

## 10- KISA DEVRE ARIZA AKIMLARININ HESAPLANMASI – HESAPLAMA ÖRNEKLERİ-(8)

- Örnek-1 (8) – F noktasında üç-faz kısa-devre:
- L kablusunun doğru-bileşen kısa-devre empedansı :

$$Z_L = (0.077 + j 0.08) \times 15 \cdot 10^{-3} = (1.155 + j 1.2) \text{ m}\Omega$$

- Doğru-bileşen kısa-devre empedansları (AG):

	R ( $\text{m}\Omega$ )	X ( $\text{m}\Omega$ )
Sistem Fideri, $Z_{Qt}$	0.0183	0.1832
Transformatör, $Z_{TK}$	5.69	16.558
Kablo, $Z_L$	1.155	1.2

Tablodan da görüleceği üzere, sistem fideri empedansı transformatör empedansı yanında çok küçüktür.

## **10- KISA DEVRE ARIZA AKIMLARININ HESAPLANMASI – HESAPLAMA ÖRNEKLERİ-(9)**

- Örnek-1 (9)– F noktasında üç-faz kısa-devre:
- F noktasından görülen eşdeğer doğru-bileşen kısa-devre empedansı :

$$R_k = R_{Qt} + R_{TK} + R_L \quad R_k = 0.0183 + 5.69 + 1.155 = 6.6863 \text{ m}\Omega$$

$$X_k = X_{Qt} + X_{TK} + X_L \quad X_k = 0.1832 + 16.558 + 1.2 = 17.9412 \text{ m}\Omega$$

$$\underline{Z}_k = R_k + jX_k \rightarrow \underline{Z}_k = ( 6.6863 + j 17.9412 ) \text{ m}\Omega$$

- F noktasındaki başlangıç simetrik üç faz kısa-devre akımı,  $I_k''$  :

$$I_k'' = \frac{cU_n}{\sqrt{3} Z_k} = \frac{cU_n}{\sqrt{3} \sqrt{R_k^2 + X_k^2}} = \frac{1.05 \times 400}{\sqrt{3} \times 19.1466} = 12.67 \text{ kA}$$

## 10- KISA DEVRE ARIZA AKIMLARININ HESAPLANMASI – HESAPLAMA ÖRNEKLERİ-(10)

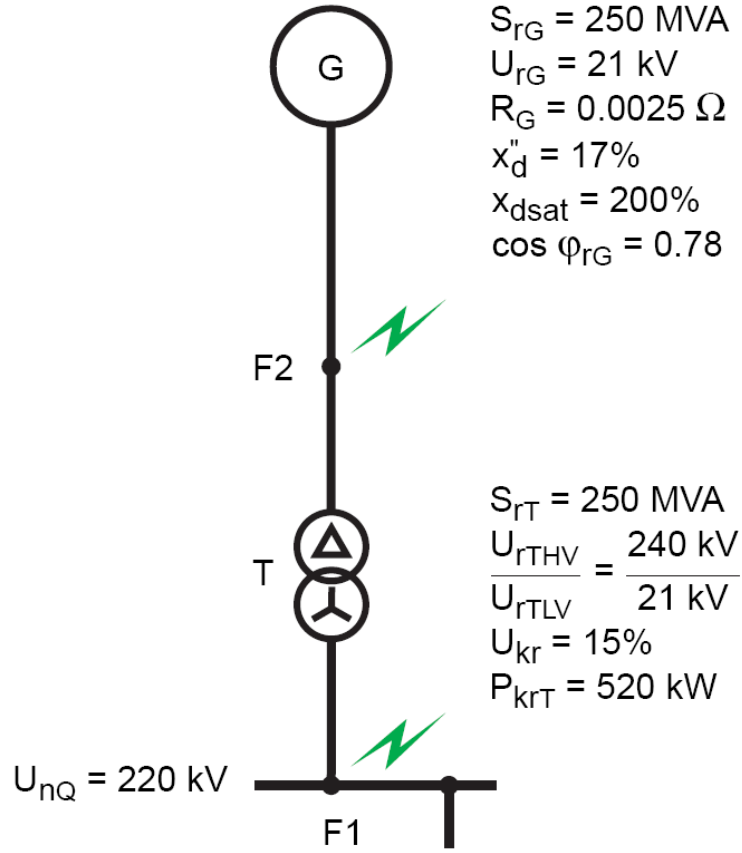
- Örnek-1 (10) – F noktasında üç-faz kısa-devre:
- F noktasındaki üç-faz kısa-devre tepe kısa-devre akımı,  $i_p$  :

$$\frac{R}{X} = \frac{R_k}{X_k} = \frac{6.6863}{17.9412} = 0.37268 \quad \kappa = 1.02 + 0.98e^{-3\frac{R}{X}} = 1.34$$

$$i_p = \kappa \sqrt{2} I_k'' = 1.34 \times \sqrt{2} \times 12.67 = 24.01 \text{ kA}$$

## **10- KISA DEVRE ARIZA AKIMLARININ HESAPLANMASI – HESAPLAMA ÖRNEKLERİ-(11)**

- Örnek-2 (1) – Bir Güç İstasyonu Ünitesi



Şekil-10.35- Bir güç istasyonu ünitesi

Şekil-10.35’de bir generatör  $G$  ve yük altında kademe değiştiricili bir  $T$  transformatöründen oluşan bir  $S$  Güç istasyonu ünitesi görölmektedir.

- Güç istasyonu ünitesinin dışındaki baradaki F1 noktasında ve
- Güç istasyonu ünitesinin içindeki F2 noktasındaki bir üç-faz kısa-devre arızası için ; IEC-60909'a uygun şekilde  $I_k''$  ,  $i_p$  ,  $I_{kmax}$  ve  $I_b$  'nin hesaplanması gerekmektedir.

## **10- KISA DEVRE ARIZA AKIMLARININ HESAPLANMASI – HESAPLAMA ÖRNEKLERİ-(12)**

### **Örnek-2 (2)**

- Aşağıdaki bilgiler mevcuttur :
- G generatörü ile T transformatörü arasındaki bağlantının empedansı ihmal edilebilir.
- $c$  gerilim faktörü  $c_{\max} = 1.1$  alınabilir.
- $t_{\min} = 0.1$  sn.
- G generatörü, bir silindirik rotor generatörüdür.
- Baralara bağlı tüm yükler pasiftir.(kısa-devre akımına iştirakleri yoktur).

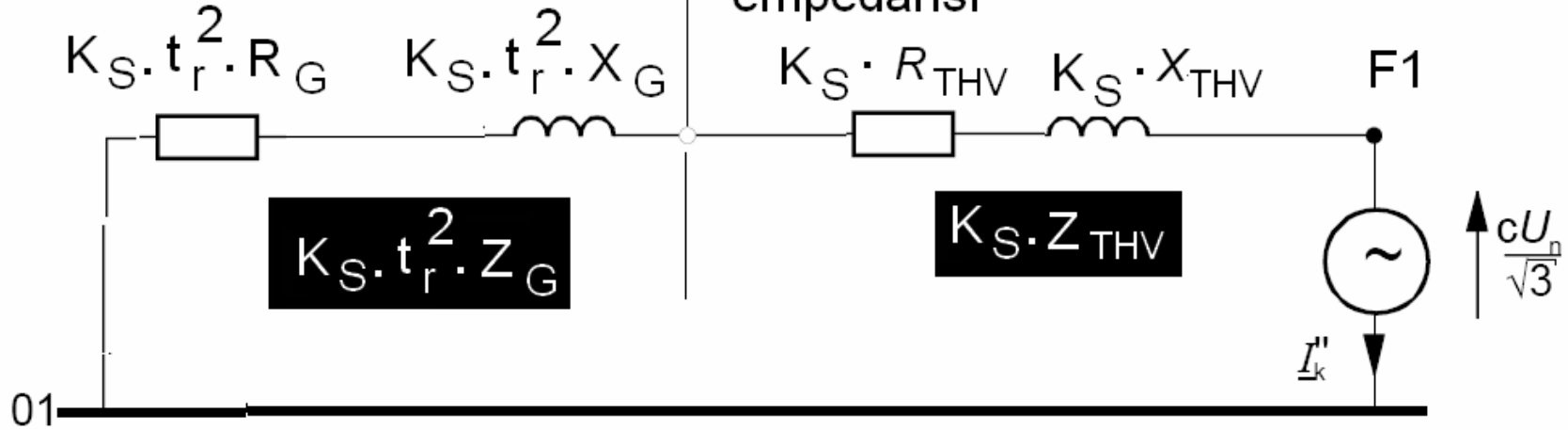
## **10- KISA DEVRE ARIZA AKIMLARININ HESAPLANMASI – HESAPLAMA ÖRNEKLERİ-(13)**

- Örnek-2 (3) – F1’deki üç-faz kısa-devre

- F1 noktasından görülen doğru-bileşen sistemi eşdeğer kısa-devre empedans diyagramı :

G generatörünün YG tarafına transfer edilen, F1 arıza noktasından görülen doğru-bileşen kısa-devre empedansı

T transformatörünün YG tarafına transfer edilen, F1 arıza noktasından görülen doğru-bileşen kısa-devre empedansı



Şekil-10.36- Örnek-2 , F1 noktasından görülen doğru-bileşen sistemi eşdeğer devre şeması

## 10- KISA DEVRE ARIZA AKIMLARININ HESAPLANMASI – HESAPLAMA ÖRNEKLERİ-(14)



- Örnek-2 (4) – F1’deki üç-faz kısa-devre
- T transformatörünün YG tarafına transfer edilmiş eşdeğer doğru-bileşen kısa-devre empedansı (1):

$$Z_{THV} = \frac{u_{kr}}{100} \times \frac{U_{rTHV}^2}{S_{rT}} = \frac{15}{100} \times \frac{240^2}{250} = 34.56 \Omega$$

$$R_{THV} = P_{krT} \frac{U_{rTHV}^2}{S_{rT}^2} = 0.52 \times \frac{240^2}{250^2} = 0.479 \Omega$$

$$X_{THV} = \sqrt{Z_{THV}^2 - R_{THV}^2} = 34.557 \Omega$$

$$Z_{THV} = (0.479 + j34.557) \Omega$$

## 10- KISA DEVRE ARIZA AKIMLARININ HESAPLANMASI – HESAPLAMA ÖRNEKLERİ-(15)

- Örnek-2 (5) – F1’deki üç-faz kısa-devre
- G Generatörünün doğru-bileşen kısa-devre empedansı (1):

$$X_d'' = \frac{x_d''}{100} \times \frac{U_{rG}^2}{S_{rG}} = \frac{17}{100} \times \frac{21^2}{250} = 0.2999 \Omega$$

$$Z_G = R_G + jX_d'' = 0.0025 + j0.2999$$

$$|Z_G| = 0.2999 \Omega$$

- Generatörün anma görünen gücü,  $250 \text{ MVA} > 100 \text{ MVA}$  olduğu için,  $R_{Gf} = 0.05 X_d''$ , ‘dir. Bundan dolayı,  $Z_{Gf} = 0.015 + j0.2999$

## 10- KISA DEVRE ARIZA AKIMLARININ HESAPLANMASI – HESAPLAMA ÖRNEKLERİ-(16)

- Örnek-2 (6) – F1’deki üç-faz kısa-devre
- Yük altında kademe deđiřtiricili S güç istasyonunun ünitesinin  $K_S$  empedans düzeltme faktörü :

$$K_S = \frac{U_{nQ}^2}{U_{rG}^2} \times \frac{U_{rTLV}^2}{U_{rTHV}^2} \times \frac{c_{max}}{1 + |x_d'' - x_T| \sin \varphi_{rG}} = \frac{220^2}{21^2} \times \frac{21^2}{240^2} \times \frac{1.1}{1 + |0.17 - 0.15| \times 0.6258} = 0.913$$

- Güç istasyonu ünitesinin  $Z_S$  , eşdeğer doğru-bileşen kısa-devre empedansı :

$$Z_S = K_S (t_r^2 Z_G + Z_{THV}) = 0.913 \left( \left( \frac{240}{21} \right)^2 \times (0.0025 + j0.2999) + (0.479 + j34.557) \right)$$

$$Z_S = 0.735 + j67.313$$

Eğer,  $i_p$  'yi hesaplamak için  $Z_{Gf}$  gözönüne alınırsa :

$$Z_{Sf} = 2.226 + j67.313$$

## 10- KISA DEVRE ARIZA AKIMLARININ HESAPLANMASI – HESAPLAMA ÖRNEKLERİ-(17)

- Örnek-2 (7) – F1'deki üç-faz kısa-devre
- F1 noktasındaki başlangıç simetrik üç faz kısa-devre akımı,  $I_{ks}''$  :

$$I_{ks}'' = \frac{cU_{nQ}}{\sqrt{3}Z_S} = \frac{1,1 \times 220}{\sqrt{3}(0.735 + j67.313)} = 0.023 - j2.075$$

$$|I_{ks}''| = 2.08 \text{ kA}$$

- $Z_{Sf}$  empedansına dayanarak ,  $R_{Sf} / X_{Sf} = 0.033$  ve  $K_S = 1.908$  olarak bulunur.
- F1 noktasındaki üç-faz kısa-devre tepe kısa-devre akımı,  $i_{ps}$  :

$$i_{pS} = \kappa_S \sqrt{2} \times I''_{kS}$$

$$i_{pS} = 1.908 \sqrt{2} \times 2.08 = 5.61 \text{ kA}$$

## 10- KISA DEVRE ARIZA AKIMLARININ HESAPLANMASI – HESAPLAMA ÖRNEKLERİ-(18)

- Örnek-2 (8) – F1’deki üç-faz kısa-devre
  - F1 ‘deki üç-faz simetrik kısa-devre kesme akımı,  $I_{bS} : I_{bS} = \mu \times I''_{kS}$
  - $\mu$  faktörü,  $I''_{kG} / I_{rG}$  oranının ve  $t_{min}$  ‘in bir fonksiyonudur.
- $$\frac{I''_{kG}}{I_{rG}} = \frac{I''_{kS}}{I_{rG}} \frac{U_{rTHV}}{U_{rTLV}} = \frac{2.08}{6.873} \frac{240}{21} = 3.46$$
- $t_{min} = 0.1 \text{ s}$  için ,  $\mu = 0,62 + 0,72 e^{-0,32 I''_{kG} / I_{rG}} \rightarrow \mu = 0.85$  bulunur.

● →  $I_{bS} = 0.85 \times 2.08 = 1.77 \text{ kA}$

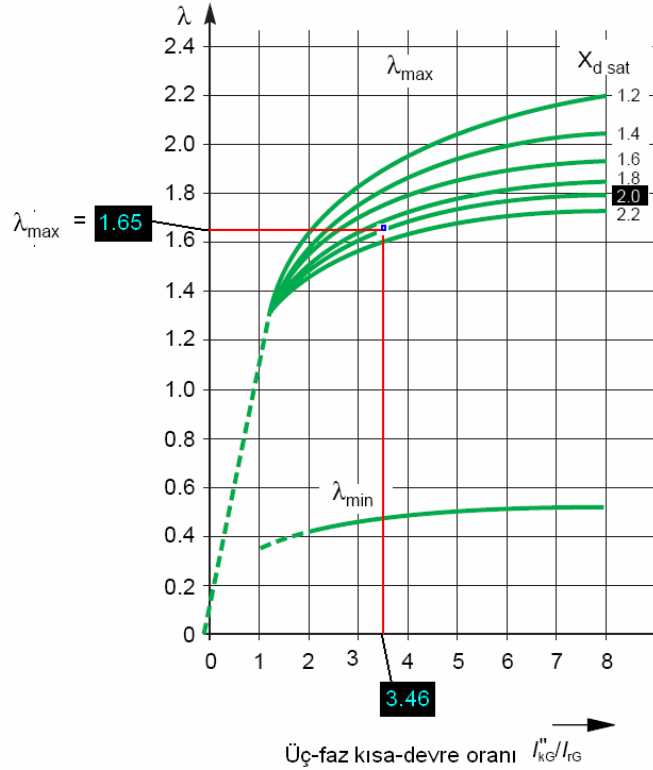
● Maksimum istikrarlı-hal kısa-devre akımı,  $I_{kmax}$  :

$$I_{kS} = \lambda_{max} I_{rG} \frac{U_{rTLV}}{U_{rTHV}} = 1.65 \times 6.873 \times \frac{21}{240} = 0.99 \text{ kA}$$

## 10- KISA DEVRE ARIZA AKIMLARININ HESAPLANMASI – HESAPLAMA ÖRNEKLERİ-(19)

● Örnek-2 (9) – F1'deki üç-faz kısa-devre

● Maksimum istikrarlı-hal kısa-devre akımı,  $I_{kmax}$  için  $\lambda_{max}$  faktörü.



Şekil-10.37- Turbogeneratörler için  $\lambda_{max}$  ve  $\lambda_{min}$  faktörleri.  
(IEC-60909-0'a göre)

Şekil-10.37'den  $I''_{kG}/I_{rG} = 3.46$  oranı ve  $X_{dsat} = 2.0$  için  $\lambda_{max} = 1.65$  faktörü elde edilir.

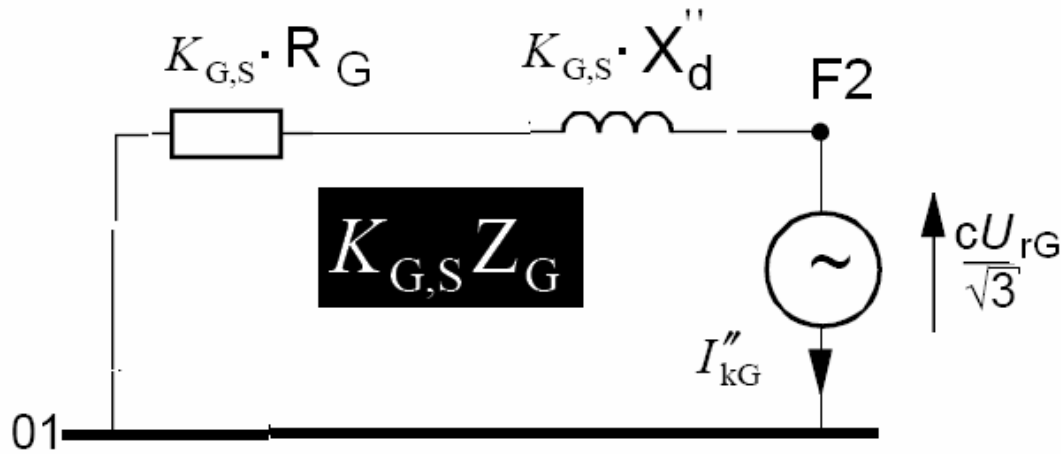
## **10- KISA DEVRE ARIZA AKIMLARININ HESAPLANMASI – HESAPLAMA ÖRNEKLERİ-(20)**

- Örnek-2 (10) – F2’deki üç-faz kısa-devre



- F2 noktasından görülen doğru-bileşen sistemi eşdeğer kısa-devre empedans diyagramı :

G generatörünün F2 kısa-devre noktasından görülen doğru-bileşen kısa-devre empedansı



Şekil-10.38- Örnek-2 , F2 noktasından görülen doğru-bileşen sistemi eşdeğer devre şeması

## 10- KISA DEVRE ARIZA AKIMLARININ HESAPLANMASI – HESAPLAMA ÖRNEKLERİ-(21)

- Örnek-2 (11) – F2’deki üç-faz kısa-devre
- F2 noktasındaki başlangıç simetrik üç faz kısa-devre akımı,  $I_{kG}''$  :

$$I_{kG}'' = \frac{cU_{rG}}{\sqrt{3}K_{G,S}Z_G} \quad K_{G,S} = \frac{c_{max}}{1 + X_d'' \sin \varphi_{rG}} = \frac{1.1}{1 + (0.17 \times 0.626)} = 0.994$$

$$I_{kG}'' = \frac{cU_{rG}}{\sqrt{3}K_{G,S}Z_G} = \frac{1.1 \times 21}{\sqrt{3} \times 0.994 \times 0.2999} = 44.74 \text{ kA}$$



- F2 noktasındaki üç-faz kısa-devre tepe kısa-devre akımı,  $i_p$  :

$$i_{pG} = K_G \sqrt{2} \times I_{kG}'' \quad Z_{Gf} \text{ empedansına dayanarak } R_{Gf} / X_d'' = 0.05 \text{ 'dir.}$$

Bundan dolayı,  $K_G = 1.86$  olarak bulunur.

$$i_{pG} = 1.86 \sqrt{2} \times 44.74 = 117.69 \text{ kA}$$

## 10- KISA DEVRE ARIZA AKIMLARININ HESAPLANMASI – HESAPLAMA ÖRNEKLERİ-(22)

- Örnek-2 (11) – F2’deki üç-faz kısa-devre
- F2 ‘deki üç-faz simetrik kısa-devre kesme akımı,  $I_{bG} : I_{bG} = \mu \times I''_{kG}$
- $\mu$  faktörü,  $I''_{kG} / I_{rG}$  oranının ve  $t_{min}$  ‘in bir fonksiyonudur.

$$\frac{I''_{kG}}{I_{rG}} = \frac{44.74}{6.873} = 6.51$$

- $t_{min} = 0.1$  s için,  $\mu = 0,62 + 0,72 e^{-0,32 I''_{kG} / I_{rG}}$  →  $\mu = 0.71$  bulunur.

- →  $I_{bS} = 0.71 \times 44.74 = 31.77$  kA

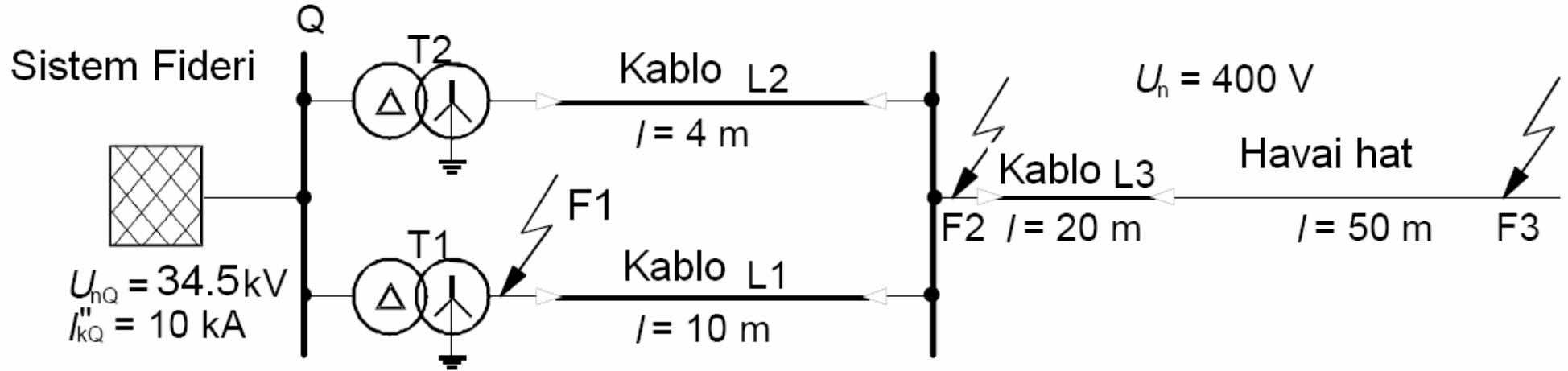
- Maksimum istikrarlı-hal kısa-devre akımı,  $I_{kmax} :$

$$I_{kG} = \lambda_{max} I_{rG} = 1.75 \times 6.873 = 12.0$$
 kA

Şekil-10.37’den  $I''_{kG} / I_{rG} = 6.51$  oranı ve  $x_{dsat} = 2.0$  için  $\lambda_{max} = 1.75$  faktörü elde edilir.

## 10- KISA DEVRE ARIZA AKIMLARININ HESAPLANMASI – HESAPLAMA ÖRNEKLERİ-(23)

- Örnek-3 (1) – Bir Alçak Gerilim Sisteminde kısa-devre hesapları
- Şekil-10.39 ‘da  $U_n = 400 \text{ V}$  ve  $f = 50 \text{ Hz}$  olan bir alçak-gerilim sistemi verilmektedir.
- F1,F2 ve F3’deki  $I_k$ ’ ve  $i_p$  kısa-devre akımları belirlenmelidir.



Şekil-10.39- Örnek-3 , Alçak-gerilim sistemi.  $U_n = 400 \text{ V}$  , F1,F2 ve F3 kısa-devre noktaları

## 10- KISA DEVRE ARIZA AKIMLARININ HESAPLANMASI – HESAPLAMA ÖRNEKLERİ-(24)

- Örnek-3 (2) – Doğru-bileşen empedanslarının belirlenmesi
- Sistem fideri, Q : (IEC-60909-0 Tablo-1'e göre,  $c_Q = c_{Qmax} = 1,1$ )

$$Z_{Qt} = \frac{c_Q U_{nQ}}{\sqrt{3} I_{kQ}''} \times \frac{1}{t_r^2} = \frac{1,1 \times 34,5 \text{ kV}}{\sqrt{3} 10 \text{ kA}} \left( \frac{0,4 \text{ kV}}{34,5 \text{ kV}} \right)^2 = 0,2945 \text{ m}\Omega$$

$$\left. \begin{array}{l} X_{Qt} = 0,995 Z_{Qt} = 0,293 \text{ m}\Omega \\ R_{Qt} = 0,1 X_{Qt} = 0,029 \text{ m}\Omega \end{array} \right\} \underline{Z}_{Qt} = (0,029 + j0,293) \text{ m}\Omega$$

### ● Transformatörler, T1 ve T2

T1  
(Dyn 5)  $S_{rT} = 630 \text{ kVA}; U_{rTHV} = 34,5 \text{ kV}$   
 $U_{rTLV} = 400 \text{ V}; u_{kr} = 4,5 \text{ %};$   
 $P_{krT} = 8 \text{ kW}; R_{(0)T}/R_T = 1,0;$   
 $X_{(0)T}/X_T = 0,95.$

T2  
(Dyn 5)  $S_{rT} = 400 \text{ kVA}; U_{rTHV} = 34,5 \text{ kV}$   
 $U_{rTLV} = 400 \text{ V}; u_{kr} = 4,5 \text{ %};$   
 $P_{krT} = 5,85 \text{ kW}; R_{(0)T}/R_T = 1,0;$   
 $X_{(0)T}/X_T = 0,95.$

## 10- KISA DEVRE ARIZA AKIMLARININ HESAPLANMASI – HESAPLAMA ÖRNEKLERİ-(25)

- Örnek-3 (3) – Doğru-bileşen empedanslarının belirlenmesi
- Transformatör T1 :

$$Z_{T1} = \frac{u_{krT1}}{100\%} \times \frac{U_{rT1LV}^2}{S_{rT1}} = \frac{4,5}{100} \times \frac{(400)^2}{630 \text{ kVA}} = 11,429 \text{ m}\Omega$$

$$R_{T1} = \frac{P_{krT1}}{3 I_{rT1LV}^2} = \frac{P_{krT1} \times U_{rT1LV}^2}{S_{rT1}^2} = \frac{8 \text{ kW} \times (400 \text{ V})^2}{(630 \text{ kVA})^2} = 3,225 \text{ m}\Omega$$

$$u_{Rr} = \frac{P_{krT1}}{S_{rT1}} \times 100\% = 1,269\%; \quad u_{Xr} = \sqrt{u_{kr}^2 - u_{Rr}^2} = 4,317\%$$

$$X_{T1} = \sqrt{Z_{T1}^2 - R_{T1}^2} = 10,964 \text{ m}\Omega \quad \underline{Z}_{T1} = (3,225 + j 10,964) \text{ m}\Omega$$

$$K_{T1} = 0,95 \frac{c_{\max}}{1 + 0,6x_{T1}} = 0,95 \frac{1,05}{1 + 0,6 \times 0,04317} = 0,9723$$

$$\underline{Z}_{T1K} = \underline{Z}_{T1} K_{T1} = (3,136 + j 10,660) \text{ m}\Omega$$

## **10- KISA DEVRE ARIZA AKIMLARININ HESAPLANMASI – HESAPLAMA ÖRNEKLERİ-(26)**

- Örnek-3 (4) – Doğru-bileşen empedanslarının belirlenmesi
- Transformator T2 :

$$Z_{T2} = \frac{u_{krT2}}{100\%} \times \frac{U_{rT2LV}^2}{S_{rT2}} = \frac{4,5}{100} \times \frac{(400 \text{ V})^2}{400 \text{ kVA}} = 18,000 \text{ m}\Omega$$

$$R_{T2} = \frac{P_{krT2} \times U_{rT2LV}^2}{S_{rT2}^2} = \frac{5,85 \text{ kW} \times (400 \text{ V})^2}{(400 \text{ kVA})^2} = 5,850 \text{ m}\Omega$$

$$\underline{Z}_{T2} = ( 5,850 + j 17,023 ) \text{ m}\Omega$$

$$K_{T2} = 0,95 \frac{c_{\max}}{1 + 0,6 x_{T2}} = 0,95 \frac{1,05}{1 + 0,6 \times 0,043} = 0,974$$

$$\underline{Z}_{T2K} = \underline{Z}_{T2} K_{T2} = ( 5,698 + j 16,580 ) \text{ m}\Omega$$

## 10- KISA DEVRE ARIZA AKIMLARININ HESAPLANMASI – HESAPLAMA ÖRNEKLERİ-(27)

- Örnek-3 (5) – Doğru-bileşen empedanslarının belirlenmesi
- Kablo L1 : İki tane paralel 4 damarlı kablo,  $l = 10$  m. 4x240 mm<sup>2</sup> Cu

$$\underline{Z}_{L1} = 0,5 (0,0754 + j 0,0797) \frac{\Omega}{\text{km}} \times 10 \text{ m} = (0,377 + j 0,398) \text{ m}\Omega$$

- Kablo L2 : İki paralel 3 damarlı kablo,  $l = 4$  m. , 3x185 mm<sup>2</sup> Al

$$\underline{Z}_{L2} = 0,5 (0,208 + j 0,068) \frac{\Omega}{\text{km}} \times 4 \text{ m} = (0,416 + j 0,136) \text{ m}\Omega$$

- Kablo L3 : 4 damarlı kablo,  $l = 20$  m. , 4x70 mm<sup>2</sup> Cu

$$\underline{Z}_{L3} = (0,271 + j 0,087) \frac{\Omega}{\text{km}} \times 20 \text{ m} = (5,420 + j 1,740) \text{ m}\Omega$$



## **10- KISA DEVRE ARIZA AKIMLARININ HESAPLANMASI – HESAPLAMA ÖRNEKLERİ-(28)**

- Örnek-3 (6) – Doğru-bileşen empedanslarının belirlenmesi
- Havai hat L4 :  $l = 50 \text{ m}$  ,  $q_n = 50 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ ,  $d = 0,4 \text{ m}$ .

$$R'_{L4} = \frac{\rho}{q_n} = \frac{\Omega \text{ mm}^2}{54 \text{ m} \times 50 \text{ mm}^2} = 0,3704 \frac{\Omega}{\text{km}}; \quad r = 1,14 \sqrt{\frac{q_n}{\pi}} = 4,55 \text{ mm};$$

$$X'_{L4} = 2 \pi f \frac{\mu_0}{2\pi} \left( \frac{1}{4} + \ln \frac{d}{r} \right) = 2\pi \times 50 \text{ s}^{-1} \frac{4\pi \times 10^{-4} \text{ Vs}}{2\pi \text{ A km}} \left( \frac{1}{4} + \ln \frac{0,4 \text{ m}}{0,455 \times 10^{-2} \text{ m}} \right) = 0,297 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

$$\underline{Z}_{L4} = (R'_{L4} + j X'_{L4})\ell = (0,370 + j 0,297) \times \frac{\Omega}{\text{km}} \times 50 \text{ m} = (18,50 + j 14,85) \text{ m}\Omega$$

- Sıfır-bileşen empedanslarının belirlenmesi :
- Transformatörler T1 ve T2 : Bağlantı grupları Dyn5 olduğu için :

$$R_{(0)T} = R_T \text{ ve } X_{(0)T} = 0,95 X_T$$

## 10- KISA DEVRE ARIZA AKIMLARININ HESAPLANMASI – HESAPLAMA ÖRNEKLERİ-(29)

- Örnek-3 (7) – Sıfır-bileşen empedanslarının belirlenmesi :
- → T1 ve T2 transformatörlerinin sıfır-bileşen empedansları :

$$Z_{(0)T1K} = (R_{T1} + j 0,95 X_{T1})K_{T1} = ( 3,136 + j 10,127 ) \text{ m}\Omega$$

$$Z_{(0)T2K} = (R_{T2} + j 0,95 X_{T2})K_{T2} = ( 5,698 + j 15,751 ) \text{ m}\Omega$$

- **Kablo L1 :**  $R_{(0)L} = 3,7 R_L; X_{(0)L} = 1,81 X_L \rightarrow$

$$Z_{(0)L1} = (3,7 R_{L1} + j 1,81 X_{L1}) = ( 1,395 + j 0,720 ) \text{ m}\Omega$$

- **Kablo L2 :**  $R_{(0)L} = 4,23 R_L; X_{(0)L} = 1,21 X_L \rightarrow$

$$Z_{(0)L2} = (4,23 R_{L2} + j 1,21 X_{L2}) = (1,760 + j 0,165) \text{ m}\Omega$$

## 10- KISA DEVRE ARIZA AKIMLARININ HESAPLANMASI – HESAPLAMA ÖRNEKLERİ-(30)

- Örnek-3 (8) – Sıfır-bileşen empedanslarının belirlenmesi :

- **Kablo L3 :**  $R_{(0)L} = 3 R_L; X_{(0)L} = 4,46 X_L \rightarrow$

$$Z_{(0)L3} = (3 R_{L3} + j 4,46 X_{L3}) = (16,260 + j 7,760) \text{ m}\Omega$$

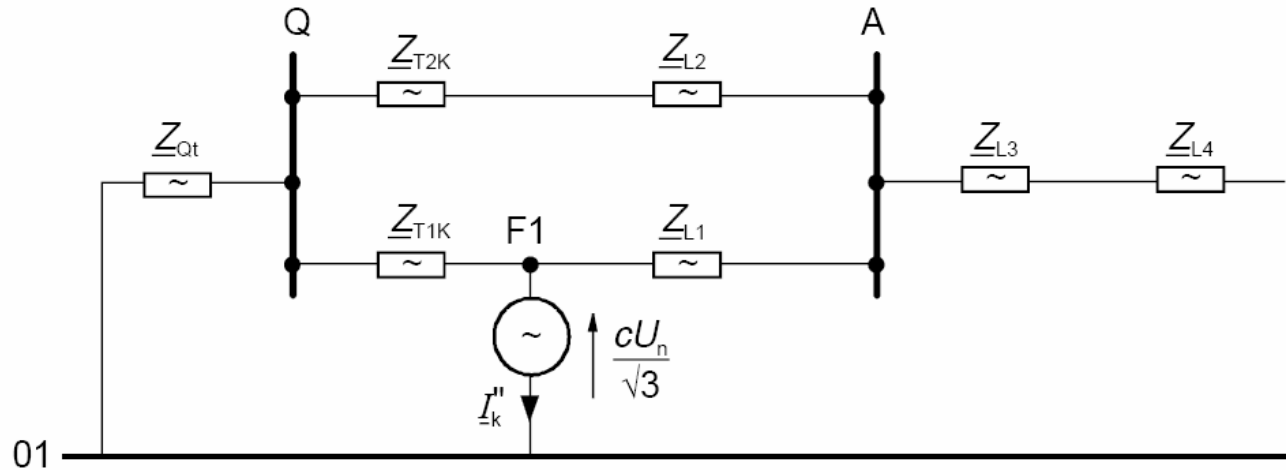
- **Havai hat L4 :**  $R_{(0)L} = 2 R_L; X_{(0)L} = 3 X_L \rightarrow$

$$Z_{(0)L4} = (2 R_{L4} + j 3 X_{L4}) = (37,04 + j 44,55) \text{ m}\Omega$$

## 10- KISA DEVRE ARIZA AKIMLARININ HESAPLANMASI – HESAPLAMA ÖRNEKLERİ-(31)

- Örnek-3 (9) – Üç-faz kısa-devreler için  $I_k$ ' ve  $i_p$  'nin hesaplanması
- F1 kısa-devre noktası (1)
- Şekil-10.40'a göre, doğru-bileşen sistemi için , F1 kısa-devre noktası için aşağıdaki kısa-devre empedansı bulunur :

$$\underline{Z}_k = \underline{Z}_{Qt} + \frac{\underline{Z}_{T1K} (\underline{Z}_{T2K} + \underline{Z}_{L1} + \underline{Z}_{L2})}{\underline{Z}_{T1K} + \underline{Z}_{T2K} + \underline{Z}_{L1} + \underline{Z}_{L2}} = (2,172 + j 6,872) \text{ m}\Omega$$



Şekil-10.40- Örnek-3 , F1 kısa-devre noktasındaki  $I_k$ ' 'nın hesaplanması için doğru-bileşen sistemi