14417

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ALTI FAZLI ENERJİ İLETİM SİSTEMLERİNDE ŞÖNT REAKTÖR LOKALİZASYONUNUN ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müh. Fatma Gül ÜNLÜ

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 21 Ocak 1991

Tezin Savunulduğu Tarih : 11 Şubat 1991

Tez Danışmanı : Prof.Dr.H.Nusret YÜKSELER

Diğer Jüri Üyeleri : Prof.Dr.Muzaffer ÖZKAYA

Prof.Dr.Mustafa BAYRAM

ŞUBAT 1991

T. C.
Yükseköğretim Kurulu

ÖNSÖZ

Tezimin hazırlanmasında değerli öneri ve yardımlarını esirgemeyen hocam ve tez danışmanım Sayın Prof.Dr. H.Nusret YÜKSELER'e teşekkürlerimi sunarım.

Sultanahmet, Ocak 1991 Fatma Gül Ünlü

İÇİNDEKİLER

SEMBOL LİSTESİ v

ÖZET vii

SUMMARY viii

BÖLÜM 1. GİRİŞ 1

BÖLÜM 2. ENERJİ İLETİM HATLARI 3

2.1. Uzun Enerji İletim Hattı 4
2.2. İletim Hatlarının Kompanzasyonu 7

BÖLÜM 3. ALTI FAZLI ENERJİ SİSTEMLERİNİN MODELLENMESİ. 9

3.1. Generatörler 9
3.2. Transformatörler 10
3.3. İletim Hatları 12
3.3.1. Eşdeğer 3-faz modeli 12
3.3.2. Eşdeğer Bir-faz gösterimi 13
3.3.3. Üç fazlı hattın altı-fazlı eşdeğer gösterimi 13
3.4. Altı Fazlı bir Hattın Üç Fazlı Yük Bağlantıları 15

BÖLÜM 4. SİMETRİLİ BİLEŞENLER 16

4.1. q-Faz Simetrili Bileşen Dönüşümü 16
4.2. Simetrili Bileşen Yönteminin Altı Fazlı Sisteme Uygulanması 17
4.3. Dizi Devreleri 19

BÖLÜM 5. ALTI FAZLI ENERJİ SİSTEMLERİNDE ARIZA ANALİZİ 21

5.1. Arıza Matrisleri $Z_F^{0,1,2}$ ve $Y_F^{0,1,2}$ 22
5.2. Kısa Devre Eşitlikleri 25
5.3. Altı Fazlı Arıza Tipleri 26
5.3.1. Bir Faz-Toprak Arızası 26
5.3.2. İki Faz-Toprak Arızası (2FT) 28
5.3.3. İki Faz Arızası 29
5.3.4. Üç Faz-Toprak Arızası 30
5.3.5. Üç Faz Arızası 31
5.3.6. Dört Faz-Toprak Arızası 31
5.3.7. Dört Faz Arızası 32
5.3.8. Beş Faz-Toprak Arızası 33
5.3.9. Beş Faz Arızası 34
5.3.10. Altı Faz-Toprak Arızası 35
5.3.11. Altı Faz Arızası 35

BÖLÜM 6. ALTI-FAZLI BİR ENERJİ İLETİM SİSTEMİNDE ARIZA İNCELEMELERİ 36

6.1. Sonsuz Güçlü Baradan Çekilen Gücün Değişimi ile Bara gerilimlerinin Bulunması 38

6.2. Keban-Gölbaşı İletim Sisteminin Tanıtılması 39
6.3. Altı-Fazlı Enerji İletim Sistemindeki Elemanların Per-Unit Değerlerinin Bulunması 40
6.4. İncelenen Sistemin Dizi-Devreleri 42
6.5. Arızaların İncelenmesi 42

SONUÇLAR VE ÖNERİLER 50

KAYNAKLAR 56

EKLER 57

ÖZGEÇMİŞ 136

SEMBOL LİSTESİ

a	:	Üç fazlı durum için simetrili bileşen operatörü, $\exp(j2\pi/3)$
$\dot{A}$	:	Genelleştirilmiş devre sabiti
b	:	Altı fazlı durum için simetrili bileşen operatörü, $\exp(j2\pi/6)$
$\dot{B}$	:	Genelleştirilmiş devre sabiti [Ω]
B	:	Hattın toprağa göre süseptansı [1/Ω]
B_c	:	Hattın toprağa göre kapasitif süseptansı [1/Ω]
B_L	:	Hattın toprağa göre endüktif süseptansı [1/Ω]
C	:	Hattın şönt kapasitesi [F]
$\dot{C}$	:	Genelleştirilmiş devre sabiti [1/Ω]
$\dot{D}$	:	Genelleştirilmiş devre sabiti
$\dot{E}_i$	:	i fazında endüklenen gerilim (emk) [V]
G	:	Hattın şönt kondüktansı [1/Ω]
$\dot{I}$	:	Hat akımı [A]
$\dot{I}_r$	:	Hat sonu akımı [A]
$\dot{I}_s$	:	Hat başı akımı [A]
I_{chg}	:	Hattın yükleme akımı [A]
$\dot{I}_{BARA}$	:	Bara akımları vektörü (nxl)
$\dot{I}_{abc}$	:	Faz sistemi akım vektörü (6xl)
$\dot{I}_{012}$	:	Simetrili bileşen sistemi akım vektörü (6xl)
$\dot{I}_p^n$	:	p inci bara için akım vektörü (nxl)
$\dot{I}_{p(F)}^{abc}$	:	p inci bara için faz sistemi arıza akım vektörü (6xl)
$\dot{I}_{p(F)}^{012}$	:	p inci bara için simetrili bileşen sistemi arıza akım vektörü (6xl)
L	:	Hat endüktansı [H]
$P_{R,max}$	:	İletilebilecek maksimum aktif güç [W]
R	:	Hat direnci [Ω]
$[T]$	:	Simetrili bileşen dönüşüm matrisi (nxn)
$\dot{V}$	:	Hat gerilimi [V]
$\dot{V}_{abc}$	:	Faz sistemi gerilim vektörü (6xl)
$\dot{V}_{BARA}$	:	Bara gerilimleri vektörü (nxl)

$\dot{V}^{abc}_{p(F)}$: p inci bara için faz sistemi arıza gerilim vektörü (6x1)

$\dot{V}^{012}_{p(F)}$: p inci bara için simetrili bileşen sistemi gerilim vektörü (6x1)

$\dot{V}_r$: Hat sonu gerilimi [V]

$\dot{V}_s$: Hat başı gerilimi [V]

$\dot{V}_N$: Nötr barası gerilimi [V]

$\dot{V}_{012}$: Simetrili bileşen sistemi gerilim vektörü (6x1)

X : Reaktans [Ω]

X_c : Kapasitif reaktans [Ω]

X_L : Endüktif reaktans [Ω]

$\dot{y}$: Hattın birim şönt admitansı [1/kmΩ]

$\dot{Y}$: Hattın şönt admitansı [1/Ω]

$\dot{Y}_{BARA}$: Bara admitans matrisi (nxn)

$\dot{Y}^{abc}_F$: Faz sistemi arıza admitans matrisi (6x6)

$\dot{Y}^{012}_F$: Simetrili bileşen sistemi arıza admitans matrisi (6x6)

$\dot{Y}_N$: Nötr ile toprak arasındaki admitans [1/Ω]

$\dot{Y}^n_p$: N fazlı sistem için faz admitans matrisi (nxn)

$\dot{Y}^6_p$: Altı fazlı sistemde faz admitans matrisi (6x6)

$\dot{Y}^6_{sh}$: Altı fazlı sistemde şönt admitans matrisi (6x6)

$\dot{z}$: Hattın birim seri empedansı [Ω/km]

$\dot{Z}$: Hattın seri empedansı [Ω]

$\dot{Z}_a, \dot{Z}_b, \dot{Z}_c, \dot{Z}_d, \dot{Z}_e, \dot{Z}_f, \dot{Z}_g$: Arıza geçiş empedansları [Ω]

$\dot{Z}_{BARA}$: Bara empedans matrisi (nxn)

$\dot{Z}_c$: Hattın karakteristik empedansı [Ω]

$\dot{Z}^{abc}_F$: Faz sistemi arıza empedans matrisi (6x6)

$\dot{Z}^{012}_F$: Simetrili bileşen sistemi arıza empedans matrisi (6x6)

$\dot{Z}^n_F$: N fazlı sistem için faz empedans matrisi (nxn)

α_T : Primer sargı çevirme oranı

β_T : Sekonder sargı çevirme oranı

$\dot{\gamma}$: Propagasyon sabiti

ÖZET

Uzun enerji iletim hatlarının iletim kapasitelerinin, gerilime bağımlı olarak arttırılabilmesi için iletimde daha yüksek gerilim kademelerine çıkılması gerekir. Üst gerilim kademelerinde iletim yapılması izolatör, yalıtım mesafeleri, korona gibi etkenlerden dolayı sınırlandığından, çok fazlı enerji iletimi iletim kapasitesini artırmak için bir çözüm olmaktadır. Ayrıca çift devre üç fazlı bir enerji iletim hattının iletim kapasitesi, iletim hattı altı fazlı hatta dönüştürülerek artırılabilir.

Enerji iletim hatlarının iletim kapasitesini etkileyen bir başka faktör olan hattın seri empedansı ve şönt süseptansının etkisini azaltmak amacı ile hattın muhtelif noktalarında seri ve şönt kompanzasyon yapılır. Seri kompanzasyon hatta seri olarak yerleştirilen kapasite bankları, şönt kompanzasyon ise faz ile nötr arasına yerleştirilen şönt reaktörler ile yapılır.

Bu çalışmada üç fazlı çift devre Keban-Kayseri-Gölbaşı enerji iletim hattı temel alınarak bu hat altı fazlı bir enerji iletim hattına dönüştürülmüştür. Gözönüne alınan altı fazlı enerji iletim hattında seri ve şönt kompanzasyonun muhtelif yerlerde yapıldığı altı değişik iletim Mod'u oluşturulmuştur. İncelemelerde Gölbaşı barası sonsuz güçlü bara olarak alınmış ve altı fazlı enerji iletim hattının dokuz ayrı çalışma noktasında güç ilettiği varsayılmıştır. Bilgisayarda yazılan program kullanılarak herbir Mod için dokuz ayrı çalışma noktasında enerji iletim sistemlerinin işletilmesi ve planlanması açısından çok önemli olan arıza analizleri yapılmıştır. İncelenen arıza çeşidi onbir adettir. Elde edilen sonuçlar Mod'lar ve çalışma noktaları gözönüne alınarak karşılaştırılmış, etkiler değerlendirilmiştir.

SUMMARY

THE STUDYING ON LOCALIZATION EFFECTS OF SHUNT REACTORS IN SIX-PHASE POWER TRANSMISSION SYSTEMS

In recent years, because of increasing generation and consumption, there has been an increased interest in high phase order (HPO) power transmission. High phase order transmission (HPO), the use of more than the conventional three phases, is a unique approach to encreasing the power transmission capability of overhead electric power transmission rights-of-way. At present, six phase transmission appears to be the most promising among multi phase systems for possible realization in near future. Because of the growing interest in this area, quite a number of papers have reported on different aspects of this new power transmission technology.

Power transmission lines for many types of analyses, can be represented by a single-line equivalent with lumped resistance (R), inductive reactance (X_L) and shunt susceptance (B_C) parameters per phase. For more exact calculations, it is important to model all parameters uniformly distributed along the line. The six phase lines have been modelled by their phase impedance matrices, ABCD-parameters and π-representations.

The performance of transmission lines, especially those of medium length and longer, can be improved by reactive compensation of a series or parallel type. Series compensation consists of a capasitor bank plased in series with each phase conductor of the line. Shunt compensation refers to the placement of inductors from each line to neutral to reduce. Partially or completely the shunt susceptance of a high-voltage line, which is particularly important at light loads when the voltage at the receiving end may otherwise become very high. Series compersation reduces the series impedance of the line, which is the principal cause of voltage drop and the most important factor in determining the maximum power which the line can transmit.

Six phase transmission systems, if ever realized, will always be integrated in an otherwise three phase systems. Three phase/six phase transformers will be required to connect six phase systems to the existing network at all levels viz.stepping up generation voltages to six phases, primary distribution, distribution to multi phase loads etc. Suitable representations of six phase lines and the associated transformers are, therefore, required

for analysing the impact of additions of six phase systems in the existing three phase networks for effective planning and realization of such systems.

Network matrices are used in the analysis of an electrical network by using computer. In matrix notation, the performance equation in impedance form is

$$V_{BUS} = Z_{BUS} \cdot I_{BUS} \tag{1}$$

or in admittance form is

$$I_{BUS} = Y_{BUS} \cdot V_{BUS} \tag{2}$$

where

V_{BUS}, bus voltage vector

I_{BUS}, bus current vector

Z_{BUS}, bus impedance matrix

Y_{BUS}, bus admittance matrix

Fault studies form an important step in the design of adequate protective schemes. A detailed fault analysis employs symmetrical components or phase coordinate transformations.

According to Fortescue's Theorem, six unbalanced (voltage or current) phasors of a six-phase system can be resolved into six balanced systems of phasors. The balanced sets of components are

(1) First-(or positive) sequence components
(2) Second-sequence components
(3) Third-sequence components
(4) Fourth-sequence components
(5) Fifth-(or negative) sequence components
(6) Sixth-(or zero) sequence components

Each of the ith sequence components (i=0,1,2,3,4,5) consists of six phasors equal in magnitude and displaced from each other by i(60) in phase. The six-phase operator b,

$$b = e^{j\pi/3} = 0{,}5+j0{,}866 \tag{3}$$

This operator b is related to the three-phase operator a by

$$b = -a^2 \tag{4}$$

The unbalanced voltage phasors matrix $\overline{V}_p$,

$$\overline{V}_p = [T_s] \cdot \overline{V}_s \tag{5}$$

where

$\overline{V}_s$; symmetrical components of the unbalanced voltage phasors.

$[T_s]$; six-phase symmetrical component transformation matrix

$$[T_s] = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & b^5 & b^4 & b^3 & b^2 & b \\ 1 & b^4 & b^2 & 1 & b^4 & b^2 \\ 1 & b^3 & 1 & b^3 & 1 & b^3 \\ 1 & b^2 & b^4 & 1 & b^2 & b^4 \\ 1 & b & b^2 & b^3 & b^4 & b^5 \end{bmatrix} \tag{6}$$

The fault analysis of a six-phase system is much more complex than that of a three phase system. The various types of faults that can occur in a six-phase system, which is considered in studies, are:

(1) single-phase-to-ground fault (LG)
(2) two-phase-to-ground fault (LLG)
(3) two-phase fault (LL)
(4) three-phase-to-ground fault (LLLG)
(5) three-phase fault (LLL)
(6) four-phase-to-ground fault (LLLLG)
(7) four-phase fault (LLLL)
(8) five-phase-to-ground fault (LLLLLG)
(9) five-phase fault (LLLLL)
(10) six-phase-to-ground fault (LLLLLLG)
(11) six-phase fault (LLLLLL)

The symmetrical component trransformation method for three-phase systems employing the bus impedance description of the network is generalised to six-phase systems or the systems represented on, an equivalent six-phase basis

The expression for fault currents at a six-phase bus p involving a fault impedance/admittance matrix Z_F^6/Y_F^6 is given by

$$I^6_{P(F)} = (Z^6_F + Z^6_{pp})^{-1} . E^6_{p(o)} \tag{7}$$

$$I^6_{p(F)} = Y^6_F . (U^6 + Z^6_{pp} . Y^6_F)^{-1} . E^6_{p(o)} \tag{8}$$

The fault voltages are given by

$$E^6_{p(F)} = Z^6_F . (Z^6_F + Z^6_{pp})^{-1} . E^6_{p(o)} \tag{9}$$

$$E^6_{p(F)} = (U^6 + Z^6_{pp}.Y^6_F)^{-1}.E^6_{p(o)} \tag{10}$$

and for other buses;

$$E^6_{i(F)} = E^6_{i(o)} - Z^6_{ip} \cdot I^6_{p(F)} \tag{11}$$

$$i=1,2,...,N;\ i \neq p$$

The following steps are required to carry out the foult analysis:

i) Perform the equivalent single-phase load flow analysis to determine the prefault voltages

ii) Form the sequence component bus impedance matrices.

iii) Calculate the sequence component fault impedance/admittance matrices.

iv) Determine the fault current

v) Calculate the post-fault voltages, currents and power flows in the network

For understanding localization effects of shunt reactors in a six-phase power transmission systems, 380 kV three phase double circuit Keban-Gölbaşı transmission line is converted to the six-phase line. For this six-phase energy transmission system, short-circuit calculations are realized at the state of different six circuit types. In these types of circuit which are shown in the figure 1, the total magnitude of the shunt reactor admittance is distributed to the different places of the line. The bus of Gölbaşı is taken as a infinite power bus.

Before the fault analysis, the prefault voltages of the power transmission system are calculated for nine operating points. These operating points which are power values transmitted to the infinite power bus are shown in figure 2.

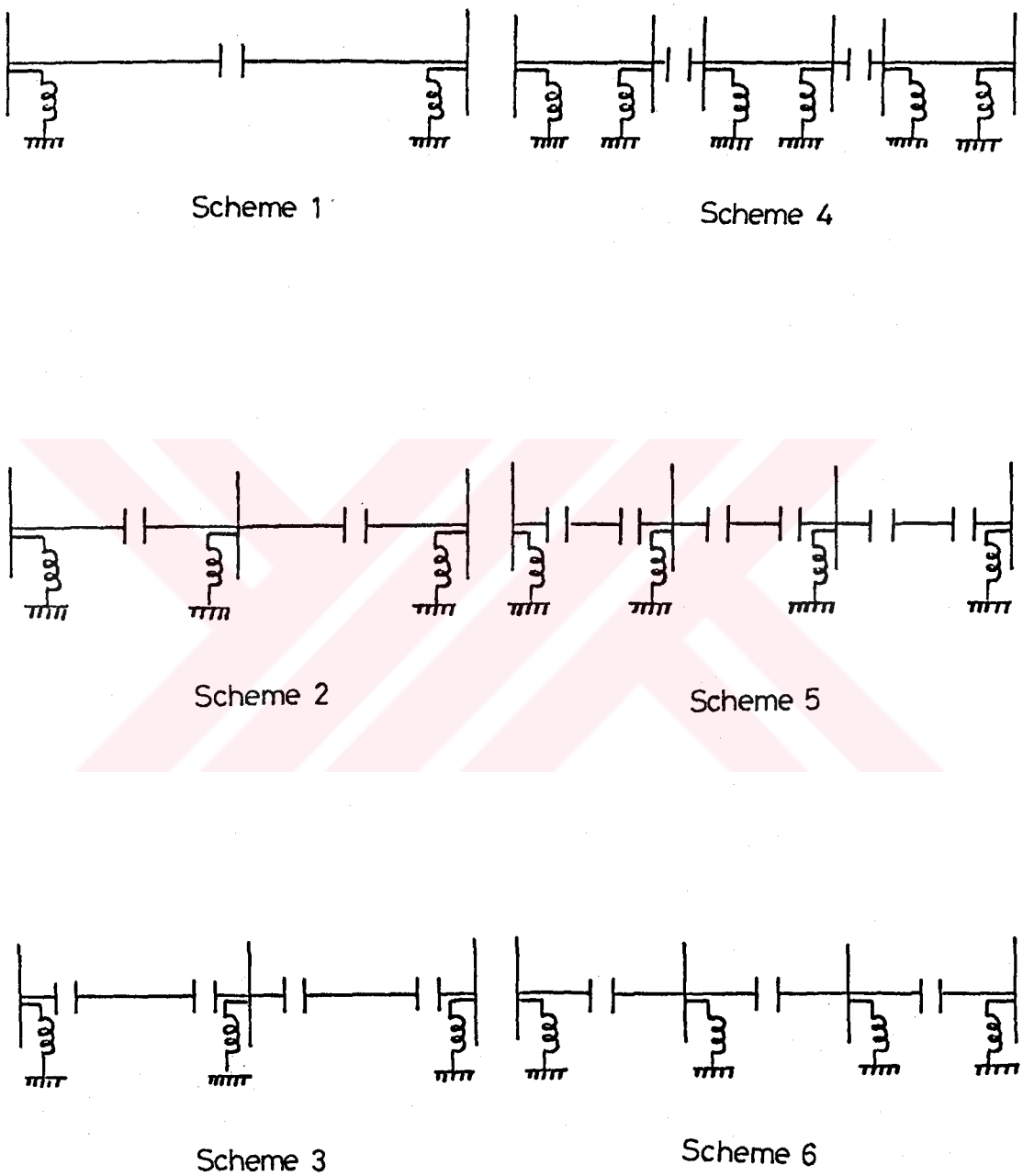


Fig.1. Different schemes of the given power system.

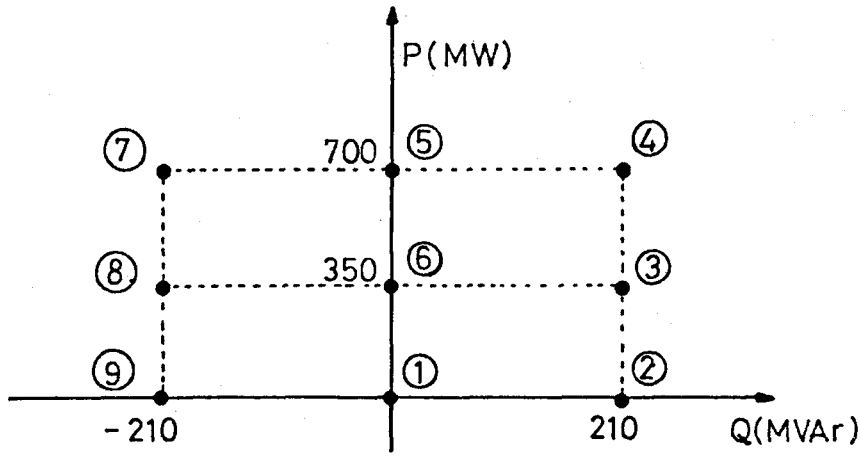


Fig. 2. Operating points of the six-phase system.

The calculated fault currents and voltages obtained by using a computer program are compared each other and tables are given for this purpose.

As a result, for scheme 5 given in Figure 1 the fault current values are greater than the other transmission circuit types.

BÖLÜM 1.
GİRİŞ

Elektrik enerjisine olan ihtiyaç teknolojideki gelişmeye paralel olarak her geçen gün hızla artmaktadır. Tüketimdeki bu artışı karşılayabilmek için yeni üretim merkezleri devreye girmekte ve iletim hatlarının kapasitelerinin de artırılmasına çalışılmaktadır. Enerji üretim ve tüketim merkezleri arasındaki mesafenin ülkemizdeki gibi uzun olması iletim hatlarında yüksek gerilim kullanılmasını gerektirmektedir. Uzun enerji iletim hatlarının, iletim kapasitelerinin gerilime bağımlı olarak artımı, daha yüksek gerilim kademelerine çıkılmasını gerektirir. Buna karşın, izolatör tasarımı, yalıtım mesafeleri, korona olayları gibi etkenler iletimde kullanılabilecek gerilim değerini sınırlamakta ve daha yüksek gerilim kademelerinde enerji iletilmesini önlemektedir. Bu nedenle çok fazlı enerji iletimi, iletim kapasitesini artırmak için bir çözüm olabilir. [1]

Altı fazlı enerji sistemlerinde fazlar arasında altmışar derecelik faz farkı vardır. Ayrıca üç fazlı sistemlerdekinden farklı olarak altı fazlı enerji sistemlerinde faz-arası ve faz-nötr gerilimler birbirlerine eşittirler. Enerji iletiminde kullanılan çift devre bir üç fazlı sistem transformatör, koruma elemanları gibi cihazlar değiştirilerek kolaylıkla altı fazlı bir sisteme dönüştürülebilir.

Enerji iletim hatlarının, özellikle uzun olanların iletim kapasiteleri hattın muhtelif noktalarında yapılan seri ve şönt (paralel) kompanzasyon ile artırılabilir. İletim hattındaki gerilim düşmesinin nedeni olan hattın seri empedansının etkisini azaltan seri kompanzasyon

hattın her faz iletkenine seri olarak yerleştirilen kapasite bankları, hattın paralel süseptansının etkisini azaltan şönt kompanzasyon ise hattın her fazı ile nötr arasına yerleştirilmiş şönt reaktörler ile yapılır.

Bir elektrik enerji iletim sisteminin planlanmasında yapılacak arıza analizlerinin önemi çok büyüktür. Çünkü korumanın iyi yapılabilmesi için kısa devre akımları ve güçlerinin bilinmesi gerekir. Sistemde meydana gelecek bir arıza durumunda arızalı bölüm en kısa zamanda sistemden ayırılabilmelidir. Bu nedenle koruma rölelerinin boyutlandırılması doğru yapılmalı, kullanılan kesiciler arıza akımlarına karşı dayanmalıdır.

Altı fazlı enerji iletim sistemlerinde arıza incelemeleri üç fazlı sistemlerinkine göre karmaşıktır. Altı fazlı sistemlerde meydana gelebilecek muhtelif arıza tipleri içinden onbir tanesi gözönüne alınarak bunlar için incelemeler yapılır. Altı fazlı enerji iletim hatlarında gerçekleşme olasılığı en yüksek olan arıza tipleri bir faz-toprak ve faz-arası arızalarıdır.

Bir elektrik enerji sisteminde arıza incelemeleri bara empedans matrisi kullanılarak yapılır. İncelemeler de simetrik olmayan arızalarında analizlerinin yapılabilmesi için simetrili bileşenler yöntemi kullanılır. Bilgisayarlar kullanılarak yapılan kısa devre incelemelerine geçmeden önce sistemdeki arıza öncesi bara gerilimleri hesaplanır.

BÖLÜM 2.

ENERJİ İLETİM HATLARI

Elektrik enerjisi, üretim noktalarından tüketicilere havai hatlar veya yeraltı kabloları ile iletilirler. Enerji iletim hatlarına ait akım ve gerilimler ile ilgili olan eşitlikler, hattın uzun veya kısa olmasına göre hat parametreleri ile verilir. Bir enerji iletim hattı parametreleri,

- Hat endüktansı L
- Hat şönt kapasitesi C
- Hat direnci R
- Hat şönt kondüktansı G

Bu parametrelerden iletim kapasitesine olan etkileri az olmaları nedeni ile direnç ve kondüktans en az önemli olanlardır. Havai hatlarda şönt kondüktans G genellikle ihmal edilir. Uzunluğu 80 km'ye kadar olan kısa hatlarda şönt kapasite ihmal edilebilir. Uzunluğu 80 ila 240 km arasında olan orta uzunluktaki enerji iletim hatlarında seri direnç ve endüktans ile beraber doğal şönt kapasite de göz önüne alınır.

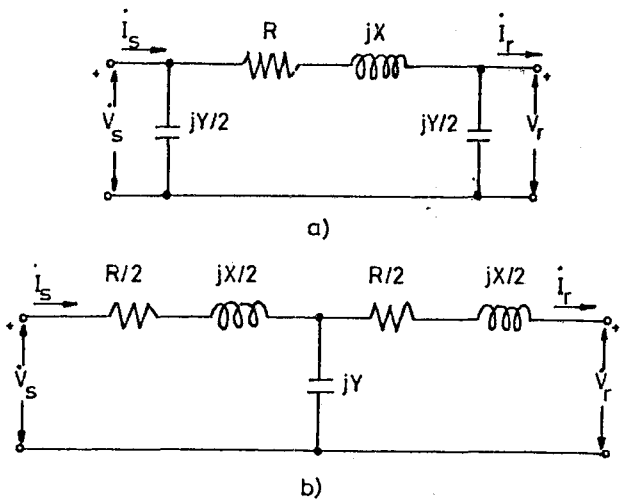
Kısa ve orta uzunluktaki hatların hesaplarında kullanılan toplu parametre gösteriminde hatların eşdeğer devresi nominal π veya nominal T devresi olarak göz önüne alınır (Şekil 2.1).

Nonimal π devresi için hat başı gerilimi,

$$\dot{V}_s = \left(\frac{\dot{Z}\dot{Y}}{2}+1\right)\dot{V}_r + \dot{Z}.\dot{I}_r \qquad (2.1)$$

hat başı akımı,

$$\dot{I}_s = \dot{Y}\left(1+\frac{\dot{Z}\dot{Y}}{4}\right).\dot{V}_r + \left(\frac{\dot{Z}\dot{Y}}{2}+1\right).\dot{I}_r \qquad (2.2)$$



Şekil 2.1. a) Nominal π devresi, b) Nominal T devresi

eşitlikleri ile bulunabilir. Genelleştirilmiş hat sabitleri için

$$\dot{A} = \dot{D} = \frac{\dot{Z}.\dot{Y}}{2} + 1$$

$$\dot{B} = \dot{Z} \qquad (2.3)$$

$$\dot{C} = \dot{Y}.(1 + \frac{\dot{Z}.\dot{Y}}{4})$$

eşitliklerini kullanarak hat başı gerilim ve akımını

$$\dot{V}_s = \dot{A}.\dot{V}_r + \dot{B}.\dot{I}_r \qquad (2.4)$$

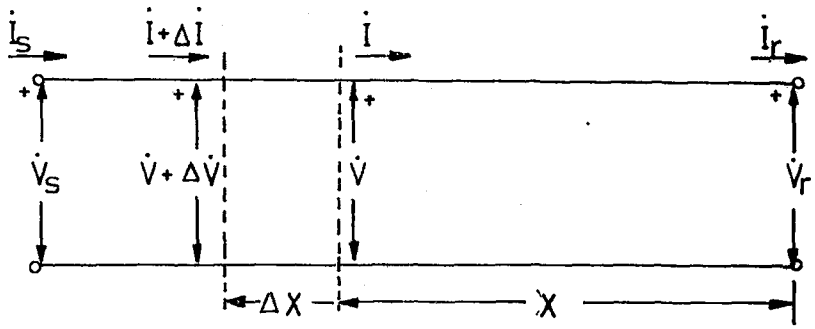
$$\dot{I}_s = \dot{C}.\dot{V}_r + \dot{D}.\dot{I}_r \qquad (2.5)$$

şeklinde elde ederiz [2].

2.1. Uzun Enerji İletim Hattı

Eğer enerji iletim hatları ile ilgili hesaplarda kesin doğruluk,hassasiyet isteniyorsa dağılmış parametreler ile hesap yapmak gerekir. Uzun enerji iletim hatlarında Şekil 2.2.'de gösterilen bu gösterimler kullanılır.

Bir uzun enerji iletim hattı üzerinde alıcı uca x uzaklıkta, Δx uzunluğunda bir hat parçası göz önüne



Şekil 2.2. Uzun enerji iletim hattı

alınsın. Hat parçası üzerinde X yönünde gerilimde olan artış $\Delta\dot{V}$,

$$\Delta\dot{V} = \dot{I}.\dot{Z}.\Delta X \quad ; \quad \frac{\Delta\dot{V}}{\Delta X} = \dot{I}.\dot{Z} \tag{2.1.1}$$

limit durumda

$$\Delta X \to o \quad \text{iken} \quad \frac{d\dot{V}}{dX} = \dot{I}.\dot{Z} \tag{2.1.2}$$

Hat parçası üzerinde akımda olan değişim $\Delta\dot{I}$,

$$\Delta\dot{I} = \dot{V}.\dot{y}.\Delta X \quad ; \quad \frac{\Delta\dot{I}}{\Delta X} = \dot{V}.\dot{y} \tag{2.1.3}$$

Limit durumda

$$\Delta X \to o \quad \text{iken,} \quad \frac{d\dot{I}}{dX} = \dot{V}.\dot{y} \tag{2.1.4}$$

(2.1.2) ve (2.1.4) denklemlerinin ikinci türevleri alınarak,

$$\frac{d^2\dot{V}}{dX^2} = \dot{y}.\dot{Z}.\dot{V} \quad \text{ve} \quad \frac{d^2\dot{I}}{dX^2} = \dot{y}.\dot{Z}.\dot{I} \tag{2.1.5}$$

elde edilir. Bu iki denklemin çözümü ve X=0 için $\dot{V}=\dot{V}_r$ ve $\dot{I}=\dot{I}_r$ koşulları kullanılarak

$$\dot{V} = \frac{\dot{V}_r+\dot{I}_r\dot{Z}_c}{2} \cdot e^{\dot{\gamma}X} + \frac{\dot{V}_r-\dot{I}_r\dot{Z}_c}{2} \cdot e^{-\dot{\gamma}X} \tag{2.1.6}$$

$$\dot{I} = \frac{\dot{V}_r/\dot{Z}_c+\dot{I}_r}{2} \cdot e^{\dot{\gamma}X} - \frac{\dot{V}_r/\dot{Z}_c-\dot{I}_r}{2} \cdot e^{-\dot{\gamma}X} \qquad (2.1.7)$$

eşitlikleri elde edilir. Bu eşitliklerdeki

$\dot{Z}_c = \sqrt{\frac{\dot{z}}{\dot{y}}}$; Hattın karakteristik empedansı

$\dot{\gamma} = \sqrt{\dot{y}.\dot{z}}$; propagasyon sabiti

olarak adlandırılır [2],[3].

Güç sistemi incelemelerinde, karakteristik empedans bazen dalga empedansı olarak da adlandırılır. Bununla beraber, dalga empedansı deyimi genellikle kayıpsız hat özel durumu için kullanılır. Kayıpsız bir hattın direnci ile kondüktansı sıfırdır ve karakteristik empedansı $\sqrt{\frac{L}{C}}$ dir. Dalga empedansı ise yürüyen dalgalarla ilgilenildiği zaman önemlidir.

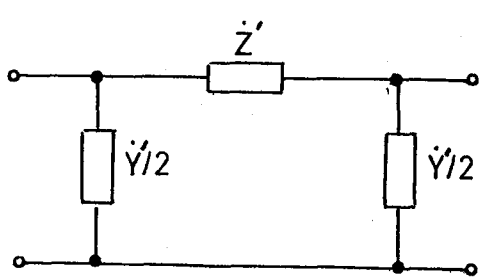
Uzun enerji iletim hattı için elde edilen eşitlikler hiperbolik fonksiyonlar kullanılarak

$$\dot{V} = \dot{V}_r \mathrm{Cosh}\dot{\gamma}x + \dot{I}_r\dot{Z}_c \mathrm{Sinh}\dot{\gamma}x \qquad (2.1.8)$$

$$\dot{I} = \dot{I}_r \mathrm{Cosh}\dot{\gamma}x + \frac{\dot{V}_r}{\dot{Z}_c} \mathrm{Sinh}\dot{\gamma}x \qquad (2.1.9)$$

olarak elde edilir.

Nominal π ve T devrelerinde, hat parametreleri düzgün dağılmış olarak gözönüne alınmadığı için bu devreler bir iletim hattını kesin bir doğrulukla göstermez. Bu yüzden uzun iletim hatlarında eşdeğer π veya T devreleri göz önüne alınır.



Şekil 2.3. Uzun iletim hattının eşdeğer π devresi.

Şekil 2.3'de gösterilen eşdeğer π devresindeki toplu devre parametreleri

$$\dot{Z}' = \dot{Z}_c.\mathrm{Sinh}\dot{\gamma}\ell = \dot{Z}.\ \frac{\mathrm{Sinh}\dot{\gamma}\ell}{\dot{\gamma}\ell} \qquad (2.1.10)$$

$$\frac{\dot{Y}'}{2} = \frac{1}{\dot{Z}}\ \tanh\frac{\dot{\gamma}\ell}{2} = \frac{\dot{Y}}{2}\ \frac{\tanh(\dot{\gamma}\ell/2)}{\dot{\gamma}\ell/2} \qquad (2.1.11)$$

dır. Bu parametreler ile alıcı uç ve gönderici uç gerilimleri ile akımları arasında

$$\dot{V}_s = (1+\frac{\dot{Z}'.\dot{Y}'}{2}).\dot{V}_r + \dot{Z}'\ .\ \dot{I}_r \qquad (2.1.12)$$

$$\dot{I}_s = (\dot{Y}'+\frac{\dot{Z}'.\dot{Y}'}{4}).\dot{V}_r + (1+\frac{\dot{Z}'\dot{Y}'}{2}).\dot{I}_r \qquad (2.1.13)$$

bağıntıları yazılabilir [2].

2.2. İletim Hatlarının Kompanzasyonu

Enerji iletim hatlarının iletim yetenekleri seri ve paralel kompanzasyon ile arttırılabilir. Bu işlem özellikle orta ve daha uzun iletim hatları için yapılır. Seri kompanzasyon hattın her faz iletkenine seri olarak yerleştirilen kapasite bankları, paralel kompanzasyon ise hattın her fazı ile nötr arasına yerleştirilmiş bobinler (indüktör) ile yapılır.

Seri kompanzasyon ile hattaki gerilim düşümünün başlıca sebebi olan ve aynı zamanda hattın iletebileceği maksimum gücün belirlenmesinde de en önemli etken olan hattın seri empedansının değeri küçültülür. Seri empedans hat üzerinde iletilebilecek maksimum güce etkisi

$$P_{R,max} = \frac{|\dot{V}_s|.|\dot{V}_r|}{|\dot{B}|} - \frac{|\dot{A}|\ |\dot{V}_r|^2}{|\dot{B}|}\ \mathrm{Cos}(\beta-\alpha) \qquad (2.2.1)$$

eşitliğinden görülebilir. Buradaki $\dot{B}$ katsayısı,

nominal π devresinde $\dot{B}=\dot{Z}$

eşdeğer π devresinde $\dot{B}=\dot{Z}\ .\ \frac{\mathrm{Sinh}\dot{\gamma}\ell}{\dot{\gamma}\ell}$

değerlerine eşittir. Kapasitör bankının değeri, kompanzasyon faktörü olarak adlandırılan X_c/X_L oranı ile belirlenir. Burada X_c seri kapasitör bankının faz başına kapasitif reaktansıdır, X_L ise hattın faz başına toplam endüktif reaktansıdır.

Paralel kompanzasyon ile bir yüksek gerilim enerji iletim hattının paralel kapasitif süseptansı B_c, kısmen veya tamamen ortadan kaldırılır. Enerji iletim hatlarının toprağa göre olan kapasiteleri nedeni ile hatta bir kapasitif akım (charging current-yükleme akımı) akar. Bu akım göz önüne alınan önemli bir faktördür ve hattın nominal yüklü akım değerinin aşılmasına izin verilmemelidir. $|V|$, bir hattın toprağa göre olan gerilim değeri ve B_c hattın toprağa göre olan kapasitif süseptansı ise

$$I_{chg} = B_c . |\dot{V}| \qquad (2.2.2)$$

dir. Bu eşitlikten görüldüğü gibi $|\dot{V}|$ de olan değişim akım değerini de değiştirmektedir. Hattın çeşitli noktalarında, hat ile toprak arasına bobinler yerleştirerek endüktif süseptans B_L oluştururuz. Böylece hattaki kapasitif yükleme akımı,

$$I_{chg} = (B_c - B_L) . |\dot{V}|$$

$$= B_c . |\dot{V}| . (1 - \frac{B_L}{B_c}) \qquad (2.2.3)$$

olur. Bu eşitlikten görüldüğü gibi akım değeri parantez içindeki terim ile azaltılabilir. Burada B_L/B_c ye paralel kompanzasyon faktörü denir.

Paralel kompanzasyonun diğer bir yararı da yüksüz durumda çok yüksek değerlere yükselen uzun yüksek gerilim enerji hatlarının alıcı uç gerilimini azaltarak ayarlamasıdır.[2]

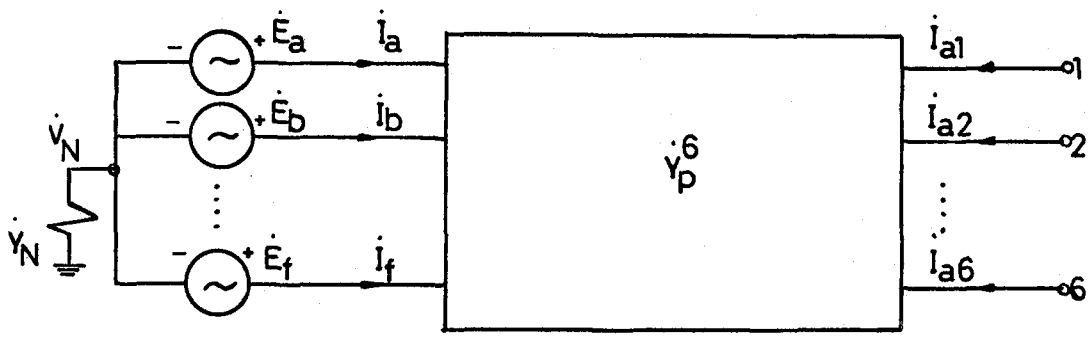
BÖLÜM 3.

ALTI FAZLI ENERJİ SİSTEMLERİNİN MODELLENMESİ

Bir elektrik enerji sisteminde yeni tesis edilecek altı fazlı elektriksel sistemler halen kullanılmakta olan üç fazlı sistemlerle paralel olarak çalışacaklarından, birleşik sistem incelemeleri için altı fazlı sistemin modellenmesi gerekmektedir. Bu amaçla bir çok inceleme çalışması yapılarak yayınlanmıştır. Bu yayınlarda, altı fazlı generatör, 3-faz/6-faz transformatörler, iletim hatları ve yükler için matematiksel modeller verilmiştir. Şebekenin üç fazlı bölümünde meydana gelecek olayları incelemek amacı ile çeşitli elemanların üç-faz eşdeğer gösterimleri elde edilmiştir.

3.1. Generatörler

Daha yüksek güç uygulaması için tasarlanan altı fazlı generatörler kısa devre incelemelerinde üç fazlı makina için yapılana benzer olarak modellenebilirler. Şekil 3.1'de gösterilen bir Y_N reaktansı üzerinden topraklanmış altı fazlı generatörün faz koordinat gösterimi,



Şekil 3.1. Altı-fazlı generatörün gösterimi.

$$\begin{bmatrix} \dot{Y}_p^6 & -\dot{Y}_o \\ -\dot{Y}_o^T & \dot{Y}_N+6\dot{y}_o \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{V}_p^6 \\ \dot{V}_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{I}_p^6 \\ o \end{bmatrix} \qquad (3.1.1)$$

dır. $\dot{y}_o$ sıfır dizi admitansı olmak üzere

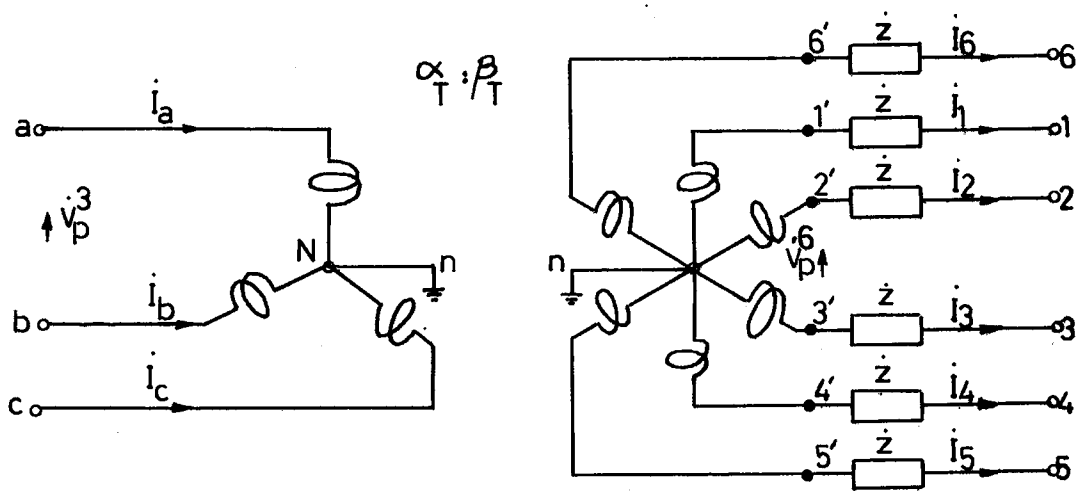
$$\dot{Y}_o = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}^T . \dot{y}_o \qquad (3.1.2)$$

Eğer makina üzerinde lokal yükler yok ise generatör baralarına giren (enjekte edilen) $\dot{I}_p^6$ akımları sıfırdır. Aksi halde fazların her birine bu yükün 1/6'sı ayrılır [4] .

3.2. Transformatörler

Dengeli sistem incelemeleri için her tipten transformatör; bir ideal transformatör ve buna seri bağlı sargıların kaçak empedansı ile gösterilir. Bununla beraber, faz koordinat analizi için 3-faz/6-faz transformatörler, üç-sargılı transformatörler olarak düşünülür ve onların simetrik eşdeğer devreleri ile gösterilirler. Örneğin Şekil 3.2 de gösterilen bir 3-faz/6-faz transformatör

$$\begin{bmatrix} \dot{I}_p^3 \\ -\dot{I}_p^6 \end{bmatrix} = \left[\begin{array}{c|c} \dot{Y}_{T1} & \dot{Y}_{T2} \\ \hline \dot{Y}_{T3} & \dot{Y}_{T4} \end{array}\right] \left[\begin{array}{c} \dot{V}_p^3 \\ \hline \dot{V}_p^6 \end{array}\right] \qquad (3.2.1)$$



Şekil 3.2. Wye/star bağlı üç-faz/altı-faz transformatör

olarak modellenir. $\dot{Y}_{T1}$, $\dot{Y}_{T2}$, $\dot{Y}_{T3}$ ve $\dot{Y}_{T4}$ alt matrisleri, eşdeğer bir üç-sargılı transformatörün değişik çevirme oranları ve genel admitans parametreleri y_{ps}, $\dot{y}_{pT}$, y_{sT} cinsinden elde edilir.

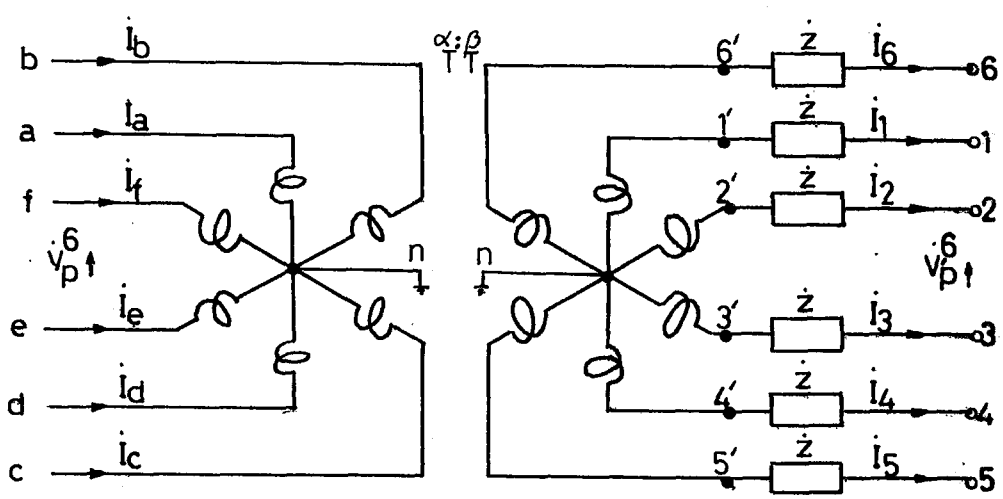
Bir altı fazlı transformatör modeli iki sargılı transformatörün eşdeğer devresinden hareketle oluşturulur. Örneğin Şekil 3.3 de gösterilen yıldız-yıldız altı fazlı bir transformatörün admitans matrisi (3.2.1) eşitliğine benzer şekilde aşağıdaki gibi verilebilir.

$$\dot{Y}_{TR} = \begin{array}{c|c} & a \ldots f \quad 1 \ldots 6 \\ \hline \begin{matrix} a \\ \vdots \\ f \\ 1 \\ \vdots \\ 6 \end{matrix} & \left[\begin{array}{c|c} \dot{Y}_{T1} & \dot{Y}_{T2} \\ \hline \dot{Y}_{T2} & \dot{Y}_{T3} \end{array}\right] \end{array} \qquad (3.2.2)$$

Burada

$$\begin{aligned} \dot{Y}_{T1} &= \text{diyagonal } [1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1].(\dot{y}/\alpha_T^2) \\ \dot{Y}_{T2} &= \text{diyagonal } [1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1].(-\dot{y}/\alpha_T\beta_T) \\ \dot{Y}_{T3} &= \text{diyagonal } [1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1].(\dot{y}/\beta_T^2) \end{aligned} \qquad (3.2.3)$$

dır.



Şekil 3.3. Yıldız/yıldız bağlı altı-fazlı transformatör

t_p ve t_s primer ve sekonder sargıların nominal dışı (off-nominal) kademe oranları olmak üzere primer ve sekonder sargıların çevirme oranları

$$\alpha_T = (1+t_p) \quad ; \quad \beta_T = (1+t_s) \tag{3.2.4}$$

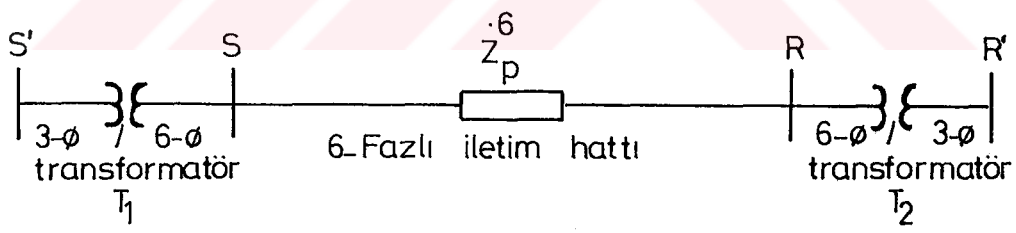
dir. Diğer 3-faz/6-faz ve 6-faz/6-faz transformatör şemaları benzer yollarla elde edilir [4].

3.3. İletim Hatları

Altı fazlı enerji iletim hattı, eşdeğer (dağılmış parametreli) veya nominal π devreleri ile aşağıdaki gibi modellenir. ($\dot{Y}_p$ seri admitans; $\dot{Y}_{sh}$ şönt admitans)

$$\begin{bmatrix} \dot{I}_s^6 \\ \dot{I}_R^6 \end{bmatrix} = \left[\begin{array}{c|c} \dot{Y}_p^6 + \frac{1}{2}\dot{Y}_{sh}^6 & -\dot{Y}_p^6 \\ \hline -\dot{Y}_p^6 & \dot{Y}_p^6 + \frac{1}{2}\dot{Y}_{sh}^6 \end{array}\right] \begin{bmatrix} \dot{V}_s^6 \\ \dot{V}_R^6 \end{bmatrix} \tag{3.3.1}$$

3.3.1. Eşdeğer 3-faz Modeli:



Şekil 3.4. Altı-fazlı hattın üç-fazlı baraya bağlantısı.

Sistemi üç-faz bazında incelemek için T_1 ve T_2 uç transformatörlerini içeren Şekil 3.4'deki hattın eşdeğer üç-faz admitans matris eşitliği

$$\begin{bmatrix} \dot{I}_s^3 \\ \dot{I}_R^3 \end{bmatrix} = \dot{Y}_{p,eq}^3 \cdot \begin{bmatrix} \dot{V}_s^3 \\ \dot{V}_R^3 \end{bmatrix} \tag{3.3.1.1}$$

dir. Bununla beraber, şönt parametrelerin ihmal edildiği basitleştirilmiş üç faz empedans ifadesi

$$\dot{Z}^{3}_{p,eq} = \frac{1}{2} M^{T}\dot{Z}^{6}_{p}M + \frac{1}{2} M^{T}.\{[Z_1]+[Z_2]\}.M \qquad (3.3.1.2)$$

eşitliği ile verilir. Burada

$$M^{T} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \qquad (3.3.1.3)$$

dır [4].

3.3.2. Eşdeğer Bir-faz Gösterimi

Şekil 3.4'de gösterilen S' ve R' arasındaki hattın bir faz seri ve şönt parametreleri, örneğin T_1 ve T_2 nin Şekil 3.2'de gösterilen tipte transformatörler olduğu varsayımı ile

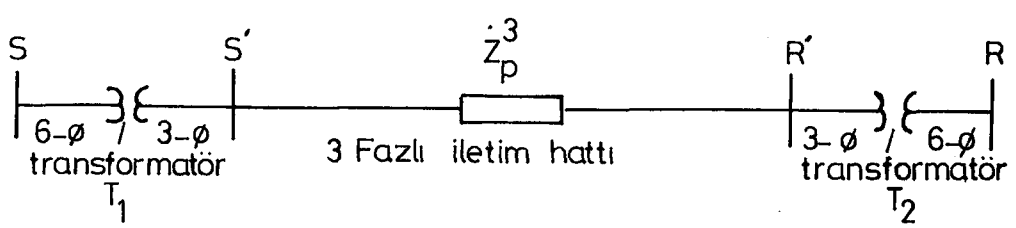
$$\dot{Z}^{1}_{p,eq} = \dot{Z}^{1}_{p}+2.Z.(1+0,5.\dot{Z}^{1}_{p}.\dot{Y}^{1}_{sh})+\dot{Z}^{2}Y^{1}_{sh}(1+0,25\ .\dot{Z}^{1}_{p}.\dot{Y}^{1}_{sh}) \qquad (3.3.2.1)$$

ve

$$\dot{Y}^{1}_{sh,eq} = \frac{1}{\dot{Z}^{1}_{p,eq}}\ [\dot{Z}^{1}_{p}.\dot{Y}^{1}_{sh}+2.\dot{Z}.\dot{Y}^{1}_{sh}(1+0,25.\dot{Z}^{1}_{p}.\dot{Y}^{1}_{sh})] \qquad (3.3.2.2)$$

olarak verilir.

3.3.3. Üç fazlı Hattın altı-fazlı Eşdeğer Gösterimi



Şekil 3.5. Üç-fazlı hattın altı-fazlı baraya bağlantısı.

Eğer incelemeler altı-faz bazında yapılmak istenirse, bu durumda üç-fazlı hattın altı-fazlı eşdeğeri kullanılır. Şekil 3.5'de altı faz baralarına bağlı bir üç-fazlı hat gösterilmiştir. $\alpha_T = \beta_T = 1$ için T_1 ve T_2 transformatörlerinin uç bağıntıları

$$\dot{V}_p^3 = \frac{1}{2} \dot{M}^T \dot{V}_p'^6 \qquad (3.3.3.1)$$

$$\dot{I}_p^6 = M\dot{I}_p^3 \quad ; \quad \dot{I}_p^3 = \frac{1}{2} M^T \dot{I}_p^6 \qquad (3.3.3.2)$$

$$\dot{V}_p'^6 = M\dot{V}_p^3 \qquad \dot{V}_p^6 = \dot{V}_p'^6 + [\dot{Z}]\ \dot{I}_p^6 \qquad (3.3.3.3)$$

dır. S ve R baraları arasında olan akım ve gerilimler ile ilgili hattın altı faz eşdeğer empedans matrisi, aşadaki gibi verilebilir.

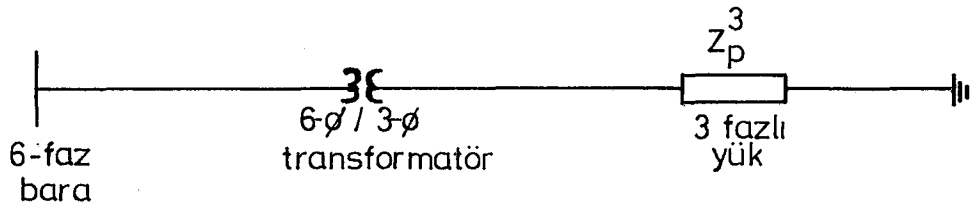
$$\dot{Z}_{p,eq}^6 = \frac{1}{2} M.\dot{Z}_p^3.M^T + [Z_1 + Z_2] \qquad (3.3.3.4)$$

$\dot{Z}_{p,eq}^6$ matrisi döner simetriye sahiptir ve singüler değildir. Kaçak empedanslar ihmal edildiği zaman matris singüler olur ve admitans matrisi var olmaz. S ve R baraları arasındaki şebekenin daha açık ifadesi

$$\begin{bmatrix} \dot{I}_s^6 \\ \\ \dot{I}_R^6 \end{bmatrix} = \dot{Y}_{p,eq}^6 \begin{bmatrix} \dot{V}_s^6 \\ \\ \dot{V}_R^6 \end{bmatrix} \qquad (3.3.3.5)$$

biçiminde elde edilebilir [4].

3.4. Altı Fazlı Bir Hattın Üç Fazlı Yük Bağlantıları



Şekil 3.6. Altı fazlı bir hatta bağlı üç fazlı yük

Üç faz kademesindeki yükler altı-fazlı iletim hattına 6-faz/3-faz transformatörler ile bağlanabilirler. Şekil 3.6'da altı-fazlı iletim hattına bağlı bir üç fazlı yük gösterilmiştir. Bölüm (3.3.3) de verilen transformatör uç bağıntıları kullanılarak, altı-faz kademesinde sistem incelemeleri için altı-faz eşdeğer empedansı

$$\dot{Z}^{6}_{p,eq} = \frac{1}{2} \; .M.\dot{Z}^{3}_{p}.M^{T}+[Z] \qquad (3.4.1)$$

bağıntısı ile elde edilir. Bu denklem ile elde edilen matris döner simetriye sahiptir [4].

BÖLÜM 4.

SİMETRİLİ BİLEŞENLER

İlk olarak 1918 yılında C.L.Fortescue tarafından ortaya atılmış olan simetrili bileşenler yöntemi ile q fazlı bir dengesiz sistem, herbiri dengeli q fazlı birer sistem olan bileşenlere ayrılır. Böylece dengeli sistemler için kullanılan hesap yöntemleri dengesiz sistemlere de uygulanabilir. Bu nedenle elektrik enerji sistemlerinde oluşan arızaların analizlerinde ve dengesiz yüklenme durumlarının incelenmesinde simetrili bileşenler yöntemi oldukça sık kullanılır.

4.1. q-Faz Simetrili Bileşen Dönüşümü

q fazlı bir elektrik enerji sisteminin faz gerilimleri simetrili bileşenler cinsinden

$$\dot{V}_{abc} = [T]\ \dot{V}_{012} \tag{4.1.1}$$

ifadesi ile verilir. Burada (qxl) boyutunda olan faz gerilimleri matrisi $\dot{V}_{abc}$,

$$\dot{V}_{abc} = \begin{bmatrix} \dot{V}_a \\ \dot{V}_b \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \dot{V}_z \end{bmatrix} \tag{4.1.2}$$

(qxl) boyutunda olan dizi gerilimleri $\dot{V}_{012}$,

$$\dot{V}_{012} = \begin{bmatrix} \dot{V}_0 \\ \dot{V}_1 \\ \cdot \\ \dot{V}_{q-1} \end{bmatrix} \tag{4.1.3}$$

[T] matrisi, (qxq) boyutunda simetrili bileşen dönüşüm matrisidir. Bu matrisin elemanları

$$t_{ij} = a^{-(i-1)(j-1)} \tag{4.1.4}$$

burada a, fazlar arasındaki faz farkını gösteren bir operatördür.

$$a = 1\angle \frac{360^{o}}{q} \tag{4.1.5}$$

Dönüşüm matrisinin tersi $[T]^{-1}$

$$[T]^{-1} = [t_{ij}^{-1}] \tag{4.1.6}$$

$$t_{ij}^{-1} = \frac{1}{N} a^{(i-1)(j-1)} \tag{4.1.7}$$

Simetrili bileşen gerilimleri

$$\dot{V}_{012} = [T]^{-1} \dot{V}_{abc} \tag{4.1.8}$$

ifadesiyle bulunur [5].

4.2. Simetrili Bileşen Yönteminin Altı Fazlı Sisteme Uygulanması

Fortescue'nin teoremine göre 6 fazlı sistemin 6 dengesiz (gerilim veya akım) fazörü, genlikleri eşit 6 adet fazörden oluşan 6 dengeli sisteme dönüştürülebilir.

Sistemin dizi bileşenleri;

(1) Birinci (veya pozitif) dizi bileşenleri,
(2) İkinci dizi bileşenleri
(3) Üçüncü dizi bileşenleri
(4) Dördüncü dizi bileşenleri
(5) Beşinci (veya negatif) dizi bileşenleri
(6) Altıncı (veya sıfır) dizi bileşenleri

Altı fazlı sistemin faz gerilimleri simetrili bileşenler cinsinden

$$\dot{V}_a = \dot{V}_{a1}+\dot{V}_{a2}+\dot{V}_{a3}+\dot{V}_{a4}+\dot{V}_{a5}+\dot{V}_{ao}$$

$$\dot{V}_b = \dot{V}_{b1}+\dot{V}_{b2}+\dot{V}_{b3}+\dot{V}_{b4}+\dot{V}_{b5}+\dot{V}_{bo}$$

$$\dot{V}_c = \dot{V}_{c1}+\dot{V}_{c2}+\dot{V}_{c3}+\dot{V}_{c4}+\dot{V}_{c5}+\dot{V}_{co}$$

$$\dot{V}_d = \dot{V}_{d1}+\dot{V}_{d2}+\dot{V}_{d3}+\dot{V}_{d4}+\dot{V}_{d5}+\dot{V}_{do} \qquad (4.2.1)$$

$$\dot{V}_e = \dot{V}_{e1}+\dot{V}_{e2}+\dot{V}_{e3}+\dot{V}_{e4}+\dot{V}_{e5}+\dot{V}_{eo}$$

$$\dot{V}_f = \dot{V}_{f1}+\dot{V}_{f2}+\dot{V}_{f3}+\dot{V}_{f4}+\dot{V}_{f5}+\dot{V}_{fo}$$

eşitlikleri ile verilir.

Altı fazlı sistemde fazlar arasındaki 60 derecelik faz farkını b operatörü adı verilen sayıyı kullanarak kısaca ifade edebiliriz.

$$b = 1.e^{j\frac{2\pi}{6}} = 1.e^{j\pi/3} = 0,5+j0,866 \qquad (4.2.2)$$

b operatörü ile 3 fazlı sistemlerin simetrili bileşen gösteriminde kullanılan a operatörü arasında

$$b = -\ a^2 \qquad (4.2.3)$$

bağıntısı vardır. b operatörü ile ilgili bazı özel eşitlikler,

$$1+b+b^2+b^3+b^4+b^5 = 0$$

$$1+b^3 = 0 \qquad (4.2.4)$$

$$1+b^2+b^4 = 0$$

$$b+b^3+b^5 = 0$$

olarak verilebilir. Simetrili bileşen dönüşüm matrisi T,

$$T = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & b^5 & b^4 & b^3 & b^2 & b \\ 1 & b^4 & b^2 & 1 & b^4 & b^2 \\ 1 & b^3 & 1 & b^3 & 1 & b^3 \\ 1 & b^2 & b^4 & 1 & b^2 & b^4 \\ 1 & b & b^2 & b^3 & b^4 & b^5 \end{bmatrix} \qquad (4.2.5)$$

Ters dönüşüm matrisi T^{-1}

$$T^{-1} = \frac{1}{6} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & b & b^2 & b^3 & b^4 & b^5 \\ 1 & b^2 & b^4 & 1 & b^2 & b^4 \\ 1 & b^3 & 1 & b^3 & 1 & b^3 \\ 1 & b^4 & b^2 & 1 & b^4 & b^2 \\ 1 & b^5 & b^4 & b^3 & b^2 & b \end{bmatrix} \qquad (4.2.6)$$

olur. Altı fazlı sistem gerilim ve akımları,

$$\dot{V}_{abc} = [T].\dot{V}_{0,1,2} \quad ; \quad \dot{V}_{0,1,2} = [T]^{-1}.\dot{V}_{abc} \qquad (4.2.7)$$

$$\dot{I}_{abc} = [T].\dot{I}_{012} \quad ; \quad \dot{I}_{012} = [T]^{-1}.\dot{I}_{abc}$$

Simetrili bileşen empedans matrisi,

$$\dot{Z}_{012} = [T]^{-1}.\dot{Z}_{abc}[T] \qquad (4.2.8)$$

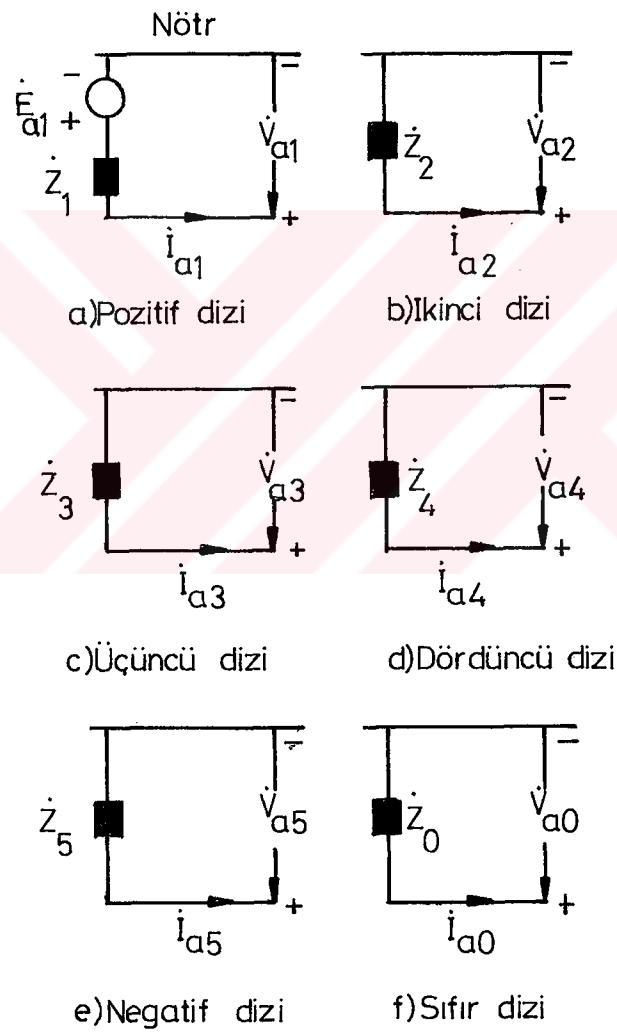
4.3. Dizi Devreleri

Bir güç sisteminin elde edilen dizi empedansları değerleri ile bütün sistem için dizi devreler oluşturulur. Bir dizi devresi, aynı adlı dizi akımının akacağı bütün yolları gösterir.

Şekil 4.1 'de altı fazlı hattın dizi devreleri gösterilmiştir. Burada $\dot{I}_{ao}$, $\dot{I}_{a1}$, $\dot{I}_{a2}$, $\dot{I}_{a3}$, $\dot{I}_{a4}$ ve $\dot{I}_{a5}$ dizi akımlarıdır. Faz akımları dengesiz olursa bu dizi akımları akacaktır. Senkron generatör ve motorlar dengeli

gerilimler üretmek için yapıldıklarından, sadece pozitif dizi devresinde iç gerilimlere sahiptirler.

Bir sistemin bütün fazlarında herhangi bir noktada sıfır dizi akımları genlik ve faz farkı bakımından aynıdır. Bu nedenle sıfır dizi akımları ancak bir dönüş yolu olduğu zaman akarlar. Bir makinanın nötr noktası ile toprak arasındaki empedanstan sadece sıfır dizi akımı akacağından bu empedans sadece sıfır dizi devrelerinde yer alır [6].



Sekil 4.1. Altı Fazlı hattın dizi devreleri.

BÖLÜM 5.
ALTI FAZLI ENERJİ SİSTEMLERİNDE ARIZA ANALİZİ

Elektrik enerji sistemleri için yapılan arıza hesapları, sistemde yer alan elemanların boyutlandırılması ve röle değerlerinin belirlenmesi için gereklidir. Altı fazlı bir enerji sisteminin arıza analizi üç fazlı sistem için yapılana göre çok daha karmaşıktır. Üç fazlı sistemde beş farklı arıza durumu için inceleme yapılırken altı fazlı sistemde incelenen durum sayısı onbirdir. Altı fazlı sistemlerde meydana gelebilecek arıza çeşidi ise 120 dir.

Altı fazlı bir enerji sisteminde gözönüne alınan onbir arıza tipi,

1. Bir faz-toprak arızası (1FT)
2. İki faz-toprak arızası (2FT)
3. İki faz arızası (2F)
4. Üç faz-toprak arızası (3FT)
5. Üç faz arızası (3F)
6. Dört faz-toprak arızası (4FT)
7. Dört faz arızası (4F)
8. Beş faz-toprak arızası (5FT)
9. Beş faz arızası (5F)
10. Altı faz-toprak arızası (6FT)
11. Altı faz arızası (6F)

dir. Bu arıza çeşitleri içinde meydana gelme olasılığı en yüksek olan bir faz-toprak arızasıdır. İki ve üç fazlı arızalar da oldukça sık gerçekleşebilir [6].

Bir elektrik enerji sisteminde arıza incelemeleri yapılırken izlenecek adımlar aşağıdaki gibidir.

i) Arıza öncesi bara gerilimlerini belirlemek için eşdeğer bir faz yük akışı analizi yapılır.

ii) Dizi bileşen bara empedans matrisleri oluşturulur.

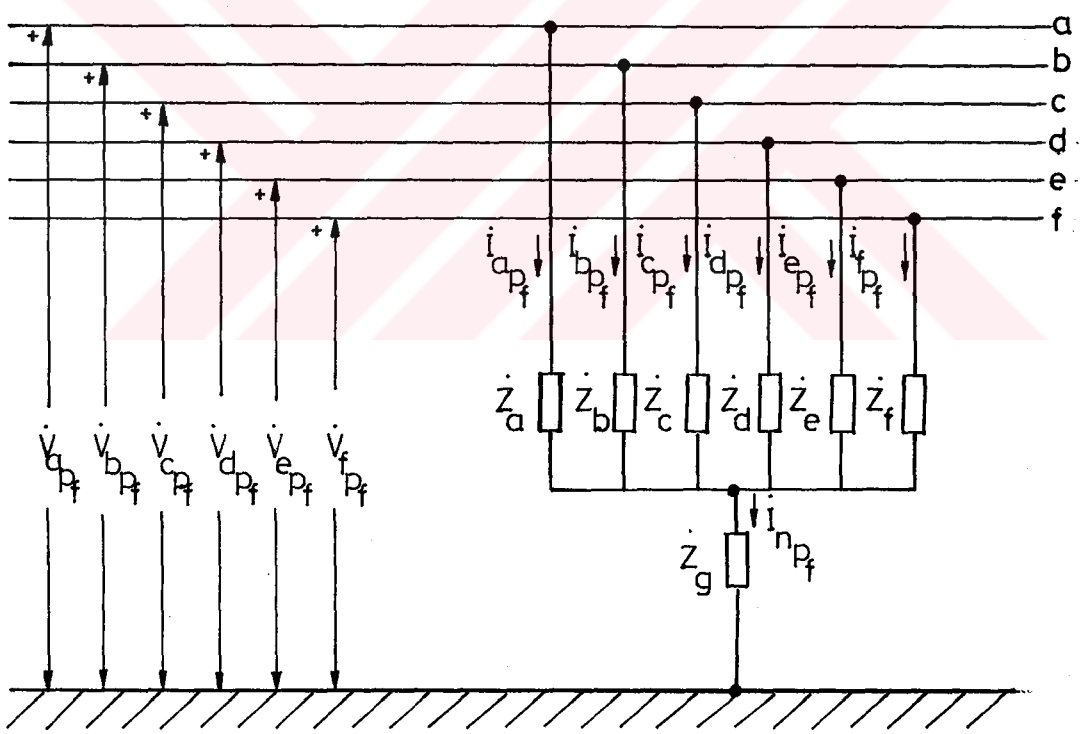
iii) Dizi bileşen arıza empedans (ya da admitans) matrisleri hesaplanır.

iv) Arıza akımları hesaplanır.

v) Elektrik şebekesindeki arıza sonrası gerilimler, akımlar ve yük akışı hesaplanır [4].

5.1. Arıza Matrisleri $\dot{Z}_F^{0,1,2}$ ve $\dot{Y}_F^{0,1,2}$

Altı fazlı bir enerji iletim sisteminin herhangi bir barasında meydana gelebilecek çeşitli tipteki arızaları incelemek için Şekil 5.1'de genel bir gösterim verilmiştir. Bu şekilde $\dot{Z}_a$, $\dot{Z}_b$, $\dot{Z}_c$, $\dot{Z}_d$, $\dot{Z}_e$, $\dot{Z}_f$ ve $\dot{Z}_g$, hatlar ve toprak arasında arıza nedeni ile oluşan geçiş empedanslarıdır.



Şekil 5.1. Altı fazlı bir sistemin p barasındaki çeşitli kısa devreleri incelemek için genel gösterim.

$\dot{Z}_a$, $\dot{Z}_b$, $\dot{Z}_c$, $\dot{Z}_d$, $\dot{Z}_e$, $\dot{Z}_f$ ve $\dot{Z}_g$ arıza geçiş empedansları için değerler alınarak çeşitli arıza durumları

incelenebilir. Örneğin

$$\dot{Z}_a = \dot{Z}_g = o$$

ve

$$\dot{Z}_b = \dot{Z}_c = \dot{Z}_d = \dot{Z}_e = \dot{Z}_f = \infty$$

olması durumunda a fazında 1 faz-toprak arızası elde edilir.

Şekil 5.1'de gösterilen devre için gerilimler ile akımlar arasında aşağıdaki bağıntılar elde edilir.

$$\begin{bmatrix} \dot{V}_{ap(f)} \\ \dot{V}_{bp(f)} \\ \dot{V}_{cp(f)} \\ \cdot \\ \dot{V}_{fp(f)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (\dot{Z}_a+\dot{Z}_g) & \dot{Z}_g & \cdots & \dot{Z}_g \\ \dot{Z}_g & (\dot{Z}_b+\dot{Z}_g) & \cdots & \dot{Z}_g \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \dot{Z}_g & \dot{Z}_g & \cdots & (\dot{Z}_f+\dot{Z}_g) \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \dot{I}_{ap(f)} \\ \dot{I}_{bp(f)} \\ \vdots \\ \dot{I}_{fp(f)} \end{bmatrix} \qquad (5.1.1)$$

Buradan arıza empedans matrisi

$$\dot{Z}_F^{a,b,c} = \begin{bmatrix} (\dot{Z}_a+\dot{Z}_g) & \dot{Z}_g & \dot{Z}_g & \dot{Z}_g & \dot{Z}_g & \dot{Z}_g \\ \dot{Z}_g & (\dot{Z}_b+\dot{Z}_g) & \dot{Z}_g & \dot{Z}_g & \dot{Z}_g & \dot{Z}_g \\ \dot{Z}_g & \dot{Z}_g & (\dot{Z}_c+\dot{Z}_g) & \dot{Z}_g & \dot{Z}_g & \dot{Z}_g \\ \dot{Z}_g & \dot{Z}_g & \dot{Z}_g & (\dot{Z}_d+\dot{Z}_g) & \dot{Z}_g & \dot{Z}_g \\ \dot{Z}_g & \dot{Z}_g & \dot{Z}_g & \dot{Z}_g & (\dot{Z}_e+\dot{Z}_g) & \dot{Z}_g \\ \dot{Z}_g & \dot{Z}_g & \dot{Z}_g & \dot{Z}_g & \dot{Z}_g & (\dot{Z}_f+\dot{Z}_g) \end{bmatrix} \qquad (5.1.2)$$

olarak elde edilir. Bu eşitlikler simetrili bileşen dönüşümü ile dönüştürülünce,

$$\dot{V}_{p(f)}^{0,1,2} = T^{-1} \quad \dot{Z}_F^{a,b,c} \; .T.\dot{I}_{p(f)}^{0,1,2} \tag{5.1.3}$$

eşitliğinden dönüştürülmüş arıza empedans matrisi

$$\dot{Z}_F^{0,1,2} = T^{-1}.\dot{Z}_F^{a,b,c} \; .T \tag{5.1.4}$$

olarak bulunur. Şekil 5.1'deki empedansların bazısı sonsuz değerde olduğu zaman $Z_F^{0,1,2}$ matrisinin bazı elemanları tanımlanamaz olur. Bu yüzden bazı durumlarda arıza empedans matrisinin tersi olan arıza admitans matrisi kullanılır.

$$\dot{I}_{p(f)}^{0,1,2} = (\dot{Z}_F^{0,1,2})^{-1}.\dot{V}_{p(f)}^{0,1,2} = \dot{Y}_F^{0,1,2} \; .\dot{V}_{p(f)}^{0,1,2} \tag{5.1.5}$$

Buradan arıza admitans matrisi

$$\dot{Y}_F^{0,1,2} = (\dot{Z}_F^{0,1,2})^{-1} \tag{5.1.6}$$

olarak elde edilir. Örneğin 6 faz-toprak arızasını inceleyecek olursak $\dot{Z}_a=\dot{Z}_b=\dot{Z}_c=\dot{Z}_d=\dot{Z}_e=\dot{Z}_f=\dot{Z}_F$ olduğu varsayılırsa arıza empedans matrisi

$$\dot{Z}_F^{a,b,c} = \begin{bmatrix} (\dot{Z}_F+\dot{Z}_g) & \dot{Z}_g & \dot{Z}_g & \dot{Z}_g & \dot{Z}_g & \dot{Z}_g \\ \dot{Z}_g & (\dot{Z}_F+\dot{Z}_g) & \dot{Z}_g & \dot{Z}_g & \dot{Z}_g & \dot{Z}_g \\ \dot{Z}_g & \dot{Z}_g & (\dot{Z}_F+\dot{Z}_g) & \dot{Z}_g & \dot{Z}_g & \dot{Z}_g \\ \dot{Z}_g & \dot{Z}_g & \dot{Z}_g & (\dot{Z}_F+\dot{Z}_g) & \dot{Z}_g & \dot{Z}_g \\ \dot{Z}_g & \dot{Z}_g & \dot{Z}_g & \dot{Z}_g & (\dot{Z}_F+\dot{Z}_g) & \dot{Z}_g \\ \dot{Z}_g & \dot{Z}_g & \dot{Z}_g & \dot{Z}_g & \dot{Z}_g & (\dot{Z}_F+\dot{Z}_g) \end{bmatrix} \tag{5.1.7}$$

Simetrili bileşen arıza matrisi

$$\dot{Z}_F^{0,1,2} = \begin{bmatrix} (\dot{Z}_F+6\dot{Z}_g) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \dot{Z}_F & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \dot{Z}_F & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dot{Z}_F & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dot{Z}_F & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dot{Z}_F \end{bmatrix} \qquad (5.1.8)$$

şeklinde elde edilir [3],[4].

5.2. Kısa-devre Eşitlikleri

Üç fazlı sistemler için simetrili bileşenler ile bara empedans matrisi kullanılarak oluşturulan arıza analizi yöntemi, altı fazlı sistemler için de genelleştirilebilir. Altı fazlı durumda bir p barasında arıza durumuna ilişkin akım,

$$\dot{I}_{p(F)}^{0,1,2} = (\dot{Z}_F^{0,1,2} + \dot{Z}_{pp}^{0,1,2})^{-1} . \dot{V}_{p(o)}^{0,1,2} \qquad (5.2.1)$$

veya

$$\dot{I}_{p(F)}^{0,1,2} = \dot{Y}_F^{0,1,2} . (U+\dot{Z}_{pp}^{0,1,2} . \dot{Y}_F^{0,1,2})^{-1} . \dot{V}_{p(o)}^{0,1,2} \qquad (5.2.2)$$

biçimindedir. Burada $\dot{V}_{p(o)}^{0,1,2}$ simetrili bileşenler cinsinden arıza öncesi altı faz bara gerilimleri matrisidir. arızalı bara gerilimi,

$$\dot{V}_{p(F)}^{0,1,2} = \dot{Z}_F^{0,1,2} (\dot{Z}_F^{0,1,2} + \dot{Z}_{pp}^{0,1,2})^{-1} \dot{V}_{p(o)}^{0,1,2} \qquad (5.2.3)$$

veya

$$\dot{V}_{p(F)}^{0,1,2} = (U+\dot{Z}_{pp}^{0,1,2} . \dot{Y}_F^{0,1,2})^{-1} . \dot{V}_{p(o)}^{0,1,2} \qquad (5.2.4)$$

dır. Arızalı p barası dışındaki diğer bara gerilimleri,

$$\dot{E}^{0,1,2}_{i(F)} = \dot{E}^{0,1,2}_{i(o)} - \dot{Z}^{0,1,2}_{ip} \cdot \dot{I}^{0,1,2}_{p(F)} \qquad (5.2.5)$$

$$i = 1,2,\ldots,N;\ i \neq p$$

eşitliği ile bulunabilir [4], [7].

5.3. Altı Fazlı Arıza Tipleri

5.3.1. Bir Faz-Toprak Arızası (1FT)

Şematik gösterimi Şekil 5.2a'da verilen bir faz-toprak arızası durumunda sınır koşulları,

$$\dot{V}_a = 0$$

$$\dot{I}_b = \dot{I}_c = \dot{I}_d = \dot{I}_e = \dot{I}_f = 0 \qquad (5.3.1.1)$$

dır. Sınır koşulları kullanılarak simetrili bileşen gerilimleri için

$$\dot{V}_{ao}+\dot{V}_{a1}+\dot{V}_{a2}+\dot{V}_{a3}+\dot{V}_{a4}+\dot{V}_{a5} = 0 \qquad (5.3.1.2)$$

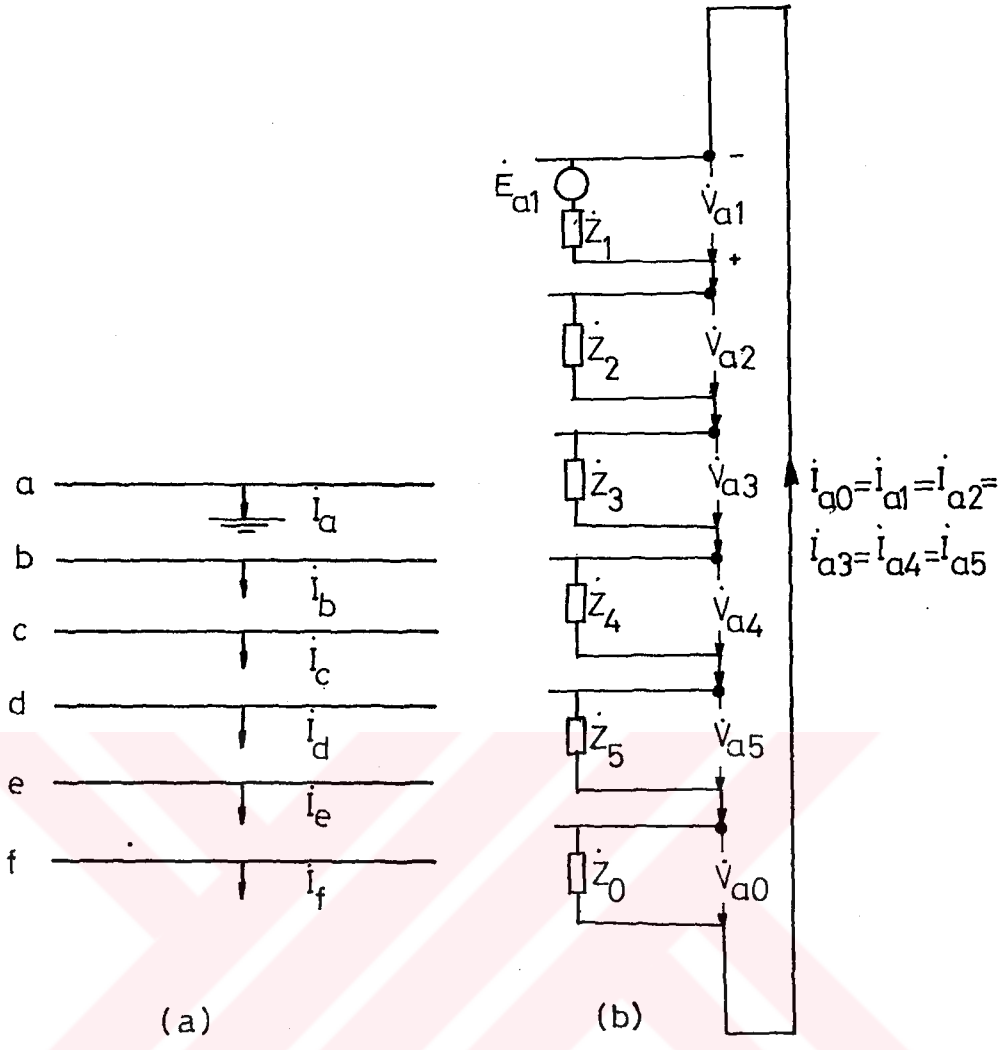
bileşen akımları için

$$\dot{I}_{ao}=\dot{I}_{a1}=\dot{I}_{a2}=\dot{I}_{a3}=\dot{I}_{a4}=\dot{I}_{a5} = \frac{\dot{I}_a}{6} \qquad (5.3.1.3)$$

elde edilir. Bu denklemlerden bileşen devrelerinin hepsinin birbirine seri bağlı olduğu görülür (Şekil 5.2b). Buradan

$$\dot{I}_{a1} = \frac{\dot{E}_{a1}}{Z_o+Z_1+Z_2+Z_3+Z_4+Z_5} \qquad (5.3.1.4)$$

olarak bulunur [4],[6],[8].

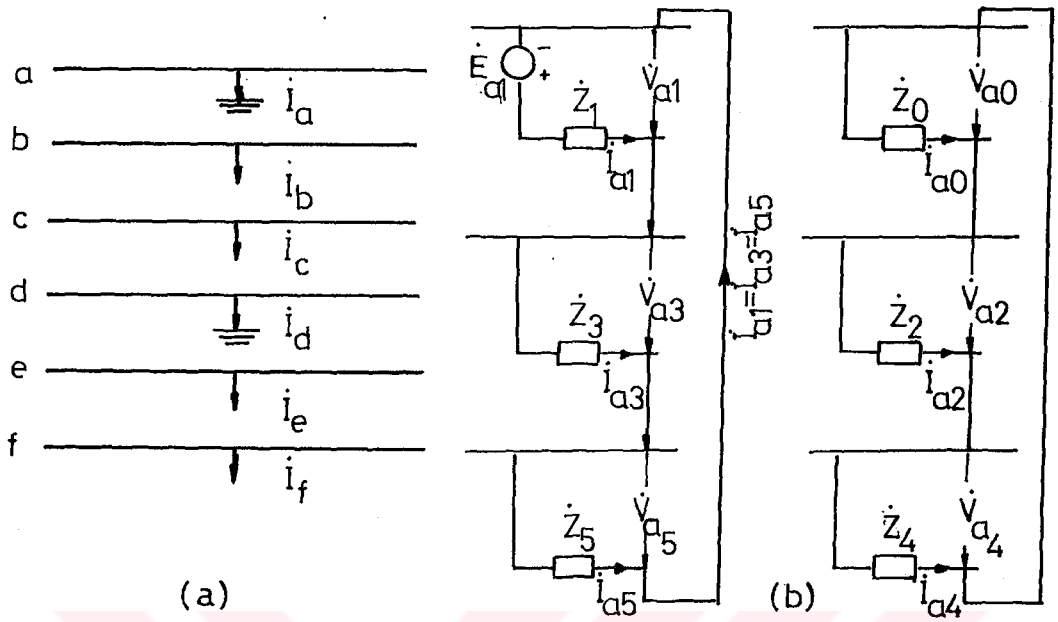


Şekil 5.2a) Bir faz toprak arızasının şematik gösterimi.

b) Bir faz-toprak arızası için bileşen devrelerinin bağlantı biçimi

5.3.2. İki Faz-Toprak Arızası (2FT)

Dizi devreleri Şekil 5.3'de verilmiştir.



Şekil 5.3a) İki faz-toprak arızasının şematik gösterimi.

b) İki faz-toprak arızası için bileşen devrelerinin bağlantı biçimi.

İki faz-toprak arızası için sınır koşulları,

$$\dot{I}_b=\dot{I}_c=\dot{I}_e=\dot{I}_f = 0$$
$$\dot{V}_a = \dot{V}_d = 0 \qquad (5.3.2.1)$$

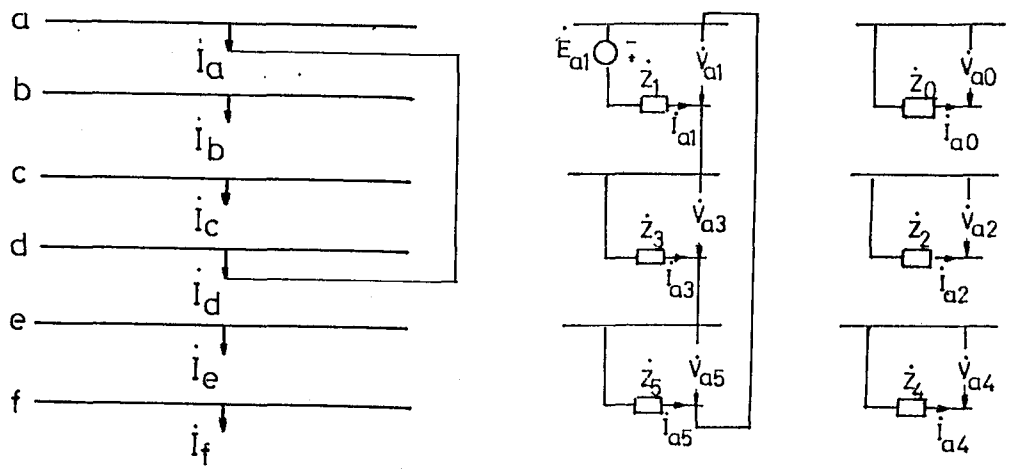
dır. Bu koşullar kullanılarak elde edilen bileşen akımları

$$\dot{I}_{a1}=\dot{I}_{a3}=\dot{I}_{a5} = \frac{\dot{E}_{a1}}{\dot{Z}_1+\dot{Z}_3+\dot{Z}_5} \qquad (5.3.2.2)$$

$$\dot{I}_{ao}=\dot{I}_{a2}=\dot{I}_{a4} = 0 \qquad (5.3.2.3)$$

5.3.3. İki Faz Arızası (2F)

Dizi devreleri Şekil 5.4'de verilmiştir.



(a) (b)

Şekil 5.4a) İki faz arızasının şematik gösterimi
b) İki faz arızası için bileşen devrelerinin bağlantı şekli

İki faz arızası için sınır koşulları

$$\dot{I}_a+\dot{I}_d = 0$$

$$\dot{I}_b=\dot{I}_c=\dot{I}_e=\dot{I}_f = 0 \qquad (5.3.3.1)$$

$$\dot{V}_a = \dot{V}_d = \dot{V}_a \qquad (5.3.3.2)$$

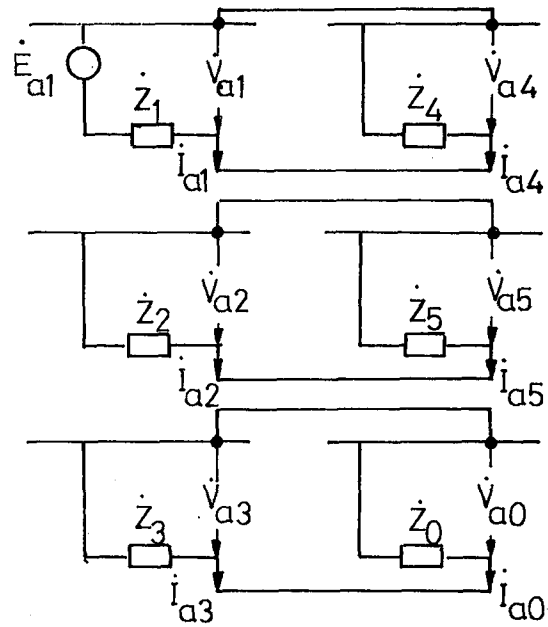
dir. Bileşen akımları

$$\dot{I}_{a1}=\dot{I}_{a3}=\dot{I}_{a5} = \frac{\dot{E}_{a1}}{\dot{Z}_1+\dot{Z}_3+\dot{Z}_5} \qquad (5.3.3.3)$$

$$\dot{I}_{ao}=\dot{I}_{a2}=\dot{I}_{a4} = 0 \qquad (5.3.3.4)$$

olur [8].

5.3.4. Üç Faz-Toprak Arızası (3FT)



Şekil 5.5. Üç faz-toprak arızası için dizi devrelerinin bağlantı şekli

a, c, d fazlarında üç faz toprak arızası olması durumuna ilişkin dizi devrelerin bağlantı şekli, Şekil 5.5'de gösterilmiştir. Bu durumda, bileşen akımları

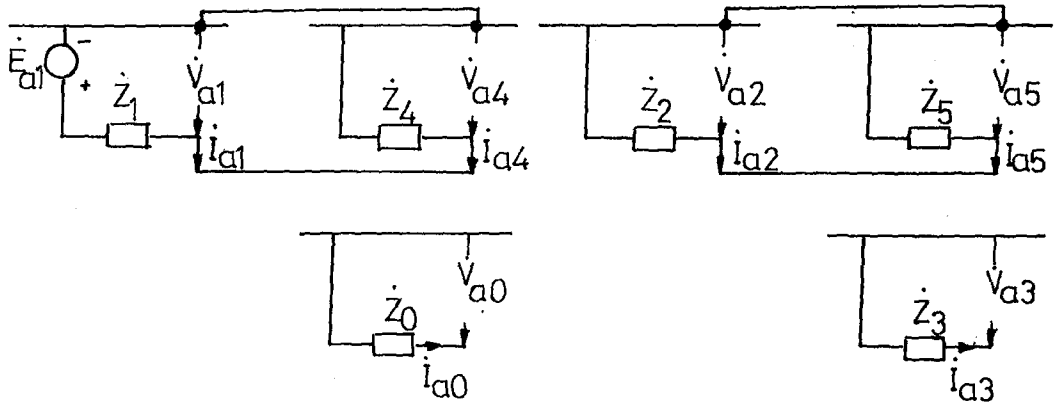
$$\dot{I}_{ao}=\dot{I}_{a2}=\dot{I}_{a3}=\dot{I}_{a5} = 0 \qquad (5.3.4.1)$$

$$\dot{I}_{a1}=\dot{I}_{a4} = \frac{\dot{E}_{a1}}{Z_1+Z_4} \qquad (5.3;4.2)$$

olur [6], [8].

5.3.5. Üç Faz Arızası (3F)

Dizi devreleri Şekil 5.6'da verilmiştir.



Şekil 5.6. Üç faz arızası için dizi devrelerinin bağlantı şekli

a, c, e fazları arasında bir üç faz arızası meydana geldiğinde bileşen akımları

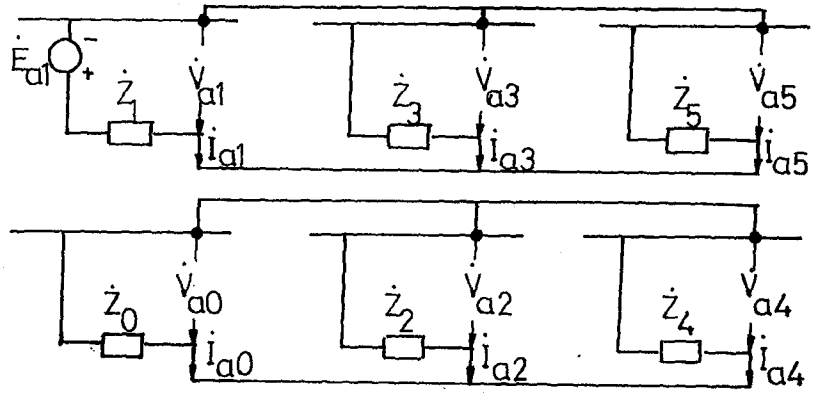
$$\dot{I}_{ao}=\dot{I}_{a2}=\dot{I}_{a3}=\dot{I}_{a5} = 0 \qquad (5.3.5.1)$$

$$\dot{I}_{a1}=\dot{I}_{a4} = \frac{\dot{E}_A}{Z_1+Z_4}$$

dur [8].

5.3.6. Dört faz-toprak Arızası (4FT)

Dizi devreleri Şekil 5.7'de verilmiştir.



Şekil 5.7. Dört faz-toprak arızası için dizi devrelerin bağlantı şekli

b, c, e,f fazlarında bir dört faz toprak arızası meydana geldiğinde bileşen akımları

$$\dot{I}_{ao} = \dot{I}_{a2} = \dot{I}_{a4} = 0 \qquad (5.3.6.1)$$

$$\dot{I}_{a1} = \frac{\dot{E}_{a1}.(\dot{Z}_3+\dot{Z}_5)}{Z''} \qquad (5.3.6.2)$$

$$\dot{I}_{a3} = \frac{-\dot{E}_{a1}.\dot{Z}_5}{Z''} \qquad (5.3.6.3)$$

$$\dot{I}_{a5} = \frac{-\dot{E}_{a1}.\dot{Z}_3}{Z''} \qquad (5.3.6.4)$$

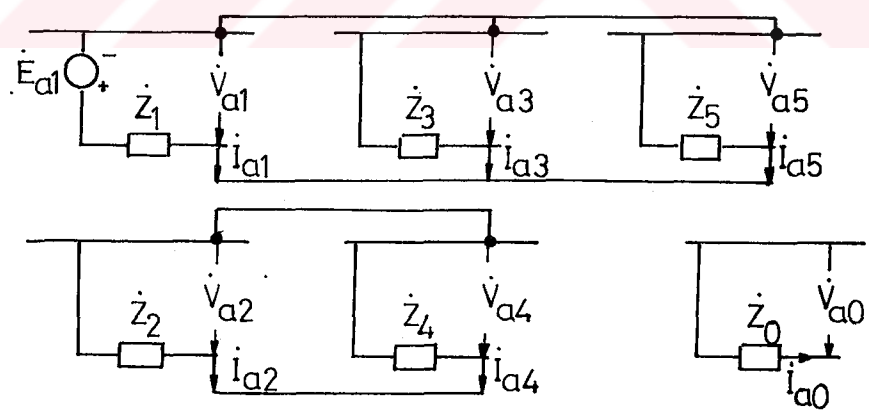
Burada

$$\dot{Z}'' = \dot{Z}_1\dot{Z}_3+\dot{Z}_1\dot{Z}_5+\dot{Z}_3\dot{Z}_5 \qquad (5.3.6.5)$$

dir [8].

5.3.7. Dört Faz Arızası (4F)

Dizi Devreleri Şekil 5.8'de verilmiştir.



Şekil 5.8. Dört faz arızası için dizi devrelerin bağlantı şekli.

b, c, e, f fazlarında dört faz arızası olması durumunda bileşen akımları

$$\dot{I}_{ao} = \dot{I}_{a2} = \dot{I}_{a4} = 0 \qquad (5.3.7.1)$$

$$\dot{I}_{a1} = \frac{\dot{E}_{a1}.(\dot{Z}_3+\dot{Z}_5)}{Z''} \qquad (5.3.7.2$$

$$\dot{I}_{a3} = \frac{-\dot{E}_a.\dot{Z}_5}{Z''} \qquad (5.3.7.3)$$

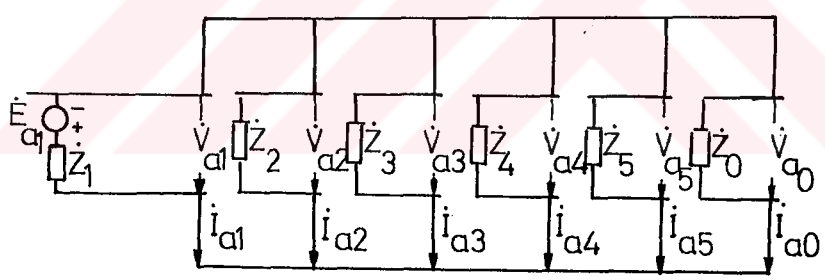
$$\dot{I}_{a5} = \frac{-\dot{E}_a.\dot{Z}_3}{Z''} \qquad (5.3.7.4)$$

Burada

$$\dot{Z}'' = \dot{Z}_1\dot{Z}_3+\dot{Z}_1\dot{Z}_5+\dot{Z}_3\dot{Z}_5 \qquad (5.3.7.5)$$

dir [8].

5.3.8. Beş faz-toprak Arızası (5FT)



Şekil 5.9. Beş faz-toprak arızası için dizi devrelerin bağlantı şekli

b, c, d, e, f fazlarında bir beş faz-toprak arızası olması durumunda bileşen akımları, Şekil 5.9'da gösterilen dizi devrelerin bağlantı biçiminden elde edilir.

$$\dot{I}_{a1} = \frac{\dot{E}_{a1}}{Z'''} \qquad (5.3.8.1)$$

Burada

$$\dot{Z}''' = \dot{Z}_1 + \dot{Z}_2 // \dot{Z}_3 // \dot{Z}_4 // \dot{Z}_5 // \dot{Z}_6 \qquad (5.3.8.2)$$

dir. $\dot{Z}_2 = \dot{Z}_3 = \dot{Z}_4 = \dot{Z}_5 = \dot{Z}$ ise

$$\dot{Z}''' = \dot{Z}_1 + \frac{1}{4/Z + 1/Z_o} \qquad (5.3.8.3)$$

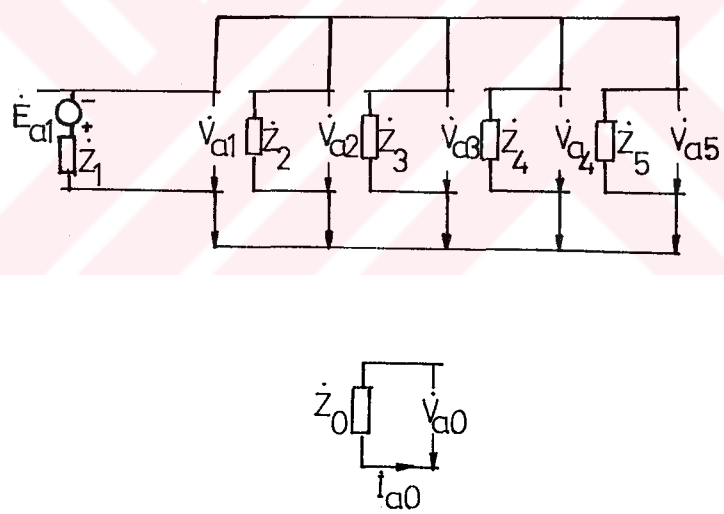
olarak bulunur. Dizi devreden, sıfır dizi bileşen akımı

$$\dot{I}_{ao} = \frac{-[\dot{E}_{a1} - \dot{I}_{a1} \cdot \dot{Z}_1]}{\dot{Z}_o} = \frac{-\dot{I}_{a1} \cdot (\dot{Z}''' - \dot{Z}_1)}{\dot{Z}_o} \qquad (5.3.8.4)$$

olarak elde edilir. Benzer şekilde diğer bileşen akımları bulunur [6],[8].

5.3.9. Beş Faz Arızası (5F)

Dizi devreleri Şekil 5.10'da gösterilmiştir.



Şekil 5.10. Beş faz arızası için dizi devrelerin bağlantı şekli

b, c, d, e, f fazlarında bir beş faz arızası olması halinde bileşen akımları, beş faz-toprak arızası için yapılana benzer olarak dizi devrelerin bağlantı şeklinden elde edilebilir [8].

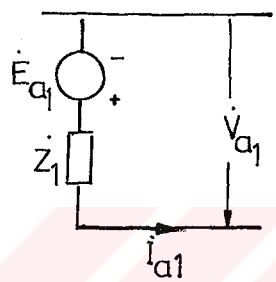
$$\dot{I}_{ao} = 0 \qquad (5.3.9.1)$$

$$\dot{I}_{a1} = \frac{\dot{E}_{a1}}{\dot{Z}''''} \qquad (5.3.9.2)$$

$$\dot{Z}'''' = \dot{Z}_1 + \dot{Z}_2 // \dot{Z}_3 // \dot{Z}_4 // \dot{Z}_5 \qquad (5.3.9.3)$$

$$\dot{I}_{a2} = - \frac{\dot{I}_{a1} \cdot (\dot{Z}'''' - \dot{Z}_1)}{Z_2} \qquad (5.3.9.4)$$

5.3.10. Altı faz-toprak Arızası (6FT)



Şekil 5.11. Altı faz toprak arızası için dizi devrelerin bağlantıs

Altı fazlı bir enerji iletim sisteminde meydana gelecek bir altı-faz toprak arızası, bu sistem için dengeli bir arızadır. Bu nedenle Şekil 5.11'de gösterildiği gibi sadece pozitif dizi devresi gözönüne alınır. Bileşen akımları

$$\dot{I}_{a1} = \frac{\dot{E}_{a1}}{\dot{Z}_1} \qquad (5.3.10.1)$$

$$\dot{I}_{ao} = \dot{I}_{a2} = \dot{I}_{a3} = \dot{I}_{a4} = \dot{I}_{a5} = 0 \qquad (5.3.10.2)$$

eşitlikleri ile hesaplanır [4][6][8].

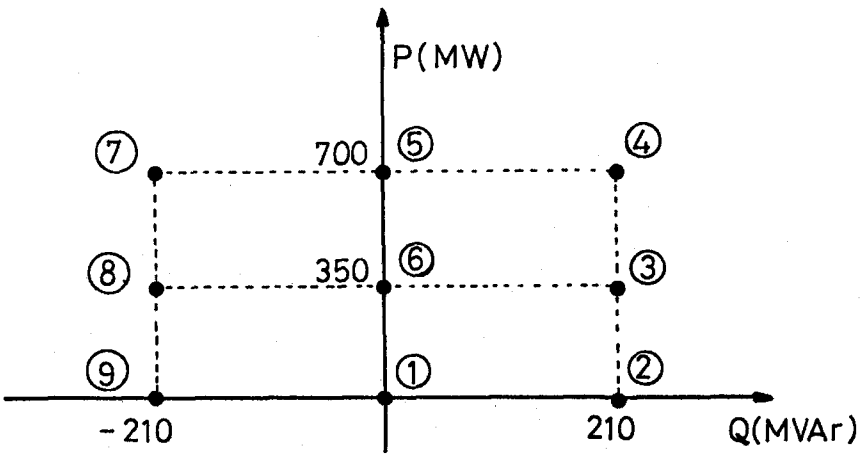
5.3.11. Altı faz Arızası (6F)

Bu arıza tipi altı faz-toprak arızası ile aynı özelliği sahiptir ve dengeli bir arıza tipidir. Bu nedenle Şekil 5.11, altı faz arızası için de geçerlidir. Bileşen akımları altı faz toprak arızasındaki gibi bulunur.

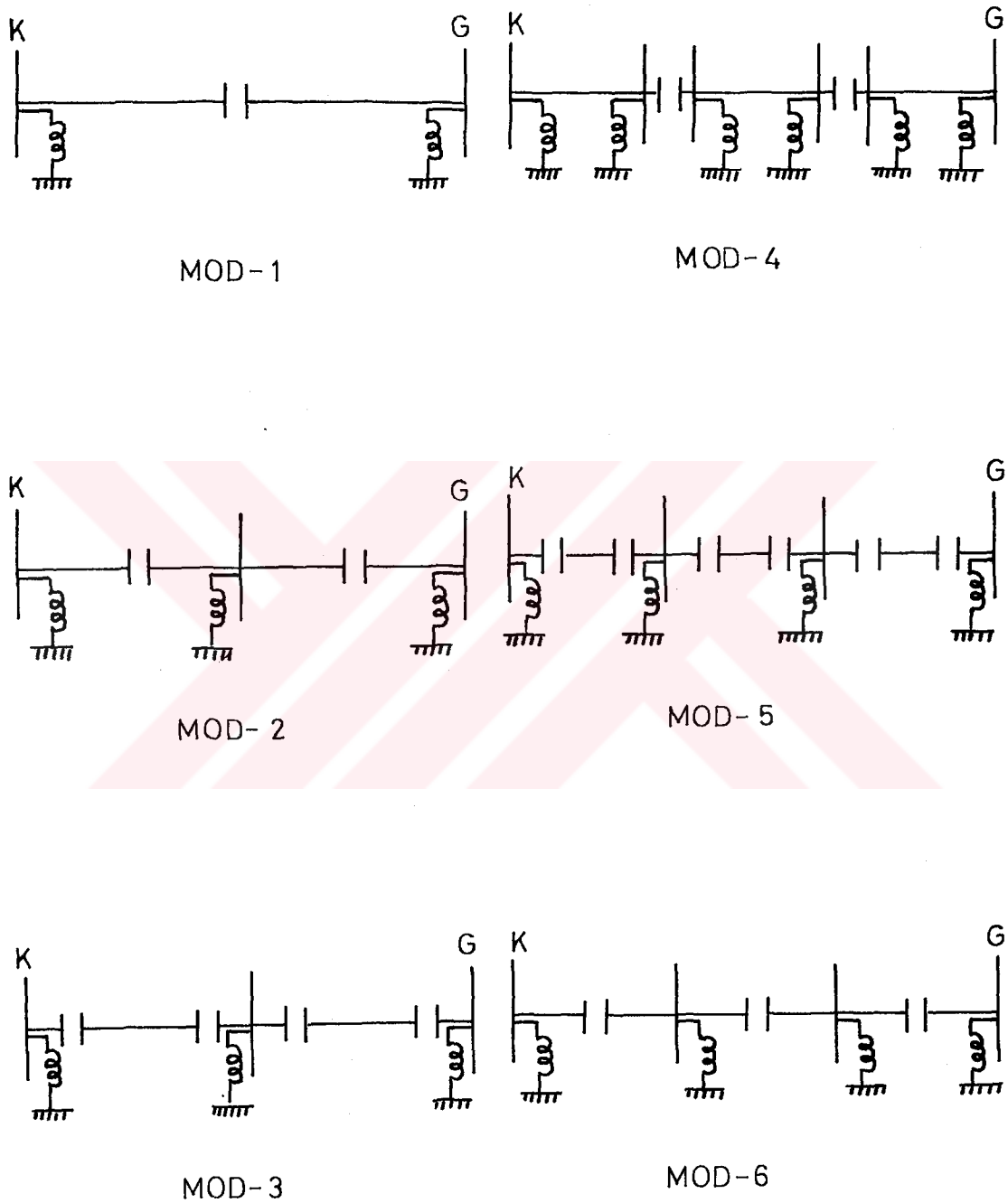
BÖLÜM 6.

ALTI-FAZLI BİR ENERJİ İLETİM SİSTEMİNDE ARIZA İNCELEMELERİ

Altı fazlı bir enerji iletim sisteminde arıza analizi yaparak sonuçları görmek amacı ile, 380 kV gerilim kademesinde iletim yapılan üç fazlı çift devre Keban-Gölbaşı enerji iletim hattı, altı fazlı tek devre enerji iletim hattına dönüştürülmüştür. Gölbaşı barası, sonsuz güçlü bara olarak alınarak sisteme ait arıza incelemeleri dokuz farklı çalışma noktası için tekrarlanmıştır. Şekil 6.1'de çalışma noktaları için güç değerleri gösterilmiştir. Gözönüne alınan altı fazlı enerji iletim sistemi üzerinde şönt reaktörlerin muhtelif noktalara yerleştirilmesi ile oluşturulan altı değişik mod için kısa devre analizi yapılmıştır. Şekil 6.2'de gösterilen bu mod'lar için sekiz farklı arıza tipine ait sonuçlar bilgisayarda yazılan program yardımı ile elde edilmiştir.



Şekil 6.1. İncelenen iletim sistemi için çalışma noktaları.



Şekil 6.2 Devre şekilleri

6.1. Sonsuz Güçlü Baradan çekilen Gücün Değişimi ile Bara Gerilimlerinin Bulunması

Bara gerilimleri hesaplanacak olan gözönüne aldığımız iletim sisteminde, bilinenler sonsuz güçlü baraya ait gerilim ve güç (veya akım) değerleridir. Bir elektrik sisteminde bara gerilimleri ile akımları arasında

$$\dot{Y}_{Bara} \cdot \dot{V}_{Bara} = \dot{I}_{Bara}$$

$$\begin{bmatrix} \dot{Y}_{1,1} & \cdots & \dot{Y}_{1,n-1} & \dot{Y}_{1,n} \\ \vdots & & \vdots & \vdots \\ \dot{Y}_{n-1,1} & \cdots & \dot{Y}_{n-1,n-1} & \dot{Y}_{n-1,n} \\ \dot{Y}_{n,1} & \cdots & \dot{Y}_{n,n-1} & \dot{Y}_{n,n} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \dot{V}_1 \\ \vdots \\ \dot{V}_{n-1} \\ \dot{V}_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{I}_1 \\ \vdots \\ \dot{I}_{n-1} \\ \dot{I}_n \end{bmatrix} \qquad (6.1.1)$$

bağıntısı vardır. Burada $\dot{V}_n$ ve $\dot{I}_n$ bilinen sonsuz güçlü bara gerilimi ve akımı olarak alınır. $\dot{I}_2, \dot{I}_3, \ldots \dot{I}_{n-1}$ akım değerleri incelenen sistemde bu baralara bağlı kaynaklar bulunmadığı için sıfırdır. Böylece bilinmeyenler $\dot{V}_1, \dot{V}_2 \ldots \dot{V}_{n-1}$ ve $\dot{I}_1$ olur. n adet bilinmeyen değer (6.1.1) bağıntısından elde edilen n adet denklemden çözülebilir. Bilinen ve bilinmeyen değerler eşitliğin farklı taraflarına toplanarak matrisel düzenlemeler yapılırsa

$$\begin{bmatrix} \dot{Y}_{1,1} & \cdots & \dot{Y}_{1,n-1} \\ \vdots & & \vdots \\ \dot{Y}_{n,1} & \cdots & \dot{Y}_{n,n-1} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \dot{V}_1 \\ \vdots \\ \dot{V}_{n-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \dot{Y}_{1,n} \\ \vdots \\ \dot{Y}_{n,n} \end{bmatrix} \dot{V}_n = \begin{bmatrix} \dot{I}_1 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \\ \dot{I}_n \end{bmatrix} \qquad (6.1.2)$$

elde edilir. $\dot{V}_n$ eşitliğin sağ tarafına alınırsa

$$\begin{bmatrix} \dot{Y}_{1,1} \cdots\cdots \dot{Y}_{1,n-1} & -1 \\ \vdots & 0 \\ \vdots & \vdots \\ \dot{Y}_{n,1} \cdots\cdots \dot{Y}_{n,n-1} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{V}_1 \\ \dot{V}_2 \\ \vdots \\ \dot{V}_{n-1} \\ \dot{I}_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\dot{Y}_{1,n}.\dot{V}_n \\ \vdots \\ -\dot{Y}_{n-1,n}.\dot{V}_n \\ \dot{I}_n - \dot{Y}_{n,n}.\dot{V}_n \end{bmatrix} \qquad (6.1.3)$$

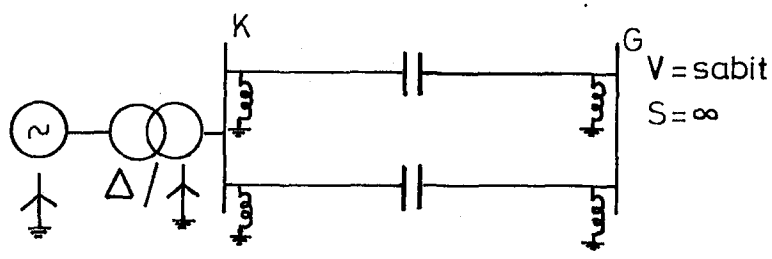
bulunur, sonuç olarak bilinmeyenler için

$$\begin{bmatrix} \dot{V}_1 \\ \dot{V}_2 \\ \vdots \\ \dot{V}_{n-1} \\ \dot{I}_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{Y}_{1,1} \cdots\cdots \dot{Y}_{1,n-1} & -1 \\ \vdots & 0 \\ \vdots & \vdots \\ \dot{Y}_{n,1} \cdots\cdots \dot{Y}_{n,n-1} & 0 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} -\dot{Y}_{1,n}.\dot{V}_n \\ \vdots \\ -\dot{Y}_{n-1,n}.\dot{V}_n \\ \dot{I}_n - \dot{Y}_{n,n}.\dot{V}_n \end{bmatrix} \qquad (6.1.4)$$

elde edilir. Bilinmeyen gerilim ve akım değerleri (6.1.4) eşitliği kullanılarak bilgisayarda kolayca bulunabilir. Bu amaçla kullanılan bilgisayar programı ile, sonsuz güçlü baraya verilen güç değerlerine bağlı olarak arıza öncesi bara gerilimleri hesaplanarak kısa devre incelemelerine geçilmektedir.

6.2. Keban-Gölbaşı İletim Sisteminin Tanıtılması

Keban-Gölbaşı arasında bulunan 380 kV gerilim kademesindeki üç fazlı enerji iletim sistemi Şekil 6.3'de



Şekil 6.3. Keban-Gölbaşı iletim sisteminin tek hat diyagramı.

görüldüğü gibi paralel iki hattan oluşmaktadır. Toplam uzunluğu 546 km olan iletim hatlarının yaklaşık olarak ortası olan Kayseri'de, yerleştirilmiş kapasite bankları bulunmaktadır.

Keban hidroelektrik santralinde bulunan generatörler iki gruptur. Herbirinde dörder adet generatör bulunan gruplardan birincisindeki generatörlerin herbiri 175 MVA, ikincisindekilerin herbiri 201,25 MVA gücündedir.

İletim hattının Keban-Kayseri kısmının uzunluğu 275 km, Kayseri-Gölbaşı arası ise 271 km dir. Kayseri'de yer alan seri kapasitelerin reaktansları X_c=35 ohm ve nominal akımları 1050 A dir.

Enerji iletim hattının her iki ucunda bulunan şönt reaktörlerden Gölbaşı'ndakinin gücü 100 MVAr, Keban'daki reaktörün gücü ise 120 MVAr dir [9].

Yukarıda tanıtılan bu üç fazlı iletim sistemi altıfazlı iletim sistemine dönüştürülerek çeşitli Mod'lar için analizler yapılmıştır.

6.3. Altı-Fazlı Enerji İletim Sistemindeki Elemanların Per-Unit Değerlerinin Bulunması

İletim sistemindeki elemanların tümü 100 MVA baz güç ve 220 kV baz gerilim olmak üzere, per-unit değerlere indirgenecektir. Sistemdeki elemanların, sıfır dizi dışındaki diğer dizi bileşen değerlerin aynı değerde olacağı varsayılmıştır.

Keban-Kayseri hattı:

$R_1=R_2=R_3=R_4=R_5 = R$

$R=9,5.100 \text{ MVA}/(220 \text{ kV})^2 = 0,01963$

$X_1=X_2=X_3=X_4=X_5 = X$

$X=86,5.100 \text{ MVA}/(220 \text{ kV})^2 = 0,1787$

$B_1=B_2=B_3=B_4=B_5 = B$

$B=950.10^{-6}.(220\ kV)^2/100\ MVA = 0,4598$

$R_o=5,85281.9,5.100\ MVA/(220\ kV)^2 = 0,11488$

$X_o=7,76916.86,5.100\ MVA/(220\ kV)^2 = 1,3884$

$B_o=1,8.950.10^{-6}.(220\ kV)^2/100\ MVA = 0,82764$

Kayseri-Gölbaşı hattı:

$R_1=R_2=R_3=R_4=R_5 = R$

$R=9,4.100\ MVA/(220\ kV)^2 = 0,01942$

$X_1=X_2=X_3=X_4=X_5 = X$

$X=85,3.100\ MVA/(220\ kV)^2 = 0,1762$

$B_1=B_2=B_3=B_4=B_5 = B$

$B=937.10^{-6}.(220\ kV)^2/100\ MVA = 0,4535$

$R_o=5,85281.9,4.100\ MVA/(220\ kV)^2 = 0,1137$

$X_o=7,76916.85,3.100\ MVA/(220\ kV)^2 = 1,369$

$B_o=1,8.937.10^{-6}.(220\ kV)^2/100\ MVA = 0,8163$

Keban generatörlerinin per-unit değerleri:

<u>1. Grup</u>

$X_1=X_2=X_3=X_4=X_5 = X$

$X=0,19.100\ MVA/175\ MVA = 0,10857$

$X_o=0,10857/2,0529 = 0,05289$

<u>2. Grup</u>

$X_1=X_2=X_3=X_4=X_5 = X$

$X=0,22.100\ MVA/201,25\ MVA = 0,10932$

$X_o=0,10932/2,0529 = 0,05325$

Transformatörler:

$X_1=X_2=X_3=X_4=X_5=X_o = 0,11.100/(3.60,3) = 0,06081$

Şönt Reaktörler:

$X_{100}=(220\ kV)^2.3/100\ MVAr = 1452\ ohm$

$X_{100}=1452.100\ MVA/(220\ kV)^2 = 3$

$X_{120}\ (220\ kV)^2.3/120\ MVAr = 1210\ ohm$

$X_{120}=1210.100\ MVA/(220\ kV)^2 = 2,5$

Seri kapasiteler:

$X_c = 35\ ohm$

$X_c = 35.100\ MVA/(220\ kV)^2 = 0,072314$

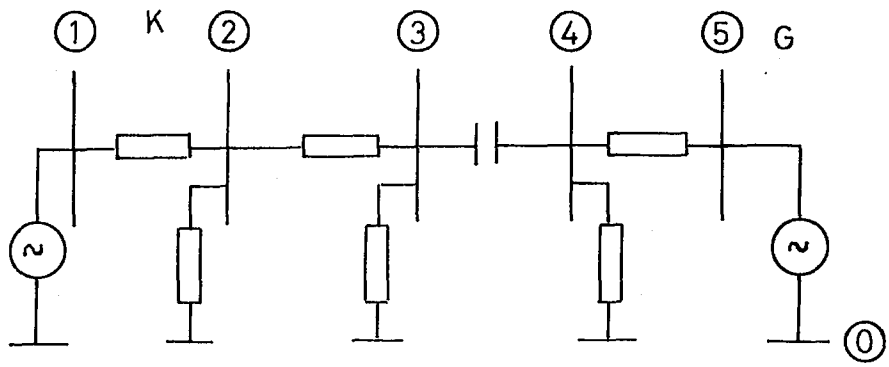
olarak bulunur.

6.4. İncelenen Sistemin dizi-devreleri

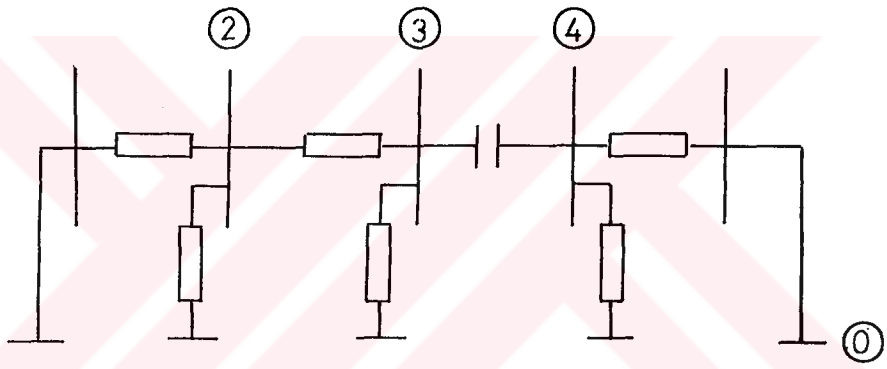
Enerji iletim sistemi 6 farklı Mod'da gözönüne alınmıştır. Sistemdeki elemanların pozitif, negatif ve sıfır dizi empedanslarının bağlı oldukları baralar ve dizi devreleri Şekil 6.4, Şekil 6.5, Şekil 6.6, Şekil 6.7, Şekil 6.8 ve Şekil 6.9 da gösterilmiştir.

6.5. Arızaların İncelenmesi

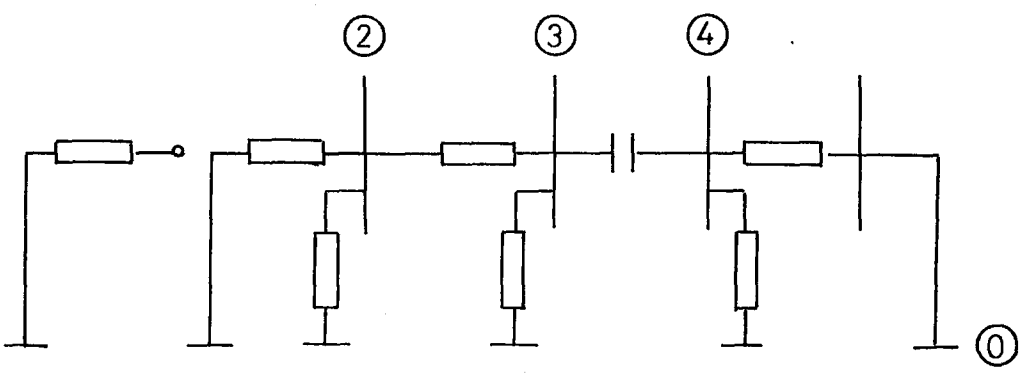
Şekil 6.2'de verilen devre modelleri için, şönt reaktörlerin lokalizasyonunun etkilerinin incelenmesi amacıyla Şekil 6.1'de gözönüne alınan bütün çalışma noktalarında, arıza öncesi bara gerilimleri bulunmuştur. Daha sonra gözönüne alınan arıza tipleri için arıza akımları, arıza hat akımları, arıza sonrası bara gerilimleri bulunmuştur. Bu incelemeler için, algoritması Şekil 6.10 ile verilen Fortran 77 dilinde bir bilgisayar programı yazılmıştır. Elde edilen sonuçlar düzenlenerek karşılaştırma yapabilmek için gerekli tablolar oluşturulmuştur. Kullanılan bilgisayar programı ve oluşturulan tablolar ekler bölümünde verilmiştir.



a) Pozitif dizi devresi

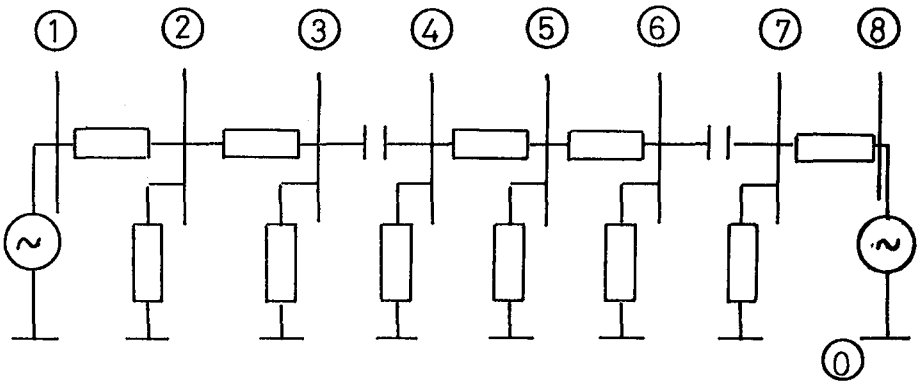


b) Negatif dizi devresi

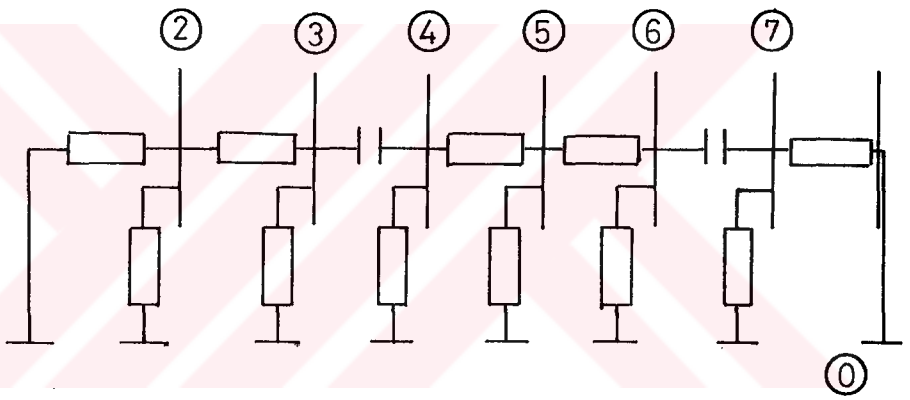


c) Sıfır dizi devresi

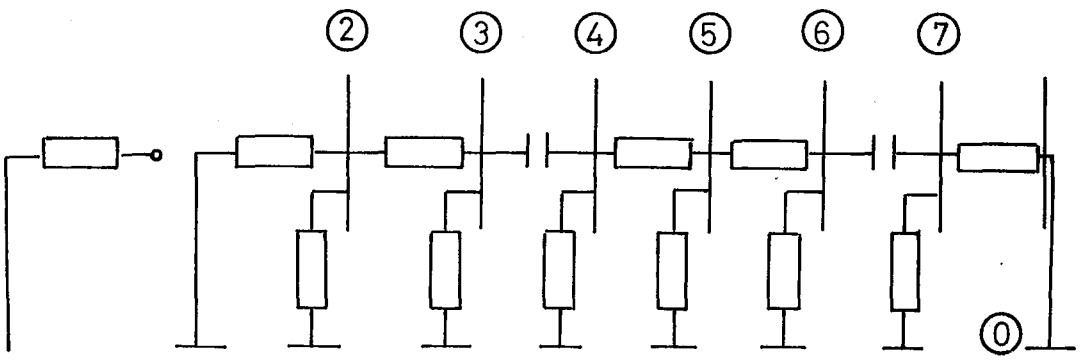
Şekil 6.4. Mod 1 için dizi devreleri.



a) Pozitif dizi devresi

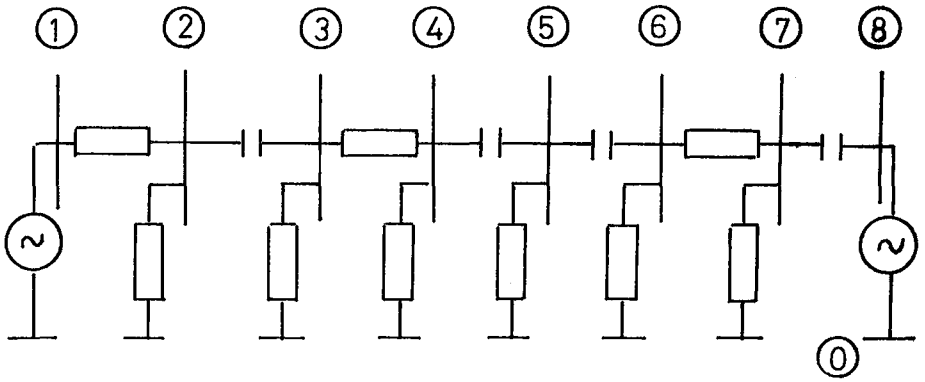


b) Negatif dizi devresi

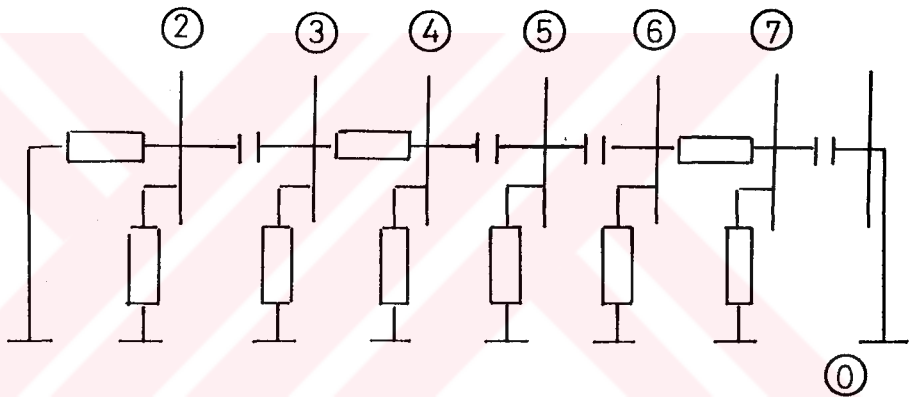


c) Sıfır dizi devresi

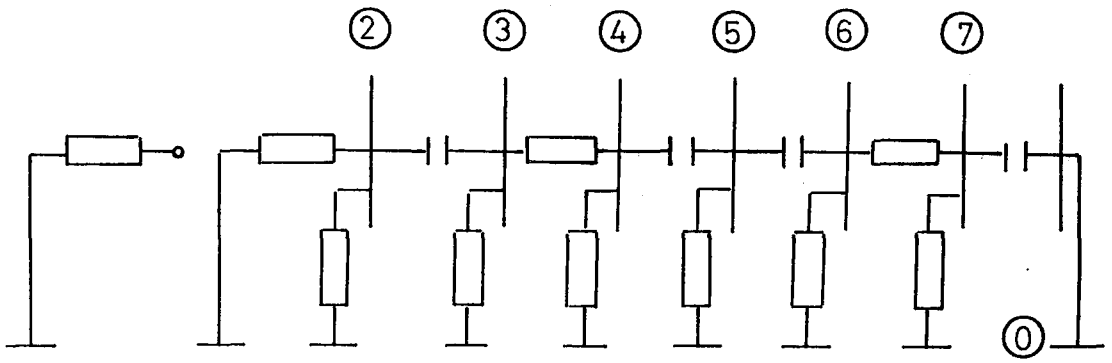
Şekil 6.5. Mod 2 için dizi devreleri.



a)Pozitif dizi devresi

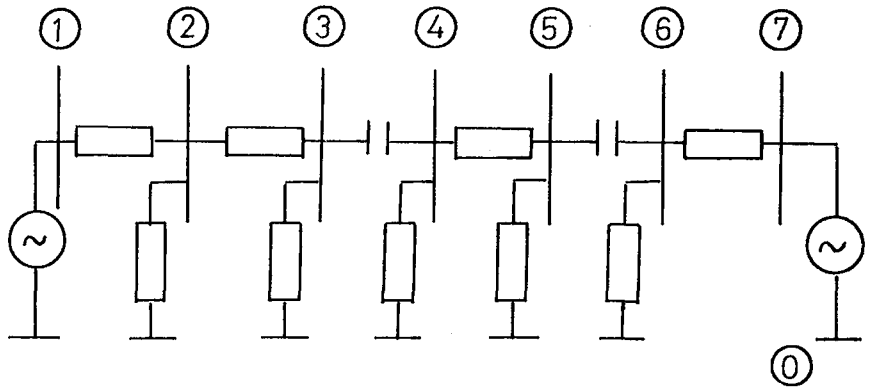


b)Negatif dizi devresi

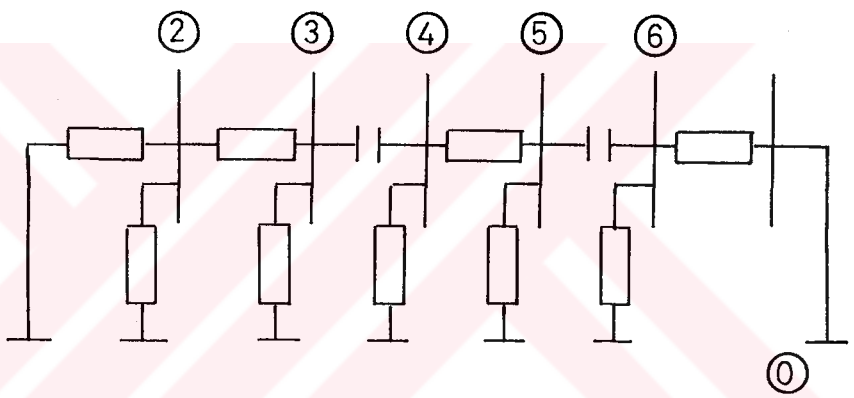


c)Sıfır dizi devresi

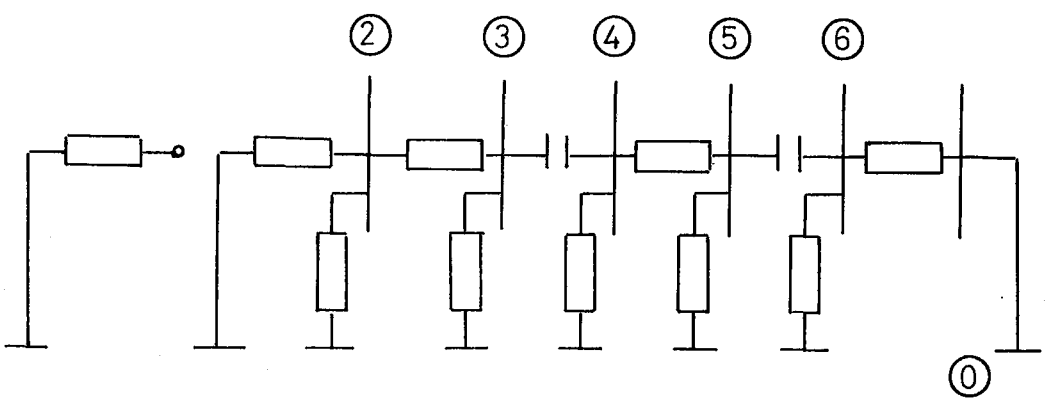
Şekil 6.6. Mod 3 için dizi devreleri.



a) Pozitif dizi devresi

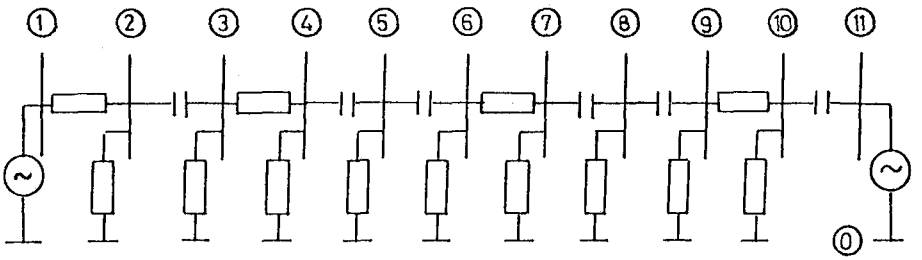


b) Negatif dizi devresi

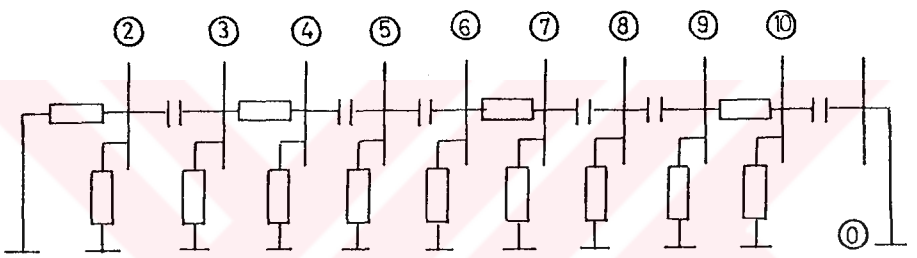


c) Sıfır dizi devresi

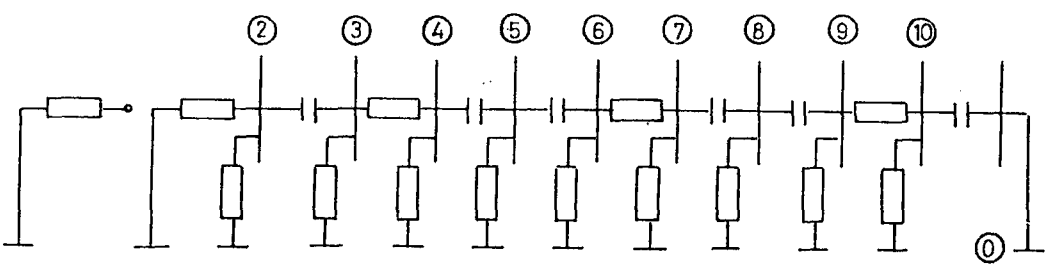
Şekil 6.7. Mod 4 için dizi devreleri.



a)Pozitif dizi devresi

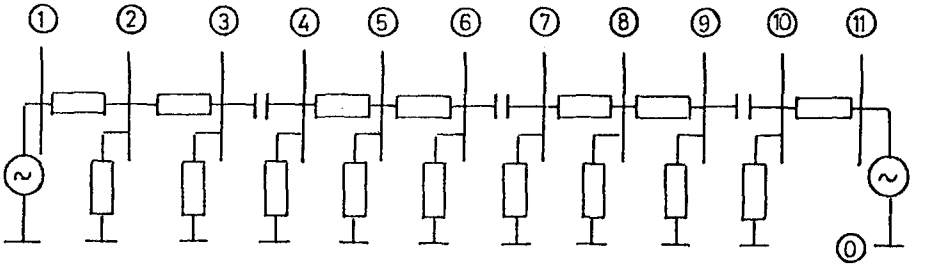


b)Negatif dizi devresi

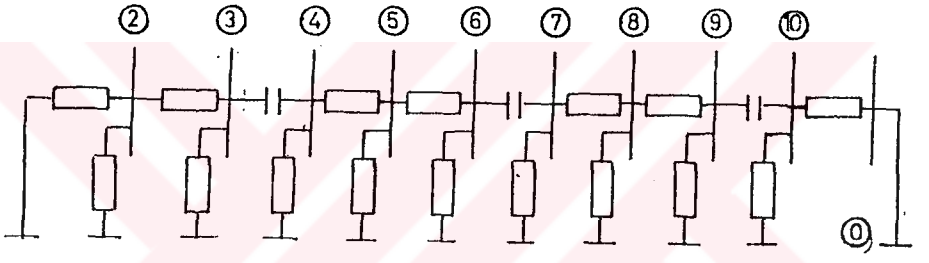


c)Sıfır dizi devresi

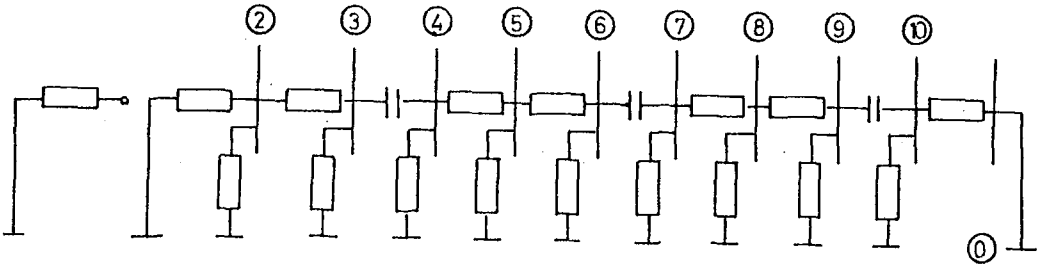
Şekil 6.8. Mod 5 için dizi devreleri.



a) Pozitif dizi devresi

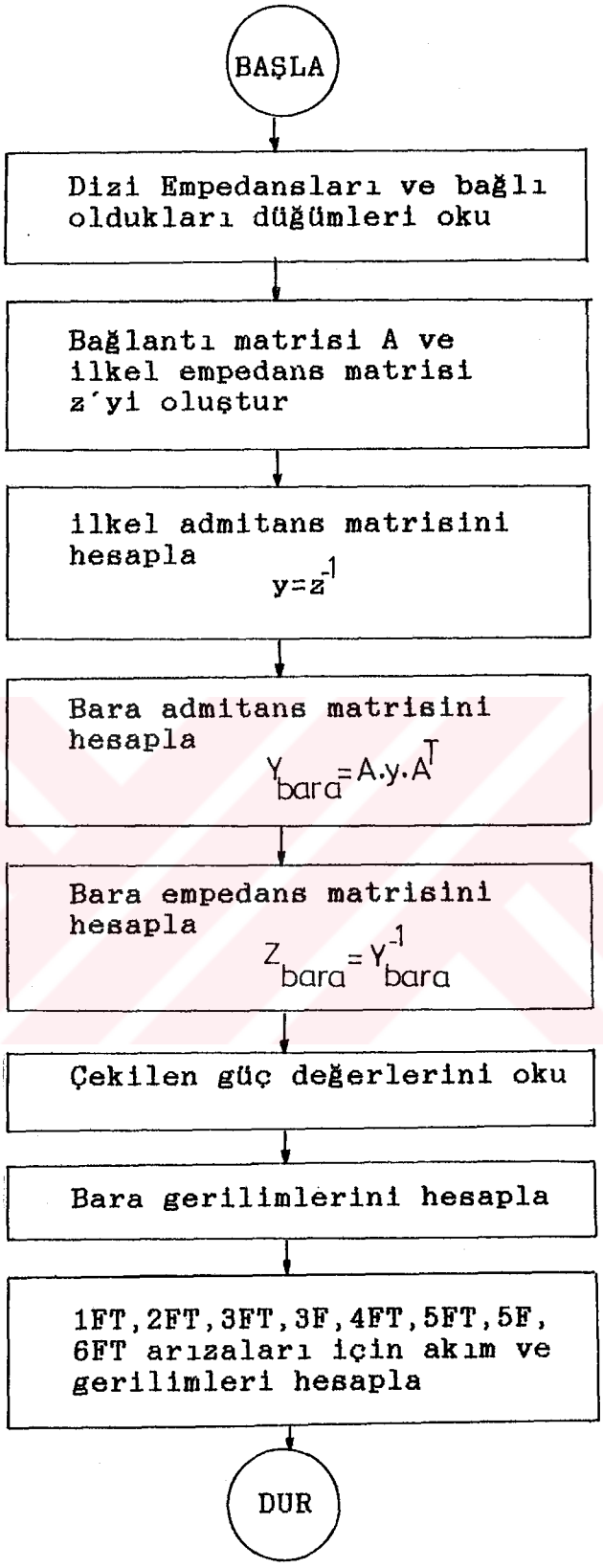


b) Negatif dizi devresi



c) Sıfır dizi devresi

Şekil 6.9. Mod 6 için dizi devreleri.



Şekil 6.10. Arıza analizi için kullanılan akış diyagramı.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Günümüzde, uzun enerji iletim hatlarının iletim kapasitelerinin gerilime bağımlı olarak artımı, daha yüksek gerilim kademelerine çıkılmasını gerektirirken, izolatör tasarımı, yalıtım mesafeleri ve korona olayları gibi etkenler tarafından bu durum sınırlanmaktadır. Bu nedenle çok fazlı enerji iletimi, iletim kapasitesini arttırmak için bir çözüm olabilir.

Bu çalışmada, Keban-Kayseri-Gölbaşı arasında bulunan üç fazlı çift devre enerji iletim hattı, altı fazlı tek devre enerji iletim hattı şeklinde çalıştırılması durumu gözönüne alınarak incelenmiştir. Oluşturulan altı fazlı enerji iletim hattı üzerinde şönt reaktör ve seri kondansatörlerin çeşitli noktalara dağıtılması ile elde edilen altı değişik iletim mod'u için arıza analizleri, bilgisayarda yapılmıştır. Bu mod'lar Şekil 6.2'de gösterilmiştir. İncelemelerde sonsuz güçlü bara olarak alınan Gölbaşı barasından çekilen gücün değiştirilmesi ile oluşturulan dokuz farklı çalışma noktası için (Şekil 6.1) arıza öncesi bara gerilimleri bulunmuş ve bütün mod'lar için arıza analizleri yapılmıştır. Her durum için elde edilen akım ve gerilim değerleri ekler bölümünde tablolar halinde verilmiştir.

i) Elde edilen sonuçlar çalışma noktalarına göre incelendiğinde en yüksek arıza ve arızayı besleyen hat akımları Tablo la ile verilebilir.

Tablo 1a. Çalışma noktalarına göre en büyük arıza akımları

ÇALIŞMA NOKTALARI		MOD	ARIZA	ARIZALI	ARIZA	HAT	HAT
NO	GÜÇ DEGERİ (MW,MVAr)	NO	TİPİ	BARA	AKIMI (p.u)	(p-q)	AKIMI (p.u)
1	P=0 Q=0	5	5FT	3	128.297	2-3	124.876
2	P=0 Q=210	5	5FT	3	142.282	2-3	138.869
3	P=350 Q=210	5	5FT	3	144.179	2-3	140.814
4	P=700 Q=210	5	5FT	3	149.725	2-3	146.493
5	P=700 Q=0	5	5FT	3	136.504	2-3	133.303
6	P=350 Q=0	5	5FT	3	130.397	2-3	127.035
7	P=700 Q=-210	5	5FT	3	123.452	2-3	120.294
8	P=350 Q=-210	5	5FT	3	116.664	2-3	113.309
9	P=0 Q=-210	5	5FT	3	114.312	2-3	110.883

Tablo 1a gözönüne alınarak çalışma noktaları karşılaştırıldığında Mod 5 için 5FT arızası durumunda 3 nolu barada en yüksek arıza akım değerlerinin elde edildiği görülür. 3 nolu barayı Keban yönünden besleyen arıza hat akımı da en büyük değeri almaktadır.

Çekilen aktif gücün sabit olup, reaktif gücün değişmesi durumunda arıza akımlarındaki etkilenmeleri incelemek için Tablo 1b. oluşturulabilir.

Tablo 1b. Çekilen aktif gücün sabit olup, reaktif gücün değişmesi durumunda en büyük arıza akımları

ÇEKİLEN AKTİF VE REAKTİF GÜÇLER		ARIZA AKIMI (pu)	HAT p-q	HAT AKIMI (pu)
P= 0 MW	Q=-210 MVAr	114.312	2-3	110.883
	Q= 0 MVAr	128.297	2-3	128.297
	Q= 210 MVAr	142.282	2-3	138.869
P= 350 MW	Q=-210 MVAr	116.664	2-3	113.309
	Q= 0 MVAr	130.397	2-3	127.035
	Q= 210 MVAr	144.179	2-3	140.814
P= 700 MW	Q=-210 MVAr	123.452	2-3	120.294
	Q= 0 MVAr	136.504	2-3	133.303
	Q= 210 MVAr	149.725	2-3	146.493

Tablo 1b gözönüne alındığında, çekilen aktif gücün sabit olup, reaktif gücün değişmesi durumunda reaktif güç arttıkça arıza akımları da artmaktadır. Bu artmalar endüktif-reaktif güç için daha fazla olmaktadır. Bu gözlemler aktif gücün sabit olduğu muhtelif durumlarda da görülmüştür.

Çekilen reaktif gücün sabit olup, aktif gücün değişmesi durumunda arıza akımlarındaki etkilenmeler Tablo 1c ile incelenebilir.

Tablo 1c. Çekilen reaktif gücün sabit olup, aktif gücün değişmesi durumunda en büyük arıza akımları.

ÇEKILEN AKTIF VE REAKTIF GÜÇLER		ARIZA AKIMI (pu)	HAT p-q	HAT AKIMI (pu)
Q=-210 MVAr	P= 0 MW	114.312	2-3	110.883
	P= 350 MW	116.664	2-3	113.309
	P= 700 MW	123.452	2-3	120.294
Q= 0 MVAr	P= 0 MW	128.297	2-3	124.876
	P= 350 MW	130.397	2-3	127.035
	P= 700 MW	136.504	2-3	133.303
Q= 210 MVAr	P= 0 MW	142.282	2-3	138.869
	P= 350 MW	144.179	2-3	140.814
	P= 700 MW	149.725	2-3	146.493

Reaktif gücün sabit olup, aktif gücün değişmesi durumunda arıza akımlarında artmalar olduğu gözlemlenmiştir. Bu gözlemler reaktif gücün sabit olduğu muhtelif durumlarda da görülmektedir.

İki durum birlikte gözönüne alındığında çekilen aktif gücün sabit olup reaktif gücün değişmesi durumunda arıza akımlarındaki büyümenin, çekilen reaktif gücün sabit olup, aktif gücün değişmesi durumuna göre daha fazla olduğu görülmektedir.

ii) Sonuçlar gözönüne alınan modlara göre düzenlenerek Tablo 1d oluşturulabilir.

Modlara göre yapılan incelemede en yüksek arıza akım değeri Mod 5 için, 4. çalışma noktasında (P=700 MW Q=210 MVAr) 3 nolu barada 5FT arızası durumunda 149,725 p.u olarak bulunmuştur. İzleyen en büyük arıza akım değeri Mod 3'de aynı çalışma noktası ve arıza tipi için 147,256 p.u değerinde bulunmuştur. Mod 3 ve Mod 5 devre

Tablo 1d. Gözönüne alınan mod'lara göre en büyük arıza akımları.

MOD NO	ÇALIŞMA NOKTASI NO	GÜÇ DEĞERİ (MW,MVAr)	ARIZA TİPİ	ARIZALI BARA	ARIZA AKIMI (p.u)	HAT (p-q)	HAT AKIMI (p.u)
1	4	P=700 Q=210	5FT	2	66.185	1-2	63.229
2	4	P=700 Q=210	5FT	2	66.472	1-2	63.533
3	4	P=700 Q=210	5FT	3	147.256	2-3	144.046
4	4	P=700 Q=210	5FT	2	69.246	1-2	66.360
5	4	P=700 Q=210	5FT	3	149.725	2-3	146.493
6	4	P=700 Q=210	5FT	2	66.898	1-2	63.971

şekillerinden de görüleceği gibi şönt ve seri kompanzasyonun baralarda yapıldığı durumlardır. Bu modlarda, generatör barasında seri kapasitif kompanzasyonun bulunması nedeni ile 3 nolu barada arıza olduğunda seri kondansatör, generatörün ve şönt reaktörün reaktansına kompanze etkisi göstermektedir. Bu nedenle arıza akım değeri kondansatör uçlarındaki baralarda büyük olmaktadır. Diğer mod durumlarında ise arıza akımları en yüksek değerini hep Keban generatör barasında almaktadır.

iii) Modlar ve çalışma noktaları birlikte incelendiğinde en yüksek arıza akımları bütün çalışma noktaları ve modlar için 5FT arıza tipinde, 4. çalışma noktasında Keban baralarında görülmektedir. Tüm çalışma noktalarında Mod 5, en yüksek arıza akımlarının meydana geldiği mod' dur. Arıza noktasını Keban yönünden besleyen hat akımları ise en yüksek değerde olanlardır.

iv) Elde edilen sonuçlar gerilimler bakımından incelendiğinde arıza sonrasında en büyük bara gerilim değerleri bütün mod'lar için 4. çalışma noktasında ve 1FT

arızası durumunda meydana gelmektedir. Tablo 1f ile bu değerler verilebilir.

Tablo 1f. Tüm mod'lar için arıza sonrası en büyük bara gerilimleri.

MOD NO	ÇALIŞMA NOKTASI NO	ÇALIŞMA NOKTASI GÜÇ DEĞERİ (MW,MVAr)	ARIZA TİPİ	ARIZALI BARA	ARIZA SONRASI EN YÜKSEK GERİLİM DEĞERİ (p.u)
1	4	P=700 Q=210	1FT	4	1.905
2	4	P=700 Q=210	1FT	4	1.781
3	4	P=700 Q=210	1FT	4	1.751
4	4	P=700 Q=210	1FT	4	1.780
5	4	P=700 Q=210	1FT	6	1.729
6	4	P=700 Q=210	1FT	7	1.743

Görüldüğü gibi en yüksek arıza sonrası gerilim değeri Mod 1 durumu için 4. çalışma noktasında ortaya çıkmaktadır.

KAYNAKLAR

[1] YÜKSELER, H.N., ARI, N., Çok fazlı iletim hatlarında geçici olaylar, Elek.Müh.3. Ulusal Kongresi İstanbul, Sayfa 53-55.

[2] STEVENSON, W.D., Elements of Power System Analysis, Mc Graw-Hill, 1986.

[3] ELGERD, O.L., Electric Energy Systems Theory an Introduction, Mc Graw-Hill, 1985.

[4] TIWARI, S.N., SINGH, L.P., Six-Phase(Multiphase) Power Systems:Some Aspects of Modelling and Fault Analysis, Elctric Power Systems Research, 6(1983) 193-202.

[5] GROSS, C.A., THOMPSON, L., Calculation of Currents and Voltages in Faulted High Phase Order Systems, Electric Power Systems Research, 9(1985) 123-131.

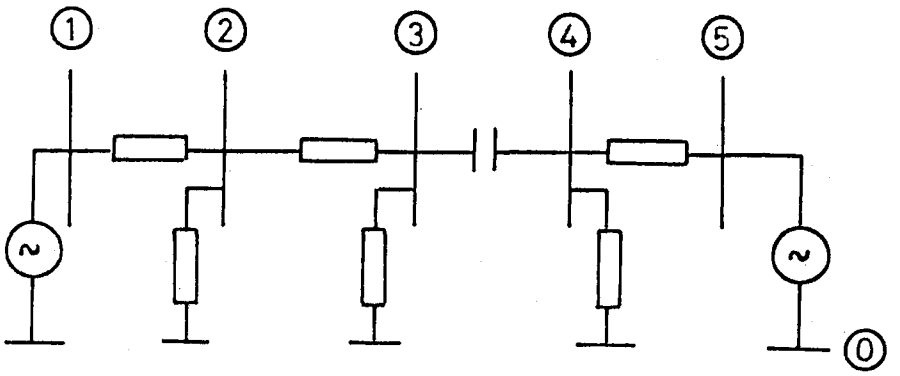
[6] VENKATA, S.S., BHATT, N.B., GUYKER, W.C,, BOOTH, W.H., IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol.PAS-96(1977) 758-764.

[7] STAGG, G.W., EL-ABİAD, A.H., Computer Methods in Power Systems Analysis, Mc Graw-Hill, 1968.

[8] NANDA, S.I., TIWARI, S.N. and SINGH, L.P., Fault Analysis of Six-Phase Systems, Electric Power Systems Research, 4(1981) 201-211.

[9] TEK, Türkiye Ulusal Elektrik Ağındaki Havai Hatların, Generatör ve Trafoların Elektriki Karakteristikleri, SA-83/1.

EK A: MOD-1 devresi için düzenlenmiş arıza analizi sonuçları



MOD 1

TABLO A.1: MOD-1 devresinde dokuz ayrı çalışma noktası için arıza öncesi bara gerilimleri

BARA NO	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V(1)	0.9277	1.0309	1.0451	1.0867	0.9894	0.9435	0.8934	0.8423	0.8246
V(2)	0.9341	1.0300	1.0423	1.0784	0.9873	0.9477	0.8971	0.8533	0.8382
V(3)	1.0164	1.0538	1.0556	1.0611	1.0240	1.0183	0.9869	0.9810	0.9790
V(4)	1.0000	1.0617	1.0666	1.0814	1.0209	1.0053	0.9606	0.9439	0.9383
V(5)	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

TABLO A.2: MOD-1 devresinde 2 nolu barada arıza durumu için arıza akımlarının en buyuk değerleri

ARIZA TİPLERİ		ÇALIŞMA NOKTALARI								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	Arıza akımı (2)	52.795	58.214	58.910	60.952	55.799	53.562	50.702	48.229	47.376
	Hat akımı (1-2)	49.390	54.834	55.580	57.759	52.618	50.216	47.545	44.872	43.945
	Hat akımı (3-2)	3.415	3.391	3.392	3.392	3.416	3.416	3.441	3.440	3.440
2FT	Arıza akımı (2)	47.390	52.255	52.88	54.712	50.087	48.079	45.512	43.292	42.526
	Hat akımı (1-2)	43.740	48.604	49.276	51.238	46.649	44.485	42.122	39.712	38.876
	Hat akımı (3-2)	3.650	3.650	3.650	3.650	3.650	3.650	3.650	3.650	3.650
3FT	Arıza akımı (2)	47.390	52.255	52.88	54.712	50.087	48.079	45.512	43.292	42.526
	Hat akımı (1-2)	43.740	48.604	49.276	51.238	46.649	44.485	42.122	39.712	38.876
	Hat akımı (3-2)	3.650	3.650	3.650	3.650	3.650	3.650	3.650	3.650	3.650
3F	Arıza akımı (2)	47.390	52.255	52.88	54.712	50.087	48.079	45.512	43.292	42.526
	Hat akımı (1-2)	43.740	48.604	49.276	51.238	46.649	44.485	42.122	39.712	38.876
	Hat akımı (3-2)	3.650	3.650	3.650	3.650	3.650	3.650	3.650	3.650	3.650
4FT	Arıza akımı (2)	47.390	52.255	52.88	54.712	50.087	48.079	45.512	43.292	42.526
	Hat akımı (1-2)	43.740	48.604	49.276	51.238	46.649	44.485	42.122	39.712	38.876
	Hat akımı (3-2)	3.650	3.650	3.650	3.650	3.650	3.650	3.650	3.650	3.650
5FT	Arıza akımı (2)	57.328	63.212	63.968	66.185	60.59	58.161	55.056	52.370	51.443
	Hat akımı (1-2)	54.128	60.059	60.867	63.229	57.625	55.024	52.094	49.201	48.198
	Hat akımı (3-2)	3.218	3.174	3.175	3.178	3.222	3.219	3.266	3.264	3.263
5F	Arıza akımı (2)	52.772	58.188	58.884	60.925	55.775	53.538	50.68	48.208	47.355
	Hat akımı (1-2)	48.745	54.118	54.941	57.172	52.115	49.657	47.127	44.394	43.371
	Hat akımı (3-2)	4.008	4.048	3.964	3.880	3.838	3.922	3.796	3.881	3.988
6FT	Arıza akımı (2)	47.390	52.255	52.88	54.712	50.087	48.079	45.512	43.292	42.526
	Hat akımı (1-2)	43.740	48.604	49.276	51.238	46.649	44.485	42.122	39.712	38.876
	Hat akımı (3-2)	3.650	3.650	3.650	3.650	3.650	3.650	3.650	3.650	3.650

TABLO A.3: MOD-1 devresinde 3 nolu barada arıza durumu için arıza akımlarının en buyuk değerleri

ARIZA TİPLERİ		ÇALIŞMA NOKTALARI								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	Arıza akımı (3)	3.137	3.252	3.258	3.275	3.160	3.143	3.046	3.027	3.021
	Hat akımı (2-3)	1.082	1.466	1.600	1.946	1.676	1.257	1.458	0.947	0.698
	Hat akımı (4-3)	2.207	1.944	1.992	2.132	2.375	2.250	2.621	2.509	2.470
2FT	Arıza akımı (3)	13.991	14.506	14.531	14.607	14.096	14.018	13.585	13.504	13.477
	Hat akımı (2-3)	4.626	5.140	5.211	5.419	4.933	4.705	4.455	4.200	4.111
	Hat akımı (4-3)	9.365	9.365	9.365	9.365	9.365	9.365	9.365	9.365	9.365
3FT	Arıza akımı (3)	13.991	14.506	14.531	14.607	14.096	14.018	13.585	13.504	13.477
	Hat akımı (2-3)	4.626	5.140	5.211	5.419	4.933	4.705	4.455	4.200	4.111
	Hat akımı (4-3)	9.365	9.365	9.365	9.365	9.365	9.365	9.365	9.365	9.365
3F	Arıza akımı (3)	13.991	14.506	14.531	14.607	14.096	14.018	13.585	13.504	13.477
	Hat akımı (2-3)	4.626	5.140	5.211	5.419	4.933	4.705	4.455	4.200	4.111
	Hat akımı (4-3)	9.365	9.365	9.365	9.365	9.365	9.365	9.365	9.365	9.365
4FT	Arıza akımı (3)	13.991	14.506	14.531	14.607	14.096	14.018	13.585	13.504	13.477
	Hat akımı (2-3)	4.626	5.140	5.211	5.419	4.933	4.705	4.455	4.200	4.111
	Hat akımı (4-3)	9.365	9.365	9.365	9.365	9.365	9.365	9.365	9.365	9.365
5FT	Arıza akımı (3)	15.484	16.054	16.082	16.165	15.600	15.513	15.035	14.945	14.915
	Hat akımı (2-3)	5.113	5.642	5.785	6.056	5.567	5.271	5.086	4.760	4.584
	Hat akımı (4-3)	10.349	10.389	10.305	10.223	10.182	10.265	10.142	10.225	10.309
5F	Arıza akımı (3)	15.580	16.153	16.181	16.265	15.697	15.609	15.128	15.037	15.007
	Hat akımı (2-3)	5.209	5.741	5.896	6.176	5.686	5.380	5.204	4.868	4.679
	Hat akımı (4-3)	10.400	10.443	10.356	10.270	10.227	10.313	10.184	10.271	10.359
6FT	Arıza akımı (3)	13.991	14.506	14.531	14.607	14.096	14.018	13.585	13.504	13.477
	Hat akımı (2-3)	4.626	5.140	5.211	5.419	4.933	4.705	4.455	4.200	4.111
	Hat akımı (4-3)	9.365	9.365	9.365	9.365	9.365	9.365	9.365	9.365	9.365

TABLO A.4: MOD-1 devresinde 4 nolu barada arıza durumu için arıza akımlarının en buyuk değerleri

ARIZA TİPLERİ		ÇALIŞMA NOKTALARI								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	Arıza akımı (4)	3.037	3.224	3.239	3.284	3.100	3.053	2.917	2.867	2.849
	Hat akımı (3-4)	1.469	1.910	2.046	2.409	2.078	1.643	1.793	1.264	1.029
	Hat akımı (5-4)	1.713	1.468	1.524	1.679	1.897	1.760	2.120	1.999	1.957
2FT	Arıza akımı (4)	12.740	13.526	13.589	13.777	13.007	12.807	12.238	12.026	11.955
	Hat akımı (3-4)	7.065	7.851	7.959	8.276	7.535	7.185	6.804	6.414	6.279
	Hat akımı (5-4)	5.675	5.675	5.675	5.675	5.675	5.675	5.675	5.675	5.675
3FT	Arıza akımı (4)	12.740	13.526	13.589	13.777	13.007	12.807	12.238	12.026	11.955
	Hat akımı (3-4)	7.065	7.851	7.959	8.276	7.535	7.185	6.804	6.414	6.279
	Hat akımı (5-4)	5.675	5.675	5.675	5.675	5.675	5.675	5.675	5.675	5.675
3F	Arıza akımı (4)	12.740	13.526	13.589	13.777	13.007	12.807	12.238	12.026	11.955
	Hat akımı (3-4)	7.065	7.851	7.959	8.276	7.535	7.185	6.804	6.414	6.279
	Hat akımı (5-4)	5.675	5.675	5.675	5.675	5.675	5.675	5.675	5.675	5.675
4FT	Arıza akımı (4)	12.740	13.526	13.589	13.777	13.007	12.807	12.238	12.026	11.955
	Hat akımı (3-4)	7.065	7.851	7.959	8.276	7.535	7.185	6.804	6.414	6.279
	Hat akımı (5-4)	5.675	5.675	5.675	5.675	5.675	5.675	5.675	5.675	5.675
5FT	Arıza akımı (4)	14.093	14.962	15.032	15.240	14.388	14.167	13.538	13.303	13.224
	Hat akımı (3-4)	7.848	8.678	8.867	9.262	8.490	8.057	7.729	7.251	7.019
	Hat akımı (5-4)	6.223	6.260	6.182	6.104	6.065	6.144	6.028	6.107	6.186
5F	Arıza akımı (4)	14.187	15.062	15.132	15.342	14.484	14.268	13.628	13.392	13.312
	Hat akımı (3-4)	7.896	8.728	8.921	9.320	8.545	8.110	7.783	7.301	7.064
	Hat akımı (5-4)	6.320	6.364	6.274	6.186	6.140	6.230	6.095	6.185	6.276
6FT	Arıza akımı (4)	12.740	13.526	13.589	13.777	13.007	12.807	12.238	12.026	11.955
	Hat akımı (3-4)	7.065	7.851	7.959	8.276	7.535	7.185	6.804	6.414	6.279
	Hat akımı (5-4)	5.675	5.675	5.675	5.675	5.675	5.675	5.675	5.675	5.675

TABLO A.5:MOD-1 devresinde, 2 nolu barada arıza durumu için arıza sonrası bara gerilimlerinin en büyük değerleri [(bara no) gerilim değeri]

ARIZA TIPI	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	(3)1.025	(2)1.093	(2)1.107	(2)1.145	(2)1.048	(3)1.027	(3)0.995	(3)0.988	(3)0.986
2FT	(3)1.016	(4)1.062	(4)1.067	(4)1.081	(3)1.024	(3)1.018	(3)0.987	(3)0.981	(3)0.979
3FT	(3)1.016	(4)1.062	(4)1.067	(4)1.081	(3)1.024	(3)1.018	(3)0.987	(3)0.981	(3)0.979
3F	(3)1.016	(4)1.062	(4)1.067	(4)1.081	(3)1.024	(3)1.018	(3)0.987	(3)0.981	(3)0.979
4FT	(3)1.016	(4)1.062	(4)1.067	(4)1.081	(3)1.024	(3)1.018	(3)0.987	(3)0.981	(3)0.979
5FT	(3)1.031	(3)1.070	(3)1.072	(3)1.078	(3)1.039	(3)1.033	(3)1.001	(3)0.995	(3)0.992
5F	(3)1.016	(4)1.062	(4)1.067	(4)1.081	(3)1.024	(3)1.018	(3)0.987	(3)0.981	(3)0.979
6FT	(3)0.652	(3)0.652	(3)0.652	(3)0.652	(3)0.652	(3)0.652	(3)0.652	(3)0.652	(3)0.652

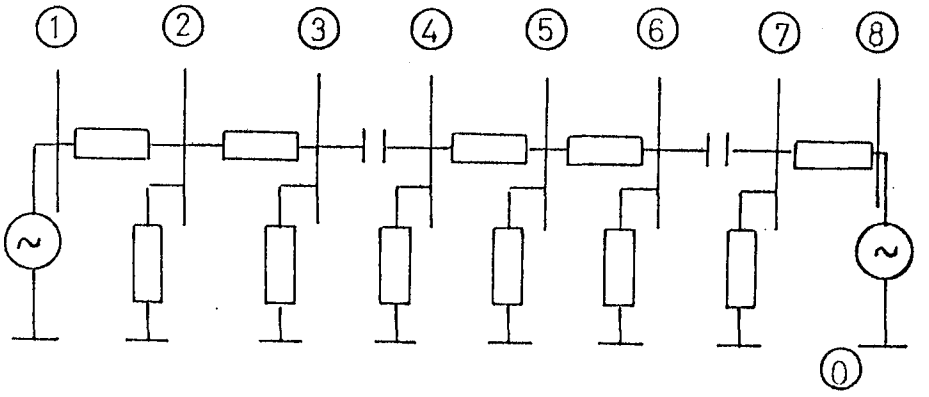
TABLO A.6:MOD-1 devresinde, 3 nolu barada arıza durumu için arıza sonrası bara gerilimlerinin en büyük değerleri [(bara no) gerilim değeri]

ARIZA TIPI	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	(3)1.805	(4)1.874	(4)1.880	(4)1.898	(3)1.818	(3)1.808	(3)1.753	(3)1.742	(3)1.739
2FT	(3)1.016	(4)1.062	(4)1.067	(4)1.081	(3)1.024	(3)1.018	(3)0.987	(3)0.981	(3)0.979
3FT	(3)1.016	(4)1.062	(4)1.067	(4)1.081	(3)1.024	(3)1.018	(3)0.987	(3)0.981	(3)0.979
3F	(3)1.016	(4)1.062	(4)1.067	(4)1.081	(3)1.024	(3)1.018	(3)0.987	(3)0.981	(3)0.979
4FT	(3)1.016	(4)1.062	(4)1.067	(4)1.081	(3)1.024	(3)1.018	(3)0.987	(3)0.981	(3)0.979
5FT	(3)1.209	(4)1.260	(4)1.265	(4)1.280	(3)1.218	(3)1.211	(3)1.174	(3)1.166	(3)1.164
5F	(3)1.016	(4)1.062	(4)1.067	(4)1.081	(3)1.024	(3)1.018	(3)0.987	(3)0.981	(3)0.979
6FT	(2)0.827	(2)0.919	(2)0.931	(2)0.968	(2)0.882	(2)0.841	(2)0.796	(2)0.751	(2)0.735

TABLO A.7:MOD-1 devresinde, 4 nolu barada arıza durumu için arıza sonrası bara gerilimlerinin en büyük değerleri [(bara no) gerilim değeri]

ARIZA TIPI	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	(3)1.775	(4)1.870	(4)1.879	(4)1.905	(4)1.798	(3)1.781	(3)1.714	(3)1.697	(3)1.691
2FT	(3)1.016	(4)1.062	(4)1.067	(4)1.081	(3)1.024	(3)1.018	(3)0.987	(3)0.981	(3)0.979
3FT	(3)1.016	(4)1.062	(4)1.067	(4)1.081	(3)1.024	(3)1.018	(3)0.987	(3)0.981	(3)0.979
3F	(3)1.016	(4)1.062	(4)1.067	(4)1.081	(3)1.024	(3)1.018	(3)0.987	(3)0.981	(3)0.979
4FT	(3)1.016	(4)1.062	(4)1.067	(4)1.081	(3)1.024	(3)1.018	(3)0.987	(3)0.981	(3)0.979
5FT	(3)1.204	(4)1.261	(4)1.267	(4)1.285	(3)1.215	(3)1.207	(3)1.166	(3)1.158	(3)1.155
5F	(3)1.016	(4)1.062	(4)1.067	(4)1.081	(3)1.024	(3)1.018	(3)0.987	(3)0.981	(3)0.979
6FT	(2)0.773	(2)0.859	(2)0.870	(2)0.905	(2)0.824	(2)0.786	(2)0.744	(2)0.701	(2)0.687

EK B: MOD-2 devresi için düzenlenmiş arıza analizi sonuçları



MOD 2

TABLO B.1: MOD-2 devresinde dokuz ayrı çalışma noktası için arıza öncesi bara gerilimleri

BARA NO	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V(1)	0.9317	1.0356	1.0500	1.0920	0.9940	0.9476	0.8973	0.8457	0.8277
V(2)	0.9382	1.0349	1.0474	1.0840	0.9921	0.9520	0.9012	0.8568	0.8415
V(3)	0.9767	1.0442	1.0503	1.0683	1.0023	0.9832	0.9366	0.9161	0.9091
V(4)	0.9650	1.0448	1.0532	1.0780	1.0010	0.9741	0.9243	0.8952	0.8853
V(5)	0.9838	1.0329	1.0361	1.0458	0.9973	0.9872	0.9489	0.9383	0.9347
V(6)	1.0041	1.0227	1.0231	1.0245	1.0060	1.0046	0.9875	0.9861	0.9856
V(7)	1.0000	1.0311	1.0324	1.0362	1.0053	1.0013	0.9745	0.9703	0.9689
V(8)	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

TABLO B.2: MOD-2 devresinde 2 nolu barada arıza durumu için arıza akımlarının en buyuk değerleri

ARIZA TİPLERİ		ÇALIŞMA NOKTALARI								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	Arıza akımı (2)	52.973	58.433	59.137	61.202	56.012	53.749	50.879	48.376	47.512
	Hat akımı (1-2)	49.592	55.076	55.830	58.032	52.854	50.427	47.746	45.044	44.107
	Hat akımı (3-2)	3.387	3.363	3.363	3.364	3.388	3.387	3.412	3.411	3.411
2FT	Arıza akımı (2)	47.545	52.445	53.058	54.930	50.273	48.241	45.666	43.419	42.644
	Hat akımı (1-2)	43.926	48.826	49.505	51.486	46.865	44.678	42.306	39.870	39.025
	Hat akımı (3-2)	3.619	3.619	3.619	3.619	3.619	3.619	3.619	3.619	3.619
3FT	Arıza akımı (2)	47.545	52.445	53.058	54.930	50.273	48.241	45.666	43.419	42.644
	Hat akımı (1-2)	43.926	48.826	49.505	51.486	46.865	44.678	42.306	39.870	39.025
	Hat akımı (3-2)	3.619	3.619	3.619	3.619	3.619	3.619	3.619	3.619	3.619
3F	Arıza akımı (2)	47.545	52.445	53.058	54.930	50.273	48.241	45.666	43.419	42.644
	Hat akımı (1-2)	43.926	48.826	49.505	51.486	46.865	44.678	42.306	39.870	39.025
	Hat akımı (3-2)	3.619	3.619	3.619	3.619	3.619	3.619	3.619	3.619	3.619
4FT	Arıza akımı (2)	47.545	52.445	53.058	54.930	50.273	48.241	45.666	43.419	42.644
	Hat akımı (1-2)	43.926	48.826	49.505	51.486	46.865	44.678	42.306	39.870	39.025
	Hat akımı (3-2)	3.619	3.619	3.619	3.619	3.619	3.619	3.619	3.619	3.619
5FT	Arıza akımı (2)	57.535	63.465	64.230	66.472	60.836	58.377	55.261	52.542	51.604
	Hat akımı (1-2)	54.354	60.330	61.146	63.533	57.889	55.259	52.319	49.393	48.378
	Hat akımı (3-2)	3.192	3.148	3.149	3.151	3.195	3.193	3.239	3.237	3.236
5F	Arıza akımı (2)	52.943	58.401	59.105	61.168	55.981	53.719	50.851	48.350	47.486
	Hat akımı (1-2)	48.952	54.367	55.197	57.450	52.356	49.873	47.333	44.571	43.538
	Hat akımı (3-2)	3.976	4.017	3.932	3.849	3.806	3.891	3.764	3.850	3.936
6FT	Arıza akımı (2)	47.545	52.445	53.058	54.930	50.273	48.241	45.666	43.419	42.644
	Hat akımı (1-2)	43.926	48.826	49.505	51.486	46.865	44.678	42.306	39.870	39.025
	Hat akımı (3-2)	3.619	3.619	3.619	3.619	3.619	3.619	3.619	3.619	3.619

TABLO B.3: MOD-2 devresinde 3 nolu barada arıza durumu için arıza akımlarının en buyuk değerleri

ARIZA TİPLERİ		ÇALIŞMA NOKTALARI								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	Arıza akımı (3)	5.395	5.768	5.802	5.901	5.537	5.431	5.174	5.060	5.022
	Hat akımı (2-3)	3.437	4.033	4.153	4.496	3.970	3.577	3.466	3.009	2.840
	Hat akımı (4-3)	2.018	1.800	1.836	1.942	2.146	2.051	2.353	2.267	2.237
2FT	Arıza akımı (3)	13.634	14.578	14.662	14.913	13.992	13.725	13.075	12.788	12.691
	Hat akımı (2-3)	8.454	9.398	9.528	9.910	9.020	8.599	8.143	7.674	7.511
	Hat akımı (4-3)	5.180	5.180	5.180	5.180	5.180	5.180	5.180	5.180	5.180
3FT	Arıza akımı (3)	13.634	14.578	14.662	14.913	13.992	13.725	13.075	12.788	12.691
	Hat akımı (2-3)	8.454	9.398	9.528	9.910	9.020	8.599	8.143	7.674	7.511
	Hat akımı (4-3)	5.180	5.180	5.180	5.180	5.180	5.180	5.180	5.180	5.180
3F	Arıza akımı (3)	13.634	14.578	14.662	14.913	13.992	13.725	13.075	12.788	12.691
	Hat akımı (2-3)	8.454	9.398	9.528	9.910	9.020	8.599	8.143	7.674	7.511
	Hat akımı (4-3)	5.180	5.180	5.180	5.180	5.180	5.180	5.180	5.180	5.180
4FT	Arıza akımı (3)	13.634	14.578	14.662	14.913	13.992	13.725	13.075	12.788	12.691
	Hat akımı (2-3)	8.454	9.398	9.528	9.910	9.020	8.599	8.143	7.674	7.511
	Hat akımı (4-3)	5.180	5.180	5.180	5.180	5.180	5.180	5.180	5.180	5.180
5FT	Arıza akımı (3)	14.986	16.023	16.116	16.391	15.380	15.085	14.371	14.056	13.949
	Hat akımı (2-3)	9.276	10.273	10.480	10.938	10.008	9.504	9.092	8.535	8.280
	Hat akımı (4-3)	5.699	5.739	5.656	5.574	5.533	5.616	5.492	5.576	5.660
5F	Arıza akımı (3)	15.183	16.233	16.327	16.606	15.581	15.283	14.560	14.240	14.132
	Hat akımı (2-3)	9.469	10.478	10.699	11.172	10.232	9.713	9.306	8.733	8.461
	Hat akımı (4-3)	5.728	5.770	5.683	5.598	5.554	5.641	5.511	5.598	5.686
6FT	Arıza akımı (3)	13.634	14.578	14.662	14.913	13.992	13.725	13.075	12.788	12.691
	Hat akımı (2-3)	8.454	9.398	9.528	9.910	9.020	8.599	8.143	7.674	7.511
	Hat akımı (4-3)	5.180	5.180	5.180	5.180	5.180	5.180	5.180	5.180	5.180

TABLO B.4: MOD-2 devresinde 4 nolu barada arıza durumu için arıza akımlarının en buyuk değerleri

ARIZA TİPLERİ		ÇALIŞMA NOKTALARI								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	Arıza akımı (4)	5.881	6.367	6.418	6.569	6.100	5.936	5.633	5.455	5.395
	Hat akımı (3-4)	4.282	4.998	5.139	5.539	4.903	4.445	4.291	3.760	3.565
	Hat akımı (5-4)	1.662	1.436	1.485	1.621	1.824	1.704	2.031	1.924	1.887
2FT	Arıza akımı (4)	16.914	18.311	18.459	18.894	17.544	17.074	16.201	15.691	15.517
	Hat akımı (3-4)	12.524	13.921	14.114	14.679	13.362	12.738	12.062	11.368	11.126
	Hat akımı (5-4)	4.390	4.390	4.390	4.390	4.390	4.390	4.390	4.390	4.390
3FT	Arıza akımı (4)	16.914	18.311	18.459	18.894	17.544	17.074	16.201	15.691	15.517
	Hat akımı (3-4)	12.524	13.921	14.114	14.679	13.362	12.738	12.062	11.368	11.126
	Hat akımı (5-4)	4.390	4.390	4.390	4.390	4.390	4.390	4.390	4.390	4.390
3F	Arıza akımı (4)	16.914	18.311	18.459	18.894	17.544	17.074	16.201	15.691	15.517
	Hat akımı (3-4)	12.524	13.921	14.114	14.679	13.362	12.738	12.062	11.368	11.126
	Hat akımı (5-4)	4.390	4.390	4.390	4.390	4.390	4.390	4.390	4.390	4.390
4FT	Arıza akımı (4)	16.914	18.311	18.459	18.894	17.544	17.074	16.201	15.691	15.517
	Hat akımı (3-4)	12.524	13.921	14.114	14.679	13.362	12.738	12.062	11.368	11.126
	Hat akımı (5-4)	4.390	4.390	4.390	4.390	4.390	4.390	4.390	4.390	4.390
5FT	Arıza akımı (4)	18.632	20.171	20.333	20.813	19.325	18.807	17.846	17.284	17.092
	Hat akımı (3-4)	13.808	15.308	15.587	16.252	14.848	14.117	13.465	12.655	12.308
	Hat akımı (5-4)	4.813	4.852	4.770	4.690	4.650	4.731	4.611	4.693	4.775
5F	Arıza akımı (4)	18.835	20.391	20.555	21.040	19.536	19.012	18.040	17.472	17.279
	Hat akımı (3-4)	13.986	15.500	15.790	16.466	15.049	14.307	13.654	12.831	12.473
	Hat akımı (5-4)	4.862	4.906	4.817	4.730	4.685	4.773	4.640	4.729	4.820
6FT	Arıza akımı (4)	16.914	18.311	18.459	18.894	17.544	17.074	16.201	15.691	15.517
	Hat akımı (3-4)	12.524	13.921	14.114	14.679	13.362	12.738	12.062	11.368	11.126
	Hat akımı (5-4)	4.390	4.390	4.390	4.390	4.390	4.390	4.390	4.390	4.390

TABLO B.5: MOD-2 devresinde 5 nolu barada arıza durumu için arıza akımlarının en buyuk değerleri

ARIZA TİPLERİ		ÇALIŞMA NOKTALARI								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	Arıza akımı (5)	4.513	4.738	4.753	4.797	4.575	4.528	4.353	4.304	4.288
	Hat akımı (4-5)	1.964	2.417	2.533	2.851	2.479	2.104	2.137	1.689	1.510
	Hat akımı (6-5)	2.677	2.454	2.482	2.564	2.777	2.702	2.992	2.922	2.899
2FT	Arıza akımı (5)	12.899	13.542	13.585	13.711	13.076	12.943	12.441	12.302	12.255
	Hat akımı (4-5)	5.768	6.412	6.501	6.761	6.154	5.867	5.556	5.236	5.125
	Hat akımı (6-5)	7.130	7.130	7.130	7.130	7.130	7.130	7.130	7.130	7.130
3FT	Arıza akımı (5)	12.899	13.542	13.585	13.711	13.076	12.943	12.441	12.302	12.255
	Hat akımı (4-5)	5.768	6.412	6.501	6.761	6.154	5.867	5.556	5.236	5.125
	Hat akımı (6-5)	7.130	7.130	7.130	7.130	7.130	7.130	7.130	7.130	7.130
3F	Arıza akımı (5)	12.899	13.542	13.585	13.711	13.076	12.943	12.441	12.302	12.255
	Hat akımı (4-5)	5.768	6.412	6.501	6.761	6.154	5.867	5.556	5.236	5.125
	Hat akımı (6-5)	7.130	7.130	7.130	7.130	7.130	7.130	7.130	7.130	7.130
4FT	Arıza akımı (5)	12.899	13.542	13.585	13.711	13.076	12.943	12.441	12.302	12.255
	Hat akımı (4-5)	5.768	6.412	6.501	6.761	6.154	5.867	5.556	5.236	5.125
	Hat akımı (6-5)	7.130	7.130	7.130	7.130	7.130	7.130	7.130	7.130	7.130
5FT	Arıza akımı (5)	14.207	14.916	14.963	15.102	14.402	14.256	13.703	13.550	13.498
	Hat akımı (4-5)	6.363	7.033	7.197	7.526	6.904	6.544	6.293	5.895	5.694
	Hat akımı (6-5)	7.822	7.860	7.780	7.700	7.661	7.741	7.622	7.703	7.784
5F	Arıza akımı (5)	14.363	15.080	15.127	15.268	14.560	14.413	13.854	13.699	13.647
	Hat akımı (4-5)	6.450	7.123	7.296	7.633	7.009	6.641	6.396	5.990	5.777
	Hat akımı (6-5)	7.911	7.954	7.865	7.777	7.733	7.822	7.689	7.778	7.868
6FT	Arıza akımı (5)	12.899	13.542	13.585	13.711	13.076	12.943	12.441	12.302	12.255
	Hat akımı (4-5)	5.768	6.412	6.501	6.761	6.154	5.867	5.556	5.236	5.125
	Hat akımı (6-5)	7.130	7.130	7.130	7.130	7.130	7.130	7.130	7.130	7.130

TABLO B.6: MOD-2 devresinde 6 nolu barada arıza durumu için arıza akımlarının en buyuk değerleri

ARIZA TİPLERİ		ÇALIŞMA NOKTALARI								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	Arıza akımı (6)	6.589	6.711	6.714	6.723	6.602	6.592	6.480	6.471	6.467
	Hat akımı (5-6)	0.998	1.365	1.496	1.833	1.579	1.171	1.376	0.879	0.631
	Hat akımı (7-6)	5.660	5.416	5.432	5.477	5.719	5.675	5.960	5.919	5.905
2FT	Arıza akımı (6)	22.631	23.048	23.059	23.090	22.673	22.641	22.256	22.224	22.213
	Hat akımı (5-6)	3.743	4.161	4.219	4.388	3.994	3.808	3.605	3.398	3.326
	Hat akımı (7-6)	18.887	18.887	18.887	18.887	18.887	18.887	18.887	18.887	18.887
3FT	Arıza akımı (6)	22.631	23.048	23.059	23.090	22.673	22.641	22.256	22.224	22.213
	Hat akımı (5-6)	3.743	4.161	4.219	4.388	3.994	3.808	3.605	3.398	3.326
	Hat akımı (7-6)	18.887	18.887	18.887	18.887	18.887	18.887	18.887	18.887	18.887
3F	Arıza akımı (6)	22.631	23.048	23.059	23.090	22.673	22.641	22.256	22.224	22.213
	Hat akımı (5-6)	3.743	4.161	4.219	4.388	3.994	3.808	3.605	3.398	3.326
	Hat akımı (7-6)	18.887	18.887	18.887	18.887	18.887	18.887	18.887	18.887	18.887
4FT	Arıza akımı (6)	22.631	23.048	23.059	23.090	22.673	22.641	22.256	22.224	22.213
	Hat akımı (5-6)	3.743	4.161	4.219	4.388	3.994	3.808	3.605	3.398	3.326
	Hat akımı (7-6)	18.887	18.887	18.887	18.887	18.887	18.887	18.887	18.887	18.887
5FT	Arıza akımı (6)	29.986	25.447	25.458	25.493	25.033	24.998	24.573	24.537	24.525
	Hat akımı (5-6)	4.148	4.569	4.701	4.932	4.544	4.293	4.163	3.887	3.727
	Hat akımı (7-6)	20.827	20.866	20.783	20.700	20.660	20.743	20.621	20.704	20.787
5F	Arıza akımı (6)	25.200	25.665	25.677	25.712	25.248	25.212	24.784	24.747	24.735
	Hat akımı (5-6)	4.197	4.619	4.758	4.994	4.607	4.350	4.227	3.945	3.777
	Hat akımı (7-6)	21.017	20.061	20.971	20.882	20.838	20.928	20.794	20.884	20.974
6FT	Arıza akımı (6)	22.631	23.048	23.059	23.090	22.673	22.641	22.256	22.224	22.213
	Hat akımı (5-6)	3.743	4.161	4.219	4.388	3.994	3.808	3.605	3.398	3.326
	Hat akımı (7-6)	18.887	18.887	18.887	18.887	18.887	18.887	18.887	18.887	18.887

TABLO B.7: MOD-2 devresinde 7 nolu barada arıza durumu için arıza akımlarının en buyuk değerleri

ARIZA TİPLERİ		ÇALIŞMA NOKTALARI								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	Arıza akımı (7)	5.760	5.939	5.946	5.969	5.791	5.768	5.613	5.589	5.581
	Hat akımı (6-7)	1.355	1.747	1.865	2.182	1.883	1.504	1.623	1.164	0.963
	Hat akımı (8-7)	4.468	4.257	4.272	4.315	4.524	4.482	4.732	4.693	4.680
2FT	Arıza akımı (7)	15.616	16.101	16.122	16.182	15.700	15.637	15.217	15.153	15.131
	Hat akımı (6-7)	4.347	4.832	4.900	5.096	4.638	4.422	4.187	3.946	3.862
	Hat akımı (8-7)	11.269	11.269	11.269	11.269	11.269	11.269	11.269	11.269	11.269
3FT	Arıza akımı (7)	15.616	16.101	16.122	16.182	15.700	15.637	15.217	15.153	15.131
	Hat akımı (6-7)	4.347	4.832	4.900	5.096	4.638	4.422	4.187	3.946	3.862
	Hat akımı (8-7)	11.269	11.269	11.269	11.269	11.269	11.269	11.269	11.269	11.269
3F	Arıza akımı (7)	15.616	16.101	16.122	16.182	15.700	15.637	15.217	15.153	15.131
	Hat akımı (6-7)	4.347	4.832	4.900	5.096	4.638	4.422	4.187	3.946	3.862
	Hat akımı (8-7)	11.269	11.269	11.269	11.269	11.269	11.269	11.269	11.269	11.269
4FT	Arıza akımı (7)	15.616	16.101	16.122	16.182	15.700	15.637	15.217	15.153	15.131
	Hat akımı (6-7)	4.347	4.832	4.900	5.096	4.638	4.422	4.187	3.946	3.862
	Hat akımı (8-7)	11.269	11.269	11.269	11.269	11.269	11.269	11.269	11.269	11.269
5FT	Arıza akımı (7)	17.186	17.720	17.742	17.809	17.278	17.209	16.747	16.676	16.652
	Hat akımı (6-7)	4.828	5.324	5.468	5.730	5.272	4.986	4.822	4.508	4.333
	Hat akımı (8-7)	12.347	12.384	12.305	12.227	12.190	12.268	12.153	12.232	12.311
5F	Arıza akımı (7)	17.390	17.930	17.952	18.020	17.482	17.413	16.945	16.873	16.849
	Hat akımı (6-7)	4.855	5.352	5.499	5.764	5.306	5.017	4.856	4.539	4.359
	Hat akımı (8-7)	12.548	12.593	12.502	12.413	12.368	12.458	12.323	12.414	12.505
6FT	Arıza akımı (7)	15.616	16.101	16.122	16.182	15.700	15.637	15.217	15.153	15.131
	Hat akımı (6-7)	4.347	4.832	4.900	5.096	4.638	4.422	4.187	3.946	3.862
	Hat akımı (8-7)	11.269	11.269	11.269	11.269	11.269	11.269	11.269	11.269	11.269

TABLO B.8:MOD-2 devresinde, 2 nolu barada arıza durumu için arıza sonrası bara gerilimlerinin en büyük değerleri [(bara no) gerilim değeri]

ARIZA TIPI	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	(7)1.012	(2)1.099	(2)1.112	(2)1.151	(2)1.053	(7)1.016	(7)0.991	(6)0.988	(6)0.987
2FT	(6)1.004	(4)1.045	(4)1.053	(2)1.084	(6)1.006	(6)1.005	(6)0.988	(6)0.986	(6)0.986
3FT	(6)1.004	(4)1.045	(4)1.053	(2)1.084	(6)1.006	(6)1.005	(6)0.988	(6)0.986	(6)0.986
3F	(6)1.004	(4)1.045	(4)1.053	(2)1.084	(6)1.006	(6)1.005	(6)0.988	(6)0.986	(6)0.986
4FT	(6)1.004	(4)1.045	(4)1.053	(2)1.084	(6)1.006	(6)1.005	(6)0.988	(6)0.986	(6)0.986
5FT	(6)0.999	(6)1.017	(6)1.017	(6)1.018	(6)1.000	(6)0.999	(6)0.983	(6)0.981	(6)0.981
5F	(6)1.004	(4)1.045	(4)1.053	(2)1.084	(6)1.006	(6)1.005	(6)0.988	(6)0.986	(6)0.986
6FT	(6)0.824	(6)0.824	(6)0.824	(6)0.824	(6)0.824	(6)0.824	(6)0.824	(6)0.824	(6)0.824

TABLO B.9:MOD-2 devresinde, 3 nolu barada arıza durumu için arıza sonrası bara gerilimlerinin en büyük değerleri [(bara no) gerilim değeri]

ARIZA TIPI	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	(3)1.567	(3)1.675	(3)1.685	(4)1.714	(3)1.608	(3)1.577	(3)1.503	(3)1.470	(3)1.459
2FT	(6)1.004	(4)1.045	(4)1.053	(2)1.084	(6)1.006	(6)1.005	(6)0.988	(6)0.986	(6)0.986
3FT	(6)1.004	(4)1.045	(4)1.053	(2)1.084	(6)1.006	(6)1.005	(6)0.988	(6)0.986	(6)0.986
3F	(6)1.004	(4)1.045	(4)1.053	(2)1.084	(6)1.006	(6)1.005	(6)0.988	(6)0.986	(6)0.986
4FT	(6)1.004	(4)1.045	(4)1.053	(2)1.084	(6)1.006	(6)1.005	(6)0.988	(6)0.986	(6)0.986
5FT	(3)1.149	(3)1.229	(4)1.236	(4)1.264	(3)1.180	(3)1.157	(3)1.102	(3)1.078	(3)1.070
5F	(6)1.004	(4)1.045	(4)1.053	(2)1.084	(6)1.006	(6)1.005	(6)0.988	(6)0.986	(6)0.986
6FT	(2)0.750	(2)0.834	(2)0.846	(2)0.879	(2)0.800	(2)0.763	(6)0.736	(6)0.736	(6)0.736

TABLO B.10:MOD-2 devresinde, 4 nolu barada arıza durumu için arıza sonrası bara gerilimlerinin en büyük değerleri [(bara no) gerilim değeri]

ARIZA TIPI	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	(3)1.611	(3)1.731	(3)1.743	(4)1.781	(3)1.660	(3)1.624	(3)1.544	(3)1.505	(3)1.491
2FT	(6)1.004	(4)1.045	(4)1.053	(2)1.084	(6)1.006	(6)1.005	(6)0.988	(6)0.986	(6)0.986
3FT	(6)1.004	(4)1.045	(4)1.053	(2)1.084	(6)1.006	(6)1.005	(6)0.988	(6)0.986	(6)0.986
3F	(6)1.004	(4)1.045	(4)1.053	(2)1.084	(6)1.006	(6)1.005	(6)0.988	(6)0.986	(6)0.986
4FT	(6)1.004	(4)1.045	(4)1.053	(2)1.084	(6)1.006	(6)1.005	(6)0.988	(6)0.986	(6)0.986
5FT	(3)1.152	(3)1.235	(4)1.244	(4)1.273	(3)1.185	(3)1.161	(3)1.105	(3)1.079	(3)1.070
5F	(6)1.004	(4)1.045	(4)1.053	(2)1.084	(6)1.006	(6)1.005	(6)0.988	(6)0.986	(6)0.986
6FT	(6)0.780	(6)0.780	(6)0.780	(6)0.780	(6)0.780	(6)0.780	(6)0.780	(6)0.780	(6)0.780

TABLO B.11:MOD-2 devresinde, 5 nolu barada arıza durumu için arıza sonrası bara gerilimlerinin en büyük değerleri [(bara no) gerilim değeri]

ARIZA TIPI	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	(5)1.623	(5)1.704	(5)1.710	(5)1.726	(5)1.646	(5)1.629	(5)1.566	(5)1.548	(5)1.542
2FT	(6)1.004	(4)1.045	(4)1.053	(2)1.084	(6)1.006	(6)1.005	(6)0.988	(6)0.986	(6)0.986
3FT	(6)1.004	(4)1.045	(4)1.053	(2)1.084	(6)1.006	(6)1.005	(6)0.988	(6)0.986	(6)0.986
3F	(6)1.004	(4)1.045	(4)1.053	(2)1.084	(6)1.006	(6)1.005	(6)0.988	(6)0.986	(6)0.986
4FT	(6)1.004	(4)1.045	(4)1.053	(2)1.084	(6)1.006	(6)1.005	(6)0.988	(6)0.986	(6)0.986
5FT	(5)1.161	(5)1.219	(5)1.223	(5)1.235	(5)1.177	(5)1.165	(5)1.120	(5)1.108	(5)1.104
5F	(6)1.004	(4)1.045	(4)1.053	(2)1.084	(6)1.006	(6)1.005	(6)0.988	(6)0.986	(6)0.986
6FT	(2)0.809	(2)0.899	(2)0.912	(2)0.948	(2)0.863	(2)0.823	(2)0.779	(2)0.734	(2)0.719

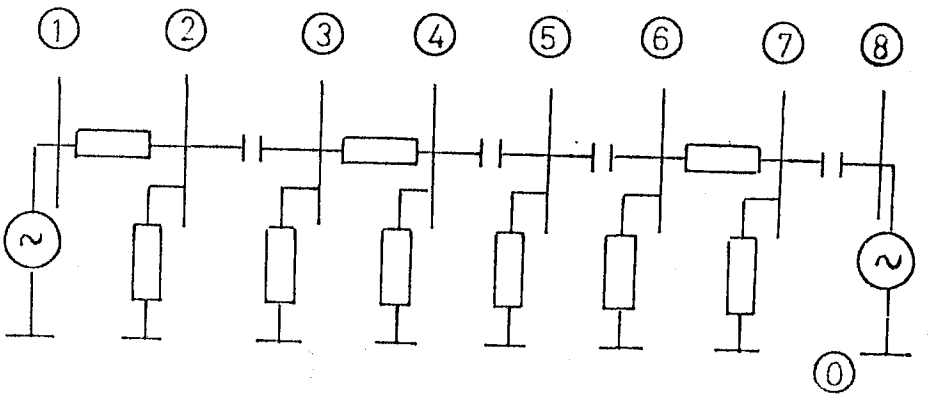
TABLO B.12:MOD-2 devresinde, 6 nolu barada arıza durumu için arıza sonrası bara gerilimlerinin en büyük değerleri [(bara no) gerilim değeri]

ARIZA TIPI	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	(6)1.716	(7)1.759	(7)1.760	(7)1.765	(7)1.721	(6)1.717	(6)1.688	(6)1.685	(6)1.684
2FT	(6)1.004	(4)1.045	(4)1.053	(2)1.084	(6)1.006	(6)1.005	(6)0.988	(6)0.986	(6)0.986
3FT	(6)1.004	(4)1.045	(4)1.053	(2)1.084	(6)1.006	(6)1.005	(6)0.988	(6)0.986	(6)0.986
3F	(6)1.004	(4)1.045	(4)1.053	(2)1.084	(6)1.006	(6)1.005	(6)0.988	(6)0.986	(6)0.986
4FT	(6)1.004	(4)1.045	(4)1.053	(2)1.084	(6)1.006	(6)1.005	(6)0.988	(6)0.986	(6)0.986
5FT	(6)1.190	(7)1.221	(7)1.222	(7)1.226	(6)1.192	(6)1.190	(6)1.170	(6)1.168	(6)1.168
5F	(6)1.004	(4)1.045	(4)1.053	(2)1.084	(6)1.006	(6)1.005	(6)0.988	(6)0.986	(6)0.986
6FT	(2)0.853	(2)0.948	(2)0.961	(2)0.999	(2)0.910	(2)0.867	(2)0.821	(2)0.774	(2)0.758

TABLO B.13:MOD-2 devresinde, 7 nolu barada arıza durumu için arıza sonrası bara gerilimlerinin en büyük değerleri [(bara no) gerilim değeri]

ARIZA TIPI	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	(7)1.631	(7)1.628	(7)1.684	(7)1.690	(7)1.640	(7)1.663	(6)1.596	(6)1.592	(6)1.591
2FT	(6)1.004	(4)1.045	(4)1.053	(2)1.084	(6)1.006	(6)1.005	(6)0.988	(6)0.986	(6)0.986
3FT	(6)1.004	(4)1.045	(4)1.053	(2)1.084	(6)1.006	(6)1.005	(6)0.988	(6)0.986	(6)0.986
3F	(6)1.004	(4)1.045	(4)1.053	(2)1.084	(6)1.006	(6)1.005	(6)0.988	(6)0.986	(6)0.986
4FT	(6)1.004	(4)1.045	(4)1.053	(2)1.084	(6)1.006	(6)1.005	(6)0.988	(6)0.986	(6)0.986
5FT	(6)1.181	(7)1.216	(7)1.217	(7)1.222	(7)1.185	(6)1.182	(6)1.160	(6)1.158	(6)1.157
5F	(6)1.004	(4)1.045	(4)1.053	(2)1.084	(6)1.006	(6)1.005	(6)0.988	(6)0.986	(6)0.986
6FT	(2)0.839	(2)0.933	(2)0.946	(2)0.984	(2)0.895	(2)0.854	(2)0.808	(2)0.762	(2)0.746

EK C: MOD-3 devresi için düzenlenmiş arıza analizi sonuçları



MOD 3

TABLO C.1: MOD-3 devresinde dokuz ayrı çalışma noktası için arıza öncesi bara gerilimleri

BARA NO	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V(1)	0.8929	0.9984	1.0138	1.0585	0.9597	0.9101	0.8624	0.8068	0.7874
V(2)	0.9017	1.0000	1.0133	1.0522	0.9593	0.9165	0.8677	0.8200	0.8035
V(3)	0.8971	0.9977	1.0116	1.0524	0.9577	0.9126	0.8642	0.8140	0.7966
V(4)	0.9737	1.0136	1.0158	1.0223	0.9827	0.9760	0.9433	0.9362	0.9339
V(5)	0.9692	1.0167	1.0197	1.0289	0.9820	0.9724	0.9352	0.9251	0.9217
V(6)	0.9595	1.0143	1.0184	1.0306	0.9767	0.9638	0.9229	0.9092	0.9046
V(7)	1.0000	0.9924	0.9925	0.9927	1.0003	1.0001	1.0079	1.0077	1.0076
V(8)	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

TABLO C.2: MOD-3 devresinde 2 nolu barada arıza durumu için arıza akımlarının en buyuk değerleri

ARIZA TİPLERİ		ÇALIŞMA NOKTALARI								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	Arıza akımı (2)	50.879	56.421	57.172	59.368	54.129	51.710	48.956	46.268	45.337
	Hat akımı (1-2)	47.542	53.109	53.913	56.257	51.035	48.439	45.894	42.989	41.976
	Hat akımı (3-2)	3.336	3.312	3.312	3.313	3.337	3.337	3.362	3.361	3.361
2FT	Arıza akımı (2)	45.663	50.637	51.311	53.282	48.580	46.410	43.938	41.525	40.689
	Hat akımı (1-2)	42.100	47.074	47.798	49.908	45.247	42.908	40.660	38.040	37.126
	Hat akımı (3-2)	3.563	3.563	3.563	3.563	3.563	3.563	3.563	3.563	3.563
3FT	Arıza akımı (2)	45.663	50.637	51.311	53.282	48.580	46.410	43.938	41.525	40.689
	Hat akımı (1-2)	42.100	47.074	47.798	49.908	45.247	42.908	40.660	38.040	37.126
	Hat akımı (3-2)	3.563	3.563	3.563	3.563	3.563	3.563	3.563	3.563	3.563
3F	Arıza akımı (2)	45.663	50.637	51.311	53.282	48.580	46.410	43.938	41.525	40.689
	Hat akımı (1-2)	42.100	47.074	47.798	49.908	45.247	42.908	40.660	38.040	37.126
	Hat akımı (3-2)	3.563	3.563	3.563	3.563	3.563	3.563	3.563	3.563	3.563
4FT	Arıza akımı (2)	45.663	50.637	51.311	53.282	48.580	46.410	43.938	41.525	40.689
	Hat akımı (1-2)	42.100	47.074	47.798	49.908	45.247	42.908	40.660	38.040	37.126
	Hat akımı (3-2)	3.563	3.563	3.563	3.563	3.563	3.563	3.563	3.563	3.563
5FT	Arıza akımı (2)	55.266	61.286	62.102	64.487	58.796	56.169	53.178	50.258	49.246
	Hat akımı (1-2)	52.120	58.186	59.057	61.598	55.904	53.092	50.297	47.152	46.055
	Hat akımı (3-2)	3.146	3.100	3.101	3.104	3.149	3.147	3.195	3.192	3.191
5F	Arıza akımı (2)	50.848	56.387	57.138	59.332	54.096	51.679	48.927	46.241	45.310
	Hat akımı (1-2)	46.933	52.428	53.311	55.707	50.570	47.918	45.516	42.550	41.437
	Hat akımı (3-2)	3.889	3.928	3.845	3.764	3.723	3.805	3.682	3.766	3.851
6FT	Arıza akımı (2)	45.663	50.637	51.311	53.282	48.580	46.410	43.938	41.525	40.689
	Hat akımı (1-2)	42.100	47.074	47.798	49.908	45.247	42.908	40.660	38.040	37.126
	Hat akımı (3-2)	3.563	3.563	3.563	3.563	3.563	3.563	3.563	3.563	3.563

TABLO C.3: MOD-3 devresinde 3 nolu barada arıza durumu için arıza akımlarının en buyuk değerleri

ARIZA TİPLERİ		ÇALIŞMA NOKTALARI								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	Arıza akımı (3)	80.610	89.642	90.898	94.563	86.049	82.003	77.652	73.143	71.577
	Hat akımı (2-3)	77.145	86.179	87.485	91.289	82.814	78.600	74.471	69.755	68.111
	Hat akımı (4-3)	3.466	3.464	3.464	3.464	3.466	3.466	3.468	3.468	3.468
2FT	Arıza akımı (3)	67.533	75.101	76.152	79.223	72.090	68.701	65.055	61.278	59.966
	Hat akımı (2-3)	64.052	71.619	72.721	75.931	68.840	65.282	61.861	57.876	56.485
	Hat akımı (4-3)	3.482	3.482	3.482	3.482	3.482	3.482	3.482	3.482	3.482
3FT	Arıza akımı (3)	67.533	75.101	76.152	79.223	72.090	68.701	65.055	61.278	59.966
	Hat akımı (2-3)	64.052	71.619	72.721	75.931	68.840	65.282	61.861	57.876	56.485
	Hat akımı (4-3)	3.482	3.482	3.482	3.482	3.482	3.482	3.482	3.482	3.482
3F	Arıza akımı (3)	67.533	75.101	76.152	79.223	72.090	68.701	65.055	61.278	59.966
	Hat akımı (2-3)	64.052	71.619	72.721	75.931	68.840	65.282	61.861	57.876	56.485
	Hat akımı (4-3)	3.482	3.482	3.482	3.482	3.482	3.482	3.482	3.482	3.482
4FT	Arıza akımı (3)	67.533	75.101	76.152	79.223	72.090	68.701	65.055	61.278	59.966
	Hat akımı (2-3)	64.052	71.619	72.721	75.931	68.840	65.282	61.861	57.876	56.485
	Hat akımı (4-3)	3.482	3.482	3.482	3.482	3.482	3.482	3.482	3.482	3.482
5FT	Arıza akımı (3)	125.527	139.593	141.548	147.256	133.998	127.698	120.921	113.901	111.462
	Hat akımı (2-3)	122.119	136.192	138.197	144.046	130.819	124.351	117.790	110.562	108.045
	Hat akımı (4-3)	3.413	3.405	3.405	3.405	3.413	3.413	3.421	3.421	3.421
5F	Arıza akımı (3)	75.202	83.628	84.799	88.219	80.276	76.502	72.443	68.236	66.776
	Hat akımı (2-3)	71.405	79.791	81.096	84.719	76.872	72.860	69.152	64.663	63.019
	Hat akımı (4-3)	3.823	3.866	3.778	3.691	3.646	3.734	3.603	3.692	3.782
6FT	Arıza akımı (3)	67.533	75.101	76.152	79.223	72.090	68.701	65.055	61.278	59.966
	Hat akımı (2-3)	64.052	71.619	72.721	75.931	68.840	65.282	61.861	57.876	56.485
	Hat akımı (4-3)	3.482	3.482	3.482	3.482	3.482	3.482	3.482	3.482	3.482

TABLO C.4: MOD-3 devresinde 4 nolu barada arıza durumu için arıza akımlarının en buyuk değerleri

ARIZA TİPLERİ		ÇALIŞMA NOKTALARI								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	Arıza akımı (4)	3.949	4.110	4.119	4.146	3.985	3.958	3.825	3.797	3.787
	Hat akımı (3-4)	1.348	1.762	1.893	2.240	1.930	1.514	1.668	1.161	0.933
	Hat akımı (5-4)	2.735	2.488	2.522	2.621	2.857	2.766	3.095	3.011	2.983
2FT	Arıza akımı (4)	13.435	13.986	14.016	14.105	13.560	13.467	13.015	12.918	12.885
	Hat akımı (3-4)	4.656	5.206	5.286	5.520	5.004	4.745	4.497	4.207	4.106
	Hat akımı (5-4)	8.779	8.779	8.779	8.779	8.779	8.779	8.779	8.779	8.779
3FT	Arıza akımı (4)	13.435	13.986	14.016	14.105	13.560	13.467	13.015	12.918	12.885
	Hat akımı (3-4)	4.656	5.206	5.286	5.520	5.004	4.745	4.497	4.207	4.106
	Hat akımı (5-4)	8.779	8.779	8.779	8.779	8.779	8.779	8.779	8.779	8.779
3F	Arıza akımı (4)	13.435	13.986	14.016	14.105	13.560	13.467	13.015	12.918	12.885
	Hat akımı (3-4)	4.656	5.206	5.286	5.520	5.004	4.745	4.497	4.207	4.106
	Hat akımı (5-4)	8.779	8.779	8.779	8.779	8.779	8.779	8.779	8.779	8.779
4FT	Arıza akımı (4)	13.435	13.986	14.016	14.105	13.560	13.467	13.015	12.918	12.885
	Hat akımı (3-4)	4.656	5.206	5.286	5.520	5.004	4.745	4.497	4.207	4.106
	Hat akımı (5-4)	8.779	8.779	8.779	8.779	8.779	8.779	8.779	8.779	8.779
5FT	Arıza akımı (4)	14.832	15.439	15.473	15.572	14.970	14.867	14.368	14.261	14.225
	Hat akımı (3-4)	5.143	5.710	5.865	6.164	5.643	5.315	5.132	4.770	4.578
	Hat akımı (5-4)	9.667	9.707	9.623	9.539	9.498	9.582	9.458	9.542	9.627
5F	Arıza akımı (4)	14.961	15.574	15.607	15.707	15.100	14.996	14.493	14.385	14.349
	Hat akımı (3-4)	5.239	5.809	5.975	6.284	5.762	5.424	5.250	4.877	4.671
	Hat akımı (5-4)	9.750	9.794	9.704	9.614	9.569	9.659	9.524	9.615	9.706
6FT	Arıza akımı (4)	13.435	13.986	14.016	14.105	13.560	13.467	13.015	12.918	12.885
	Hat akımı (3-4)	4.656	5.206	5.286	5.520	5.004	4.745	4.497	4.207	4.106
	Hat akımı (5-4)	8.779	8.779	8.779	8.779	8.779	8.779	8.779	8.779	8.779

TABLO C.5: MOD-3 devresinde 5 nolu barada arıza durumu için arıza akımlarının en buyuk değerleri

ARIZA TİPLERİ		ÇALIŞMA NOKTALARI								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	Arıza akımı (5)	3.855	4.044	4.056	4.093	3.906	3.868	3.720	3.680	3.666
	Hat akımı (4-5)	1.405	1.835	1.970	2.328	2.007	1.577	1.733	1.210	0.975
	Hat akımı (6-5)	2.451	2.210	2.246	2.351	2.579	2.483	2.809	2.722	2.692
2FT	Arıza akımı (5)	12.594	13.211	13.251	13.370	12.761	12.636	12.152	12.021	11.977
	Hat akımı (4-5)	5.222	5.839	5.929	6.190	5.612	5.322	5.043	4.718	4.605
	Hat akımı (6-5)	7.372	7.372	7.372	7.372	7.372	7.372	7.372	7.372	7.372
3FT	Arıza akımı (5)	12.594	13.211	13.251	13.370	12.761	12.636	12.152	12.021	11.977
	Hat akımı (4-5)	5.222	5.839	5.929	6.190	5.612	5.322	5.043	4.718	4.605
	Hat akımı (6-5)	7.372	7.372	7.372	7.372	7.372	7.372	7.372	7.372	7.372
3F	Arıza akımı (5)	12.594	13.211	13.251	13.370	12.761	12.636	12.152	12.021	11.977
	Hat akımı (4-5)	5.222	5.839	5.929	6.190	5.612	5.322	5.043	4.718	4.605
	Hat akımı (6-5)	7.372	7.372	7.372	7.372	7.372	7.372	7.372	7.372	7.372
4FT	Arıza akımı (5)	12.594	13.211	13.251	13.370	12.761	12.636	12.152	12.021	11.977
	Hat akımı (4-5)	5.222	5.839	5.929	6.190	5.612	5.322	5.043	4.718	4.605
	Hat akımı (6-5)	7.372	7.372	7.372	7.372	7.372	7.372	7.372	7.372	7.372
5FT	Arıza akımı (5)	13.897	14.577	14.621	14.753	14.081	13.943	13.409	13.264	13.216
	Hat akımı (4-5)	5.794	6.435	6.604	6.936	6.346	5.981	5.767	5.363	5.154
	Hat akımı (6-5)	8.103	8.142	8.059	7.976	7.936	8.019	7.896	7.980	8.064
5F	Arıza akımı (5)	14.024	14.711	14.756	14.888	14.210	14.071	13.532	13.386	13.337
	Hat akımı (4-5)	5.841	6.484	6.658	6.995	6.404	6.034	5.824	5.415	5.199
	Hat akımı (6-5)	8.153	8.196	8.108	8.021	7.977	8.065	7.934	8.022	8.111
6FT	Arıza akımı (5)	12.594	13.211	13.251	13.370	12.761	12.636	12.152	12.021	11.977
	Hat akımı (4-5)	5.222	5.839	5.929	6.190	5.612	5.322	5.043	4.718	4.605
	Hat akımı (6-5)	7.372	7.372	7.372	7.372	7.372	7.372	7.372	7.372	7.372

TABLO C.6: MOD-3 devresinde 6 nolu barada arıza durumu için arıza akımlarının en buyuk değerleri

ARIZA TİPLERİ		ÇALIŞMA NOKTALARI								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	Arıza akımı (6)	3.823	4.042	4.058	4.107	3.892	3.841	3.678	3.623	3.605
	Hat akımı (5-6)	1.614	2.071	2.207	2.571	2.220	1.785	1.913	1.385	1.157
	Hat akımı (7-6)	2.339	2.108	2.143	2.244	2.463	2.371	2.683	2.599	2.570
2FT	Arıza akımı (6)	12.364	13.070	13.123	13.281	12.586	12.420	11.893	11.716	11.657
	Hat akımı (5-6)	5.981	6.687	6.790	7.090	6.428	6.096	5.776	5.404	5.274
	Hat akımı (7-6)	6.383	6.383	6.383	6.383	6.383	6.383	6.383	6.383	6.383
3FT	Arıza akımı (6)	12.364	13.070	13.123	13.281	12.586	12.420	11.893	11.716	11.657
	Hat akımı (5-6)	5.981	6.687	6.790	7.090	6.428	6.096	5.776	5.404	5.274
	Hat akımı (7-6)	6.383	6.383	6.383	6.383	6.383	6.383	6.383	6.383	6.383
3F	Arıza akımı (6)	12.364	13.070	13.123	13.281	12.586	12.420	11.893	11.716	11.657
	Hat akımı (5-6)	5.981	6.687	6.790	7.090	6.428	6.096	5.776	5.404	5.274
	Hat akımı (7-6)	6.383	6.383	6.383	6.383	6.383	6.383	6.383	6.383	6.383
4FT	Arıza akımı (6)	12.364	13.070	13.123	13.281	12.586	12.420	11.893	11.716	11.657
	Hat akımı (5-6)	5.981	6.687	6.790	7.090	6.428	6.096	5.776	5.404	5.274
	Hat akımı (7-6)	6.383	6.383	6.383	6.383	6.383	6.383	6.383	6.383	6.383
5FT	Arıza akımı (6)	13.641	14.420	14.479	14.653	13.886	13.703	13.121	12.927	12.861
	Hat akımı (5-6)	6.637	7.378	7.562	7.937	7.254	6.842	6.584	6.127	5.898
	Hat akımı (7-6)	6.982	7.020	6.940	6.860	6.822	6.902	6.783	6.864	6.945
5F	Arıza akımı (6)	13.768	14.554	14.613	14.789	14.015	13.830	13.243	13.047	12.981
	Hat akımı (5-6)	6.717	7.460	7.652	8.034	7.349	6.929	6.676	6.211	5.973
	Hat akımı (7-6)	7.079	7.123	7.033	6.943	6.898	6.988	6.853	6.944	7.035
6FT	Arıza akımı (6)	12.364	13.070	13.123	13.281	12.586	12.420	11.893	11.716	11.657
	Hat akımı (5-6)	5.981	6.687	6.790	7.090	6.428	6.096	5.776	5.404	5.274
	Hat akımı (7-6)	6.383	6.383	6.383	6.383	6.383	6.383	6.383	6.383	6.383

TABLO C.7: MOD-3 devresinde 7 nolu barada arıza durumu için arıza akımlarının en buyuk değerleri

ARIZA TİPLERİ		ÇALIŞMA NOKTALARI								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	Arıza akımı (7)	43.803	43.470	43.474	43.485	43.817	43.806	44.149	44.139	44.135
	Hat akımı (6-7)	2.330	2.662	2.719	2.884	2.580	2.395	2.284	2.073	1.998
	Hat akımı (8-7)	46.104	46.104	46.104	46.104	46.104	46.104	46.104	46.104	46.104
2FT	Arıza akımı (7)	43.321	42.992	42.995	43.006	43.334	43.324	43.663	43.653	43.649
	Hat akımı (6-7)	2.784	3.113	3.160	3.300	2.992	2.837	2.688	2.515	2.455
	Hat akımı (8-7)	46.104	46.104	46.104	46.104	46.104	46.104	46.104	46.104	46.104
3FT	Arıza akımı (7)	43.321	42.992	42.995	43.006	43.334	43.324	43.663	43.653	43.649
	Hat akımı (6-7)	2.784	3.113	3.160	3.300	2.992	2.837	2.688	2.515	2.455
	Hat akımı (8-7)	46.104	46.104	46.104	46.104	46.104	46.104	46.104	46.104	46.104
3F	Arıza akımı (7)	43.321	42.992	42.995	43.006	43.334	43.324	43.663	43.653	43.649
	Hat akımı (6-7)	2.784	3.113	3.160	3.300	2.992	2.837	2.688	2.515	2.455
	Hat akımı (8-7)	46.104	46.104	46.104	46.104	46.104	46.104	46.104	46.104	46.104
4FT	Arıza akımı (7)	43.321	42.992	42.995	43.006	43.334	43.324	43.663	43.653	43.649
	Hat akımı (6-7)	2.784	3.113	3.160	3.300	2.992	2.837	2.688	2.515	2.455
	Hat akımı (8-7)	46.104	46.104	46.104	46.104	46.104	46.104	46.104	46.104	46.104
5FT	Arıza akımı (7)	43.825	43.493	43.496	43.507	43.839	43.829	44.172	44.162	44.158
	Hat akımı (6-7)	2.309	2.641	2.699	2.864	2.561	2.374	2.266	2.053	1.976
	Hat akımı (8-7)	46.104	46.104	46.104	46.104	46.104	46.104	46.104	46.104	46.104
5F	Arıza akımı (7)	48.240	47.873	47.877	47.889	48.255	48.244	48.621	48.610	48.606
	Hat akımı (6-7)	3.129	3.450	3.579	3.783	3.492	3.270	3.207	2.965	2.808
	Hat akımı (8-7)	51.339	51.295	51.386	51.477	51.521	51.430	51.565	51.474	51.383
6FT	Arıza akımı (7)	43.321	42.992	42.995	43.006	43.334	43.324	43.663	43.653	43.649
	Hat akımı (6-7)	2.784	3.113	3.160	3.300	2.992	2.837	2.688	2.515	2.455
	Hat akımı (8-7)	46.104	46.104	46.104	46.104	46.104	46.104	46.104	46.104	46.104

TABLO C.8:MOD-3 devresinde, 2 nolu barada arıza durumu için arıza sonrası bara gerilimlerinin en büyük değerleri [(bara no) gerilim değeri]

ARIZA TIPI	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	(7)1.066	(7)1.065	(3)1.077	(3)1.121	(7)1.066	(7)1.066	(7)1.066	(7)1.066	(7)1.066
2FT	(7)1.070	(7)1.070	(7)1.070	(7)1.070	(7)1.070	(7)1.070	(7)1.070	(7)1.070	(7)1.070
3FT	(7)1.070	(7)1.070	(7)1.070	(7)1.070	(7)1.070	(7)1.070	(7)1.070	(7)1.070	(7)1.070
3F	(7)1.070	(7)1.070	(7)1.070	(7)1.070	(7)1.070	(7)1.070	(7)1.070	(7)1.070	(7)1.070
4FT	(7)1.070	(7)1.070	(7)1.070	(7)1.070	(7)1.070	(7)1.070	(7)1.070	(7)1.070	(7)1.070
5FT	(7)1.074	(7)1.074	(7)1.075	(7)1.076	(7)1.076	(7)1.075	(7)1.075	(7)1.074	(7)1.073
5F	(7)1.077	(7)1.078	(7)1.080	(7)1.082	(7)1.081	(7)1.079	(7)1.080	(7)1.078	(7)1.076
6FT	(7)1.070	(7)1.070	(7)1.070	(7)1.070	(7)1.070	(7)1.070	(7)1.070	(7)1.070	(7)1.070

TABLO C.9:MOD-3 devresinde, 3 nolu barada arıza durumu için arıza sonrası bara gerilimlerinin en büyük değerleri [(bara no) gerilim değeri]

ARIZA TIPI	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	(7)1.067	(3)1.107	(3)1.122	(3)1.168	(7)1.067	(7)1.067	(7)1.067	(7)1.067	(7)1.067
2FT	(7)1.068	(7)1.068	(7)1.068	(7)1.068	(7)1.068	(7)1.068	(7)1.068	(7)1.068	(7)1.068
3FT	(7)1.068	(7)1.068	(7)1.068	(7)1.068	(7)1.068	(7)1.068	(7)1.068	(7)1.068	(7)1.068
3F	(7)1.068	(7)1.068	(7)1.068	(7)1.068	(7)1.068	(7)1.068	(7)1.068	(7)1.068	(7)1.068
4FT	(7)1.068	(7)1.068	(7)1.068	(7)1.068	(7)1.068	(7)1.068	(7)1.068	(7)1.068	(7)1.068
5FT	(7)1.068	(7)1.068	(7)1.069	(7)1.069	(7)1.069	(7)1.069	(7)1.069	(7)1.069	(7)1.068
5F	(7)1.075	(7)1.075	(7)1.078	(7)1.080	(7)1.079	(7)1.077	(7)1.078	(7)1.076	(7)1.074
6FT	(7)1.068	(7)1.068	(7)1.068	(7)1.068	(7)1.068	(7)1.068	(7)1.068	(7)1.068	(7)1.068

TABLO C.10:MOD-3 devresinde, 4 nolu barada arıza durumu için arıza sonrası bara gerilimlerinin en büyük değerleri [(bara no) gerilim değeri]

ARIZA TIPI	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	(4)1.661	(5)1.733	(5)1.737	(5)1.751	(4)1.677	(4)1.665	(4)1.609	(4)1.597	(4)1.593
2FT	(7)1.185	(7)1.185	(7)1.185	(7)1.185	(7)1.185	(7)1.185	(7)1.185	(7)1.185	(7)1.185
3FT	(7)1.185	(7)1.185	(7)1.185	(7)1.185	(7)1.185	(7)1.185	(7)1.185	(7)1.185	(7)1.185
3F	(7)1.185	(7)1.185	(7)1.185	(7)1.185	(7)1.185	(7)1.185	(7)1.185	(7)1.185	(7)1.185
4FT	(7)1.185	(7)1.185	(7)1.185	(7)1.185	(7)1.185	(7)1.185	(7)1.185	(7)1.185	(7)1.185
5FT	(7)1.203	(5)1.204	(5)1.207	(6)1.218	(7)1.206	(7)1.204	(7)1.206	(7)1.204	(7)1.202
5F	(7)1.204	(7)1.205	(7)1.207	(7)1.209	(7)1.209	(7)1.207	(7)1.208	(7)1.206	(7)1.204
6FT	(7)1.185	(7)1.185	(7)1.185	(7)1.185	(7)1.185	(7)1.185	(7)1.185	(7)1.185	(7)1.185

TABLO C.11:MOD-3 devresinde, 5 nolu barada arıza durumu için arıza sonrası bara gerilimlerinin en büyük değerleri [(bara no) gerilim değeri]

ARIZA TIPI	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	(4)1.645	(5)1.722	(5)1.727	(5)1.743	(5)1.663	(4)1.650	(4)1.591	(4)1.577	(4)1.572
2FT	(7)1.155	(7)1.155	(7)1.155	(7)1.155	(7)1.155	(7)1.155	(7)1.155	(7)1.155	(7)1.155
3FT	(7)1.155	(7)1.155	(7)1.155	(7)1.155	(7)1.155	(7)1.155	(7)1.155	(7)1.155	(7)1.155
3F	(7)1.155	(7)1.155	(7)1.155	(7)1.155	(7)1.155	(7)1.155	(7)1.155	(7)1.155	(7)1.155
4FT	(7)1.155	(7)1.155	(7)1.155	(7)1.155	(7)1.155	(7)1.155	(7)1.155	(7)1.155	(7)1.155
5FT	(7)1.169	(5)1.204	(5)1.207	(6)1.219	(7)1.173	(7)1.171	(7)1.172	(7)1.170	(7)1.168
5F	(7)1.171	(7)1.172	(7)1.174	(7)1.176	(7)1.175	(7)1.173	(7)1.174	(7)1.172	(7)1.170
6FT	(7)1.155	(7)1.155	(7)1.155	(7)1.155	(7)1.155	(7)1.155	(7)1.155	(7)1.155	(7)1.155

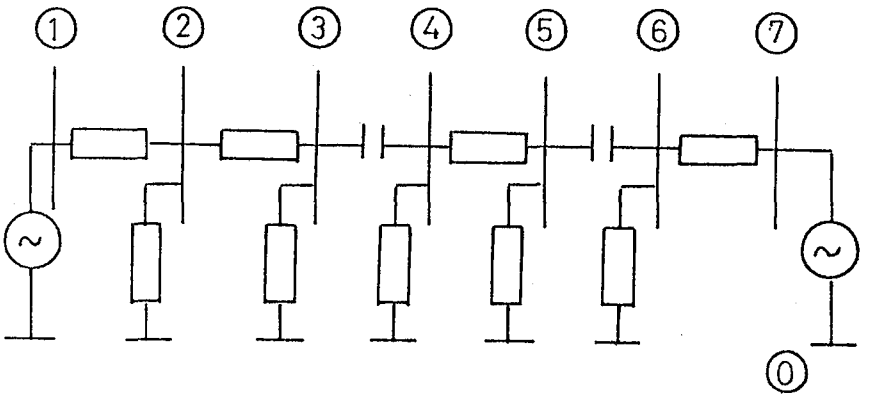
TABLO C.12:MOD-3 devresinde, 6 nolu barada arıza durumu için arıza sonrası bara gerilimlerinin en büyük değerleri [(bara no) gerilim değeri]

ARIZA TIPI	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	(4)1.636	(5)1.719	(5)1.725	(6)1.743	(5)1.658	(4)1.641	(4)1.580	(4)1.564	(4)1.558
2FT	(7)1.133	(7)1.133	(7)1.133	(7)1.133	(7)1.133	(7)1.133	(7)1.133	(7)1.133	(7)1.133
3FT	(7)1.133	(7)1.133	(7)1.133	(7)1.133	(7)1.133	(7)1.133	(7)1.133	(7)1.133	(7)1.133
3F	(7)1.133	(7)1.133	(7)1.133	(7)1.133	(7)1.133	(7)1.133	(7)1.133	(7)1.133	(7)1.133
4FT	(7)1.133	(7)1.133	(7)1.133	(7)1.133	(7)1.133	(7)1.133	(7)1.133	(7)1.133	(7)1.133
5FT	(4)1.150	(5)1.203	(5)1.207	(6)1.220	(4)1.162	(4)1.153	(7)1.148	(7)1.146	(7)1.144
5F	(7)1.146	(7)1.147	(7)1.149	(7)1.151	(7)1.151	(7)1.149	(7)1.150	(7)1.148	(7)1.146
6FT	(7)1.133	(7)1.133	(7)1.133	(7)1.133	(7)1.133	(7)1.133	(7)1.133	(7)1.133	(7)1.133

TABLO C.13:MOD-3 devresinde, 7 nolu barada arıza durumu için arıza sonrası bara gerilimlerinin en büyük değerleri [(bara no) gerilim değeri]

ARIZA TIPI	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	(6)1.010	(6)1.065	(6)1.069	(6)1.080	(6)1.026	(6)1.014	(7)1.014	(7)1.013	(7)1.013
2FT	(7)1.000	(5)1.017	(5)1.020	(3)1.052	(7)1.000	(7)1.000	(7)1.008	(7)1.008	(7)1.008
3FT	(7)1.000	(5)1.017	(5)1.020	(3)1.052	(7)1.000	(7)1.000	(7)1.008	(7)1.008	(7)1.008
3F	(7)1.000	(5)1.017	(5)1.020	(3)1.052	(7)1.000	(7)1.000	(7)1.008	(7)1.008	(7)1.008
4FT	(7)1.000	(5)1.017	(5)1.020	(3)1.052	(7)1.000	(7)1.000	(7)1.008	(7)1.008	(7)1.008
5FT	(6)1.013	(6)1.067	(6)1.071	(6)1.082	(6)1.029	(6)1.017	(7)0.996	(7)0.996	(7)0.996
5F	(7)1.000	(5)1.017	(5)1.020	(3)1.052	(7)1.000	(7)1.000	(7)1.008	(7)1.008	(7)1.008
6FT	(3)0.854	(3)0955	(3)0.969	(3)1.012	(3)0.917	(3)0.870	(3)0.824	(3)0.771	(3)0.753

EK D: MOD-4 devresi için düzenlenmiş arıza analizi sonuçları



MOD 4

TABLO D.1: MOD-4 devresinde dokuz ayrı çalışma noktası için arıza öncesi bara gerilimleri

BARA NO	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V(1)	0.9803	1.0858	1.0999	1.1412	1.0414	0.9960	0.9429	0.8924	0.8749
V(2)	0.9834	1.0816	1.0939	1.1301	1.0365	0.9970	0.9438	0.9002	0.8853
V(3)	0.9973	1.0548	1.0591	1.0720	1.0155	1.0019	0.9592	0.9447	0.9398
V(4)	0.9941	1.0641	1.0705	1.0893	1.0211	1.0009	0.9531	0.9315	0.9241
V(5)	1.0011	1.0299	1.0310	1.0343	1.0057	1.0022	0.9770	0.9734	0.9723
V(6)	1.0000	1.0414	1.0437	1.0505	1.0095	1.0024	0.9685	0.9611	0.9586
V(7)	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

TABLO D.2: MOD-4 devresinde 2 nolu barada arıza durumu için arıza akımlarının en buyuk değerleri

ARIZA TİPLERİ		ÇALIŞMA NOKTALARI								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	Arıza akımı (2)	55.474	61.012	61.707	63.744	58.465	56.236	53.239	50.781	49.935
	Hat akımı (1-2)	52.154	57.717	58.457	60.622	55.352	52.971	50.145	47.504	46.591
	Hat akımı (3-2)	3.329	3.305	3.305	3.306	3.329	3.329	3.353	3.352	3.352
2FT	Arıza akımı (2)	49.785	54.756	55.379	57.208	52.470	50.470	47.780	45.574	44.815
	Hat akımı (1-2)	46.221	51.191	51.857	53.806	49.101	46.957	44.453	42.074	41.250
	Hat akımı (3-2)	3.565	3.565	3.565	3.565	3.565	3.565	3.565	3.565	3.565
3FT	Arıza akımı (2)	49.785	54.756	55.379	57.208	52.470	50.470	47.780	45.574	44.815
	Hat akımı (1-2)	46.221	51.191	51.857	53.806	49.101	46.957	44.453	42.074	41.250
	Hat akımı (3-2)	3.565	3.565	3.565	3.565	3.565	3.565	3.565	3.565	3.565
3F	Arıza akımı (2)	49.785	54.756	55.379	57.208	52.470	50.470	47.780	45.574	44.815
	Hat akımı (1-2)	46.221	51.191	51.857	53.806	49.101	46.957	44.453	42.074	41.250
	Hat akımı (3-2)	3.565	3.565	3.565	3.565	3.565	3.565	3.565	3.565	3.565
4FT	Arıza akımı (2)	49.785	54.756	55.379	57.208	52.470	50.470	47.780	45.574	44.815
	Hat akımı (1-2)	46.221	51.191	51.857	53.806	49.101	46.957	44.453	42.074	41.250
	Hat akımı (3-2)	3.565	3.565	3.565	3.565	3.565	3.565	3.565	3.565	3.565
5FT	Arıza akımı (2)	60.262	66.278	67.032	69.246	63.511	61.090	57.834	55.164	54.245
	Hat akımı (1-2)	57.148	63.209	64.011	66.360	60.614	58.034	54.937	52.075	51.086
	Hat akımı (3-2)	3.130	3.086	3.087	3.090	3.133	3.131	3.177	3.174	3.173
5F	Arıza akımı (2)	55.439	60.974	61.668	63.704	58.428	56.201	53.205	50.749	49.904
	Hat akımı (1-2)	51.488	56.980	57.793	60.008	54.820	52.386	49.697	46.999	45.996
	Hat akımı (3-2)	3.955	3.998	3.910	3.824	3.778	3.866	3.734	3.822	3.912
6FT	Arıza akımı (2)	49.785	54.756	55.379	57.208	52.470	50.470	47.780	45.574	44.815
	Hat akımı (1-2)	46.221	51.191	51.857	53.806	49.101	46.957	44.453	42.074	41.250
	Hat akımı (3-2)	3.565	3.565	3.565	3.565	3.565	3.565	3.565	3.565	3.565

TABLO D.3: MOD-4 devresinde 3 nolu barada arıza durumu için arıza akımlarının en buyuk değerleri

ARIZA TİPLERİ		ÇALIŞMA NOKTALARI								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	Arıza akımı (3)	5.064	5.356	5.378	5.443	5.156	5.087	4.870	4.797	4.772
	Hat akımı (2-3)	2.911	3.430	3.537	3.841	3.386	3.037	2.952	2.544	2.393
	Hat akımı (4-3)	2.235	2.013	2.046	2.145	2.354	2.265	2.566	2.485	2.457
2FT	Arıza akımı (3)	13.121	13.877	13.934	14.104	13.361	13.181	12.619	12.429	12.365
	Hat akımı (2-3)	7.030	7.786	7.887	8.183	7.468	7.142	6.761	6.399	6.274
	Hat akımı (4-3)	6.091	6.091	6.091	6.091	6.091	6.091	6.091	6.091	6.091
3FT	Arıza akımı (3)	13.121	13.877	13.934	14.104	13.361	13.181	12.619	12.429	12.365
	Hat akımı (2-3)	7.030	7.786	7.887	8.183	7.468	7.142	6.761	6.399	6.274
	Hat akımı (4-3)	6.091	6.091	6.091	6.091	6.091	6.091	6.091	6.091	6.091
3F	Arıza akımı (3)	13.121	13.877	13.934	14.104	13.361	13.181	12.619	12.429	12.365
	Hat akımı (2-3)	7.030	7.786	7.887	8.183	7.468	7.142	6.761	6.399	6.274
	Hat akımı (4-3)	6.091	6.091	6.091	6.091	6.091	6.091	6.091	6.091	6.091
4FT	Arıza akımı (3)	13.121	13.877	13.934	14.104	13.361	13.181	12.619	12.429	12.365
	Hat akımı (2-3)	7.030	7.786	7.887	8.183	7.468	7.142	6.761	6.399	6.274
	Hat akımı (4-3)	6.091	6.091	6.091	6.091	6.091	6.091	6.091	6.091	6.091
5FT	Arıza akımı (3)	14.428	15.260	15.322	15.509	14.692	14.495	13.877	13.667	13.597
	Hat akımı (2-3)	7.695	8.486	8.658	9.023	8.283	7.885	7.554	7.115	6.904
	Hat akımı (4-3)	6.719	6.759	6.676	6.593	6.552	6.635	6.511	6.595	6.679
5F	Arıza akımı (3)	14.611	15.453	15.516	15.705	14.878	14.678	14.052	13.840	13.769
	Hat akımı (2-3)	7.843	8.641	8.826	9.203	8.457	8.046	7.723	7.270	7.045
	Hat akımı (4-3)	6.772	6.815	6.726	6.638	6.594	6.682	6.549	6.639	6.729
6FT	Arıza akımı (3)	13.121	13.877	13.934	14.104	13.361	13.181	12.619	12.429	12.365
	Hat akımı (2-3)	7.030	7.786	7.887	8.183	7.468	7.142	6.761	6.399	6.274
	Hat akımı (4-3)	6.091	6.091	6.091	6.091	6.091	6.091	6.091	6.091	6.091

TABLO D.4: MOD-4 devresinde 4 nolu barada arıza durumu için arıza akımlarının en buyuk değerleri

ARIZA TİPLERİ		ÇALIŞMA NOKTALARI								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	Arıza akımı (4)	5.292	5.665	5.699	5.799	5.436	5.329	5.074	4.959	4.920
	Hat akımı (3-4)	3.489	4.087	4.206	4.546	4.018	3.628	3.511	3.058	2.891
	Hat akımı (5-4)	1.888	1.668	1.708	1.821	2.024	1.923	2.230	2.138	2.107
2FT	Arıza akımı (4)	14.477	15.496	15.589	15.864	14.870	14.576	13.880	13.565	13.458
	Hat akımı (3-4)	9.475	10.494	10.630	11.030	10.065	9.626	9.113	8.625	8.456
	Hat akımı (5-4)	5.002	5.002	5.002	5.002	5.002	5.002	5.002	5.002	5.002
3FT	Arıza akımı (4)	14.477	15.496	15.589	15.864	14.870	14.576	13.880	13.565	13.458
	Hat akımı (3-4)	9.475	10.494	10.630	11.030	10.065	9.626	9.113	8.625	8.456
	Hat akımı (5-4)	5.002	5.002	5.002	5.002	5.002	5.002	5.002	5.002	5.002
3F	Arıza akımı (4)	14.477	15.496	15.589	15.864	14.870	14.576	13.880	13.565	13.458
	Hat akımı (3-4)	9.475	10.494	10.630	11.030	10.065	9.626	9.113	8.625	8.456
	Hat akımı (5-4)	5.002	5.002	5.002	5.002	5.002	5.002	5.002	5.002	5.002
4FT	Arıza akımı (4)	14.477	15.496	15.589	15.864	14.870	14.576	13.880	13.565	13.458
	Hat akımı (3-4)	9.475	10.494	10.630	11.030	10.065	9.626	9.113	8.625	8.456
	Hat akımı (5-4)	5.002	5.002	5.002	5.002	5.002	5.002	5.002	5.002	5.002
5FT	Arıza akımı (4)	15.935	17.056	17.158	17.461	16.367	16.044	15.278	14.931	14.813
	Hat akımı (3-4)	10.424	11.507	11.721	12.202	11.187	10.661	10.186	9.605	9.342
	Hat akımı (5-4)	5.496	5.534	5.454	5.374	5.334	5.415	5.295	5.376	5.458
5F	Arıza akımı (4)	16.121	17.256	17.359	17.665	16.559	16.232	15.456	15.105	14.986
	Hat akımı (3-4)	10.562	11.653	11.877	12.367	11.345	10.808	10.337	9.745	9.471
	Hat akımı (5-4)	5.563	5.607	5.518	5.430	5.384	5.473	5.339	5.429	5.520
6FT	Arıza akımı (4)	14.477	15.496	15.589	15.864	14.870	14.576	13.880	13.565	13.458
	Hat akımı (3-4)	9.475	10.494	10.630	11.030	10.065	9.626	9.113	8.625	8.456
	Hat akımı (5-4)	5.002	5.002	5.002	5.002	5.002	5.002	5.002	5.002	5.002

TABLO D.5: MOD-4 devresinde 5 nolu barada arıza durumu için arıza akımlarının en buyuk değerleri

ARIZA TİPLERİ		ÇALIŞMA NOKTALARI								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	Arıza akımı (5)	5.554	5.714	5.720	5.739	5.579	5.560	5.420	5.401	5.394
	Hat akımı (4-5)	1.531	1.924	2.033	2.329	2.016	1.665	1.736	1.313	1.137
	Hat akımı (6-5)	4.111	3.880	3.899	3.956	4.183	4.129	4.410	4.360	4.342
2FT	Arıza akımı (5)	16.591	17.069	17.087	17.143	16.667	16.610	16.192	16.134	16.114
	Hat akımı (4-5)	4.439	4.916	4.980	5.167	4.715	4.509	4.269	4.040	3.961
	Hat akımı (6-5)	12.153	12.153	12.153	12.153	12.153	12.153	12.153	12.153	12.153
3FT	Arıza akımı (5)	16.591	17.069	17.087	17.143	16.667	16.610	16.192	16.134	16.114
	Hat akımı (4-5)	4.439	4.916	4.980	5.167	4.715	4.509	4.269	4.040	3.961
	Hat akımı (6-5)	12.153	12.153	12.153	12.153	12.153	12.153	12.153	12.153	12.153
3F	Arıza akımı (5)	16.591	17.069	17.087	17.143	16.667	16.610	16.192	16.134	16.114
	Hat akımı (4-5)	4.439	4.916	4.980	5.167	4.715	4.509	4.269	4.040	3.961
	Hat akımı (6-5)	12.153	12.153	12.153	12.153	12.153	12.153	12.153	12.153	12.153
4FT	Arıza akımı (5)	16.591	17.069	17.087	17.143	16.667	16.610	16.192	16.134	16.114
	Hat akımı (4-5)	4.439	4.916	4.980	5.167	4.715	4.509	4.269	4.040	3.961
	Hat akımı (6-5)	12.153	12.153	12.153	12.153	12.153	12.153	12.153	12.153	12.153
5FT	Arıza akımı (5)	18.286	18.812	18.833	18.894	18.370	18.307	17.846	17.782	17.760
	Hat akımı (4-5)	4.884	5.371	5.506	5.754	5.303	5.032	4.858	4.562	4.398
	Hat akımı (6-5)	13.387	13.426	13.344	13.262	13.222	13.304	13.183	13.265	13.348
5F	Arıza akımı (5)	18.475	19.007	19.028	19.089	18.560	18.497	18.031	17.966	17.944
	Hat akımı (4-5)	4.950	5.438	5.581	5.836	5.385	5.107	4.940	4.636	4.463
	Hat akımı (6-5)	13.529	13.573	13.483	13.394	13.349	13.439	13.305	13.395	13.485
6FT	Arıza akımı (5)	16.591	17.069	17.087	17.143	16.667	16.610	16.192	16.134	16.114
	Hat akımı (4-5)	4.439	4.916	4.980	5.167	4.715	4.509	4.269	4.040	3.961
	Hat akımı (6-5)	12.153	12.153	12.153	12.153	12.153	12.153	12.153	12.153	12.153

TABLO D.6: MOD-4 devresinde 6 nolu barada arıza durumu için arıza akımlarının en buyuk değerleri

ARIZA TİPLERİ		ÇALIŞMA NOKTALARI								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	Arıza akımı (6)	5.165	5.378	5.390	5.425	5.214	5.177	5.002	4.963	4.951
	Hat akımı (5-6)	1.855	2.281	2.390	2.689	2.337	1.986	2.016	1.595	1.428
	Hat akımı (7-6)	3.394	3.184	3.203	3.260	3.465	3.412	3.670	3.620	3.603
2FT	Arıza akımı (6)	13.744	14.314	14.345	14.439	13.875	13.777	13.311	13.209	13.175
	Hat akımı (5-6)	5.293	5.862	5.938	6.161	5.623	5.377	5.090	4.818	4.724
	Hat akımı (7-6)	8.452	8.452	8.452	8.452	8.452	8.452	8.452	8.452	8.452
3FT	Arıza akımı (6)	13.744	14.314	14.345	14.439	13.875	13.777	13.311	13.209	13.175
	Hat akımı (5-6)	5.293	5.862	5.938	6.161	5.623	5.377	5.090	4.818	4.724
	Hat akımı (7-6)	8.452	8.452	8.452	8.452	8.452	8.452	8.452	8.452	8.452
3F	Arıza akımı (6)	13.744	14.314	14.345	14.439	13.875	13.777	13.311	13.209	13.175
	Hat akımı (5-6)	5.293	5.862	5.938	6.161	5.623	5.377	5.090	4.818	4.724
	Hat akımı (7-6)	8.452	8.452	8.452	8.452	8.452	8.452	8.452	8.452	8.452
4FT	Arıza akımı (6)	13.744	14.314	14.345	14.439	13.875	13.777	13.311	13.209	13.175
	Hat akımı (5-6)	5.293	5.862	5.938	6.161	5.623	5.377	5.090	4.818	4.724
	Hat akımı (7-6)	8.452	8.452	8.452	8.452	8.452	8.452	8.452	8.452	8.452
5FT	Arıza akımı (6)	15.121	15.747	15.782	15.885	15.265	15.157	14.644	14.532	14.495
	Hat akımı (5-6)	5.847	6.435	6.586	6.876	6.328	6.012	5.789	5.442	5.259
	Hat akımı (7-6)	9.260	9.297	9.218	9.140	9.103	9.181	9.066	9.144	9.223
5F	Arıza akımı (6)	15.305	15.939	15.974	16.078	15.450	15.342	14.823	14.709	14.671
	Hat akımı (5-6)	5.897	6.488	6.644	6.938	6.390	6.069	5.850	5.498	5.308
	Hat akımı (7-6)	9.411	9.456	9.366	9.276	9.231	9.321	9.186	9.277	9.368
6FT	Arıza akımı (6)	13.744	14.314	14.345	14.439	13.875	13.777	13.311	13.209	13.175
	Hat akımı (5-6)	5.293	5.862	5.938	6.161	5.623	5.377	5.090	4.818	4.724
	Hat akımı (7-6)	8.452	8.452	8.452	8.452	8.452	8.452	8.452	8.452	8.452

TABLO D.7:MOD-4 devresinde, 2 nolu barada arıza durumu için arıza sonrası bara gerilimlerinin en büyük değerleri [(bara no) gerilim değeri]

ARIZA TIPI	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	(2)1.044	(2)1.148	(2)1.161	(2)1.200	(2)1.100	(2)1.059	(2)1.002	(5)0.984	(5)0.981
2FT	(5)1.001	(2)1.082	(2)1.094	(2)1.130	(2)1.036	(6)1.002	(5)0.977	(5)0.973	(5)0.972
3FT	(5)1.001	(2)1.082	(2)1.094	(2)1.130	(2)1.036	(6)1.002	(5)0.977	(5)0.973	(5)0.972
3F	(5)1.001	(2)1.082	(2)1.094	(2)1.130	(2)1.036	(6)1.002	(5)0.977	(5)0.973	(5)0.972
4FT	(5)1.001	(2)1.082	(2)1.094	(2)1.130	(2)1.036	(6)1.002	(5)0.977	(5)0.973	(5)0.972
5FT	(5)0.967	(5)0.992	(5)0.993	(5)0.996	(5)0.971	(5)0.968	(5)0.945	(5)0.943	(5)0.942
5F	(5)1.001	(2)1.082	(2)1.094	(2)1.130	(2)1.036	(6)1.002	(5)0.977	(5)0.973	(5)0.972
6FT	(5)0.713	(5)0.713	(5)0.713	(5)0.713	(5)0.713	(5)0.713	(5)0.713	(5)0.713	(5)0.713

TABLO D.8:MOD-4 devresinde, 3 nolu barada arıza durumu için arıza sonrası bara gerilimlerinin en büyük değerleri [(bara no) gerilim değeri]

ARIZA TIPI	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	(3)1.610	(4)1.705	(4)1.714	(4)1.741	(3)1.639	(3)1.617	(3)1.548	(3)1.525	(3)1.517
2FT	(5)1.001	(2)1.082	(2)1.094	(2)1.130	(2)1.036	(6)1.002	(5)0.977	(5)0.973	(5)0.972
3FT	(5)1.001	(2)1.082	(2)1.094	(2)1.130	(2)1.036	(6)1.002	(5)0.977	(5)0.973	(5)0.972
3F	(5)1.001	(2)1.082	(2)1.094	(2)1.130	(2)1.036	(6)1.002	(5)0.977	(5)0.973	(5)0.972
4FT	(5)1.001	(2)1.082	(2)1.094	(2)1.130	(2)1.036	(6)1.002	(5)0.977	(5)0.973	(5)0.972
5FT	(3)1.174	(4)1.250	(4)1.257	(4)1.278	(4)1.200	(3)1.180	(3)1.130	(3)1.113	(3)1.107
5F	(5)1.001	(2)1.082	(2)1.094	(2)1.130	(2)1.036	(6)1.002	(5)0.977	(5)0.973	(5)0.972
6FT	(2)0.832	(2)0.921	(2)0.933	(2)0.968	(2)0.884	(2)0.845	(2)0.800	(2)0.757	(2)0.742

TABLO D.9:MOD-4 devresinde, 4 nolu barada arıza durumu için arıza sonrası bara gerilimlerinin en büyük değerleri [(bara no) gerilim değeri]

ARIZA TIPI	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	(3)1.631	(4)1.739	(4)1.750	(4)1.780	(4)1.669	(3)1.640	(3)1.566	(3)1.538	(3)1.529
2FT	(5)1.001	(2)1.082	(2)1.094	(2)1.130	(2)1.036	(6)1.002	(5)0.977	(5)0.973	(5)0.972
3FT	(5)1.001	(2)1.082	(2)1.094	(2)1.130	(2)1.036	(6)1.002	(5)0.977	(5)0.973	(5)0.972
3F	(5)1.001	(2)1.082	(2)1.094	(2)1.130	(2)1.036	(6)1.002	(5)0.977	(5)0.973	(5)0.972
4FT	(5)1.001	(2)1.082	(2)1.094	(2)1.130	(2)1.036	(6)1.002	(5)0.977	(5)0.973	(5)0.972
5FT	(3)1.176	(4)1.255	(4)1.262	(4)1.285	(4)1.204	(3)1.182	(3)1.131	(3)1.112	(3)1.106
5F	(5)1.001	(2)1.082	(2)1.094	(2)1.130	(2)1.036	(6)1.002	(5)0.977	(5)0.973	(5)0.972
6FT	(2)0.780	(2)0.863	(2)0.875	(2)0.908	(2)0.828	(2)0.792	(2)0.750	(2)0.710	(2)0.696

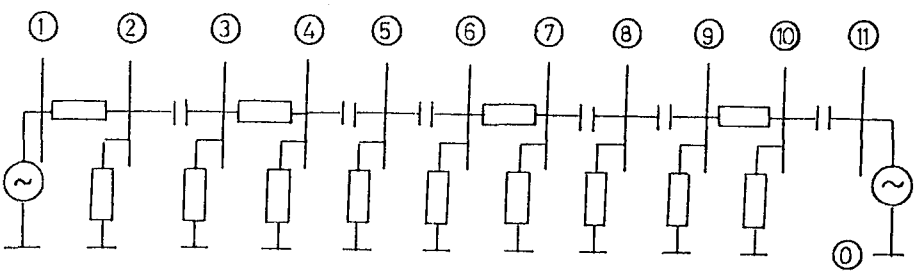
TABLO D.10:MOD-4 devresinde, 5 nolu barada arıza durumu için arıza sonrası bara gerilimlerinin en büyük değerleri [(bara no) gerilim değeri]

ARIZA TIPI	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	(5)1.667	(6)1.727	(6)1.730	(6)1.739	(6)1.679	(6)1.670	(5)1.627	(5)1.621	(5)1.619
2FT	(5)1.001	(2)1.082	(2)1.094	(2)1.130	(2)1.036	(6)1.002	(5)0.977	(5)0.973	(5)0.972
3FT	(5)1.001	(2)1.082	(2)1.094	(2)1.130	(2)1.036	(6)1.002	(5)0.977	(5)0.973	(5)0.972
3F	(5)1.001	(2)1.082	(2)1.094	(2)1.130	(2)1.036	(6)1.002	(5)0.977	(5)0.973	(5)0.972
4FT	(5)1.001	(2)1.082	(2)1.094	(2)1.130	(2)1.036	(6)1.002	(5)0.977	(5)0.973	(5)0.972
5FT	(5)1.183	(6)1.229	(6)1.231	(6)1.239	(6)1.192	(6)1.185	(5)1.155	(5)1.150	(5)1.149
5F	(5)1.001	(2)1.082	(2)1.094	(2)1.130	(2)1.036	(6)1.002	(5)0.977	(5)0.973	(5)0.972
6FT	(2)0.887	(2)0.983	(2)0.996	(2)1.033	(2)0.943	(2)0.901	(2)0.853	(2)0.808	(2)0.792

TABLO D.11:MOD-4 devresinde, 6 nolu barada arıza durumu için arıza sonrası bara gerilimlerinin en büyük değerleri [(bara no) gerilim değeri]

ARIZA TIPI	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	(6)1.624	(6)1.692	(6)1.695	(6)1.706	(6)1.640	(6)1.628	(5)1.577	(5)1.569	(5)1.567
2FT	(5)1.001	(2)1.082	(2)1.094	(2)1.130	(2)1.036	(6)1.002	(5)0.977	(5)0.973	(5)0.972
3FT	(5)1.001	(2)1.082	(2)1.094	(2)1.130	(2)1.036	(6)1.002	(5)0.977	(5)0.973	(5)0.972
3F	(5)1.001	(2)1.082	(2)1.094	(2)1.130	(2)1.036	(6)1.002	(5)0.977	(5)0.973	(5)0.972
4FT	(5)1.001	(2)1.082	(2)1.094	(2)1.130	(2)1.036	(6)1.002	(5)0.977	(5)0.973	(5)0.972
5FT	(6)1.179	(6)1.227	(6)1.230	(6)1.238	(6)1.190	(6)1.181	(5)1.149	(5)1.144	(5)1.142
5F	(5)1.001	(2)1.082	(2)1.094	(2)1.130	(2)1.036	(6)1.002	(5)0.977	(5)0.973	(5)0.972
6FT	(2)0.869	(2)0.962	(2)0.975	(2)1.012	(2)0.923	(2)0.883	(2)0.836	(2)0.791	(2)0.775

EK E: MOD-5 devresi için düzenlenmiş arıza analizi sonuçları



MOD 5

TABLO E.1: MOD-5 devresinde dokuz ayrı çalışma noktası için arıza öncesi bara gerilimleri

BARA NO	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V(1)	0.9147	1.0197	1.0346	1.0781	0.9794	0.9313	0.8821	0.8284	0.8097
V(2)	0.9222	1.0200	1.0329	1.0708	0.9781	0.9365	0.8865	0.8404	0.8245
V(3)	0.9184	1.0186	1.0321	1.0718	0.9772	0.9335	0.8838	0.8352	0.8183
V(4)	0.9640	1.0240	1.0289	1.0434	0.9845	0.9692	0.9259	0.9095	0.9040
V(5)	0.9609	1.0254	1.0311	1.0478	0.9847	0.9669	0.9218	0.9028	0.8964
V(6)	0.9555	1.0244	1.0308	1.0498	0.9827	0.9624	0.9159	0.8940	0.8866
V(7)	0.9875	1.0154	1.0164	1.0196	0.9918	0.9886	0.9641	0.9607	0.9596
V(8)	0.9859	1.0184	1.0198	1.0241	0.9918	0.9874	0.9596	0.9550	0.9535
V(9)	0.9820	1.0189	1.0208	1.0263	0.9897	0.9839	0.9530	0.9471	0.9451
V(10)	1.0000	0.9954	0.9955	0.9956	1.0001	1.0000	1.0047	1.0046	1.0046
V(11)	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

TABLO E.2: MOD-5 devresinde 2 nolu barada arıza durumu için arıza akımlarının en büyük değerleri

ARIZA TİPLERİ		ÇALIŞMA NOKTALARI								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	Arıza akımı (2)	52.041	57.558	58.288	60.425	55.195	52.847	50.026	47.423	46.523
	Hat akımı (1-2)	48.692	54.234	55.015	57.293	52.078	49.560	46.938	44.128	43.150
	Hat akımı (3-2)	3.349	3.324	3.325	3.325	3.350	3.349	3.374	3.373	3.373
2FT	Arıza akımı (2)	46.706	51.657	52.313	54.230	49.537	47.429	44.898	42.562	41.754
	Hat akımı (1-2)	43.126	48.078	48.781	50.832	46.177	43.909	41.590	39.056	38.174
	Hat akımı (3-2)	3.580	3.580	3.580	3.580	3.580	3.580	3.580	3.580	3.580
3FT	Arıza akımı (2)	46.706	51.657	52.313	54.230	49.537	47.429	44.898	42.562	41.754
	Hat akımı (1-2)	43.126	48.078	48.781	50.832	46.177	43.909	41.590	39.056	38.174
	Hat akımı (3-2)	3.580	3.580	3.580	3.580	3.580	3.580	3.580	3.580	3.580
3F	Arıza akımı (2)	46.706	51.657	52.313	54.230	49.537	47.429	44.898	42.562	41.754
	Hat akımı (1-2)	43.126	48.078	48.781	50.832	46.177	43.909	41.590	39.056	38.174
	Hat akımı (3-2)	3.580	3.580	3.580	3.580	3.580	3.580	3.580	3.580	3.580
4FT	Arıza akımı (2)	46.706	51.657	52.313	54.230	49.537	47.429	44.898	42.562	41.754
	Hat akımı (1-2)	43.126	48.078	48.781	50.832	46.177	43.909	41.590	39.056	38.174
	Hat akımı (3-2)	3.580	3.580	3.580	3.580	3.580	3.580	3.580	3.580	3.580
5FT	Arıza akımı (2)	56.529	62.522	63.315	65.636	59.955	57.404	54.341	51.513	50.535
	Hat akımı (1-2)	53.374	59.413	60.259	62.729	57.043	54.315	51.438	48.394	47.336
	Hat akımı (3-2)	3.154	3.109	3.110	3.113	3.158	3.155	3.203	3.200	3.199
5F	Arıza akımı (2)	52.009	57.523	58.253	60.388	55.162	52.815	49.996	47.395	46.495
	Hat akımı (1-2)	48.068	53.539	54.397	56.728	51.596	49.022	46.542	43.671	42.597
	Hat akımı (3-2)	3.921	3.961	3.877	3.795	3.753	3.836	3.711	3.796	3.882
6FT	Arıza akımı (2)	46.706	51.657	52.313	54.230	49.537	47.429	44.898	42.562	41.754
	Hat akımı (1-2)	43.126	48.078	48.781	50.832	46.177	43.909	41.590	39.056	38.174
	Hat akımı (3-2)	3.580	3.580	3.580	3.580	3.580	3.580	3.580	3.580	3.580

TABLO E.3: MOD-5 devresinde 3 nolu barada arıza durumu için arıza akımlarının en büyük değerleri

ARIZA TİPLERİ		ÇALIŞMA NOKTALARI								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	Arıza akımı (3)	82.434	91.419	92.638	96.201	87.707	83.783	79.321	74.959	73.448
	Hat akımı (2-3)	78.955	87.942	89.209	92.905	84.447	80.363	76.111	71.553	69.967
	Hat akımı (4-3)	3.480	3.478	3.478	3.478	3.480	3.480	3.481	3.481	3.481
2FT	Arıza akımı (3)	69.065	76.593	77.614	80.599	73.483	70.195	66.456	62.802	61.536
	Hat akımı (2-3)	65.569	73.097	74.166	77.285	70.207	66.758	63.233	59.381	58.040
	Hat akımı (4-3)	3.496	3.496	3.496	3.496	3.496	3.496	3.496	3.496	3.496
3FT	Arıza akımı (3)	69.065	76.593	77.614	80.599	73.483	70.195	66.456	62.802	61.536
	Hat akımı (2-3)	65.569	73.097	74.166	77.285	70.207	66.758	63.233	59.381	58.040
	Hat akımı (4-3)	3.496	3.496	3.496	3.496	3.496	3.496	3.496	3.496	3.496
3F	Arıza akımı (3)	69.065	76.593	77.614	80.599	73.483	70.195	66.456	62.802	61.536
	Hat akımı (2-3)	65.569	73.097	74.166	77.285	70.207	66.758	63.233	59.381	58.040
	Hat akımı (4-3)	3.496	3.496	3.496	3.496	3.496	3.496	3.496	3.496	3.496
4FT	Arıza akımı (3)	69.065	76.593	77.614	80.599	73.483	70.195	66.456	62.802	61.536
	Hat akımı (2-3)	65.569	73.097	74.166	77.285	70.207	66.758	63.233	59.381	58.040
	Hat akımı (4-3)	3.496	3.496	3.496	3.496	3.496	3.496	3.496	3.496	3.496
5FT	Arıza akımı (3)	128.297	142.282	144.179	149.725	136.504	130.397	123.452	116.664	114.312
	Hat akımı (2-3)	124.876	138.869	140.814	146.493	133.303	127.035	120.294	113.309	110.883
	Hat akımı (4-3)	3.424	3.416	3.416	3.416	3.424	3.424	3.432	3.432	3.432
5F	Arıza akımı (3)	76.907	85.290	86.427	89.752	81.827	78.166	74.003	69.934	68.524
	Hat akımı (2-3)	73.080	81.423	82.689	86.209	78.378	74.489	70.664	66.324	64.738
	Hat akımı (4-3)	3.845	3.887	3.800	3.714	3.670	3.757	3.626	3.714	3.804
6FT	Arıza akımı (3)	69.065	76.593	77.614	80.599	73.483	70.195	66.456	62.802	61.536
	Hat akımı (2-3)	65.569	73.097	74.166	77.285	70.207	66.758	63.233	59.381	58.040
	Hat akımı (4-3)	3.496	3.496	3.496	3.496	3.496	3.496	3.496	3.496	3.496

TABLO E.4: MOD-5 devresinde 4 nolu barada arıza durumu için arıza akımlarının en büyük değerleri

ARIZA TİPLERİ		ÇALIŞMA NOKTALARI								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	Arıza akımı (4)	4.703	4.995	5.019	5.090	4.803	4.728	4.516	4.437	4.410
	Hat akımı (3-4)	2.583	3.107	3.227	3.564	3.118	2.727	2.700	2.237	2.059
	Hat akımı (5-4)	2.201	1.975	2.010	2.114	2.326	2.233	2.541	2.456	2.427
2FT	Arıza akımı (4)	12.738	13.531	13.595	13.787	13.009	12.807	12.234	12.018	11.945
	Hat akımı (3-4)	6.904	7.697	7.810	8.138	7.393	7.030	6.658	6.253	6.112
	Hat akımı (5-4)	5.834	5.834	5.834	5.834	5.834	5.834	5.834	5.834	5.834
3FT	Arıza akımı (4)	12.738	13.531	13.595	13.787	13.009	12.807	12.234	12.018	11.945
	Hat akımı (3-4)	6.904	7.697	7.810	8.138	7.393	7.030	6.658	6.253	6.112
	Hat akımı (5-4)	5.834	5.834	5.834	5.834	5.834	5.834	5.834	5.834	5.834
3F	Arıza akımı (4)	12.738	13.531	13.595	13.787	13.009	12.807	12.234	12.018	11.945
	Hat akımı (3-4)	6.904	7.697	7.810	8.138	7.393	7.030	6.658	6.253	6.112
	Hat akımı (5-4)	5.834	5.834	5.834	5.834	5.834	5.834	5.834	5.834	5.834
4FT	Arıza akımı (4)	12.738	13.531	13.595	13.787	13.009	12.807	12.234	12.018	11.945
	Hat akımı (3-4)	6.904	7.697	7.810	8.138	7.393	7.030	6.658	6.253	6.112
	Hat akımı (5-4)	5.834	5.834	5.834	5.834	5.834	5.834	5.834	5.834	5.834
5FT	Arıza akımı (4)	14.018	14.891	14.962	15.172	14.317	14.094	13.464	13.226	13.146
	Hat akımı (3-4)	7.592	8.424	8.613	9.015	8.242	7.801	7.483	6.994	6.760
	Hat akımı (5-4)	6.412	6.452	6.368	6.286	6.245	6.328	6.204	6.288	6.373
5F	Arıza akımı (4)	14.185	15.067	15.139	15.352	14.487	14.261	13.623	13.383	13.302
	Hat akımı (3-4)	7.737	8.577	8.778	9.192	8.414	7.960	7.649	7.147	6.898
	Hat akımı (5-4)	6.467	6.510	6.421	6.332	6.287	6.376	6.242	6.332	6.423
6FT	Arıza akımı (4)	12.738	13.531	13.595	13.787	13.009	12.807	12.234	12.018	11.945
	Hat akımı (3-4)	6.904	7.697	7.810	8.138	7.393	7.030	6.658	6.253	6.112
	Hat akımı (5-4)	5.834	5.834	5.834	5.834	5.834	5.834	5.834	5.834	5.834

TABLO E.5: MOD-5 devresinde 5 nolu barada arıza durumu için arıza akımlarının en büyük değerleri

ARIZA TİPLERİ		ÇALIŞMA NOKTALARI								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	Arıza akımı (5)	4.748	5.067	5.095	5.177	4.866	4.778	4.555	4.461	4.429
	Hat akımı (4-5)	2.698	3.244	3.369	3.719	3.254	2.847	2.818	2.337	2.153
	Hat akımı (6-5)	2.049	1.823	1.862	1.973	2.184	2.084	2.398	2.307	2.276
2FT	Arıza akımı (5)	13.065	13.943	14.019	14.246	13.389	13.147	12.534	12.275	12.188
	Hat akımı (4-5)	7.641	8.519	8.643	9.007	8.182	7.780	7.369	6.920	6.764
	Hat akımı (6-5)	5.424	5.424	5.424	5.424	5.424	5.424	5.424	5.424	5.424
3FT	Arıza akımı (5)	13.065	13.943	14.019	14.246	13.389	13.147	12.534	12.275	12.188
	Hat akımı (4-5)	7.641	8.519	8.643	9.007	8.182	7.780	7.369	6.920	6.764
	Hat akımı (6-5)	5.424	5.424	5.424	5.424	5.424	5.424	5.424	5.424	5.424
3F	Arıza akımı (5)	13.065	13.943	14.019	14.246	13.389	13.147	12.534	12.275	12.188
	Hat akımı (4-5)	7.641	8.519	8.643	9.007	8.182	7.780	7.369	6.920	6.764
	Hat akımı (6-5)	5.424	5.424	5.424	5.424	5.424	5.424	5.424	5.424	5.424
4FT	Arıza akımı (5)	13.065	13.943	14.019	14.246	13.389	13.147	12.534	12.275	12.188
	Hat akımı (4-5)	7.641	8.519	8.643	9.007	8.182	7.780	7.369	6.920	6.764
	Hat akımı (6-5)	5.424	5.424	5.424	5.424	5.424	5.424	5.424	5.424	5.424
5FT	Arıza akımı (5)	14.382	15.348	15.432	15.682	14.738	14.472	13.797	13.513	13.416
	Hat akımı (4-5)	8.425	9.352	9.556	9.997	9.137	8.651	8.290	7.752	7.499
	Hat akımı (6-5)	5.957	5.996	5.913	5.831	5.790	5.873	5.750	5.834	5.918
5F	Arıza akımı (5)	14.549	15.526	15.611	15.864	14.909	14.640	13.957	13.669	13.572
	Hat akımı (4-5)	8.539	9.472	9.686	10.137	9.270	8.775	8.419	7.870	7.606
	Hat akımı (6-5)	5.988	6.030	5.943	5.857	5.814	5.900	5.771	5.858	5.946
6FT	Arıza akımı (5)	13.065	13.943	14.019	14.246	13.389	13.147	12.534	12.275	12.188
	Hat akımı (4-5)	7.641	8.519	8.643	9.007	8.182	7.780	7.369	6.920	6.764
	Hat akımı (6-5)	5.424	5.424	5.424	5.424	5.424	5.424	5.424	5.424	5.424

TABLO E.6: MOD-5 devresinde 6 nolu barada arıza durumu için arıza akımlarının en bÜyÜk değerleri

ARIZA TİPLERİ		ÇALIŞMA NOKTALARI								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	Arıza akımı (6)	4.829	5.177	5.210	5.306	4.967	4.864	4.629	4.518	4.481
	Hat akımı (5-6)	2.922	3.499	3.629	3.993	3.498	3.076	3.033	2.534	2.345
	Hat akımı (7-6)	1.989	1.767	1.805	1.916	2.124	2.024	2.334	2.243	2.212
2FT	Arıza akımı (6)	13.657	14.642	14.734	15.006	14.046	13.756	13.091	12.778	12.672
	Hat akımı (5-6)	8.578	9.563	9.703	10.111	9.185	8.734	8.273	7.769	7.593
	Hat akımı (7-6)	5.079	5.079	5.079	5.079	5.079	5.079	5.079	5.079	5.079
3FT	Arıza akımı (6)	13.657	14.642	14.734	15.006	14.046	13.756	13.091	12.778	12.672
	Hat akımı (5-6)	8.578	9.563	9.703	10.111	9.185	8.734	8.273	7.769	7.593
	Hat akımı (7-6)	5.079	5.079	5.079	5.079	5.079	5.079	5.079	5.079	5.079
3F	Arıza akımı (6)	13.657	14.642	14.734	15.006	14.046	13.756	13.091	12.778	12.672
	Hat akımı (5-6)	8.578	9.563	9.703	10.111	9.185	8.734	8.273	7.769	7.593
	Hat akımı (7-6)	5.079	5.079	5.079	5.079	5.079	5.079	5.079	5.079	5.079
4FT	Arıza akımı (6)	13.657	14.642	14.734	15.006	14.046	13.756	13.091	12.778	12.672
	Hat akımı (5-6)	8.578	9.563	9.703	10.111	9.185	8.734	8.273	7.769	7.593
	Hat akımı (7-6)	5.079	5.079	5.079	5.079	5.079	5.079	5.079	5.079	5.079
5FT	Arıza akımı (6)	15.040	16.125	16.226	16.525	15.469	15.149	14.416	14.072	13.956
	Hat akımı (5-6)	9.466	10.511	10.733	11.224	10.252	9.712	9.296	8.696	8.421
	Hat akımı (7-6)	5.560	5.599	5.518	5.437	5.398	5.479	5.359	5.440	5.523
5F	Arıza akımı (6)	15.208	16.305	16.407	16.710	15.641	15.318	14.577	14.229	14.111
	Hat akımı (5-6)	9.605	10.659	10.891	11.393	10.413	9.861	9.450	8.838	8.551
	Hat akımı (7-6)	5.622	5.666	5.576	5.488	5.443	5.532	5.399	5.489	5.579
6FT	Arıza akımı (6)	13.657	14.642	14.734	15.006	14.046	13.756	13.091	12.778	12.672
	Hat akımı (5-6)	8.578	9.563	9.703	10.111	9.185	8.734	8.273	7.769	7.593
	Hat akımı (7-6)	5.079	5.079	5.079	5.079	5.079	5.079	5.079	5.079	5.079

TABLO E.7: MOD-5 devresinde 7 nolu barada arıza durumu için arıza akımlarının en büyük değerleri

ARIZA TİPLERİ		ÇALIŞMA NOKTALARI								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	Arıza akımı (7)	5.260	5.409	5.415	5.432	5.284	5.266	5.136	5.118	5.112
	Hat akımı (6-7)	1.201	1.589	1.716	2.049	1.765	1.364	1.528	1.039	0.812
	Hat akımı (8-7)	4.149	3.911	3.931	3.990	4.223	4.167	4.457	4.404	4.386
2FT	Arıza akımı (7)	16.650	17.120	17.138	17.191	16.723	16.668	16.256	16.199	16.180
	Hat akımı (6-7)	4.093	4.563	4.630	4.825	4.383	4.167	3.947	3.707	3.623
	Hat akımı (8-7)	12.557	12.557	12.557	12.557	12.557	12.557	12.557	12.557	12.557
3FT	Arıza akımı (7)	16.650	17.120	17.138	17.191	16.723	16.668	16.256	16.199	16.180
	Hat akımı (6-7)	4.093	4.563	4.630	4.825	4.383	4.167	3.947	3.707	3.623
	Hat akımı (8-7)	12.557	12.557	12.557	12.557	12.557	12.557	12.557	12.557	12.557
3F	Arıza akımı (7)	16.650	17.120	17.138	17.191	16.723	16.668	16.256	16.199	16.180
	Hat akımı (6-7)	4.093	4.563	4.630	4.825	4.383	4.167	3.947	3.707	3.623
	Hat akımı (8-7)	12.557	12.557	12.557	12.557	12.557	12.557	12.557	12.557	12.557
4FT	Arıza akımı (7)	16.650	17.120	17.138	17.191	16.723	16.668	16.256	16.199	16.180
	Hat akımı (6-7)	4.093	4.563	4.630	4.825	4.383	4.167	3.947	3.707	3.623
	Hat akımı (8-7)	12.557	12.557	12.557	12.557	12.557	12.557	12.557	12.557	12.557
5FT	Arıza akımı (7)	18.365	18.883	18.903	18.962	18.446	18.385	17.930	17.867	17.846
	Hat akımı (6-7)	4.530	5.009	5.150	5.408	4.968	4.686	4.536	4.226	4.052
	Hat akımı (8-7)	13.820	13.859	13.776	13.694	13.654	13.737	13.615	13.698	13.781
5F	Arıza akımı (7)	18.541	19.064	19.084	19.144	18.622	18.561	18.101	18.038	18.017
	Hat akımı (6-7)	4.592	5.072	5.221	5.486	5.046	4.757	4.615	4.297	4.113
	Hat akımı (8-7)	13.968	14.012	13.921	13.831	13.786	13.877	13.742	13.832	13.924
6FT	Arıza akımı (7)	16.650	17.120	17.138	17.191	16.723	16.668	16.256	16.199	16.180
	Hat akımı (6-7)	4.093	4.563	4.630	4.825	4.383	4.167	3.947	3.707	3.623
	Hat akımı (8-7)	12.557	12.557	12.557	12.557	12.557	12.557	12.557	12.557	12.557

TABLO E.8: MOD-5 devresinde 8 nolu barada arıza durumu için arıza akımlarının en büyük değerleri

ARIZA TİPLERİ		ÇALIŞMA NOKTALARI								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	Arıza akımı (8)	5.077	5.244	5.252	5.274	5.108	5.085	4.942	4.918	4.910
	Hat akımı (7-8)	1.246	1.642	1.770	2.107	1.815	1.410	1.570	1.076	0.850
	Hat akımı (9-8)	3.831	3.602	3.622	3.682	3.906	3.850	4.131	4.078	4.060
2FT	Arıza akımı (8)	15.122	15.619	15.641	15.707	15.212	15.144	14.718	14.648	14.624
	Hat akımı (7-8)	4.334	4.832	4.902	5.108	4.641	4.413	4.180	3.925	3.836
	Hat akımı (9-8)	10.788	10.788	10.788	10.788	10.788	10.788	10.788	10.788	10.788
3FT	Arıza akımı (8)	15.122	15.619	15.641	15.707	15.212	15.144	14.718	14.648	14.624
	Hat akımı (7-8)	4.334	4.832	4.902	5.108	4.641	4.413	4.180	3.925	3.836
	Hat akımı (9-8)	10.788	10.788	10.788	10.788	10.788	10.788	10.788	10.788	10.788
3F	Arıza akımı (8)	15.122	15.619	15.641	15.707	15.212	15.144	14.718	14.648	14.624
	Hat akımı (7-8)	4.334	4.832	4.902	5.108	4.641	4.413	4.180	3.925	3.836
	Hat akımı (9-8)	10.788	10.788	10.788	10.788	10.788	10.788	10.788	10.788	10.788
4FT	Arıza akımı (8)	15.122	15.619	15.641	15.707	15.212	15.144	14.718	14.648	14.624
	Hat akımı (7-8)	4.334	4.832	4.902	5.108	4.641	4.413	4.180	3.925	3.836
	Hat akımı (9-8)	10.788	10.788	10.788	10.788	10.788	10.788	10.788	10.788	10.788
5FT	Arıza akımı (8)	16.666	17.214	17.238	17.311	16.766	16.691	16.221	16.143	16.117
	Hat akımı (7-8)	4.812	5.322	5.469	5.741	5.273	4.975	4.813	4.484	4.303
	Hat akımı (9-8)	11.854	11.893	11.811	11.729	11.690	11.772	11.651	11.733	11.815
5F	Arıza akımı (8)	16.839	17.393	17.417	17.491	16.940	16.864	16.389	16.311	16.285
	Hat akımı (7-8)	4.841	5.351	5.503	5.778	5.309	5.008	4.849	4.517	4.332
	Hat akımı (9-8)	11.975	12.018	11.929	11.840	11.796	11.885	11.753	11.842	11.932
6FT	Arıza akımı (8)	15.122	15.619	15.641	15.707	15.212	15.144	14.718	14.648	14.624
	Hat akımı (7-8)	4.334	4.832	4.902	5.108	4.641	4.413	4.180	3.925	3.836
	Hat akımı (9-8)	10.788	10.788	10.788	10.788	10.788	10.788	10.788	10.788	10.788

TABLO E.9: MOD-5 devresinde 9 nolu barada arıza durumu için arıza akımlarının en büyük değerleri

ARIZA TİPLERİ		ÇALIŞMA NOKTALARI								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	Arıza akımı (9)	4.940	5.125	5.135	5.163	4.978	4.949	4.794	4.764	4.754
	Hat akımı (8-9)	1.382	1.790	1.915	2.249	1.940	1.540	1.673	1.188	0.973
	Hat akımı (10-9)	3.643	3.423	3.443	3.500	3.715	3.661	3.931	3.879	3.862
2FT	Arıza akımı (9)	14.092	14.622	14.649	14.729	14.202	14.120	13.677	13.591	13.562
	Hat akımı (8-9)	4.617	5.147	5.222	5.441	4.943	4.700	4.452	4.181	4.087
	Hat akımı (10-9)	9.476	9.476	9.476	9.476	9.476	9.476	9.476	9.476	9.476
3FT	Arıza akımı (9)	14.092	14.622	14.649	14.729	14.202	14.120	13.677	13.591	13.562
	Hat akımı (8-9)	4.617	5.147	5.222	5.441	4.943	4.700	4.452	4.181	4.087
	Hat akımı (10-9)	9.476	9.476	9.476	9.476	9.476	9.476	9.476	9.476	9.476
3F	Arıza akımı (9)	14.092	14.622	14.649	14.729	14.202	14.120	13.677	13.591	13.562
	Hat akımı (8-9)	4.617	5.147	5.222	5.441	4.943	4.700	4.452	4.181	4.087
	Hat akımı (10-9)	9.476	9.476	9.476	9.476	9.476	9.476	9.476	9.476	9.476
4FT	Arıza akımı (9)	14.092	14.622	14.649	14.729	14.202	14.120	13.677	13.591	13.562
	Hat akımı (8-9)	4.617	5.147	5.222	5.441	4.943	4.700	4.452	4.181	4.087
	Hat akımı (10-9)	9.476	9.476	9.476	9.476	9.476	9.476	9.476	9.476	9.476
5FT	Arıza akımı (9)	15.521	16.105	16.134	16.222	15.643	15.552	15.064	14.969	14.937
	Hat akımı (8-9)	5.126	5.671	5.824	6.111	5.609	5.294	5.116	4.769	4.581
	Hat akımı (10-9)	10.382	10.419	10.339	10.260	10.222	10.301	10.184	10.264	10.344
5F	Arıza akımı (9)	15.692	16.283	16.312	16.401	15.815	15.723	15.230	15.134	15.102
	Hat akımı (8-9)	5.179	5.726	5.885	6.178	5.676	5.355	5.181	4.829	4.633
	Hat akımı (10-9)	10.532	10.577	10.486	10.396	10.351	10.442	10.307	10.397	10.489
6FT	Arıza akımı (9)	14.092	14.622	14.649	14.729	14.202	14.120	13.677	13.591	13.562
	Hat akımı (8-9)	4.617	5.147	5.222	5.441	4.943	4.700	4.452	4.181	4.087
	Hat akımı (10-9)	9.476	9.476	9.476	9.476	9.476	9.476	9.476	9.476	9.476

TABLO E.10: MOD-5 devresinde 10 nolu barada arıza durumu için arıza akımlarının en büyük değerleri

ARIZA TİPLERİ		ÇALIŞMA NOKTALARI								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	Arıza akımı (10)	74.377	74.038	74.040	74.047	74.386	74.379	74.724	74.718	74.716
	Hat akımı (9-10)	2.448	2.786	2.843	3.007	2.696	2.512	2.392	2.183	2.109
	Hat akımı (11-10)	76.805	76.805	76.805	76.805	76.805	76.805	76.805	76.805	76.805
2FT	Arıza akımı (10)	73.873	73.536	73.538	73.545	73.882	73.875	74.218	74.212	74.210
	Hat akımı (9-10)	2.932	3.269	3.316	3.456	3.139	2.985	2.827	2.655	2.595
	Hat akımı (11-10)	76.805	76.805	76.805	76.805	76.805	76.805	76.805	76.805	76.805
3FT	Arıza akımı (10)	73.873	73.536	73.538	73.545	73.882	73.875	74.218	74.212	74.210
	Hat akımı (9-10)	2.932	3.269	3.316	3.456	3.139	2.985	2.827	2.655	2.595
	Hat akımı (11-10)	76.805	76.805	76.805	76.805	76.805	76.805	76.805	76.805	76.805
3F	Arıza akımı (10)	73.873	73.536	73.538	73.545	73.882	73.875	74.218	74.212	74.210
	Hat akımı (9-10)	2.932	3.269	3.316	3.456	3.139	2.985	2.827	2.655	2.595
	Hat akımı (11-10)	76.805	76.805	76.805	76.805	76.805	76.805	76.805	76.805	76.805
4FT	Arıza akımı (10)	73.873	73.536	73.538	73.545	73.882	73.875	74.218	74.212	74.210
	Hat akımı (9-10)	2.932	3.269	3.316	3.456	3.139	2.985	2.827	2.655	2.595
	Hat akımı (11-10)	76.805	76.805	76.805	76.805	76.805	76.805	76.805	76.805	76.805
5FT	Arıza akımı (10)	74.391	74.052	74.054	74.061	74.400	74.393	74.739	74.732	74.730
	Hat akımı (9-10)	2.434	2.773	2.830	3.848	2.683	3.335	3.247	2.170	2.095
	Hat akımı (11-10)	76.805	76.805	76.805	76.805	76.805	76.805	76.805	76.805	76.805
5F	Arıza akımı (10)	82.261	81.887	81.889	81.896	82.271	82.264	82.646	82.639	82.636
	Hat akımı (9-10)	3.284	3.615	3.742	3.945	3.644	3.424	3.350	3.109	2.954
	Hat akımı (11-10)	85.526	85.482	85.573	85.664	85.708	85.617	85.752	85.661	85.570
6FT	Arıza akımı (10)	73.873	73.536	73.538	73.545	73.882	73.875	74.218	74.212	74.210
	Hat akımı (9-10)	2.932	3.269	3.316	3.456	3.139	2.985	2.827	2.655	2.595
	Hat akımı (11-10)	76.805	76.805	76.805	76.805	76.805	76.805	76.805	76.805	76.805

T. C.
Yükseköğretim Kurulu

TABLO E.11:MOD-5 devresinde, 2 nolu barada arıza durumu için arıza sonrası bara gerilimlerinin en büyük değerleri [(bara no) gerilim değeri]

ARIZA TIPI	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	(10)1.040	(3)1.084	(3)1.099	(3)1.142	(3)1.041	(10)1.040	(10)1.041	(10)1.041	(10)1.041
2FT	(10)1.043	(10)1.043	(10)1.043	(3)1.072	(10)1.043	(10)1.043	(10)1.043	(10)1.043	(10)1.043
3FT	(10)1.043	(10)1.043	(10)1.043	(3)1.072	(10)1.043	(10)1.043	(10)1.043	(10)1.043	(10)1.043
3F	(10)1.043	(10)1.043	(10)1.043	(3)1.072	(10)1.043	(10)1.043	(10)1.043	(10)1.043	(10)1.043
4FT	(10)1.043	(10)1.043	(10)1.043	(3)1.072	(10)1.043	(10)1.043	(10)1.043	(10)1.043	(10)1.043
5FT	(10)1.045	(10)1.046	(10)1.048	(10)1.047	(10)1.047	(10)1.046	(10)1.047	(10)1.046	(10)1.045
5F	(10)1.047	(10)1.048	(10)1.049	(3)1.072	(10)1.050	(10)1.049	(10)1.049	(10)1.048	(10)1.047
6FT	(10)1.043	(10)1.043	(10)1.043	(10)1.043	(10)1.043	(10)1.043	(10)1.043	(10)1.043	(10)1.043

TABLO E.12:MOD-5 devresinde, 3 nolu barada arıza durumu için arıza sonrası bara gerilimlerinin en büyük değerleri [(bara no) gerilim değeri]

ARIZA TIPI	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	(10)1.042	(3)1.130	(3)1.145	(3)1.189	(3)1.084	(10)1.042	(10)1.042	(10)1.042	(10)1.042
2FT	(10)1.042	(10)1.042	(10)1.042	(3)1.072	(10)1.042	(10)1.042	(10)1.042	(10)1.042	(10)1.042
3FT	(10)1.042	(10)1.042	(10)1.042	(3)1.072	(10)1.042	(10)1.042	(10)1.042	(10)1.042	(10)1.042
3F	(10)1.042	(10)1.042	(10)1.042	(3)1.072	(10)1.042	(10)1.042	(10)1.042	(10)1.042	(10)1.042
4FT	(10)1.042	(10)1.042	(10)1.042	(3)1.072	(10)1.042	(10)1.042	(10)1.042	(10)1.042	(10)1.042
5FT	(10)1.042	(10)1.042	(10)1.042	(2)1.059	(10)1.042	(10)1.042	(10)1.042	(10)1.042	(10)1.042
5F	(10)1.046	(10)1.046	(10)1.048	(10)1.072	(3)1.049	(10)1.047	(10)1.048	(10)1.047	(10)1.046
6FT	(10)1.042	(10)1.042	(10)1.042	(10)1.042	(10)1.042	(10)1.042	(10)1.042	(10)1.042	(10)1.042

TABLO E.13:MOD-5 devresinde, 4 nolu barada arıza durumu için arıza sonrası bara gerilimlerinin en büyük değerleri [(bara no) gerilim değeri]

ARIZA TIPI	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	(4)1.572	(4)1.670	(5)1.679	(5)1.704	(4)1.606	(4)1.581	(4)1.510	(4)1.483	(4)1.474
2FT	(10)1.073	(10)1.073	(10)1.073	(10)1.073	(10)1.073	(10)1.073	(10)1.073	(10)1.073	(10)1.073
3FT	(10)1.073	(10)1.073	(10)1.073	(10)1.073	(10)1.073	(10)1.073	(10)1.073	(10)1.073	(10)1.073
3F	(10)1.073	(10)1.073	(10)1.073	(10)1.073	(10)1.073	(10)1.073	(10)1.073	(10)1.073	(10)1.073
4FT	(10)1.073	(10)1.073	(10)1.073	(10)1.073	(10)1.073	(10)1.073	(10)1.073	(10)1.073	(10)1.073
5FT	(4)1.137	(5)1.208	(5)1.215	(6)1.235	(4)1.161	(4)1.143	(4)1.092	(10)1.080	(10)1.079
5F	(10)1.081	(10)1.081	(10)1.082	(10)1.084	(10)1.083	(10)1.082	(10)1.083	(10)1.081	(10)1.080
6FT	(10)1.073	(10)1.073	(10)1.073	(10)1.073	(10)1.073	(10)1.073	(10)1.073	(10)1.073	(10)1.073

TABLO E.14:MOD-5 devresinde, 5 nolu barada arıza durumu için arıza sonrası bara gerilimlerinin en büyük değerleri [(bara no) gerilim değeri]

ARIZA TIPI	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	(4)1.577	(5)1.678	(5)1.687	(5)1.715	(4)1.612	(4)1.586	(4)1.514	(4)1.485	(4)1.476
2FT	(10)1.068	(10)1.068	(10)1.068	(3)1.072	(10)1.068	(10)1.068	(10)1.068	(10)1.068	(10)1.068
3FT	(10)1.068	(10)1.068	(10)1.068	(3)1.072	(10)1.068	(10)1.068	(10)1.068	(10)1.068	(10)1.068
3F	(10)1.068	(10)1.068	(10)1.068	(3)1.072	(10)1.068	(10)1.068	(10)1.068	(10)1.068	(10)1.068
4FT	(10)1.068	(10)1.068	(10)1.068	(3)1.072	(10)1.068	(10)1.068	(10)1.068	(10)1.068	(10)1.068
5FT	(4)1.137	(5)1.210	(5)1.216	(6)1.237	(4)1.162	(4)1.143	(4)1.092	(10)1.074	(10)1.073
5F	(10)1.075	(10)1.075	(10)1.076	(10)1.078	(10)1.077	(10)1.076	(10)1.077	(10)1.076	(10)1.074
6FT	(10)1.068	(10)1.068	(10)1.068	(10)1.068	(10)1.068	(10)1.068	(10)1.068	(10)1.068	(10)1.068

TABLO E.15:MOD-5 devresinde, 6 nolu barada arıza durumu için arıza sonrası bara gerilimlerinin en büyük değerleri [(bara no) gerilim değeri]

ARIZA TIPI	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	(4)1.584	(5)1.690	(5)1.700	(5)1.729	(4)1.622	(4)1.594	(4)1.520	(4)1.490	(4)1.480
2FT	(10)1.063	(10)1.063	(10)1.063	(3)1.072	(10)1.063	(10)1.063	(10)1.063	(10)1.063	(10)1.063
3FT	(10)1.063	(10)1.063	(10)1.063	(3)1.072	(10)1.063	(10)1.063	(10)1.063	(10)1.063	(10)1.063
3F	(10)1.063	(10)1.063	(10)1.063	(3)1.072	(10)1.063	(10)1.063	(10)1.063	(10)1.063	(10)1.063
4FT	(10)1.063	(10)1.063	(10)1.063	(3)1.072	(10)1.063	(10)1.063	(10)1.063	(10)1.063	(10)1.063
5FT	(4)1.137	(5)1.211	(5)1.218	(6)1.239	(5)1.162	(4)1.143	(4)1.092	(4)1.071	(10)1.068
5F	(10)1.070	(10)1.070	(10)1.071	(10)1.073	(10)1.072	(10)1.071	(10)1.072	(10)1.070	(10)1.069
6FT	(10)1.063	(10)1.063	(10)1.063	(10)1.063	(10)1.063	(10)1.063	(10)1.063	(10)1.063	(10)1.063

TABLO E.16:MOD-5 devresinde, 7 nolu barada arıza durumu için arıza sonrası bara gerilimlerinin en büyük değerleri [(bara no) gerilim değeri]

ARIZA TIPI	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	(7)1.663	(9)1.714	(9)1.717	(9)1.725	(8)1.672	(8)1.665	(7)1.624	(7)1.618	(7)1.616
2FT	(10)1.161	(10)1.161	(10)1.161	(10)1.161	(10)1.161	(10)1.161	(10)1.161	(10)1.161	(10)1.161
3FT	(10)1.161	(10)1.161	(10)1.161	(10)1.161	(10)1.161	(10)1.161	(10)1.161	(10)1.161	(10)1.161
3F	(10)1.161	(10)1.161	(10)1.161	(10)1.161	(10)1.161	(10)1.161	(10)1.161	(10)1.161	(10)1.161
4FT	(10)1.161	(10)1.161	(10)1.161	(10)1.161	(10)1.161	(10)1.161	(10)1.161	(10)1.161	(10)1.161
5FT	(10)1.176	(9)1.205	(9)1.207	(9)1.213	(10)1.179	(10)1.177	(10)1.178	(10)1.177	(10)1.176
5F	(10)1.178	(10)1.178	(10)1.180	(10)1.181	(10)1.181	(10)1.179	(10)1.180	(10)1.179	(10)1.177
6FT	(10)1.161	(10)1.161	(10)1.161	(10)1.161	(10)1.161	(10)1.161	(10)1.161	(10)1.161	(10)1.161

TABLO E.17:MOD-5 devresinde, 8 nolu barada arıza durumu için arıza sonrası bara gerilimlerinin en büyük değerleri [(bara no) gerilim değeri]

ARIZA TIPI	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	(8)1.641	(9)1.695	(9)1.698	(9)1.707	(8)1.651	(8)1.643	(7)1.600	(7)1.593	(7)1.591
2FT	(10)1.138	(10)1.138	(10)1.138	(10)1.138	(10)1.138	(10)1.138	(10)1.138	(10)1.138	(10)1.138
3FT	(10)1.138	(10)1.138	(10)1.138	(10)1.138	(10)1.138	(10)1.138	(10)1.138	(10)1.138	(10)1.138
3F	(10)1.138	(10)1.138	(10)1.138	(10)1.138	(10)1.138	(10)1.138	(10)1.138	(10)1.138	(10)1.138
4FT	(10)1.138	(10)1.138	(10)1.138	(10)1.138	(10)1.138	(10)1.138	(10)1.138	(10)1.138	(10)1.138
5FT	(7)1.166	(9)1.204	(9)1.206	(9)1.212	(8)1.172	(7)1.167	(10)1.153	(10)1.152	(10)1.150
5F	(10)1.153	(10)1.153	(10)1.154	(10)1.156	(10)1.155	(10)1.154	(10)1.155	(10)1.153	(10)1.152
6FT	(10)1.138	(10)1.138	(10)1.138	(10)1.138	(10)1.138	(10)1.138	(10)1.138	(10)1.138	(10)1.138

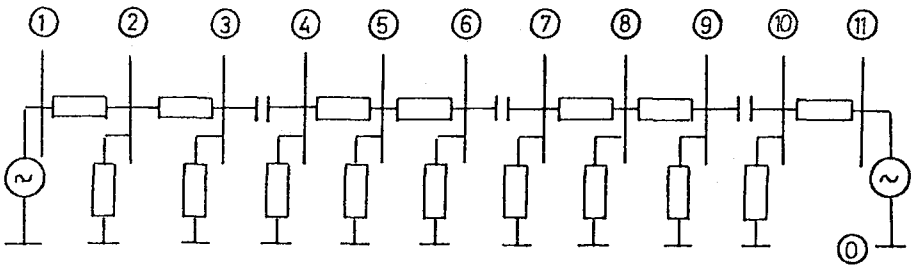
TABLO E.18:MOD-5 devresinde, 9 nolu barada arıza durumu için arıza sonrası bara gerilimlerinin en büyük değerleri [(bara no) gerilim değeri]

ARIZA TIPI	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	(8)1.623	(9)1.681	(9)1.684	(9)1.693	(8)1.634	(8)1.626	(7)1.580	(7)1.573	(7)1.571
2FT	(10)1.121	(10)1.121	(10)1.121	(10)1.121	(10)1.121	(10)1.121	(10)1.121	(10)1.121	(10)1.121
3FT	(10)1.121	(10)1.121	(10)1.121	(10)1.121	(10)1.121	(10)1.121	(10)1.121	(10)1.121	(10)1.121
3F	(10)1.121	(10)1.121	(10)1.121	(10)1.121	(10)1.121	(10)1.121	(10)1.121	(10)1.121	(10)1.121
4FT	(10)1.121	(10)1.121	(10)1.121	(10)1.121	(10)1.121	(10)1.121	(10)1.121	(10)1.121	(10)1.121
5FT	(7)1.164	(9)1.203	(9)1.205	(9)1.212	(8)1.170	(7)1.165	(7)1.135	(10)1.133	(10)1.131
5F	(10)1.133	(10)1.134	(10)1.135	(10)1.137	(10)1.136	(10)1.135	(10)1.136	(10)1.134	(10)1.133
6FT	(10)1.121	(10)1.121	(10)1.121	(10)1.121	(10)1.121	(10)1.121	(10)1.121	(10)1.121	(10)1.121

TABLO E.19:MOD-5 devresinde, 10 nolu barada arıza durumu için arıza sonrası bara gerilimlerinin en büyük değerleri [(bara no) gerilim değeri]

ARIZA TIPI	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	(9)1.025	(9)1.062	(9)1.064	(6)1.081	(9)1.033	(9)1.027	(10)1.008	(10)1.008	(10)1.008
2FT	(10)1.000	(5)1.025	(2)1.033	(3)1.072	(10)1.000	(10)1.000	(10)1.005	(10)1.005	(10)1.005
3FT	(10)1.000	(5)1.025	(2)1.033	(3)1.072	(10)1.000	(10)1.000	(10)1.005	(10)1.005	(10)1.005
3F	(10)1.000	(5)1.025	(2)1.033	(3)1.072	(10)1.000	(10)1.000	(10)1.005	(10)1.005	(10)1.005
4FT	(10)1.000	(5)1.025	(2)1.033	(3)1.072	(10)1.000	(10)1.000	(10)1.005	(10)1.005	(10)1.005
5FT	(9)1.026	(9)1.063	(9)1.065	(6)1.082	(9)1.034	(9)1.028	(10)0.998	(10)0.998	(10)0.998
5F	(10)1.000	(5)1.025	(2)1.033	(3)1.072	(10)1.000	(10)1.000	(10)1.005	(10)1.005	(10)1.005
6FT	(3)0.874	(3)0.974	(3)0.988	(3)1.030	(3)0.936	(3)0.890	(3)0.843	(3)0.791	(3)0.773

EK F: MOD-6 devresi için düzenlenmiş arıza analizi sonuçları



MOD 6

TABLO F.1: MOD-6 devresinde dokuz ayrı çalışma noktası için arıza öncesi bara gerilimleri

BARA NO	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V(1)	0.9389	1.0432	1.0576	1.0997	1.0012	0.9548	0.9041	0.8525	0.8345
V(2)	0.9449	1.0420	1.0545	1.0911	0.9988	0.9587	0.9075	0.8631	0.8478
V(3)	0.9677	1.0453	1.0532	1.0768	1.0017	0.9763	0.9270	0.8995	0.8902
V(4)	0.9602	1.0459	1.0556	1.0841	1.0018	0.9708	0.9200	0.8861	0.8746
V(5)	0.9744	1.0397	1.0454	1.0623	0.9984	0.9805	0.9348	0.9155	0.9090
V(6)	0.9904	1.0356	1.0383	1.0465	1.0018	0.9933	0.9571	0.9482	0.9452
V(7)	0.9857	1.0392	1.0430	1.0544	1.0017	0.9897	0.9491	0.9365	0.9322
V(8)	0.9928	1.0257	1.0271	1.0315	0.9988	0.9943	0.9662	0.9615	0.9600
V(9)	1.0018	1.0141	1.0143	1.0150	1.0027	1.0020	0.9904	0.9897	0.9895
V(10)	1.0000	1.0207	1.0213	1.0230	1.0024	1.0006	0.9817	0.9799	0.9793
V(11)	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

TABLO F.2: MOD-6 devresinde 2 nolu barada arıza durumu için arıza akımlarının en büyük değerleri

ARIZA TİPLERİ		ÇALIŞMA NOKTALARI								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	Arıza akımı (2)	53.336	58.818	59.523	61.590	56.379	54.113	51.224	48.719	47.855
	Hat akımı (1-2)	49.970	55.476	56.230	58.433	53.234	50.805	48.103	45.401	44.464
	Hat akımı (3-2)	3.370	3.346	3.347	3.347	3.371	3.371	3.395	3.395	3.395
2FT	Arıza akımı (2)	47.870	52.789	53.422	55.278	50.601	48.567	45.974	43.726	42.950
	Hat akımı (1-2)	44.265	49.185	49.864	51.847	47.205	45.018	42.626	40.191	39.346
	Hat akımı (3-2)	3.604	3.604	3.604	3.604	3.604	3.604	3.604	3.604	3.604
3FT	Arıza akımı (2)	47.870	52.789	53.422	55.278	50.601	48.567	45.974	43.726	42.950
	Hat akımı (1-2)	44.265	49.185	49.864	51.847	47.205	45.018	42.626	40.191	39.346
	Hat akımı (3-2)	3.604	3.604	3.604	3.604	3.604	3.604	3.604	3.604	3.604
3F	Arıza akımı (2)	47.870	52.789	53.422	55.278	50.601	48.567	45.974	43.726	42.950
	Hat akımı (1-2)	44.265	49.185	49.864	51.847	47.205	45.018	42.626	40.191	39.346
	Hat akımı (3-2)	3.604	3.604	3.604	3.604	3.604	3.604	3.604	3.604	3.604
4FT	Arıza akımı (2)	47.870	52.789	53.422	55.278	50.601	48.567	45.974	43.726	42.950
	Hat akımı (1-2)	44.265	49.185	49.864	51.847	47.205	45.018	42.626	40.191	39.346
	Hat akımı (3-2)	3.604	3.604	3.604	3.604	3.604	3.604	3.604	3.604	3.604
5FT	Arıza akımı (2)	57.933	63.887	64.653	66.898	61.238	58.777	55.639	52.918	51.979
	Hat akımı (1-2)	54.767	60.765	61.583	63.971	58.303	55.672	52.708	49.782	48.768
	Hat akımı (3-2)	3.174	3.130	3.131	3.133	3.177	3.175	3.221	3.219	3.218
5F	Arıza akımı (2)	53.305	58.784	59.489	61.555	56.346	54.082	51.195	48.691	47.827
	Hat akımı (1-2)	49.328	54.763	55.593	57.847	52.731	50.248	47.685	44.924	43.892
	Hat akımı (3-2)	3.965	4.007	3.921	3.837	3.794	3.879	3.752	3.838	3.925
6FT	Arıza akımı (2)	47.870	52.789	53.422	55.278	50.601	48.567	45.974	43.726	42.950
	Hat akımı (1-2)	44.265	49.185	49.864	51.847	47.205	45.018	42.626	40.191	39.346
	Hat akımı (3-2)	3.604	3.604	3.604	3.604	3.604	3.604	3.604	3.604	3.604

TABLO F.3: MOD-6 devresinde 3 nolu barada arıza durumu için arıza akımlarının en büyük değerleri

ARIZA TİPLERİ		ÇALIŞMA NOKTALARI								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	Arıza akımı (3)	7.461	8.059	8.120	8.301	7.722	7.527	7.146	6.935	6.863
	Hat akımı (2-3)	5.520	6.324	6.464	6.868	6.136	5.680	5.424	4.903	4.716
	Hat akımı (4-3)	1.977	1.774	1.806	1.899	2.090	2.006	2.283	2.207	2.180
2FT	Arıza akımı (3)	16.176	17.472	17.605	17.998	16.743	16.319	15.494	15.036	14.880
	Hat akımı (2-3)	11.662	12.958	13.137	13.660	12.437	11.861	11.230	10.589	10.366
	Hat akımı (4-3)	4.514	4.514	4.514	4.514	4.514	4.514	4.514	4.514	4.514
3FT	Arıza akımı (3)	16.176	17.472	17.605	17.998	16.743	16.319	15.494	15.036	14.880
	Hat akımı (2-3)	11.662	12.958	13.137	13.660	12.437	11.861	11.230	10.589	10.366
	Hat akımı (4-3)	4.514	4.514	4.514	4.514	4.514	4.514	4.514	4.514	4.514
3F	Arıza akımı (3)	16.176	17.472	17.605	17.998	16.743	16.319	15.494	15.036	14.880
	Hat akımı (2-3)	11.662	12.958	13.137	13.660	12.437	11.861	11.230	10.589	10.366
	Hat akımı (4-3)	4.514	4.514	4.514	4.514	4.514	4.514	4.514	4.514	4.514
4FT	Arıza akımı (3)	16.176	17.472	17.605	17.998	16.743	16.319	15.494	15.036	14.880
	Hat akımı (2-3)	11.662	12.958	13.137	13.660	12.437	11.861	11.230	10.589	10.366
	Hat akımı (4-3)	4.514	4.514	4.514	4.514	4.514	4.514	4.514	4.514	4.514
5FT	Arıza akımı (3)	17.719	19.139	19.285	19.715	18.340	17.876	16.973	16.470	16.299
	Hat akımı (2-3)	12.748	14.128	14.385	14.994	13.702	13.032	12.429	11.686	11.368
	Hat akımı (4-3)	4.965	5.005	4.921	4.839	4.797	4.881	4.757	4.840	4.925
5F	Arıza akımı (3)	18.013	19.456	19.604	20.042	18.644	18.173	17.254	16.743	16.569
	Hat akımı (2-3)	13.035	14.437	14.711	15.340	14.029	13.338	12.737	11.972	11.634
	Hat akımı (4-3)	4.987	5.029	4.943	4.857	4.813	4.900	4.770	4.857	4.946
6FT	Arıza akımı (3)	16.176	17.472	17.605	17.998	16.743	16.319	15.494	15.036	14.880
	Hat akımı (2-3)	11.662	12.958	13.137	13.660	12.437	11.861	11.230	10.589	10.366
	Hat akımı (4-3)	4.514	4.514	4.514	4.514	4.514	4.514	4.514	4.514	4.514

TABLO F.4: MOD-6 devresinde 4 nolu barada arıza durumu için arıza akımlarının en büyük değerleri

ARIZA TİPLERİ		ÇALIŞMA NOKTALARI								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	Arıza akımı (4)	8.364	9.110	9.195	9.444	8.726	8.456	8.014	7.719	7.618
	Hat akımı (3-4)	6.728	7.693	7.859	8.338	7.457	6.918	6.600	5.983	5.763
	Hat akımı (5-4)	1.675	1.460	1.503	1.626	1.822	1.713	2.021	1.924	1.890
2FT	Arıza akımı (4)	20.705	22.552	22.761	23.378	21.601	20.933	19.838	19.108	18.858
	Hat akımı (3-4)	16.619	18.466	18.721	19.466	17.723	16.902	16.004	15.089	14.772
	Hat akımı (5-4)	4.086	4.086	4.086	4.086	4.086	4.086	4.086	4.086	4.086
3FT	Arıza akımı (4)	20.705	22.552	22.761	23.378	21.601	20.933	19.838	19.108	18.858
	Hat akımı (3-4)	16.619	18.466	18.721	19.466	17.723	16.902	16.004	15.089	14.772
	Hat akımı (5-4)	4.086	4.086	4.086	4.086	4.086	4.086	4.086	4.086	4.086
3F	Arıza akımı (4)	20.705	22.552	22.761	23.378	21.601	20.933	19.838	19.108	18.858
	Hat akımı (3-4)	16.619	18.466	18.721	19.466	17.723	16.902	16.004	15.089	14.772
	Hat akımı (5-4)	4.086	4.086	4.086	4.086	4.086	4.086	4.086	4.086	4.086
4FT	Arıza akımı (4)	20.705	22.552	22.761	23.378	21.601	20.933	19.838	19.108	18.858
	Hat akımı (3-4)	16.619	18.466	18.721	19.466	17.723	16.902	16.004	15.089	14.772
	Hat akımı (5-4)	4.086	4.086	4.086	4.086	4.086	4.086	4.086	4.086	4.086
5FT	Arıza akımı (4)	22.749	24.778	25.008	25.685	23.733	22.999	21.796	20.994	20.720
	Hat akımı (3-4)	18.257	20.247	20.591	21.450	19.583	18.638	17.742	16.694	16.267
	Hat akımı (5-4)	4.485	4.524	4.442	4.361	4.320	4.402	4.280	4.362	4.446
5F	Arıza akımı (4)	23.056	25.113	25.346	26.032	24.054	23.310	22.090	21.278	21.000
	Hat akımı (3-4)	18.546	20.560	20.918	21.794	19.904	18.942	18.043	16.974	16.531
	Hat akımı (5-4)	4.520	4.563	4.475	4.388	4.343	4.431	4.299	4.388	4.478
6FT	Arıza akımı (4)	20.705	22.552	22.761	23.378	21.601	20.933	19.838	19.108	18.858
	Hat akımı (3-4)	16.619	18.466	18.721	19.466	17.723	16.902	16.004	15.089	14.772
	Hat akımı (5-4)	4.086	4.086	4.086	4.086	4.086	4.086	4.086	4.086	4.086

TABLO F.5: MOD-6 devresinde 5 nolu barada arıza durumu için arıza akımlarının en büyük değerleri

ARIZA TİPLERİ		ÇALIŞMA NOKTALARI								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	Arıza akımı (5)	5.116	5.460	5.489	5.578	5.243	5.148	4.908	4.807	4.773
	Hat akımı (4-5)	3.098	3.665	3.785	4.124	3.629	3.239	3.159	2.702	2.531
	Hat akımı (6-5)	2.099	1.881	1.916	2.017	2.222	2.131	2.429	2.346	2.318
2FT	Arıza akımı (5)	13.507	14.413	14.492	14.726	13.841	13.591	12.958	12.691	12.601
	Hat akımı (4-5)	8.152	9.058	9.183	9.548	8.693	8.291	7.850	7.402	7.246
	Hat akımı (6-5)	5.355	5.355	5.355	5.355	5.355	5.355	5.355	5.355	5.355
3FT	Arıza akımı (5)	13.507	14.413	14.492	14.726	13.841	13.591	12.958	12.691	12.601
	Hat akımı (4-5)	8.152	9.058	9.183	9.548	8.693	8.291	7.850	7.402	7.246
	Hat akımı (6-5)	5.355	5.355	5.355	5.355	5.355	5.355	5.355	5.355	5.355
3F	Arıza akımı (5)	13.507	14.413	14.492	14.726	13.841	13.591	12.958	12.691	12.601
	Hat akımı (4-5)	8.152	9.058	9.183	9.548	8.693	8.291	7.850	7.402	7.246
	Hat akımı (6-5)	5.355	5.355	5.355	5.355	5.355	5.355	5.355	5.355	5.355
4FT	Arıza akımı (5)	13.507	14.413	14.492	14.726	13.841	13.591	12.958	12.691	12.601
	Hat akımı (4-5)	8.152	9.058	9.183	9.548	8.693	8.291	7.850	7.402	7.246
	Hat akımı (6-5)	5.355	5.355	5.355	5.355	5.355	5.355	5.355	5.355	5.355
5FT	Arıza akımı (5)	14.858	15.855	15.941	16.199	15.225	14.951	14.254	13.961	13.861
	Hat akımı (4-5)	8.965	9.922	10.125	10.567	9.674	9.189	8.795	8.258	8.009
	Hat akımı (6-5)	5.878	5.917	5.836	5.755	5.715	5.796	5.676	5.757	5.840
5F	Arıza akımı (5)	15.041	16.050	16.138	16.398	15.412	15.135	14.429	14.132	14.032
	Hat akımı (4-5)	9.108	10.073	10.287	10.740	9.840	9.343	8.954	8.405	8.142
	Hat akımı (6-5)	5.929	5.972	5.884	5.797	5.753	5.841	5.710	5.798	5.887
6FT	Arıza akımı (5)	13.507	14.413	14.492	14.726	13.841	13.591	12.958	12.691	12.601
	Hat akımı (4-5)	8.152	9.058	9.183	9.548	8.693	8.291	7.850	7.402	7.246
	Hat akımı (6-5)	5.355	5.355	5.355	5.355	5.355	5.355	5.355	5.355	5.355

TABLO F.6: MOD-6 devresinde 6 nolu barada arıza durumu için arıza akımlarının en büyük değerleri

ARIZA TİPLERİ		ÇALIŞMA NOKTALARI								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	Arıza akımı (6)	4.484	4.688	4.701	4.738	4.535	4.497	4.333	4.293	4.279
	Hat akımı (5-6)	1.806	2.242	2.357	2.672	2.318	1.947	1.997	1.551	1.371
	Hat akımı (7-6)	2.721	2.491	2.520	2.606	2.826	2.747	3.047	2.975	2.950
2FT	Arıza akımı (6)	13.140	13.740	13.776	13.884	13.291	13.178	12.699	12.581	12.541
	Hat akımı (5-6)	5.394	5.993	6.076	6.317	5.752	5.485	5.194	4.897	4.794
	Hat akımı (7-6)	7.747	7.747	7.747	7.747	7.747	7.747	7.747	7.747	7.747
3FT	Arıza akımı (6)	13.140	13.740	13.776	13.884	13.291	13.178	12.699	12.581	12.541
	Hat akımı (5-6)	5.394	5.993	6.076	6.317	5.752	5.485	5.194	4.897	4.794
	Hat akımı (7-6)	7.747	7.747	7.747	7.747	7.747	7.747	7.747	7.747	7.747
3F	Arıza akımı (6)	13.140	13.740	13.776	13.884	13.291	13.178	12.699	12.581	12.541
	Hat akımı (5-6)	5.394	5.993	6.076	6.317	5.752	5.485	5.194	4.897	4.794
	Hat akımı (7-6)	7.747	7.747	7.747	7.747	7.747	7.747	7.747	7.747	7.747
4FT	Arıza akımı (6)	13.140	13.740	13.776	13.884	13.291	13.178	12.699	12.581	12.541
	Hat akımı (5-6)	5.394	5.993	6.076	6.317	5.752	5.485	5.194	4.897	4.794
	Hat akımı (7-6)	7.747	7.747	7.747	7.747	7.747	7.747	7.747	7.747	7.747
5FT	Arıza akımı (6)	14.479	15.139	15.179	15.298	14.645	14.520	13.992	13.862	13.818
	Hat akımı (5-6)	5.949	6.570	6.727	7.035	6.459	6.12	5.89	5.52	5.33
	Hat akımı (7-6)	8.522	8.562	8.479	8.398	8.358	8.44	8.32	8.40	8.48
5F	Arıza akımı (6)	14.632	15.300	15.340	15.461	14.801	14.675	14.141	14.009	13.965
	Hat akımı (5-6)	6.040	6.665	6.831	7.148	6.570	6.224	6.001	5.620	5.416
	Hat akımı (7-6)	8.602	8.645	8.556	8.468	8.424	8.513	8.380	8.469	8.559
6FT	Arıza akımı (6)	13.140	13.740	13.776	13.884	13.291	13.178	12.699	12.581	12.541
	Hat akımı (5-6)	5.394	5.993	6.076	6.317	5.752	5.485	5.194	4.897	4.794
	Hat akımı (7-6)	7.747	7.747	7.747	7.747	7.747	7.747	7.747	7.747	7.747

TABLO F.7: MOD-6 devresinde 7 nolu barada arıza durumu için arıza akımlarının en büyük değerleri

ARIZA TİPLERİ		ÇALIŞMA NOKTALARI								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	Arıza akımı (7)	4.433	4.674	4.691	4.742	4.505	4.451	4.269	4.212	4.193
	Hat akımı (6-7)	2.035	2.500	2.618	2.943	2.559	2.178	2.207	1.751	1.569
	Hat akımı (8-7)	2.441	2.219	2.250	2.340	2.552	2.469	2.765	2.690	2.664
2FT	Arıza akımı (7)	12.787	13.481	13.530	13.678	12.994	12.839	12.312	12.148	12.093
	Hat akımı (6-7)	6.243	6.937	7.032	7.312	6.657	6.349	6.012	5.668	5.549
	Hat akımı (8-7)	6.544	6.544	6.544	6.544	6.544	6.544	6.544	6.544	6.544
3FT	Arıza akımı (7)	12.787	13.481	13.530	13.678	12.994	12.839	12.312	12.148	12.093
	Hat akımı (6-7)	6.243	6.937	7.032	7.312	6.657	6.349	6.012	5.668	5.549
	Hat akımı (8-7)	6.544	6.544	6.544	6.544	6.544	6.544	6.544	6.544	6.544
3F	Arıza akımı (7)	12.787	13.481	13.530	13.678	12.994	12.839	12.312	12.148	12.093
	Hat akımı (6-7)	6.243	6.937	7.032	7.312	6.657	6.349	6.012	5.668	5.549
	Hat akımı (8-7)	6.544	6.544	6.544	6.544	6.544	6.544	6.544	6.544	6.544
4FT	Arıza akımı (7)	12.787	13.481	13.530	13.678	12.994	12.839	12.312	12.148	12.093
	Hat akımı (6-7)	6.243	6.937	7.032	7.312	6.657	6.349	6.012	5.668	5.549
	Hat akımı (8-7)	6.544	6.544	6.544	6.544	6.544	6.544	6.544	6.544	6.544
5FT	Arıza akımı (7)	14.086	14.850	14.905	15.067	14.314	14.143	13.563	13.382	13.322
	Hat akımı (6-7)	6.899	7.625	7.798	8.149	7.475	7.090	6.811	6.386	6.174
	Hat akımı (8-7)	7.179	7.217	7.137	7.057	7.018	7.099	6.980	7.060	7.142
5F	Arıza akımı (7)	14.239	15.011	15.067	15.231	14.470	14.297	13.710	13.528	13.466
	Hat akımı (6-7)	6.976	7.706	7.886	8.244	7.566	7.175	6.900	6.468	6.248
	Hat akımı (8-7)	7.272	7.316	7.226	7.137	7.092	7.182	7.048	7.138	7.228
6FT	Arıza akımı (7)	12.787	13.481	13.530	13.678	12.994	12.839	12.312	12.148	12.093
	Hat akımı (6-7)	6.243	6.937	7.032	7.312	6.657	6.349	6.012	5.668	5.549
	Hat akımı (8-7)	6.544	6.544	6.544	6.544	6.544	6.544	6.544	6.544	6.544

TABLO F.8: MOD-6 devresinde 8 nolu barada arıza durumu için arıza akımlarının en büyük değerleri

ARIZA TİPLERİ		ÇALIŞMA NOKTALARI								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	Arıza akımı (8)	5.390	5.569	5.577	5.601	5.423	5.399	5.246	5.220	5.212
	Hat akımı (7-8)	1.48	1.89	2.00	2.31	2.00	1.63	1.72	1.27	1.08
	Hat akımı (9-8)	3.99	3.77	3.79	3.84	4.06	4.01	4.27	4.23	4.21
2FT	Arıza akımı (8)	15.167	15.669	15.692	15.758	15.259	15.190	14.760	14.689	14.665
	Hat akımı (7-8)	4.52	5.02	5.09	5.29	4.82	4.59	4.35	4.10	4.02
	Hat akımı (9-8)	10.65	10.65	10.65	10.65	10.65	10.65	10.65	10.65	10.65
3FT	Arıza akımı (8)	15.167	15.669	15.692	15.758	15.259	15.190	14.760	14.689	14.665
	Hat akımı (7-8)	4.52	5.02	5.09	5.29	4.82	4.59	4.35	4.10	4.02
	Hat akımı (9-8)	10.65	10.65	10.65	10.65	10.65	10.65	10.65	10.65	10.65
3F	Arıza akımı (8)	15.167	15.669	15.692	15.758	15.259	15.190	14.760	14.689	14.665
	Hat akımı (7-8)	4.52	5.02	5.09	5.29	4.82	4.59	4.35	4.10	4.02
	Hat akımı (9-8)	10.65	10.65	10.65	10.65	10.65	10.65	10.65	10.65	10.65
4FT	Arıza akımı (8)	15.167	15.669	15.692	15.758	15.259	15.190	14.760	14.689	14.665
	Hat akımı (7-8)	4.52	5.02	5.09	5.29	4.82	4.59	4.35	4.10	4.02
	Hat akımı (9-8)	10.65	10.65	10.65	10.65	10.65	10.65	10.65	10.65	10.65
5FT	Arıza akımı (8)	16.702	17.255	17.279	17.353	16.803	16.727	16.254	16.175	16.149
	Hat akımı (7-8)	5.00	5.51	5.65	5.92	5.44	5.15	4.98	4.66	4.48
	Hat akımı (9-8)	11.69	11.73	11.65	11.57	11.53	11.61	11.49	11.57	11.65
5F	Arıza akımı (8)	16.890	17.449	17.474	17.548	16.992	16.915	16.436	16.357	16.330
	Hat akımı (7-8)	5.05	5.56	5.71	5.98	5.51	5.21	5.04	4.71	4.53
	Hat akımı (9-8)	11.84	11.88	11.79	11.70	11.66	11.75	11.62	11.71	11.80
6FT	Arıza akımı (8)	15.167	15.669	15.692	15.758	15.259	15.190	14.760	14.689	14.665
	Hat akımı (7-8)	4.52	5.02	5.09	5.29	4.82	4.59	4.35	4.10	4.02
	Hat akımı (9-8)	10.65	10.65	10.65	10.65	10.65	10.65	10.65	10.65	10.65

TABLO F.9: MOD-6 devresinde 9 nolu barada arıza durumu için arıza akımlarının en büyük değerleri

ARIZA TİPLERİ		ÇALIŞMA NOKTALARI								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	Arıza akımı (9)	9.916	10.038	10.040	10.046	9.924	9.918	9.803	9.796	9.794
	Hat akımı (8-9)	0.962	1.323	1.454	1.789	1.541	1.135	1.346	0.851	0.601
	Hat akımı (10-9)	8.999	8.760	8.770	8.797	9.034	9.008	9.272	9.247	9.238
2FT	Arıza akımı (9)	31.973	32.365	32.372	32.392	31.999	31.979	31.607	31.587	31.580
	Hat akımı (8-9)	3.534	3.927	3.981	4.139	3.769	3.594	3.403	3.209	3.141
	Hat akımı (10-9)	28.439	28.439	28.439	28.439	28.439	28.439	28.439	28.439	28.439
3FT	Arıza akımı (9)	31.973	32.365	32.372	32.392	31.999	31.979	31.607	31.587	31.580
	Hat akımı (8-9)	3.534	3.927	3.981	4.139	3.769	3.594	3.403	3.209	3.141
	Hat akımı (10-9)	28.439	28.439	28.439	28.439	28.439	28.439	28.439	28.439	28.439
3F	Arıza akımı (9)	31.973	32.365	32.372	32.392	31.999	31.979	31.607	31.587	31.580
	Hat akımı (8-9)	3.534	3.927	3.981	4.139	3.769	3.594	3.403	3.209	3.141
	Hat akımı (10-9)	28.439	28.439	28.439	28.439	28.439	28.439	28.439	28.439	28.439
4FT	Arıza akımı (9)	31.973	32.365	32.372	32.392	31.999	31.979	31.607	31.587	31.580
	Hat akımı (8-9)	3.534	3.927	3.981	4.139	3.769	3.594	3.403	3.209	3.141
	Hat akımı (10-9)	28.439	28.439	28.439	28.439	28.439	28.439	28.439	28.439	28.439
5FT	Arıza akımı (9)	35.274	35.707	35.715	35.737	35.304	35.281	34.871	34.848	34.841
	Hat akımı (8-9)	3.921	4.315	4.444	4.664	4.302	4.062	3.947	3.684	3.528
	Hat akımı (10-9)	31.345	31.385	31.302	31.219	31.179	31.262	31.140	31.223	31.306
5F	Arıza akımı (9)	35.603	36.041	36.048	36.070	35.633	35.611	35.196	35.173	35.166
	Hat akımı (8-9)	3.955	4.348	4.482	4.706	4.345	4.101	3.991	3.724	3.562
	Hat akımı (10-9)	31.658	31.702	31.612	31.522	31.478	31.568	31.434	31.524	31.615
6FT	Arıza akımı (9)	31.973	32.365	32.372	32.392	31.999	31.979	31.607	31.587	31.580
	Hat akımı (8-9)	3.534	3.927	3.981	4.139	3.769	3.594	3.403	3.209	3.141
	Hat akımı (10-9)	28.439	28.439	28.439	28.439	28.439	28.439	28.439	28.439	28.439

TABLO F.10: MOD-6 devresinde 10 nolu barada arıza durumu için arıza akımlarının en büyük değerleri

ARIZA TİPLERİ		ÇALIŞMA NOKTALARI								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	Arıza akımı (10)	8.421	8.595	8.600	8.615	8.441	8.426	8.267	8.252	8.246
	Hat akımı (9-10)	1.31	1.69	1.80	2.10	1.82	1.45	1.57	1.13	0.93
	Hat akımı (11-10)	7.15	6.95	6.96	6.98	7.18	7.16	7.38	7.36	7.35
2FT	Arıza akımı (10)	20.774	21.204	21.216	21.252	20.823	20.786	20.394	20.356	20.343
	Hat akımı (9-10)	3.87	4.30	4.36	4.53	4.13	3.94	3.73	3.51	3.44
	Hat akımı (11-10)	16.90	16.90	16.90	16.90	16.90	16.90	16.90	16.90	16.90
3FT	Arıza akımı (10)	20.774	21.204	21.216	21.252	20.823	20.786	20.394	20.356	20.343
	Hat akımı (9-10)	3.87	4.30	4.36	4.53	4.13	3.94	3.73	3.51	3.44
	Hat akımı (11-10)	16.90	16.90	16.90	16.90	16.90	16.90	16.90	16.90	16.90
3F	Arıza akımı (10)	20.774	21.204	21.216	21.252	20.823	20.786	20.394	20.356	20.343
	Hat akımı (9-10)	3.87	4.30	4.36	4.53	4.13	3.94	3.73	3.51	3.44
	Hat akımı (11-10)	16.90	16.90	16.90	16.90	16.90	16.90	16.90	16.90	16.90
4FT	Arıza akımı (10)	20.774	21.204	21.216	21.252	20.823	20.786	20.394	20.356	20.343
	Hat akımı (9-10)	3.87	4.30	4.36	4.53	4.13	3.94	3.73	3.51	3.44
	Hat akımı (11-10)	16.90	16.90	16.90	16.90	16.90	16.90	16.90	16.90	16.90
5FT	Arıza akımı (10)	22.822	23.295	23.308	23.348	22.877	22.836	22.405	22.364	22.350
	Hat akımı (9-10)	4.30	4.73	4.87	5.11	4.71	4.45	4.31	4.03	3.86
	Hat akımı (11-10)	18.52	18.55	18.47	18.40	18.36	18.44	18.32	18.40	18.48
5F	Arıza akımı (10)	23.133	23.611	23.625	23.665	23.188	23.146	22.710	22.668	22.654
	Hat akımı (9-10)	4.32	4.75	4.89	5.13	4.73	4.47	4.34	4.05	3.88
	Hat akımı (11-10)	18.82	18.87	18.78	18.69	18.64	18.73	18.60	18.69	18.78
6FT	Arıza akımı (10)	20.774	21.204	21.216	21.252	20.823	20.786	20.394	20.356	20.343
	Hat akımı (9-10)	3.87	4.30	4.36	4.53	4.13	3.94	3.73	3.51	3.44
	Hat akımı (11-10)	16.90	16.90	16.90	16.90	16.90	16.90	16.90	16.90	16.90

TABLO F.11:MOD-6 devresinde, 2 nolu barada arıza durumu için arıza sonrası bara gerilimlerinin en büyük değerleri [(bara no) gerilim değeri]

ARIZA TIPI	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	(10)1.009	(2)1.106	(2)1.120	(2)1.158	(2)1.060	(4)1.018	(10)0.994	(9)0.991	(9)0.991
2FT	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
3FT	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
3F	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
4FT	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990
5FT	(9)0.996	(9)1.008	(9)1.008	(9)1.009	(9)0.997	(9)0.997	(9)0.985	(9)0.985	(9)0.985
5F	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
6FT	(9)0.882	(9)0.882	(9)0.882	(9)0.882	(9)0.882	(9)0.882	(9)0.882	(9)0.882	(9)0.882

TABLO F.12:MOD-6 devresinde, 3 nolu barada arıza durumu için arıza sonrası bara gerilimlerinin en büyük değerleri [(bara no) gerilim değeri]

ARIZA TIPI	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	(3)1.489	(3)1.608	(3)1.621	(3)1.657	(3)1.541	(3)1.502	(3)1.426	(3)1.384	(3)1.370
2FT	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
3FT	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
3F	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
4FT	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
5FT	(3)1.133	(3)1.224	(4)1.233	(4)1.266	(3)1.173	(3)1.143	(3)1.085	(6)1.069	(6)1.065
5F	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
6FT	(9)0.848	(9)0.848	(9)0.848	(9)0.848	(9)0.848	(9)0.848	(9)0.848	(9)0.848	(9)0.848

TABLO F.13:MOD-6 devresinde, 4 nolu barada arıza durumu için arıza sonrası bara gerilimlerinin en büyük değerleri [(bara no) gerilim değeri]

ARIZA TIPI	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	(3)1.545	(3)1.674	(3)1.688	(4)1.730	(3)1.604	(3)1.560	(3)1.480	(3)1.432	(3)1.416
2FT	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
3FT	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
3F	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
4FT	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
5FT	(3)1.138	(3)1.231	(4)1.241	(4)1.275	(3)1.180	(3)1.149	(3)1.090	(6)1.071	(6)1.066
5F	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
6FT	(9)0.864	(9)0.864	(9)0.864	(9)0.864	(9)0.864	(9)0.864	(9)0.864	(9)0.864	(9)0.864

TABLO F.14:MOD-6 devresinde, 5 nolu barada arıza durumu için arıza sonrası bara gerilimlerinin en büyük değerleri [(bara no) gerilim değeri]

ARIZA TIPI	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	(5)1.580	(5)1.686	(5)1.695	(5)1.722	(5)1.619	(5)1.590	(5)1.515	(5)1.484	(5)1.474
2FT	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
3FT	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
3F	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
4FT	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
5FT	(5)1.148	(5)1.225	(5)1.232	(5)1.252	(5)1.176	(5)1.155	(5)1.101	(6)1.089	(6)1.085
5F	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
6FT	(9)0.818	(2)0.851	(2)0.862	(2)0.897	(9)0.818	(9)0.818	(9)0.818	(9)0.818	(9)0.818

TABLO F.15:MOD-6 devresinde, 6 nolu barada arıza durumu için arıza sonrası bara gerilimlerinin en büyük değerleri [(bara no) gerilim değeri]

ARIZA TIPI	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	(6)1.643	(7)1.720	(7)1.726	(7)1.742	(6)1.662	(6)1.648	(6)1.588	(6)1.573	(6)1.568
2FT	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
3FT	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
3F	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
4FT	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
5FT	(6)1.170	(7)1.226	(7)1.231	(7)1.244	(6)1.183	(6)1.173	(6)1.131	(6)1.120	(6)1.117
5F	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
6FT	(2)0.824	(2)0.916	(2)0.928	(2)0.965	(2)0.879	(2)0.838	(2)0.794	(2)0.748	(2)0.733

TABLO F.16:MOD-6 devresinde, 7 nolu barada arıza durumu için arıza sonrası bara gerilimlerinin en büyük değerleri [(bara no) gerilim değeri]

ARIZA TIPI	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	(6)1.634	(7)1.718	(7)1.724	(7)1.743	(7)1.656	(6)1.640	(6)1.577	(6)1.560	(6)1.554
2FT	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
3FT	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
3F	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
4FT	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
5FT	(6)1.169	(7)1.227	(7)1.232	(7)1.245	(6)1.183	(6)1.172	(6)1.129	(6)1.118	(6)1.114
5F	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
6FT	(2)0.806	(2)0.895	(2)0.908	(2)0.944	(2)0.859	(2)0.820	(2)0.776	(9)0.775	(9)0.775

TABLO F.17:MOD-6 devresinde, 8 nolu barada arıza durumu için arıza sonrası bara gerilimlerinin en büyük değerleri [(bara no) gerilim değeri]

ARIZA TIPI	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	(8)1.633	(8)1.687	(8)1.689	(8)1.696	(8)1.643	(8)1.635	(8)1.589	(8)1.581	(8)1.579
2FT	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
3FT	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
3F	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
4FT	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
5FT	(8)1.172	(8)1.210	(8)1.212	(8)1.217	(8)1.179	(9)1.173	(9)1.140	(9)1.135	(9)1.133
5F	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
6FT	(2)0.844	(2)0.937	(2)0.950	(2)0.988	(2)0.900	(2)0.858	(2)0.812	(2)0.766	(2)0.750

TABLO F.18:MOD-6 devresinde, 9 nolu barada arıza durumu için arıza sonrası bara gerilimlerinin en büyük değerleri [(bara no) gerilim değeri]

ARIZA TIPI	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	(10)1.694	(10)1.723	(10)1.724	(10)1.726	(10)1.697	(10)1.695	(9)1.674	(9)1.673	(9)1.672
2FT	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
3FT	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
3F	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
4FT	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
5FT	(9)1.186	(10)1.208	(10)1.208	(10)1.210	(10)1.187	(9)1.186	(9)1.172	(9)1.171	(9)1.171
5F	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
6FT	(2)0.865	(2)0.961	(2)0.974	(2)1.013	(2)0.922	(2)0.880	(2)0.833	(2)0.785	(2)0.769

TABLO F.19:MOD-6 devresinde, 10 nolu barada arıza durumu için arıza sonrası bara gerilimlerinin en büyük değerleri [(bara no) gerilim değeri]

ARIZA TIPI	ÇALIŞMA NOKTALARI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1FT	(10)1.595	(10)1.628	(10)1.629	(10)1.631	(10)1.598	(10)1.596	(9)1.569	(9)1.567	(9)1.567
2FT	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
3FT	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
3F	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
4FT	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
5FT	(9)1.176	(10)1.200	(10)1.201	(10)1.203	(10)1.179	(10)1.177	(9)1.162	(9)1.161	(9)1.160
5F	(9)1.002	(4)1.046	(4)1.056	(2)1.091	(9)1.003	(9)1.002	(9)0.990	(9)0.990	(9)0.990
6FT	(2)0.857	(2)0.953	(2)0.966	(2)1.004	(2)0.914	(2)0.872	(2)0.826	(2)0.779	(2)0.762

EK G: BİLGİSAYAR PROGRAMI VE DATALAR

```
*****************************************************************
*        ALTI FAZLI ENERJİ İLETİM HATLARINDA
*              ARIZA ANALİZİ
*              Fatma Gül Ünlü
*****************************************************************
*
      COMPLEX ZPOZ(22,22),ZNEG(22,22),ZSIF(22,22)
      COMPLEX YPOZ(22,22),YNEG(22,22),YSIF(22,22),DEL
      COMPLEX ZBUSP(22,22),ZBUSN(22,22),ZBUSS(22,22),MP(22,22)
      COMPLEX YBUSP(22,22),YBUSN(22,22),YBUSS(22,22),AP
      COMPLEX E(22),GUC,AA,ZF,ZG,GER(22,6),AKIM(22,6),AK(6)
      COMPLEX TAMPON,TAMP1,TAMP2,CUR(6),AKI,AKA,PAY,PAYD
      COMPLEX AKIMF(22,6),GERF(22,6)
*
      DIMENSION NAP(22,22),NAN(22,22),NPN(22),NQN(22)
      DIMENSION NAS(22,22),NPS(22),NQS(22),NPP(22),NQP(22)
      DIMENSION AKIMFG(22,6),GERFG(22,6),NG(22)
*
*     Data dosyasından düğüm numaraları ve dizi empedanslarının
*     okutulması [p-q zpoz p-q zneg p-q zsif]
*
      READ(5,*) N,NELS
      DO 100 I=1,NELS
      READ(5,*) NPP(I),NQP(I),ZPOZ(I,I),NPN(I),NQN(I),ZNEG(I,I),
     :NPS(I),NQS(I),ZSIF(I,I)
*
      IF (NPP(I).EQ.0) THEN
            NAP(I,NQP(I))=-1
      ELSEIF (NQP(I).EQ.0) THEN
            NAP(I,NPP(I))=1
      ELSE
            NAP(I,NPP(I))=1
            NAP(I,NQP(I))=-1
      ENDIF
      IF (NPN(I).EQ.0) THEN
            NAN(I,NQN(I))=-1
      ELSEIF (NQN(I).EQ.0) THEN
            NAN(I,NPN(I))=1
      ELSE
            NAN(I,NPN(I))=1
            NAN(I,NQN(I))=-1
      ENDIF
      IF (NPS(I).EQ.0) THEN
            NAS(I,NQS(I))=-1
      ELSEIF (NQS(I).EQ.0) THEN
            NAS(I,NPS(I))=1
      ELSE
            NAS(I,NPS(I))=1
            NAS(I,NQS(I))=-1
      ENDIF
100   CONTINUE
```

```
*
*       ilkel admitans matrisinin olusturulması
*
        CALL TERS(YPOZ,ZPOZ,NELS)
        CALL TERS(YNEG,ZNEG,NELS)
        CALL TERS(YSIF,ZSIF,NELS)
*
*       Bara admitans matrislerinin olusturulması
*
        CALL CARP(NAP,YPOZ,YBUSP,N,NELS)
        CALL CARP(NAN,YNEG,YBUSN,N,NELS)
        CALL CARP(NAS,YSIF,YBUSS,N,NELS)
*
*       Bara empedans matrislerinin olusturulmasi
*
        CALL TER(ZBUSP,YBUSP,N)
        CALL TER(ZBUSN,YBUSN,N)
        CALL TER(ZBUSS,YBUSS,N)
*
*       Bara Gerilimlerinin Bulunması
*
          WRITE(*,*) 'BARA GERILIMLERININ BULUNMASINDA'
          WRITE(*,*) 'YUKLU DURUM ICIN 1 YAZINIZ'
          WRITE(*,*) 'YUKSUZ DURUM ICIN 2 YAZINIZ'
          READ(*,*) DURUM
          IF(DURUM.EQ.1) THEN
          WRITE(*,*) 'CALISMA NOKTASINDA GUC DEGERINI VERINIZ (P,Q)'
          READ(*,*) GUC
          POW=REAL(GUC)
          REAC=AIMAG(GUC)
          guc=guc/600.0
*
        AA=-CONJG(GUC)
        CALL YUKAK(N,YBUSP,AA,E)
        WRITE(11,*) '            YUKLU DURUM --- BARA GERILIM DEGERLERI'
        WRITE(11,808) POW,REAC
808     FORMAT(10X,12HAKTIF GUC P=,F5.1,3H MW,14HREAKTIF GUC Q=,F5.1,
     :5H MVAR)
        WRITE(11,*)
              ELSE
           CALL TERS(MP,YBUSP,N)
          PAY=MP(1,1)-MP(N,1)
          PAYD=(MP(N,N)*MP(1,1)-MP(N,1)*MP(1,N))
         AKA=PAY/PAYD
         AKI=(1.0-MP(1,N)*AKA)/MP(1,1)
         E(1)=(1.0,0.0)
         E(N)=(1.0,0.0)
         DO 860 I=2,N-1
860      E(I)=MP(I,1)*AKI+MP(I,N)*AKA
         WRITE(11,*) '          YUKSUZ DURUM --- BARA GERILIM DEGERLERI'
         ENDIF
         DO 870 I=1,N
         EG(I)=CABS(E(I))
871      FORMAT(26X,2HE(,I2,2H)=,F6.4)
870      WRITE(11,871) I,EG(I)
```

```
*
      ZF=(0.0,0.0)
      AP=(.5,0.8660254)
*****************************************************************
      DO 112 L=1,8
      DO 600 K=2,N-1
      IF(L.EQ.1) GOTO 1000
      IF(L.EQ.2) GOTO 2000
      IF(L.EQ.3) GOTO 3000
      IF(L.EQ.4) GOTO 3500
      IF(L.EQ.5) GOTO 4000
      IF(L.EQ.6) GOTO 5000
      IF(L.EQ.7) GOTO 5500
      IF(L.EQ.8) GOTO 6000
C     1FT ARIZASI
1000  DEL=ZBUSP(K,K)+(4.0)*ZBUSN(K,K)+ZBUSS(K,K)
      AKIM(K,1)=E(K)/DEL
      AKIM(K,2)=AKIM(K,1)
      AKIM(K,3)=AKIM(K,1)
      AKIM(K,4)=AKIM(K,1)
      AKIM(K,5)=AKIM(K,1)
      AKIM(K,6)=AKIM(K,1)
      WRITE(11,*)
      WRITE(11,*)
      WRITE(11,*) '        ***** 1 FAZ-TOPRAK KISA DEVRESI  *****'
      WRITE(11,*)
      WRITE(11,*)
      GOTO 9000
C      2FT ARIZASI
2000  AKIM(K,1)=(0.0,0.0)
      AKIM(K,2)=E(K)/(ZBUSP(K,K)+(2.0)*ZBUSN(K,K))
      AKIM(K,3)=(0.0,0.0)
      AKIM(K,4)=AKIM(K,2)
      AKIM(K,5)=(0.0,0.0)
      AKIM(K,6)=AKIM(K,2)
      WRITE(11,*)
      WRITE(11,*)
      WRITE(11,*) '        ***** 2 FAZ-TOPRAK KISA DEVRESI  *****'
      WRITE(11,*)
      WRITE(11,*)
      GOTO 9000
C     3FT ARIZASI
3000  AKIM(K,1)=(0.0,0.0)
      AKIM(K,2)=E(K)/(ZBUSP(K,K)+ZBUSN(K,K))
      AKIM(K,3)=(0.0,0.0)
      AKIM(K,4)=(0.0,0.0)
      AKIM(K,5)=-AKIM(K,2)
      AKIM(K,6)=(0.0,0.0)
      WRITE(11,*)
      WRITE(11,*)
      WRITE(11,*) '        ***** 3 FAZ-TOPRAK KISA DEVRESI  *****'
      WRITE(11,*)
      WRITE(11,*)
      GOTO 9000
```

```
C       3F ARIZASI
3500    AKIM(K,1)=(0.0,0.0)
        AKIM(K,2)=E(K)/(ZBUSP(K,K)+ZBUSN(K,K))
        AKIM(K,3)=(0.0,0.0)
        AKIM(K,4)=(0.0,0.0)
        AKIM(K,5)=AKIM(K,2)
        AKIM(K,6)=(0.0,0.0)
        WRITE(11,*)
        WRITE(11,*)
        WRITE(11,*) '        *****  3 FAZ KISA DEVRESI  *****'
        WRITE(11,*)
        WRITE(11,*)
        GOTO 9000
C       4FT ARIZASI
4000    AKIM(K,1)=(0.0,0.0)
        AKIM(K,2)=(2.0*E(K))/(2.0*ZBUSP(K,K)+ZBUSN(K,K))
        AKIM(K,3)=(0.0,0.0)
        AKIM(K,4)=-(E(K)/(2.0*ZBUSP(K,K)+ZBUSN(K,K)))
        AKIM(K,5)=(0.0,0.0)
        AKIM(K,6)=AKIM(K,4)
        WRITE(11,*)
        WRITE(11,*)
        WRITE(11,*) '        *****  4 FAZ-TOPRAK KISA DEVRESI  *****'
        WRITE(11,*)
        WRITE(11,*)
        GOTO 9000
C       5FT ARIZASI
5000    DEL=(ZBUSP(K,K)+(1/((4.0/ZBUSN(K,K))+(1/ZBUSS(K,K)))))
        AKIM(K,1)=-((E(K)/DEL)*(DEL-ZBUSP(K,K)))/ZBUSS(K,K)
        AKIM(K,2)=E(K)/DEL
        AKIM(K,3)=-(AKIM(K,2)*(DEL-ZBUSP(K,K)))/ZBUSN(K,K)
        AKIM(K,4)=AKIM(K,3)
        AKIM(K,5)=AKIM(K,3)
        AKIM(K,6)=AKIM(K,3)
        WRITE(11,*)
        WRITE(11,*)
        WRITE(11,*) '        *****  5 FAZ-TOPRAK KISA DEVRESI  *****'
        WRITE(11,*)
        WRITE(11,*)
        GOTO 9000
C       5F ARIZASI
5500    DEL=(ZBUSP(K,K)+(1/(4.0/ZBUSN(K,K))))
        AKIM(K,1)=(0.0,0.0)
        AKIM(K,2)=E(K)/DEL
        AKIM(K,3)=-(AKIM(K,2)*(DEL-ZBUSP(K,K)))/ZBUSN(K,K)
        AKIM(K,4)=AKIM(K,3)
        AKIM(K,5)=AKIM(K,3)
        AKIM(K,6)=AKIM(K,3)
        WRITE(11,*)
        WRITE(11,*)
        WRITE(11,*) '        *****  5 FAZ KISA DEVRESI  *****'
        WRITE(11,*)
        WRITE(11,*)
        GOTO 9000
```

```
C       6FT ARIZASI
6000    AKIM(K,1)=(0.0,0.0)
        AKIM(K,2)=E(K)/ZBUSP(K,K)
        AKIM(K,3)=(0.0,0.0)
        AKIM(K,4)=(0.0,0.0)
        AKIM(K,5)=(0.0,0.0)
        AKIM(K,6)=(0.0,0.0)
        WRITE(11,*)
        WRITE(11,*)
        WRITE(11,*) '          ***** 6 FAZ-TOPRAK KISA DEVRESI*****'
        WRITE(11,*)
        WRITE(11,*)
9000    CALL TS(AKIM,AKIMF,K,6)
        WRITE(11,*)
        WRITE(11,*) K,'NOLU BARADA ARIZA AKIMLARI [ I(bara,faz)]'
        WRITE(11,*)
        WRITE(11,*) '-------------------------------------------------------
     :-------------'
        DO 553 J=1,4,3
        AKIMFG(K,J)=CABS(AKIMF(K,J))
        AKIMFG(K,J+1)=CABS(AKIMF(K,J+1))
        AKIMFG(K,J+2)=CABS(AKIMF(K,J+2))
        MNJ=J+1
        KN=J+2
        WRITE(11,101) K,J,AKIMFG(K,J),K,MNJ,AKIMFG(K,MNJ),K,KN,AKIMFG(K,
     :KN)
101     FORMAT(3X,2HI(,I2,1H,,I1,2H)=,F8.3,3X,1H|,3X,
     :2HI(,I2,1H,,I1,2H)=,F8.3,3X,1H|,3X,2HI(,I2,1H,,I1,2H)=,F8.3)
553     CONTINUE
        WRITE(11,*) '-------------------------------------------------------------------------------
     :-------------'
        DO 650 I=1,N
        IF((I.EQ.1).OR.(I.EQ.N)) THEN
        GER(I,1)=(0.0,0.0)
        GER(I,2)=E(I)
        GER(I,3)=(0.0,0.0)
        GER(I,4)=(0.0,0.0)
        GER(I,5)=(0.0,0.0)
        GER(I,6)=(0.0,0.0)
        CALL TS(GER,GERF,I,6)
        ELSEIF(I.EQ.K) THEN
        GER(I,1)=(-ZBUSS(I,I)*AKIM(K,1))
        GER(I,2)=E(I)-(ZBUSP(I,I)*AKIM(K,2))
        GER(I,3)=(-ZBUSN(I,I)*AKIM(K,3))
        GER(I,4)=(-ZBUSN(I,I)*AKIM(K,4))
        GER(I,5)=(-ZBUSN(I,I)*AKIM(K,5))
        GER(I,6)=(-ZBUSN(I,I)*AKIM(K,6))
        CALL TS(GER,GERF,I,6)
```

```
*
      ELSE
      GER(I,1)=-ZBUSS(I,K)*AKIM(K,1)
      GER(I,2)=E(I)-(ZBUSP(I,K)*AKIM(K,2))
      GER(I,3)=-ZBUSN(I,K)*AKIM(K,3)
      GER(I,4)=-ZBUSN(I,K)*AKIM(K,4)
      GER(I,5)=-ZBUSN(I,K)*AKIM(K,5)
      GER(I,6)=-ZBUSN(I,K)*AKIM(K,6)
      CALL TS(GER,GERF,I,6)
      ENDIF
650   CONTINUE
      CALL SCHAK(GER,YSIF,YNEG,YPOZ,NQP,NPP,NQN,NPN,L,
     :NQS,NPS,NELS,K)
      WRITE(11,*)
      WRITE(11,*) 'ARIZA SONRASI BARA GERILIMLERI  [V(bara,faz)]'
      WRITE(11,*)
      WRITE(11,*) '-----------------------------------------------------------------
     :------------'
      DO 661 LI=1,N
      DO 660 J=1,4,3
      GERFG(LI,J)=CABS(GERF(LI,J))
      GERFG(LI,J+1)=CABS(GERF(LI,J+1))
      GERFG(LI,J+2)=CABS(GERF(LI,J+2))
      NMJ=J+1
      NM=J+2
102   FORMAT(3X,2HV(,I2,1H,,I1,2H)=,F5.3,3X,1H¦,3X,2HV(,
     :I2,1H,,I1,2H)=,F5.3,3X,1H¦,3X,2HV(,I2,1H,,I1,2H)=,F5.3)
660   WRITE(11,102) LI,J,GERFG(LI,J),LI,NMJ,GERFG(LI,NMJ),LI,NM,
     :GERFG(LI,NM)
      WRITE(11,*) '-------------------------------------------------------------
     :------------'
661   CONTINUE
600   CONTINUE
112   CONTINUE
      STOP
      END



      SUBROUTINE TERS(INV,MAT,N)
      COMPLEX INV(22,22),MAT(22,22)
ccc   CALL MATINV(MAT,N)
      DO 280 I=1,N
      DO 280 J=1,N
280   INV(I,J)=MAT(I,J)
      call matinv(inv,n)
      RETURN
      END
```

```
      SUBROUTINE MATINV(AA,N)
      COMPLEX   AA(22,22),T,SWAP,PIVOT,DETERM
      DIMENSION INDEX(22,3)
      EQUIVALENCE (IROW,JROW),(ICOLUM,JCOLUM),(AMAX,T,SWAP)
10    DETERM=(1.0,0.0)
15    DO 20 J=1,N
20    INDEX(J,3)=0
30    DO 550 I=1,N
40    AMAX=0.0
45    DO 105 J=1,N
      IF (INDEX(J,3)-1) 60,105,60
60    DO 100 K=1,N
      IF(INDEX(K,3)-1) 80,100,715
80    IF(AMAX-ABS(AA(J,K))) 85,100,100
85    IROW=J
90    ICOLUM=K
      AMAX=ABS(AA(J,K))
100   CONTINUE
105   CONTINUE
      INDEX(ICOLUM,3)=INDEX(ICOLUM,3)+1
260   INDEX(I,1)=IROW
270   INDEX(I,2)=ICOLUM
130   IF(IROW-ICOLUM) 140,310,140
140   DETERM=-DETERM
      DO 200 L=1,N
      SWAP=AA(IROW,L)
      AA(IROW,L)=AA(ICOLUM,L)
200   AA(ICOLUM,L)=SWAP
310   PIVOT=AA(ICOLUM,ICOLUM)
      DETERM=DETERM*PIVOT
330   AA(ICOLUM,ICOLUM)=(1.0,0.0)
340   DO 350 L=1,N
350   AA(ICOLUM,L)=AA(ICOLUM,L)/PIVOT
      DO 550 L1=1,N
390   IF(L1-ICOLUM) 400,550,400
400   T=AA(L1,ICOLUM)
420   AA(L1,ICOLUM)=(0.0,0.0)
430   DO 450 L=1,N
450   AA(L1,L)=AA(L1,L)-AA(ICOLUM,L)*T
550   CONTINUE
600   DO 710 I=1,N
610   L=N+1-I
620   IF(INDEX(L,1)-INDEX(L,2)) 630,710,630
630   JROW=INDEX(L,1)
640   JCOLUM=INDEX(L,2)
650   DO 705 K=1,N
660   SWAP=AA(K,JROW)
670   AA(K,JROW)=AA(K,JCOLUM)
700   AA(K,JCOLUM)=SWAP
705   CONTINUE
710   CONTINUE
      DO 730 K=1,N
      IF((INDEX(K,3)-1).EQ.0) GOTO 730
      ID=2
      GOTO 740
```

```
730     CONTINUE
        ID=1
740     RETURN
715     ID=2
        GOTO 740
        END
*****************************************
        SUBROUTINE YUKAK(N,BARA,AKIM,E)
*
        COMPLEX A(22,22),B(22),E(22),BARA(22,22),AKIM,GENAK
*
        NYUK=N-1
        DO 100 I=1,N
        DO 100 J=1,NYUK
100     A(I,J)=BARA(I,J)
        DO 200 I=2,N
200     A(I,N)=(0.0,0.0)
        A(1,N)=(-1.0,0.0)
        CALL MATINV(A,N)
        DO 300 I=1,NYUK
300     B(I)=-BARA(I,N)
        B(N)=AKIM-BARA(N,N)
        DO 400 I=1,N
        E(I)=(0.0,0.0)
        DO 250 J=1,N
250     E(I)=A(I,J)*B(J)+E(I)
400     CONTINUE
        GENAK=E(N)
        E(N)=(1.0,0.0)
*
        WRITE(*,*) 'GERILIMLER=',(E(I),I=1,N)
        RETURN
        END
*********************************************
        SUBROUTINE CARP(N1,A2,A3,N,NELS)
        COMPLEX A2(22,22),A3(22,22),A4(22,22)
        INTEGER N1(22,22)
        DO 315 I=1,NELS
        DO 315 J=1,N
        A4(I,J)=(0.0,0.0)
        DO 315 K=1,NELS
315   A4(I,J)=A2(I,K)*N1(K,J)+A4(I,J)
        DO 320 I=1,N
        DO 320 J=1,N
        A3(I,J)=(0.0,0.0)
        DO 320 K=1,NELS
320   A3(I,J)=N1(K,I)*A4(K,J)+A3(I,J)
        RETURN
        END
```

```
      SUBROUTINE BARGER(NE,II2,ZP,ZN,ZS,EE,GER,AKK)
      COMPLEX ZP(22,22),ZN(22,22),ZS(22,22),EE(22),GER(22,3),AKK(3)
      GER(1,1)=(0.0,0.0)
      GER(1,2)=SQRT(3.0)*EE(1)
      GER(1,3)=(0.0,0.0)
      GER(NE,1)=(0.0,0.0)
      GER(NE,2)=SQRT(3.0)*EE(NE)
      GER(NE,3)=(0.0,0.00)
      DO 621 NSAY=2,NE-1
      IF (NSAY.EQ.II2) GOTO 621
      GER(NSAY,1)=-ZS(NSAY,II2)*AKK(1)
      GER(NSAY,2)=SQRT(3.0)*EE(NSAY)-ZP(NSAY,II2)*AKK(2)
      GER(NSAY,3)=-ZN(NSAY,II2)*AKK(3)
621   CONTINUE
      RETURN
      END
*
      SUBROUTINE TER(INV,MAT,N)
      COMPLEX INV(22,22),MAT(22,22),MT(22,22)
      DO 100 I=1,N-2
      DO 100 J=1,N-2
100   MT(I,J)=MAT(I+1,J+1)
      CALL MATINV(MT,N-2)
      DO 280 I=1,N-2
      DO 280 J=1,N-2
280   INV(I+1,J+1)=MT(I,J)
      RETURN
      END
*********************************************************
      SUBROUTINE TS(A,B,I,N)
      COMPLEX A(22,22),B(22,22),AP
      AP=(.5,.8660254)
      B(I,1)=(A(I,1)+A(I,2)+A(I,3)+A(I,4)+A(I,5)+A(I,6))
      B(I,2)=(A(I,1)+((AP**5)*A(I,2))+((AP**4)*A(I,3))+((AP**3)*A(I,4
     :))+((AP**2)*A(I,5))+(AP*A(I,6)))
      B(I,3)=(A(I,1)+((AP**4)*A(I,2))+((AP**2)*A(I,3))+A(I,4)+((AP**4
     :)*A(I,5))+((AP**2)*A(I,6)))
      B(I,4)=(A(I,1)+((AP**3)*A(I,2))+A(I,3))+((AP**3)*A(I,4)+A(I,5)+
     :((AP**3)*A(I,6)))
      B(I,5)=(A(I,1)+((AP**2)*A(I,2))+((AP**4)*A(I,3))+A(I,4)+((AP**2
     :)*A(I,5))+((AP**4)*A(I,6)))
      B(I,6)=(A(I,1)+(AP*A(I,2))+((AP**2)*A(I,3))+((AP**3)*A(I,4))+((
     :AP**4)*A(I,5))+((AP**5)*A(I,6)))
      RETURN
      END
```

```
*************************************************************
      SUBROUTINE SCHAK (GER,YSIF,YNEG,YPOZ,NQP,NPP,NQN,NPN,LM,
     :NQS,NPS,NELS,K)
      COMPLEX YPOZ(22,22),YNEG(22,22),YSIF(22,22),GER(22,6)
      COMPLEX CAK(22,6),CAKF(22,6)
*
      DIMENSION NPN(22),NQN(22)
      DIMENSION NPS(22),NQS(22),NPP(22),NQP(22),CAKFG(22,6)
      DO 700 I=1,NELS
      IF(NPS(I).EQ.0) THEN
      CAK(I,1)=(YSIF(I,I))*(-GER(NQS(I),1))
      ELSEIF (NQS(I).EQ.0) THEN
      CAK(I,1)=(YSIF(I,I))*(GER(NPS(I),1))
      ELSE
      CAK(I,1)=(YSIF(I,I))*(GER(NPS(I),1)-GER(NQS(I),1))
      ENDIF
      IF(NPP(I).EQ.0) THEN
      CAK(I,2)=(YPOZ(I,I))*(-GER(NQP(I),2))
      ELSEIF (NQP(I).EQ.0) THEN
      CAK(I,2)=(YPOZ(I,I))*(GER(NPP(I),2))
      ELSE
      CAK(I,2)=(YPOZ(I,I))*(GER(NPP(I),2)-GER(NQP(I),2))
      ENDIF
      IF (NPN(I).EQ.0) THEN
      CAK(I,3)=(YNEG(I,I))*(-GER(NQN(I),3))
      ELSEIF (NQN(I).EQ.0) THEN
      CAK(I,3)=(YNEG(I,I))*(GER(NPN(I),3))
      ELSE
      CAK(I,3)=(YNEG(I,I))*(GER(NPN(I),3)-GER(NQN(I),3))
      ENDIF
      IF(NPN(I).EQ.0) THEN
      CAK(I,4)=YNEG(I,I)*(-GER(NQN(I),4))
      ELSEIF (NQN(I).EQ.0) THEN
      CAK(I,4)=YNEG(I,I)*(GER(NPN(I),4))
      ELSE
      CAK(I,4)=YNEG(I,I)*(GER(NPN(I),4)-GER(NQN(I),4))
      ENDIF
      IF(NPN(I).EQ.0) THEN
      CAK(I,5)=YNEG(I,I)*(-GER(NQN(I),5))
      ELSEIF(NQN(I).EQ.0) THEN
      CAK(I,5)=YNEG(I,I)*(GER(NPN(I),5))
      ELSE
      CAK(I,5)=YNEG(I,I)*(GER(NPN(I),5)-GER(NQN(I),5))
      ENDIF
      IF (NPN(I).EQ.0) THEN
      CAK(I,6)=YNEG(I,I)*(-GER(NQN(I),6))
      ELSEIF (NQN(I).EQ.0) THEN
      CAK(I,6)=YNEG(I,I)*(GER(NPN(I),6))
      ELSE
      CAK(I,6)=YNEG(I,I)*(GER(NPN(I),6)-GER(NQN(I),6))
      ENDIF
```

```
      CALL TS(CAK,CAKF,I,6)
700   CONTINUE
      WRITE(11,*)
      WRITE(11,*) 'ELEMANLARDAN AKAN AKIMLAR ---[Ih(p-q,faz)]'
      WRITE(11,*)
      DO 850 I=1,NELS
      DO 840 J=1,4,3
      MK=J+1
      MJ=J+2
      CAKFG(I,J)=CABS(CAKF(I,J))
      CAKFG(I,MK)=CABS(CAKF(I,MK))
      CAKFG(I,MJ)=CABS(CAKF(I,MJ))
      WRITE(11,810) NPP(I),NQP(I),J,CAKFG(I,J),NPP(I),NQP(I),MK,
     :CAKFG(I,MK),NPP(I),NQP(I),MJ,CAKFG(I,MJ)
810   FORMAT(1X,3HIh(,I2,1H-,I2,1H,,I1,2H)=,F7.2,1X,1H¦,1X,3HIh(,
     :I2,1H-,I2,1H,,I1,2H)=,F7.2,1X,1H¦,1X,3HIh(,I2,1H-,I2,1H,,I1,2H)=
     :,F7.2)
840   CONTINUE
      WRITE(11,*) '-----------------------------------------------------------------
     :-------------'
850   CONTINUE
      RETURN
      END
```

MOD-1 Devresi için datalar

```
5 7
1 2 (0.0,0.02121) 0 2 (0.0,0.02121) 0 2 (0.0,0.0076)
2 0 (0.0,5.87889) 2 0 (0.0,5.87889) 2 0 (0.0,72.3589)
2 3 (0.0,0.1787) 2 3 (0.0,0.1787) 2 3 (0.0,1.3884)
3 0 (0.0,-4.349717) 3 0 (0.0,-4.349717) 3 0 (0.0,-2.4165)
3 4 (0.0,-0.072314) 3 4 (0.0,-0.072314) 3 4 (0.0,-0.072314)
4 0 (0.0,-4.410143) 4 0 (0.0,-4.410143) 4 0 (0.0,-2.45)
4 5 (0.0,0.1762) 4 0 (0.0,0.1762) 4 0 (0.0,1.369)
```

MOD-2 Devresi için datalar

```
8 13
1 2 (0.0,0.02121) 0 2 (0.0,0.02121) 0 2 (0.0,0.0076)
2 0 (0.0,7.59705) 2 0 (0.0,7.59705) 2 0 (0.0,24.81654)
2 3 (0.0,0.08874) 2 3 (0.0,0.08874) 2 3 (0.0,0.68943)
3 0 (0.0,-8.75937) 3 0 (0.0,-8.75937) 3 0 (0.0,-4.86631)
3 4 (0.0,-0.03616) 3 4 (0.0,-0.03616) 3 4 (0.0,-0.03616)
4 0 (0.0,-8.75937) 4 0 (0.0,-8.75937) 4 0 (0.0,-4.86631)
4 5 (0.0,0.08874) 4 5 (0.0,0.08874) 4 5 (0.0,0.68943)
5 0 (0.0,57.26393) 5 0 (0.0,57.26393) 5 0 (0.0,-6.05332)
5 6 (0.0,0.08874) 5 6 (0.0,0.08874) 5 6 (0.0,0.68943)
6 0 (0.0,-8.75937) 6 0 (0.0,-8.75937) 6 0 (0.0,-4.86631)
6 7 (0.0,-0.03616) 6 7 (0.0,-0.03616) 6 7 (0.0,-0.03616)
7 0 (0.0,-8.75937) 7 0 (0.0,-8.75937) 7 0 (0.0,-4.86631)
7 8 (0.0,0.08874) 7 0 (0.0,0.08874) 7 0 (0.0,0.68943)
```

MOD-3 Devresi için datalar

```
8 13
1 2 (0.0,0.02121) 0 2 (0.0,0.02121) 0 2 (0.0,0.0076)
2 0 (0.0,4.06851) 2 0 (0.0,4.06851) 2 0 (0.0,4.06851)
2 3 (0.0,-7.2314E-3) 2 3 (0.0,-7.2314E-3) 2 3 (0.0,-7.2314E-3)
3 0 (0.0,-4.37968) 3 0 (0.0,-4.37968) 3 0 (0.0,-2.43315)
3 4 (0.0,0.17748) 3 4 (0.0,0.17748) 3 4 (0.0,1.37887)
4 0 (0.0,-4.37968) 4 0 (0.0,-4.37968) 4 0 (0.0,-2.43315)
4 5 (0.0,-0.02169) 4 5 (0.0,-0.02169) 4 5 (0.0,-0.02169)
5 0 (0.0,4.06851) 5 0 (0.0,4.06851) 5 0 (0.0,4.06851)
5 6 (0.0,-0.02169) 5 6 (0.0,-0.02169) 5 6 (0.0,-0.02169)
6 0 (0.0,-4.37968) 6 0 (0.0,-4.37968) 6 0 (0.0,-2.43315)
6 7 (0.0,0.17748) 6 7 (0.0,0.17748) 6 7 (0.0,1.37887)
7 0 (0.0,-4.37968) 7 0 (0.0,-4.37968) 7 0 (0.0,-2.43315)
7 8 (0.0,-0.02169) 7 0 (0.0,-0.02169) 7 0 (0.0,-0.02169)
```

MOD-4 Devresi için datalar

```
7 11
1 2 (0.0,0.02121) 0 2 (0.0,0.02121) 0 2 (0.0,0.0076)
2 0 (0.0,-34.094784) 2 0 (0.0,-34.094784) 2 0 (0.0,-6.61791)
2 3 (0.0,0.11832) 2 3 (0.0,0.11832) 2 3 (0.0,0.91924)
3 0 (0.0,-34.094784) 3 0 (0.0,-34.094784) 3 0 (0.0,-6.61791)
3 4 (0.0,-0.03616) 3 4 (0.0,-0.03616) 3 4 (0.0,-0.03616)
4 0 (0.0,-34.094784) 4 0 (0.0,-34.094784) 4 0 (0.0,-6.61791)
4 5 (0.0,0.11832) 4 5 (0.0,0.11832) 4 5 (0.0,0.91924)
5 0 (0.0,-34.094784) 5 0 (0.0,-34.094784) 5 0 (0.0,-6.61791)
5 6 (0.0,-0.03616) 5 6 (0.0,-0.03616) 5 6 (0.0,-0.03616)
6 0 (0.0,-34.094784) 6 0 (0.0,-34.094784) 6 0 (0.0,-6.61791)
6 7 (0.0,0.11832) 6 0 (0.0,0.11832) 6 0 (0.0,0.91924)
```

MOD-5 Devresi için datalar

```
11 19
1 2 (0.0,0.02121) 0 2 (0.0,0.02121) 0 2 (0.0,0.0076)
2 0 (0.0,5.42446) 2 0 (0.0,5.42446) 2 0 (0.0,5.42446)
2 3 (0.0,-7.2314E-3) 2 3 (0.0,-7.2314E-3) 2 3 (0.0,-7.2314E-3)
3 0 (0.0,-6.56952) 3 0 (0.0,-6.56952) 3 0 (0.0,-3.64977)
3 4 (0.0,0.11832) 3 4 (0.0,0.11832) 3 4 (0.0,0.91924)
4 0 (0.0,-6.56952) 4 0 (0.0,-6.56952) 4 0 (0.0,-3.64977)
4 5 (0.0,-0.01302) 4 5 (0.0,-0.01302) 4 5 (0.0,-0.01302)
5 0 (0.0,5.42446) 5 0 (0.0,5.42446) 5 0 (0.0,5.42446)
5 6 (0.0,-0.01302) 5 6 (0.0,-0.01302) 5 6 (0.0,-0.01302)
6 0 (0.0,-6.56952) 6 0 (0.0,-6.56952) 6 0 (0.0,-3.64977)
6 7 (0.0,0.11832) 6 7 (0.0,0.11832) 6 7 (0.0,0.91924)
7 0 (0.0,-6.56952) 7 0 (0.0,-6.56952) 7 0 (0.0,-3.64977)
7 8 (0.0,-0.01302) 7 8 (0.0,-0.01302) 7 8 (0.0,-0.01302)
8 0 (0.0,5.42446) 8 0 (0.0,5.42446) 8 0 (0.0,5.42446)
8 9 (0.0,-0.01302) 8 9 (0.0,-0.01302) 8 9 (0.0,-0.01302)
9 0 (0.0,-6.56952) 9 0 (0.0,-6.56952) 9 0 (0.0,-3.64977)
9 10 (0.0,0.11832) 9 10 (0.0,0.11832) 9 10 (0.0,0.91924)
10 0 (0.0,-6.56952) 10 0 (0.0,-6.56952) 10 0 (0.0,-3.64977)
10 11 (0.0,-0.01302) 10 0 (0.0,-0.01302) 10 0 (0.0,-0.01302)
```

MOD-6 Devresi için datalar

```
11 19
1 2 (0.0,0.02121) 0 2 (0.0,0.02121) 0 2 (0.0,0.0076)
2 0 (0.0,9.23864) 2 0 (0.0,9.23864) 2 0 (0.0,21.11709)
2 3 (0.0,0.05916) 2 3 (0.0,0.05916) 2 3 (0.0,0.45962)
3 0 (0.0,-13.13905) 3 0 (0.0,-13.13905) 3 0 (0.0,-7.29954)
3 4 (0.0,-0.024105) 3 4 (0.0,-0.024105) 3 4 (0.0,-0.024105)
4 0 (0.0,-13.13905) 4 0 (0.0,-13.13905) 4 0 (0.0,-7.29954)
4 5 (0.0,0.05916) 4 5 (0.0,0.05916) 4 5 (0.0,0.45962)
5 0 (0.0,31.12162) 5 0 (0.0,31.12162) 5 0 (0.0,-11.15573)
5 6 (0.0,0.05916) 5 6 (0.0,0.05916) 5 6 (0.0,0.45962)
6 0 (0.0,-13.13905) 6 0 (0.0,-13.13905) 6 0 (0.0,-7.29954)
6 7 (0.0,-0.024105) 6 7 (0.0,-0.024105) 6 7 (0.0,-0.024105)
7 0 (0.0,-13.13905) 7 0 (0.0,-13.13905) 7 0 (0.0,-7.29954)
7 8 (0.0,0.05916) 7 8 (0.0,0.05916) 7 8 (0.0,0.45962)
8 0 (0.0,31.12162) 8 0 (0.0,31.12162) 8 0 (0.0,-11.15573)
8 9 (0.0,0.05916) 8 9 (0.0,0.05916) 8 9 (0.0,0.45962)
9 0 (0.0,-13.13905) 9 0 (0.0,-13.13905) 9 0 (0.0,-7.29954)
9 10 (0.0,-0.024105) 9 10 (0.0,-0.024105) 9 10 (0.0,-0.024105)
10 0 (0.0,-13.13905) 10 0 (0.0,-13.13905) 10 0 (0.0,-7.29954)
10 11 (0.0,0.05916) 10 0 (0.0,0.05916) 10 0 (0.0,0.45962)
```

T. C.
Yükseköğretim Kurulu
Dokümantasyon Merkezi

ÖZGEÇMİŞ

Fatma Gül Ünlü, 1964 yılında İstanbul'da doğdu. İlköğrenimini Cevrikalfa İlkokulunda, orta ve lise öğrenimini İstanbul Kız Lisesi'nde tamamladı. İ.T.Ü. Elektrik-Elektronik Fakültesi Elektrik Mühendisliği Bölümünden 1987 yılında mezun oldu ve aynı yıl İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Bölümünde Yüksek Lisans öğrenimine başladı.

1990 yılından beri İ.T.Ü. Elektrik-Elektronik Fakültesi Elektrik Tesisleri Anabilim Dalında Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.

T. C.
Yükseköğretim Kurulu
Dokümantasyon Mer