

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ADAPAZARI TEDAŞ ADA TRAFÖ-STADYUM
DAĞITIM SİSTEMİNİN BİLGİSAYAR ORTAMINDA
MODELLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elektrik-Elektronik Müh. Onur ACAR

Enstitü Anabilim Dalı : ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜH.
Enstitü Bilim Dalı : ELEKTRİK
Tez Danışmanı : Prof. Dr. Uğur ARİFOĞLU

Eylül 2008

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

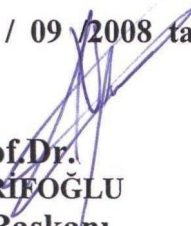
**ADAPAZARI TEDAŞ ADA TRAFİO-STADYUM
DAĞITIM SİSTEMİNİN BİLGİSAYAR ORTAMINDA
MODELENMESİ**


YÜKSEK LİSANS TEZİ


Elektrik-Elektronik Müh. Onur ACAR

Enstitü Anabilim Dalı : ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜH
Enstitü Bilim Dalı : ELEKTRİK

Bu tez 04 / 09 / 2008 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.


Prof. Dr.
Uğur ARİFOĞLU
Jüri Başkanı


Yrd. Doç. Dr.
Yılmaz UYAROĞLU
Üye


Yrd. Doç. Dr.
İlyas ÇANKAYA
Üye

TEŞEKKÜR

Tezimin her aŐamasında bana destek veren, her tŸrlŸ yardımı benden esirgemeyen ve bilgisinden istifade ettiğim değerli danıŐman hocam Sayın Prof.Dr.UĞur ARİFOĞLU'na, tezin aŐamalarında Elektrik Dağıtım Sistemi hakkında bana bilgi vererek katkıda bulunan Sakarya Elektrik Dağıtım A.Ő İŐletme BaŐ MŸhendisi Sayın Burhan AK'a ve bana yardımcı olan Sedaş çalıŐanlarına, yaŐamım boyunca her konuda destekçim olan aileme teŐekkŸr ederim.

Onur ACAR

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
TABLolar LİSTESİ.....	xiv
ÖZET.....	xv
SUMMARY.....	xvi
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Enerji Hatlarında Şebeke Arızaları.....	2
1.3. Kısa Devre Hata Türleri ve Bazı Kabuller.....	3
1.4. Güç Akışı	4
BÖLÜM 2.	
KISA DEVRE HESAPLAMALARI.....	7
2.1. Üç Fazlı Kısa Devre Hesaplamaları.....	7
2.2. İki Fazlı Kısa Devre Hesaplamaları.....	10
2.3. İki Faz- Toprak Kısa Devre Hesaplamaları.....	12
BÖLÜM 3	
MATLAB SİMULINK İLE ADAPAZARI TEDAŞ ADA TRAFO- STADYUM ENERJİ DAĞITIM SİSTEMİNİN ANALİZİ.....	15
3.1. Matlab Simulink Yazılım Programının Avantajları ve Kullanım Alanları.....	15

3.2. Adapazarı Tedaş Ada Trafo-Stadyum Dağıtım Sisteminin	
Simulink Ortamında Gerçekleştirilmesi.....	15
3.2.1. Stadyum dağıtım sisteminde bulunan trafolar	16
3.2.2. XLPE yalıtkanlı tek damarlı orta gerilim kabloları.....	22
3.2.2.1. Yapısı.....	22
3.2.2.2. Kullanıldığı yerler.....	22
3.2.2.3. Gerilim değerleri	23
3.2.3. Teknik bilgiler.....	23
3.2.4. A.C güç kaynağı, hat parametreleri, kesicilerin değeri ve matlab simulink modeli.....	24
3.2.5. 400 kVA-630 kVA-1000 kVA-100 MVA lık.....	
transformatörlerin analizi, test raporlarının incelenmesi, kısa devre ve boшта çalışma karakteristikleri ve karakteristiklerin matlab simulinkte incelenmesi.....	28
3.2.5.1. S=1000 kVA transformatörlerin analizi, test raporlarının İncelenmesi, kısa Devre ve boшта çalışma karakteristiklerinin bulunması.....	28
3.2.5.2. S=1000 kVA transformatörün matlab simulink modeli	33
3.2.5.3. S=630 kVA transformatörlerin analizi, test raporlarının incelenmesi, kısa devre ve boшта çalışma karakteristiklerinin bulunması	34
3.2.5.4. S=400 kVA transformatörlerin analizi, test raporlarının incelenmesi, kısa devre ve boшта çalışma karakteristiklerinin bulunması.....	38
3.2.5.5. S=400 kVA transformatörün matlab simulink modeli	42
3.2.5.6. S=100 MVA transformatörlerin analizi, test raporlarının incelenmesi, kısa devre ve boшта çalışma karakteristiklerinin bulunması.....	43
3.2.5.7. S=100 MVA transformatörün matlab simulink modeli	47
3.2.6. S=400 kVA, 1000 kVA,100 MVA trafoların kısa devre, boшта çalışma karakteristiklerinin simulinkte incelenmesi	52

BÖLÜM 4	
ADA TRAFO-STADYUM DAĞITIM SİSTEMİNİN MATLAB	
SİMULİNKTE MODELLENMESİ	67
4.1. Ada Trafo Stadyum dağıtım sisteminde çeşitli noktalarda normal çalıştırma, kısa devre durumunda akım değerleri ve aktif-reaktif güç değerleri	81
BÖLÜM 5	
SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	85
KAYNAKLAR.....	87
EKLER.....	88
ÖZGEÇMİŞ.....	93

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

A	:Amper
A.G.	: Alçak Gerilim
F	: Farad
f	: Frekans
H	: Henry
Hz	: Hertz
I	: Akım
I_{sc}	: Kısa devre akımı
I_o	: Boşta çalışma akımı
I_0	: Sıfır bileşen devre akım fazörü
I_1	: Doğru bileşen devre akım fazörü
I_2	: Ters bileşen devre akım fazörü
kA	: kilo amper
kVA	: kilo volt-amper
kVAR	: kilo volt-amper reaktif
kW	: kilo watt
L_m	: Magnetik endüktans
MVA	: Mega volt-amper
MVAR	: Mega volt-amper reaktif
MW	: Mega watt
mA	: Mili amper
mH	: Mili henry
m Ω	: Mili ohm
μ F	: Mikro Farad
P	: Aktif güç
PQ	: Yük barası

PV	: Generatör barası
Q	: Reaktif güç
R	: Direnç
R_{eq}	: Eşdeğer direnç
S	: Kompleks güç veya görünür güç
SEDAŞ	: Sakarya Elektrik Dağıtım A.Ş.
U	: Fazlar arası gerilim
u_k	: Yüzde gerilim değişimi
V	: Volt
V_o	: Sıfır gerilim bileşeni
V_d	: Doğru gerilim bileşeni
V_{pp}	: Faz faz gerilim değeri
V_t	: Ters gerilim bileşeni
V_0	: Sıfır bileşen devre gerilim fazörü
V_1	: Doğru bileşen devre gerilim fazörü
V_2	: Ters bileşen devre gerilim fazörü
VAr	: Volt-amper reaktif
W	: Watt
X	: Reaktans
X_{eq}	: Eşdeğer Reaktans
X_o	: Boşta çalışma reaktansı
Y-Y	: Yıldız yıldız bağlantılı
Y- Δ	: Yıldız-üçgen bağlantılı
Z	: Empedans
Z_{eq}	: Eşdeğer empedans
Z_o	: Boşta çalışma empedansı
Z_1	: Doğru empedans bileşeni
Z_2	: Ters empedans bileşeni
Z_0	: Sıfır empedans bileşeni
Δ -Y	: Üçgen yıldız bağlantılı
Ω	: Ohm

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1.	Yıldız Noktasının Topraklanması.....	2
Şekil 1.2.	Yıldız Noktasının Bobin Üzerinden Topraklanması.....	2
Şekil 1.3.	İletim Hattında Üç Fazlı Kısa Devre Gösterimi.....	4
Şekil 2.1.	Üç Fazlı Dengeli Sistemde Simetrik Bileşen Devre Gösterimi.	8
Şekil 2.2.	Üç Fazlı Arızada Bileşen Devre Bağlantıları.....	9
Şekil 2.3.	İletim Hattında İki Fazlı Kısa Devre Gösterimi.....	10
Şekil 2.4.	İki Fazlı Arızada Bileşen Devre Bağlantıları.....	11
Şekil 2.5.	İletim Hattında İki Faz-Toprak Kısa Devre Gösterimi.....	12
Şekil 2.6.	İki Faz-Toprak Kısa Devresinde Bileşen Devre Bağlantıları...	14
Şekil 3.1.	Ada Trafo-Stadyum Enerji Dağıtım Şebekesi.....	16
Şekil 3.2.	İmamhatip Civarındaki Trafonun Müşterinin Çektiği Aktif ve Reaktif Güçler ve 3 Faz Yükün Blok Parametreleri.....	18
Şekil 3.3.	Ahmet Akkoç Civarındaki Trafonun Müşterinin Çektiği Aktif ve Reaktif Güçler ve 3 Faz Yükün Blok Parametreleri.....	19
Şekil 3.4.	Kraas Civarındaki Trafonun Müşterinin Çektiği Aktif ve Reaktif Güçler ve 3 Faz Yükün Blok Parametreleri.....	19
Şekil 3.5.	Katlı Pazar Civarındaki Trafonun Müşterinin Çektiği Aktif ve Reaktif Güçler ve 3 Faz Yükün Blok Parametreleri.....	20
Şekil 3.6.	Askerlik Şubesi Civarındaki Trafonun Müşterinin Çektiği Aktif ve Reaktif güçler ve 3 Faz Yükün Blok Parametreleri...	20
Şekil 3.7.	Yuvam Sokak Civarındaki Trafonun Müşterinin Çektiği Aktif ve Reaktif Güçler ve 3 Faz Yükün Blok Parametreleri.....	21
Şekil 3.8.	Lüleci Sokak Civarındaki Trafonun Müşterinin Çektiği Aktif ve Reaktif Güçler ve 3 Faz Yükün Blok Parametreleri.....	21
Şekil 3.9.	Gökçe Sokak Civarındaki Trafonun Müşterinin Çektiği Aktif ve Reaktif Güçler ve 3 Faz Yükün Blok Parametreleri.....	22

Şekil 3.10.	Ada Trafo Girişine Bağlanan A.C Güç Kaynağı Blok Parametreleri.....	24
Şekil 3.11.	Ada Trafo Girişine Bağlanan A.C Güç Kaynağı 120 Derece Faz Farkı Uygulanması Blok Parametreleri.....	24
Şekil 3.12.	Ada Trafo Girişine Bağlanan A.C Güç Kaynağı 240 Derece Faz Farkı Uygulanması Blok Parametrelri.....	24
Şekil 3.13.	Sistemde Kullanılan Herhangi Bir Kesici Blok Parametrteleri.	25
Şekil 3.14.	Enerji Dağıtım Sisteminde Tüm Trafolar Arası Kullanılan Üç Faz Pi Modeli.....	26
Şekil 3.15.	Pi Eşdeğer Devre Modeli (Pi Section Line).....	26
Şekil 3.16.	1*240 mm ² Kesitinde Kullanılan Kablonun Pi Modelinde Kullanılan Blok Parametreleri	27
Şekil 3.17.	1*95 mm ² Kesitinde Kullanılan Kablonun Pi Modelinde Kullanılan Blok Parametreleri	27
Şekil 3.18.	S=1000 kVA lık Transformatörün Üçgen-Yıldız Bağlantı Şekilleri.....	29
Şekil 3.19.	S=1000 kVAlık Transformatörün Eşdeğer Devresi.....	29
Şekil 3.20.	S=1000 kVAlık Transformatörün Sekonderinin Kısa Devre Edilmesi.....	30
Şekil 3.21.	S=1000 kVA lık Transformatörün Boşta Çalışma Durumunda Eşdeğer Devre.....	32
Şekil 3.22.	S=1000 kVA ve f=50 Hz lik Trafonun Blok Parametreleri...	33
Şekil 3.23.	S=630 kVA lık Transformatörün ÜçgenYıldız Bağlantı şekilleri	34
Şekil 3.24.	S=630 kVA lık Transformatörün Eşdeğer Devresi.....	34
Şekil 3.25.	S=630 kVA lık Transformatörün Sekonderinin Kısa Devre Edilmesi.....	35
Şekil 3.26.	S=630 kVAlık Transformatörün Boşta Çalışma Durumunda Eşdeğer Devre.....	37
Şekil 3.27.	S=400 kVA lık Transformatörün Üçgen-Yıldız Bağlantı Şekilleri.....	38

Şekil 3.28.	S=400 kVAlık Transformatörün Eşdeğer Devresi.....	38
Şekil 3.29.	S=400 kVAlık Transformatörün Sekonderinin Kısa Devre Durumunda Eşdeğer Devresi.....	39
Şekil 3.30.	S=400 kVA lık Transformatörün Boşta Çalışma Durumunda Eşdeğer Devre	41
Şekil 3.31.	S=400 kVA ve f=50 Hz lik Trafonun Blok Parametrleri.....	43
Şekil 3.32.	S=100 MVA lık Transformatörün Yıldız-Yıldız Bağlantı şekilleri	43
Şekil 3.33.	S=100 MVA lık Transformatörün Eşdeğer Devresi.....	44
Şekil 3.34.	S=100 MVAlık Transformatörün Boşta çalışma Durumunda Eşdeğer Devre.....	44
Şekil 3.35.	S=100 MVA lık Transformatörün Sekonderinin Kısa Devre Durumunda Eşdeğer Devre.....	46
Şekil 3.36.	S=100 MVA ve f=50 hz lik Trafonun Blok Parametreleri.....	48
Şekil 3.37.	S=400 kVA Değerindeki Trafonun Matlab Simulinkte Sekonderinin Kısa Devre Edilmesi (devre 1) ve Primerinin Kısa Devre Edilmesi (devre2) Sonucu Kısa Devre Gücü ve Kısa Devre Akımının Bulunması.....	52
Şekil 3.38.	S=400 kVA f=50 Hz 34,5/0,4 kV Değerindeki Trafonun Blok Parametreleri.....	53
Şekil 3.39.	S=400 KVA Trafonun Sekonderinin Kısa Devre Edilmesinde Primer Tarafındaki A.C Gerilim Kaynağının Blok Parametreleri.	53
Şekil 3.40.	S=400 kVA Trafonun Sekonderinin Kısa Devre Edilmesinde Sekonder Tarafındaki A.C Gerilim Kaynağının Blok Parametre.	54
Şekil 3.41.	S=400 kVA Değerindeki Trafonun Matlab Simulinkte Sekonderinin Boşta Çalıştırılması Durumunda (devre 3) ve Primerinin Boşta Çalıştırılması Durumunda (devre4) Sonucu Boşta Çalışma Gücü ve Boşta Çalışma Akımının Bulunması.....	55
Şekil 3.42.	S=400 kVA Trafonun Sekonderinin Boşta Çalışması Durumunda Primer Tarafındaki A.C Gerilim Kaynağının Blok Parametreleri.....	56
Şekil 3.43.	S=400 kVA Trafonun Sekonderinin Boşta Çalıştırılması Durumunda Sekonder Tarafındaki A.C Gerilim Kaynağının Blok Parametreleri.....	56

Şekil 3.44.	S=1000 kVA Değerindeki Trafonun Matlab Simulinkte Sekonderinin Kısa Devre Edilmesi (devre 1) ve Primerinin Kısa Devre Edilmesi (devre2) Sonucu Kısa Devre Gücü ve Kısa Devre Akımının Bulunması.....	57
Şekil 3.45.	S=1000 kVA $f=50$ Hz 34,5/0,4 kV Değerindeki Trafonun Blok Parametreleri.....	58
Şekil 3.46.	S=1000 kVA Trafonun Sekonderinin Kısa Devre Edilmesinde Primer Tarafındaki A.C Gerilim Kaynağının Blok Parametreleri.....	58
Şekil 3.47.	S=400 kVA Trafonun Sekonderinin Kısa Devre Edilmesinde Sekonder Tarafındaki Gerilim Kaynağının Blok Parametresi..	59
Şekil 3.48.	S=400 kVA Değerindeki Trafonun Matlab Simulinkte Sekonderinin Boşta Çalıştırılması Durumunda (devre 3) ve Primerinin Boşta Çalıştırılması Durumunda (devre4) Sonucu Boşta Çalışma Gücü ve Boşta Çalışma Akımının Bulunması..	60
Şekil 3.49.	S=1000 kVA Trafonun Sekonderinin Boşta Çalışması Durumunda Primer Tarafındaki A.C Gerilim Kaynağının Blok Parametreleri.....	61
Şekil 3.50.	S=1000 kVA Trafonun Sekonderinin Boşta Çalıştırılması Durumunda Sekonder Tarafındaki A.C Gerilim Kaynağının Blok Parametreleri.....	61
Şekil 3.51.	S=100 MVA Değerindeki Trafonun Matlab Simulinkte Sekonderinin Kısa Devre Edilmesi (devre 1) ve Primerinin Kısa Devre Edilmesi (devre2) Sonucu Kısa Devre Gücü ve Kısa Devre Akımının Bulunması.....	62
Şekil 3.52.	S=100 MVA $f=50$ Hz 34,5/0,4 kV Değerindeki Trafonun Blok Parametreleri.....	63
Şekil 3.53.	S=100 MVA Trafonun Sekonderinin Kısa Devre Edilmesinde Primer Tarafındaki A.C Gerilim Kaynağının Blok Parametreleri.....	64
Şekil 3.54.	S=100 MVA Trafonun Sekonderinin Kısa Devre Edilmesinde Sekonder Tarafındaki A.C Gerilim Kaynağı Blok Parametreleri	64

Şekil 3.55.	S=100 MVA Değerindeki Trafonun Matlab Simulinkte Sekonderinin Boşta Çalıştırılması Durumunda (devre 3) ve Primerinin Boşta Çalıştırılması Durumunda (devre4) Sonucu Boşta Çalışma Gücü ve Boşta Çalışma Akımının Bulunması..	65
Şekil 3.56.	S=100 MVA Trafonun Sekonderinin Boşta Çalışması Durumunda Primer Tarafındaki A.C Gerilim Kaynağının Blok Parametreleri.....	66
Şekil 3.57.	S=100 MVA Trafonun Sekonderinin Boşta Çalıştırılması Durumunda Sekonder Tarafındaki A.C Gerilim Kaynağının Blok Parametreleri.....	66
Şekil 4.1.	Ada Trafo-Stadyum Dağıtım Sisteminin Matlab Simulinkte Modeli.....	67
Şekil 4.2.	Kraas Alışveriş Merkezi Civarındaki Trafonun Çıkışının A Fazından Geçen Akımın Grafiğinin Bulunması İçin Matlab Simulinkte Modellenmesi.....	68
Şekil 4.3.	İşaretin (karakökünün ortalamasını bir periyot boyunca alır) Simulink Modeli.....	69
Şekil 4.4.	İşaretin (karakökünün ortalamasını bir periyot boyunca alır) Blok Parametreleri.....	69
Şekil 4.5.	Akım Ölçerin Simulink Modeli	69
Şekil 4.6.	Akım Ölçerin Blok Parametreleri.....	69
Şekil 4.7.	Kraas Alışveriş Merkezi Civarındaki Trafonun Çıkışının A Fazından Geçen Akımın Grafiği.....	70
Şekil 4.8.	Kraas Alışveriş Merkezi Civarındaki Trafonun Beslediği Müşterinin P (Aktif güç), QL(endüktif reaktif güç) değerleri	71
Şekil 4.9.	Gökçe Sokak Civarındaki Trafonun Çıkışının A Fazından Geçen Akımın Grafiğinin Bulunması İçin Matlab Simulinkte Modellenmesi.....	72
Şekil 4.10.	İşaretin (karakökünün ortalamasını bir periyot boyunca alır) Blok Parametreleri.....	73
Şekil 4.11.	Gökçe Sokak Civarındaki Trafonun Çıkışının A Fazından Geçen Akımın Grafiği.....	73

Şekil 4.12.	Gökçe Sokak Civarındaki Trafonun Beslediği Müşterinin P (aktif güç), QL (endüktif reaktif güç) Değerleri	74
Şekil 4.13.	Ada Trafo-Stadyum Dağıtım Sisteminde Stadyumdaki Kesicilerde Üç Faz Kısa Devre Olması Durumunda Simulink Modeli.....	75
Şekil 4.14.	Üç faz Kısa Devre Hatasının Simulink Modeli.....	76
Şekil 4.15.	Üç faz Kısa Devre Hatasının Blok Parametreleri.....	76
Şekil 4.16.	Stadyumdaki Kesicilerde Sistem Çalıştıktan 1.2 Saniye Sonra 3 Faz Kısa Devre Olması Durumunda Stadyum Çıkışında C Fazından Akan Akımın Grafiği.....	77
Şekil 4.17.	Stadyumdaki Kesicilerde Sistem Çalıştıktan 1.2 Saniye Sonra 3 Faz Kısa Devre Olması Durumunda Kraas Alışveriş Merkezi Civarında Bulunan Trafonun Çıkışında A Fazından Akan Akımın Grafiği.....	78
Şekil 4.18.	Stadyumdaki Kesicilerde Sistem Çalıştıktan 1.2 Saniye Sonra 3 Faz Kısa Devre Olması Durumunda Gökçe Sokak Civarında Bulunan Trafonun Çıkışında A Fazından Akan Akımın Grafiği.....	78
Şekil 4.19.	Ada Trafo-Stadyum Dağıtım Sisteminde Ahmet Akkoç Civarındaki Trafo ile Kraas Alışveriş Merkezi Civarındaki Üç Faz Toplam Aktif Güç ve Reaktif Gücün Bulunması İçin Oluşturulan Matlab Simulink Modeli.....	79
Şekil 4.20.	Akım Ölçü Aleti Simulink Bloğu.....	80
Şekil 4.21.	Gerilim Ölçü Aleti Simulink Bloğu.....	80
Şekil 4.22.	Tek faz İçin Aktif Güç ve Reaktif Gücün Bulunması İçin Simulink Bloğu.....	80
Şekil 4.23.	Ahmet Akkoç Civarındaki Trafo ile Kraas Alışveriş Merkezindeki Trafolar Arasındaki Üç Faz Toplam Aktif Güç ve Reaktif Güç Değerleri Grafiği.....	80

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1	Güç Sistem Baralarının Yük Akışı İçin Sınıflandırılması.....	5
Tablo 3.1	XLPE Yalıtkanlı Tek damarlı Orta Gerilim Kablosu.....	23
Tablo 3.2	Ada Trafo Stadyum Enerji Dağıtım Sisteminde Hat Mesafe Değerleri.....	25
Tablo 3.3	S=1000 kVA Gücündeki Trafo İçin Trafonun Parametreleri Kullanılarak Adım Adım Trafo Değerleri Hesabı.....	49
Tablo 4.1	Ada Trafo Stadyum Dağıtım Sisteminde Trafoların Giriş ve Çıkışlarında A Fazından Akan Akım Değerleri (Sistemin normal çalışması).....	81
Tablo 4.2	Ada Trafo Stadyum Dağıtım Sisteminde Sistemin Çalışmaya Başlamasından 0.5 Saniye Sonra Stadyum Kesici Girişinde Üç Faz Kısa Devre Olması Durumunda Trafoların Giriş ve Çıkışlarında A Fazından Akan Akım Değerleri.....	82
Tablo 4.3	Ada Trafo Stadyum Dağıtım Sisteminde Trafo Girişlerindeki Üç Faz Toplam Aktif ve Reaktif Güç Değerleri.....	83
Tablo 4.4	Ada Trafo Stadyum Dağıtım Sisteminde Trafolar Arasındaki Üç Faz Toplam Aktif ve Reaktif Güç Değerleri.....	84

ÖZET

Anahtar Kelimeler : Enerji Dağıtım Sistemi, Matlab Simulink, Transformatörlerin parametreleri, Güç akışı ve kısa devre analizleri

Adapazarı Tedaş Ada-Trafo Stadyum enerji dağıtım sistemi Sakarya Elektrik Dağıtım Anonim Şirketin'den gelen talep üzerine Matlab Simulink programında oluşturulmuştur. Sistemde kullanılan transformatörlerin test raporları, hat mesafe değerleri, kablo kesit değerleri, yük değerleri v.b. tüm bilgiler Sakarya Elektrik Dağıtım Anonim Şirketin'den temin edilip; gerçek veriler kullanılmıştır.

Adapazarı Tedaş Ada-Trafo Stadyum enerji dağıtım sistemi modellenmeden önce kullanılacak trafoların parametreleri hesaplanmış, bulunan kısa devre ve boşa çalışma karakteristikleri simulinkte test edilmiştir. Hat parametreleri ve yük değerleri hesaplanmış, simulink modellerine dönüştürülmüştür. Böylece Sakarya Bölgesin'de enerji dağıtım sisteminin bir parçası olan Adapazarı'nın Stadyum kesiminin modeli Matlab Simulink'te oluşturulmuştur. Bu model üzerinde sistem içindeki tüm trafoların giriş ve çıkış akım değerleri, stadyum kesicilerinde üç faz kısa devre oluşması sonucu kısa devre akımları, hatlar arası aktif ve reaktif güç değerleri bulunmuştur.

Sakarya Bölgesinin bir parçası olan Ada Trafo-Stadyum Dağıtım hattı, daha da genişletilip tüm Sakarya Bölgesi için enerji dağıtım sistemi modellenirse, sistem içinde çeşitli noktalara simulink blokları bağlanarak istenilen akım, gerilim, aktif ve reaktif güç değerleri bulunacaktır. Böylece transformatör, kablo kesiti, röle, kesici, ayırıcı v.b enerji dağıtım sistemi içinde istenilen tüm değerler Matlab Simulink programı vasıtasıyla belirlenecektir. Sistem içinde kolaylıkla güç akışı ve kısa devre analizleri yapılarak gerekli değerler ve grafikler bilgisayar ortamında görülecektir.

MODELLING OF DISTRIBUTION SYSTEM OF ADAPAZARI TEDAŞ ADA TRAFİ STADYUM IN COMPUTER ENVIRONMENT

SUMMARY

Key Words: Power Distribution System , Matlab Simulink, Transformers parameters, Power flow and short circuit analysis

The SEDAŞ request that The TEDAŞ (Power Distribution Company of Turkey) Ada-Trafo Stadyum power distribution system of Adapazari will be simulate on the Matlab Simulink. The values, test reports of the transformers in the system, line distances, cable diameters, load values, etc obtained from the SEDAŞ and they are used for the simulation.

Before modelling of the Ada-Trafo Stadyum power distribution system in Adapazari Tedaş, the transformers parameters is determined, the characteristics of the calculated short-circuit and open circuit are tested in simulink. Line parameters and load values are calculated and then they are converted to simulink models. Indeed, the model of the Stadyum area, where a part of the power distribution system in the Sakarya region, has been created in the Matlab Simulink. By using this model, the input/output current values of the transformers, the three phase short circuit current values for the stadyum cutters, line active and reactive power values has been determined.

If the modelling of the Ada Trafo-Stadyum power distribution lines is extended to cover all distribution lines in Sakarya Region, by connecting several Simulink blocks of several point of the distribution systems, it is possible to calculate the value of voltage, current, active and reactive power. Thus, all parameters within the system, like transformers ratio, cable diameters, relay, cutter, separator etc, will be determined by using the model. Moreover, performing the power flow and short circuit analysis, the calculated parameters and charts will be study on the computer.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

1.1. Giriş

Bu tez çalışmasında, Sakarya Elektrik Dağıtım A.Ş.'ye bağlı Ada Trafo-Stadyum Dağıtım sisteminde bulunan 34,5/0,4 kV luk 8 adet trafo incelenecek ve Matlab Simulink kullanılarak, kısa devre ve güç akışı analizleri yapılacak kısa devre akımları bulunarak, sistem içinde güçler ölçülerek uygun değerde elemanın kullanılmasının önemi anlatılacaktır. Çalışmalarda gerçek veriler kullanılmıştır.

Ada-Trafo Stadyum dağıtım sisteminde Sakarya ilini besleyen iki adet paralel 100 Mva değerindeki trafodan biri olan 154/33.6 kv değerinde ada trafo adı verilen trafo, İmamhatip, Ahmet Akkoç İ.Ö.O, Kraas alışveriş merkezi, Katlı Pazar yeri, askerlik şubesi, yuvam sokak, lüleci sokak ve gökçe sokak yakınında bulunan trafolar sistemde ele alınacaktır. Trafo parametreleri ayrıntılı olarak hesaplanarak ve matlab simulink modelleri oluşturulacaktır.

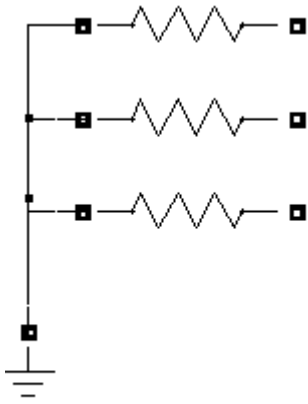
Sistemde kullanılan S=100 Mva, S=400 Kva, S=630 Kva, S=1000 Kva görünen güçlerindeki trafoların analizleri yapılacak, test raporları incelenerek, kısa devre ve boşa çalışma karakteristikleri adım adım hesaplanarak simulink modelleri oluşturulacaktır. Bu değerler hesaplanırken trafoların test raporları trafo satan firmalardan temin edilerek, matlab simulinkte test raporlarını sağlayıp sağlamadığı kontrol edilecektir.

Ada trafo - stadyum dağıtım sisteminde Sedaş 'tan trafo, hat ve yük parametreleri temin edilerek sistem, bu değerler kullanılarak matlab simulink ortamında modellenecektir. Enerji dağıtım şebekesi simulink modeline dönüştürülerek akım, gerilim, aktif ve reaktif güç simulink blokları bu simulink modeli üzerine bağlanarak

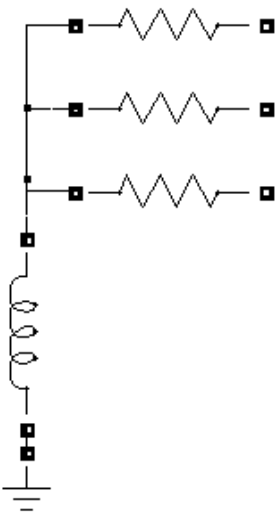
sistem detaylı bir biçimde incelenecektir. Böylece sistemin çeşitli noktalarında akım değerlerinin ve aktif - reaktif güç değerlerinin bulunması amaçlanmıştır.

1.2. Enerji Hatlarında Şebeke Arızaları:

Simetrik 3 faz ve asimetrik tek faz, iki faz ve toprak arızasıdır. Şebekenin yıldız noktası topraklanmışsa; bir fazlı toprak kısa devresi, topraklanmamışsa veya bir bobin üzerinden topraklanmışsa buna da bir fazlı toprak teması denir.



Şekil 1.1. Yıldız Noktasının Topraklanması



Şekil 1.2. Yıldız Noktasının Bobin Üzerinden Topraklanması

1.3. Kısa Devre Hata Türleri ve Bazı Kabuller:

Birbirlerine göre simetrik olan güç sistemlerinde kısa devre akım hesaplamaları, simetrik hatalar ve simetrik olmayan hatalar olarak iki başlık altında incelenir. Üç fazlı kısa devre simetrik bir hatadır. Simetrik olmayan hatalar ise; bir faz – toprak kısa devresi, iki fazlı toprak temassız kısa devre ve iki fazlı toprak temaslı kısa devre hata türleridir. Hata türünün simetrik olarak adlandırılmasının nedeni, hata esnasında sistemde dolaşan akımların fazlara göre genliklerinin değişmemesidir. Simetrik olmayan hatalarda ise hata akımlarının genlikleri fazlara göre değişir. Simetrik hatanın incelenmesi diğerine göre kolaydır. Üç fazlı kısa devrede sistemin yalnızca doğru bileşen devresine ilişkin bara empedans ve admitans matrisleri kullanılır. (Zira bu hata türünde ters bileşen ve sıfır bileşen devreye ilişkin akım ve gerilim değerleri sıfırdır.)

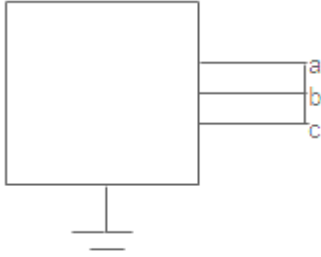
Üç fazlı kısa devre hesaplamalarında hesap kolaylaştırıcı bazı kabuller:

- a) Transformatörlerin yalnızca reaktans değerleri göz önüne alınır; sarım dirençleri, şönt admitans değerleri ve faz kayması göz önüne alınmaz.
- b) İletim hatlarının yalnızca doğru bileşen devre reaktansları hesaba katılır, seri dirençleri ve şönt admitansları hesaba katılmaz.
- c) Senkron makine, geçici darbe reaktansının (subtransient)gerisindeki sabit gerilim kaynağı ile temsil edilir. Armatür direnci, çıkık kutup etkisi ve doyma ihmal edilir.
- d) Tüm dönmeyen yüklerin empedansları ihmal edilir.
- e) 50 beygir gücünden az senkron motorlar göz önüne alınmaz ya da senkron makine senkron makine gibi temsil edilir.

Yukarıda belirtilen kabuller hesap kolaylaştırmak için kullanılmakla beraber hesaplama sonuçlarında büyük hatalara sebep olmazlar. Fakat bu kabuller her şartta da kullanılamazlar. Örnek olarak dağıtım sistemlerinde direnç etkisi hata akımını azaltır ve bu yüzden ihmal edilemez.

Simetrik olmayan hatanın incelenmesinde ise simetrik hatalardan farklı olarak dengesiz akım ve gerilim değerlerinden dolayı, sisteme ilişkin ters bileşen ve sıfır

bileşen devre bara empedans ve admitans matrislerine ihtiyaç duyulur. Bu tür hatalarda sisteme ilişkin akım, gerilim, empedans ve parametreler dönüşüm matrisleri yardımıyla simetrik bileşen devre büyüklüklerine dönüştürülürler. Hesaplamalar simetrik bileşen devre büyüklükleri kullanılarak yapılır. Bulunan değerler tekrar ters dönüşüm matrisleri yardımıyla gerçek değerlere dönüştürülürler.



Şekil 1.3. İletim Hattında Üç Fazlı Kısa Devre Gösterimi

Dengeli hatalarda sisteme ilişkin empedansların doğru bileşen değeri kullanılmaktadır. Simetrik olmayan hatalarda ise (akım ve gerilim değerleri dengesiz olduğundan) sistemdeki empedansların doğru bileşen değerlerine ilaveten ters ve sıfır bileşen değerleri de göz önüne alınır. Hata öncesi sistem dengeli olduğu için doğru, ters ve sıfır bileşen devreler arasında kuplaj bulunmamaktadır ve dolayısıyla bu devrelere ilişkin I_1 , I_2 ve I_0 akımları da sıfırdır [2].

1.4. Güç akışı

Güç akışı veya yük akışı bir güç sisteminin sürekli hal çalışma koşullarını teşkil eder. Tipik yük akışı sonuçları bara gerilimleri ve hat akımlarıdır. Güç akışı hesaplaması, güç sistem tasarım ve analizinde temel bir çalışmadır. Yük akışı problemi klasik güç sistem mühendisliğinin temel problemlerinden biridir.

Çoğu elektrik devre analizinde şebeke bilinen empedans gerilim kaynağı ve akım kaynaklarını içerir. Bununla beraber yük akışı probleminde şönt empedansdan ziyade aktif ve reaktif güçler çoğu şebeke baralarında belirtilmiştir. Çünkü yüklerin çoğu sabit güç yükleridir. Yani onlara uygulanan gerilim makul sınırlar içinde sabit kalır.

Güç sistem yükleri alt istasyonlarda, büyük tüketicilerde, Türk elektrik üreticisi kurumlarda yakın olarak takip edebilir. Günlük, haftalık, mevsimlik yük tahminleri yapılabilir. Üretim ve planlama amaçları için yıllık tepe yük talebi ve elektrik firmaları için enerji tahminleri yapılır.

Yük akışı probleminin amacı, bara gerilimlerini hat, transformatör, kablo, güç akışlarını, empedanslarını, yükleri hesaplamak ve üretimleri belirlemektir. İdeal olarak sistem çalışması için hesaplanmış bara gerilimleri kabul edilebilir oranlar içinde kalmalıdır.

Güç sistemi planlamasında ve çalışma uygulamasında aşağıdaki veriler bilinir.

- 1) Yük baralarında yük talebi $P_i + jQ_i$ dir. Bu baralar için $P_i + jQ_i$ bilindiğinden onlar PQ barası (yük barası) olarak bilinir.
- 2) Generatör barasında aktif güç üretimi P_i ve programlanan bara gerilimleri V_i dir. P_i, V_i bu baralar için bilindiğinden bu baralar generatör barası (PV barası) denir.
- 3) Sistemde en az bir generatör salınım barası olarak işlem görmelidir. Bu baranın aktif güç çıkışı tüm sistemin aktif güç dengesizliğini kompanze etmek için ayarlanır.

$P_u - P_{yük} - P_{komp} = 0$ ifadesi generatör sistem gerilimi için referans açığı kurmakta da kullanılır. Bundan dolayı bu generatörün bağlı olduğu baraya salınım barası denir.

Tablo 1.1. Güç Sistem Baralarının Yük Akışı İçin Sınıflandırılması

Baralar	Bilinenler	Bilinmeyenler
PQ (yük barası)	P,Q	V,&
PV (besleme barası)	P,V	&,Q
V&(salınım barası)	V,&	P,Q

Güç akışı problemi yukarıda verilen sınırlamalar altında bara gerilimlerini ve hat akımlarını bulmaktır. Yük akışı probleminde her barada dört parametre vardır. Bunlar sırasıyla gerilimin genliği V , gerilimin açısı ϕ , aktif güç P ve reaktif güç Q dur. Bunlardan en az ikisi belli iken diğer ikisi hesaplanabilir. Çoğu baralar için P ve

Q güçleri bellidir. Buradan V ve δ hesaplanır. P ve Q değerlerinin belli olmadığı baralardan dolayı sistem kayıpları daha önceliklidir. Bu yüzden besleme baralarından biri salınım barası olarak seçilmelidir. Yani bu baranın P gücü kayıpları da karşılayacaktır. Salınım barası genellikle merkezde ve en büyük generatör olarak seçilir. Bu generatörün gerilim açısı $\delta=0$ olarak alınır.

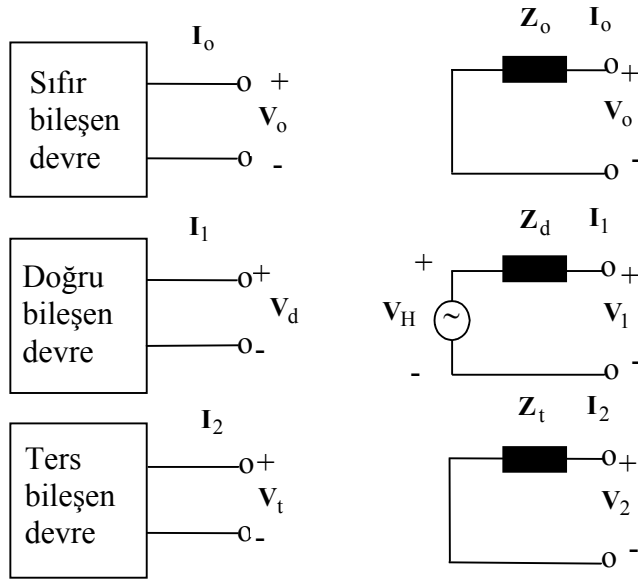
BÖLÜM 2. KISA DEVRE HESAPLAMALARI

Matlab simulinkte modellenecek olan Adapazarı Tedaş Ada-Trafo Stadyum elektrik dağıtım sisteminde, sistemin herhangi bir noktasında üç fazlı kısa devre, iki fazlı kısa devre, iki faz toprak kısa devresi ve bir faz toprak kısa devresi oluşabilir. Ada Trafo Stadyum dağıtım sisteminin matlab simulinkte modellenmesi yapıldıktan sonra çeşitli noktalarda kısa devre akım ve gerilimleri; modellenen sisteme simulink blokları bağlanarak, simulink programı vasıtasıyla bilgisayar ortamında bulunmaktadır.

Bu bölümde; bilgisayar yazılım programı kullanmadan üç fazlı kısa devre, iki fazlı kısa devre, iki faz toprak kısa devre türlerinde bileşen devreler yardımıyla; bileşen devre akımları ve bileşen devre gerilimlerinin nasıl bulunduğu, bu değerlerin bulunmasından sonra; bu değerlerin gerçek sisteme ilişkin değerlere dönüştürülerek gerilimlerin ve akımların nasıl bulunacağı formüller yardımıyla anlatılacaktır.

2.1. Üç Fazlı Kısa Devre Hesaplamaları

Şekil 2.1.'de bileşen devrelerin hata noktalarından bakıldığında görülen Thevenin eşdeğeri gösterilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi yalnızca doğru bileşen devresinde, değeri hata öncesi gerilim değeri V_H 'ye eşit olan gerilim kaynağı vardır.



- a) Simetrik bileşen devreleri b) Hata uçlarından görülen Thevenin eşdeğeri

Şekil 2.1. Üç Fazlı Dengeli Sistemde Simetrik Bileşen Devre Gösterimi

$$\mathbf{V}_a = 0, \mathbf{V}_b = 0, \mathbf{V}_c = 0 \quad (2.1)$$

olur. (2.1) eşitliği ile verilen ilk kullanılırsa;

$$a = 1 \angle 120^\circ$$

$$\begin{bmatrix} \mathbf{V}_0 \\ \mathbf{V}_1 \\ \mathbf{V}_2 \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{V}_a \\ \mathbf{V}_b \\ \mathbf{V}_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ Volt} \quad (2.2)$$

elde edilir. Şekil 2.1.(b) 'de tüm hata türlerinde kullanılacak bileşen devre gösterimleri verilmiştir. Bu gösterimler matrisel formda

$$\begin{bmatrix} \mathbf{V}_0 \\ \mathbf{V}_1 \\ \mathbf{V}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ \mathbf{V}_H \\ 0 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} Z_o & 0 & 0 \\ 0 & Z_1 & 0 \\ 0 & 0 & Z_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{I}_0 \\ \mathbf{I}_1 \\ \mathbf{I}_2 \end{bmatrix} \text{ Volt} \quad (2.3)$$

olarak elde edilir. (2.2) eşitliğinin sonuçları (2.3) eşitliğinde yerine konulursa bileşen devre akımları;

$$\begin{bmatrix} \mathbf{I}_0 \\ \mathbf{I}_1 \\ \mathbf{I}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ \mathbf{V}_H / \mathbf{Z}_1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ A} \quad (2.4)$$

değerine eşit olur. (2.4) eşitliği şekil 2.1 (b)'de kullanılırsa, şekil 2.2. ile verilen bileşen devre gösterimleri elde edilir.

2.3. eşitliğinde gerilim yerine akım vektörü kullanılırsa;

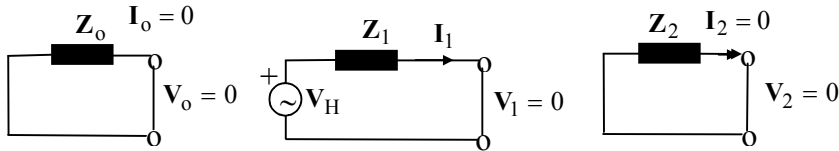
$$\begin{aligned} \mathbf{I}_a &= \mathbf{I}_0 + \mathbf{I}_1 + \mathbf{I}_2 \\ \mathbf{I}_b &= \mathbf{I}_0 + \mathbf{a}^2 * \mathbf{I}_1 + \mathbf{a} * \mathbf{I}_2 \\ \mathbf{I}_c &= \mathbf{I}_0 + \mathbf{a} * \mathbf{I}_1 + \mathbf{a}^2 * \mathbf{I}_2 \end{aligned} \quad (2.5)$$

\mathbf{I}_0 : Sıfır bileşen devre akımı

\mathbf{I}_1 : Doğru bileşen devre akımı

\mathbf{I}_2 : Ters bileşen devre akımı

gerçek sisteme ilişkin üç fazlı kısa devre akım değerleri bulunur;



Şekil 2.2. Üç Fazlı Arızada Bileşen Devre Bağlantıları.

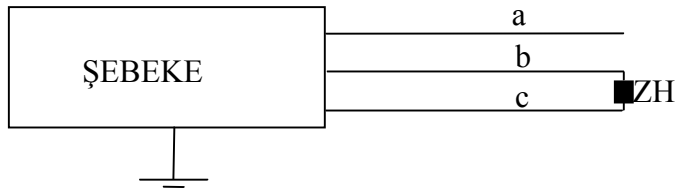
$$\begin{bmatrix} \mathbf{I}_a \\ \mathbf{I}_b \\ \mathbf{I}_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & \mathbf{a}^2 & \mathbf{a} \\ 1 & \mathbf{a} & \mathbf{a}^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{I}_0 \\ \mathbf{I}_1 \\ \mathbf{I}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\mathbf{V}_H}{\mathbf{Z}_1} \\ \mathbf{a}^2 \frac{\mathbf{V}_H}{\mathbf{Z}_1} \\ \mathbf{a} \frac{\mathbf{V}_H}{\mathbf{Z}_1} \end{bmatrix} \quad (2.6)$$

Son eşitlikte \mathbf{V}_H , kısa devre barasına ilişkin hata öncesi kısa devre noktasındaki gerilim vektörü, \mathbf{Z}_1 ise hatalı baradan devreye bakıldığında görülen Thevenin empedans değeridir.[2]

2.2. İki Fazlı Kısa Devre Hesaplamaları

Şebekenin bir noktasında şekil 2.3’de gösterildiği gibi Z_H direnci üzerinden iki fazlı bir kısa devrenin oluşması durumunda, a, b ve c fazlarına sahip gerçek sistemin faz-nötr gerilim değerleri ve hat akımları;

$$V_b - V_c = Z_H I_b, \quad I_a = 0, \quad I_c = -I_b \quad (2.7)$$



Şekil 2.3. İletim Hattında İki Fazlı Kısa Devre Gösterimi.

olur. (2.7) eşitliği ile verilen akım ile ilgili ilk koşullar aşağıdaki eşitliklerinde kullanılırsa;

$$I_a = I_0 + I_1 + I_2$$

$$I_b = I_0 + a^2 * I_1 + a * I_2$$

$$I_c = I_0 + a * I_1 + a^2 * I_2$$

$$\begin{bmatrix} I_0 \\ I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ I_b \\ -I_b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{1}{3}(a - a^2)I_b \\ \frac{1}{3}(a^2 - a)I_b \end{bmatrix} \text{ Amper} \quad (2.8)$$

elde edilir. (2.7) ifadelerinde gerilim ile ilgili sınırlar (2.8) ve (2.5) eşitliklerinde kullanılırsa;

$$\begin{bmatrix} \mathbf{V}_0 \\ \mathbf{V}_1 \\ \mathbf{V}_2 \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & \mathbf{a} & \mathbf{a}^2 \\ 1 & \mathbf{a}^2 & \mathbf{a} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{V}_a \\ \mathbf{V}_b \\ \mathbf{V}_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ Volt} \quad (2.8)$$

$$(\mathbf{V}_0 + \mathbf{a}^2 \mathbf{V}_1 + \mathbf{a} \mathbf{V}_2) - (\mathbf{V}_0 + \mathbf{a} \mathbf{V}_1 + \mathbf{a}^2 \mathbf{V}_2) = \mathbf{Z}_H (\mathbf{I}_0 + \mathbf{a}^2 \mathbf{I}_1 + \mathbf{a} \mathbf{I}_2) \quad (2.9)$$

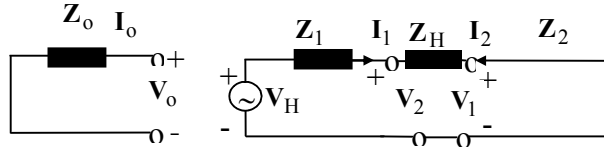
bulunur. (2.8) eşitliğinden;

$$\mathbf{I}_0 = 0, \mathbf{I}_2 = -\mathbf{I}_1 \quad (2.10)$$

elde edilir. Son iki eşitlikten;

$$\mathbf{V}_1 - \mathbf{V}_2 = \mathbf{Z}_H \mathbf{I}_1 \quad (2.11)$$

bulunur. (2.10) ve (2.11) eşitlikleri iki fazlı kısa devrenin hata koşullarıdır. Bu koşullardan elde edilen bileşen devre gösterimleri şekil 2.4.'de görülmektedir.



Şekil 2.4. İki Fazlı Arızada Bileşen Devre Bağlantıları

Şekil 2.4.'den

$$\mathbf{I}_1 = -\mathbf{I}_2 = \frac{\mathbf{V}_H}{(\mathbf{Z}_1 + \mathbf{Z}_2 + \mathbf{Z}_H)}, \quad \mathbf{I}_0 = 0 \quad (2.12)$$

elde edilir. (2.12) eşitliği (2.6) ifadesinde kullanılırsa;

$$\mathbf{I}_b = \mathbf{I}_0 + \mathbf{a}^2 \mathbf{I}_1 + \mathbf{a} \mathbf{I}_2 = (\mathbf{a}^2 - \mathbf{a}) \mathbf{I}_1 \quad (2.13)$$

$$\mathbf{I}_b = \frac{-j\sqrt{3}\mathbf{V}_H}{(\mathbf{Z}_1 + \mathbf{Z}_2 + \mathbf{Z}_H)} \quad (2.14)$$

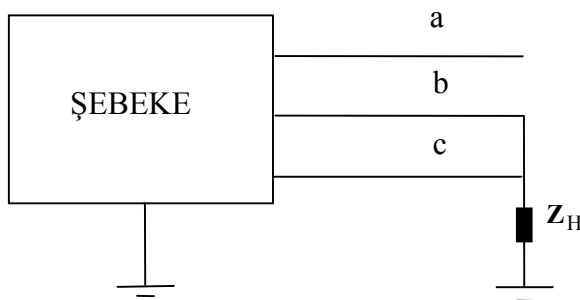
$$\mathbf{I}_c = \mathbf{I}_o + a\mathbf{I}_1 + a^2\mathbf{I}_2 = (a - a^2)\mathbf{I}_1 = -\mathbf{I}_b \quad (2.15)$$

bulunur. Bileşen devrelere ilişkin gerilim değerleri ise (2.12) ifadesi ile verilen bileşen devre akımlarının (2.6) eşitliğinde yerine konulması ile elde edilir [2].

2.3. İki Faz-Toprak Kısa Devre Hesaplamaları

Şebekenin bir noktasında şekil 2.5.'de gösterildiği gibi iki fazın Z_H direnci üzerinden bir kısa devre oluşturması durumunda a, b ve c fazlarına sahip gerçek sistemin faz-nötr gerilim değerleri ve hat akımları arasında;

$$\mathbf{V}_{bt} = \mathbf{V}_{ct} = \mathbf{Z}_H(\mathbf{I}_b + \mathbf{I}_c), \quad \mathbf{I}_a = 0 \quad (2.16)$$



Şekil 2.5. İletim Hattında İki Faz-toprak Kısa Devre Gösterimi

ilişkisi vardır.(2.16) eşitliğinde \mathbf{I}_a değeri $\mathbf{I}_a = \mathbf{I}_o + \mathbf{I}_1 + \mathbf{I}_2$ ifadesinde yerine konulursa;

$$\mathbf{I}_o + \mathbf{I}_1 + \mathbf{I}_2 = 0 \quad (2.17)$$

elde edilir. (2.16) eşitliğinde gerçek sisteme ilişkin gerilim ifadeleri (2.8)'de kullanılırsa;

$$(\mathbf{V}_o + a\mathbf{V}_1 + a^2\mathbf{V}_2) = (\mathbf{V}_o + a^2\mathbf{V}_1 + a\mathbf{V}_2) \quad (2.18)$$

elde edilir. Bu ifade kısaltılırsa;

$$\mathbf{V}_2 = \mathbf{V}_1 \quad (2.19)$$

bulunur.

$$\mathbf{I}_b = \mathbf{I}_0 + \mathbf{a}^2 * \mathbf{I}_1 + \mathbf{a} * \mathbf{I}_2$$

$$\mathbf{I}_c = \mathbf{I}_0 + \mathbf{a} * \mathbf{I}_1 + \mathbf{a}^2 * \mathbf{I}_2$$

ve (2.8) eşitliği (2.16) ifadesinde kullanılırsa;

$$(\mathbf{V}_0 + \mathbf{a}^2 \mathbf{V}_1 + \mathbf{a} \mathbf{V}_2) = \mathbf{Z}_H (\mathbf{I}_0 + \mathbf{a}^2 \mathbf{I}_1 + \mathbf{a} \mathbf{I}_2 + \mathbf{I}_0 + \mathbf{a} \mathbf{I}_1 + \mathbf{a}^2 \mathbf{I}_2) \quad (2.20)$$

elde edilir. Son ifadede (2.19) eşitliği kullanılırsa;

$$(\mathbf{V}_0 - \mathbf{V}_1) = \mathbf{Z}_H (2\mathbf{I}_0 - \mathbf{I}_1 - \mathbf{I}_2) \quad (2.21)$$

bulunur. (2.21) eşitliğinde (2.17) ifadesi kullanılırsa;

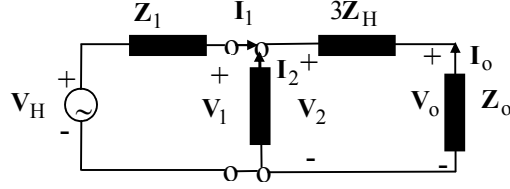
$$(\mathbf{V}_0 - \mathbf{V}_1) = 3\mathbf{Z}_H \mathbf{I}_0 \quad (2.22)$$

elde edilir.

(2.17), (2.19) ve (2.22) eşitlikleri birlikte ele alınırsa şekil 3.10'da verilen bileşen devre modeli elde edilir.

Şekil 2.6.'dan doğru bileşen devre akımı;

$$\mathbf{I}_1 = \frac{\mathbf{V}_H}{\mathbf{Z}_1 + [\mathbf{Z}_2 // (\mathbf{Z}_o + 3\mathbf{Z}_H)]} = \frac{\mathbf{V}_H}{\mathbf{Z}_1 + \left[\frac{\mathbf{Z}_2(\mathbf{Z}_o + 3\mathbf{Z}_H)}{\mathbf{Z}_2 + \mathbf{Z}_o + 3\mathbf{Z}_H} \right]} \quad (2.23)$$



Şekil 2.6. İki Faz-toprak Kısa Devresinde Bileşen Devre Bağlantıları.

Akım bölücü formülü yardımı ile ters ve sıfır bileşen devre akımları;

$$\mathbf{I}_2 = (-\mathbf{I}_1) \left(\frac{\mathbf{Z}_o + 3\mathbf{Z}_H}{\mathbf{Z}_2 + \mathbf{Z}_o + 3\mathbf{Z}_H} \right) \quad (2.24)$$

$$\mathbf{I}_o = (-\mathbf{I}_1) \left(\frac{\mathbf{Z}_2}{\mathbf{Z}_2 + \mathbf{Z}_o + 3\mathbf{Z}_H} \right) \quad (2.25)$$

eşitlikleri kullanılarak elde edilir. Gerçek sisteme ilişkin akım değerleri ise (2.24) - (2.25) eşitliklerinin

$$\mathbf{I}_a = \mathbf{I}_o + \mathbf{I}_1 + \mathbf{I}_2$$

$$\mathbf{I}_b = \mathbf{I}_o + a^2 * \mathbf{I}_1 + a * \mathbf{I}_2$$

$$\mathbf{I}_c = \mathbf{I}_o + a * \mathbf{I}_1 + a^2 * \mathbf{I}_2$$

Bileşen devre gerilimleri ise bileşen devre akımlarının (2.3) eşitliğinde yerlerine konulmaları ile elde edilirler. Bileşen devre gerilim değerleri bulunduktan sonra (2.8) eşitliği yardımı ile gerçek sisteme ilişkin gerilim değerleri bulunur [2].

BÖLÜM 3. SİMULINK İLE ENERJİ DAĞITIM SİSTEMLERİ ANALİZİ

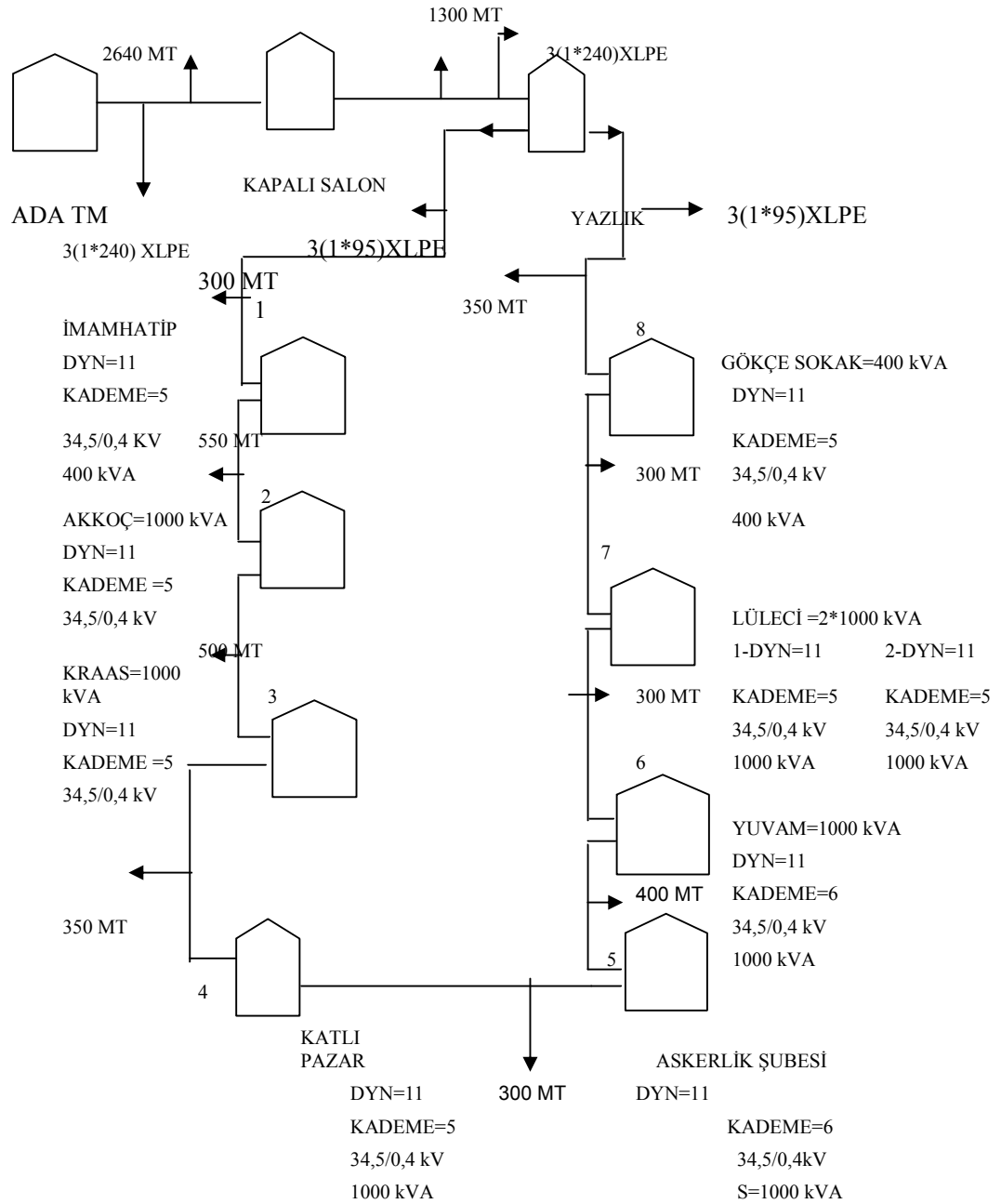
3.1. Matlab Simulink Yazılım Programının Avantajları ve Kullanım Alanları

Simulink dinamik sistemleri modellemeye ve simülasyonu (benzetimini) gerçekleştirmeye yarayan bir yazılım programıdır. Matlab kontrol, görüntü işleme, istatistik, optimizasyon, bulanık mantık, sinir ağları, sayısal işaret işleme, güç sistemleri, filtre dizaynı, genetik algoritma, grafik, veritabanı, web sunucusu, finans vb. gibi bir çok alanda güvenli bir şekilde kullanılabilen araç kutuları (toolbox) içerir. Bu araç kutuları matlab simulinkte kullanılır.

Matlab Simulinkte araç kutuları yardımıyla bir çok problem çözülmekte, güçlü ve kullanışlı grafik çizim imkanları sunulmaktadır. Bu programlama dili sayısal analiz anlamında matematiksel ihtiyaçları gideriyor, mesleki problemleri rahatlıkla çözebilecek bir altyapı hazırlıyor. Çok teferruata girmemesi, basit kullanışlı ve karmaşık problemleri kolaylaştırması bakımından iyi bir seçim olarak ön plana çıkıyor. Matlab simulink bu özellikleriyle mühendislik alanlarında kullanılabilen önemli yazılım programlarından biri olarak ön plana çıkıyor [1].

3.2. Adapazarı Tedaş Ada Trafo – Stadyum Dağıtım Sisteminin Simulink Ortamında Gerçekleştirilmesi

Bu bölümde Sakarya Elektrik Dağıtım A.Ş nin, Sakarya İl Müdürlüğü 'nün 154 kV / 33.6 kV ana indirici merkez (Ada Trafo) ve stadyum da bulunan trafo merkezinden İmam Hatip Lisesi, Ahmet Akkoç, Kraas, Katlı Pazar, Gökçe Sokak, Lüleci Sokağı, Yuvam Sokağı ve Askerlik Şubesi yakınında bulunan trafoları elektrik enerjisinin dağıtılması incelenecektir [4]



Şekil 3.1. Ada Trafo - Stadyum Enerji Dağıtım Şebekesi

3.2.1. Stadyum dağıtım sisteminde bulunan trafolar

Sakarya Şehri'ne elektrik enerjisi sağlayan iki paralel bağlı trafodan birisi Ada Trafo (154/33.6 kV) çevirme oranı, S=100 MVA değerindedir.

1- İmamhatip Lisesi Civarında Bulunan Trafonun Parametreleri:

DYN=11 34,5/0,4 kV COS Ø=0,935

KADEME=5 S=400 kVA

2-Ahmet Akkoç İlköğretim Okulu Civarında Bulunan Trafonun Parametreleri:

DYN=11 34.5/0,4 kV COS Ø=0,935

KADEME=5 S=1000 kVA

3-Kraas Hipermarket Civarında Bulunan Trafonun Parametreleri:

DYN=11 34.5/0,4 KV COS Ø=0,936

KADEME=5 S=1000 kVA

4-Katlı Pazar Civarında Bulunan Trafonun Parametreleri:

DYN=11 34.5/0,4 kV COS Ø=0,935

KADEME=5 S=1000 kVA

5-Askerlik Şubesi Civarında Bulunan Trafonun Parametreleri:

DYN=11 34.5/0,4 kV COS Ø=0,933

KADEME=6 S=1000 kVA

6-Yuvam Sokak Civarında Bulunan Trafonun Parametreleri:

DYN=11 34.5/0,4 kV COS Ø=0,935

KADEME=6 S=1000 kVA

7-Lüleci Sokak Civarında Bulunan Trafonun Parametreleri:

7.1- DYN=11 34.5/0,4 kV COS Ø=0,934

KADEME=5 S=1000 kVA

7.2- DYN=11 34.5/0,4 kV COS Ø=0,934

KADEME=5 S=1000 kVA

8-Gökçe Sokak Civarında Bulunan Trafonun Parametreleri:

DYN=11 34.5/0,4 kV COS Ø=0,935

KADEME=5 S=400 kVA

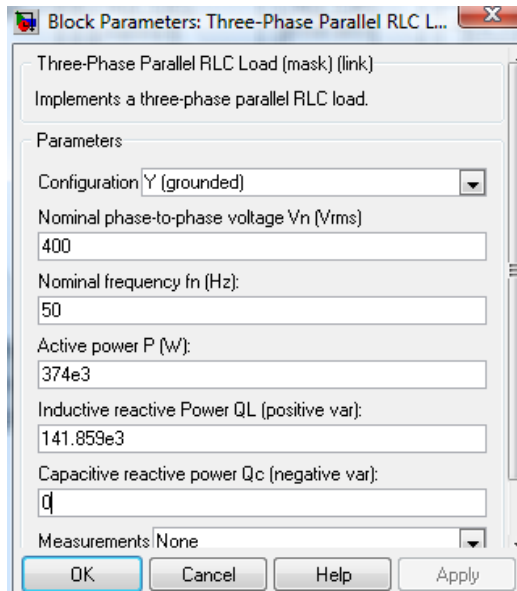
S =Trafo Görünür Gücü,

P = Aktif Güç,

Q_L = İndüktif Reaktif Güç,

1-İmamhatip civarındaki trafo gücü= S =400 kVA

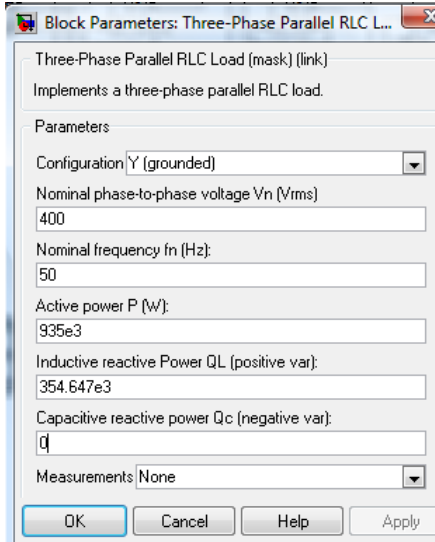
$P=400 \cdot \cos \phi = 400 \cdot 0.935 = 374 \text{ kW}$, $Q_L = 400 \cdot \sin 20.771 = 141.859 \text{ kVAR}$



Şekil 3.2. İmamhatip Civarındaki Trafonun Müşterinin Çektiği Aktif ve Reaktif Güçler ve 3 Faz Yükün Blok Parametreleri

2-Ahmet Akkoç civarındaki trafo gücü= S =1000 kVA

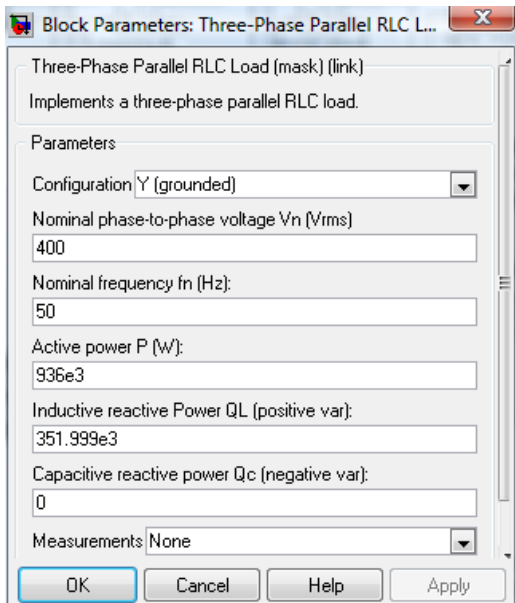
$P=1000 \cdot \cos \phi = 1000 \cdot 0.935 = 935 \text{ kW}$, $Q_L = 1000 \cdot \sin 20.771 = 354.647 \text{ kVAR}$



Şekil 3.3. Ahmet Akkoç Civarındaki Trafonun Müşterinin Çektiği Aktif ve Reaktif Güçler ve 3 Faz Yükün Blok Parametreleri

3-Kraas civarındaki trafo gücü= $S=1000$ kVA

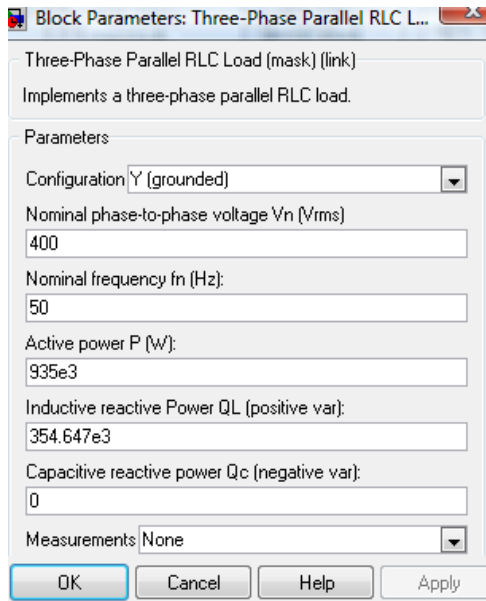
$$P=1000 \cdot \cos \phi = 1000 \cdot 0.936 = 936 \text{ kW}, Q_L = 1000 \cdot \sin 20.609 = 351.999 \text{ kVAR}$$



Şekil 3.4. Kraas Civarındaki Trafonun Müşterinin Çektiği Aktif ve Reaktif Güçler ve 3 Faz Yükün Blok Parametreleri

4-Katlı Pazar civarındaki trafo gücü $S=1000$ kVA

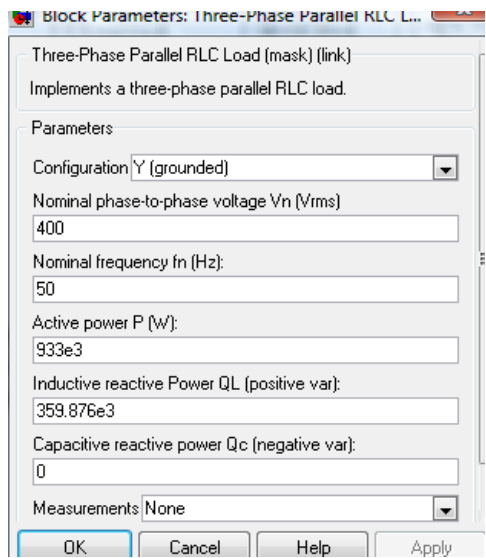
$$P=1000 \cdot \cos \phi = 1000 \cdot 0.935 = 935 \text{ kW}, Q_L = 1000 \cdot \sin 20.771 = 354.647 \text{ kVAR}$$



Şekil 3.5. Katlı Pazar Civarındaki Trafonun Müşterinin Çektiği Aktif ve Reaktif Güçler ve 3 Faz Yükün Blok Parametreleri

5-Askerlik Şubesi civarındaki trafo gücü $S=1000$ kVA

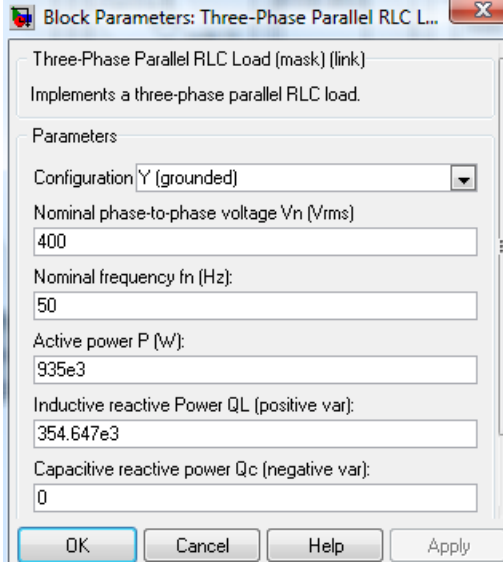
$$P=1000 \cdot \cos \phi = 1000 \cdot 0.933 = 933 \text{ kW}, Q_L = 1000 \cdot \sin 21.092 = 359.876 \text{ kVAR}$$



Şekil 3.6. Askerlik Şubesi Civarındaki Trafonun Müşterinin Çektiği Aktif ve Reaktif Güçler ve 3 Faz Yükün Blok Parametreleri

6-Yuvam Sokak civarındaki trafo gücü $S=1000$ kVA

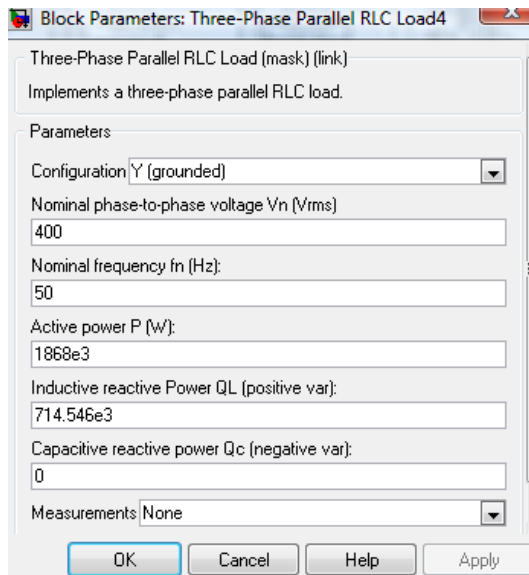
$$P=1000 \cdot \cos \phi = 1000 \cdot 0.936 = 936 \text{ kW}, Q_L = 1000 \cdot \sin 20.609 = 354.647 \text{ kVAR}$$



Şekil 3.7. Yuvam Sokak Civarındaki Trafonun Müşterinin Çektiği Aktif ve Reaktif Güçler ve 3 Faz Yükün Blok Parametreleri

7-Lüleci sokak civarındaki 2 adet 1000 kVA 'lık trafo $S=1000$ kVA

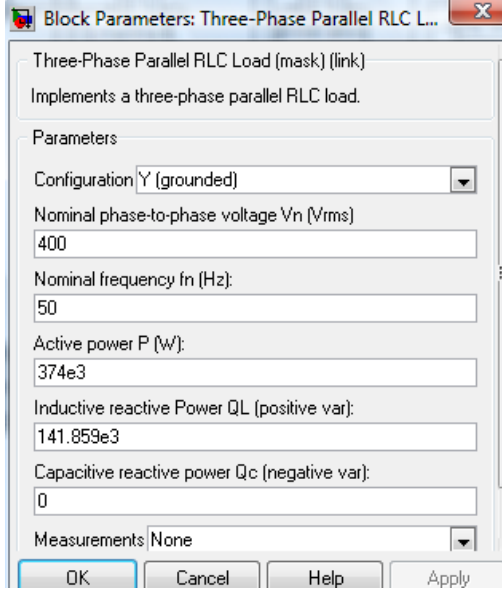
$$Q_L=1000*\sin 20.932=359.259*2=714.546 \text{ kVAR}$$



Şekil 3.8. Lüleci Sokak Civarındaki Trafonun Müşterinin Çektiği Aktif ve Reaktif Güçler ve 3 Faz Yükün Blok Parametreleri

8-Gökçe sokak civarındaki trafo gücü $S=400$ kVA

$$P=400*\cos \varnothing=1000*0.935=374 \text{ kW } Q_L=400*\sin 20.771=141.859 \text{ kVAR}$$



Şekil 3.9. Gökçe Sokak Civarındaki Trafonun Müşterinin Çektiği Aktif ve Reaktif Güçler ve 3 Faz Yükün Blok Parametreleri

3.2.2. XLPE yalıtımlı tek damarlı orta gerilim kabloları

3.2.2.1. Yapısı

1. Bakır iletken
2. İç yarı iletken tabaka
3. XLPE izole
4. Dış yarı iletken tabaka
5. Yarı iletken krep kağıdı
6. Konsantrik iletken
7. Bakır bant
8. Koruma bandı
9. PVC dış kılı

3.2.2.2. Kullanıldığı yerler

Bu kablolarda dielektrik kayıpları küçüktür. Endüstri bölgelerinin ve yerleşim merkezlerinin elektrik enerjisi ile beslenmesinde, yük artışı beklenen şebekelerde, dahilde, hariçte, toprak altında ve kablo kanallarında kullanılır [5].

3.2.2.3. Gerilim değerleri

Anma gerilimi :	Test gerilimi AC:
U ₀ /U=3.6/6 kV	11 kV
U ₀ /U=6/10 kV	15 kV
U ₀ /U=8.7/15 kV	22 kV
-	U ₀ /U=20.3/35 kV
	51 kV

3.2.3. Teknik bilgiler

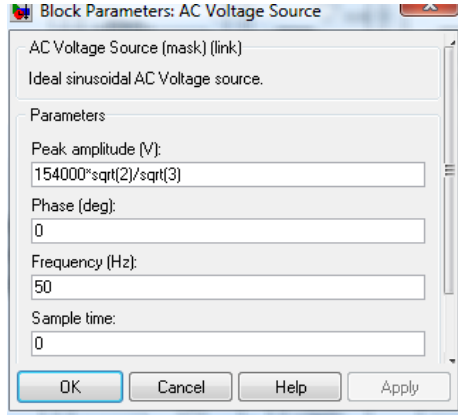
Maksimum işletme sıcaklığı 90°C, maksimum kısa devre sıcaklığı 250°C aşağıdaki akım taşıma kapasiteleri toprak sıcaklığı 20°C hava sıcaklığı 30°C, 1 K.m/W ve 0.70 y¼kleme derecesi şartlarında geğerlidir [5].

Tablo 3.1. Xlpe Yalıtkanlı Tek Damarlı Orta Gerilim Kablosu

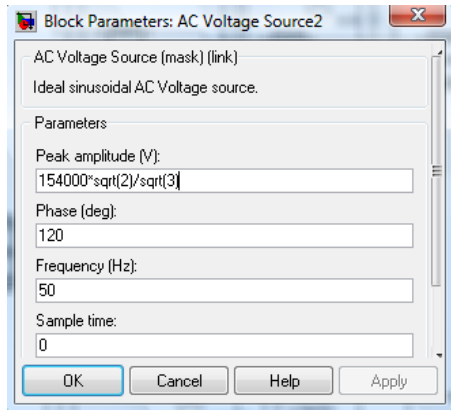
20.3/35 kV											
Nominal Kesit	Dış ap yaklaşık	Net ağırlık yaklaşık	1000 m. kablo için sevk makara tipi	20°C'da iletken DC direnci (max.)	alışma ind¼ktansı yaklaşık		çalışma kapasitesi yaklaşık	Akım taşıma kapasitesi			
					mH/km	mH/km		Toprakta		Havada	
mm ²	mm	kg/km	m	Ω / km	ooo	ooo	MF/km	A	A	A	A
1x35/16	34	1320	180	0.524	0.77	0.51	0.11	214	192	233	202
1x50/16	35	1480	180	0.387	0.75	0.48	0.12	251	226	279	241
1x70/16	37	1740	200	0.268	0.71	0.46	0.14	306	276	348	299
1x95/16	38	2040	200	0.193	0.68	0.44	0.15	363	329	421	362
1x120/16	40	2350	210	0.153	0.66	0.42	0.16	410	373	483	416
1x150/25	41	2680	220	0.124	0.64	0.40	0.17	449	415	540	469
1x185/25	43	3100	220	0.0991	0.62	0.39	0.18	503	468	615	536
1x240/25	45	3760	220	0.0754	0.60	0.37	0.20	576	541	718	630

Tezde 1x95/16 mm² ve 1x240/25 mm² nominal kesitinde ve OOO şeklinde montaj edilen kablolar kullanılmıştır.

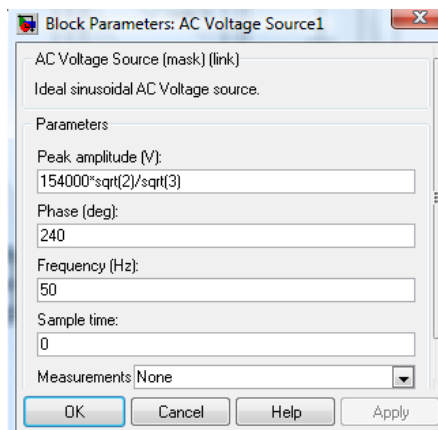
3.2.4. A.C. güç kaynağı, hat parametreleri, kesicilerin değeri ve simulink modeli



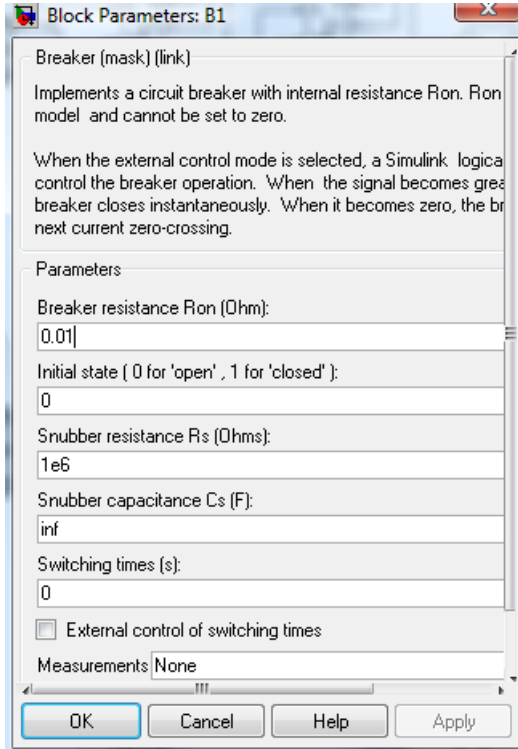
Şekil 3.10. Ada Trafo Girişine Bağlanan A.C Güç Kaynağı Blok Parametreleri



Şekil 3.11. Ada Trafo Girişine Bağlanan A.C Güç Kaynağı 120 Derece Faz Farkı Uygulanması Blok Parametreleri



Şekil 3.12. Ada Trafo Girişine Bağlanan A.C Güç Kaynağı 240 derece Faz Farkı Uygulanması Blok Parametreleri

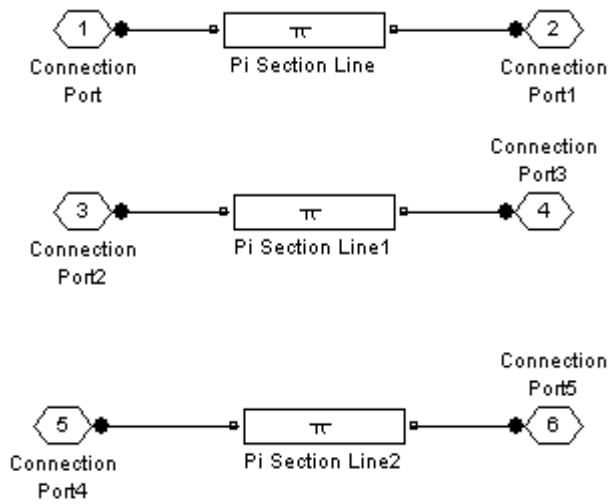


Şekil 3.13. Sistemde Kullanılan Herhangi Bir Kesici Blok Parametreleri

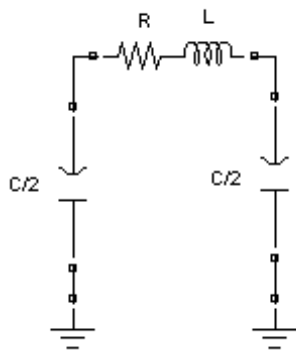
Ada Trafo - Stadyum elektrik dağıtım sisteminde tüm kesicilerde şekil 3.13.'deki blok parametreleri kullanılmıştır.

Tablo 3.2. Ada Trafo Stadyum Enerji Dağıtım Sisteminde Hat Mesafe değerleri

Ada Tm-Kapalı Salon Arası	2640 mt
Kapalı Salon-Yazlık Arası	1300 mt
Yazlık-İmamhatip Arası	300 mt
İmamhatip-Ahmet Akkoç Arası	550 mt
Ahmet Akkoç-Kraas Arası	500 mt
Kraas-Katlı Pazar Arası	350 mt
Katlı Pazar-Askerlik Şubesi Arası	300 mt
Yazlık-Gökçe Sokak Arası	350 mt
Gökçe Sokak-Lüleci Arası	300 mt
Lüleci-Yuvam Arası	300 mt
Yuvam-Askerlik Şubesi Arası	400 mt

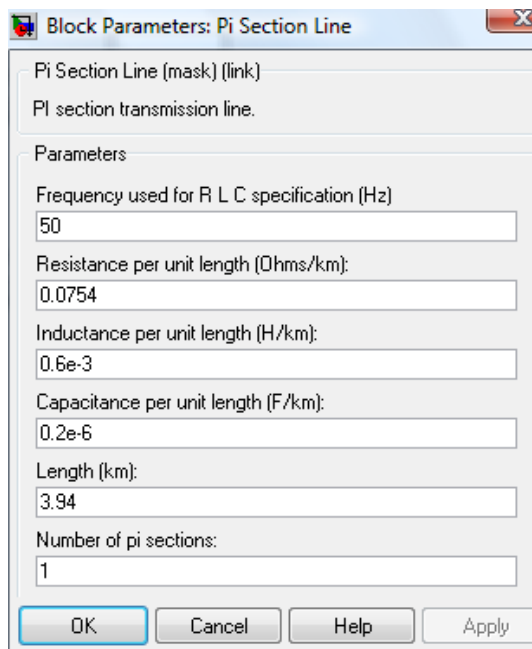


Şekil 3.14. Enerji Dağıtım Sisteminde Tüm Trafolar Arası Kullanılan Üç Faz Pi Modeli



Şekil 3.15. Pi Eşdeğer Devre Modeli (Pi Section Line)

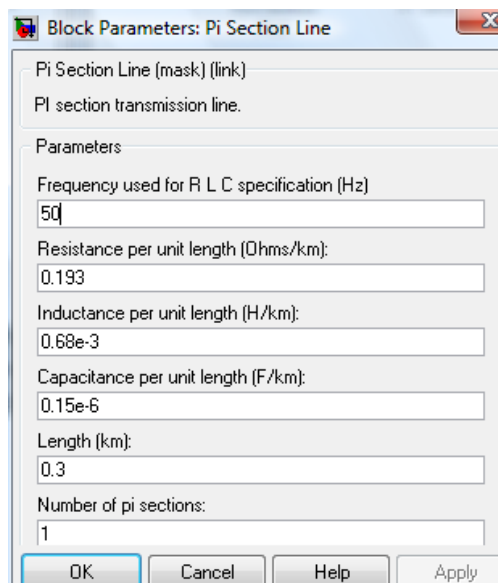
Bir iletim hattı için, direnç, endüktans ve kapasitans aynı tarzda bu hat boyunca sınıflanır. Bu sınıflanan iletim hattının şekil 3.15.'de gösterilen simulink modeli elde edilir [1].



Şekil 3.16. 1*240 mm² Kesitinde Kullanılan Kablonun Pi Modelinde Kullanılan Blok Parametreleri

Ada Trafo-Stadyum elektrik dağıtım sisteminde şekil 3.16.'daki blok parametreleri kullanılmıştır.

Ada Trafo-Stadyum elektrik dağıtım sisteminde tüm trafolar arası Şekil 3.17. deki blok parametreleri kullanılmıştır.



Şekil 3.17. 1*95 mm² Kesitinde Kullanılan Kablonun Pi Modelinde Kullanılan Blok Parametreleri

Frequency Used For RLC Specification (Hz) : Hatta kullanılan RLC için kullanılan frekans

Resistance Per Unit Length (Ohms/km) : Hattın birim uzunluk başına direnci

Inductance Per Unit Length (H/km) : Hattın birim uzunluk başına endüktansı

Capacitance Per Unit Length (F/km): Hattın birim uzunluk başına kapasitansı

Length(km): Hattın uzunluğu kilometre cinsinden

Number Of Pi Section: Pi modeli sayısı

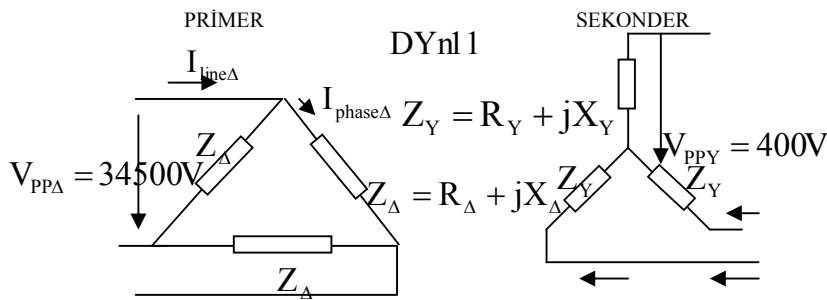
3.2.5. 400 kVA - 630 kVA - 1000 kVA - 100 MVA 'lık transformatörlerin analizi, test raporlarının incelenmesi, kısa devre ve boşta çalışma karakteristikleri ve karakteristiklerin simulinkte incelenmesi

Ada trafo stadyum dağıtım sisteminin simulink ortamında modellenebilmesi için S=400 kVA, 630 kVA, 1000 kVA gücünde olan trafoların R_1 (Primer Sargı Direnci), L_1 (Primer Sargı Endüktansı), R_2 (Sekonder Sargı Direnci), L_2 (Sekonder Sargı Endüktansı) ve R_m (Mıknatıslanma Direnci), X_m (Mıknatıslanma endüktansı) değerlerini her bir trafo gücü için ayrı ayrı inceleyerek hesaplamak gerekir. Daha sonra bulunacak bu değerler matlab simulinkte simulink library browser içindeki Sim Power Systems Elements içindeki Three Phase Transformer (üç fazlı trafo) Two Windings (İki Sarımlı) trafo kutucuğuna girmek gerekir. Bu değerler trafo araç kutusunda yerine konulur.

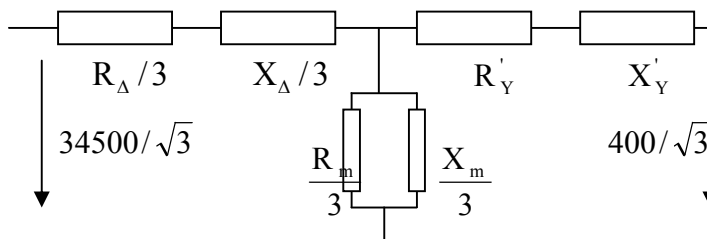
S=400 kVA, 630 kVA, 1000 kVA ve 100 MVA görünür gücündeki transformatörlerin kısa devre testi yapılarak R_1 (Primer Sargı Direnci), L_1 (Primer Sargı Endüktansı), R_2 (Sekonder Sargı Direnci), L_2 (Sekonder Sargı Endüktansı) değerleri bulunacaktır. Bu değerler bulunduktan sonra Matlab Simulinkte transformatörlerin blok parametreleri üzerine yazılacaktır. Açık devre testi yapılarak ise transformatörler için R_m (Mıknatıslanma Direnci), X_m (Mıknatıslanma endüktansı) değerleri bulunacak ve daha sonra Matlab Simulinkteki transformatörlerin blok parametrelerine bu değerler yazılacaktır. Örnek olarak

S=1000 kVA için kısa devre ve açık devre testleri sonunda bulunan değerler Şekil 3.22 de gösterilmiştir.

3.2.5.1. S=1000 kVA transformatörlerin analizi, test raporlarının incelenmesi, kısa devre ve boşa çalışma karakteristiklerinin bulunması



Şekil 3.18. S=1000 kVA lık Transformatörün Üçgen-Yıldız Bağlantı şekilleri



Şekil 3.19. S=1000 KVA lık Transformatörün Eşdeğer Devresi

Primer Devrenin R_Y ve X_Y değerlerinin denkliği R'_Y ve X'_Y dir. R_m ve X_m transformatörün magnetik parametreleridir.

R_m :Mıknatıslanma direnci, X_m : Mıknatıslanma Reaktansı,

Nominal voltaj değeri 34500 V, Nominal Güç: 1000 kVA, Frekans 50 Hz.

Kısa Devre Testi:

R_m ve X_m gibi magnetik değerler Şekil 3.19.'daki eşdeğer devreye paralel olarak bağlanmaktadır. Bu değerler $R_Δ$, $X_Δ$, R'_Y ve X'_Y değerlerinden çok çok küçüktür.

İhmal edilir.

Verilen değerler

$$\sum_{i=1}^3 P_{sci} = 9092 \text{ Watt } P_{sci}: \text{Trafonun Kısa devre gücü (3faz),}$$

$$\%u_k = 6, \text{ (Bağıl Gerilim düşümü),}$$

$$I_{sc} = 16.74 \text{ A (Kısa devre akımı),}$$

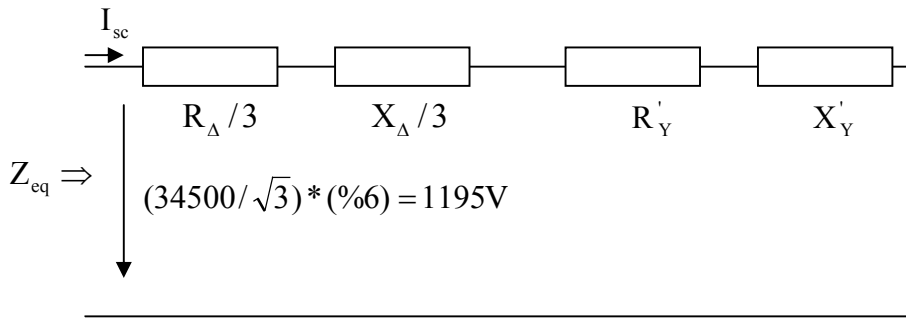
$$\frac{\sum_{i=1}^3 P_{sci}}{3} = 9092 / 3 = 3030 = 1195 * I_{sc} * \cos \varphi \Rightarrow \cos \varphi = 0.151 \Rightarrow \varphi = 81.28^\circ$$

Δ : Trafonun Üçgen Bağlantı Gösterimi

Y: Trafonun Yıldız Bağlantı Gösterimi

V_{p-p} : Faz faz arası gerilim değeri

P_{sci} : Kısa devre gücü I_{sc} : Kısa devre akımı eq : indisi denklığı gösteriyor.



Şekil 3.20. S=1000 kVA lık Transformatörün Sekonderinin Kısa Devre Edilmesi

$$Z_{eq} = \frac{V_{phase}}{I_{sc}} = \frac{1195}{16.74} = 71.38 \Omega \text{ (Kısa devre empedansı)}$$

$$R_{eq} = Z_{eq} \cos \varphi = 71.38 * \cos 81.28^\circ = 10.82 \Omega$$

$$X_{eq} = Z_{eq} \sin \varphi = 71.38 * \sin 81.28^\circ = 70.55 \Omega$$

$$R_{\Delta} / 3 \cong R'_Y; \quad X_{\Delta} / 3 \cong X'_Y$$

$$R_{\Delta} / 3 = R_{eq} / 2 \Rightarrow R_{\Delta} = 16.23 \Omega; \quad X_{\Delta} / 3 = X_{eq} / 2 \Rightarrow X_{\Delta} = 105.825 \Omega$$

$$X_{\Delta} / (2 * \pi * 50) = L_{\Delta} = 0.336 \text{ H}$$

$$R_{\Delta} / 3 \cong R'_Y \Rightarrow R'_Y = \frac{16.23}{3} = 5.41 \Omega; \quad X_{\Delta} / 3 \cong X'_Y \Rightarrow X'_Y = \frac{105.825}{3} = 35.275 \Omega$$

$$R'_Y = \left(\frac{V_{\Delta}}{V_Y} \right)^2 R_Y \Rightarrow \left(\frac{34500}{400} \right)^2 R_Y = 5.41 \Omega \Rightarrow R_Y = 7.27 * 10^{-4} \Omega$$

$$X'_Y = \left(\frac{V_{\Delta}}{V_Y} \right)^2 X_Y \Rightarrow \left(\frac{34500}{400} \right)^2 X_Y = 35.275 \Omega \Rightarrow X_Y = 0.00474 \Omega$$

$$X_Y / (2 * \pi * 50) = L_Y = 1.508 * 10^{-5} \text{ H}$$

$$R_{\Delta} = 16.23 \Omega, \quad L_{\Delta} = 0.336 \text{ H}, \quad R_Y = 7.27e-4 \text{ ve } L_Y = 1.508e-5$$

Bulunan değerler Şekil 3.22 S=1000 kVAlık transformatör için yerine konulmuştur.

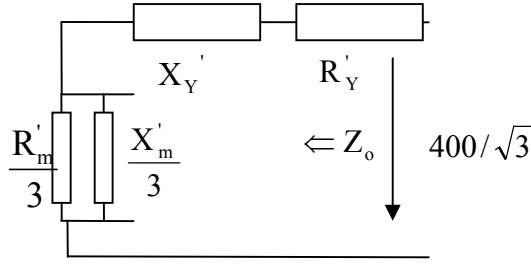
Açık Devre Testi:

Verilen Değerler

$$\sum_1^3 P_o = 1908.7 \text{ Watt} \quad P_o = \text{Trafonun boşta çalışma gücü (Üç faz),}$$

$$I_o = 13.396 \text{ A (Boşta çalışma akımı) ,}$$

$$\frac{\sum_{i=1}^3 P_{oi}}{3} = 1908.7 / 3 = 636.23 \text{ W} = \frac{400}{\sqrt{3}} * I_o * \cos \varphi_o \Rightarrow \cos \varphi_o = 0.205 \Rightarrow \varphi = 78.132^\circ$$



Şekil 3.21. S=1000 kVA lık Transformatörün Boşta Çalışma Durumunda Eşdeğer Devre

$$R_m \gg R'_Y; \quad X_m \gg X'_Y$$

$$Z_o = \frac{V_{Y\text{phase}}}{I_o} = \frac{400/\sqrt{3}}{13.396} = 17.235\Omega \text{ (boşta çalışma empedansı)}$$

$$R_o = \frac{400/\sqrt{3}}{13.396 * \cos \varphi_o} = 83.826\Omega = \frac{R'_m}{3}$$

$$X_o = \frac{400/\sqrt{3}}{13.396 * \sin \varphi_o} = 17.617\Omega = \frac{X'_m}{3}$$

$$\frac{R_m}{3} = \left(\frac{34500}{400}\right)^2 \frac{R'_m}{3} = \left(\frac{34500}{400}\right)^2 \frac{83.826}{3} \Rightarrow R_m = 1870.758\text{k}\Omega$$

$$\frac{X_m}{3} = \left(\frac{34500}{400}\right)^2 \frac{X'_m}{3} = \left(\frac{34500}{400}\right)^2 \frac{17.617}{3} \Rightarrow X_m = 393.162\text{k}\Omega$$

$$L_m = X_m / (2 * \pi * 50) = 393162 / (2 * \pi * 50) = 1251.47\text{H} = L_m$$

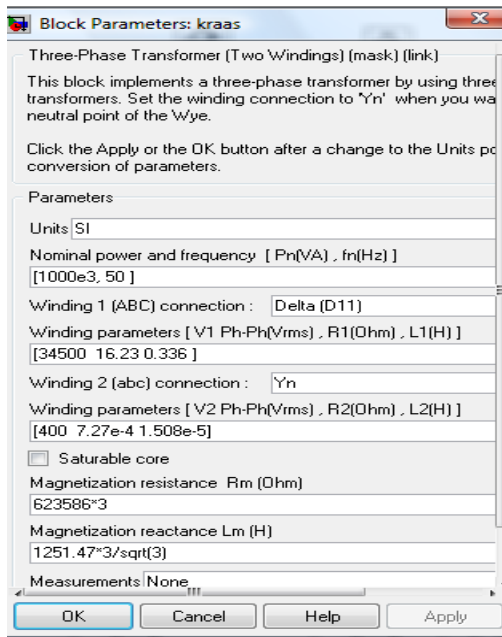
$$L_m = 1251.47 * 3 / \text{sqrt}(3)$$

$$L_m = 1251.47 * 3 / \text{sqrt}(3) \text{ [3]}$$

$$R_m = 623583 \cdot 3 = 1870.758 \text{ k}\Omega, L_m = (1251.47 \cdot 3) / \sqrt{3} \text{ H}$$

Bulunan bu değerler Şekil 3.22 de S=1000 kVAlık transformatör için yerine konulmuştur.

3.2.5.2. S=1000 kVA transformatörün matlab simulink modeli



Şekil 3.22. S=1000 kVA ve f=50 Hz lik trafonun blok parametreleri

S=1000 kVA değerindeki trafoyu simulinkte oluşturmak için ele alalım.

Units (birimler) SI veya PU birim değerler sistemlerinde olmaktadır. Tezde SI birim sistemi kullanılmıştır.

Nominal Power(güç)=1000 kVA, Nominal Frequency (frekans)=50 Hz

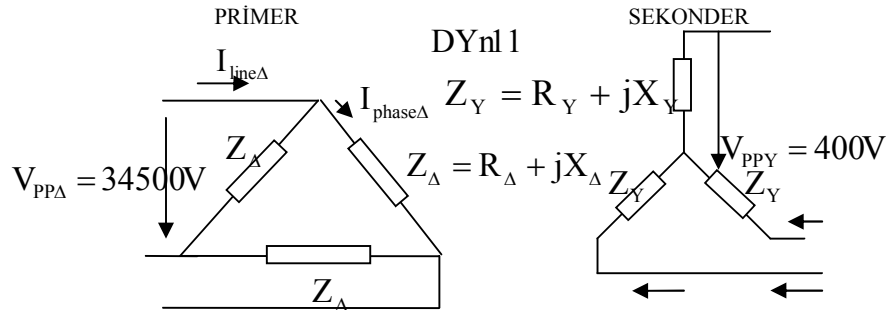
V_1 : Ph-Ph(Faz-Faz) rms(etkin değeri)=34500 V,

V_2 : Ph-Ph(Faz-Faz) rms(etkin değeri)=400 V alınır.

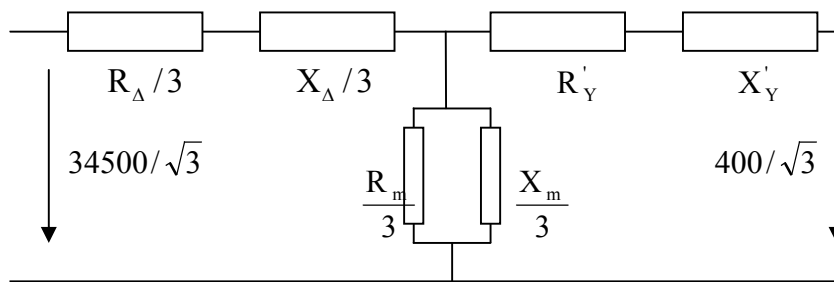
Winding 1 (ABC) connection:Delta (D11), Sarım 1 bağlantı biçimi üçgen tip

Winding 2 (abc) connection:Yn, Sarım 2 bağlantı biçimi yıldız nötrdür.[1]

3.2.5.3. S=630 kVA transformatörlerin analizi, test raporlarının incelenmesi, kısa devre ve boşa çalışma karakteristiklerinin bulunması



Şekil 3.23. S=630 kVA lık Transformatörün Üçgen-Yıldız Bağlantı Şekilleri



Şekil 3.24. S=630 kVAlık transformatörün eşdeğer devresi

Primer Devrenin R_Y ve X_Y değerlerinin denkliği R'_Y ve X'_Y dir. R_m ve X_m transformatörün magnetik parametreleridir.

R_m : Mıknatıslanma direnci X_m : Mıknatıslanma Reaktansı

Nominal voltaj değeri 34500 V, Nominal Güç: 630 kVA, Frekans 50 Hz

Kısa Devre Testi:

R_m ve X_m gibi magnetik değerler Şekil 3.24 deki eşdeğer devreye paralel olarak bağlanmaktadır. Bu değerler $R_Δ$, $X_Δ$, R'_Y ve X'_Y değerlerinden çok çok küçüktür. İhmal edilir.

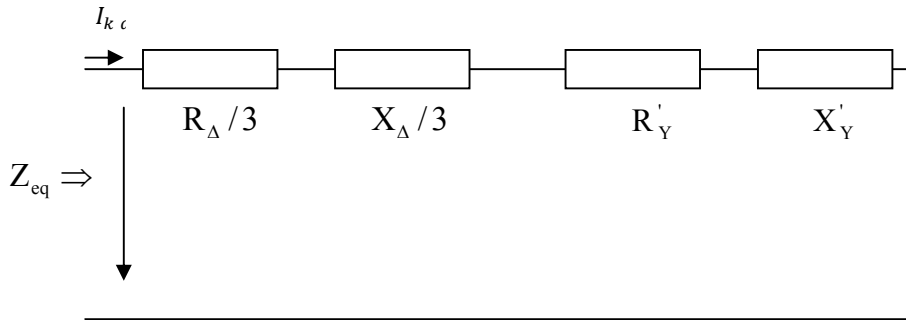
Verilen değerler

$$\sum P_{k d i} = 5728 \text{ (3 faz toplam kısa devre gücü)}$$

$$P_{k d i} / 3 = 5728 / 3 = 1909.33 \text{ Watt } P_{k d i} = 10.542 \text{ A (Kısa devre akımı)}$$

$$1909.33 = 855.503 * 10.542 * \cos \emptyset$$

$$\cos \emptyset = 0.2117 \quad \emptyset = 77.778^\circ$$



Şekil 3.25. S=630 kVA lık Transformatörün Sekonderinin Kısa Devre Edilmesi

$$V_{f a z} = (34500 / \sqrt{3}) * \%4.295 = 855.503 \text{ V}$$

$$Z_{e q} = V_{f a z} / I_{k d} = 855.503 / 10.542 = 81.1518 \Omega \text{ (Kısa devre empedansı)}$$

$$R_{e q} = Z_{e q} * \cos \emptyset = 81.1518 * 0.2117 = 17.1798 \Omega$$

$$X_{e q} = Z_{e q} * \sin \emptyset = 81.1518 * \sin 77.778^\circ = 79.3124 \Omega$$

$$R_{\Delta} / 3 \cong R'_Y \quad X_{\Delta} / 3 \cong X'_Y$$

$$R_{\Delta} / 3 = R_{e q} / 2 \quad R_{\Delta} / 3 = 17.1798 / 2 \quad R_{\Delta} = 25.7697 \Omega$$

$$X_{\Delta} / 3 = X_{e q} / 2 \quad X_{\Delta} / 3 = 79.3124 / 2 \quad X_{\Delta} = 118.9686 \Omega$$

$$X_{\Delta}/(2*\pi*50)=L_{\Delta} \quad L_{\Delta}=0.37888 \text{ H}$$

$$R_{\Delta}/3 \cong R'_{Y} \quad R'_{Y}=25.7697/3=8.5899 \Omega$$

$$X_{\Delta}/3 \cong X'_{Y} \quad X'_{Y}=118.9686/3=39.6562 \text{ Ohm}$$

$$R'_{Y}=(V_{\Delta}/V_y) * R_y \quad (34500/400)^2 * R_y=8.5899 \quad R_y=1.1547e-3$$

$$X'_{Y}=(V_{\Delta}/V_y) * X_y \quad (34500/400)^2 * X_y=39.6562 \quad X_y=5.33e-3$$

$$X_y/(2*\pi*50)=5.33*10e-3/314=1.69745e-5 \text{ H [3]}$$

Açık Devre Testi

$$\sum P_0 i = 1354.1 \text{ Watt (3 faz toplam boşa çalışma gücü)}$$

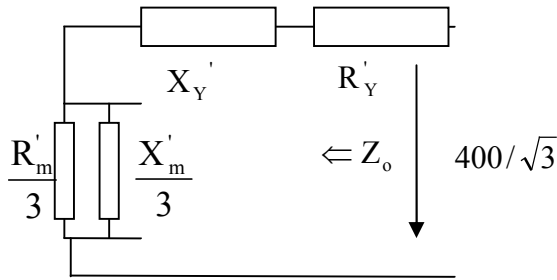
$$P_0 i/3 = 1354.1/3=451.367 \text{ W}$$

$$I_0 = 7.072 \text{ A (Boşa çalışma akımı)}$$

$$451.367=(400/\sqrt{3})*I_0*\cos \emptyset$$

$$\cos \emptyset =451.367/1633.2076=0.276368$$

$$\emptyset=73.9564^\circ$$



Şekil 3.26. S=630 kVA lık Transformatörün Boşta Çalışma Durumunda Eşdeğer Devre

$$R_m \gg R'_Y; X_m \gg X'_Y$$

$$Z_0 = V_{y faz} / I_0 = (400/\sqrt{3}) / 7.072 = 32.6555 \Omega$$

$$R_0 = (V_{y faz}) / (I_0 \cdot \cos \emptyset) = 230.94 / 1.946183 = 118.663 \Omega = R'_m / 3 \quad R'_m = 355.989 \Omega$$

$$X_0 = (V_{y faz}) / (I_0 \cdot \sin \emptyset) = 230.94 / 6.767714 = 34.12378 \Omega = X'_m / 3 \quad X'_m = 102.37134 \Omega$$

$$R_m / 3 = (34500 / 400)^2 * R'_m / 3 \quad R_m = 2648224.42 \Omega$$

$$X_m / 3 = (34500 / 400)^2 * X'_m / 3 \quad X_m = 761546.7965 \Omega$$

$$L_m = X_m / (2 * \pi * 50) = 2425.308269 \text{ H} \quad L_m = 2425.308269 * 3 / (\text{sqrt}(3))$$

U_1 : Trafo hat gerilimi(primer)

U_2 : Trafo hat gerilimi(sekonder)

U_k : Trafonun bağıl gerilim düşümü

I_b : Trafonun bağıl akım yüzdesi

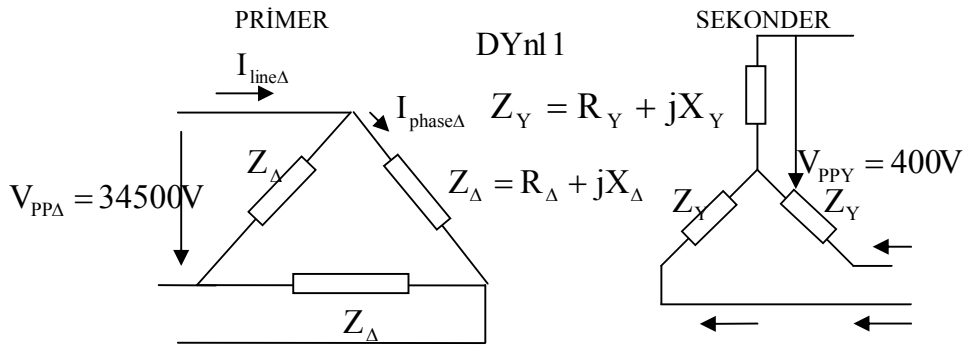
$$U_{1ha} : * \% U_k = 34500 * \% 4.2954 = 1481.913 \text{ V}$$

$$U_{2ha} : * \% U_k = 400 * \% 4.2954 = 17.1816 \text{ V}$$

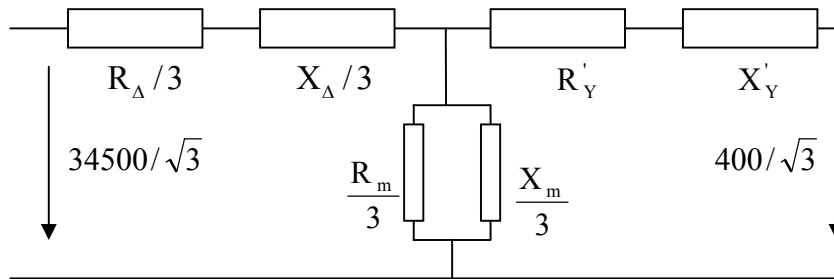
$$I_{1ha} = [630000 / (34500 * \sqrt{3})] * \% I_b = 10.5429 * \% 0.778 = 0.082 \text{ A}$$

$$I_{2ha} = [630000 / (400 * \sqrt{3})] * \% I_b = 909.327 * \% 0.778 = 7.07456$$

3.2.5.4. S=400 kVA transformatörlerin analizi, test raporlarının incelenmesi, kısa devre ve boşa çalışma karakteristiklerinin bulunması



Şekil 3.27. S=400 kVA lık Transformatörün Üçgen-Yıldız Bağlantı Şekilleri



Şekil 3.28. S=400 kVA lık Transformatörün Eşdeğer devresi

Primer Devrenin R_Y ve X_Y değerlerinin denkliği R'_Y ve X'_Y dir. R_m ve X_m transformatörün magnetik parametreleridir.

R_m :Mıknatıslanma direnci X_m : Mıknatıslanma Reaktansı

Nominal voltaj değeri 34500 V. Nominal Güç : 400 kVA. Frekans 50 Hz [3]

Kısa Devre Testi:

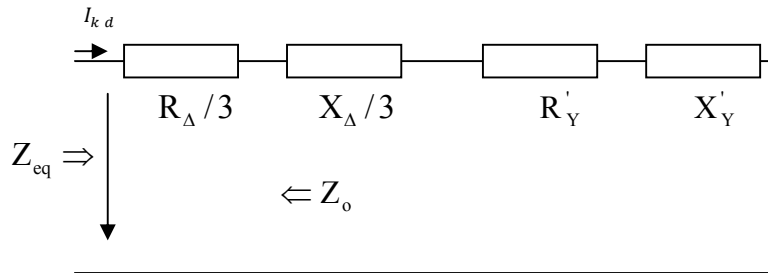
Verilen değerler

$$\sum P_{k d i} = 4165 \text{ (3 faz toplam kısa devre gücü)}$$

$$P_{k d i} / 3 = 4165/3 = 1388.33 \text{ Watt} \quad I_{k d} = 6.693 \text{ A (Kısa devre akımı)}$$

$$1388.33 = 975.294 * 6.693 * \cos \emptyset$$

$$\cos \emptyset = 0.21268, \quad \emptyset = 77.72^\circ$$



Şekil 3.29. S=400 kVAlık transformatörün sekonderinin kısa devre durumunda eşdeğer devresi

$$V_{f a z} = (34500/\sqrt{3}) * \%4.8964 = 975.294 \text{ V}$$

$$Z_{e q} = V_{f a z} / I_{k d} = 975.294/6.693 = 145.7185 \text{ } \Omega \text{ (Kısa devre empedansı)}$$

$$R_{e q} = Z_{e q} * \cos \emptyset = 145.7185 * 0.21268 = 30.9928 \text{ } \Omega$$

$$X_{e c} = Z_{e c} * \sin \emptyset = 145.7185 * \sin 77.72^\circ = 142.3844 \text{ } \Omega$$

$$R_{\Delta}/3 \cong R'_Y \quad X_{\Delta}/3 \cong X'_Y$$

$$R_{\Delta}/3 = R_{e q}/2 \quad R_{\Delta}/3 = 30.9928 / 2 \quad R_{\Delta} = 46.4892 \Omega$$

$$X_{\Delta}/3 = X_{e q}/2 \quad X_{\Delta}/3 = 142.3844/2 \quad X_{\Delta} = 213.5766 \Omega$$

$$X_{\Delta}/(2 * \pi * 50) = L_{\Delta} \quad L_{\Delta} = 0.68018 \text{ H}$$

$$R_{\Delta}/3 \cong R'_Y \quad R'_Y = 46.4892 / 3 = 15.4964 \Omega$$

$$X_{\Delta}/3 \cong X'_Y \quad X'_Y = 213.5766 / 3 = 71.1922 \text{ ohm}$$

$$R'_Y = (V_{\Delta}/V_Y) * R_Y \quad (34500/400)^2 * R_Y = 15.4964 \quad R_Y = 2.083e-3$$

$$X'_Y = (V_{\Delta}/V_Y) * X_Y \quad (34500/400)^2 * X_Y = 71.1922 \quad X_Y = 9.57e-3$$

$$X_Y / (2 * \pi * 50) = 9.57 * 10e-3 / 314 = 3.04777e-5 \text{ H}$$

$$R_{\Delta} = 46.4892 \Omega, L_{\Delta} = 0.68018 \text{ H}, R_Y = 2.083e-3 \text{ ve } L_Y = 3.04777e-5 \text{ H}$$

Bulunan değerler Şekil 3.31 de S=400 kVAlık transformatör için yerine konulmuştur.

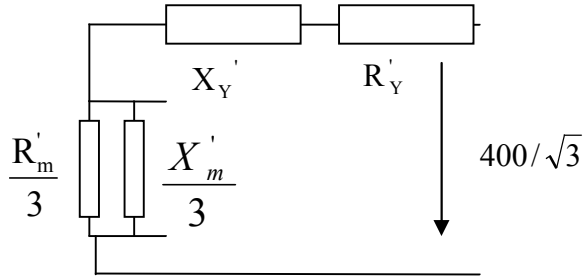
Açık Devre Testi

$$\sum P_{0 i} = 1083.6 \text{ Watt (3 faz toplam boştta çalışma gücü)}$$

$$P_{0i}/3 = 1083.6/3=361.2 \text{ W} \quad I_0= 6.511 \text{ A(Boşta çalışma akımı)}$$

$$361.2 \text{ W}=(400/\sqrt{3}) * I_0 * \cos \emptyset \quad \cos \emptyset =361.2/1503.65=0.2402$$

$$\emptyset=76.1^\circ$$



Şekil 3.30. S=400 kVA lık transformatörün boşta çalışma durumunda eşdeğer devre

$$R_m \gg R'_Y; \quad X_m \gg X'_Y$$

$$Z_0=V_{y f a z} / I_0= (400/\sqrt{3}) / 6.511= 35.469 \Omega$$

$$R_0=(V_{y f a z}) / (I_0 * \cos \emptyset)=230.94/1.5639=147.669 \Omega= R'_m/3 \quad R'_m=443.007 \Omega$$

$$X_0=(V_{y f a z}) / (I_0 * \sin \emptyset)=230.94/6.32=36.541 \Omega = X'_m/3 \quad X'_m=109.623 \Omega$$

$$R_m/3=(34500/400)^2 * R'_m /3 \quad R_m= 3299556.761 \Omega$$

$$X_m/3=(34500/400)^2 * X'_m /3 \quad X_m=815492.3484 \Omega$$

$$L_m= X_m/ (2*\pi*50)=2597.10939 \text{ H} \quad L_m=2597.10939*3/(\text{sqrt}(3))$$

$$R_m= 3299556.761 \Omega$$

$$L_m = (2597.10939 \cdot 3) / \sqrt{3} \text{ H}$$

Bulunan bu değerler Şekil 3.31 de S=400 kVAlık transformatör için yerine konulmuştur.

U_1 : Trafo hat gerilimi(primer)

U_2 : Trafo hat gerilimi(sekonder)

U_k : Trafonun bağıl gerilim düşümü

I_b : Trafonun bağıl akım yüzdesi

$$U_{1 \text{ hat}} * \% U_k = 34500 * \% 4.8964 = 1689.258 \text{ V}$$

$$U_{2 \text{ hat}} * \% U_k = 400 * \% 4.8964 = 19.5856 \text{ V}$$

$$I_{1 \text{ hat}} = [400000 / (34500 * \sqrt{3})] * \% I_b = 6.693 * \% 1.128 = 0.07549 \text{ A}$$

$$I_{2 \text{ hat}} = [400000 / (400 * \sqrt{3})] * \% I_b = 577.35 * \% 1.128 = 6.07456$$

3.2.5.5. S=400 kVA transformatörün matlab simulink modeli

S=400 kVA değerindeki trafoyu simulinkte oluşturmak için ele alalım.

Units (birimler) SI veya PU birim değerler sistemlerinde olmaktadır. Tezde SI birim sistemi kullanılmıştır.

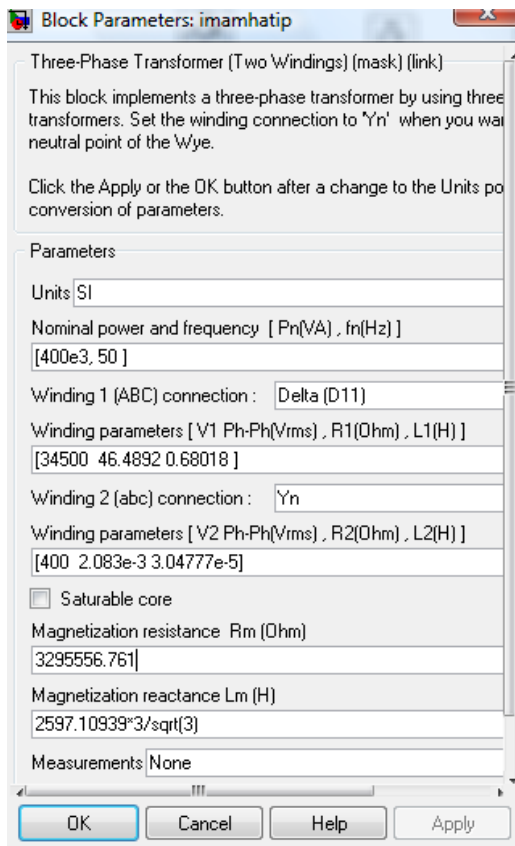
Nominal Power(güç)=400 kVA, Nominal Frequency (frekans)=50 Hz

V_1 Ph-Ph(Faz-Faz) rms(etkin değeri)=34500 V,

V_2 Ph-Ph(Faz-Faz) rms(etkin değeri)=400 V alınır.

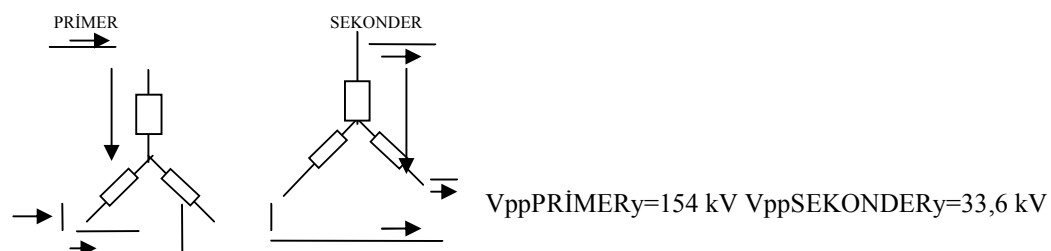
Winding 1 (ABC) connection:Delta (D11), Sarım 1 bağlantı biçimi üçgen tip
Winding 2 (abc) connection:Yn, Sarım 2 bağlantı biçimi yıldız nötrdür.[1]

Aşağıda trafonun matlab simulinkte blok parametreleri verilmiştir.



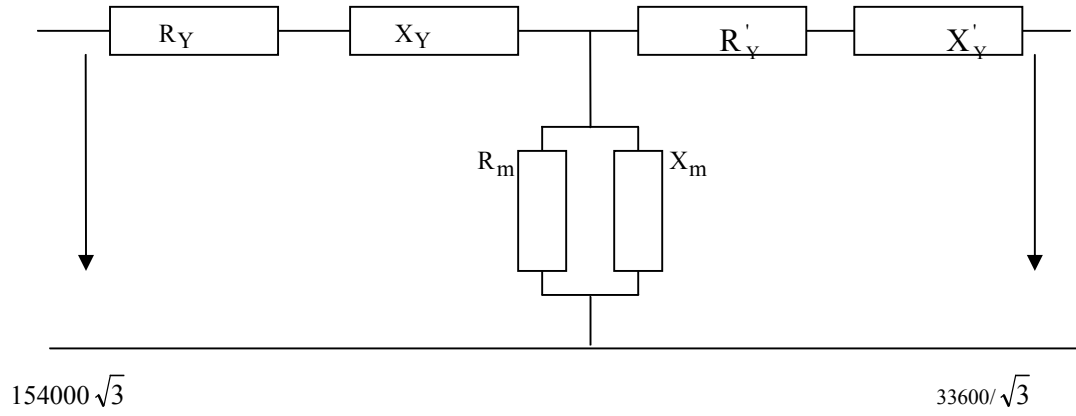
Şekil 3.31. S=400 kVA ve f=50 Hz lik Trafonun Blok Parametreleri

3.2.5.6. S=100 MVA transformatörlerin analizi, test raporlarının incelenmesi, kısa devre ve boşa çalışma karakteristiklerinin bulunması



Şekil 3.32. S=100 MVA lık Transformatörün Yıldız-Yıldız Bağlantı şekilleri

$S= 100 \text{ MVA}; f=50 \text{ Hz}; 154 \text{ kV}/33.6 \text{ kV}$



Şekil 3.33. $S=100 \text{ MVA}$ lık Transformatörün Eşdeğer Devresi

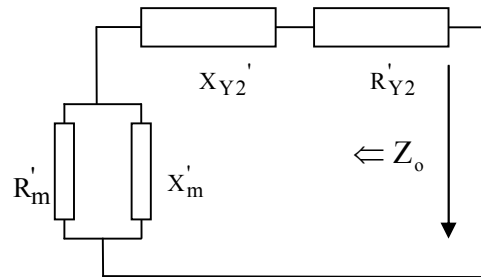
Açık Devre Testi

$$\sum P_{0i} = 39.635 \text{ kW (3 faz toplam boşa çalışma gücü)}$$

$$P_{0i}/3 = 39.635/3=13212 \text{ kW} \quad I_0 = 0.7904 \text{ A (Boşa çalışma akımı)}$$

$$13.212 \text{ kW} = (33600/\sqrt{3}) * I_0 * \cos \emptyset \quad \cos \emptyset = 13.212/15332.9451=0.861673$$

$$\emptyset = 30.4969^\circ$$



Şekil 3.34. $S=100 \text{ MVA}$ lık Transformatörün Boşa Çalışma Durumunda Eşdeğer Devre

$$R_m \gg R'_Y; X_m \gg X'_Y$$

$$Z_0 = V_{y f a z} / I_0 = (33600 / \sqrt{3}) / 0.7904 = 24543.23 \Omega \text{ (Boşta çalışma empedansı)}$$

$$R_0 = (V_{y f a z} / I_0 \cdot \cos \emptyset) = (33600 / \sqrt{3}) / 0.681066 = 28483.243 \Omega = R_0$$

$$X_0 = (V_{y f a z} / I_0 \cdot \sin \emptyset) = (33600 / \sqrt{3}) / 0.401097 = 48364.782 \Omega = X_0$$

$$R_m = (154000 / 33600)^2 \cdot R_0 \quad R_m = 598256.339 \Omega$$

$$X_m = (154000 / 33600)^2 \cdot X_0 \quad X_m = 1015844.208 \Omega$$

$$L_m = X_m / (2 \cdot \pi \cdot 50) = 3235.172 \quad L_m = 3235.172 \cdot 3 / \sqrt{3}$$

$$R_m = 598256.339 \Omega$$

$$L_m = (3235.172 \cdot 3) / \sqrt{3} \text{ H}$$

Bulunan bu değerler Şekil 3.36 da S=100 MVAlık transformatör için yerine konulmuştur.

Kısa Devre Testi:

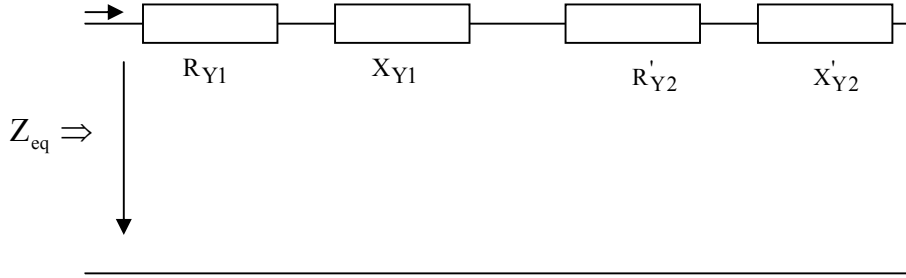
Verilen değerler

$$\sum P_{k d i} = 2481 \text{ kW (3 faz toplam kısa devre gücü)}$$

$$P_{k d} / 3 = 2481 / 3 = 827 \text{ kW} \quad I_{k c} = 374.7 \text{ A (Kısa devre akımı)}$$

$$827 \text{ kW} = 10607.44 * 374.7 * \cos \emptyset$$

$$\cos \emptyset = 0.20807 \quad \emptyset = 78^\circ$$



Şekil 3.35. S=100 MVA lık Transformatörün Sekonderinin Kısa Devre Durumunda Eşdeğer Devre

$$V_{f a z} = (154000 / \sqrt{3}) * \%11.93 = 10607.44 \text{ V}$$

$$Z_{e q} = V_{f a z} / I_{k d} = 10607.44 / 374.7 = 28.309 \text{ } \Omega \text{ (Kısa devre empedansı)}$$

$$R_{e q} = Z_{e q} * \cos \emptyset = 28.309 * 0.20807 = 5.88091 \text{ } \Omega$$

$$X_{e q} = Z_{e q} * \sin \emptyset = 28.309 * \sin 78^\circ = 28.28585 \text{ } \Omega$$

$$R_y \cong R'_y \quad X_y \cong X'_y$$

$$R_y = R_{e q} / 2 \quad R_y = 2.94455 \text{ } \Omega$$

$$X_y = X_{e q} / 2 \quad X_y = 13.832956 \text{ } \Omega$$

$$X_y / (2 * \pi * 50) = L_y \quad L_y = 0.044054 \text{ H}$$

$$R_y \cong R'_y \quad X_y \cong X'_y$$

$$R'_y = (V_y/V_y) * R_y \quad (154000/33600)^2 * R_y = 2.94455 \quad R_y = 0.1401912 \Omega$$

$$X'_y = (V_y/V_y) * X_y \quad (154000/33600)^2 * X_y = 13.832956 \quad X_y = 0.658583 \text{ H}$$

$$X_y / (2 * \pi * 50) = 9.57 * 10^{-3} / 314 = 2.0974e-3 \text{ H}$$

$$R_y = 2.94455 \Omega, L_y = 0.044054 \text{ H}, R_y = 0.1401912 \text{ ve } L_y = 2.0974e-3 \text{ H}$$

Bulunan değerler Şekil 3.36 da S=100 MVAlık transformatör için yerine konulmuştur.

$$I_{1 \text{ h a t}} = [100000000 / (154000 * \sqrt{3})] = 374.9027 \text{ A}$$

$$I_{2 \text{ h a t}} = [100000000 / (33600 * \sqrt{3})] = 1718.3043 \text{ A} \quad I_{1 \text{ h a t}} = I_{1 \text{ f a z}} \quad I_{2 \text{ h a t}} = I_{2 \text{ f a z}}$$

$$I_{10} = [100000000 / (154000 * \sqrt{3})] * \%I_b = 374.9027 * \%0.046 = 0.17245 \text{ A}$$

$$I_{20} = [100000000 / (33600 * \sqrt{3})] * \%I_b = 1718.3043 * \%0.046 = 0.7904 \text{ A}$$

3.2.5.7 S=100 MVA Transformatörün Matlab Simulink Modeli

S=100 MVA değerindeki trafoyu simulinkte oluşturmak için ele alalım.

Units (birimler) SI veya PU birim değerler sistemlerinde olmaktadır. Tezde SI birim sistemi kullanılmıştır.

Nominal Power(güç)=100 MVA, Nominal Frequency (frekans)=50 Hz

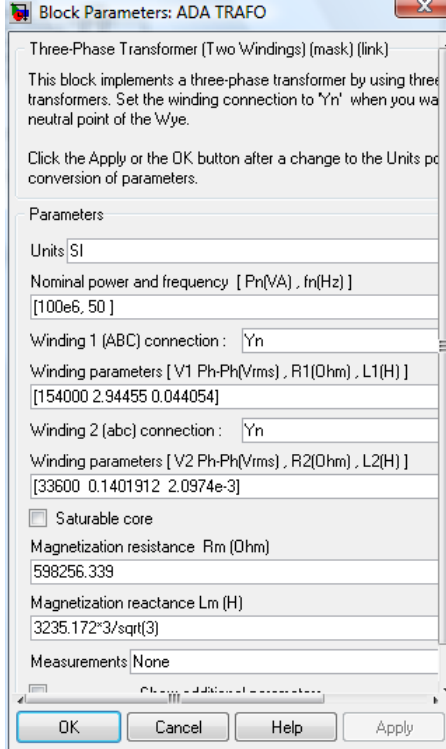
$V_1 = \text{Ph-Ph}(\text{Faz-Faz}) \text{ rms}(\text{etkin değeri}) = 154000 \text{ V}$,

$V_2 = \text{Ph-Ph}(\text{Faz-Faz}) \text{ rms}(\text{etkin değeri}) = 33600 \text{ V}$ alınır.

Winding 1 (ABC) connection: Yn,, Sarım 1 bağlantı biçimi üçgen tip

Winding 2 (abc) connection: Yn, Sarım 2 bağlantı biçimi yıldız nötrdür.[1]

Aşağıda trafonun blok parametreleri verilmiştir.



şekil 3.36. S=100 MVA ve f=50 hz lik Trafonun Blok Parametreleri

Tablo 3.3 S=1000 KVA Gücündeki Trafo İçin Trafonun Parametreleri Kullanılarak Adım Adım Trafo Değerleri Hesabı

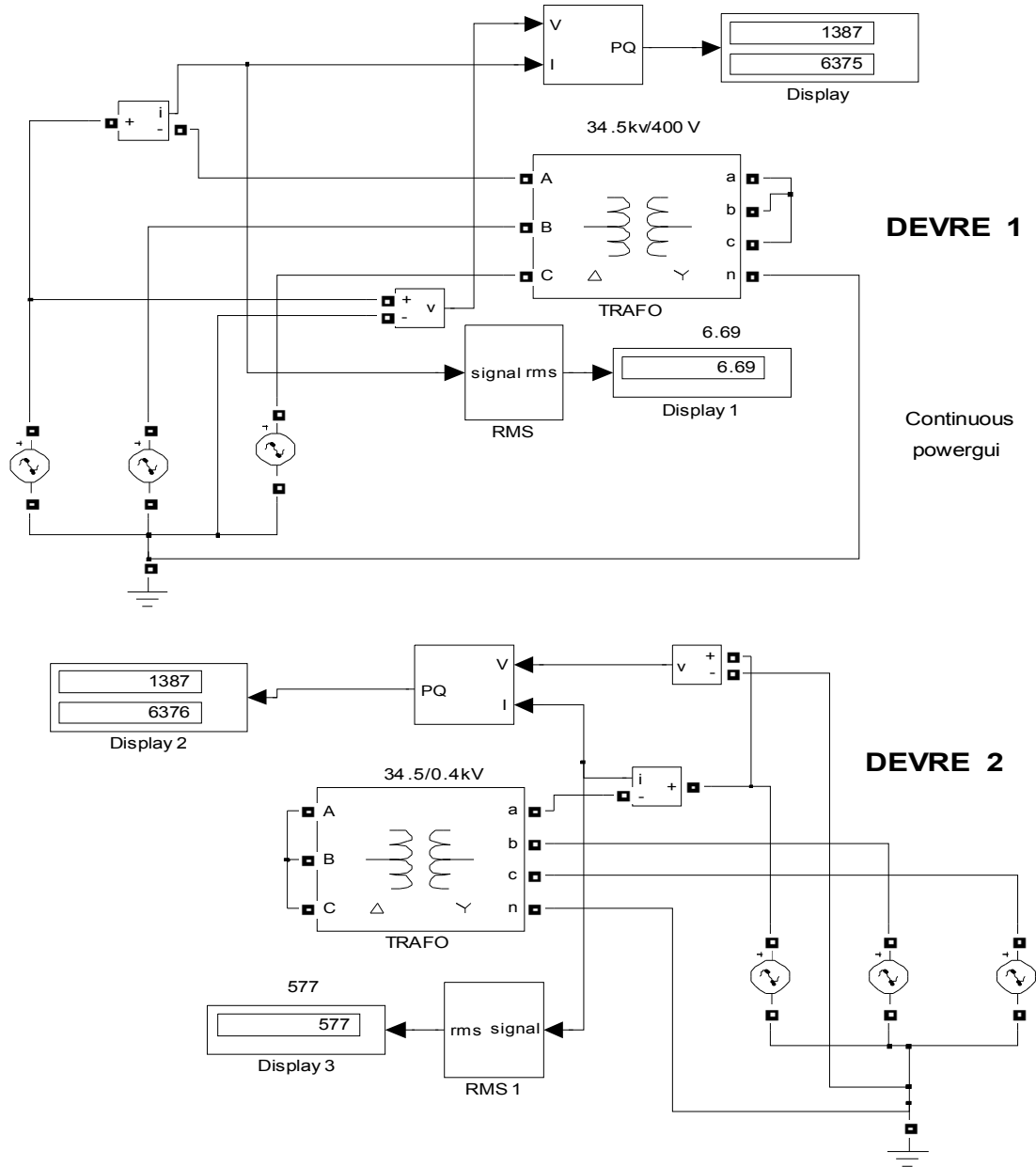
$I_{1\text{hat}} = \frac{S}{\sqrt{3}V_{1\text{FF}}}$	$\frac{1000000}{\sqrt{3} * 34500}$	16.73 A	Üçgen sargı hat akımı (A)
$I_{2\text{hat}} = \frac{S}{\sqrt{3}V_{2\text{FF}}}$	$\frac{1000000}{\sqrt{3} * 400}$	1443 A	Yıldız sargı hat akımı (A)
$I_{1\text{faz}} = \frac{I_{1\text{hat}}}{\sqrt{3}}$	$16.73\sqrt{3}$	9.66 A	Üçgen sargı akımı (A)
$I_{2\text{faz}} = I_{2\text{hat}}$	$\frac{1000000}{\sqrt{3} * 400}$	1443 A	Yıldız sargı faz akımı (A)
$I_{1_0} = I_{1\text{hat}} * \text{boşta akım yüzdesi}$	$16.73*(0.928\%)$	0.1552 A	Üçgen boşta hat akımı (A)
$I_{1_0} = I_{1\text{faz}} * \text{boşta akım yüzdesi}$	$9.66*(0.928\%)$	0.0896 A	Üçgen boşta sargı akımı (A)
$I_{2_0} = I_{2\text{hat}} * \text{boşta akım yüzdesi}$	$1443*(0.928\%)$	13.39 A	Yıldız sargı boşta hat akımı (A)
$I_{2_0} = I_{2\text{faz}} * \text{boşta akım yüzdesi}$	$1443*(0.928\%)$	13.39 A	Yıldız sargı boşta sargı akımı (A)
$I_{1\text{hat}} / (\text{kısa devre geri lim oranı})$	$16.73 / (5.98\%)$	279.7 A	Üçgen sürekli kısa devre hat akımı (A)
$I_{2\text{hat}} / (\text{kısa devre geri lim oranı})$	$1443 / (5.98\%)$	24126 A	Yıldız sürekli kısa devre hat akımı (A)
$I_{1\text{faz}} / (\text{kısa devre geri lim oranı})$	$9.66 / (5.98\%)$	161.5 A	Üçgen sürekli kısa devre faz akımı (A)
$I_{2\text{faz}} / (\text{kısa devre geri lim oranı})$	$1443 / (5.98\%)$	24126 A	Yıldız sürekli kısa devre faz akımı (A)
$U_{1\text{hat}} * (\text{kısa devre geri lim oranı})$	$34500*(5.98\%)$	2064 V	Üçgen hat kısa devre gerilimi (V)
$U_{2\text{hat}} * (\text{kısa devre geri lim oranı})$	$400*(5.98\%)$	23.93 V	Yıldız hat kısa devre gerilimi (V)
$U_{1\text{faz}} * (\text{kısa devre geri lim oranı})$	$34500*(5.98\%) \sqrt{3}$	1192 V	Üçgen faz kısa devre gerilimi (V)
$U_{2\text{faz}} * (\text{kısa devre geri lim oranı})$	$400*(5.98\%)$	23.93 V	Yıldız faz kısa devre gerilimi (V)
$Z_{1\text{faz}}$	$\frac{U_{1\text{faz}}}{I_{1\text{faz}}} = \frac{2064}{9.66}$	213.66	Üçgen kısa devre empedansı
$Z_{2\text{faz}}$	$\frac{U_{2\text{faz}}}{\sqrt{3}I_{2\text{faz}}} = \frac{23.93}{\sqrt{3} * 1443}$	0.0096	Yıldız kısa devre empedansı (Ohm)

R_{1faz}	$\left(\frac{P_{ln}}{3}\right)/I_{1faz}^2 = \left(\frac{9092}{3}\right)/(9.66)^2$	32.47	Üçgen kısa devre direnci (ohm)
R_{2faz}	$\left(\frac{P_{ln}}{3}\right)/I_{2faz}^2 = \left(\frac{9092}{3}\right)/(1443)^2$	0.0015	Yıldız kısa devre direnci (ohm)
X_{1faz}	$\sqrt{Z_{1faz}^2 - R_{1faz}^2}$	211.17	Üçgen kısa devre empedansı (ohm)
L_{1faz}	$X_{1faz} / (2 * \pi * 50)$	0.6722	Üçgen kısa devre selfi (henry)
X_{2faz}	$\sqrt{Z_{2faz}^2 - R_{2faz}^2}$	0.0095	Yıldız kısa devre empedansı (ohm)
L_{2faz}	$X_{2faz} / (2 * \pi * 50)$	0,00003	Yıldız kısa devre selfi (henry)
$I_{1fe-s arg 1}$ (akımın aktif bileşeni)	$\frac{P_o}{3} / U_{lhat} = \frac{1909}{3} / 34500$	0.0184 A	Üçgen faz sargı boшта çalışma aktif akımı(A)
$I_{2fe-s arg 1}$ (akımın aktif bileşeni)	$\frac{P_o}{3} / U_{2s arg 1} = \frac{1909}{3} / (400/\sqrt{3})$	2.7554 A	Yıldız faz sargı boшта çalışma aktif akımı(A)
$I_{1fe-s arg 1}$ (akımın aktif bileşeni)	$\frac{P_o}{3} / U_{lhat} = \frac{1909}{3} / 34500$	0.0184 A	Üçgen faz sargı boшта çalışma aktif akımı(A)
$I_{1fe-hat}$ (akımın aktif bileşeni)	$I_{1fe-s arg 1} * \sqrt{3}$	0.0319 A	Üçgen hat boшта çalışma aktif akımı
$R_{1fe (s arg 1)}$	$\frac{P_o / 3}{(I_{1fe-s arg 1})^2} = \frac{1909 / 3}{0.0184^2}$	$1.8705 * 10^6$	Faz başına demir magnetik devre kayıp direnci (ohm)primerden bakılınca gözükür
$R_{2fe (s arg 1)}$	$\frac{P_o / 3}{(I_{2fe-s arg 1})^2} = \frac{1909 / 3}{2.7554^2}$	83.81	Faz başına demir magnetik devre kayıp direnci(ohm)sekonderden bakılınca gözükür
$\cos \varphi_o$ (boшта güç katsayısı) (primer=sekonder)	$\cos \varphi_o = \frac{P_o}{\sqrt{3} * 34500 * I_{1-0}}$ $\cos \varphi_o = \frac{1909}{\sqrt{3} * 34500 * 0.1552}$	0.205	(boшта güç katsayısı) (primer=sekonder)
φ_o	$\cos^{-1} \varphi_o$	78.17	Boшта güç katsayısı açısı -derece
$X_{1fe (s arg 1)}$	$34500 / (\tan \varphi_o * I_{2fe})$	$3.94 * 10^5$	Faz başına demir magnetik devre kayıp empedansı (ohm)
$L_{1fe (s arg 1)}$	$\frac{X_{1fe (s arg 1)}}{2 * \pi * 50}$	$1.277 * 10^3$	Faz başına demir magnetik devre kayıp selfi (henry)
$X_{2fe (s arg 1)}$	$231 / (\tan \varphi_o * I_{2fe})$	17.59	Faz başına demir magnetik devre kayıp empedansı (ohm) sekonderden bakıldığında gözükür değer

Tablo 3.3 (Devam)

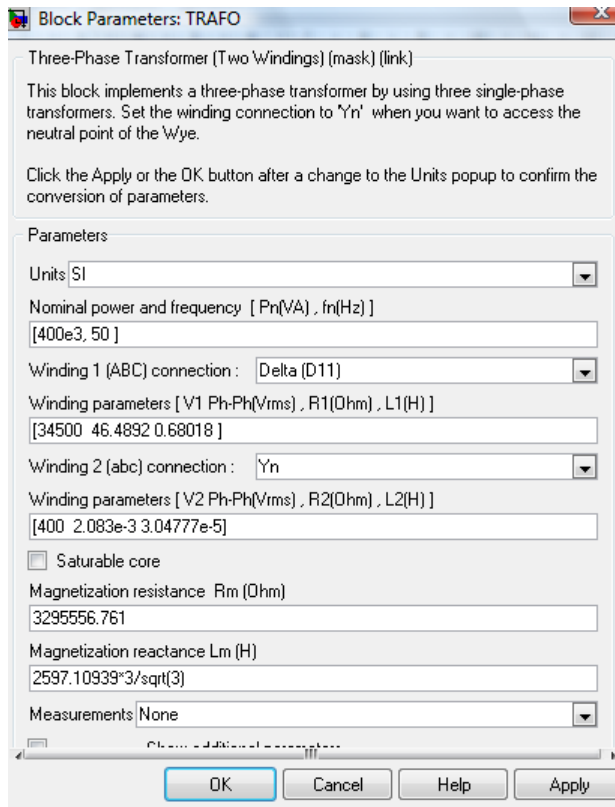
L_{2fe} (s arg 1)	$\frac{X_{2fe} \text{ (s arg 1)}}{2 * \pi * 50}$	0.056 H	Faz başına demir magnetik devre kayıp selfi (henry)sekonderden gözükken
Z_{1fe}	$X_{1fe} * R_{1fe} / (X_{1fe} + R_{1fe})$	325430	Üçgen magnetik devre empedansı
Z_{2fe}	$X_{2fe} * R_{2fe} / (X_{2fe} + R_{2fe})$	14.54 ohm	Yıldız magnetik devre empedansı
$I_{1Xfe - hat}$ (akımın reaktif bileşeni)	V_{1hat} / X_{1fe}	0.0876 A	Yıldız faz sargı boşa çalışma reaktif akımı(A)
$I_{2Xfe - hat}$ (akımın reaktif bileşeni)	$(V_{2hat} / \sqrt{3}) / X_{2fe}$	13.129 A	Üçgen faz sargı boşa çalışma reaktif akımı(A)

3.2.6. S=400 kVA - 1000 kVA- 100 MVA trafoların kısa devre ve boшта çalışma karakteristiklerinin matlab simulink ortamında incelenmesi



Şekil 3.37. S=400 kVA Değerindeki Trafonun Matlab Simulinkte Sekonderinin Kısa Devre Edilmesi (devre 1) ve Primerinin Kısa Devre Edilmesi (devre2) Sonucu Kısa Devre Gücü ve Kısa Devre Akımının Bulunması

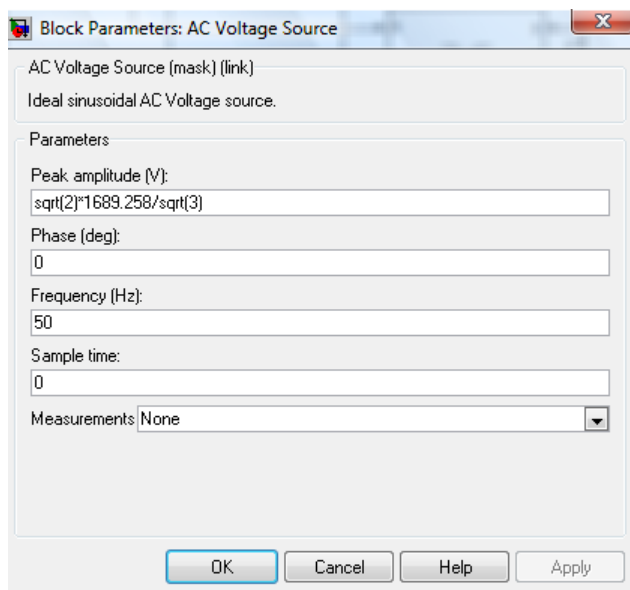
S=400 kVA değerindeki trafo kısa devre edilince tek faz kısa devre gücü 1387 W bulunmuştur. Primer kısa devre akımı 6.69 A, sekonder kısa devre akımı 577 A dir. Sistemdeki A.C Gerilim kaynaklarına 120 derece faz farkı uygulanmıştır.



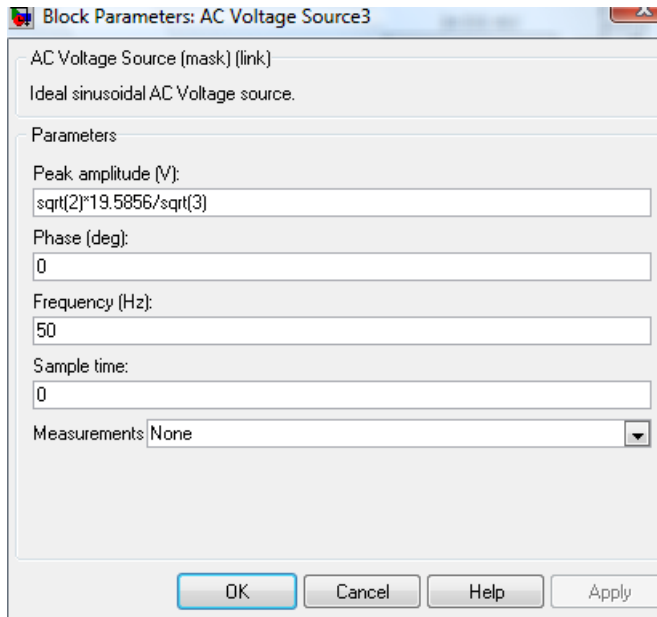
Şekil 3.38. S=400 kVA f=50 Hz 34,5/0,4 kv Değerindeki Trafonun Blok Parametreleri

$$U_{1 \text{ hat } t} * \% U_k = 34500 * \% 4.8964 = 1689.258 \text{ V}$$

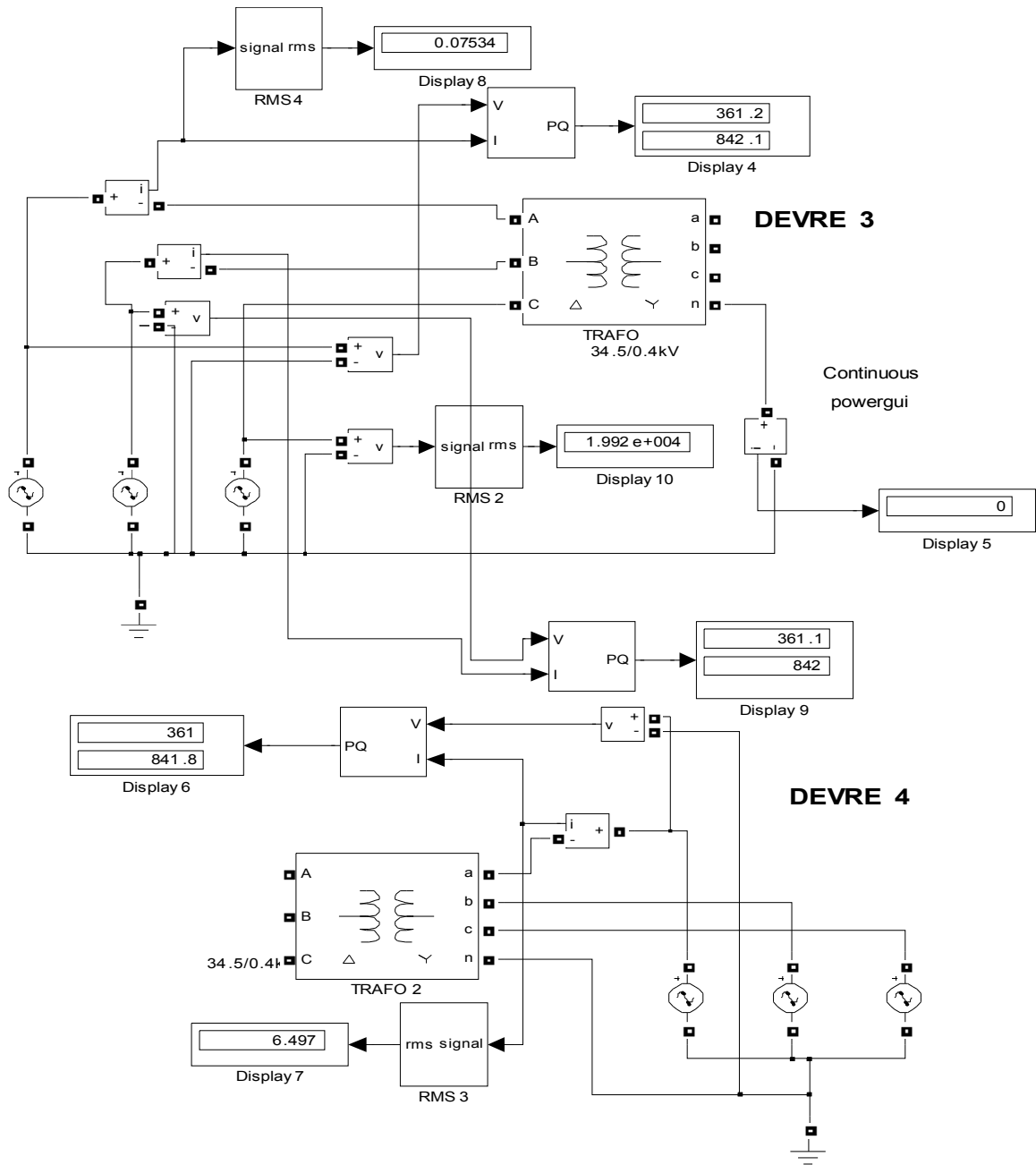
$$U_{2 \text{ hat } t} * \% U_k = 400 * \% 4.8964 = 19.5856 \text{ V}$$



Şekil 3.39. S=400 kVA Trafonun Sekonderinin Kısa Devre Edilmesinde Primer Tarafındaki AC Gerilim Kaynağının Blok Parametreleri



Şekil 3.40. S=400 kVA Trafonun Sekonderinin Kısa Devre Edilmesinde Sekonder Tarafındaki AC Gerilim Kaynağının Blok Parametreleri

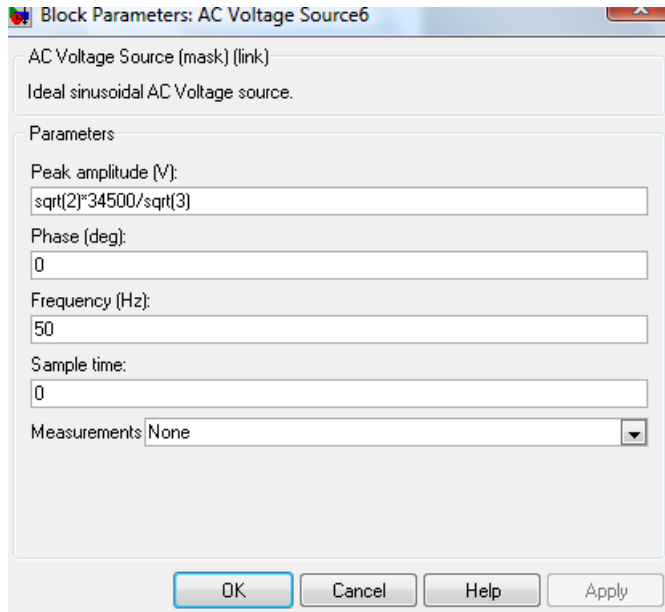


Şekil 3.41. S=400 kVA Değerindeki Trafonun Matlab Simulinkte Sekonderinin Boşta Çalıştırılması Durumunda (devre 3) ve Primerinin Boşta Çalıştırılması Durumunda (devre4) Sonucu Boşta Çalışma Gücü ve Boşta Çalışma Akımının Bulunması

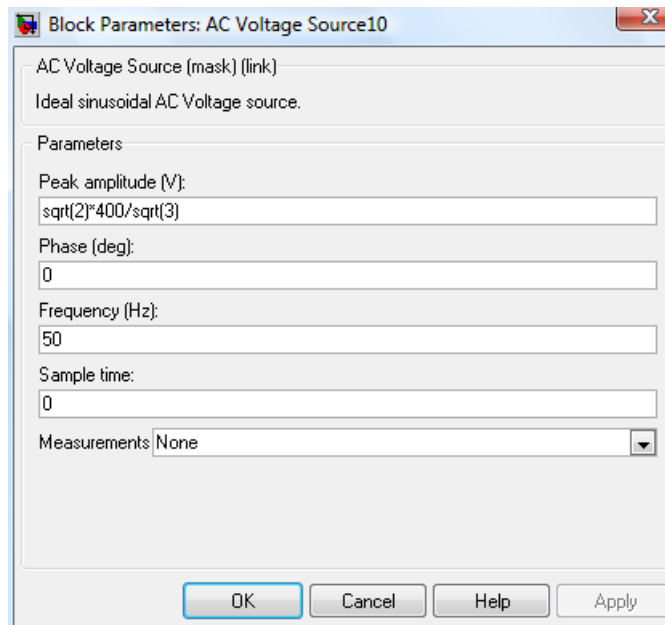
S=400 kVA değerindeki trafo kısa devre edilince tek faz boşta çalışma gücü 361 W bulunmuştur. Primer boşta çalışma akımı 0.07534 A, sekonder boşta çalışma akımı 6.497 A(yaklaşık) dir.

$$I_{1 \text{ h a t}} = [400000 / (34500 * \sqrt{3})] * \% I_b = 6.693 * \% 1.128 = 0.07549 \text{ A}$$

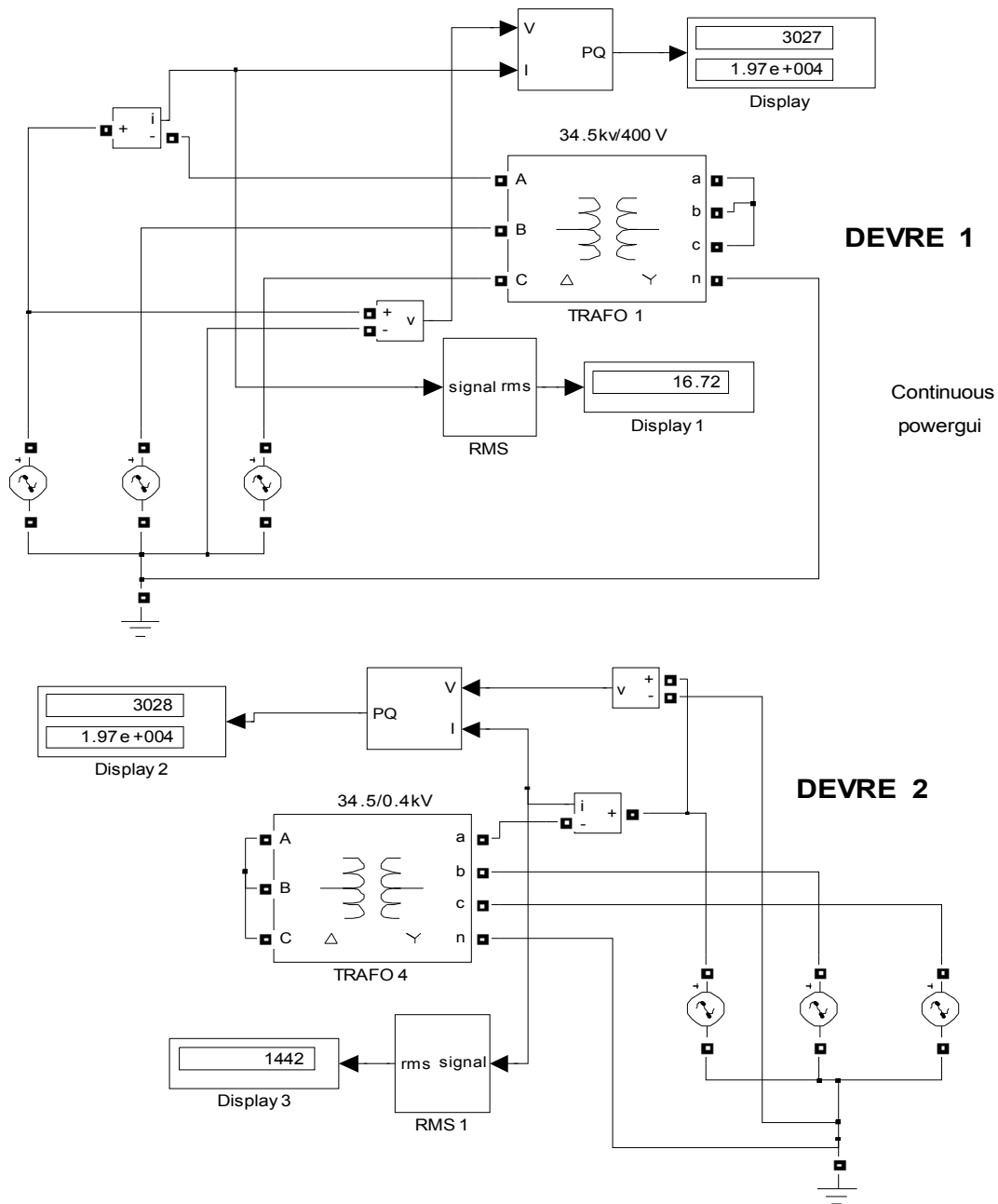
$$I_{2 \text{ h a t}} = [400000 / (400 * \sqrt{3})] * \% I_b = 577.35 * \% 1.128 = 6.5125 \text{ A}$$



Şekil 3.42. S=400 kVA Trafonun Sekonderinin Boşta Çalışması Durumunda Primer Tarafındaki AC Gerilim Kaynağının Blok Parametreleri



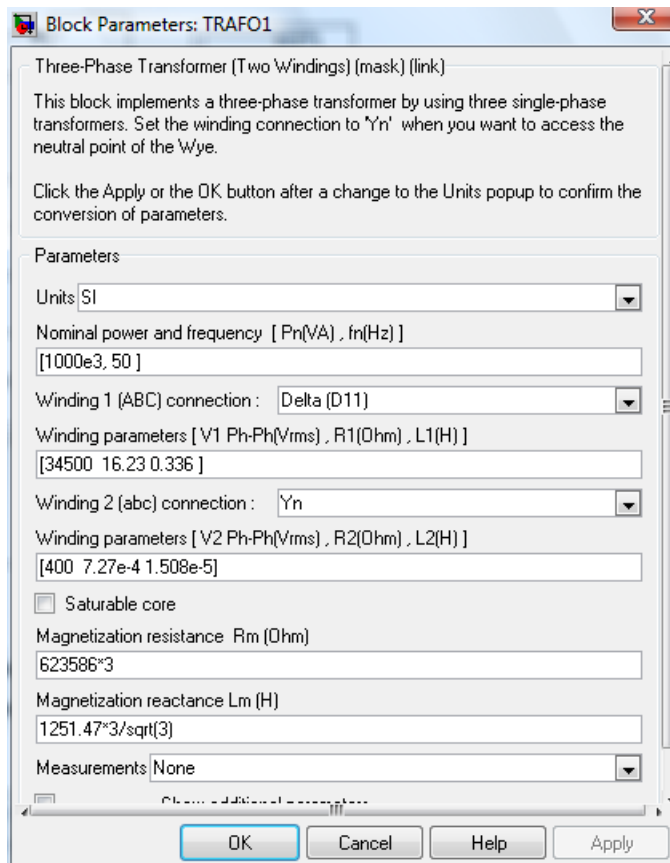
Şekil 3.43. S=400 kVA Trafonun Sekonderinin Boşta Çalıştırılması Durumunda Sekonder Tarafındaki AC Gerilim Kaynağının Blok Parametreleri



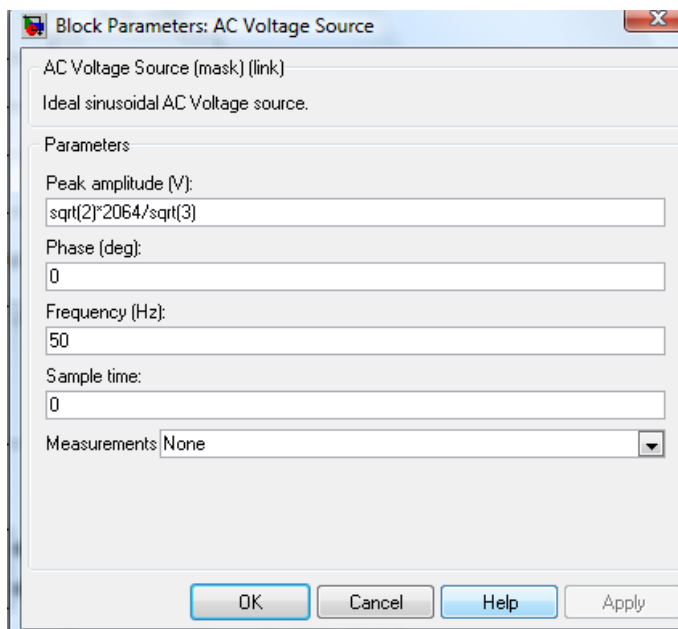
Şekil 3.44. S=1000 kVA Değerindeki Trafonun Matlab Simulinkte Sekonderinin Kısa Devre Edilmesi (devre 1) ve Primerinin Kısa Devre Edilmesi (devre2) Sonucu Kısa Devre Gücü ve Kısa Devre Akımının Bulunması

S=1000 kVA değerindeki trafo kısa devre edilince tek faz kısa devre gücü 3028 W bulunmuştur. Primer kısa devre akımı 16.72 A,sekonder kısa devre akımı 1442 A dir. Bu değerler yaklaşık değerlerdir.Sistem simulinkte 0.2 sn çalıştırılmıştır.

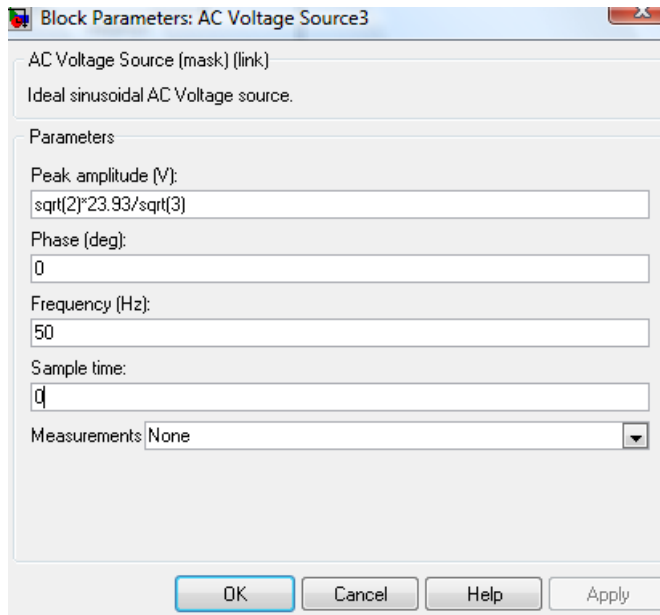
Sistemdeki A.C Gerilim kaynaklarına 120 derece faz farkı uygulanmıştır.



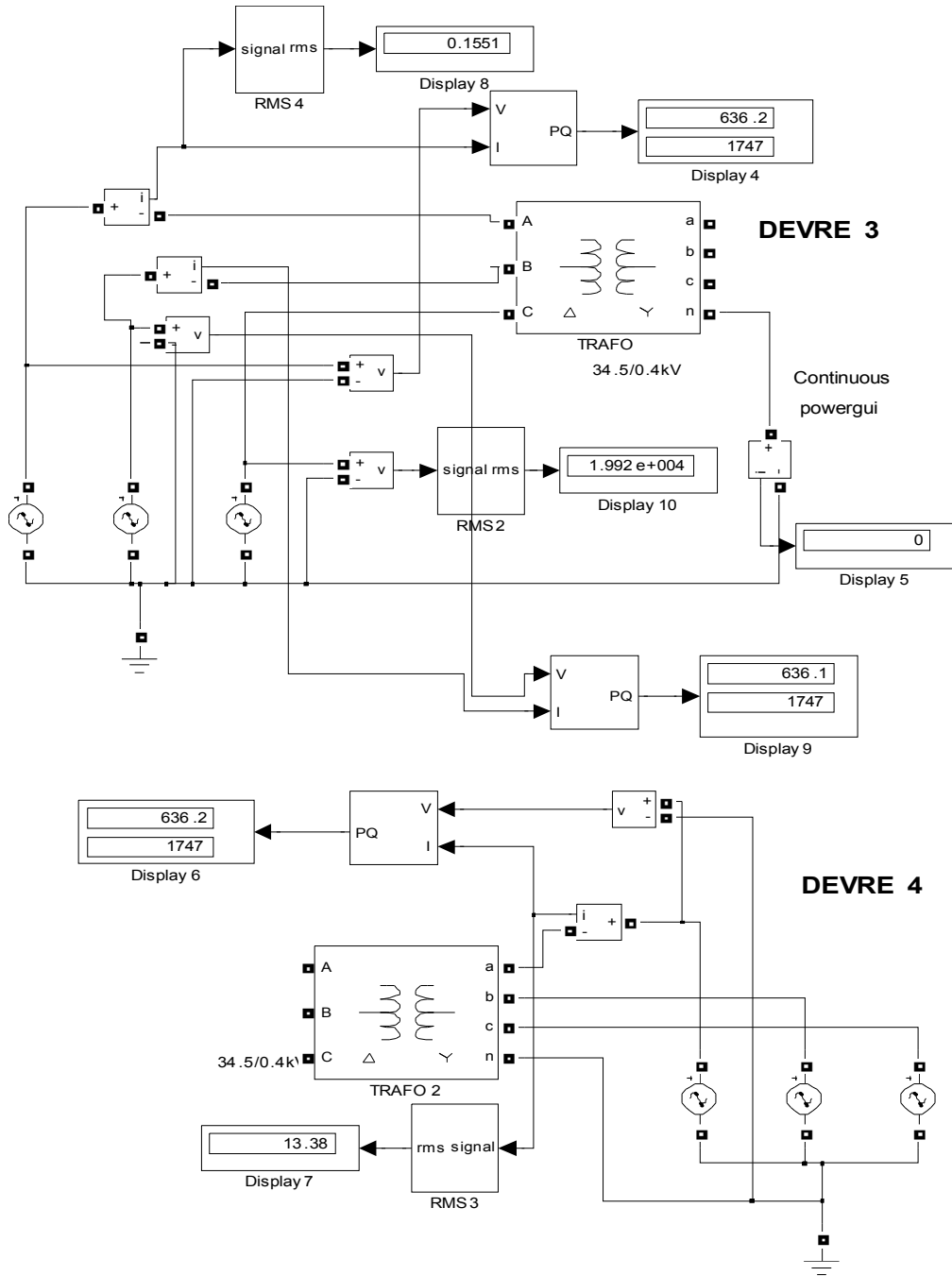
Şekil 3.45. S=1000 kVA f=50 Hz 34,5/0,4 kv Değerindeki Trafonun Blok Parametreleri



Şekil 3.46. S=1000 kVA Trafonun Sekonderinin Kısa Devre Edilmesinde Primer Tarafındaki AC Gerilim Kaynağının Blok Parametreleri

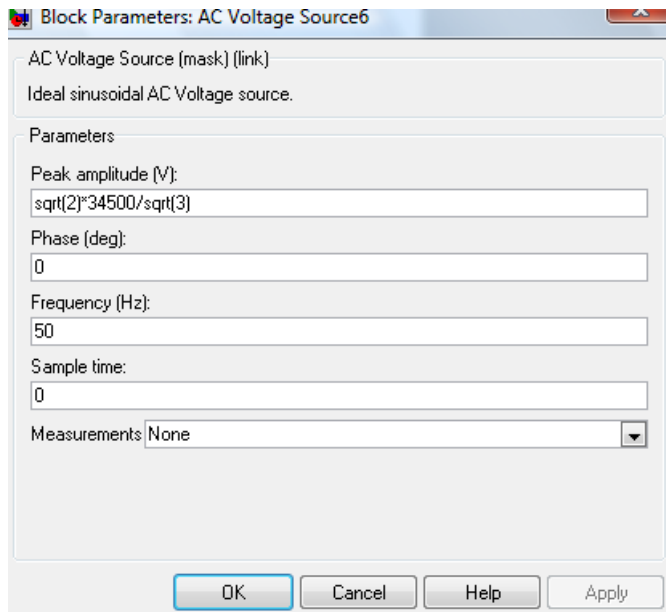


Şekil 3.47. S=400 KVA Trafonun Sekonderinin Kısa Devre Edilmesinde Sekonder Tarafındaki AC Gerilim Kaynağının Blok Parametreleri

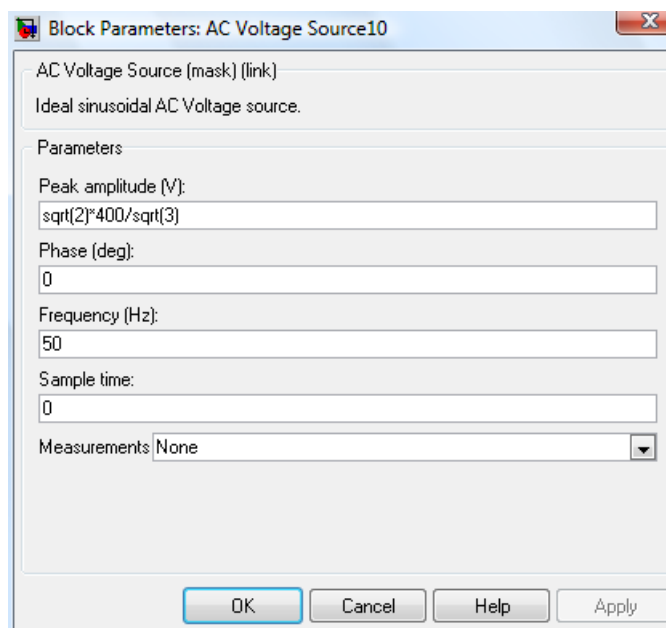


Şekil 3.48. S=400 kVA Değerindeki Trafonun Matlab Simulinkte Sekonderinin Boşta Çalıştırılması Durumunda (devre 3) ve Primerinin Boşta Çalıştırılması Durumunda (devre4) Sonucu Boşta Çalışma Gücü ve Boşta Çalışma Akımının Bulunması

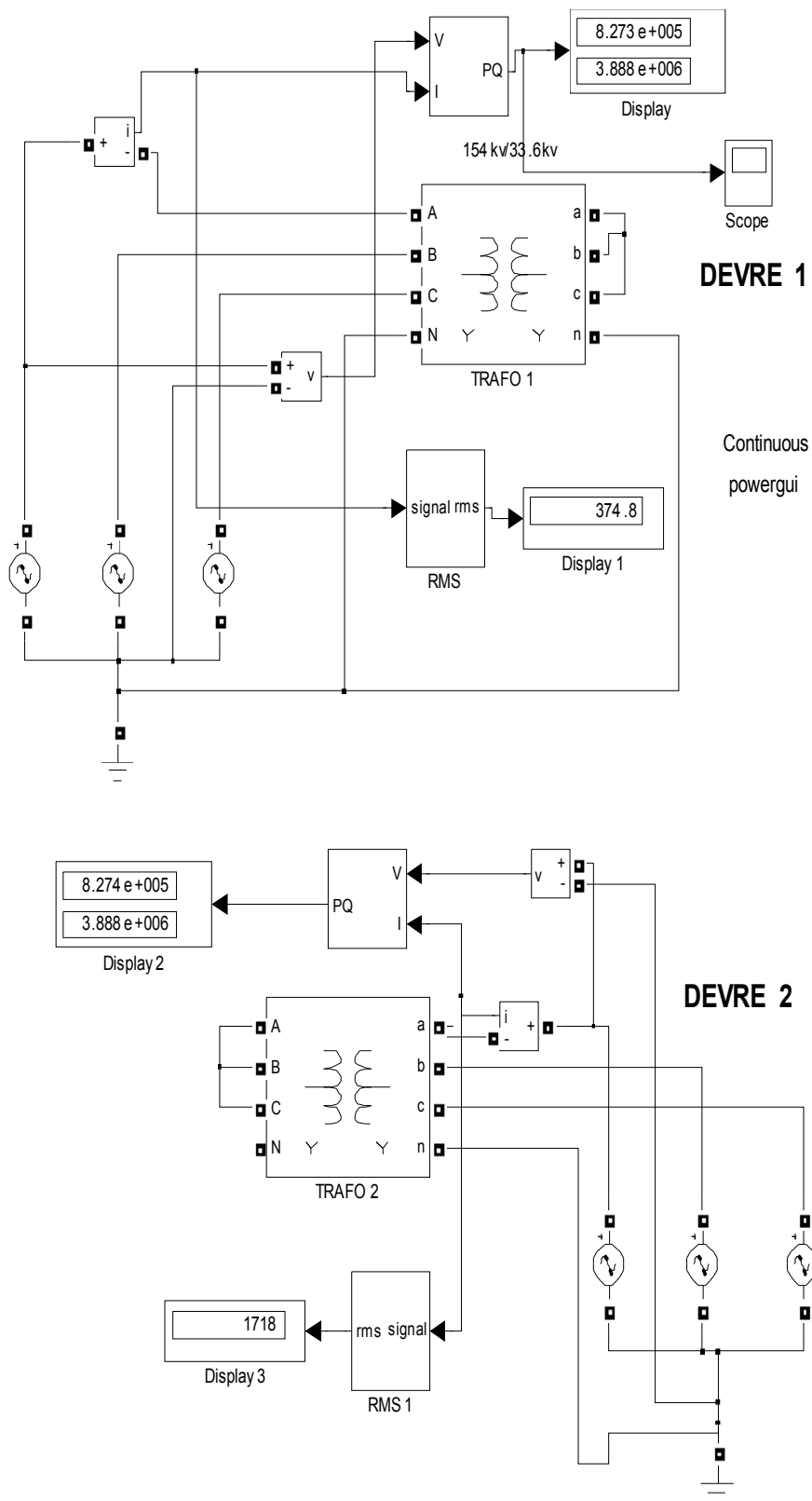
S=1000 kVA değerindeki trafo boşta çalıştırılınca tek faz boşta çalışma gücü 636.2 W bulunmuştur. Primer boşta çalışma akımı 0.1551 A,sekonder boşta çalışma akımı 13.38 A (yaklaşık) dir.



Şekil 3.49. S=1000 kVA Trafonun Sekonderinin Boşta Çalışması Durumunda Primer Tarafındaki AC Gerilim Kaynağının Blok Parametreleri



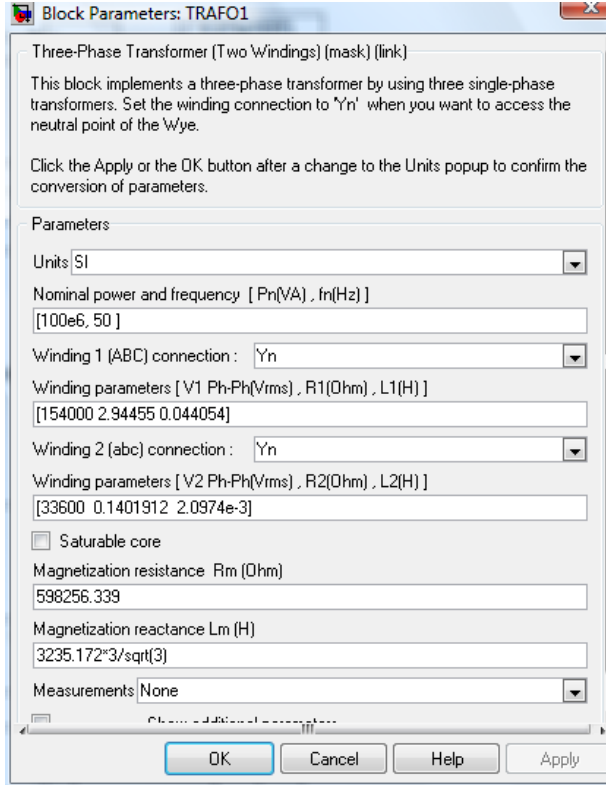
Şekil 3.50. S=1000 kVA Trafonun Sekonderinin Boşta Çalıştırılması Durumunda Sekonder Tarafındaki AC Gerilim Kaynağının Blok Parametreleri



Şekil 3.51. S=100 MVA Değerindeki Trafonun Matlab Simulinkte Sekonderinin Kısa Devre Edilmesi (devre 1) ve Primerinin Kısa Devre Edilmesi (devre2) Sonucu Kısa Devre Gücü ve Kısa Devre Akımının Bulunması

S=100 MVA değerindeki trafo kısa devre edilince tek faz kısa devre gücü 827 kW bulunmuştur. Primer kısa devre akımı 374.8 A, sekonder kısa devre akımı 1718 A dir. Bu değerler yaklaşık değerlerdir. Sistem simulinkte 0.2 sn çalıştırılmıştır.

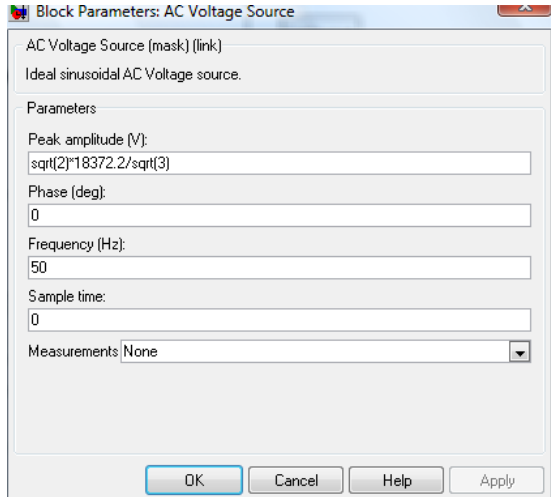
Sistemdeki A.C Gerilim kaynaklarına 120 derece faz farkı uygulanmıştır.



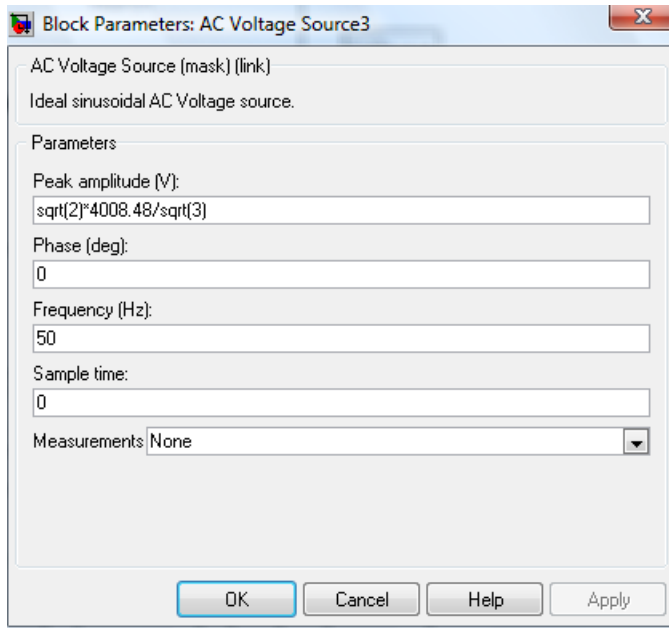
Şekil 3.52 . S=100 MVA f=50 Hz 154/33.6 kV Değerindeki Trafonun Blok Parametreleri

$$I_{1 \text{ h a t}} = [100000000 / (154000 * \sqrt{3})] = 374.9027 \text{ A}$$

$$I_{2 \text{ h a t}} = [100000000 / (33600 * \sqrt{3})] = 1718.3043 \text{ A}$$



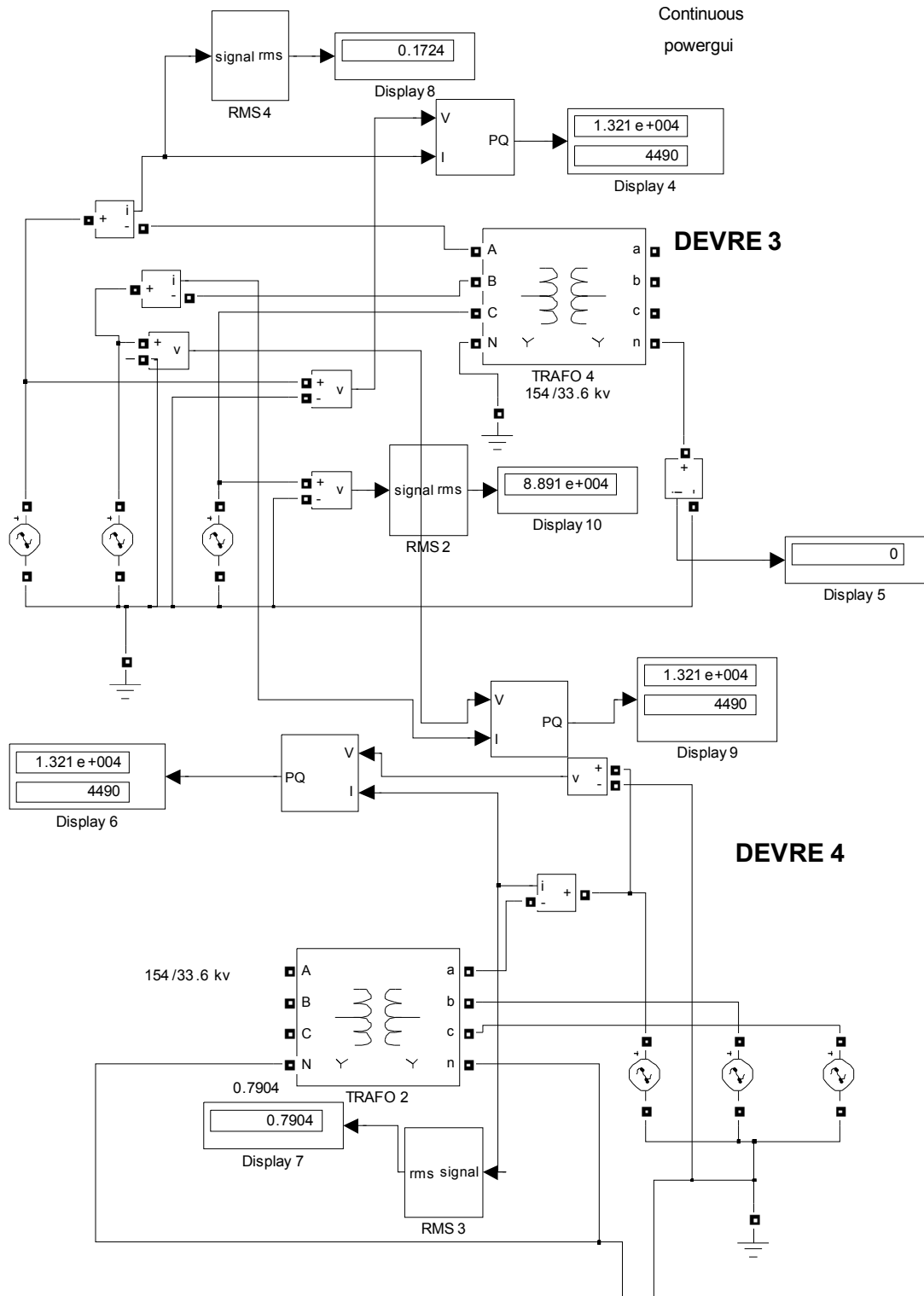
Şekil 3.53. S=100 MVA Trafonun Sekonderinin Kısa Devre Edilmesinde Primer Tarafındaki AC Gerilim Kaynağının Blok Parametreleri



Şekil 3.54. S=100 MVA Trafonun Sekonderinin Kısa Devre Edilmesinde Sekonder Tarafındaki AC Gerilim Kaynağının Blok Parametreleri

$$U_{1 \text{ hat}} * \% U_k = 154000 * \% 11,93 = 18372.2 \text{ V}$$

$$U_{2 \text{ hat}} * \% U_k = 33600 * \% 11,93 = 4008.48 \text{ V}$$

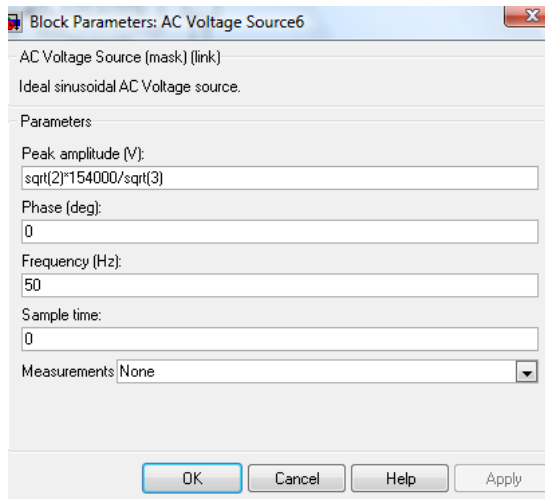


Şekil 3.55. S=100 MVA Değerindeki Trafonun Matlab Simulinkte Sekonderinin Boşta Çalıştırılması Durumunda (devre 3) ve Primerinin Boşta Çalıştırılması Durumunda (devre4) Sonucu Boşta Çalışma Gücü ve Boşta Çalışma Akımının Bulunması

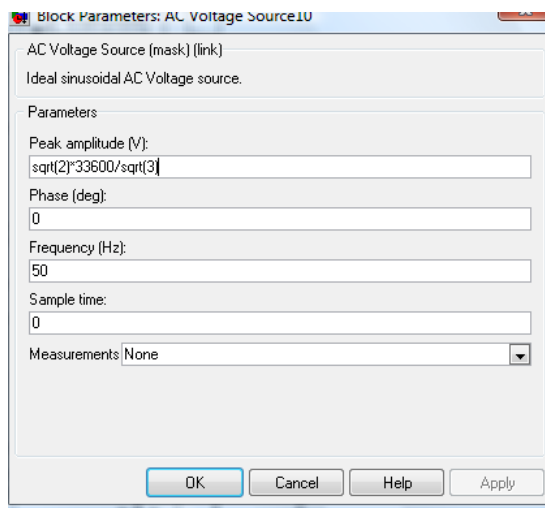
S=100 MVA değerindeki trafo boşa çalıştırılınca tek faz boşa çalışma gücü 13.21 kW bulunmuştur. Primer boşa çalışma akımı 0.1724 A, sekonder boşa çalışma akımı 0.7904 A (yaklaşık) dir.

$$I_{1_0} = [100000000 / (154000 * \sqrt{3})] * \% I_b = 374.9027 * \% 0.046 = 0.17245 \text{ A}$$

$$I_{2_0} = [100000000 / (33600 * \sqrt{3})] * \% I_b = 1718.3043 * \% 0.046 = 0.7904 \text{ A}$$

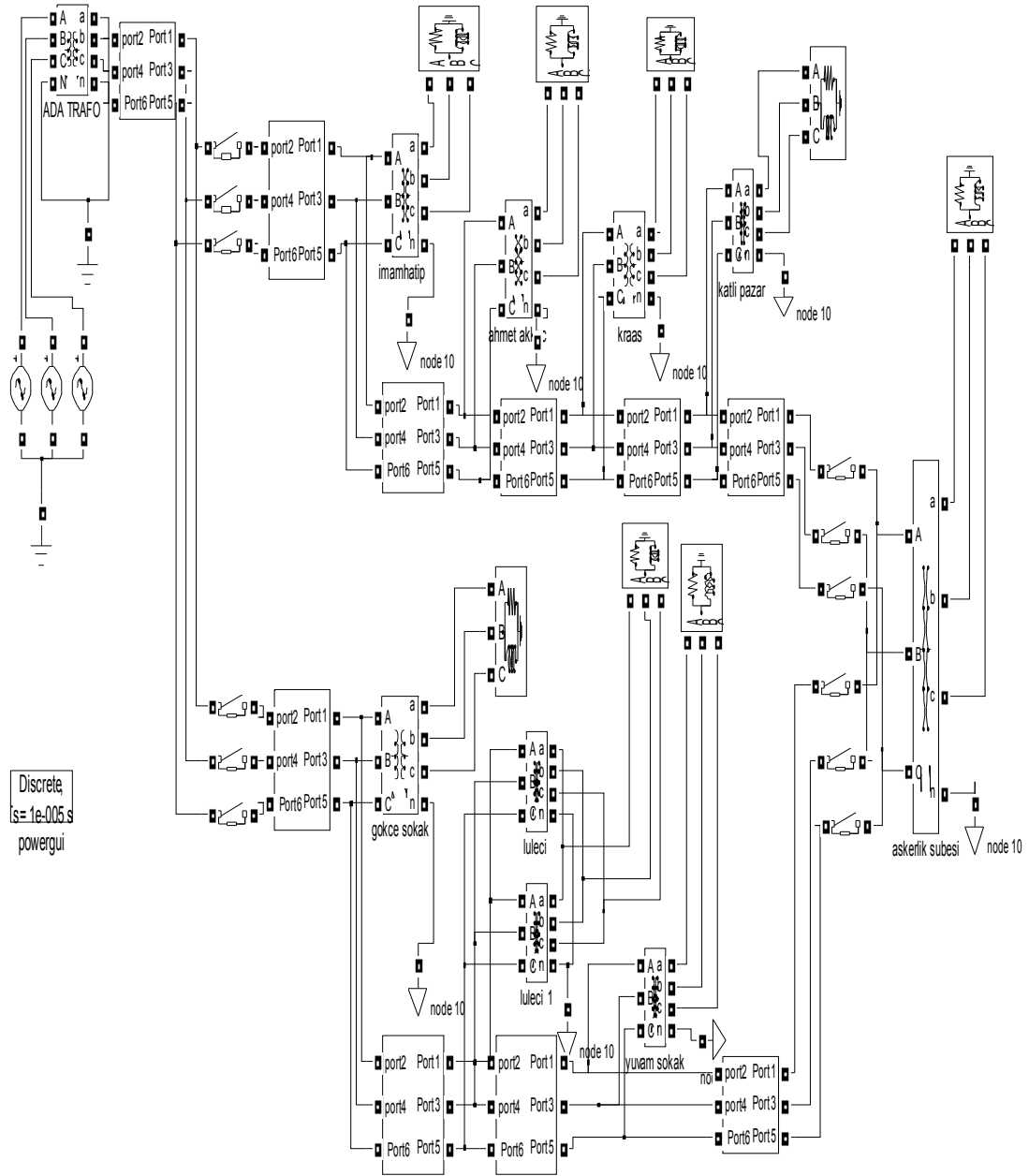


Şekil 3.56. S=100 MVA Trafonun Sekonderinin Boşa Çalışması Durumunda Primer Tarafındaki AC Gerilim Kaynağının Blok Parametreleri



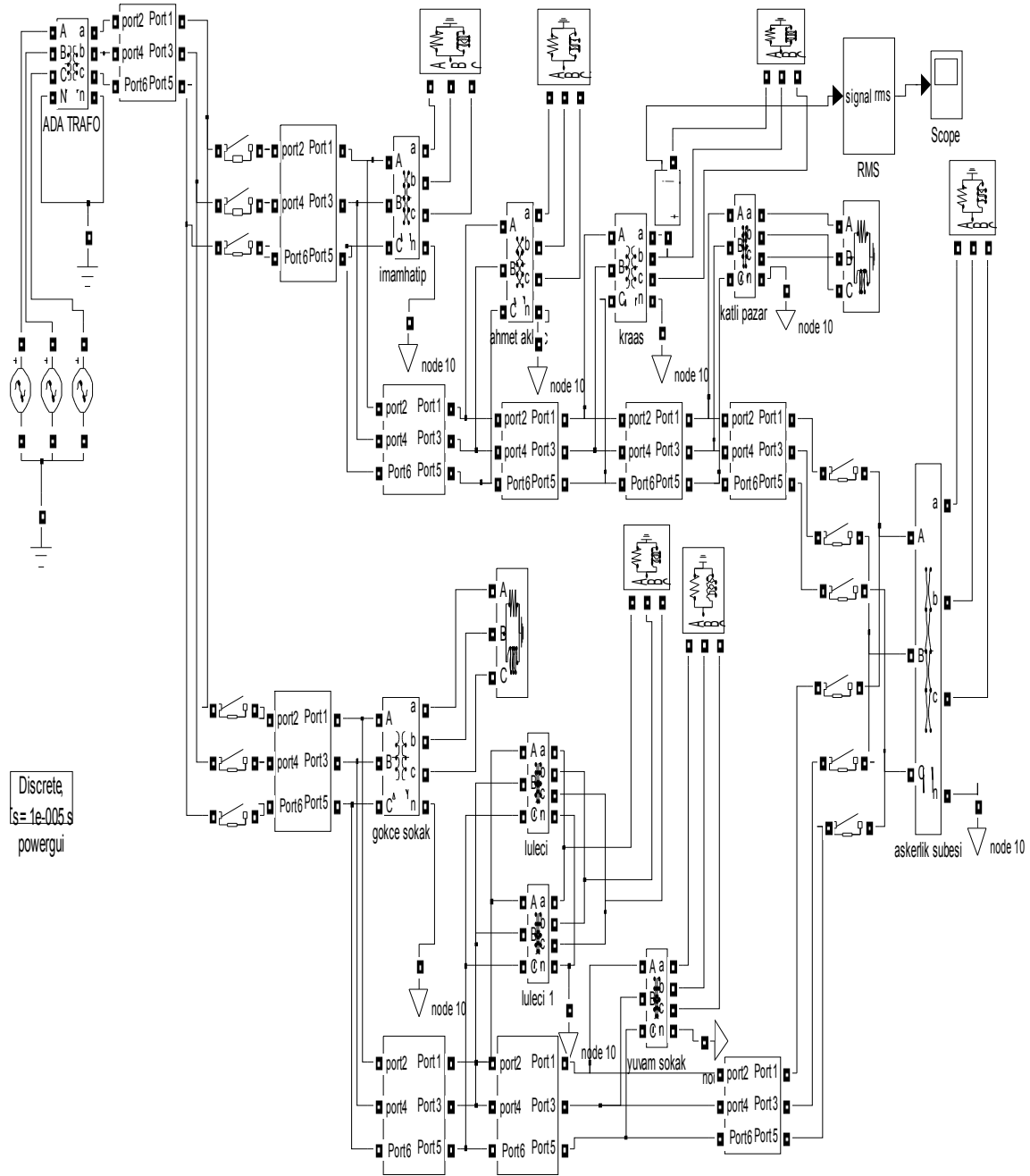
Şekil 3.57. S=100 MVA Trafonun Sekonderinin Boşa Çalıştırılması Durumunda Sekonder Tarafındaki AC Gerilim Kaynağının Blok Parametreleri

BÖLÜM 4. ADA TRAF0-STADYUM DAĞITIM SİSTEMİNİN MATLAB SİMULİNKTE MODELLENMESİ

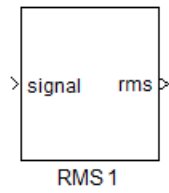


Şekil 4.1. Ada Trafo-Stadyum Dağıtım Sisteminin Matlab Simulinkte Modeli

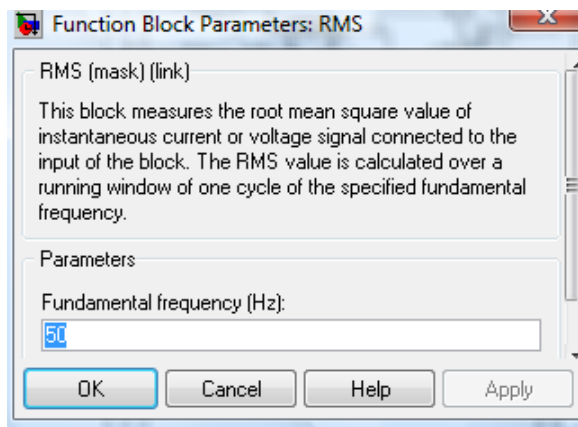
Sakarya Elektrik Dağıtım A.Ş. 'nin, Sakarya İl Müdürlüğü 'nün 154 kV / 33.6 kV Ana indirici Merkez (Ada Trafo) ve Stadyum da bulunan Trafo Merkezinden İmamhatip Lisesi, Ahmet Akkoç ilköğretim okulu, Kraas alışveriş merkezi, Katlı Pazar, Gökçe Sokak, Lülecı Sokağı, Yuvam Sokağı ve Askerlik Şubesi yakınında bulunan trafolarla elektrik enerjisinin dağıtılmasının modeli matlab simulinkte oluşturulmuştur [1].



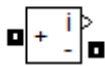
Şekil 4.2. Kraas Alışveriş Merkezi Civarındaki Trafonun Çıkının A fazından Geçen Akımın Grafiğinin Bulunması için Matlab Simulinkte Modellenmesi



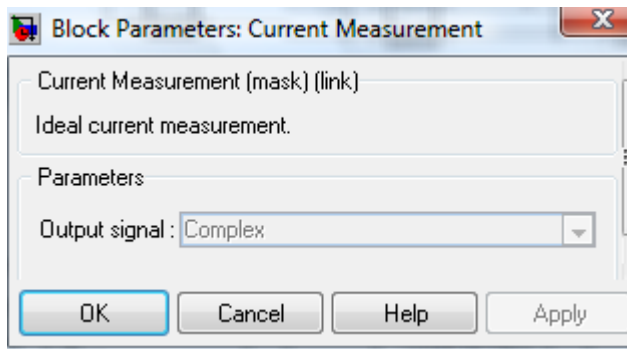
Şekil 4.3. İşaretin (karakökünün ortalamasını bir periyot boyunca alır) Simulink Modeli



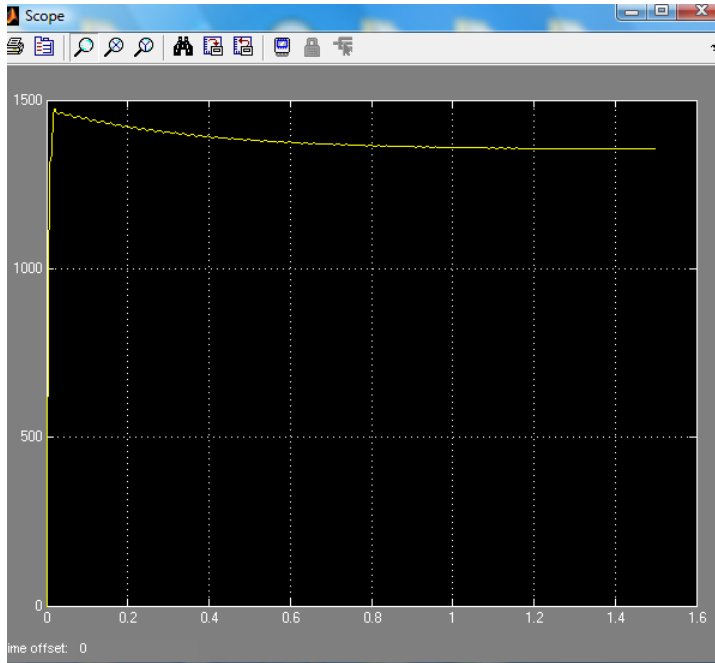
Şekil 4.4. İşaretin (karakökünün ortalamasını bir periyot boyunca alır) Blok Parametreleri



Şekil 4.5. Akım Ölçerin Simulink Modeli



Şekil 4.6. Akım Ölçerin Blok Parametreleri



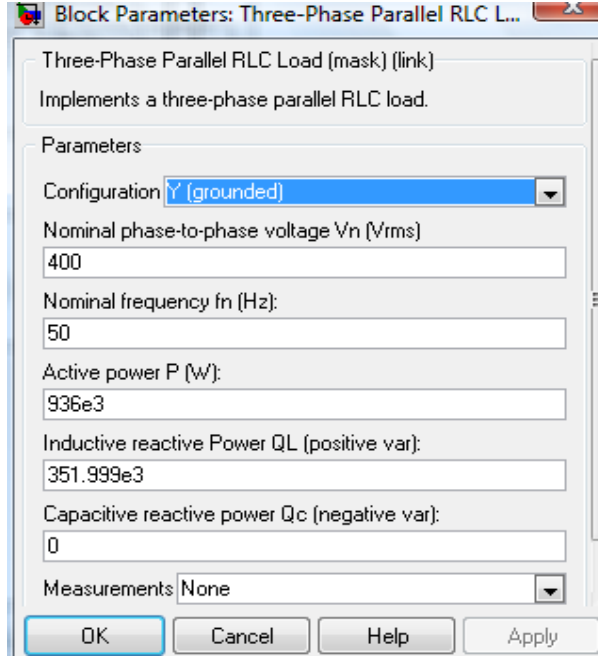
Şekil 4.7. Kraas Alışveriş Merkezi Civarındaki Trafonun Çıkının A Fazından Geçen Akımın Grafiği

0.00001 saniyelik discrete (ayrık zamanda), 1,5 saniye matlab simulinkin çalıştırılmasıyla yukarıdaki grafik bulunmuştur. Kraas civarında trafoda A fazında başlangıçta 0-0.02 saniye arasında akım tepe noktasına çıkmış (1470 A) civarı ve 0,2 saniyede 1424 A, 0,4 saniyede 1395 A, 0,6 saniyede 1376 A, 0,8 saniyede 1366 A, 1 saniyede 1360, 1,4 saniye den sonra akım yaklaşık 1355 A seviyesindedir.

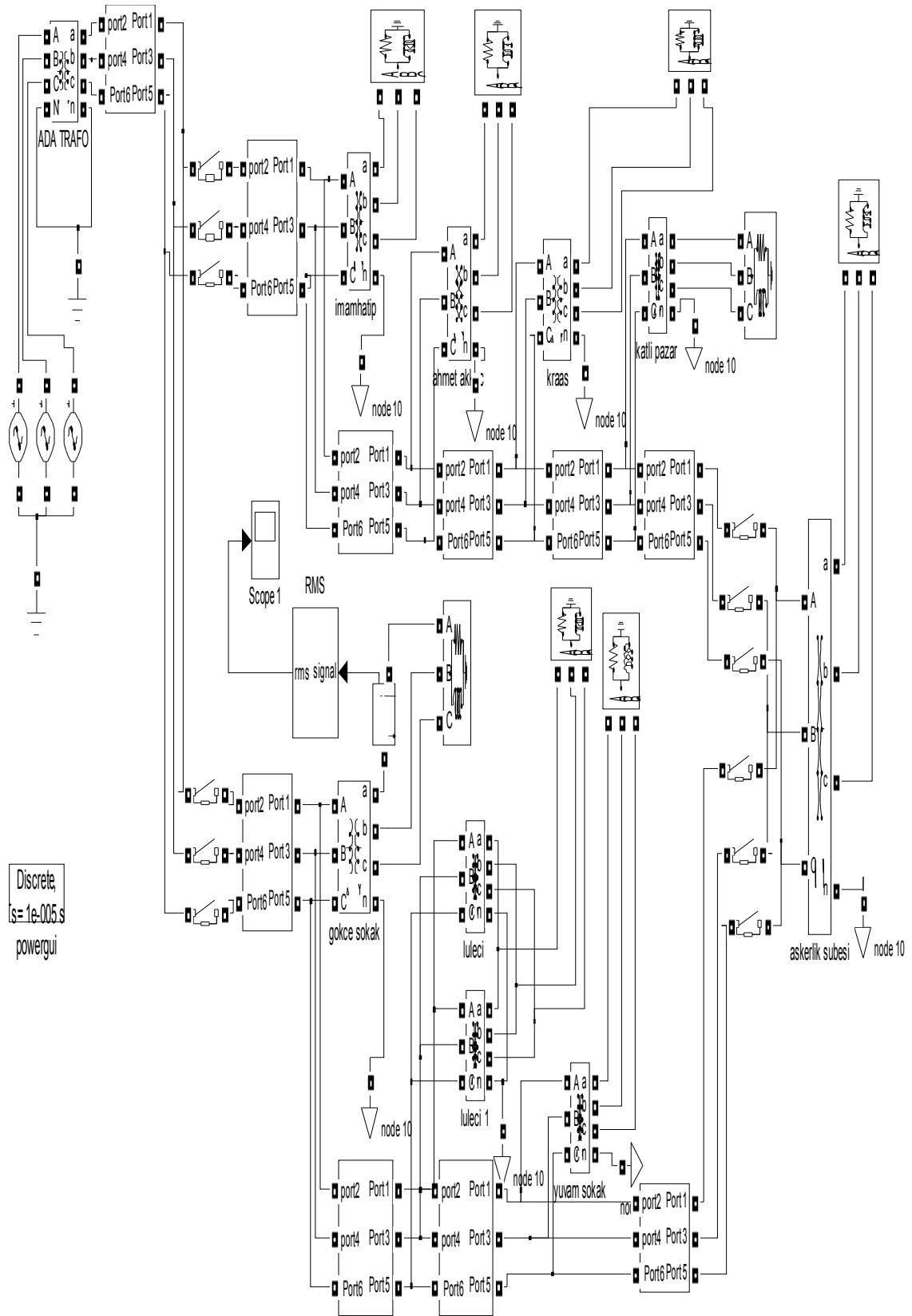
$S=1000$ kVA, $f=50$ hz değerinde olan kraas alışveriş merkezi civarındaki trafoda;

$\text{COS } \emptyset=0,936$ (Müşterinin çektiği akımın oranı)

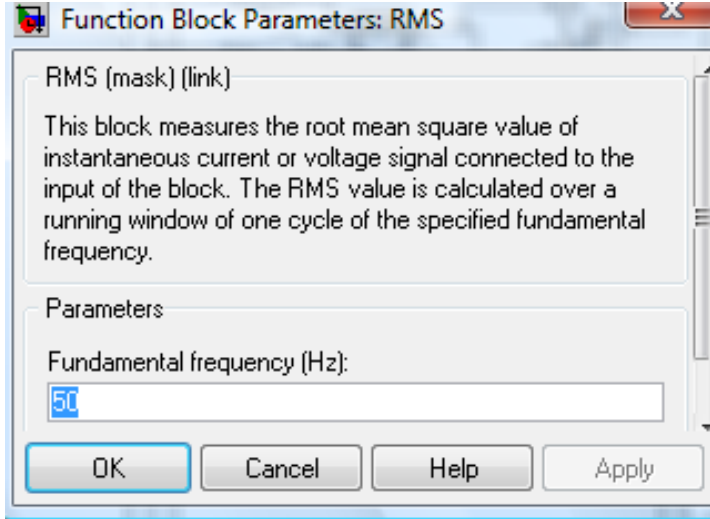
$P=1000 \cdot \cos \emptyset=1000 \cdot 0.936=936$ kW $Q_L=1000 \cdot \sin 20.609=351.999$ kVAR



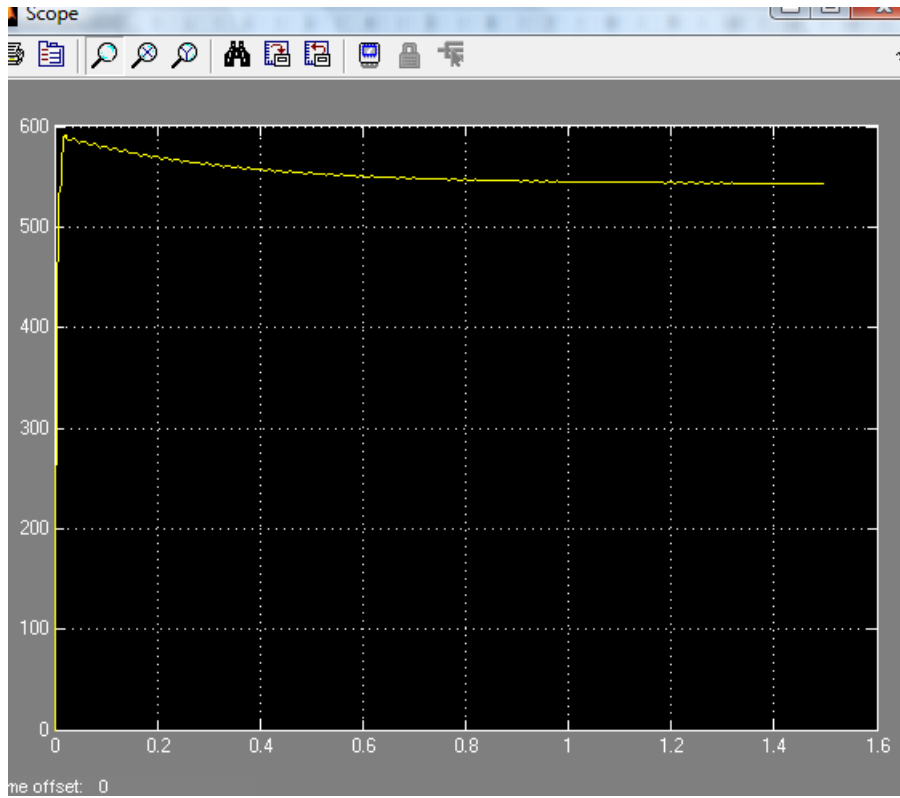
Şekil 4.8. Kraas Alışveriş Merkezi Civarındaki Trafonun Beslediği Müşterinin P (aktif güç), Q_L (endüktif reaktif güç) Değerleri



Şekil 4.9. Gökçe Sokak Civarındaki Trafonun Çıkımın A Fazından Geçen Akımın Grafiğinin Bulunması İçin Matlab Simulinkte Modellenmesi



Şekil 4.10. İşaretin (karakökünün ortalamasını bir periyot boyunca alır) Blok Parametreleri



Şekil 4.11. Gökçe Sokak Civarındaki Trafonun Çıkışının A Fazından Geçen Akımın Grafiği

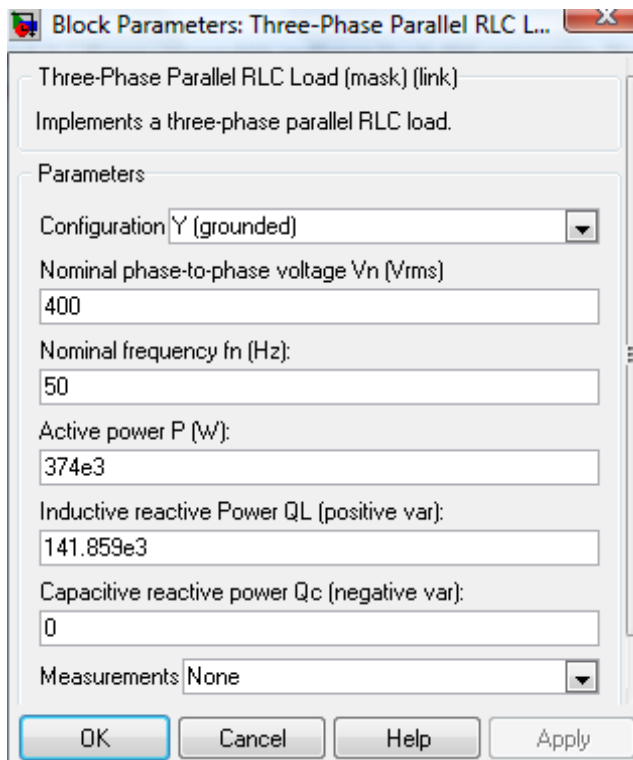
0.00001 saniyelik discrete (ayrık zamanda), 1.5 saniye matlab simulinkin çalıştırılmasıyla yukarıdaki grafik bulunmuştur. Kraas civarında A fazında başlangıçta 0-0.02 saniye arasında akım tepe noktasına çıkmış (592 A) civarı ve 0.2

saniyede 570 A, 0.4 saniyede 558 A, 0.6 saniyede 551 A, 0.8 saniyede 547 A, 1 saniyede 545 A, 1.4 saniye den sonra akım yaklaşık 543.5 A seviyesindedir.

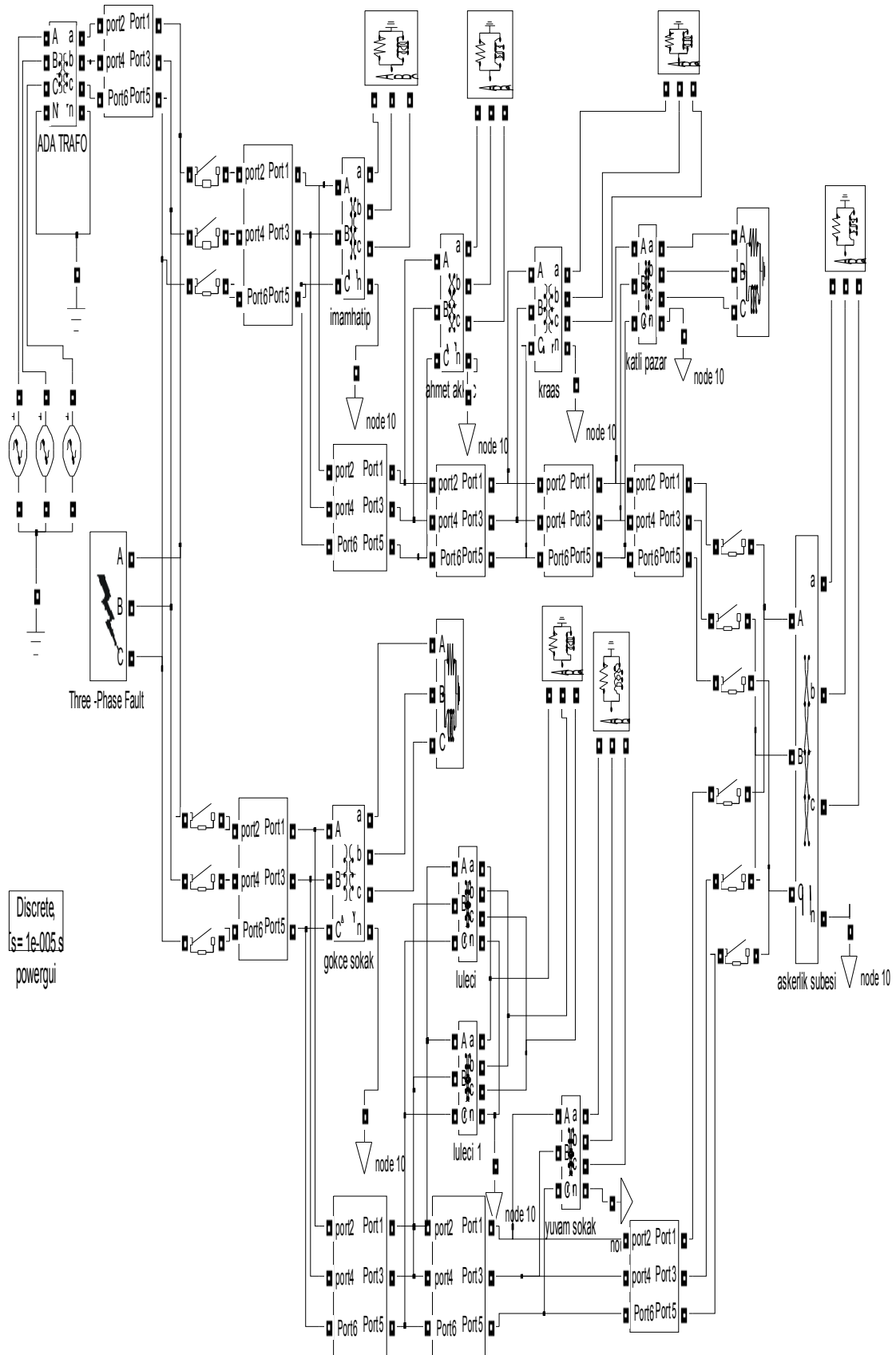
$S=400$ kVA, $f=50$ Hz değerinde olan kraas civarındaki trafoda;

$\text{COS } \varnothing=0,935$ (Müşterinin çektiği akımın oranı)

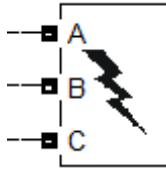
$P=400 \cdot \cos \varnothing=1000 \cdot 0.935=374$ kW $Q_L=400 \cdot \sin 20.771=141.859$ kVAR



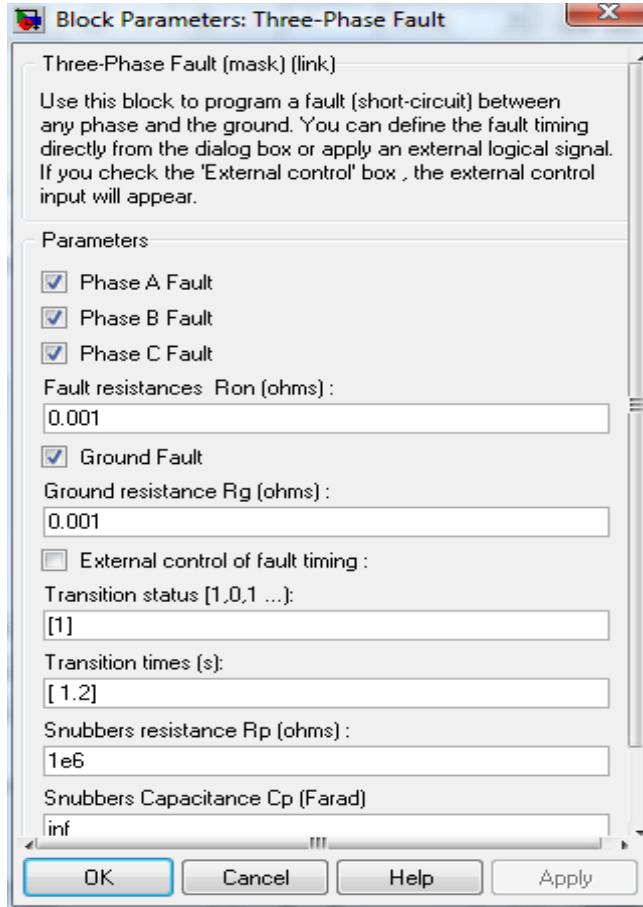
Şekil 4.12. Gökçe Sokak Civarındaki Trafonun Beslediği Müşterinin P (aktif güç), QL (endüktif reaktif güç) Değerleri



Şekil 4.13. Ada Trafo-Stadyum Dağıtım Sisteminde Stadyumdaki Kesicilerde Üç Faz Kısa Devre Olması Durumunda Simulink Modeli



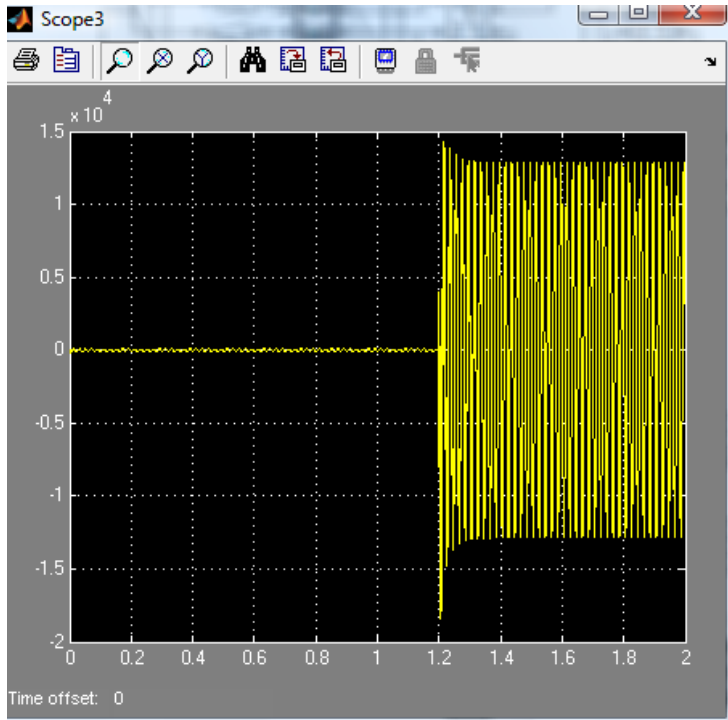
Şekil 4.14 . Üç faz Kısa Devre Hatasının Simulink Modeli



Şekil 4.15. Üç faz Kısa Devre Hatasının Blok Parametreleri

Transition status: geçiş durumu

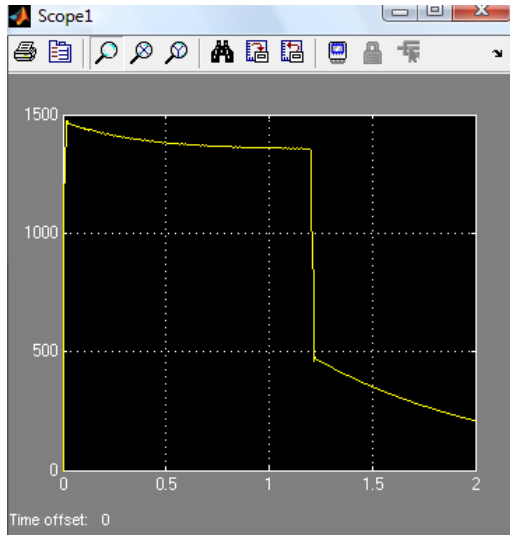
Transition time: geçiş zamanı



Şekil 4.16. Stadyumdaki Kesicilerde Sistem Çalıştıktan 1.2 Saniye Sonra 3 faz Kısa Devre Olması Durumunda Stadyum Çıkışında C Fazından Akan Akımın Grafiği

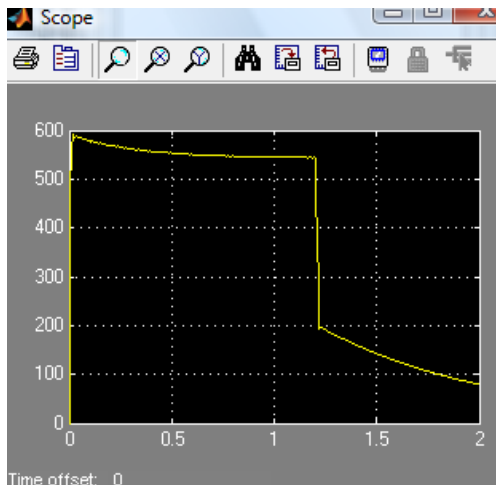
Stadyumda bulunan kesicilerin seçimini yapmak için şekil 4.16.'daki grafiğe baktığımızda 1.2 saniye anında kesici üzerinden 1.43 kA değerinde yaklaşık olarak akım geçmektedir. Kesici seçimi 1.43 kA değerinin bir üstüne dayanabilen kesici olmalıdır.

Stadyumdaki kesicilerde sistem çalıştıktan 1.2 saniye sonra 3 faz kısa devre olması durumunda Kraas alışveriş merkezi civarında ve gökçe sokak civarında bulunan trafoların çıkışındaki A fazından geçen akım grafikleri Şekil 4.7 ve Şekil 4.11.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.17. Stadyumdaki Kesicilerde Sistem Çalıştıktan 1.2 Saniye Sonra 3 Faz Kısa Devre Olması Durumunda Kraas Alışveriş Merkezi Civarında Bulunan Trafonun Çıkışında A Fazından Akan Akımın Grafiği

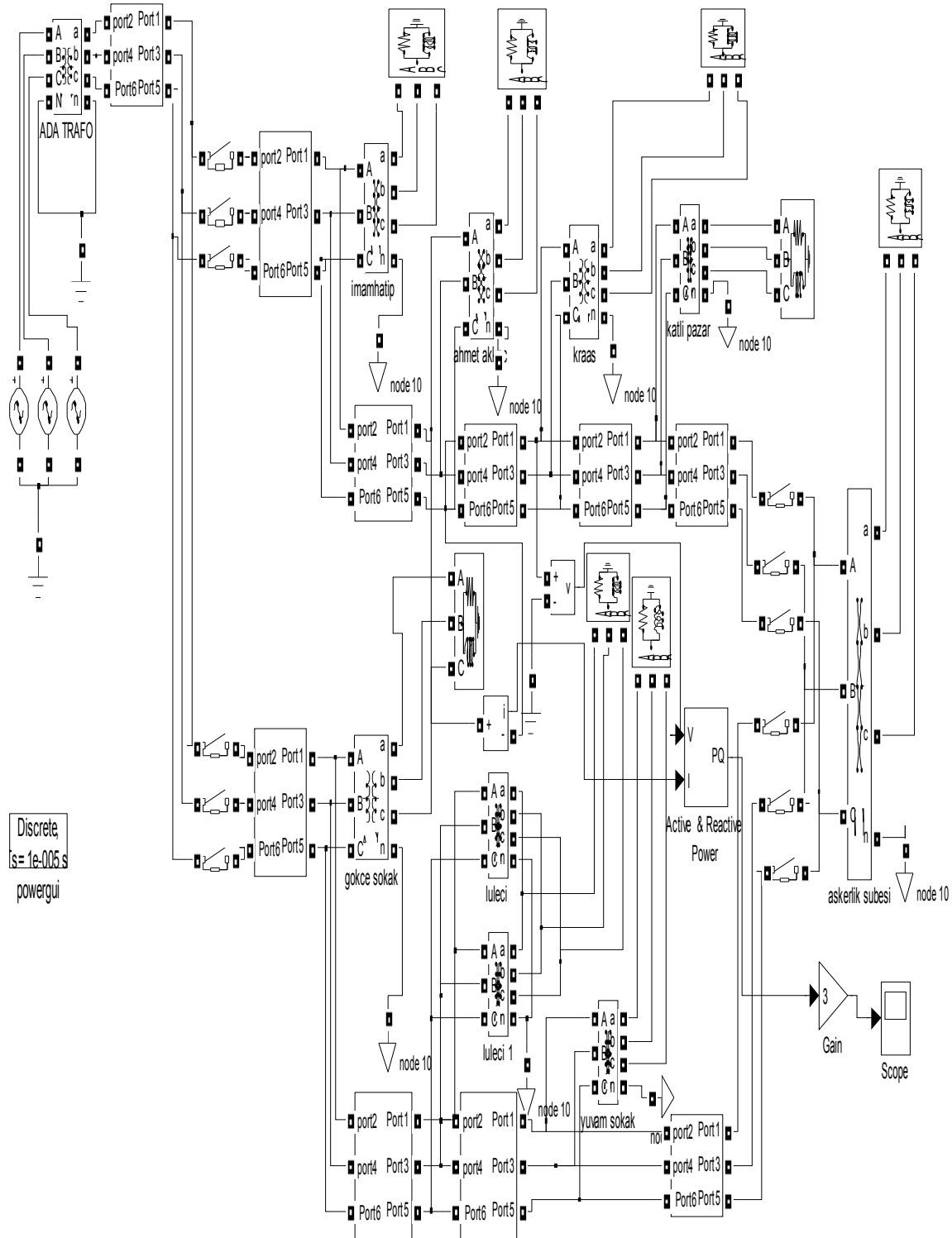
Sistem çalıştırıldıktan 1.22 saniye civarında Kraas alışveriş merkezi civarındaki trafonun A fazından geçen akım 460 A düşmektedir. Gittikçe sıfır değerine doğru azalmaktadır. Üç faz kısa devre devre olmadan önce 1.4 saniye civarında 1355 A akıyordu. Sistem belli bir zaman sonra çökecektir.



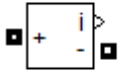
Şekil 4.18. Stadyumdaki Kesicilerde Sistem Çalıştıktan 1.2 Saniye Sonra 3 Faz Kısa Devre Olması Durumunda Gökçe Sokak Civarında Bulunan Trafonun Çıkışında A Fazından Akan Akımın Grafiği

Sistem çalıştırıldıktan 1.22 saniye civarında Gökçe sokak civarındaki trafonun A fazından geçen akım 193 A düşmektedir. Gittikçe sıfır değerine doğru azalmaktadır.

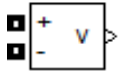
Üç faz kısa devre devre olmadan önce 1.4 saniye civarında 543.5 A akım akmaktaydı. Sistem belli bir zaman sonra çökecektir.



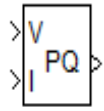
Şekil 4.19. Ada Trafo-Stadyum Dağıtım Sisteminde Ahmet Akkoç Civarındaki Trafo ile Kraas Alışveriş Merkezi Civarındaki Üç Faz Toplam Aktif Güç ve Reaktif Gücün Bulunması İçin Oluşturulan Matlab Simulink Modeli



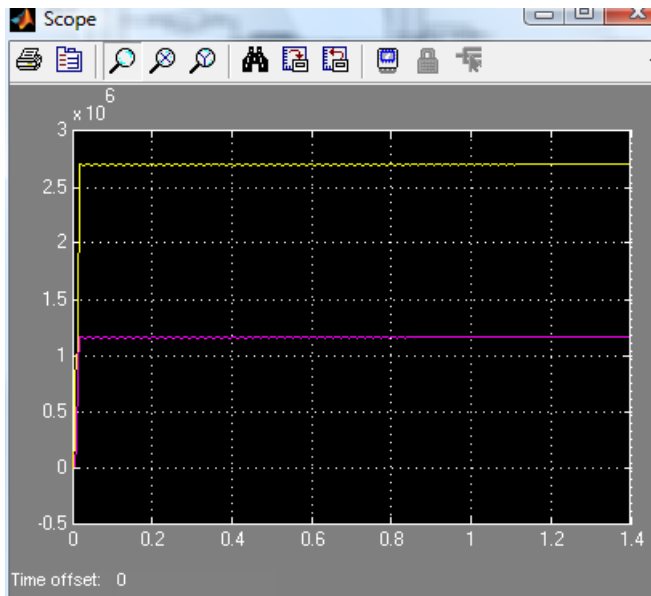
Şekil 4.20. Akım Ölçü Aleti Simulink Bloğu



Şekil 4.21. Gerilim Ölçü aleti Simulink Bloğu



Şekil 4.22 .Tek Faz İçin Aktif Güç ve Reaktif Gücün Bulunması İçin Simulink Bloğu



Şekil 4.23. Ahmet Akkoç Civarındaki Trafo ile Kraas Alışveriş Merkezindeki Trafolar Arasındaki Üç Faz Toplam Aktif Güç ve Reaktif Güç Değerleri Grafiği

P:Aktif Güç Q:Reaktif Güç

Grafikte Ahmet Akkoç civarındaki trafo ile Kraas alışveriş merkezindeki trafo arasında başlangıç anında sabit kaldığı yere kadar (sabit kalmıyor küçük değişimler oluyor) $P=2.7$ MW $Q=1.16$ MVAR oluyor.

4.1. Ada Trafo-Stadyum Enerji Dağıtım Sisteminde Çeşitli Noktalarda Normal Çalıştırma, Kısa Devre Durumunda Akım Değerleri ve Aktif-Reaktif Güç Değerleri

Tablo 4.1. Ada Trafo-Stadyum Dağıtım Sisteminde Dengeli Sistemde Trafoların Giriş ve Çıkışlarında A Fazından Akan Akım Değerleri (Sistemin Normal Çalışması)

		0.02 sn	0.2 sn	0.6 sn	1 sn	1.4 sn
1-İmamhatip civarındaki trafo						
	Giriş :	7.071 A	6.763 A	6.455 A	6.362 A	6.335 A
	Çıkış:	589.7 A	570.5 A	550.9 A	545.1 A	543.4 A
2-Ahmet Akkoç İ.Ö.O civarındaki trafo						
	Giriş :	17.6 A	16.88 A	16.11 A	15.86 A	15.78 A
	Çıkış:	1468 A	1424 A	1376 A	1360 A	1355 A
3-Kraas alışveriş merkezi civarındaki trafo						
	Giriş :	17.57 A	16.85 A	16.1 A	15.86 A	15.77 A
	Çıkış:	1467 A	1423 A	1375 A	1359 A	1354 A
4-Katlı Pazar yeri civarındaki trafo						
	Giriş :	17.59 A	16.86 A	16.1 A	15.85 A	15.77 A
	Çıkış:	1468 A	1423 A	1375 A	1359 A	1354 A
5-Askerlik şubesi civarındaki trafo						
	Giriş :	17.64 A	16.88 A	16.1 A	15.85 A	15.77 A
	Çıkış:	1471 A	1425 A	1375 A	1359 A	1354 A
6-Yuvam sokak civarındaki trafo						
	Giriş :	17.59 A	16.87 A	16.1 A	15.85 A	15.77 A
	Çıkış:	1468 A	1424 A	1375 A	1359 A	1354 A
7-Lüleci sokak civarındaki trafo						
	Giriş :	35.24 A	33.77 A	32.22 A	31.71 A	31.55 A
	Çıkış:	2940 A	2850 A	2751 A	2719 A	2709 A
8-Gökçe sokak civarındaki trafo						
	Giriş :	7.07 A	6.76 A	6.452 A	6.36 A	6.333 A
	Çıkış:	589.6 A	570.3 A	550.7 A	544.9 A	543.3 A

Adapazarı Tedaş 'ın stadyum dağıtım sisteminde sistem içindeki trafoların A fazına (primer) giren ve trafoların (sekonder) tarafından çıkan akım değerleri (sistemin normal çalıştığı kabul edilerek) tablo 4.1.'de gösterilmiştir.

Böylece matlab simulinkte bir sistemin modellenmesi sonucunda sistemin herhangi bir noktasında akım değerleri bulunmaktadır. Bu akım değerlerine bakılarak kesici, sigorta, termik magnetik şalterler seçilmektedir.

Tablo4.2. Ada Trafo-Stadyum Dağıtım Sisteminde Sistemin Çalışmaya Başlamasından 0.5 Saniye Sonra Stadyum Kesici Girişinde Üç Faz Kısa Devre Durumunda Trafoların Giriş ve Çıkışında A Fazından Akan Akım Değerleri

	0.6 sn	1 sn	1.4 sn
1-İmamhatip civarındaki trafo			
Giriş :	1.554 A	0.979 A	0.617 A
Çıkış:	115.2 A	72.5 A	45.58 A
2-Ahmet Akkoç İ.Ö.O civarındaki trafo			
Giriş :	3.682 A	2.433 A	1.608 A
Çıkış:	273.8 A	180.7 A	119.2 A
3-Kraas alışveriş merkezi civarındaki trafo			
Giriş :	3.671 A	2.416 A	1.59 A
Çıkış:	272.9 A	179.4 A	117.9 A
4-Katlı Pazar yeri civarındaki trafo			
Giriş :	3.718 A	2.434 A	1.594 A
Çıkış:	276.4 A	180.8 A	118.2 A
5-Askerlik şubesi civarındaki trafo			
Giriş :	3.795 A	2.471 A	1.609 A
Çıkış:	282.1 A	183.5 A	119.3 A
6-Yuvam sokak civarındaki trafo			
Giriş :	3.705 A	2.434 A	1.599 A
Çıkış:	275.4 A	180.7 A	118.6 A
7-Lüleci sokak civarındaki trafo			
Giriş :	7.453 A	4.903 A	3.226 A
Çıkış:	554.1 A	364.1 A	239.2 A
8-Gökçe sokak civarındaki trafo			
Giriş :	1.56 A	0.9789 A	0.6142 A
Çıkış:	115.7 A	72.49 A	45.37 A

Sistem çalışırken en ciddi kısa devrelerden biri olan üç faz kısa devre stadyum kesici girişinde uygulanarak sistem içindeki trafoların A fazına (primer) giren ve trafoların (sekonder) tarafından çıkan akım değerleri (üç faz kısa devre durumunda) Tablo 4.2.' de gösterilmiştir.

Sistemin herhangi bir noktasında bir kısa devre olması durumunda sistem içinde istenilen bir noktada akım değerleri bulunmakta, sistem içinde bulunan kesici, sigorta, termik magnetik şalter v.b devre elemanlarının sistem için yeterli değerde olup olmadığı anlaşılabilir.

Tablo4.3. Ada Trafo Stadyum Dağıtım Sisteminde Trafo Girişlerindeki Üç Faz Toplam Aktif ve Reaktif Güç Değerleri

		0.2 sn	0.6 sn	1 sn	1.4 sn
1-İmamhatip civarındaki trafo					
Giriş :	P:	336 kw	335.6 kw	335.3 kw	335.2 kw
	Q:	144.6 kvar	144.6 kvar	144.6 kvar	144.6 kvar
2-Ahmet Akkoç İ.Ö.O civarındaki trafo					
Giriş :	P:	832.2 kw	831.2 kw	830.6 kw	830.3 kw
	Q:	367.9 kvar	367.9 kvar	367.9 kvar	367.9 kvar
3-Kraas alışveriş merkezi civarındaki trafo					
Giriş :	P:	832.9 kw	831.9 kw	831.4 kw	831.1 kw
	Q:	365.5 kvar	365.5 kvar	365.6 kvar	365.6 kvar
4-Katlı Pazar yeri civarındaki trafo					
Giriş :	P:	831.7 kw	830.7 kw	830.2 kw	829.9 kw
	Q:	367.7 kvar	367.7 kvar	367.7 kvar	367.7 kvar
5-Askerlik şubesi civarındaki trafo					
Giriş :	P:	829.6 kw	828.5 kw	828 kw	827.7 kw
	Q:	372.1 kvar	372.1 kvar	372.1 kvar	372.1 kvar
6-Yuvam sokak civarındaki trafo					
Giriş :	P:	831.9 kw	830.9 kw	830.3 kw	830 kw
	Q:	367.8 kvar	367.8 kvar	367.8 kvar	367.8 kvar
7-Lüleci sokak civarındaki trafo					
Giriş :	P:	1662 kw	1660 kw	1659 kw	1658 kw
	Q:	740.1 kvar	740.2 kvar	740.2 kvar	740.2 kvar
8-Gökçe sokak civarındaki trafo					
Giriş :	P:	335.9 kw	335.5 kw	335.3 kw	335.1 kw
	Q:	144.6 kvar	144.6 kvar	144.6 kvar	144.6 kvar

Adapazarı Tedaş dağıtım sisteminde trafoların giriş noktalarında üç faz toplam aktif ve reaktif güçler Tablo 4.3.'de gösterilmiştir. Matlab simulinkte sistemin modellenmesi sonucunda sistem içinde tüm noktalarda aktif ve reaktif güç değerleri bulunmaktadır. Böylece sistem içinde trafoların müşteri tarafında kompanzasyon ihtiyacı olup olmadığı belirlenebilmektedir.

Tablo4.4. Ada Trafo-Stadyum Dağıtım Sisteminde Trafolar Arasındaki Üç Faz Toplam Aktif ve Reaktif Güç Değerleri

	0.2 sn	0.6 sn	1 sn
1-İmamhatip-Ahmet Akkoç civarındaki trafolar arası			
P:	2.433 Mw	2.43 Mw	2.429 Mw
Q:	1.05 Mvar	1.051 Mvar	1.051 Mvar
2-Ahmet Akkoç-Kraas alış.merkezi civarındaki trafolar arası			
P:	2.709 Mw	2.706 Mw	2.704 Mw
Q:	1.159 Mvar	1.159 Mvar	1.16 Mvar
3-Kraas alış.merkezi-Katlı Pazar yeri civarındaki trafolar arası			
P:	0.7681 Mw	0.7682 Mw	0.7666 Mw
Q:	0.3616 Mvar	0.3616Mvar	0.3616 Mvar
4-Yuvam sokak-Askerlik şubesi civarındaki trafolar arası			
P:	0.8932 Mw	0.8921 Mw	0.8915 Mw
Q:	0.3625 Mvar	0.3625Mvar	0.3625 Mvar
5-Lüleci Sokak -Yuvam sokak civarındaki trafolar arası			
P:	1.725 Mw	1.723 Mw	1.722 Mw
Q:	0.7094 Mvar	0.7095Mvar	0.7095 Mvar
6-Gökçe sokak-Lüleci Sokak civarındaki trafolar arası			
P:	3.387 Mw	3.383 Mw	3.381 Mw
Q:	1.434 Mvar	1.434 Mvar	1.434 Mvar

Adapazarı Tedaş dağıtım sisteminde trafolar arasındaki üç faz toplam aktif ve reaktif güçler Tablo 4.4.'de gösterilmiştir.

Böylece matlab simulinkte güç akışı analizleri yapılmakta sistemin herhangi bir noktasında aktif ve reaktif güç değerleri bulunabilmektedir.

BÖLÜM 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Simulink programı kullanılarak, Adapazarı Tedaş Ada Trafo – Stadyum elektrik dağıtım sisteminde çeşitli noktalarda kısa devre ve güç akışı incelenmiştir. Simulink vasıtası ile modelleme yapılarak çok karmaşık sistemler basit birimlere indirgenebilmektedir. Sistemler ayrıntılı biçimde analiz edilerek sorunlar çözülmekte, tasarımlar yapılmaktadır. Uygulama olarak Sakarya Tedaş Elektrik Dağıtım A.Ş.'nin Ada Trafo - Stadyum Dağıtım sistemi modellenmiştir. Akım, gerilim ve aktif - reaktif güç değerleri yükün durumuna göre analiz edilmiştir.

Sistemde 100 MVA görünür gücünde 1 adet, 400 kVA görünür gücünde 2 adet, 2000 kVA görünür gücünde 1 adet ve 1000 kVA görünür gücünde 5 adet trafo, 1*95+16 mm² ve 1*240 +25 mm² kablo kesitleri kullanılmıştır. Sistemin normal çalışması durumunda;

1- S=400 kVA gücündeki 2 adet trafodan 0.02 ile 1.4 saniye arası 7-6.3 A (primer tarafı), 589-543 A (Sekonder tarafı) akım geçmiştir. Üç faz aktif ve reaktif güç değeri trafonun primer tarafında P= 336 kW (aktif güç) ,Q=144 kVAR (reaktif güç) civarındadır.

2- S=1000 kVA gücündeki 5 adet trafodan 0.02 ile 1.4 saniye arası 17.6-15.8 A (primer tarafı), 1470-1355 A (Sekonder tarafı) akım geçmiştir. Üç faz aktif ve reaktif güç değeri trafonun primer tarafında P= 832 kW (aktif güç) , Q=367 kVAR (reaktif güç) civarındadır.

3- S=2000 kVA gücündeki 5 adet trafodan 0.02 ile 1.4 saniye arası 35.2-31.6 A (primer tarafı), 2940-2709 A (Sekonder tarafı) akım geçmiştir. Üç faz aktif ve

reaktif güç değeri trafonun primer tarafında $P= 1660$ kW (aktif güç) , $Q=740$ kVAR (reaktif güç) civarındadır.

Stadyumda bulunan kesici girişinde üç faz kısa devre olması durumunda herhangi bir fazda bir sistemde 1.2 saniye anında kesici üzerinden 1.43 kA değerinde yaklaşık olarak akım geçmektedir. Kesici seçimi 1.43 kA değerinin bir üstüne dayanabilen kesici olmalıdır. Bunun gibi sistem üzerinde çeşitli noktalarda kısa devre analizleri yaparak uygun değerde kesici, ayırıcı, sigorta, röle değerleri seçilebilir.

Adapazarı Ada Trafo-Stadyum dağıtım sisteminde Ahmet Akkoç civarındaki trafo ile Kraas alışveriş merkezindeki trafo arasındaki üç faz toplam aktif ve reaktif gücü bulmak için sisteme simulink blokları bağladığımızda $P=2.7$ MW $Q=1.16$ MVAR olarak buluyoruz. Bu örnek gibi enerji dağıtım sistemi içinde istediğimiz noktalardaki aktif ve reaktif güç değerlerini bulabiliriz.

Tedaş Ada Trafo-Stadyum dağıtım sistemi sistemin bir parçasıdır. Bu modelleme Sakarya Elektrik Dağıtım Anonim Şirketinden gelen talep üzerine, ileride yapılacak çalışmalara bir ışık tutma, bir başlangıç oluşturma amacıyla yapılmıştır. Bu simulink modeli genişletilerek bütün Adapazarı dağıtım sistemi içinde simulink modeli oluşturulabilir, kısa devre ve güç analizleri yapılabilir. Bu Ada Trafo-Stadyum sisteminin modellemesinde sistemin dağıtım sisteminin bir kısmı modellenmiş, dağıtım sistemindeki hatlar, trafolar, yükler tanımlanmış, bunların hesaplamaları yapılmıştır. Daha sonra simulink ortamında bu parametrelerin nasıl uygulanacağı anlatılmıştır.


Sistemin çeşitli noktalarında normal çalışma durumunda ve kısa devre anında akım, aktif ve reaktif güç değerleri bulunmuştur. Böylece herhangi bir sorun anında gerçek sistemi modelleyip analiz ettiğimizde, çıkabilecek sorunları önceden hazırlayıp müdahale edebilir ve bilgisayarda modelleme yaparak büyük zaman, enerji ve malzeme kaybindan tasarruf sağlayabiliriz. Kesici, sigorta, termik-magnetik şalter, röle v.b gibi sistem koruma elemanlarını kısa zamanda uygun değerlerde seçerek sistemin düzgün çalışmasını gerçekleştirebiliriz.

KAYNAKLAR

- [1] ARİFOĞLU, U. Matlab 7.04 Simulink ve Mühendislik Uygulamaları, Alfa Yayınları, İstanbul, 2005
- [2] ARİFOĞLU, U. Güç Sistemlerinin Bilgisayar Destekli Analizi, Alfa Yayınları, İstanbul, 2002
- [3] Eltaş Dağıtım ve Güç Transformatörleri (Distribution and Power Transformers)
- [4] SEDAŞ Genel Müdürlüğü, Sakarya İl Müdürlüğü, Tesis Planlama Başmühendisliği, Adapazarı Merkez Orta Gerilim Tek Hat Şeması, Kapalı Spor Salonu – Stadyum İnd. Trf. Merk. Arası
- [5] www.aktemkablo.com 15.01.2008

EKLER

EK-A: S=1000 kVA ve F=50 Hz Değerindeki Trafonun Test Raporu

		ELTAŞ TRANSFORMATÖR SANAYİ VE TİCARET A.Ş. Atatürk Organize Sanayi Bölgesi 10006 Sokak No:21 B.ÇİĞLİ-İZMİR TEL: 0 (232) 376 77 61 (3 Hat) TELEFAKS: 0(232) 376 77 64			
		TRANSFORMATÖR RUTİN TEST RAPORU			
MÜŞTERİ : EVİRİM ELEKTRİK		PROJE NO: MYD.1000.34.AL.AE.25.G			
TARİH : 05.07.2007		RAPOR NO: 07-361			
MARKA : ELTAŞ	MAKİNA NO: 07-170	FABRİKA NO:	TİP :	ELT-1000	
STANDART : MYD-95/012-C	KALİTE GÜVENÇE SİSTEMİ TSE-ISO-EN 9001-2000		İMAL TARİHİ:	07/2007	
GÜÇ (KVA) : 1000	FAZ SAYISI: 3	FREKANS (Hz) : 50	BAĞ.GRUBU:	DYN-11	
GARANTİ EDİLEN DEĞERLER: Po : 2000 W		Pcu : 10500 W	Uk : 6,00 %		
TOLERANSLAR : Po : + 0 %		Pcu : + 0 %	Uk : ± 10 %	TOPLAM KAYIP : + 0 %	
TRANSFORMATÖR GERİLİM VE AKIMLARI					
	GERİLİMLER (V)		AKIMLAR (A)		
	PRİMER	SEKONDER	PRİMER	SEKONDER	
1	28500				
3	30000				
3	31500				
4	33000				
5	34500	400/231	16,735	1443,376	
6	36000				
SARGI DİRENÇLERİNİN ÖLÇÜLMESİ					
TS 267 MADDE 2.3.2. 05.07.2007					
ÖLÇÜM ANINDAKİ SARGI SICAKLIĞI: 32,4 °C					
YG SARGISI (Ω)			AG SARGISI (mΩ)		
R1U1V = 9,72			R2U2N = 0,62		
R1V1W = 9,73			R2V2N = 0,65		
R1W1U = 9,70			R2W2N = 0,65		
KISA DEVRE GERİLİMİNİN VE YÜK KAYIPLARININ ÖLÇÜLMESİ					
TSE 267 MADDE 2.3.4. 05.07.2007					
	AMPERMETRE(A)	VOLTMETRE (V)	WATTMETRE(W)		
SKALA Ç.	1	1,732	1		
ÇARPAN	1	16,757	1192,4	3118	
A.T.*	1 2	16,661	1191,6	2996	
G.T.*	1 3	16,800	1190,6	2978	
ORT :			16,739	1191,53	TOP: 9092
GENEL ÇARPAN	1	1,732	1		
	In = 16,739	Uk = 2064	Pk = 9092		
Wcu (75°C) = 10286,091 W					
75 °C Uk % = 6,0156					
ENDÜKLENEN GERİLİM DENEYİ					
TS 10902 MADDE 2.7 05.07.2007					
GERİLİM	FREKANS	SÜRE	SONUÇ		
800 V	150 Hz	40 sn.	GEÇTİ		
UYGULANAN GERİLİM DENEYİ					
TS 10902 MADDE 2.1.2 05.07.2007					
	GERİLİM	FREKANS	SÜRE	SONUÇ	
Y.G.	70 kV	50 Hz	60 sn.	GEÇTİ	
A.G.	3 kV	50 Hz	60 sn.	GEÇTİ	
ÖLÇÜLEN BÜYÜKLÜKLER			TESTLERDE ELDE EDİLEN DEĞERLER		
BOŞTAKİ KAYIPLARI (W)			1909		
YÜKTEKİ KAYIPLARI (W)			10286		
TOPLAM KAYIPLARI (W)			12195		
% İb			0,928		
% Uk			6,016		
TRANSFORMATÖR TEDAŞ -MYD/95 -012.C ŞARTNAMESİNE UYGUN OLARAK ÜRETİLMİŞTİR.					

EK-B: S=630 kVA ve F=50 Hz Değerindeki Trafonun Test Raporu



ELTAŞ TRANSFORMATÖR SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
Atatürk Organize Sanayi Bölgesi 10006 Sokak No:21 B.ÇİĞLİ-İZMİR
TEL: 0 (232) 376 77 61 (3 Hat) TELEFAXS: 0(232) 376 77 64

TRANSFORMATÖR RUTİN TEST RAPORU

MÜŞTERİ :	ELSA ELEKTRİK			PROJE NO:	MYD.630.34.AL.AE.20.G		
TARİH :	01.08.2007			RAPOR NO:	07-465		
MARKA :	ELTAŞ	MAKİNA NO:	07-322	FABRİKA NO:	TİP :	ELT-630	
STANDART :	MYD-95/012-C	KALİTE GÜVENÇE SİSTEMİ TSE-ISO-EN 9001-2000			İMAL TARİHİ:	08/2007	
GÜÇ (KVA) :	630	FAZ SAYISI:	3	FREKANS (Hz) :	50	BAĞ.GRUBU:	DYN-11

GARANTİ EDİLEN DEĞERLER: **Po** : 1450 W **Pcu** : 6650 W **Uk** : 4,50 %
TOLERANSLAR : **Po** : + 0 % **Pcu** : + 0 % **Uk** : ± 10 % **TOPLAM KAYIP** : + 0 %

TRANSFORMATÖR GERİLİM VE AKIMLARI				
	GERİLİMLER (V)		AKIMLAR (A)	
	PRİMER	SEKONDER	PRİMER	SEKONDER
1	28500			
2	30000			
3	31500			
4	33000			
5	34500	400/231	10,543	909,327
6	36000			

SARGI DİRENÇLERİNİN ÖLÇÜLMESİ	
TS 267 MADDE 2.3.2.	01.08.2007
ÖLÇÜM ANINDAKİ SARGI SICAKLIĞI:	37,9 °C
YG SARGISI (Ω)	AG SARGISI (mΩ)
R1U1V = 15,15	R2U2N = 1,14
R1V1W = 15,15	R2V2N = 1,16
R1W1U = 15,12	R2W2N = 1,20

BOŞTA KAYIPLARIN VE AKIMLARIN ÖLÇÜLMESİ			
TSE 267 MADDE 2.3.5.	01.08.2007		
	AMPERMETRE(A)	VOLTMETRE (V)	WATTMETRE(W)
SKALA Ç.	1	1,732	1
ÇARPAN	1	7,127	231,32
A.T.*	1	2	671,7
G.T.*	1	2	268,9
	1	3	413,5
ORT :	7,072	231,013	TOP: 1354,1
GENEL ÇARPAN	1	1,732	1
	Ib : 7,072	Un: 400	Po : 1354,1
Ih% :	0,778		

KISA DEVRE GERİLİMİNİN VE YÜK KAYIPLARININ ÖLÇÜLMESİ			
TSE 267 MADDE 2.3.4.	01.08.2007		
	AMPERMETRE(A)	VOLTMETRE (V)	WATTMETRE(W)
SKALA Ç.	1	1,732	1
ÇARPAN	1	10,535	849,4
A.T.*	1	2	1950,2
G.T.*	1	2	1871,3
	1	3	1906,8
ORT :	10,542	848,40	TOP: 5728,3
GENEL ÇARPAN	1	1,732	1
	In = 10,542	Uk= 1469	Pk= 5728

Wcu (75°C) = 6454,598 W

75 °C Uk % = 4,2954

ENDÜKLENEN GERİLİM DENEYİ			
TS 10902 MADDE 2.7	01.08.2007		
GERİLİM	FREKANS	SÜRE	SONUÇ
800 V	150 Hz	40 sn.	GEÇTİ

UYGULANAN GERİLİM DENEYİ				
TS 10902 MADDE 2.1.2	01.08.2007			
	GERİLİM	FREKANS	SÜRE	SONUÇ
Y.G.	70 kV	50 Hz	60 sn.	GEÇTİ
A.G.	3 kV	50 Hz	60 sn.	GEÇTİ

ÖLÇÜLEN BÜYÜKLÜKLER	TESTLERDE ELDE EDİLEN DEĞERLER
BOŞTAKİ KAYIPLARI (W)	1354
YÜKTEKİ KAYIPLARI (W)	6454
TOPLAM KAYIPLARI (W)	7808
% Ib	0,778
% Uk	4,295

TRANSFORMATÖR TEDAŞ -MYD/95-012.C ŞARTNAMESİNE UYGUN OLARAK ÜRETİLMİŞTİR.

EK-C: S=400 kVA ve F=50 Hz Değerindeki Trafonun Test Raporu



ELTAŞ TRANSFORMATÖR SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
Atatürk Organize Sanayi Bölgesi 10006 Sokak No:21 B.ÇİĞLI-İZMİR
TEL: 0 (232) 376 77 61 (3 Hat) TELEFAKS: 0(232) 376 77 64

TRANSFORMATÖR RUTİN TEST RAPORU

MÜŞTERİ : BOLEM ELEKTRİK	PROJE NO: MYD.400.34.AL.AE.24.G
TARİH : 09.05.2007	RAPOR NO: 07-222
MARKA : ELTAŞ MAKİNA NO: 07-106	FABRİKA NO: TİP : ELT-400
STANDART : MYD-95/012-C KALİTE GÜVENÇE SİSTEMİ TSE-ISO-EN 9001-2000	İMAL TARİHİ: 05/2007
GÜÇ (KVA) : 400 FAZ SAYISI: 3	FREKANS (Hz) : 50 BAĞ GRUBU: DYN-11

GARANTİ EDİLEN DEĞERLER: **Po : 1120 W**

Pcu : 4900 W Uk : 4,50 %

TOLERANSLAR : **Po : + 0 %**

Pcu : + 0 %

Uk : ± 10 %

TOPLAM KAYIP : + 0 %

TRANSFORMATÖR GERİLİM VE AKIMLARI

	GERİLİMLER (V)		AKIMLAR (A)	
	PRİMER	SEKONDER	PRİMER	SEKONDER
1	28500			
2	30000			
3	31500			
4	33000			
5	34500	400/231	6,694	577,350
6	36000			

SARGI DİRENÇLERİNİN ÖLÇÜLMESİ

TS 267 MADDE 2.3.2.	09.05.2007
ÖLÇÜM ANINDAKİ SARGI SICAKLIĞI:	27,1 °C
YG SARGISI (Ω)	AG SARGISI (mΩ)
R1U1V = 30,90	R2U2N = 1,70
R1V1W = 30,90	R2V2N = 1,80
R1W1U = 30,90	R2W2N = 1,80

KISA DEVRE GERİLİMİNİN VE YÜK KAYIPLARININ ÖLÇÜLMESİ

TSE 267 MADDE 2.3.4.	09.05.2007				
SKALA Ç.	AMPERMETRE(A)	VÖLTMETRE (V)	WATTMETRE(W)		
1	1	1,732	1		
ÇARPAN	1	6,709	965,1	1401,6	
A.T.*	1 2	6,665	963,6	1394,7	
G.T.*	1 3	6,704	963,9	1368,7	
ORT:		6,693	964,20	TOP: 4165,0	
GENEL ÇARPAN	1	1,732	1		
In =	6,693	Uk=	1670	Pk=	4165

Wcu (75°C) = 4843,962 W

75 °C Uk % = 4,8964

BOŞTA KAYIPLARIN VE AKIMLARIN ÖLÇÜLMESİ

TSE 267 MADDE 2.3.5.	09.05.2007				
SKALA Ç.	AMPERMETRE(A)	VÖLTMETRE (V)	WATTMETRE(W)		
1	1	1,732	1		
ÇARPAN	1	6,874	231,15	586,0	
A.T.*	1 2	5,533	231,13	263,6	
G.T.*	1 3	7,127	230,84	234,0	
ORT:		6,511	231,040	TOP: 1083,6	
GENEL ÇARPAN	1	1,732	1		
Ib :	6,511	Un:	400	Po :	1083,6
Id% :	1,128				

ENDÜKLENEN GERİLİM DENEYİ

TS 10902 MADDE 2.7	09.05.2007		
GERİLİM	FREKANS	SÜRE	SONUÇ
800 V	150 Hz	40 sn.	GEÇTİ

UYGULANAN GERİLİM DENEYİ

TS 10902 MADDE 2.1.2	09.05.2007			
GERİLİM	FREKANS	SÜRE	SONUÇ	
Y.G.	70 kV	50 Hz	60 sn.	GEÇTİ
A.G.	3 kV	50 Hz	60 sn.	GEÇTİ

ÖLÇÜLEN BÜYÜKLÜKLER

TESTLERDE ELDE EDİLEN DEĞERLER

BOŞTAKİ KAYIPLARI (W)	1084
YÜKTEKİ KAYIPLARI (W)	4843
TOPLAM KAYIPLARI (W)	5927
% Ib	1,128
% Uk	4,896

TRANSFORMATÖR TEDAŞ -MYD/95-012.C ŞARTNAMESİNE UYGUN OLARAK ÜRETİLMİŞTİR.

TEST REPORT



EBG Transformatoren GmbH & Co

Test Results transformer	Test department ETP-PB 020.01-0
Type: DOR 112000/130E Ser.no.: 154410	Sheet no.: 1

Standards: IEC / DIN

In addition to routine tests following type-resp. special tests have been performed :

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> No | <input checked="" type="checkbox"/> Lightning impulse test |
| <input type="checkbox"/> Acoustic sound level | <input checked="" type="checkbox"/> Partial discharge measurement |
| <input type="checkbox"/> Temperature rise test | <input type="checkbox"/> Capacitance and loss angle |
| <input type="checkbox"/> Zero-sequence impedance | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> Insulation resistance | |

Results:

referred to 100MVA; 75°C; Tap: 13

No-load loss		No-load current		Load loss		Impedance voltage	
meas.:	guar.:	meas.:	guar.:	meas.:	guar.:	meas.:	guar.:
39,635kW	40,00kW	0,046%	0,100%	345,60kW	345,00kW	11,93%	12,00%

Tolerances for:

commercial: Loss: +0%;
 technical: Loss: +15%; Sum of loss: +10%, Impedance voltage: ±10%,
 No-load current: 30%

Acoustic sound level: Sound pressure level
 Sound power level

Cooling	meas.:	guar.:
ONAN	----dB	----dB
ONAF	----dB	----dB

Temperature rise test:

Cooling	Top oil	HV	LV	
ONAN	----K	----K	----K	----K
ONAF	----K	----K	----K	----K

Temperature rise limit
 Top oil: 55 K
 Winding: 60 K

Connection:

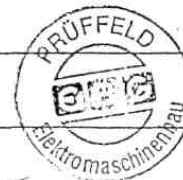
Vector group: YNyn 0
Present voltage as delivered by EBG: 154000/33600V

Results of electrical tests:

- ♦ Test object has withstood all dielectric tests.
- ♦ All test results are within limited tolerances.

Number of pages of the test record: 26...

Date: 1998 04 03	meas.: Prillinger	Release:
------------------	-------------------	----------

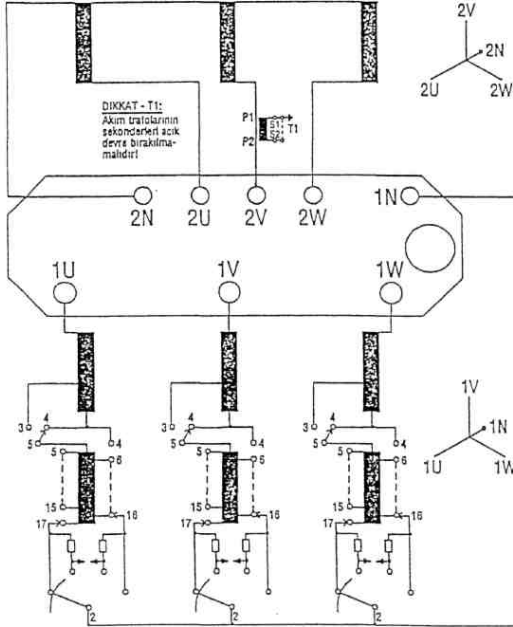




EBG Transformatoren GmbH & Co

3 Fazlı Yağlı-Transformatör

Tipi	DOR 112 000 / 130 E		Seri No	1)	
Standart	IEC 76		İmalat Yılı	3)	
Frekans	Hz 50	Soğutma Tipi	ONAN / ONAF	Cinsi	T
İzolasyon Seviyesi	kV YG / LI 650 AC 275 - 95 AC 92	kV AG / LI 170 AC 70	Bağlantı Grubu	YNyn 0	
Nominal Güç	kVA 80 000 / 100 000	kVA 80 000 / 100 000	Kısa Devre Gerilimi	% 12,75	
Nominal Gerilim	1 177 100	33 600	% 11,93		
	13A, 13, 13B 154 000		10,93		
	25 130 900				
Nominal Akım	A 300 / 375	A 1 375 / 1 718	İlgili Güç	kVA 100 000	
Kısa Devre Akımı	kA 3,50	kA 13,62	Max. Kısa Devre Süresi	s 3	
Yademe Değiştirici	Tipi ELIN - SN / 500 L2 / 350 / 350 / 12 G	Seri No	4)		
	Nominal Akım A	441	İzolasyon Seviyesi	kV LI 350 AC 140	



Poz.	Gerilim V	Akım A		Bağlantı
		ONAN	ONAF	
Yüksek Gerilim Bağlantı Uçları: 1U - 1V - 1W - 1N				
1	177 100	261	326	17
2	175 175	264	330	16
3	173 250	267	333	15
4	171 325	270	337	14
5	169 400	273	341	13
6	167 475	276	345	12
7	165 550	279	349	11
8	163 625	282	353	10
9	161 700	285	357	9
10	159 775	289	361	8
11	157 850	293	366	7
12	155 925	296	370	6
13A				5
13	154 000	300	375	4
13B				17
14	152 075	304	380	16
15	150 150	308	385	15
16	148 225	312	390	14
17	146 300	316	395	13
18	144 375	320	400	12
19	142 450	324	405	11
20	140 525	329	411	10
21	138 600	333	417	9
22	136 675	338	422	8
23	134 750	343	428	7
24	132 825	348	435	6
25	130 900	353	441	5

Poz.	Gerilim V	Akım A		Bağlantı
		ONAN	ONAF	
Alçak Gerilim Bağlantı Uçları: 2W - 2V - 2U - 2N				
	33 600	1 375	1 718	

Akım Transformatörü

Tipi	Bağlantı	Akım A	VA	Sınıf	Toplam Ağırlık	t
T1	S1 - S2	1 718 / 1,5	10	3M5	97,30	
					Taşıma Ağırlığı	81,90
					Aktif Kısım Ağırlığı	58,30
					Yağ Ağırlığı	18,50

Siparis No: 5)

T 20 132 A2 - 1)

Linz - Austria

ÖZGEÇMİŞ

Onur Acar, 06.06.1982 de Adapazarı'nda doğdu. İlkokul eğitimini Ahmet Akkoç İlkokulu'nda, orta ve lise eğitimini Sakarya Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2000 yılında Sakarya Anadolu Lisesi Fen Bilimleri Bölümünden mezun oldu. 2001 yılında başladığı Sakarya Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği bölümünü 2005 yılında bitirdi. 2005 yılında Sakarya Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Ana Bilim dalı Elektrik Bölümünde Yüksek Lisansa başladı.2007 yılının mart ayında Sakarya İl Özel İdaresi'nde çalışmaya başladı.Sakarya İl Özel İdaresi'nde Elektrik-Elektronik Mühendisi olarak yapı denetim görevlisi görevini sürdürmektedir