3 tam 150m
2,6 ve 5 san olmaz (paralellle)



$$\text{Akım} = 10A$$

$$\text{Gerdim} = 380V$$

$$\cos\phi = 0,8$$

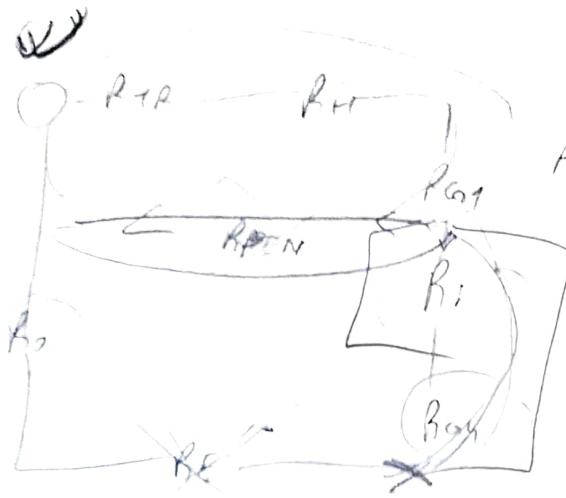
$$P = \sqrt{3} \times 10 \times 380 \times 0,8 = 5923,6132 W$$

$$\begin{aligned} h &\rightarrow 0^\circ \\ g &\rightarrow -120^\circ \\ f &\rightarrow +120^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_R &= 220 \text{ } 120^\circ \\ V_S &= 220 \text{ } 1-120^\circ \\ V_f &= 220 \text{ } 120^\circ \end{aligned}$$

$$(V_R - V_S) = 220 \text{ } 120^\circ - (220 \text{ } 1-120^\circ)$$

$$P = R \times \{V, I\}$$



$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_H + R_{o1} + R_{open} / (R_1 + R_{o2} + R_E + R_o)$$

$$\frac{V}{R_{eq}} = I_{HAT}$$



20mA - 50V
at 2500Ω
1NSAM

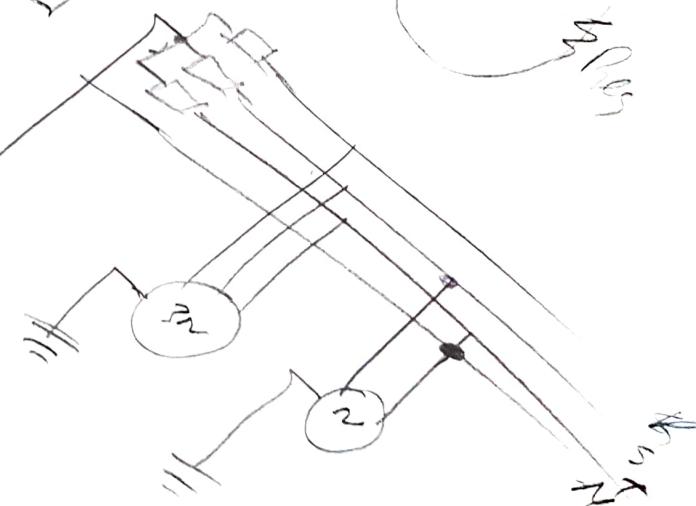
~~I_{HAT}~~ ~~I_{AV}~~ ~~I_{BS}~~ ~~I_{AS}~~ ~~I_{BS}~~ ~~I_{AS}~~

~~R_{top}~~ ~~R_{bottom}~~ ~~R_{BS}~~ ~~R_{AS}~~

~~I_{HAT}~~ ~~I_{AV}~~ ~~I_{BS}~~ ~~I_{AS}~~ ~~I_{BS}~~ ~~I_{AS}~~

~~I_{HAT}~~ ~~I_{AV}~~ ~~I_{BS}~~ ~~I_{AS}~~ ~~I_{BS}~~ ~~I_{AS}~~

60W	0,3A
5 Joule	83ms
Yagin	

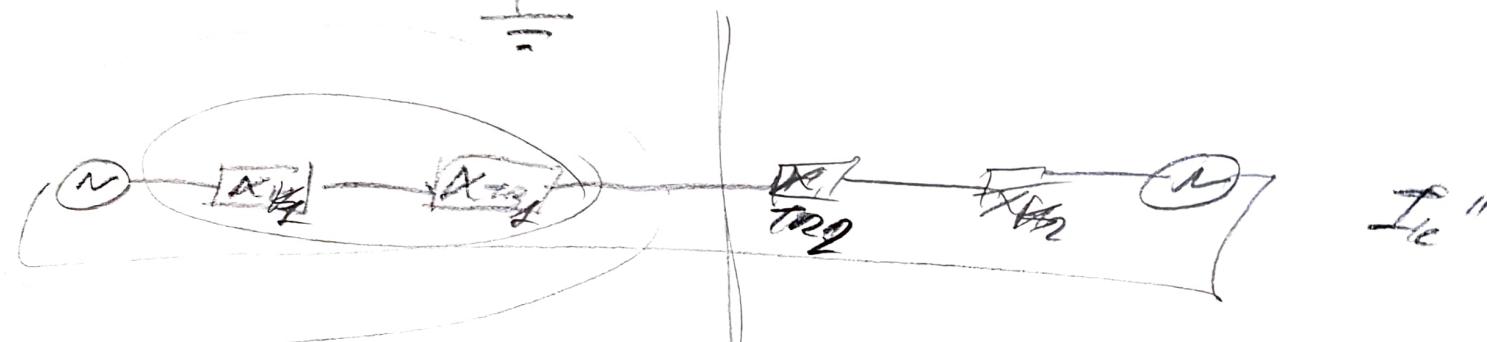


$$k_A = \frac{I_p}{I_s}$$

AT \rightarrow S \rightarrow out D

$$I = \frac{I_{HAT}}{k_A}$$

GT \rightarrow S \rightarrow kisa D



$$K_{TB} = \frac{C_n^2}{S}$$

$$X_{TB} = \frac{0.06 C_n^2}{S}$$

$$0.06 = \frac{C_n^2}{S}$$