

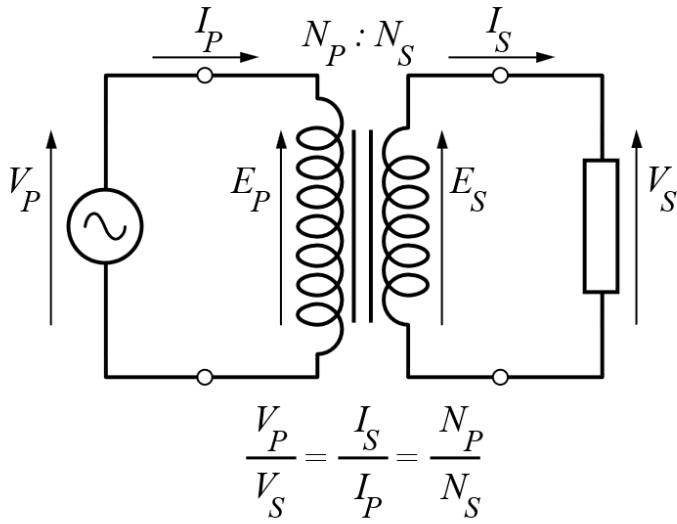
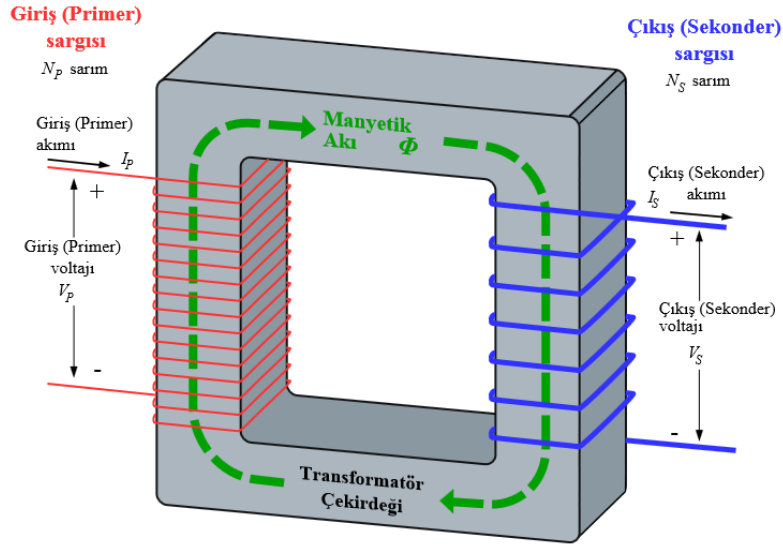
## SEKONDER KORUMA

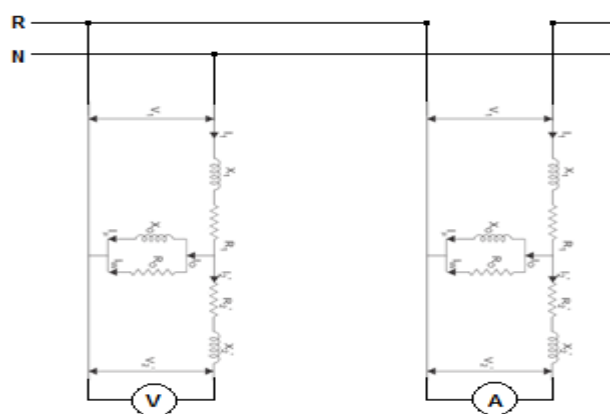
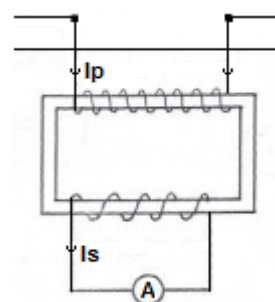
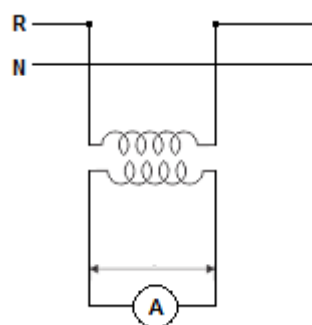
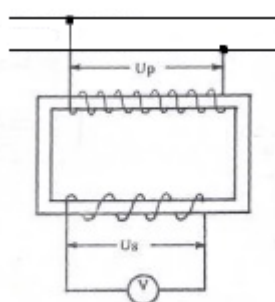
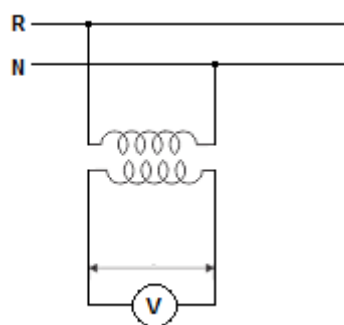
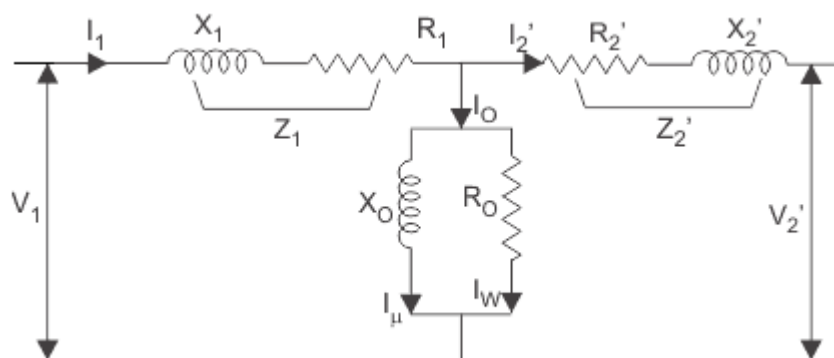
1\_Ölçme Trafoları (Akım Trafosu / Gerilim Trafosu)

2\_Sekonder Röleler

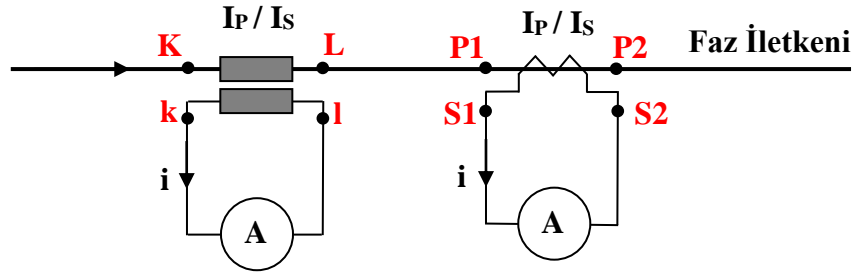
3\_Anahtarlama Elemanları (Kesiciler / Ayırıcılar)

1\_Ölçme Trafoları (Akım Trafosu / Gerilim Trafosu)





## 1.1. Akım Trafoları (AT)



AT larının sekonderlerine Ampermetre veya Watmetre, Sayaç vb cihazların “Akım Bobinleri” bağlanır.

AT Sekonderi kesinlikle açık devre edilmemelidir !

AT larının temel görevleri :

- Hat akımını küçültmek
- Gerilim izolasyonu sağlamak
- Standart ölçü cihazı yapımını sağlamak

AT larının 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 [ $N_N$ ]
- 3) Sınıf (Klas) [Cl]
- 4) Doyma (Saturasyon) Katsayısı [ $n_N$ ]

**AT Anma Gerilim Değeri [ $U_N$ ] :**

Akım trafosunun yalıtım dayanımı 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)

$$k_A = \frac{I_P}{I_S} \quad i = \frac{I_{HAT}}{k_A}$$

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

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

**Devamlı yük akımı : 1,2 I<sub>N</sub>**

Akım trafoları, anma akımlarının %20 fazlasına kadar aynı hata oranı ile çalışırlar.

**Kısa devre termik akımı: I<sub>th</sub>=100 I<sub>N</sub>**

Oluşan arıza akımları, akım trafolarını termik bakımdan zorlarlar. Termik anma akımı, bir akım trafosunun t=1 saniye süreyle zarar görmeden taşıyabileceği en büyük akım değeri olarak tanımlanır.

Standart olarak bu değerin, primer akım anma değerinin 100 katı olması öngörülmüştür. Etiketle gösterilmemesi durumunda da bu değer geçerlidir. Özel amaçla daha büyük termik dayanımlı AT ları üretilmektedir.

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 gerekir;

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

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

Bulunacak I<sub>k</sub> değeri o nokta için bilinen kısa devre akımından büyükse akım trafosunun seçimini doğru olduğu kabul edilir.

**Kısa devre dinamik akımı : I<sub>dyn</sub>=250 I<sub>N</sub>**

Arıza akımının ilk periyodunda; arıza akımının en büyük tepe değerine ulaşılır. Bu değer akım trafolarını dinamik olarak zorlayan, sargılar arası itme ve çekme kuvvetleri meydana getirir. Akım trafosunun bu kuvvetlere dayanması gerekir. Buna dayanabilen akım trafosu, sonraki periyotlarda; akım değeri küçüleceğinden dinamik yönden sorun yaşamaz.

Standart olarak bu değerin, primer akım anma değerinin 250 katı olması öngörülmüştür.

**AT Sekonder Gücü :**

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

**S<sub>N</sub> (VA) :** 2,5 - 5 - 10 - 15 - 30

**AT Sınıfı :**

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

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

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

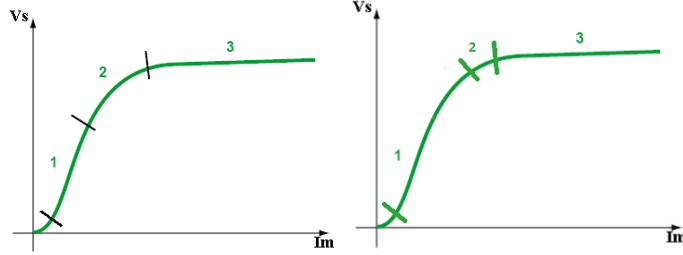
Ölçme devrelerinde (%) : 0.1–0.2–0.5 sınıfından

Koruma devrelerinde (%) : 1–3–5 sınıfından AT kullanılır.

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

### Doyma (Saturasyon) Katsayısı [ $n_N$ ] :

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). Kırılma bölgesi denen bölgede akım çevirme oranı değişir (2.bölge) daha sonra, primer akım artsa bile sekonder akımda değişim olmaz (3.bölge).



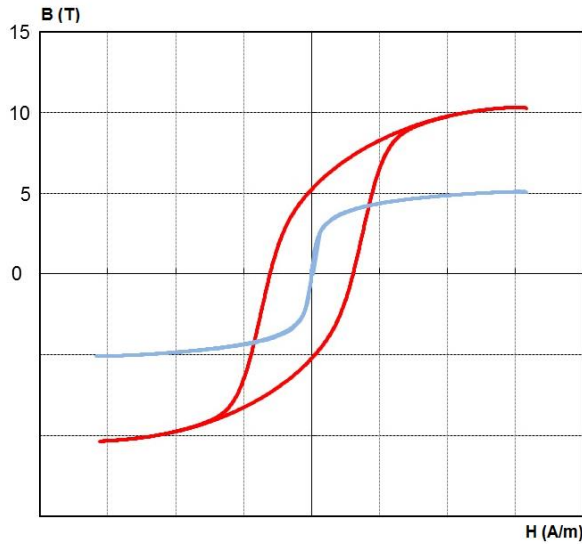
- 1: Lineer bölge ( $k_A$  geçerli)
- 2: Diz noktası, kırılma bölgesi,
- 3: Doyma bölgesi

### Ölçmede kullanılan akım trafolarında $n_N < 5$ :

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

### Korumada kullanılan akım trafolarında $n_N > 10$ :

Koruma devrelerinde, arıza sırasında primerden geçebilecek yüksek akımların, anma akım çevirme oranına ( $k_A$ ) göre sekondere yansımaları 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 doyma katsayısının  $n_N \geq 10$  olması öngörülür.



### Hatalı Sekonder Gücü seçimi sonucu oluşan doyma “ $n_N$ ” hataları “ $n_g$ ” :

Doyma Katsayıları, akım Trafosunun Anma yükleri için geçerlidir. Bir akım trafosu sekonderine bağlı olan yükler, anma yükünden çok veya az ise; Doyma Katsayısı plakasında verilen (anma) değerinden farklı olur. Gerçek doyma katsayısı “ $n_g$ ” a aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanabilir.

$S_N$ : AT Plakasında yazılı anma gücü

$n_N$ : AT Plakasında yazılı doyma katsayısı

$S_G$ : AT sekonderine bağlı cihazların gerçek gücü

$n_g$ : Hesaplanan doyma katsayısı

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

#### Örnek 1.

$k_A = \frac{100}{5} = 20$   $n < 5$  olan bir ölçme AT anma gücü 30 VA iken sekonderine bağlı yük 15 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 gerekirken 10x100 A den itibaren doymaya girecektir. Dolayısı ile 1000 Ampere kadar  $k_A = \frac{100}{5} = 20$  çevirme oranı ile çalışacağından 500 A üstünde akım akacak arıza durumlarında sekondere bağlı cihazlar için akımlar zarar verici olabilecektir.

#### Örnek 1.

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

$15 \cdot 10 = 30 \cdot n_g \quad n_g = 10 \cdot \frac{15}{30} = 5$  olacaktır. Bu nedenle 10x100 A den sonra doymaya girmesi gerekirken 5x100 A den itibaren doymaya girecektir. Dolayısı ile

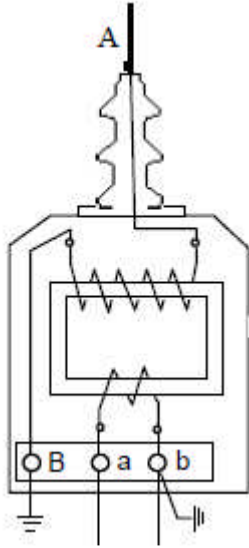
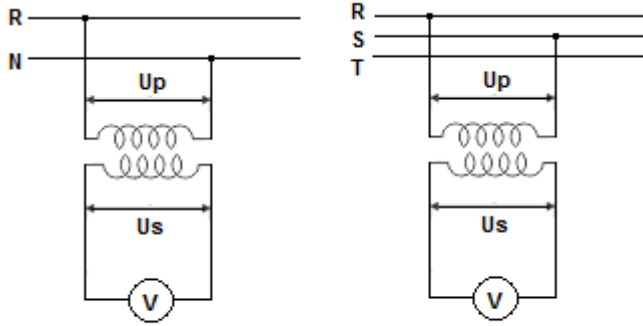
$k_A = \frac{100}{5} = 20$  oranı **500 A** üstünde geçerli olmayıp sabit kalacağından arıza arıza durumlarında sekondere bağlı cihazlara eksik arıza akımı bilgisi gidecektir.

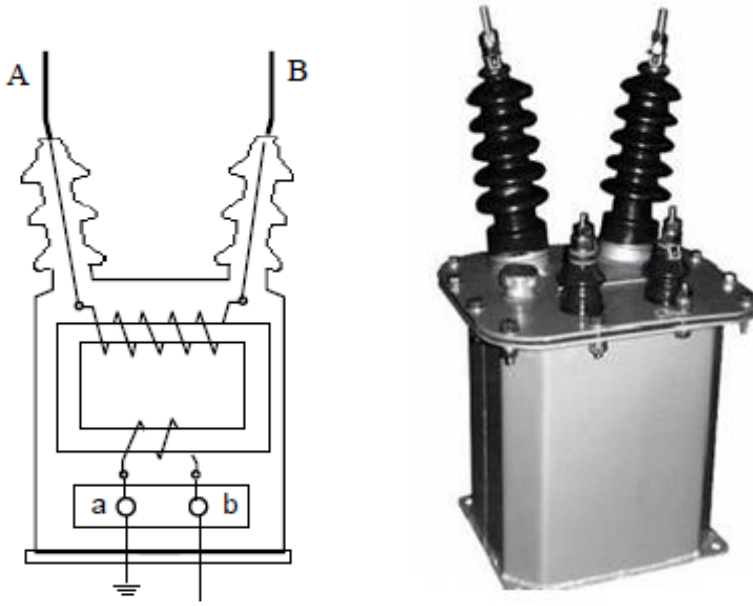
## 1.2 Gerilim Trafoları (GT)

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 larının temel görevleri :

- Hat gerilimi küçültmek
- Gerilim izolasyonu sağlamak
- Standart ölçü cihazı yapımını sağlamak

### GT larının bazı temel büyüklükleri:

- 1) Anma Gerilim Değerleri [ $U_p$ ,  $U_s$ ] ve çevirme oranları
- 2) Anma Gücü [ $S_n$ ]
- 3) Sınıf (Klas) [ Cl ]

### GT Anma Gerilim Değeri [ $U_p$ ] ve çevirme oranları [ $k_v = U_p / U_s$ ] :

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

Sekonder çalışma gerilimleri  $U_s$ , genellikle, 100 V olarak tasarlanırlar.

$V_p$  : 6.3 kV - 10.5 kV - 15 kV - 36 kV - 154 kV - 380 kV  
 $V_s$  : 100 Volt

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

**Anma Gücü:** [ $S_n$ ]

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

$S_n$ , standart olarak; 30 VA , 60 VA ve 90 VA dir.

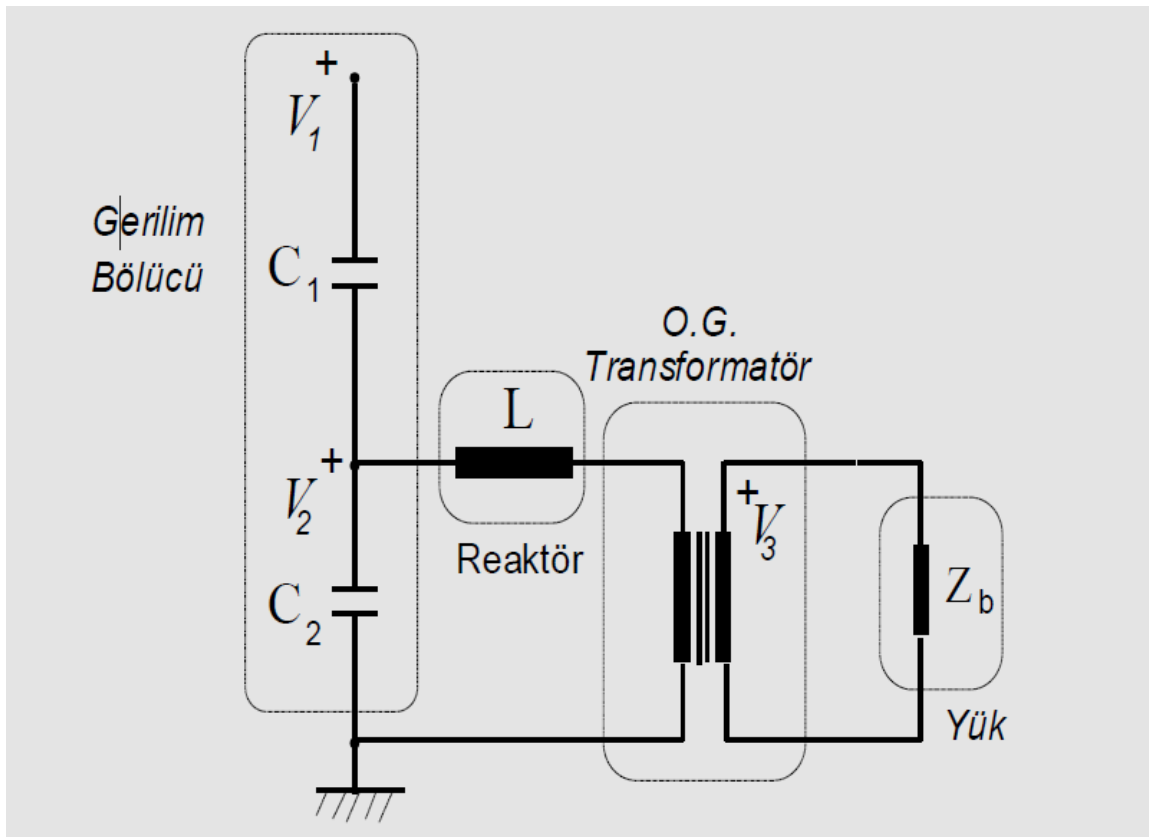


## GT Sınıfı [ C1 ]

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

Ölçme devrelerinde (%) : 0.5–1.0 sınıfından  
Koruma devrelerinde (%) : 3 sınıfından AGT kullanılır.

Faz arası değeri 145 kV üstünde bobinli trafolar ekonomik olmadığından Kapasitif Gerilim Bölücülü trafolar kullanılır.



## **2\_RÖLELER**

### **A- AŞIRI AKIM RÖLELERİ (AAR)**

-Aşırı Akım Rölesi (AAR)

Sabit zamanlı-Ters zamanlı-Yönsüz-Yönlü

### **B- DİFERANSİYEL RÖLE (DR)**

B1- 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- GÜÇ RÖLELERİ**

Frekans Rölesi-Güç Adası Rölesi

## **2.1.AŞIRI AKIM RÖLELERİ (AAR)**

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

Minimum açma zamanı “ $t_{min}$ ” ve zaman kademeleri “ $\Delta t$ ” Aşırı Akım Rölelerin zaman koordinasyonuna imkan tanır.

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

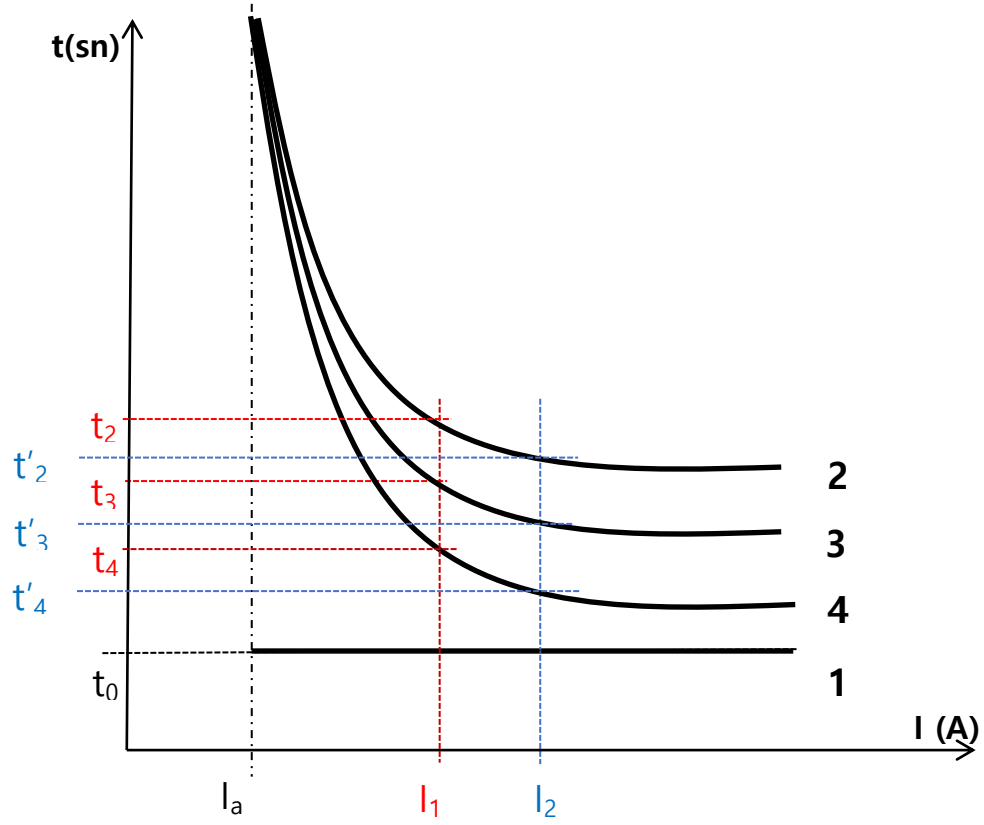
a)  $n=0$  Bağımsız zamanlı ( $A_{ni}$ ) AAR (1)

b)  $n>0$  Bağımlı zamanlı AAR

(2) Ters zamanlı AAR

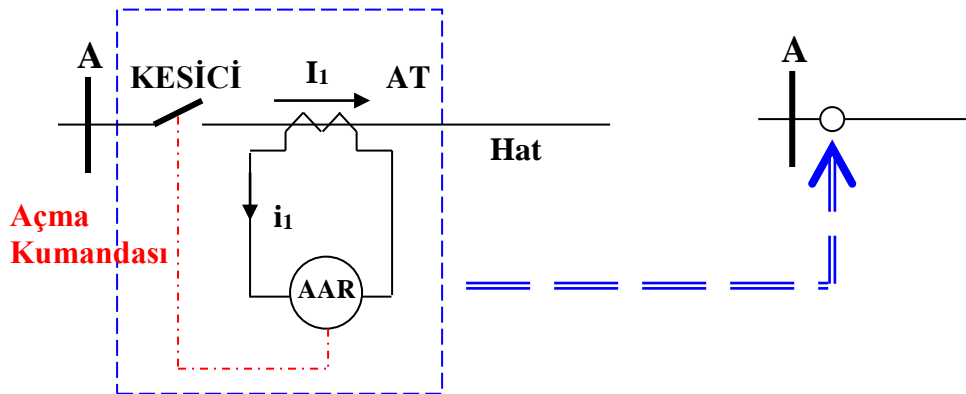
(3) Çok ters zamanlı AAR

(4) Aşırı ters zamanlı AAR

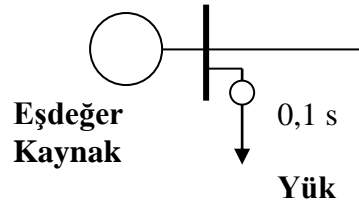


$$\begin{aligned}
 I_1 &< I_2 & I_1 \text{ için } t_2 > t_3 > t_4 > t_0 \\
 t_2 &> t'_2 \\
 t_3 &> t'_3 & I_2 \text{ için } t'_2 > t'_3 > t'_4 > t_0 \\
 &'' &
 \end{aligned}$$

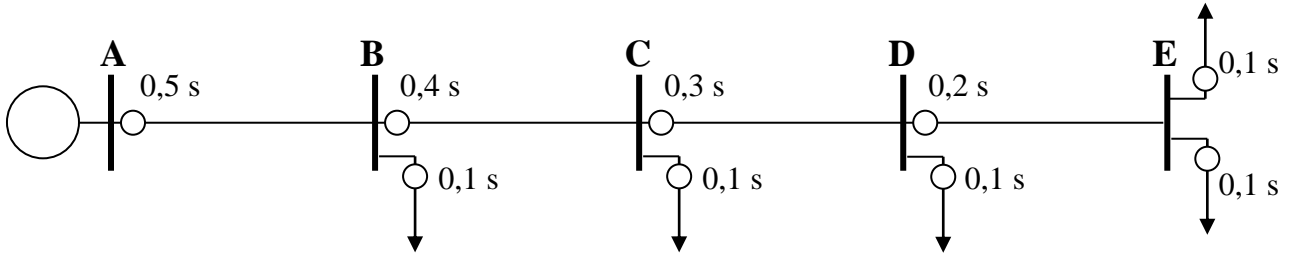
### Aşırı Akım Rölesi ile İletim Hatlarının Korunması



### Yük Modeli



### Tek Taraftan Beslenen Hat

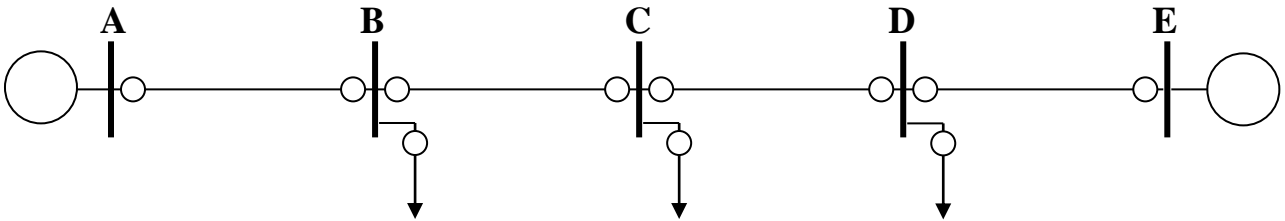


$$t_{\min}=0,1 \text{ s} , \Delta t=0,1 \text{ s}$$

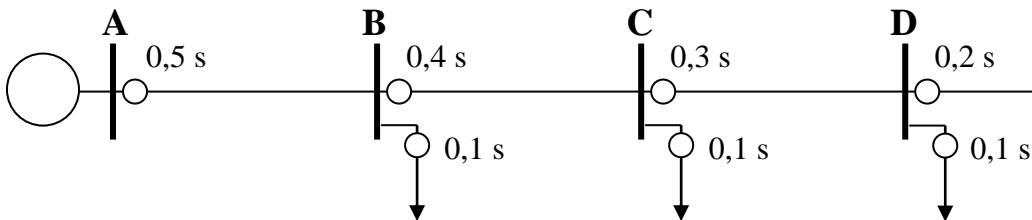
Yükler için “ $t_{\min}$ ” seçilir, çıkış hattı olan son baradan (D) itibaren “ $\Delta t$ ” aralıklarla rölelerin zaman koordinasyonu sağlanır.

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

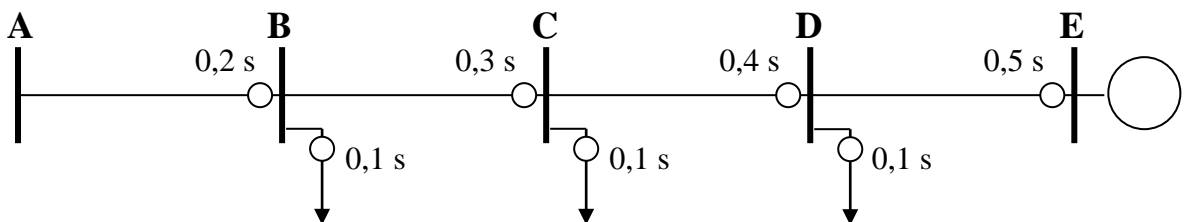
### Çift Taraftan Beslenen Hat



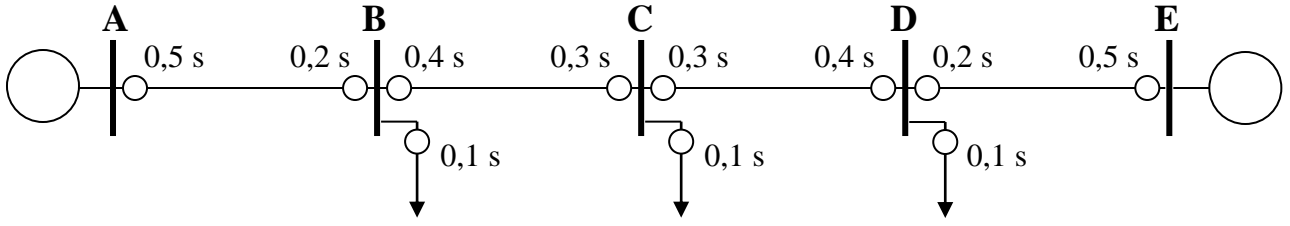
Önce A barasından besleme varsayımı ile zaman koordinasyonu yapılır;



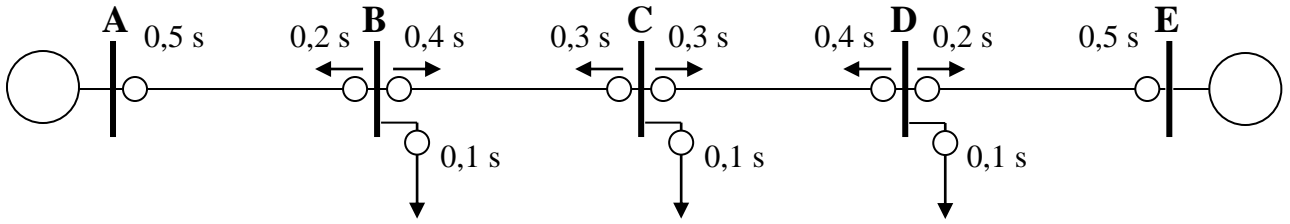
Sonra B barasından besleme varsayımı ile zaman koordinasyonu yapılır;



İki durum birleştirilerek zaman koordinasyonu sağlanır.



Yön koordinasyonu için de



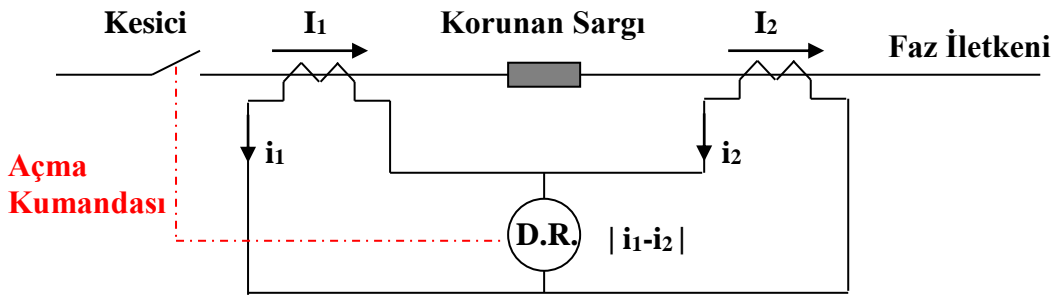
○ : Aşırı Akım Rölesi (AAR)



○ veya ⊙ : Yönlü AAR

## DİFERANSİYEL RÖLE

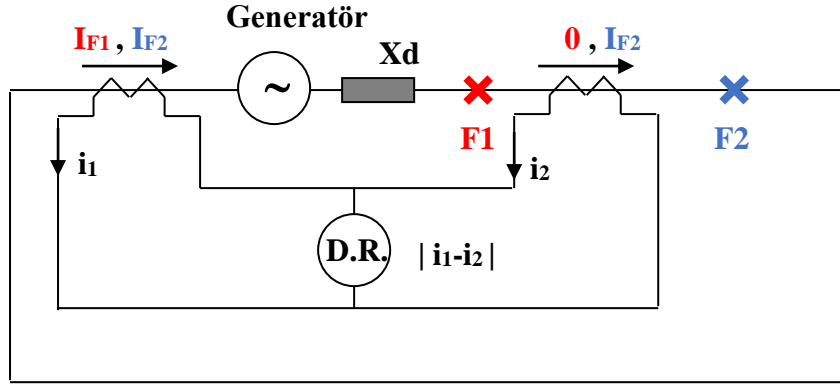
### Temel Bağlantı



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 MVA, UG=15 kV, Xd=0.2 pu

Generatörün F1 (Sargılarda) ve F2 (Uç terminalinde) noktalarında olabilecek “Üç Faz Arızalarında” DR nin 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

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

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

**F1 de 3F arızası durumunda akacak arıza akımı :**

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

Bu durumda AT larının sekonder akımları;

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

AT2  $i_2 = 0$  A (Kısa devre anında yük akımı=0)

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

**F2 de 3F arızası durumunda akacak arıza akımı :**

$$I_{F2} = I_{F1} = \frac{E_G}{X_d''} = \frac{15 \cdot 10^3 / \sqrt{3}}{0.36} = 24056 \text{ A} \cong 24 \text{ kA}$$

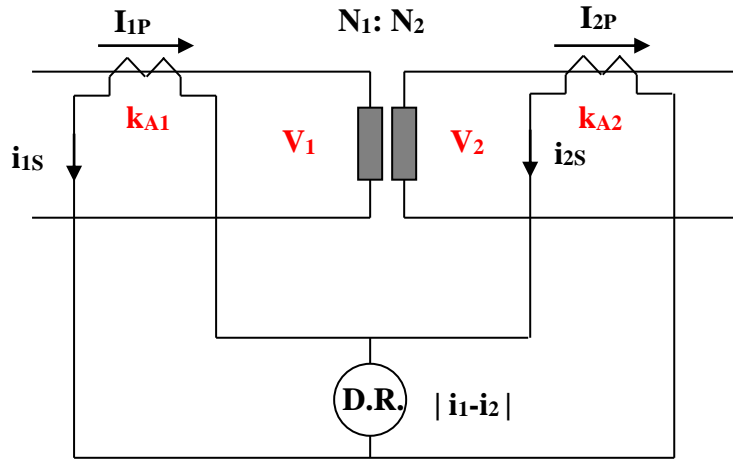
Bu durumda AT larının sekonder akımları;

$$\text{AT1} \quad i_1 = \frac{I_{F2}}{k_{A1}} = \frac{24000}{1000} = 24 \text{ A}$$

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

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

## 1- Güç Transformatörlerinin Korunması



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

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

$$I_{P1} \geq \text{Trafo primer anma akımı}$$

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

**Örnek :** Gücü  $S_t=50$  MVA, Gerilimleri 380kV/20 kV olan güç trafosunda, DR için Akım trafolarının seçilmesi.

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

$$I_1 = \frac{S_t}{\sqrt{3} \cdot U_1} = \frac{50 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 10^3} = 76 \text{ A} \quad I_2 = n \times I_1 = 19 \times 76 \text{ A} = 1443 \text{ A}$$

$I_{P1} = 75 \text{ A}$        $I_{S2} = 1500 \text{ A}$  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 trafolarının sekonderlerinden geçecek 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;

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

**DİFERANSİYEL RÖLE ARIZA OLMADIĞI HALDE ÇALIŞIR !**

Bunu önlemek için ;

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

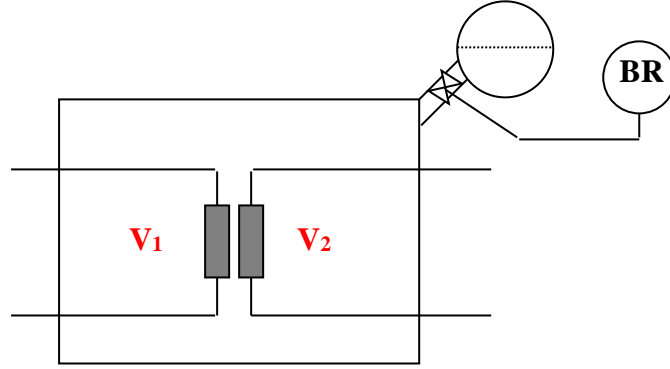
**Örnek için**  $|i_1 - i_2| > 0.26 \text{ A}$  durumunda rölenin çalışması sağlanabilir.

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

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

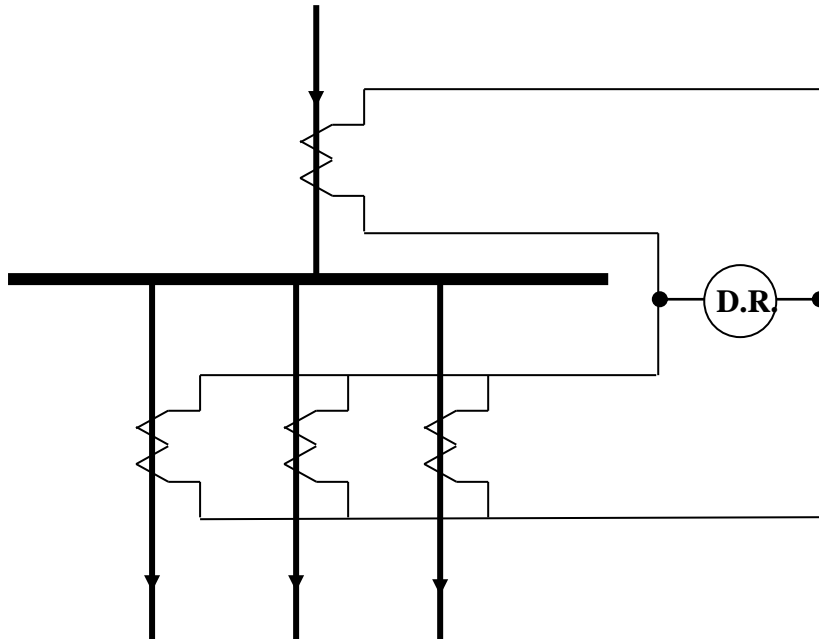


## Bucholz Rölesi



<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 yapılırken, 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:

$$Z_s = \frac{V_s}{I_s} = \frac{V_p / n_v}{I_p / n_I} = Z_p \times \frac{n_I}{n_v}$$

### Örneğin:

SIEMENS röleler için ayarlanabilecek minimum sekonder empedans:

1A röleler için: 0,1?

5A röleler için: 0,5?

alınarak sistemde korunabilecek minimum mesafe hesaplanır.

1A için

Akım trafosu oranı : 400A/1A

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

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

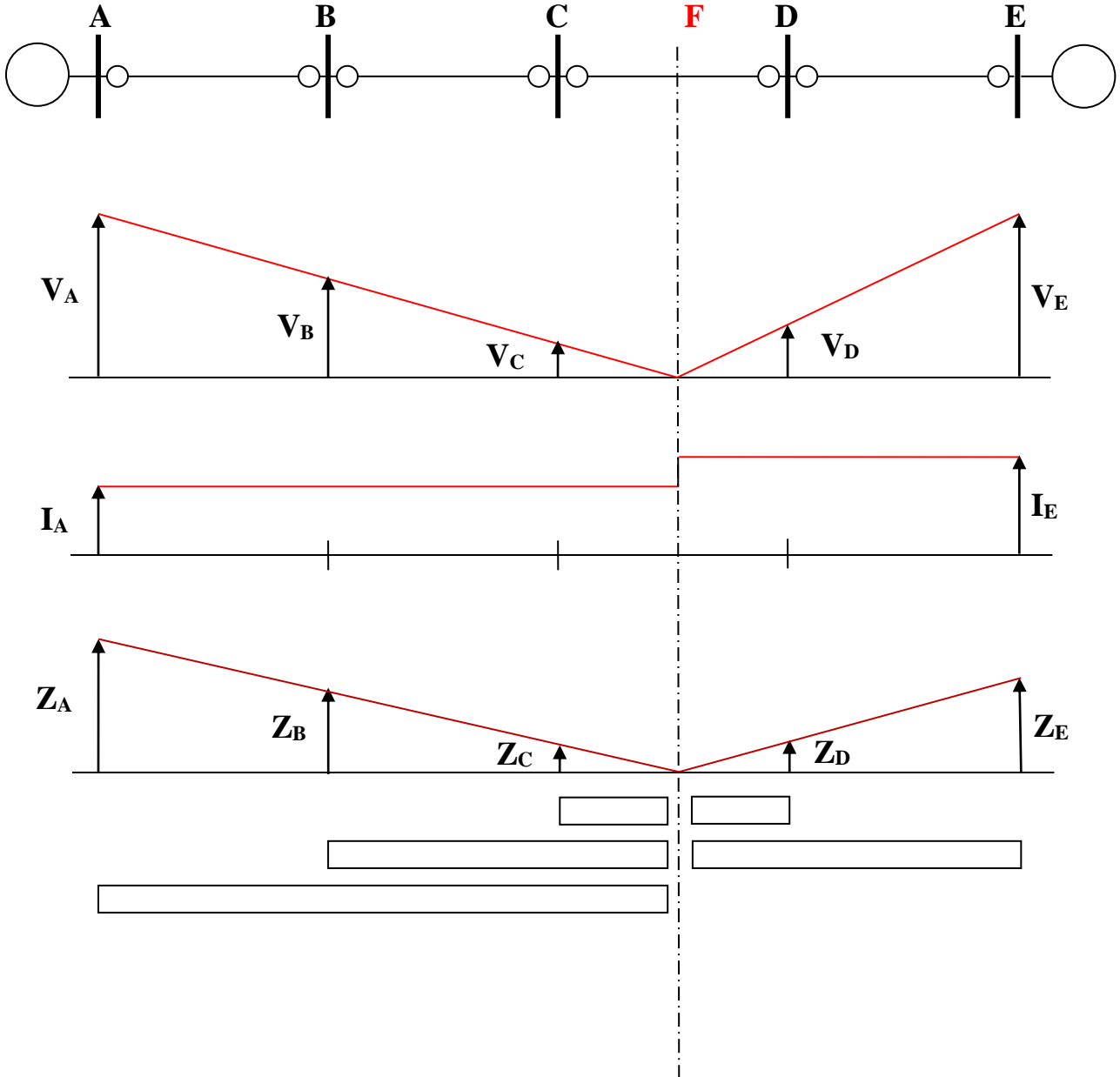
5A için

Akım trafosu oranı : 400A/5A

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

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

elde edilir. Bu nedenle OG sistemlerde mesafe koruma uygulaması kullanılacaksa 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 arklar nedeniyle erk direnci hat empedansını büyötmektedir :

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

$Z'_{HAT} > Z_{HAT}$  nedeni ile  $L'_{HAT} > L_{HAT}$  olarak ölçölmektedir.

Röle elemanları AAR Zaman Yön Z empedans

