

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BOĞAZIÇI ELEKTRİK DAĞITIM A.Ş. BEYOĞLU
İŞLETME BÖLGESİ 34,5 kV'LUK BİR BESLEME
HATTININ SIMULINK İLE MODELLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elektrik-Elektronik Müh. İker DURSUN

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

Eylül 2006

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BOĞAZIÇI ELEKTRİK DAĞITIM A.Ş. BEYOĞLU
İŞLETME BÖLGESİ 34,5 kV'LUK BİR BESLEME
HATTININ SIMULINK İLE MODELLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elektrik-Elektronik Müh. İlker DURSUN

Enstitü Anabilim Dalı : ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜH.

Enstitü Bilim Dalı : ELEKTRİK

Bu tez 31 / 08 /2006 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Uğur ARİFOĞLU
Jüri Başkanı

Prof. Dr. Ertan YANIKOĞLU
Üye

Yrd. Doç. Dr. Kürşat AYAN
Üye

TEŞEKKÜR

Tezimin her aŐamasında desteğini ve kıymetli zamanını benden esirgemeyen değerli danıŐman hocam Sayın Prof. Dr. Uğur ARİFOğLU' na, çalıŐmalarım boyunca bana destek olan değerli mesai arkadaşlarıma ve tezime zaman ayırmama mÜsamma gÖsteren değerli mÜdÜrüm ErcÜment Kılıçarslan'a, tezimin birçok aŐamasında bilgilerinden istifade ettiğim kıymetli arkadaşım Beyoğlu İŞletme BaŐ Mühendisi Sayın Ali ARSLAN'a, yaŐamım boyunca her konuda destekçim olan aileme ve eŐime teşekkür ederim.

İlker DURSUN

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vi
TABLOLAR LİSTESİ.....	x
ÖZET.....	xi
SUMMARY.....	xii
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2.	
ALTERNATÖR GERİLİMİ İLE YAPILAN ENERJİ DAĞITIM SİSTEMLERİ.....	2
2.1. Alternatör Çıkışının Alçak Gerilim Olması Durumundaki Dağıtım Sistemi.....	2
2.2. Alternatör Çıkışının Orta Gerilim Olması Durumundaki Dağıtım Sistemi.....	5
2.3. Genel Ağ Şebeke (Enterkonnekte) Sistemin Teşkili ve Buna Göre Yapılan Dağıtım Sistemi.....	8
BÖLÜM 3.	
BEYOĞLU BÖLGESİ 34,5 / 0,4 kV GERİLİM SEVİYELERİNDE SIMULINK ORTAMINDA GÜÇ AKIŞI HESABI VE MODELLEMELERİ...	11
BÖLÜM 4.	

BEYOĞLU BÖLGESİ 34,5 / 0,4 kV GERİLİM SEVİYELERİNDE SIMULINK ORTAMINDA ÜÇ FAZ - TOPRAK KISA DEVRE ANALİZİ....	41
BÖLÜM 5.	
SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	52
KAYNAKLAR.....	53
ÖZGEÇMİŞ.....	54

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

A	: Amper
V	: Volt
S	: Görünen güç
P	: Aktif güç
Q	: Reaktif güç
kW	: Kilowatt
kWh	: Kilowatt-saat
kVAr	: Kilo var
kV	: Kilovolt
MW	: Megawatt
MVA	: Mega volt-amper
I	: Akım
U	: Faz-faz arası gerilim
K	: Güç faktörü yükseltme katsayısı
İ.T.M.	: İndirici Trafo Merkezi
D.M.	: Dağıtım Merkezi
G.F.	: Güç Faktörü
A.G.	: Alçak Gerilim
Y.G.	: Yüksek Gerilim

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Enerjinin dağıtılmasına ait alçak gerilim şebekesinin prensip şeması	3
Şekil 2.2. Gerilimin bir trafo yardımı ile yükseltilmesi ve bu gerilimle getirilen enerjinin, gerilimi düşürülüp dağıtılmasına ait A.G. şebekenin prensip şeması.....	4
Şekil 2.3. Trafo sahasında yapılacak A.G. enerji dağıtımının prensip şeması.....	6
Şekil 2.4. Trafo postalarına ait A.G. dağıtım şebekelerinin prensip şeması.....	7
Şekil 2.5. 154 kV'luk bir genel ağ şebeke sistemi (enterkonnekte sistem).....	9
Şekil 3.1. Beyoğlu işletmesi 34,5 kV manevra şeması.....	11
Şekil 3.2. Etiler Ana Dağıtım Merkezi – Levent 9000 Dağıtım Merkezi arasındaki 34,5 kV fider.....	12
Şekil 3.3. Simulink ile çalışma yapılan fider ve dağıtım merkezleri.....	12
Şekil 3.4. Etiler 34,5 kV Ana İndirici Merkez (TR I : Trafo I, TR II : Trafo II, TR III : Trafo III)	13
Şekil 3.5. Levent 9000 34,5 kV Dağıtım Merkezi.....	13
Şekil 3.6. 637 numaralı trafo merkezi.....	13
Şekil 3.7. 905 numaralı trafo merkezi.....	13
Şekil 3.8. 95 mm ² kesitli yer altı kalosu.....	13
Şekil 3.9. 150 mm ² kesitli yer altı kablosu.....	14
Şekil 3.10. 240 mm ² kesitli yer altı kablosu.....	14
Şekil 3.11. Simulink ile 34,5 kV enerji dağıtım sistemi modellemesi ana şeması.....	14
Şekil 3.12. 154 kV kaynak sembolü.....	15
Şekil 3.13. 154 kV kaynak parametreleri.....	15
Şekil 3.14. (154 / 34,5 kV) A.İ.M. alt sistem modellemesi.....	16
Şekil 3.15. (154 / 34,5 kV) A.İ.M. alt sisteminin iç şeması.....	16

Şekil 3.16. Dügüm noktası sembolü.....	17
Şekil 3.17. Dügüm noktası parametreleri.....	17
Şekil 3.18. Kesici sembolü.....	18
Şekil 3.19. Kesici parametreleri.....	18
Şekil 3.20. (154 kV) bara sembolü.....	19
Şekil 3.21. (154 kV) bara parametreleri.....	19
Şekil 3.22. (154/34,5 kV) üçgen/yıldız bağlantılı trafo sembolü.....	20
Şekil 3.23. (154/34,5 kV) üçgen/yıldız bağlantılı trafo parametreleri.....	20
Şekil 3.24. Nötr noktası sembolü.....	21
Şekil 3.25. Nötr noktası parametreleri.....	21
Şekil 3.26. RMS değerleri ölçmek için oluşturulan alt sistem modellemesi.....	21
Şekil 3.27. Gerilim ve akım RMS değerleri alt sistemi.....	21
Şekil 3.28. RMS değerleri ölçmek için oluşturulan modelin iç bağlantı şeması.....	22
Şekil 3.29. Y.G. akım ve gerilim değerlerini gösteren ölçümetre.....	22
Şekil 3.30. Hat empedansı alt sistemi.....	22
Şekil 3.31. Hat empedansı alt sistem iç şeması.....	22
Şekil 3.32. Hat empedansı parametreleri.....	23
Şekil 3.33. Zincirlikuyu D.M. ve Etiler D.M. alt sistem modellemeleri.....	23
Şekil 3.34. Zincirlikuyu D.M. ve Etiler D.M. alt sistem modellemeleri iç şeması.....	23
Şekil 3.35. Fiderdeki yüklerin alt sistem modellemesi.....	24
Şekil 3.36. a. Fiderdeki yüklerin alt sistem modellemesi iç şeması.....	24
Şekil 3.36. b. Fiderdeki yüklerin alt sistem modellemesi iç şeması.....	25
Şekil 3.36. c. Fiderdeki yüklerin alt sistem modellemesi iç şeması.....	26
Şekil 3.37. Bara sembolü.....	27
Şekil 3.38. Bara sembolü iç şeması.....	27
Şekil 3.39. D.M. ölçümetre sembolü.....	27
Şekil 3.40. Yüklerin tamamının tek bir kaynaktan beslenmesi durumunda ölçülen O.G. gerilim ve akım değerleri.....	28
Şekil 3.41. Yüklerin tek bir kaynaktan beslenmesi durumunda diğer kaynağın barasında görülen O.G. gerilim ve akım değerleri.....	29

Şekil 3.42. Yüklerin eşit olarak iki kaynaktan beslenmesi durumunda O.G. gerilim ve akım değerleri.....	30
Şekil 3.43. Devre analizleri için grafiksel kullanıcı arayüzü (Powergui bloğu)...	31
Şekil 3.44. Powergui bloğu iç şeması.....	31
Şekil 3.45. Fabrika 1'in alt sistem modellemesi.....	32
Şekil 3.46. Fabrika 1 alt sistem modellemesi iç şeması.....	32
Şekil 3.47. (34,5 / 0,4 kV) üçgen / yıldız trafo sembolü.....	33
Şekil 3.48. (34,5 / 0,4 kV) üçgen / yıldız trafo parametreleri.....	33
Şekil 3.49. Fabrika yükü sembolü.....	34
Şekil 3.50. Fabrika yükü parametreleri.....	34
Şekil 3.51. Fabrika modeli A.G. gerilim ve akım değerleri.....	35
Şekil 3.52. Fabrika modeli Y.G. gerilim ve akım değerleri.....	36
Şekil 3.53. Fabrika 2 alt sistem modellemesi.....	37
Şekil 3.54. Fabrika 2 alt sistem modellemesi iç şeması.....	37
Şekil 3.55. Fabrika yükü sembolü (omik + endüktif yük).....	37
Şekil 3.56. Fabrika yükü parametreleri.....	38
Şekil 3.57. Kompanzasyon sembolü.....	38
Şekil 3.58. Kompanzasyon parametreleri.....	39
Şekil 4.1. Simulink ile oluşturulan kısa devre modellemesi ana şeması.....	41
Şekil 4.2. 34,5 kV kaynak sembolü.....	42
Şekil 4.3. 34,5 kV kaynak parametreleri.....	42
Şekil 4.4. O.G. gerilim ve akım ölçümetresi.....	42
Şekil 4.5. Kısa devre öncesi ve sonrası O.G. gerilim ve akım değerleri (üç faz – toprak kısa devresi).....	43
Şekil 4.6. Bir önceki şeklin (Şekil 4.5.) daha büyük ölçekli görünümü.....	44
Şekil 4.7. Kısa devre bloğu (üç faz-toprak).....	44
Şekil 4.8. Üç faz-toprak kısa devre bloğunun değerleri (O.G.'de).....	45
Şekil 4.9. (34,5 / 0,4 kV) Üçgen / yıldız bağlantılı dağıtım trafosu.....	45
Şekil 4.10. (34,5 / 0,4 kV) Üçgen / yıldız bağlantılı trafonun değerleri.....	46
Şekil 4.11. Hat empedansı.....	46
Şekil 4.12. Hat empedansı iç şeması.....	46
Şekil 4.13. Bir fazın (A1'in) empedans değerleri.....	47
Şekil 4.14. Kısa devre öncesi ve sonrası A.G. gerilim ve akım değerleri.....	47

Şekil 4.15. Üç faz-toprak kısa devre bloğu.....	48
Şekil 4.16. Üç faz-toprak kısa devre bloğu değerleri (A.G.'de).....	49
Şekil 4.17. Yük modellemesi.....	49
Şekil 4.18. Yük modellemesinin değerleri.....	50
Şekil 4.19. Kısa devre öncesi ve sonrası A.G. gerilim değerleri (tek faz).....	51

TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.1. Güç faktörü yükseltilmesi için kondansatör hesap tablosu.....	40
--	----

ÖZET

Anahtar Kelimeler: Enerji, Elektrik Dağıtım Şebekeleri, Matlab ve Simulink, Simulink ile enerji dağıtım şebekelerinde güç akışı ve kısa devre incelenmesi.

Hazır enerji kaynaklarını ekonomik olarak kullanabilmek çok önemlidir. Artan enerji taleplerini karşılayabilmek için, yüksek teknoloji, yetişmiş insan gücü ve büyük enerji yatırımları gerekmektedir. Standartlara uygun olmayan malzemelerin kullanılmasından veya teknolojiden yeterince faydalanılmamasından doğan kayıpların bedeli, tüketici tarafından ödendiği gibi can ve mal güvenliği açısından da büyük tehlikeler doğurmaktadır. Bu riskleri ve kayıpları asgariye indirmek ve enerji sarfiyatını en uygun seviyede tutmak vazgeçilmez bir hedef olmuştur. Bu hedefi gerçekleştirmenin en etkili yolu; elektrik enerjisinin üretildiği, iletiildiği, dağıtıldığı ve tüketildiği tüm elektrik tesislerinde otomasyon sistemleri kurmaktır. Bu sistemleri kurabilmek için kullanılabilir etkili programlardan biri de şüphesiz Matlab ve Simulink'tir.

Matlab kolayca öğrenilebilen bir programlama dili olmasıyla birlikte aynı zamanda bir teknik işlem platformudur. Matlab, temel matematik ve veri analizi, görsellik, algoritma ve uygulama geliştirmelerinde gelişmiş görsel ve grafiksel araçlar sunar [1]. Bu tez çalışmasında elektrik dağıtım şebekeleri incelenmiş ve Boğaziçi Elektrik Dağıtım A.Ş'nin Beyoğlu İşletme bölgesindeki 34,5 kV'luk bir fiderin, Simulink kullanılarak irdelenmesi ele alınmıştır. Simulink kullanılarak farklı yük aktarımları neticesinde gözlenen akım-gerilim değişimleri, kısa devre akımları ve gerilim düşümleri analiz edilmiştir.

MODELLING A 34,5 kV FEEDER OF BOĞAZİÇİ ELEKTRİK DAĞITIM A.Ş.' S BEYOĞLU REGION WITH SIMULINK

SUMMARY

Key words: Energy, Power Distribution Networks, .Matlab and Simulink, Load Flows and Short-circuit Analysing with Simulink at Power Distribution Networks.

It is so important to use ready energy sources economicly. It requires high technology, qualificated human resources and huge energy costs to provide increasing energy demands. Using non-technologic methods or non-standard materials causes many losts, and these losts are paid by customers and also they cause deaths. Because of that risks, main target is minimising costs and risks and catching optimal settings with energy. The best way to make real that target is, to build energy automation systems at energy providing plants, transmission lines and energy distribution systems. One of the most effective method to build this systems is, using Matlab and Simulink program and its widely toolboxes.

Matlab is an easy-learnable programming language, besides it is a technical process platform. Matlab provides, basic mathematic and data analysis, visuality, algorithm and graphical tools. This thesis contains power distribution systems, and one of 34,5 kV feeder line of Bogazici Electrical Distribution A.Ş.'s Beyoğlu Region is analysed and modelled with simulink. Current and voltage changes, short circuit analysis and voltage decreases are examined with using Simulink when different loads appear.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Bu tez çalışmasında, Boğaziçi Elektrik Dağıtım A.Ş.'ye bağlı Beyoğlu İşletme Müdürlüğü'nün sorumluluk alanındaki 34,5 kV gerilim seviyesinde 18 adet trafo merkezini besleyen iki besleme hattı (fider) incelenmiş ve Simulink kullanılarak farklı yük aktarımları neticesinde gözlenen akım-gerilim değişimleri, kısa devre akımları ve gerilim düşümleri analiz edilmiştir. Çalışmalarda mümkün olduğu kadar gerçek veriler kullanılmış, bazı durumlarda ise gerçeğe en yakın değerler seçilmiştir. Aşağıda şirketin yapısıyla ilgili bazı teknik bilgilere değinilmiştir.

Boğaziçi Elektrik Dağıtım A.Ş. İstanbul Avrupa yakasının enerji dağıtımından ve elektriğin perakende satışından sorumlu bir şirkettir. Yaklaşık 3.500 km² bir coğrafi alanda 3,5 milyon aboneye elektrik dağıtım hizmeti sunmaktadır. Bu maksatla 12 adet işletme müdürlüğü ve 8 adet başmühendislik şeklinde bir teşkilatlanması vardır. TEDAŞ'tan 2004 yılında yaklaşık 16 milyar kWh enerji satın alınmıştır. Satın alınan enerji ile satılan enerji arasındaki 3 milyar kWh'lik kısım da (%19) kayıp ve kaçak elektrik miktarıdır. Şirket, işletme sorumluluğu TEİAŞ'a ait 6.775 MVA kurulu gücü olan 30 adet 154 / 35-10 kV İ.T.M.'den, 35 ve 10 kV enerji nakil hatları ile enerji almaktadır.

Yaklaşık olarak 6400 adedi Boğaziçi Elektrik Dağıtım A.Ş.'ye, 3.400 adedi de 3. şahıslara ait olan toplam 9.800 adet YG/AG trafo vardır. Kurulu güc yaklaşık 8.700 MVA olup bunun 2.400 MVA'sı 3. şahıslara aittir. YG ve AG havai hatların toplam uzunluğu 13.000 km, YG ve AG kablo uzunluğu 15.000 km civarındadır [2].

BÖLÜM 2. ALTERNATÖR GERİLİMİ İLE YAPILAN ENERJİ DAĞITIM SİSTEMLERİ

2.1. Alternatör Çıkışının Alçak Gerilim Olması Durumundaki Dağıtım Sistemi

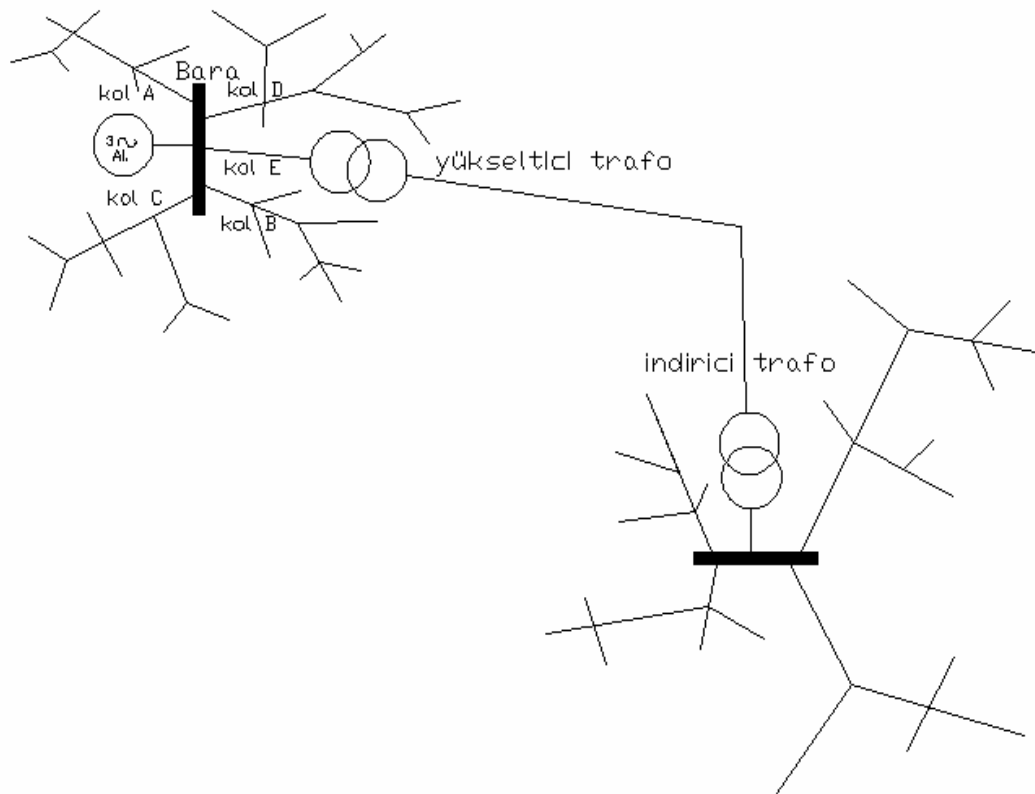
Alternatif akım, alternatif akım jeneratörü veya alternatör adı verilen üreteçlerden elde edilmektedir. Üretilen enerjinin taşınması dolayısıyla da dağıtımının yapılması, alternatörün çıkış gerilimi ile yapılabilir. Alternatörlerin çıkış gerilimleri alçak gerilim grubuna dahil olabileceği gibi orta gerilim grubuna da dahil olabilir. Bu nedenle ayrı ayrı incelenecektir.

Köy, nahiye, küçük kasaba, çiftlik, kamp, benzin istasyonları, otel, motel ve benzeri durumda olan tüketim merkezlerinin ihtiyacı olan enerjiler, müstakil alternatör gruplarından veya dizel elektrojen gruplarından temin edilir. Bu tür grupların çıkış gerilimleri, alçak gerilim grubuna dahil olup genellikle 400/231 voltur ve dağıtım sistemi üç fazlı dört telli yıldız bağlı sistem durumundadır.

Köy, nahiye, küçük kasaba veya çiftliklerin içerisinde veya civarında düşü yüksekliği müsait olan bir akarsuyun mevcut olması ve başka yollardan da gerekli enerjinin teminin mümkün olmaması hallerinde, su türbini ile çalışan alternatör gruplarından istifade edilmektedir. Bu gibi gruplar şayet tüketim merkezlerinin içerisinde veya çok yakınında iseler, enerjinin taşınması ve dolayısıyla da dağıtılması doğrudan doğruya alternatör gerilimi ile olur.

Şayet santral, tüketim sahasının civarında bir yerde ise ve alternatör gerilimi ile enerjinin getirilmesi mümkün olmuyorsa, bu takdirde alternatör çıkış gerilimi, yükseltici bir trafo yardımı ile 6.3, 15 veya 30-35 kV gibi bir gerilime yükseltilir ve enerji bu gerilimle tüketim merkezine getirilir. Burada orta gerilim, düşürücü bir trafo yardımı ile tekrar 400/231 volta düşürülür ve dağıtım bu gerilimle yapılır.

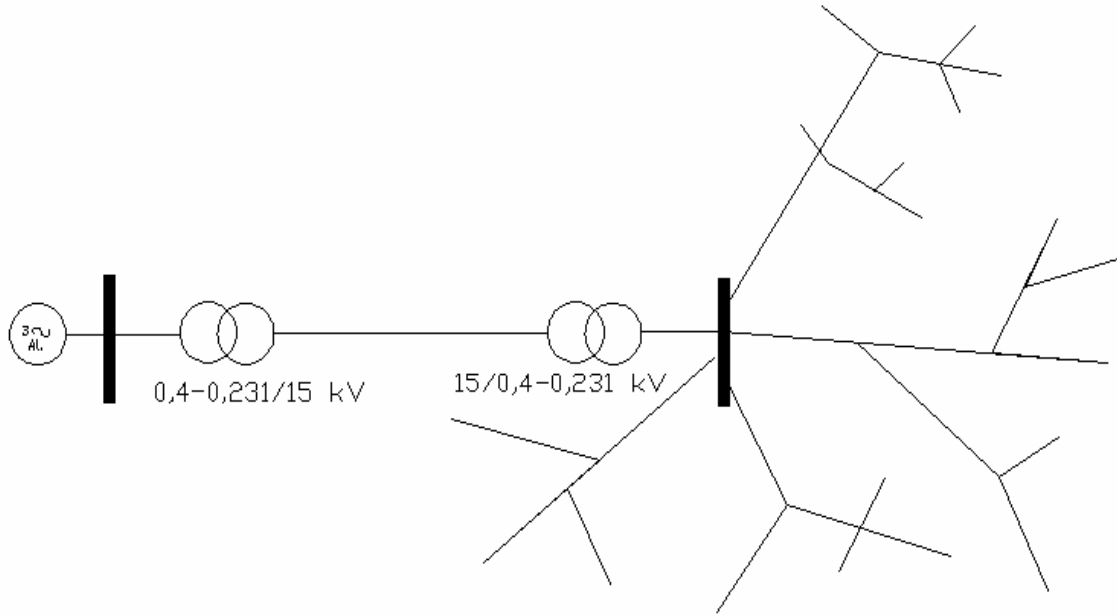
Başlangıçta isimleri belirtilen tüketim merkezlerinin ihtiyaçları bulunan elektrik enerjilerinin, civardan geçen enerji nakil hatları veya kurulacak herhangi tipteki bir santralden temininin mümkün olmaması halinde dizel elektrojen gruplarından istifade edilir. Buradaki alternatörün çıkış gerilimi de 400/231 voltur. Tüketim merkezi; otel, motel, benzin istasyonu veya benzeri durumda olan bina veya bina grupları halinde ise, alçak gerilimli bir enerji dağıtım şebekesine lüzum yoktur. Binalar, gruba ait dağıtım kablosundan direkt olarak beslenebilir. Diğer durumlarda ise dağıtım şebekelerinin yapılması gerekir. Enerjinin, tüketim sahası içersine veya biraz uzağına kurulan, hidroelektrik veya termik bir santralden temin edilmesi ve bunun dağıtılmasına ait alçak gerilim şebekesinin prensip şeması şekil 2.1.'de görülmektedir [3].



Şekil 2.1. Enerjinin dağıtılmasına ait alçak gerilim şebekesinin prensip şeması.

Enerjinin, tüketim sahasının civarında bir yere kurulan santralde üretilmesi ve gerilimin bir trafo yardımı ile yükseltilmesi ve bu gerilimle getirilen enerjinin,

gerilimin düşürülmesini müteakip dağıtılmasına ait alçak gerilimli şebekenin prensip şeması da şekil 2.2’de görülmektedir.



Şekil 2.2. Gerilimin bir trafo yardımı ile yükseltilmesi ve bu gerilimle getirilen enerjinin, gerilimin düşürülüp dağıtılmasına ait AG şebekenin prensip şeması.

Enerjinin temin şekli, ister hidroelektrik, ister termik, ister her iki sistemi de ihtiva eden bir santralden olsun, alçak gerilimli olarak yapılacak dağıtım şebekesinin prensibi aynıdır. Aralarında herhangi bir faz farkı yoktur. Kullanılan hat sistemi de genellikle üç fazlı dört telli yıldız bağlı sistemdir [3].

Üç fazlı alternatif akım, alternatör panosundan veya trafo postasına ait dağıtım panosundan yer altı kablolu olarak A, B, C, D... gibi kollar halinde çıkar ve bu yollar, büyük şehirlerde olduğu gibi ya cadde, meydan, yol ve sokaklar boyunca yer altı kablolu olarak veya havai hatlı olarak devam eder. Enerjinin taşınması ve dağıtılması, bu kollarla yapılır. Işık veya kuvvet abonelerinin bu hatlara bağlanması irtibat veya branşman adı verilen hatlarla olur. Şekillerde bu hatlar gösterilmemiştir.

Enerjinin taşınması üç faz ve bir nötr iletkeninden meydana gelen hat sistemi ile olur. Fakat sarfiyatı az olan abonelerin bu hatlara bağlantıları, bir faz ve nötr iletkeninden

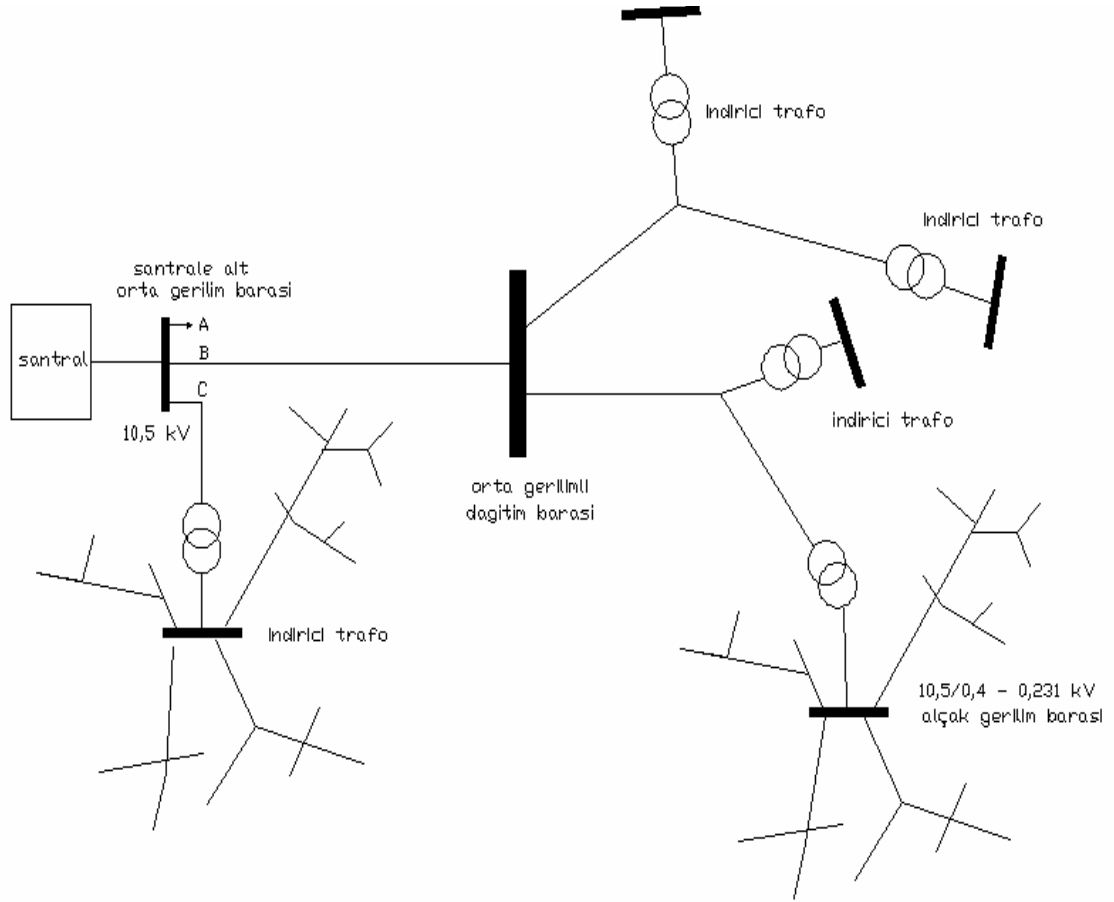
meydana gelen irtibat hatları ile, sarfiyatı fazla olan abonelerin bağlantıları da üç faz ve bir nötr iletkeninden meydana gelen irtibat hatları ile yapılır.

2.2 Alternatör Çıkışının Orta Gerilim Olması Durumundaki Dağıtım Sistemi

Şehir, kasaba, nahiye ve köy gibi tüketim merkezlerinin ihtiyaçları bulunan elektrik enerjilerinin; küçük kapasiteli su türbinleri ve dizel motorları tarafından tahrik edilen ve çıkış gerilimleri alçak gerilim grubuna dahil olan alternatörler tarafından karşılanması, buna göre yapılan dağıtım sistemleri ve enerjinin kWh bedeli pahalı olmaktadır. Bu nedenle bu şehir ve kasabaların puant yüklerinin karşılanması için tesis edilmektedir.

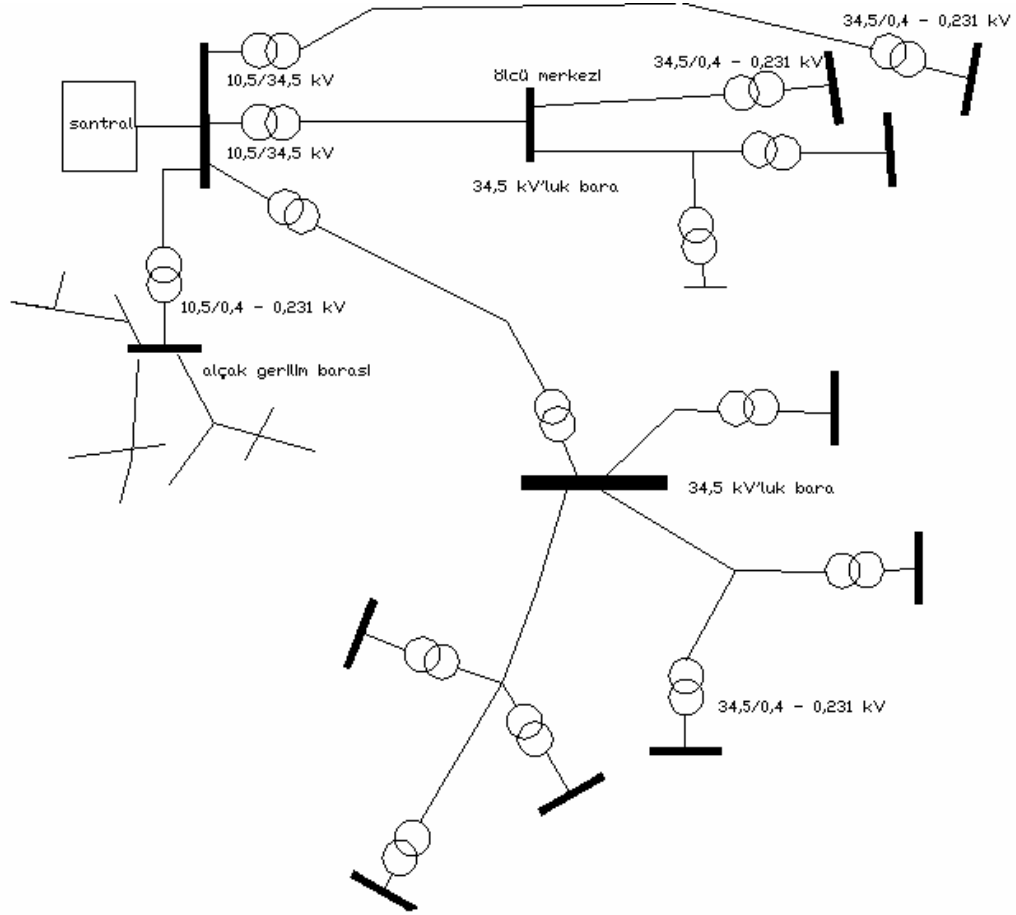
Bu sistemlerin ekonomik olmaması nedeniyle çıkış gerilimleri orta gerilim grubuna dahil bulunan alternatörlerden istifade yoluna gidilmiştir. Bu maksatla, tüketim merkezlerinin yakınında veya civarında düşü yüksekliği müsait olan akar sular varsa hidroelektrik, tabii gaz veya linyit rezervleri mevcutsa termik veya fuel-oil'le çalışan termik santraller kurulmakta ve burada üretilen enerjiden istifade edilmektedir.

Bu gibi santrallere tesis edilen bir veya daha fazla sayıdaki alternatörlerin çıkış gerilimleri; 6.3, 6.9, 10.5, 13.8 ve 14.4 kV tan birine eşit olabilmektedir. Santral ile tüketim merkezleri arasındaki mesafenin, ekonomik bir taşımaya müsait olması halinde üretilen enerji, alternatör çıkış gerilimi ile direkt olarak yapılmaktadır. Tüketim merkezlerine yerleştirilen bir veya daha fazla sayıdaki trafo postaları için düşünülen orta gerilimli enerji dağıtımını da yine aynı gerilimle olmaktadır. Tüketim sahalarında kullanılan trafolar birer indirici trafo durumunda olup sekonder gerilimleri 400/231 voltur. Yani çıkışı alçak gerilimli olan bir alternatör durumundadır. Bu nedenle her bir trafo sahasında yapılacak olan alçak gerilimli enerji dağıtımının prensibi, bundan önce izah edilen dağıtım sistemi ile tamamen aynı özelliğe haizdir. Şekil 2.3.'te böyle bir dağıtım sisteminin prensip şeması görülmektedir.



Şekil 2.3. Trafo sahasında yapılacak olan AG enerji dağıtımının prensip şeması.

Santrale tesis edilen alternatörlerden çıkış gerilimlerinin, enerjinin tüketim sahalarına taşınmasında gerekli ekonomiyi sağlayamaması halinde, yükseltici trafo postalarından istifade edilir. Bu maksatla girişi alternatör gerilimine, çıkışı da alternatör gerilimden büyük olmak üzere orta gerilim değerine haiz olan yükseltici trafolar kullanılır ve bunlar santral baralarından beslenirler. Bu şekildeki dağıtım sisteminde, enerji, tüketim merkezlerine 10, 15 ve 30-35 kV'tan birisi ile taşınır ve düşünülen trafo postası veya postalarına yapılacak dağıtımlar da aynı gerilimle olabilir. Trafo postalarına ait alçak gerilimli dağıtım şebekelerinin teşkili ise yine bundan önceliklerle tamamen aynıdır. Şekil 2.4.'te böyle bir dağıtıma ait prensip şeması görülmektedir.



Şekil 2.4. Trafo postalarına ait AG dağıtım şebekelerinin prensip şeması.

Bir veya daha fazla sayıdaki tüketim merkezlerini besleyen bu gibi santrallere, muayyen bir bölgeyi beslemelerinden dolayı bölge santralleri adı verilebilir. Büyük güçlerde inşa edilen bu çeşit bölge santrallerinde makinelerin izafi fiyatları küçük ve verimleri de yüksek olduğundan daha ekonomik bir çalışma temin edilir. Diğer taraftan bölge santrallerinde, fazla sayıda makineler bulunabileceğinden, bunlardan bir tanesinin yedek olarak hazır bulundurulması da ekonomik bakımdan büyük bir mahzur yaratmaz.

Bundan başka, birleştirilen şebekelerin puantları ekseriya aynı zamana tesadüf etmeyeceğinden kurulacak bölge santrallerinin puantı da, bu şebekelerin ayrı ayrı puantlarının toplamından küçük olur. Böylece bölge santrallerindeki toplam makine gücünün, birleştirilen şebeke santrallerinin güçleri toplamından küçük olması temin edilmiş olur. Eğer bu gibi santrallere muntazam yük çeken bir sanayi şebekesi de

eklenecek olursa santralin kurulu gücünden daha iyi bir şekilde faydalanmak mümkün olur.

Bir bölge santrale bağlı bulunan tüketim merkezlerinin hepsi santrale aynı mesafede olmazlar. Yani kimisi yakın kimisi de uzak durumdadırlar. Bazı hallerde, uzaklıktan dolayı enerjinin tüketim merkezlerinden bir kısmına orta gerilimli hatlarla taşınması ekonomik olmayabilir. Bu gibi hallerde yüksek gerilimli hatlardan istifade edilir. Bu maksatla kullanılan yüksek gerilim değerleri; 45, 60, 80, 100, 110 ve 132 kV'tan birisi olabilir. Bunun için santrale ait bara çıkışına kademeli veya direkt olarak konulan yükseltici trafolarından istifade edilir. Enerji bu gerilimle taşınır ve tüketim merkezlerinde, yüksek gerilim indirici trafolar yardımı ile tekrar orta gerilime düşürülür ve istenen dağıtım şebekesi bu gerilimle gerçekleştirilir.

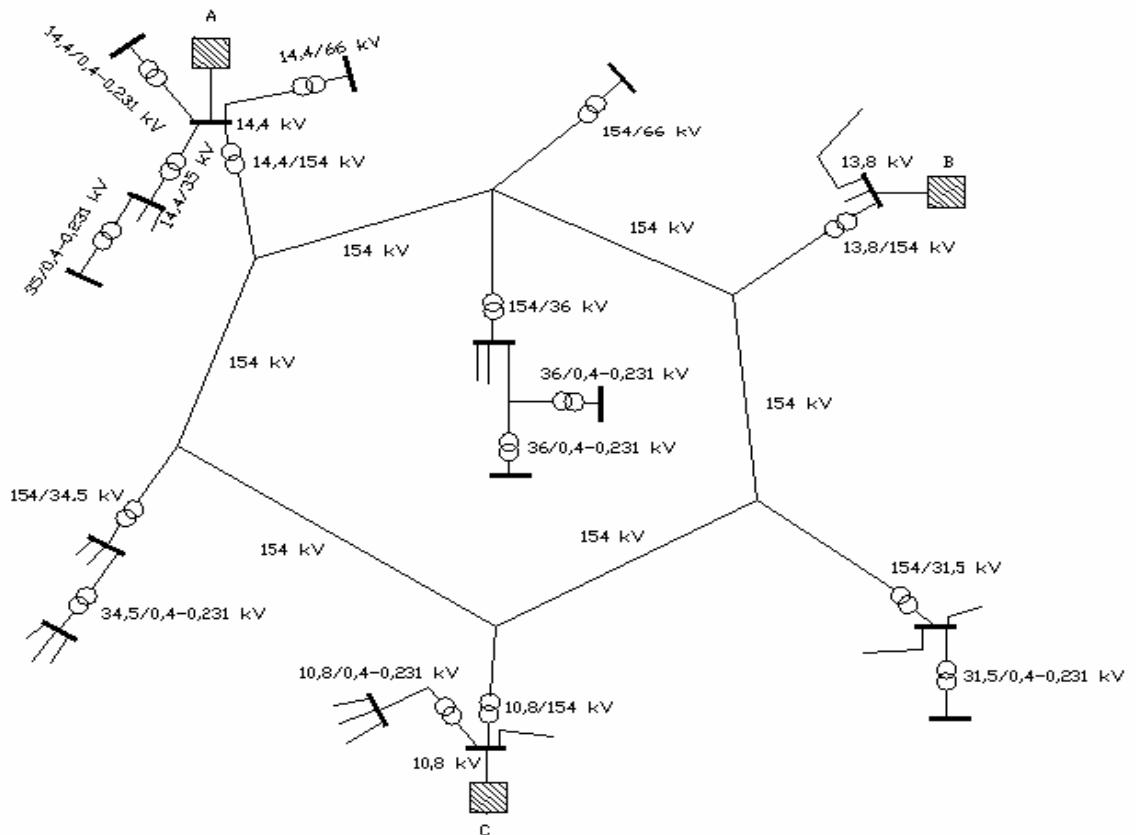
2.3 Genel Ağ Şebeke (Enterkonnekte) Sistemin Teşkili ve Buna Göre Yapılan Dağıtım Sistemi

Elektrifikasyonda kaydedilen ilerlemeler, her bir bölgenin özel bir elektrik santrale sahip olmasının her zaman için maksada uygun olmadığını ve bilakis santralin en müsait şartlar arz eden yerlere kurulmasının daha doğru ve ekonomik olacağını göstermiştir. Bu nedenle, örneğin taş kömürüyle işleyen santrallerin kurulmasında daha ziyade kömürün taşınması ve kondensasyon için lüzumlu soğutma suyunun mevcudiyeti dikkate alınır. Ve yine kurulacak olan santral linyit kömür ile işleyen bir santral ise, santralin kömürün çıktığı mahalde kurulması gerekir. Zira kömürün uzak mesafelere taşınması ekonomik değildir. Su santrallerine gelince, bunların muhakkak suretle su kuvvetinin, inşaata en müsait durum arz eden bir yerine kurulması gerekir.

Yukarıda, kısaca izahına çalışılan şartları gerçekleştiren yerlerde, muhtelif tip ve kapasitelerde santraller kurulur ve bunlar birbirlerine yüksek veya çok yüksek gerilim grubuna dahil olan gerilimlere haiz enerji nakil hatları ile birleştirilirse mevcut bölgelerin elektrikle beslenmesi artık özel birer santrale ihtiyaç göstermez. Bu şekildeki enerji nakil hatları, bütün bölgenin elektrikleştirilmesini temin edecek şekilde tertip ve tesis edilirler.

Bir memleketin tamamının veya muayyen bölgelerinin elektrik enerji ihtiyacını karşılayacak üretim ve tüketim merkezleri arasındaki enerji alışverişini temine yarayan enerji nakil hatlarının teşkil ettiği sisteme genel ağ sistemi (enterkonnekte sistem) adı verilmektedir. Bu sistemi besleyen santraller, muhtelif tip ve kapasitedeki termik ve hidroelektrik santraller olabilirler. Bu santrallerdeki alternatörlerin çıkış gerilimleri de; 6.3, 6.9, 10.5, 10.8, 13.8 ve 14.4 kV tan biri olmaktadır. Bu nedenle çıkış gerilimleri, yükseltici trafolar yardımı ile yükseltilmekte ve bundan sonra sisteme bağlanabilmektedirler.

A, B ve C gibi santralleri ihtiva eden 154 kV'luk bir genel ağ şebeke sistemi şekil 2.5.'te görülmektedir. Elektriklendirilen bölgeler bu 154 kV'luk şebekeden, transformatörler vasıtasıyla beslenmektedirler. Her bölgedeki enerji dağıtımını bundan önce izah edilen şekilde yapılıır. A, B ve C santralleri 154 kV'luk genel ağ sistemini beslemekten başka, bir de kendi bara sistemleri üzerinden buldukları bölgeyi de doğrudan doğruya besleyebilirler.

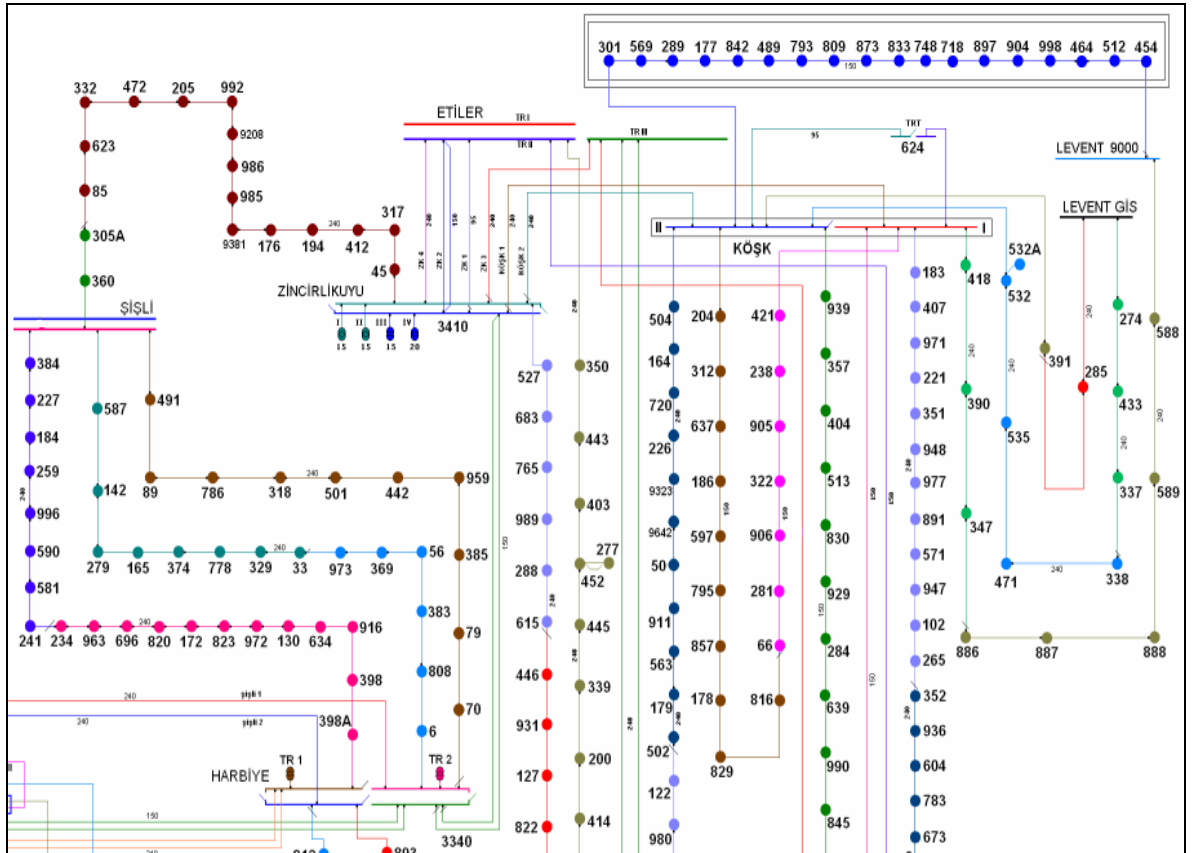


Şekil 2.5. 154 kV'luk bir genel ağ şebeke sistemi.

Bölge santrallerinin gücü, kendi bölgelerini beslemeye kafi gelmediği zaman, bağlı bulunduğu genel ağ şebeke sisteminden lüzumu kadar enerji çekebilir. Böyle büyük çaptaki bir beslemenin mümkün merteye ekonomik olabilmesi için bu beslemeye iştirak eden santrallerde üretilen enerjinin müşterek bir işletme merkezinden tam olarak tanzim edilmesi gerekir. Genel ağ şebeke sistemin üretim ve tüketim yönünden emniyetli, kaliteli ve ekonomik olarak işletilmesine devamlı olarak nezaret eden, işletme manevralarının koordinasyon ve kumandasını yapan işletme merkezine, yük tevzi merkezi adı verilir [3].

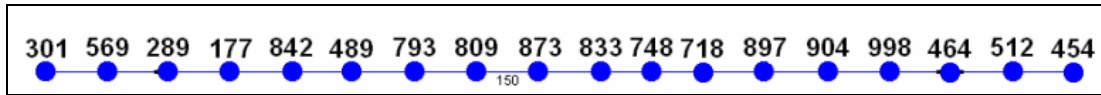
BÖLÜM 3. BEYOĞLU BÖLGESİ 34,5 / 0,4 kV GERİLİM SEVİYELERİNDE SIMULINK ORTAMINDA GÜÇ AKIŞI HESABI VE MODELLEMELERİ

Bu bölümde, Boğaziçi Elektrik Dağıtım A.Ş.'ye bağlı Beyoğlu İşletme Müdürlüğü'nün 34,5 kV manevra şemasından yararlanılmış ve bu şemadaki fiderlerden (besleme hattı) 18 adet trafo merkezi besleyen bir fider seçilmiş, yükün ve manevra noktasının değişimiyle gözlenen akım-gerilim değerleri ve grafikleri incelenmiştir.

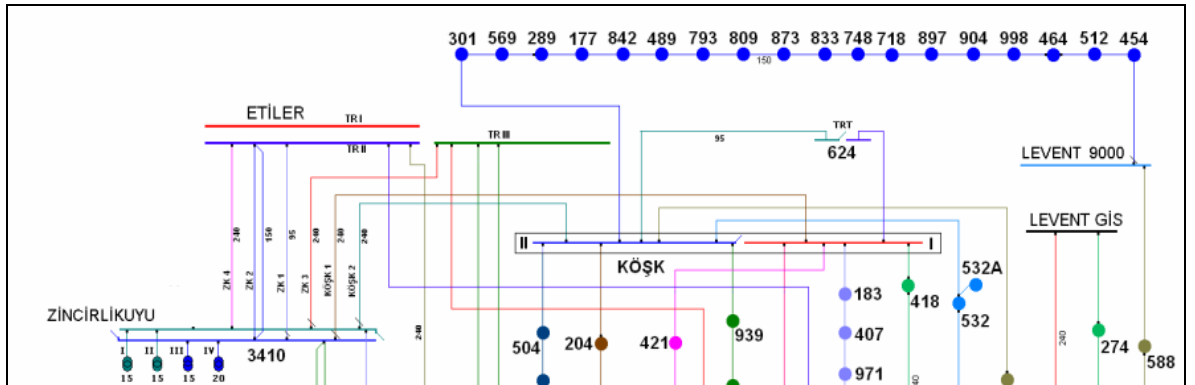


Şekil 3.1. Beyoğlu İşletmesi 34.5 kV manevra şeması.

Şekil 3.1.'deki şemada, fiderlerin hangi kaynaktan beslendikleri görülmektedir. Bu şekilde sağ üst köşede görülen çerçeve içerisindeki kısım, bizim inceleyeceğimiz fiderdir. Renkli daireler trafo merkezlerini temsil etmektedir ve aynı fiderde 2 farklı renk kullanılması, fiderdeki trafo merkezlerinin iki ayrı kaynaktan beslendiğini göstermektedir. Bu şemadan hangi trafo merkezinin hangi kaynaktan beslendiğini, bu merkezlerin numaralarını, hattın veya kablonun kesitini, manevra noktalarını rahatça görebilmekteyiz. Herhangi bir arıza durumunda, bu manevra noktaları kablonun yüklenebilirliği ve besleme kaynağının kapasitesi göz önüne alınarak değişik noktalara kaydırılabilmektedir. Şekil 3.2.'de, uygulamada ele aldığımız Etiler Köşk II D.M. ile Levent 9000 D.M. kaynaklarından beslenen 18 trafo merkezinden meydana gelen fider görülmektedir.

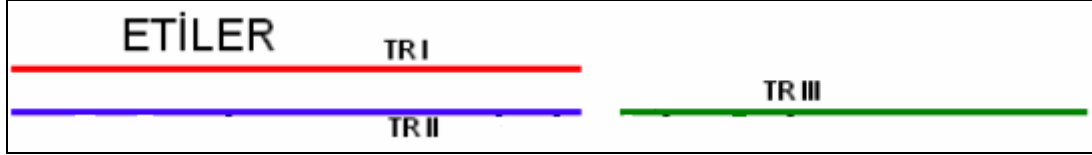


Şekil 3.2. Etiler Ana Dağıtım Merkezi – Levent 9000 Dağıtım Merkezi arasındaki 34,5 kV fider.

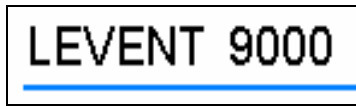


Şekil 3.3. Simulink ile çalışma yapılan fider ve dağıtım merkezleri.

Manevra şemasında kullanılan semboller aşağıda kısaca gösterilmiştir:



Şekil 3.4. Etiler 154/34,5 kV Ana İndirici Merkez (TR I : Trafo I, TR II : Trafo II, TRIII: Trafo III).



Şekil 3.5. Levent 9000 34,5 kV Dağıtım Merkezi .

637 ●

Şekil 3.6. 637 No'lu trafo merkezi.

905 ●

Şekil 3.7. 905 No'lu trafo merkezi.

95

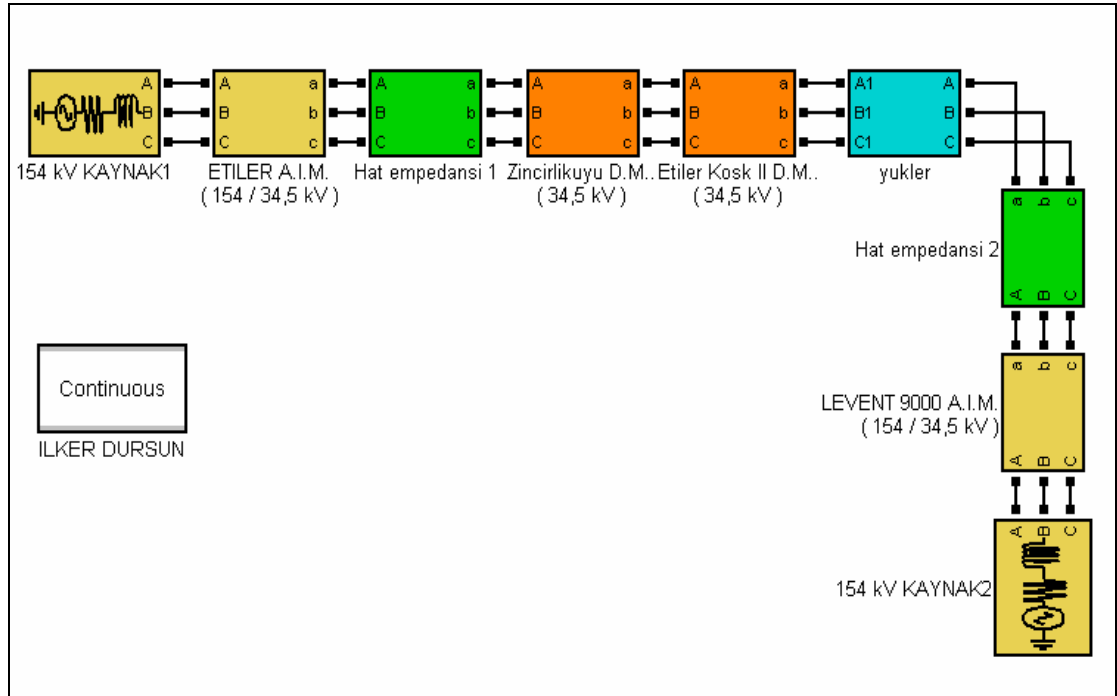
Şekil 3.8. 95 mm² kesitli yer altı kablosu.

150

Şekil 3.9. 150 mm² kesitli yer altı kablosu.

240

Şekil 3.10. 240 mm² kesitli yer altı kablosu.

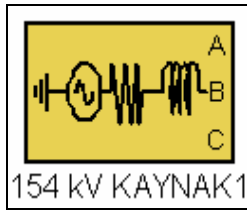


Şekil 3.11. Simulink ile 34,5 kV enerji dağıtım sistemi modellemesi ana şeması.

Yukarıdaki ana şemada (Şekil 3.11) görülen Eteler A.İ.M., Hat empedansı 1, Zincirlikuyu D.M., Eteler Köşk II D.M., Yükler, Hat empedansı 2 ve Levent 9000 A.İ.M. modellemelerinde, Simulink'in "Subsystem" fonksiyonundan yararlanılmıştır [4]. Bu fonksiyon ile, istenilen sayıda uygulama iç içe kutucuklar halinde

modellenebilir. Bu sayede çok karmaşık olan sistemler, çok basit bir hale dönüştürülebilir.

Şekil 3.11'deki enerji dağıtım sistemleri modellemesi ana şemasının bileşenleri aşağıda detaylı olarak incelenmiş, birden çok yerde kullanılan modellemeler sadece birer kez ele alınmıştır.

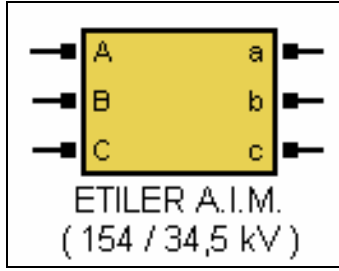


Şekil 3.12. 154 kV kaynak sembolü.

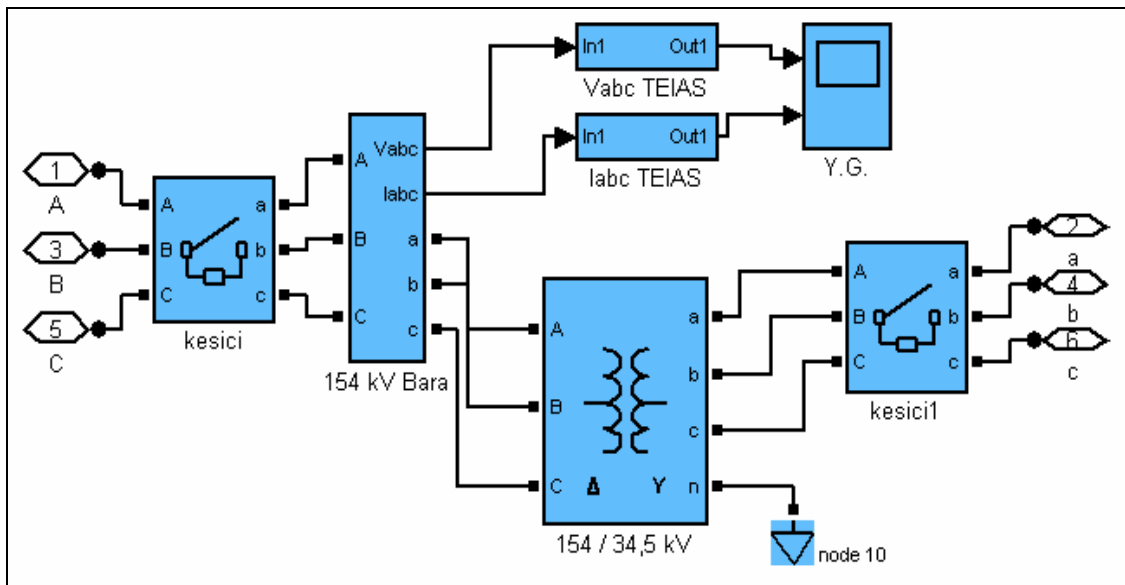
The image shows a software dialog box titled "Block Parameters: 154 kV KAYNAK1". The dialog box contains the following information:

- Title:** Block Parameters: 154 kV KAYNAK1
- Description:** Three-Phase Source (mask) (link) — Three-phase voltage source in series with RL branch.
- Parameters:**
 - Phase-to-phase rms voltage (V): 154e3
 - Phase angle of phase A (degrees): 0
 - Frequency (Hz): 50
 - Internal connection: Yg
 - Specify impedance using short-circuit level
 - Source resistance (Ohms): 0.01929
 - Source inductance (H): 2.58e-6
- Buttons:** OK, Cancel, Help, Apply

Şekil 3.13. 154 kV kaynak parametreleri.



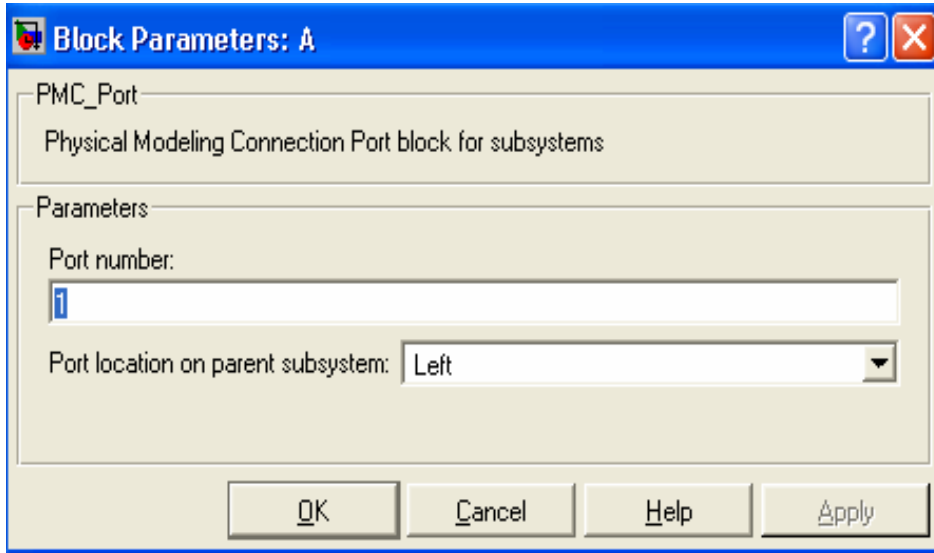
Şekil 3.14. 154 / 34,5 kV A.İ.M. alt sistem modellemesi.



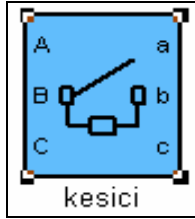
Şekil 3.15. 154 / 34,5 kV A.İ.M. alt sistem modelinin iç şeması.



Şekil 3.16. Düğüm noktası sembolü.



Şekil 3.17. Düğüm noktası parametreleri.



Şekil 3.18. Kesici sembolü.

Block Parameters: kesici

Three-Phase Breaker (mask) (link)

Connect this block in series with the three-phase element you want to switch. You can define the breaker timing directly from the dialog box or apply an external logical signal. If you check the 'External control' box, the external control input will appear.

Parameters

Initial status of breakers: open

Switching of phase A

Switching of Phase B

Switching of phase C

Transition times (s): 0

External control of switching times

Breakers resistance R_{on} (ohms): 0.001

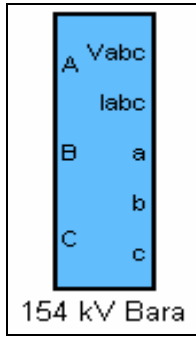
Snubbers resistance R_p (Ohms): 1e6

Snubbers capacitance C_p (Farad): inf

Measurements: None

OK Cancel Help Apply

Şekil 3.19 Kesici parametreleri.



Şekil 3.20. 154 kV Bara sembolü.

Block Parameters: 154 kV Bara

Three-Phase VI Measurement (mask)

This block is used to measure three-phase voltages and currents in a circuit. When connected in series with a three-phase element, it return the three phase-to-ground voltages and line currents.

The block can output the voltages and currents in per unit values or in volts and amperes. Check the appropriate boxes if you want to output the voltages and currents in pu

Parameters

Voltage measurement: phase-to-phase

Use a label

Voltage in pu

Current measurement: yes

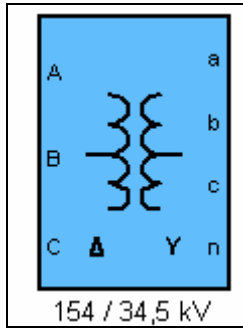
Use a label

Currents in pu

Output signal: Complex

OK Cancel Help Apply

Şekil 3.21. 154 kV Bara parametreleri.



Şekil 3.22. 154 / 34,5 kV üçgen / yıldız bağlantılı trafo sembolü.

Block Parameters: 154 / 34,5 kV

Three-Phase Transformer (Two Windings) (mask) (link)

This block implements a three-phase transformer by using three single-phase transformers. Set the winding connection to 'Yn' when you want to access the neutral point of the Wye.

Parameters

Nominal power and frequency [Pn(VA) , fn(Hz)]

Winding 1 (ABC) connection :

Winding parameters [V1 Ph-Ph(Vrms) , R1(pu) , L1(pu)]

Winding 2 (abc) connection :

Winding parameters [V2 Ph-Ph(Vrms) , R2(pu) , L2(pu)]

Saturable core

Magnetization resistance Rm (pu)

Magnetization reactance Lm (pu)

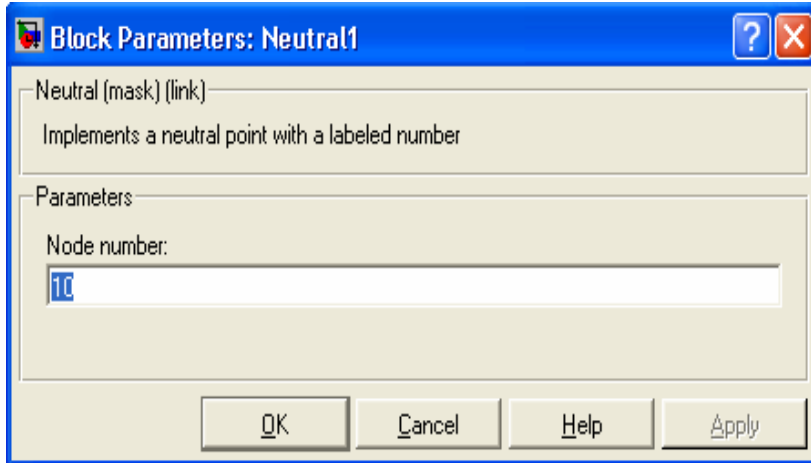
Measurements

OK Cancel Help Apply

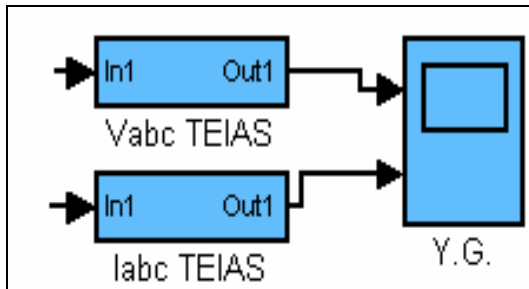
Şekil 3.23. (154 / 34,5 kV) üçgen/ yıldız bağlantılı trafo parametreleri.



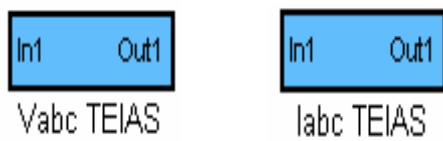
Şekil 3.24. Nötr noktası sembolü.



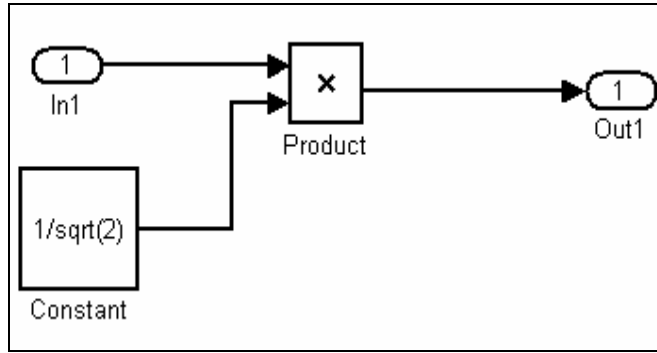
Şekil 3.25. Nötr noktası parametreleri.



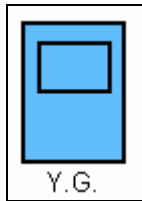
Şekil 3.26. RMS değerleri ölçmek için oluşturulan alt sistem modellemesi.



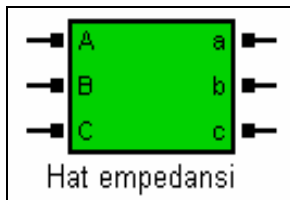
Şekil 3.27. Gerilim ve akım RMS değerleri alt sistemi.



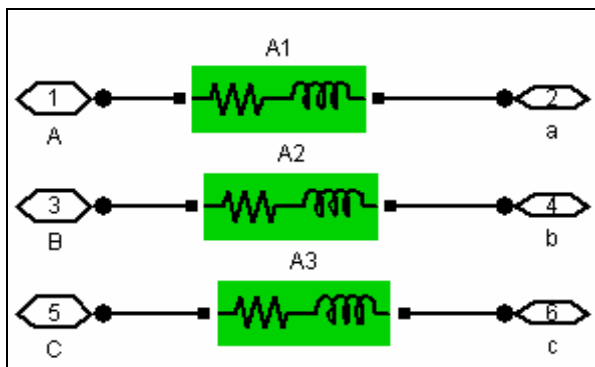
Şekil 3.28. RMS değerleri ölçmek için oluşturulan modelin iç bağlantı şeması.



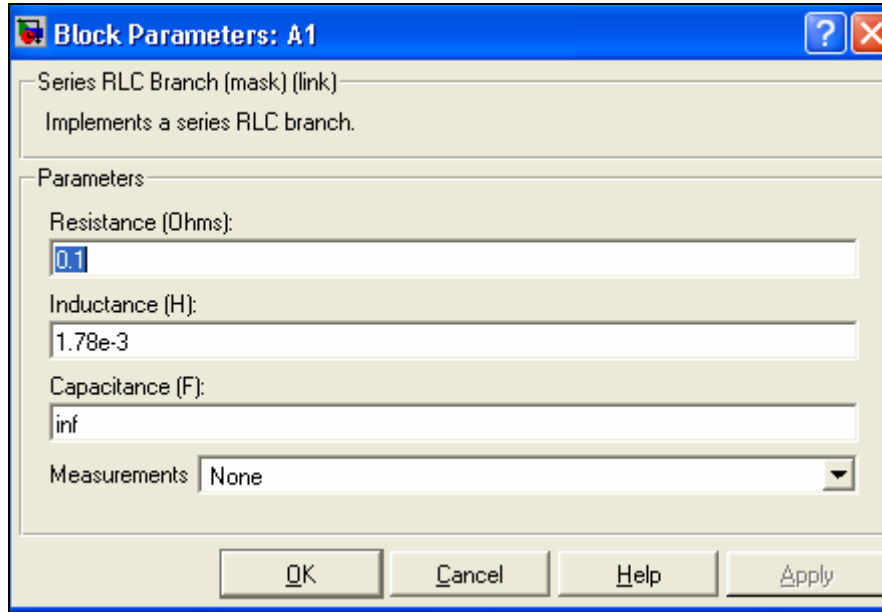
Şekil 3.29. Y.G. akım ve gerilim değerlerini gösteren ölçümete.



Şekil 3.30. Hat empedansı alt sistemi.



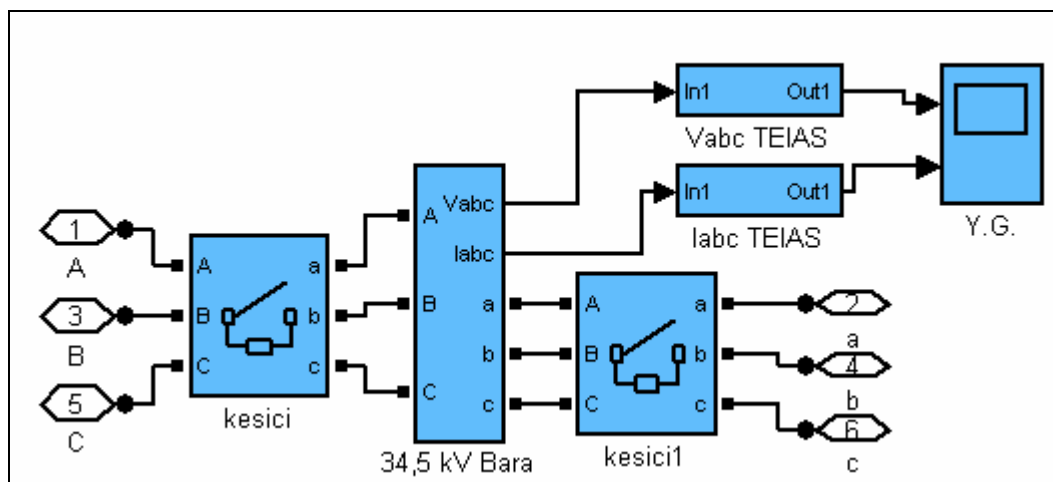
Şekil 3.31. Hat empedansı alt sistem iç şeması.



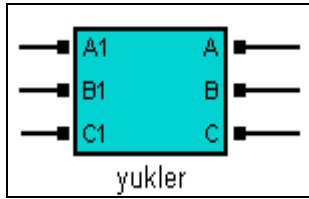
Şekil 3.32. Hat empedansı parametreleri.



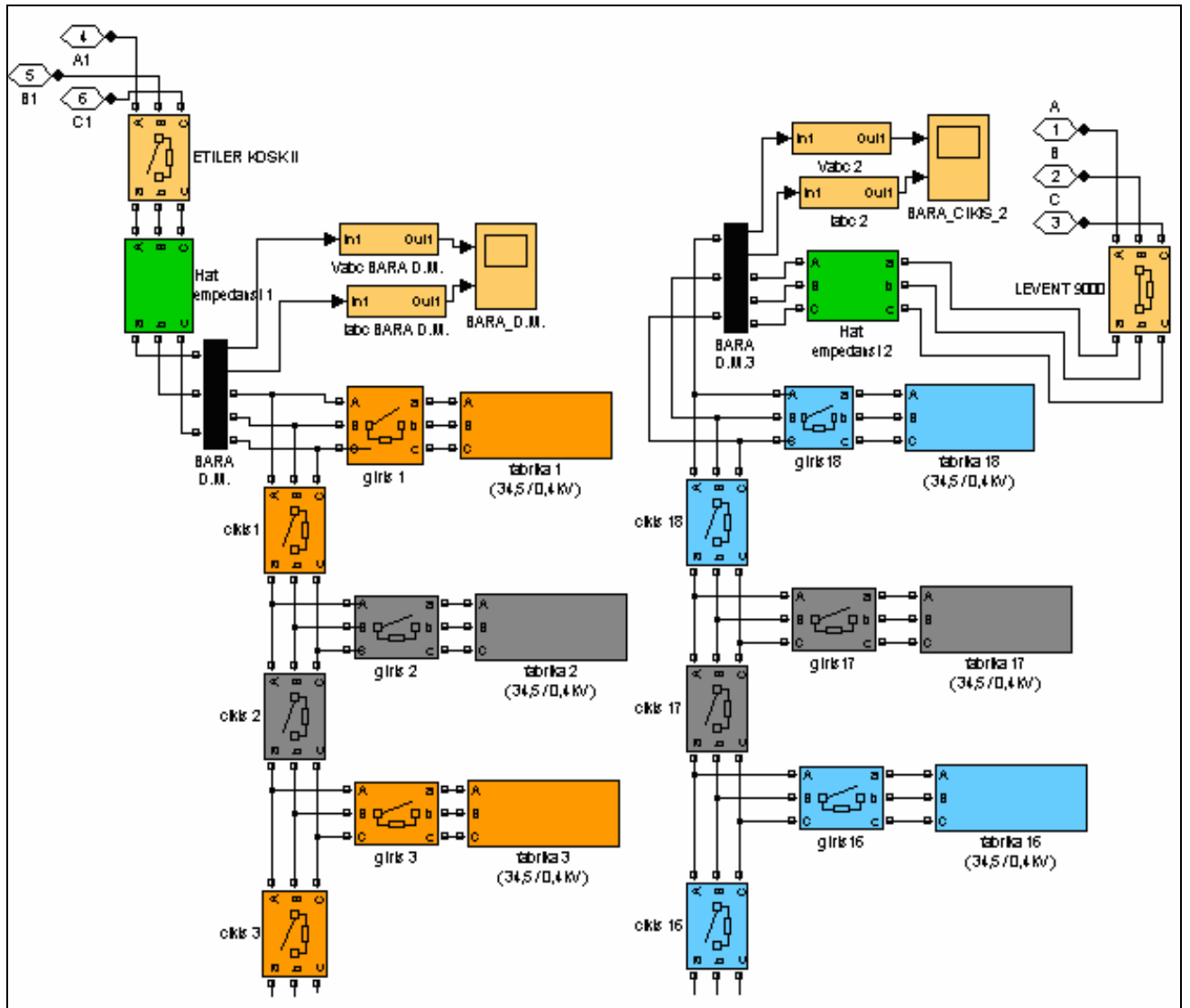
Şekil 3.33. Zincirlikuyu D.M. ve Etiler D.M. alt sistem modelleri.



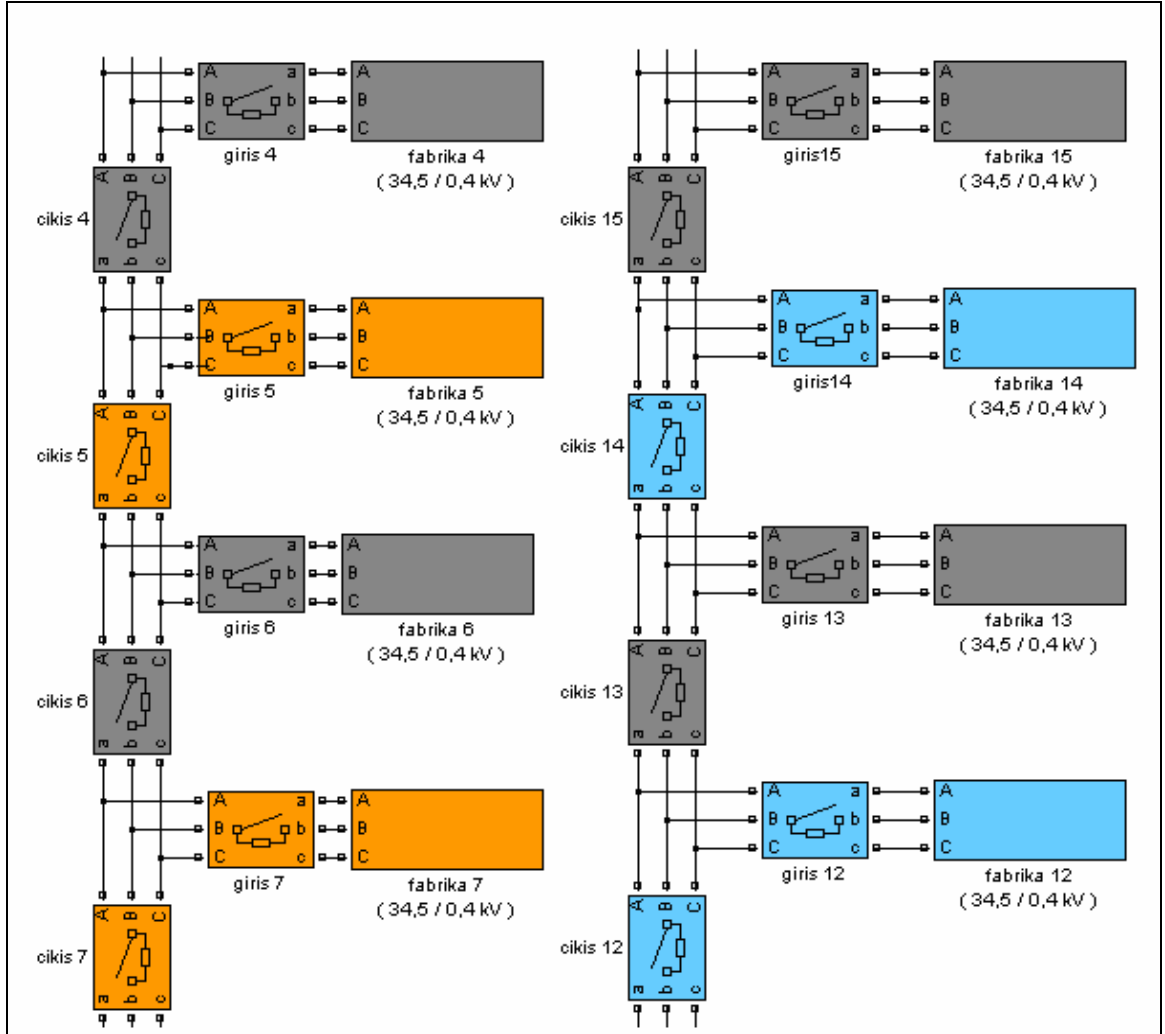
Şekil 3.34. Zincirlikuyu D.M. ve Etiler D.M. alt sistem modelleri iç şeması.



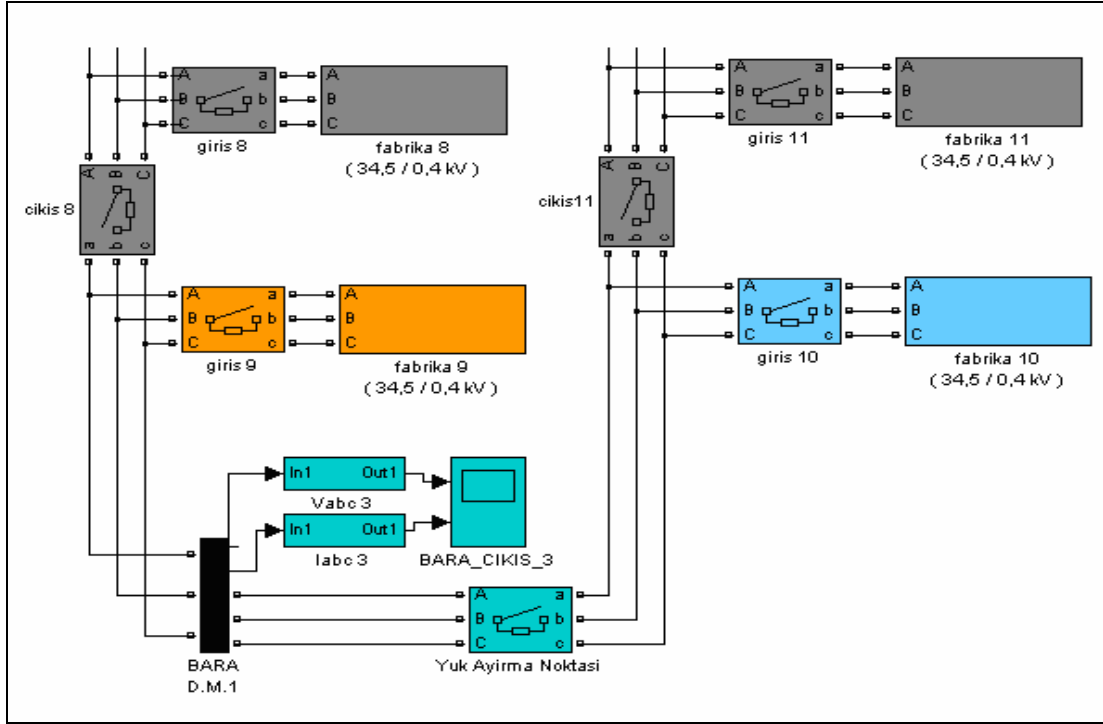
Şekil 3.35. Fiderdeki yüklerin alt sistem modellemesi.



Şekil 3.36.a. Fiderdeki yüklerin modellemesi alt sistem iç şeması.



Şekil 3.36.b. Fiderdeki yüklerin modellenmesi alt sistem iç şeması.



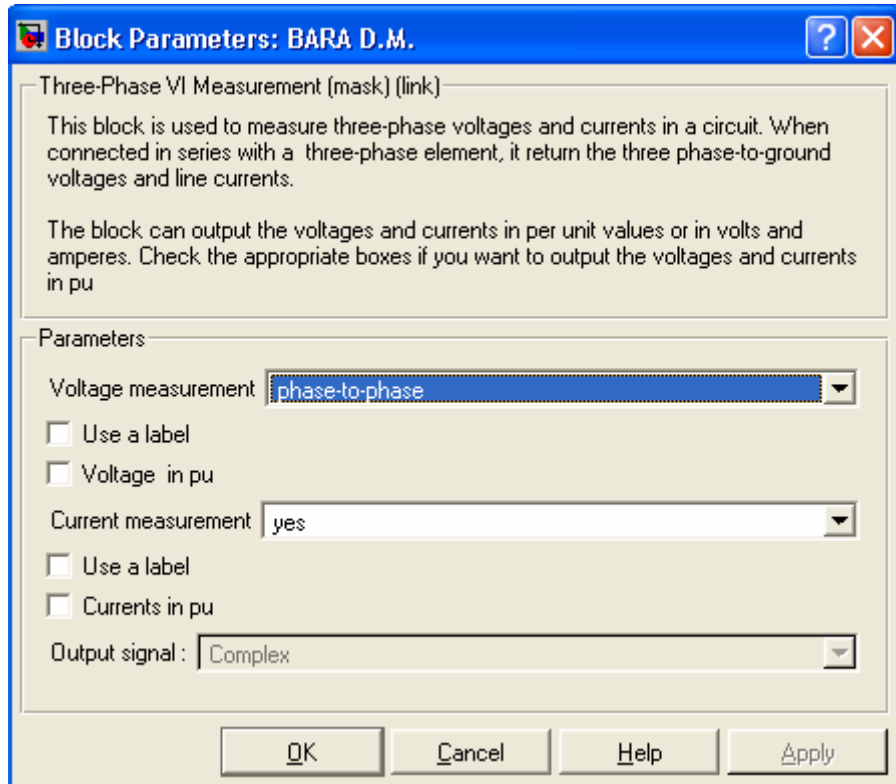
Şekil 3.36.c. Fiderdeki yüklerin modellenmesi alt sistem iç şeması.

Yukarıda Şekil 3.36.a, 3.36.b ve 3.36.c'den oluşan 3 şekil, yüklerin modellenmesindeki 18 adet fabrika modelini oluşturmaktadır. Şekillerin büyük olması nedeniyle 3 parça olarak gösterilmiştir.

Şekil 3.35'deki yüklerin sembolündeki A1, B1 ve C1 girişleri, Şekil 3.36.a' daki A1, B1 ve C1 ile aynı noktaları göstermekte ve Etiler Köşk II D.M. kaynağından beslenmektedir. Aynı şekilde Şekil 3.35'deki A, B ve C girişleri de Şekil 3.36.a' daki A, B ve C ile aynı noktaları göstermekte ve Levent 9000 A.İ.M. kaynağından beslenmektedir. Buradan anlaşılacağı üzere, toplam 18 adet fabrika modelinden oluşan yükler, 34.5 kV gerilim seviyesindeki iki ayrı kaynaktan beslenebilmektedir. Hattın yük durumuna veya hattın herhangi bir yerindeki arıza durumuna göre, bahsedilen fiderdeki toplam 18 fabrika tek bir kaynaktan beslenebilmekte, dengeli ve eşit olarak iki ayrı kaynağa bölünebilmekte veya senkronizasyon şartları sağlandığında aynı anda iki kaynaktan paralel çalışma ile beslenebilmektedir. Tabii bu paralel çalışmayı gerçekleştirebilmek için frekanslar, faz açıları, gerilim genlikleri gibi parametrelerin eşit veya birbirine çok yakın değerde olmaları gerekmektedir. Aksi halde paralel çalışma koşulu sağlanmaz ve sistem açar.



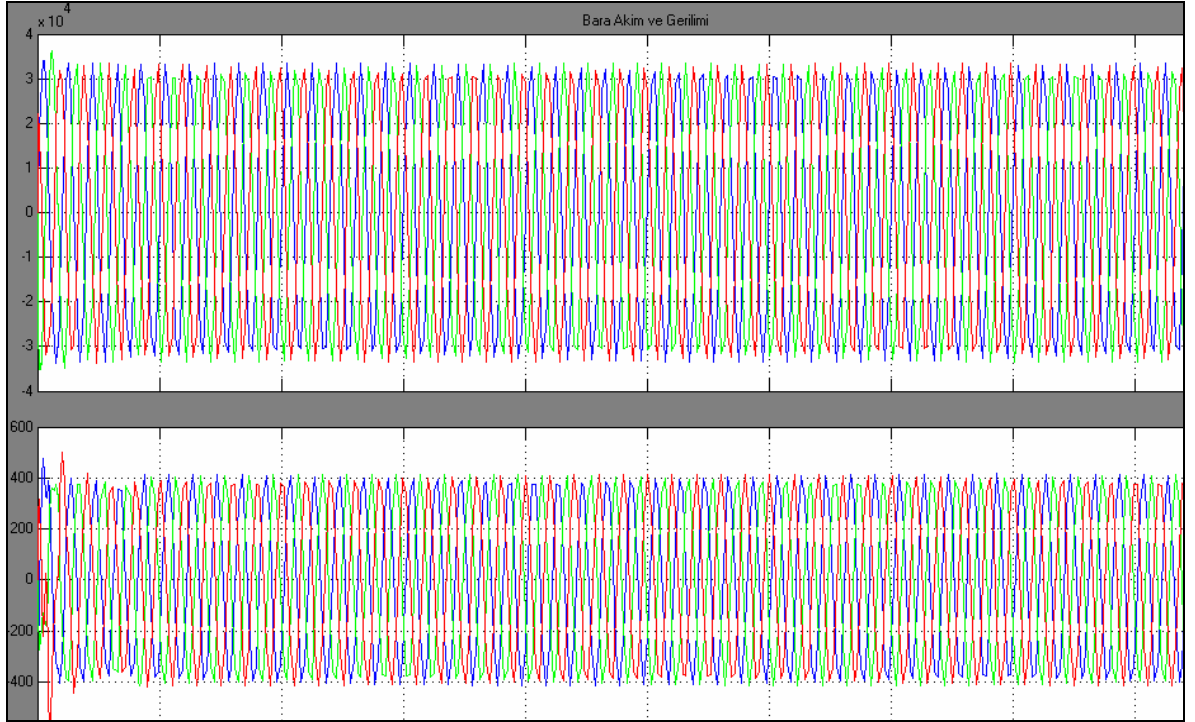
Şekil 3.37. Bara sembolü.



Şekil 3.38. Bara sembolü iç şeması.



Şekil 3.39. D.M. ölçümetre sembolü.



Şekil 3.40. Yüklerin tamamının tek bir kaynaktan beslenmesi durumunda ölçülen O.G. gerilim ve O.G. akım değerleri.

Şekil 3.40'da, 18 adet trafo merkezinin tek bir kaynaktan beslenmesi durumunda, kaynaktan gözlenen gerilim ve akım değerleri görülmektedir. Burada gerilim 34,5 kV ve akım yaklaşık olarak 400 A'dır. Bu akım değerini pratik bir hespla şu şekilde hesaplayabiliriz.

$S_{\text{trafo}} : 1600 \text{ kVA}$

$U : 34,5 \text{ kV}$

Toplam fabrika sayısı : 18

Toplam yük : $16 \cdot 1280 + 2 \cdot 1600 = 23,680 \text{ kVA}$

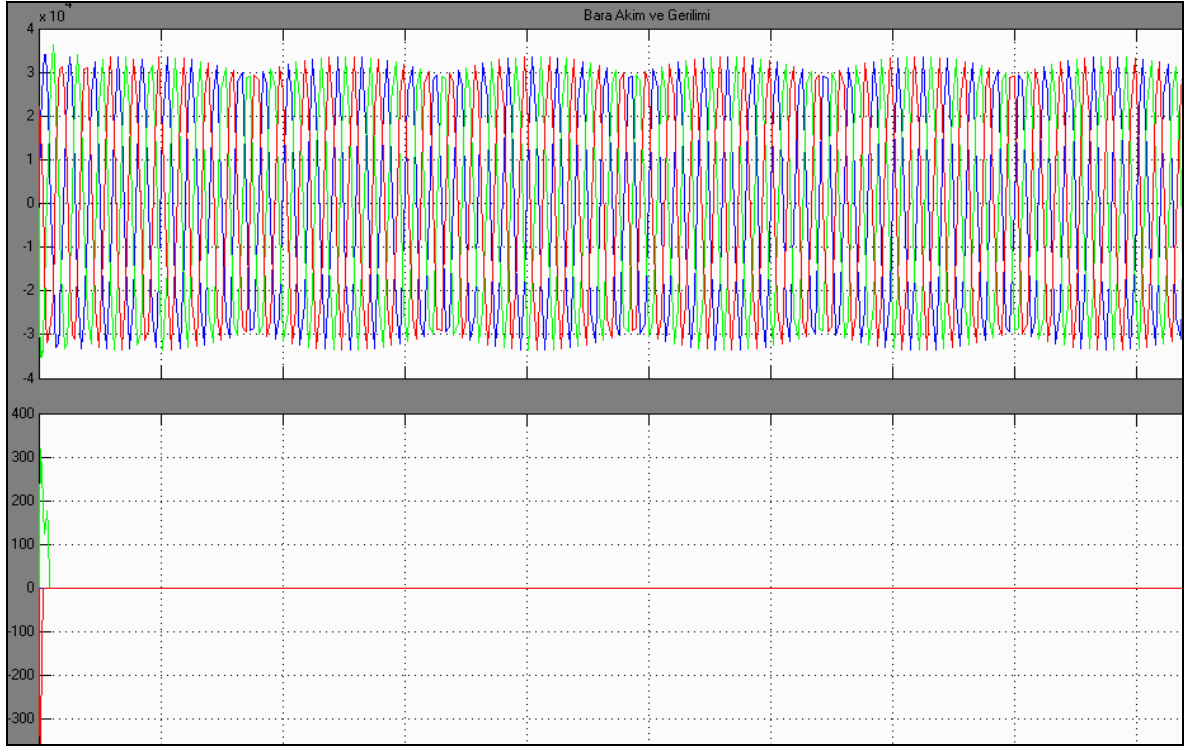
(16 yük 1280 kVA, diğer 2 yük de 1600 kVA'dır).

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \quad (3.1.)$$

Yukarıdaki görünür güç formülünden akım değeri çekilirse;

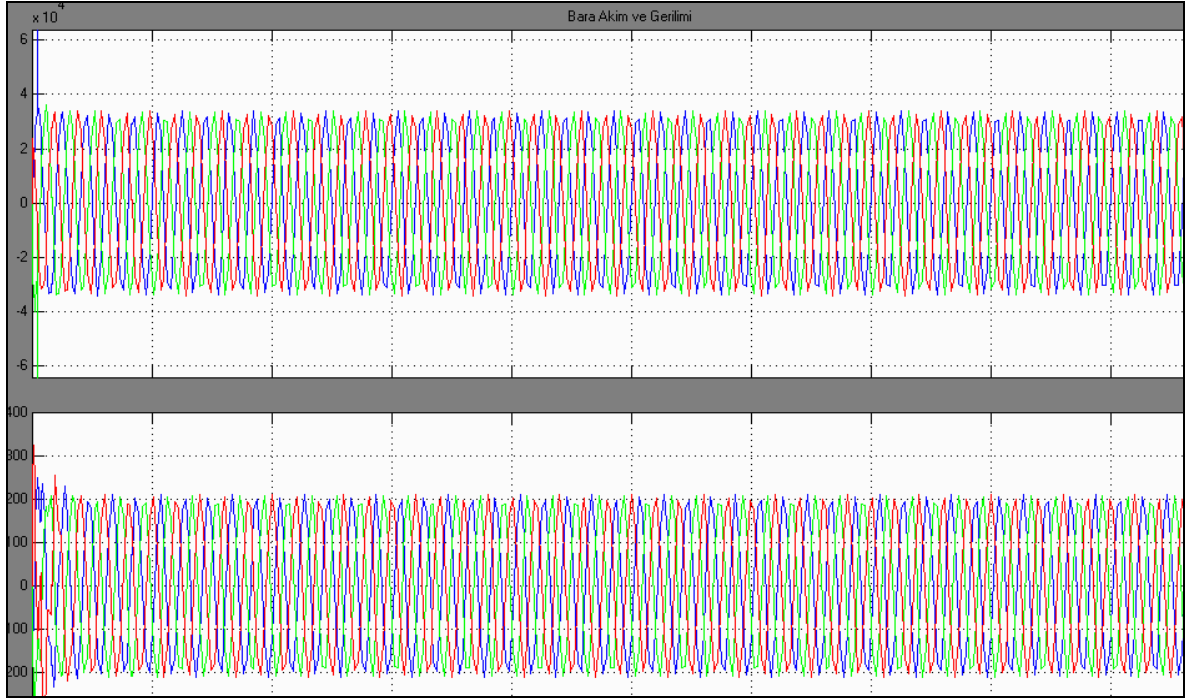
$$23680 = 1,732 \cdot 34,5 \cdot I$$

$I = 396 \text{ A}$ bulunur.



Şekil 3.41. Yüklerin tek bir kaynaktan beslenmesi durumunda diğer kaynağın barasında görülen O.G. gerilim ve O.G. akım değerleri.

Şekil 3.41’de ise, yük tarafındaki kesicisi açık olan ve herhangi bir yükü beslemeyen kaynak tarafındaki gerilim ve akım değerleri görülmektedir. Görüleceği üzere bu kaynaktan besleme yapılmadığı için akım 0 A değerindedir.



Şekil 3.42. Yüklerin eşit olarak iki kaynaktan beslenmesi durumunda O.G. gerilim ve O.G. akım değerleri.

Şekil 3.42’de, 18 adet trafo merkezinin 9 tanesi bir kaynaktan, diğer 9’u da diğer kaynaktan eşit olarak beslenmesi durumunda, kaynaklardan herhangi birinin barasından gözlenen gerilim ve akım değerleri görülmektedir. Burada gerilim 34,5 kV ve akım yaklaşık olarak 200 A’dır. Bu akım değerini pratik bir hespla şu şekilde hesaplayabiliriz.

$$S_{\text{trafo}} : 1600 \text{ kVA}$$

$$U : 34,5 \text{ kV}$$

$$\text{Toplam fabrika sayısı} : 18$$

$$\text{Toplam yük} : 8 \cdot 1280 + 1 \cdot 1600 = 11840 \text{ kVA}$$

(8 yük 1280 kVA, diğer 1 yük de 1600 kVA’dır).

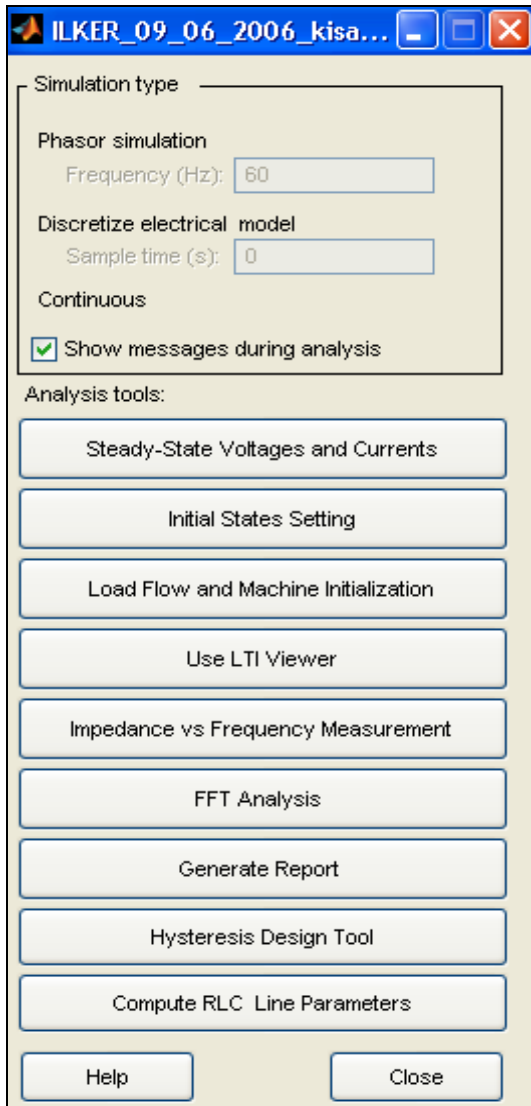
(3.1.) formülünden yararlanarak ;

$$11840 = 1,732 \cdot 34,5 \cdot I$$

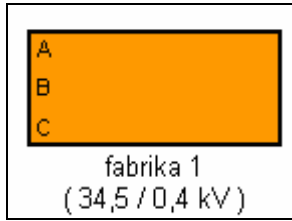
$$I = 198 \text{ A bulunur.}$$



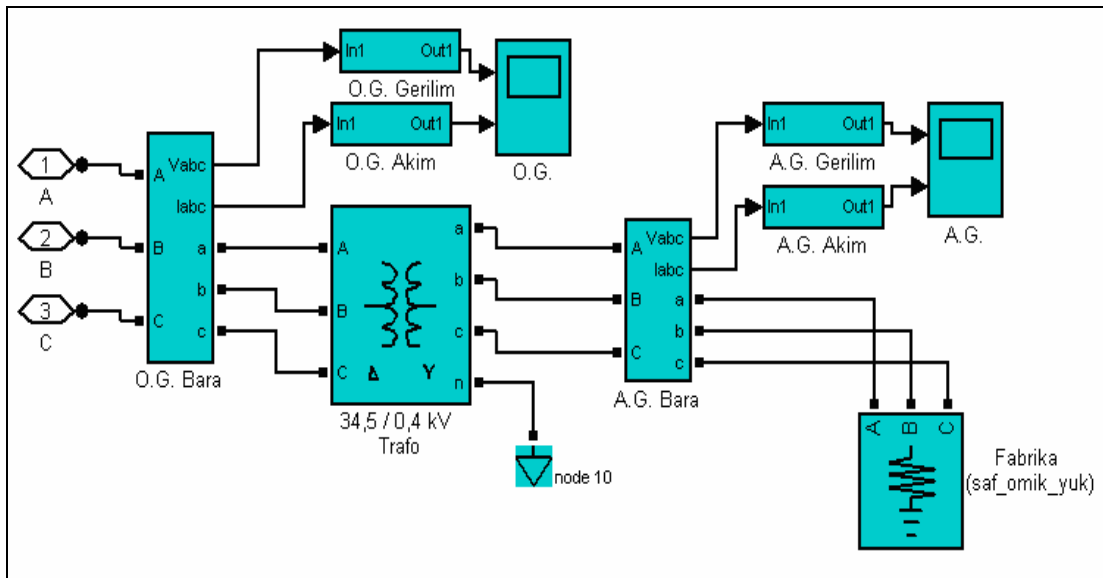
Şekil 3.43. Devre analizleri için grafiksel kullanıcı arayüzü ('Powergui' bloğu)



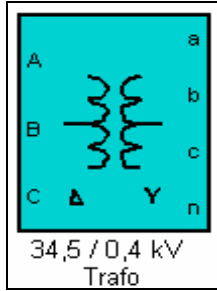
Şekil 3.44. Powergui bloğu iç şeması.



Şekil 3.45. Fabrika 1'in alt sistem modellemesi.



Şekil 3.46. Fabrika 1'in modellemesi iç şeması.



Şekil 3.47. (34,5 / 0,4 kV) üçgen/yıldız trafo sembolü.

Block Parameters: 34,5 / 0,4 kV Trafo [?] [X]

Three-Phase Transformer (Two Windings) (mask) (link)

This block implements a three-phase transformer by using three single-phase transformers. Set the winding connection to 'Yn' when you want to access the neutral point of the Wye.

Parameters

Nominal power and frequency [Pn(VA) , fn(Hz)]
[1600e3 , 50]

Winding 1 (ABC) connection : Delta (D11)

Winding parameters [V1 Ph-Ph(Vrms) , R1(pu) , L1(pu)]
[34.5e3 , 0.002 , 0.08]

Winding 2 (abc) connection : Yn

Winding parameters [V2 Ph-Ph(Vrms) , R2(pu) , L2(pu)]
[400 , 0.002 , 0.08]

Saturable core

Magnetization resistance Rm (pu)
500

Magnetization reactance Lm (pu)
500

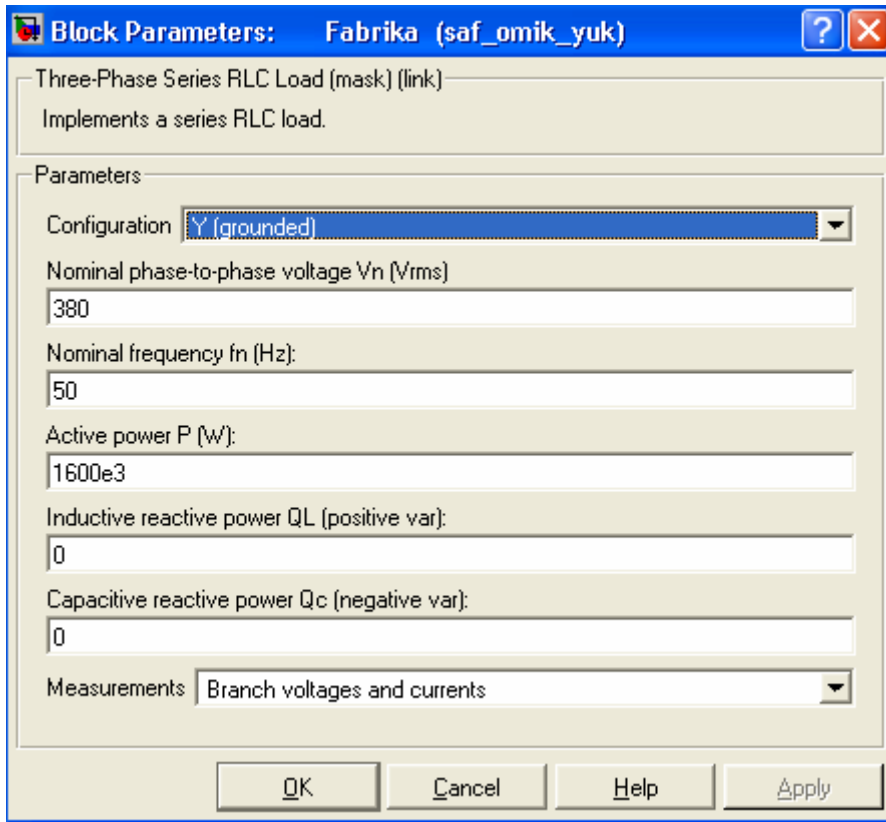
Measurements All measurements (V | Fluxes)

OK Cancel Help Apply

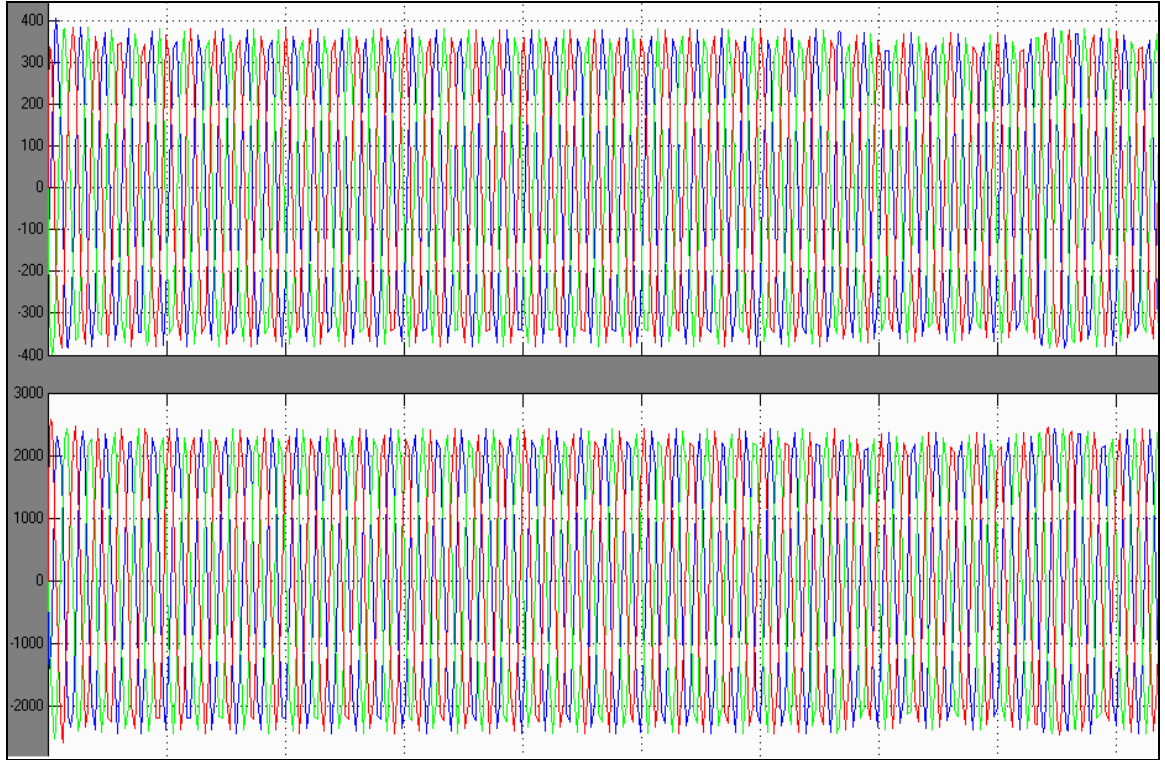
Şekil 3.48. (34,5 / 0,4 kV) üçgen/yıldız trafo parametreleri.



Şekil 3.49. Fabrika yükü sembolü.



Şekil 3.50. Fabrika yükü parametreleri.



Şekil 3.51. Fabrika modeli A.G. gerilim ve akım değerleri.

Şekil 3.51’de, 1600 kW’lık bir yükün beslenmesi durumunda A.G. tarafta ölçülen akım ve gerilim değerleri görülmektedir. Burada gerilim 380 V ve akım yaklaşık 2400 A seviyesindedir. Bu değerler formüllerle de hesaplandığında;

$$P_{\text{yük}} : 1600 \text{ kW}$$

$$U : 380 \text{ V}$$

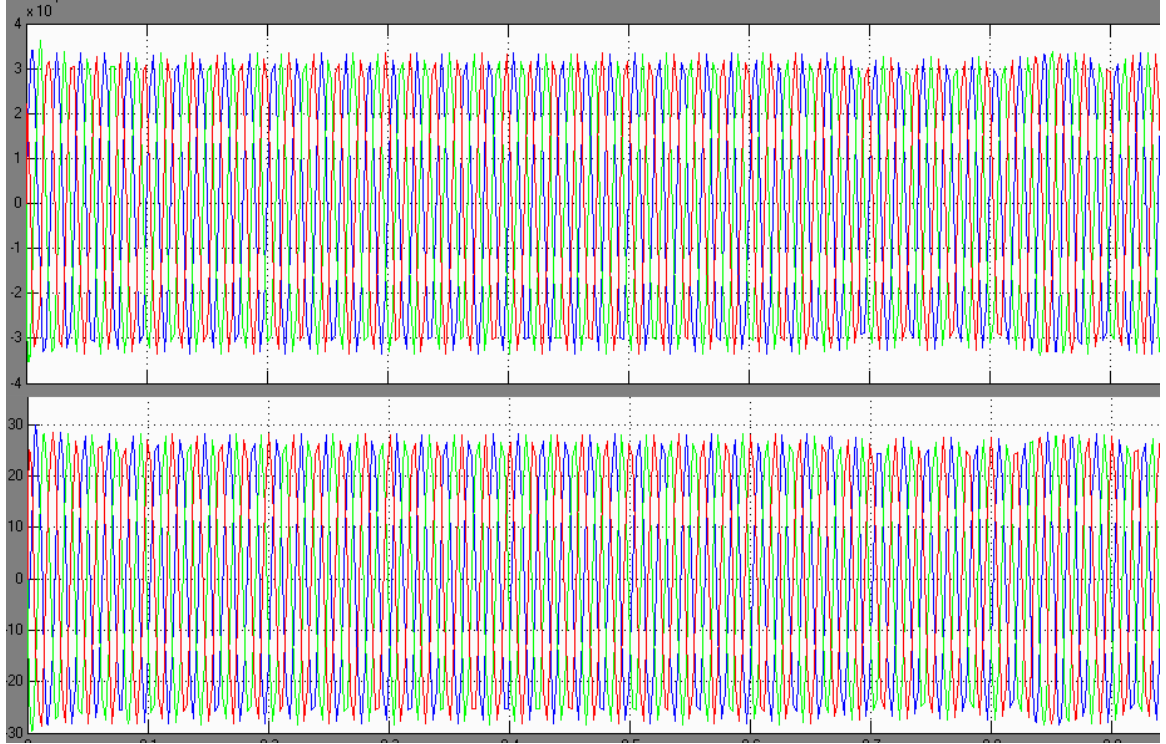
$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\phi \quad (3.2.)$$

Yukarıdaki aktif güç formülünden akım değerini çekersek;

$$1600 = 1,732 \cdot 0,380 \cdot I \cdot 0,99$$

$$I = 2455 \text{ A} \quad \text{bulunur.}$$

Buradaki hesapta, yükün tamamı omik karakterde olduğundan, $\cos\phi : 0,99$ alınarak hesap yapılmıştır.



Şekil 3.52. Fabrika modeli Y.G. gerilim ve akım değerleri.

Şekil 3.52’de ise, 1600 kW’lık bir yükün beslenmesi durumunda Y.G. tarafta ölçülen akım ve gerilim değerleri görülmektedir. Burada gerilim 34,5 kV ve akım yaklaşık 27 A seviyesindedir. Bu değerler formüllerle de hesaplandığında;

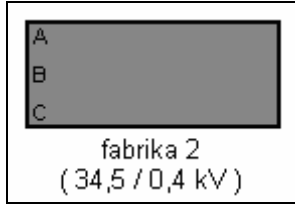
$$P_{\text{yük}} : 1600 \text{ kW}$$

$$U : 34,5 \text{ kV}$$

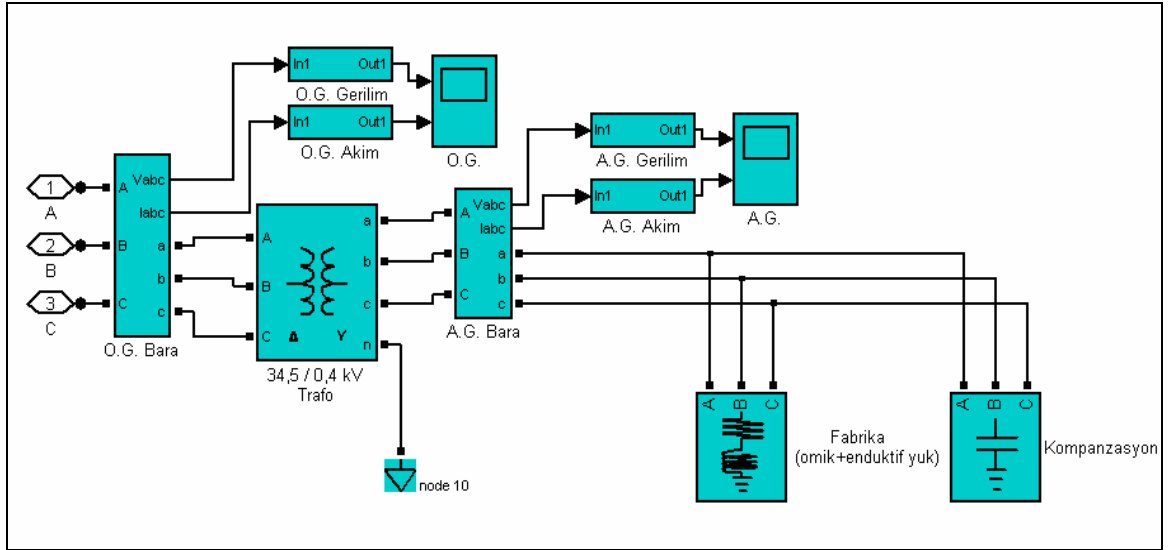
(3.2.) formülünden yararlanarak ;

$$1600 = 1,732 \cdot 34,5 \cdot I \cdot 0,99$$

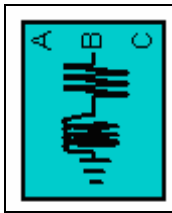
$$I = 27,4 \text{ A} \quad \text{bulunur.}$$



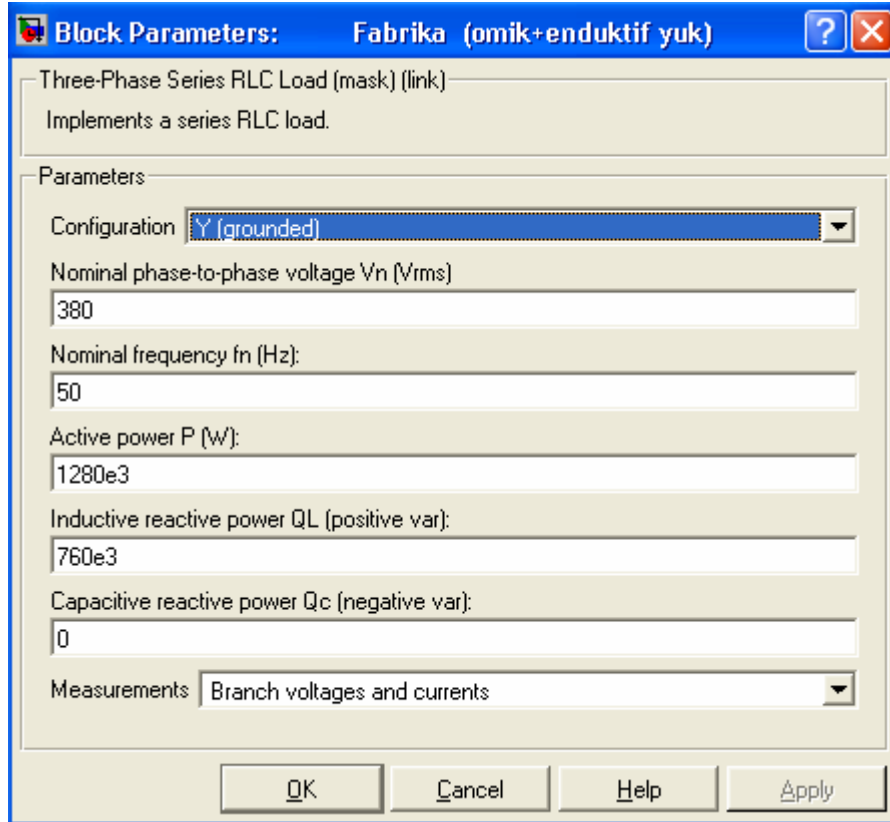
Şekil 3.53. Fabrika 2'nin alt sistem modellemesi.



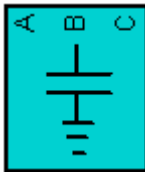
Şekil 3.54. Fabrika 2'nin modellemesi iç şeması.



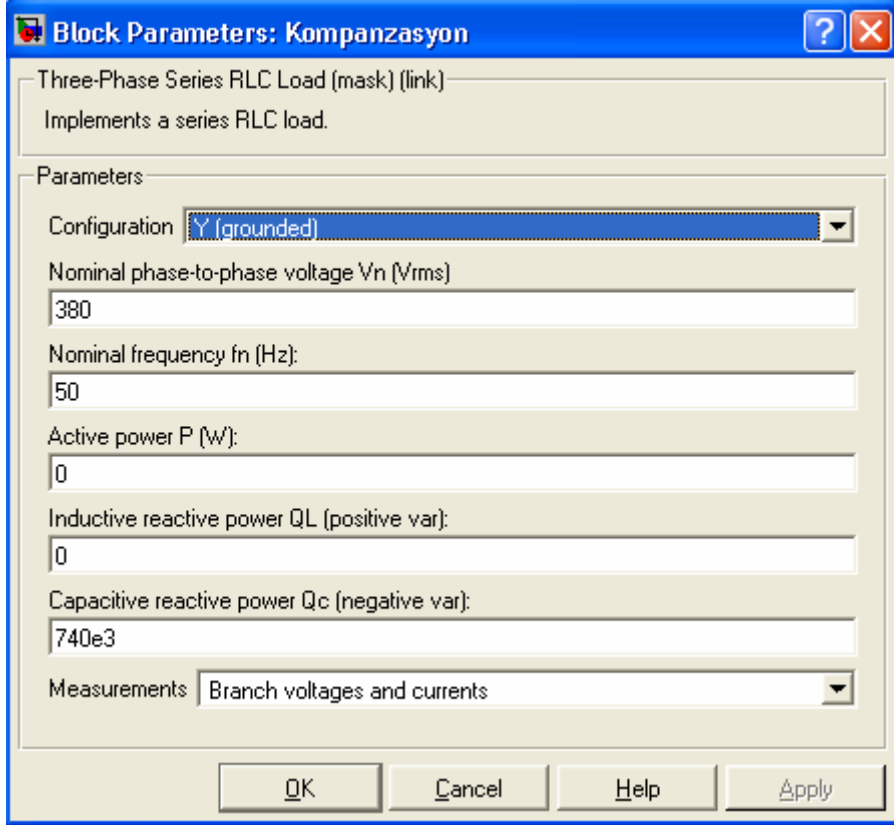
Şekil 3.55. Fabrika yükü sembolü (omik + endüktif yük).



Şekil 3.56. Fabrika yükü parametreleri.



Şekil 3.57. Kompanzasyon sembolü.



Şekil 3.58. Kompanzasyon parametreleri.

Kompanzasyon değerleri seçilirken, örneğin $\cos\phi = 0,80$ değerinden 0,95 değerine yükseltmek istenirse, güç faktörü yükseltme katsayısı “k”, tablodan bakıldığında 0.42 seçilecektir ve

$$Q_c = P \cdot k \quad (3.3.)$$

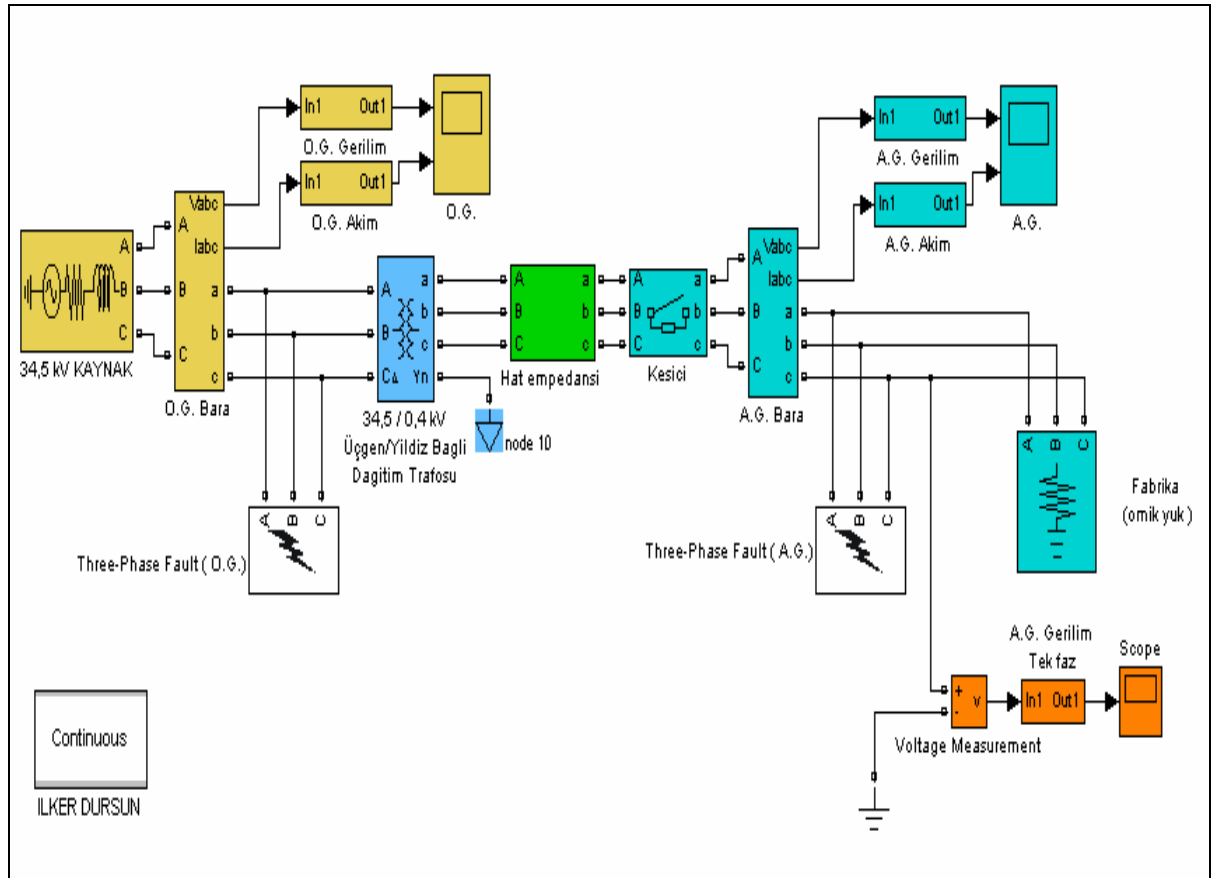
formülü ile kompanzasyon değeri hesaplanır. Trafo nüvesi, sargılar ve hatlardaki boşta çalışma kayıplarını karşılamak üzere, trafo gücünün yaklaşık % 3-5 gibi bir oranında güçte seçilerek yapılan kompanzasyona “sabit kompanzasyon” denir. Yukarıdaki penceredeki kapasitif reaktif güç değeri seçilirken, sabit ve otomatik kompanzasyon değerleri göz önüne alınarak yaklaşık bir değer seçilmiştir. Aşağıda “Güç Faktörü Yükseltilmesi İçin Kondansatör Hesap Tablosu” verilmiştir.

Güç Faktörü Yükseltilmesi İçin Kondansatör Hesap Tablosu							
Mevcut Cos ϕ_1	İstenilen / Cos ϕ_2 'de 1 kW için KVAR Değerleri						
	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00
0.20	3.88	4.02	4.15	4.28	4.42	4.57	4.90
0.30	2.16	2.30	2.43	2.56	2.70	2.85	3.18
0.40	1.27	1.41	1.54	1.67	1.81	1.96	2.29
0.45	0.96	1.10	1.23	1.36	1.50	1.66	1.98
0.50	0.71	0.85	0.98	1.11	1.25	1.40	1.73
0.55	0.50	0.64	0.77	0.90	1.03	1.19	1.52
0.60	0.31	0.45	0.58	0.71	0.85	1.00	1.33
0.65	0.15	0.29	0.42	0.55	0.69	0.84	1.17
0.70	-	0.14	0.27	0.40	0.54	0.69	1.02
0.72	-	0.08	0.21	0.34	0.48	0.64	0.96
0.74	-	0.03	0.16	0.29	0.43	0.58	0.91
0.76	-	-	0.11	0.24	0.37	0.53	0.86
0.78	-	-	0.05	0.18	0.32	0.47	0.80
0.80	-	-	-	0.13	0.27	0.42	0.75
0.82	-	-	-	0.08	0.21	0.37	0.70
0.84	-	-	-	0.03	0.16	0.32	0.65
0.86	-	-	-	-	0.11	0.26	0.59
0.88	-	-	-	-	0.06	0.21	0.54
0.90	-	-	-	-	-	0.16	0.48
0.92	-	-	-	-	-	0.10	0.43
0.94	-	-	-	-	-	0.04	0.36

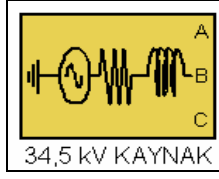
Tablo 3.1. Güç Faktörü Yükseltilmesi İçin Kondansatör Hesap Tablosu

BÖLÜM 4. BEYOĞLU BÖLGESİ 34,5 / 0,4 kV GERİLİM SEVİYELERİNDE SIMULINK ORTAMINDA ÜÇ FAZ-TOPRAK KISA DEVRE ANALİZİ

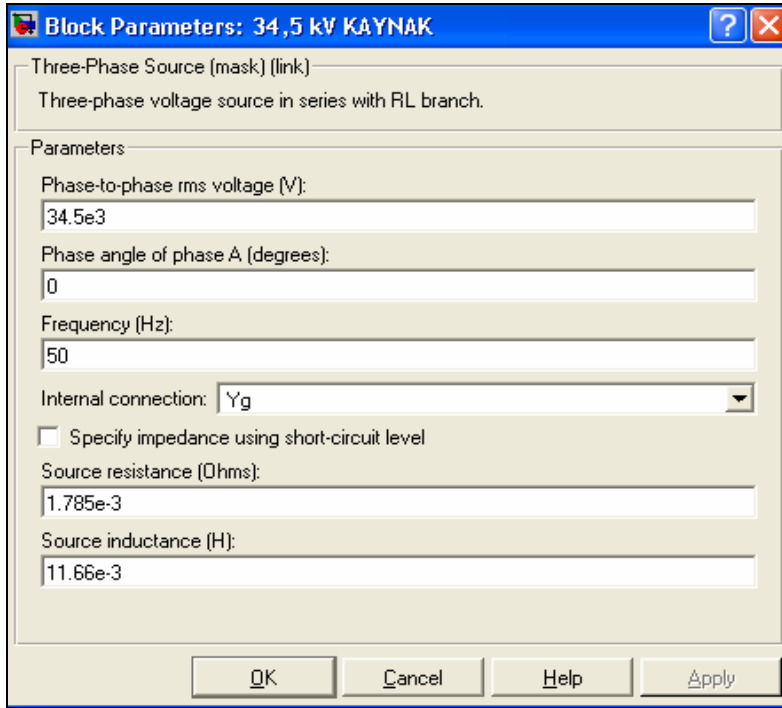
Bu bölümde 34,5 kV besleme hattından beslenen yüklerin 3 faz-toprak A.G. ve O.G. kısa devre hatalarında görülen akım ve gerilim değerleri incelenecektir. Önceki bölümde açıklanan genel semboller tekrarlanmayacaktır.



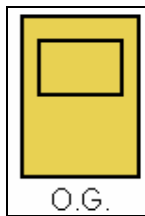
Şekil 4.1. Simulink ile oluşturulan kısa devre modellemesi ana şeması.



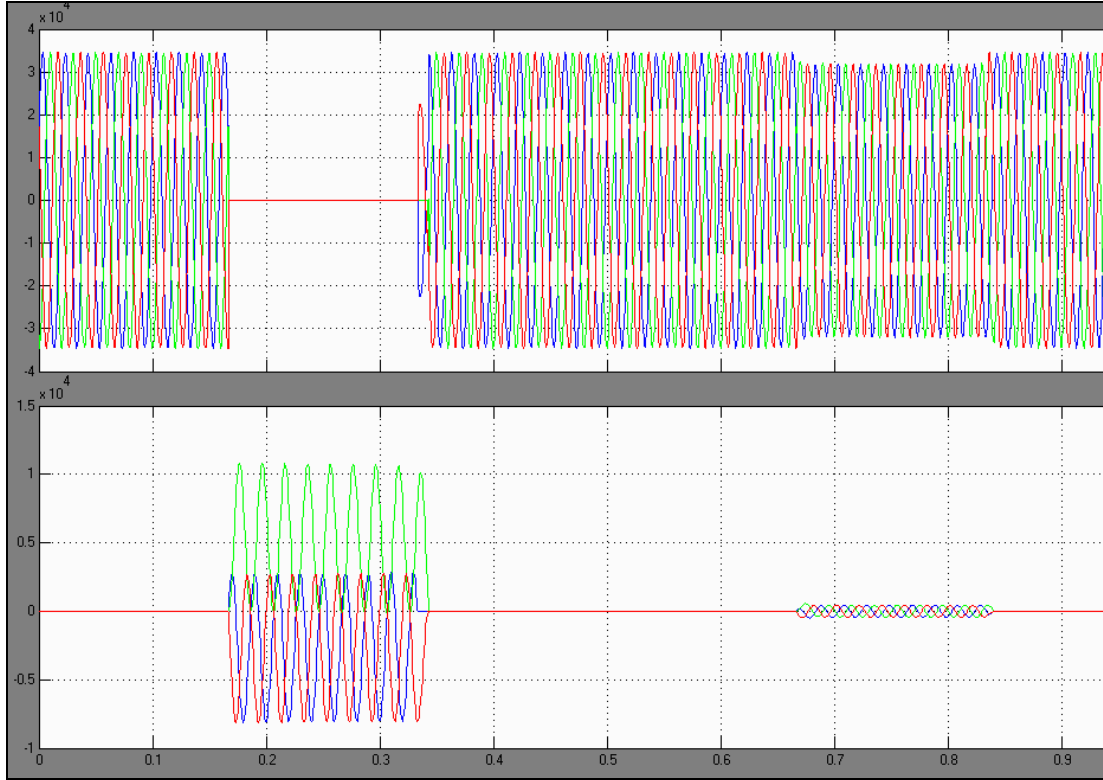
Şekil 4.2. 34.5 kV kaynak sembolü.



Şekil 4.3. 34.5 kV kaynak parametreleri.

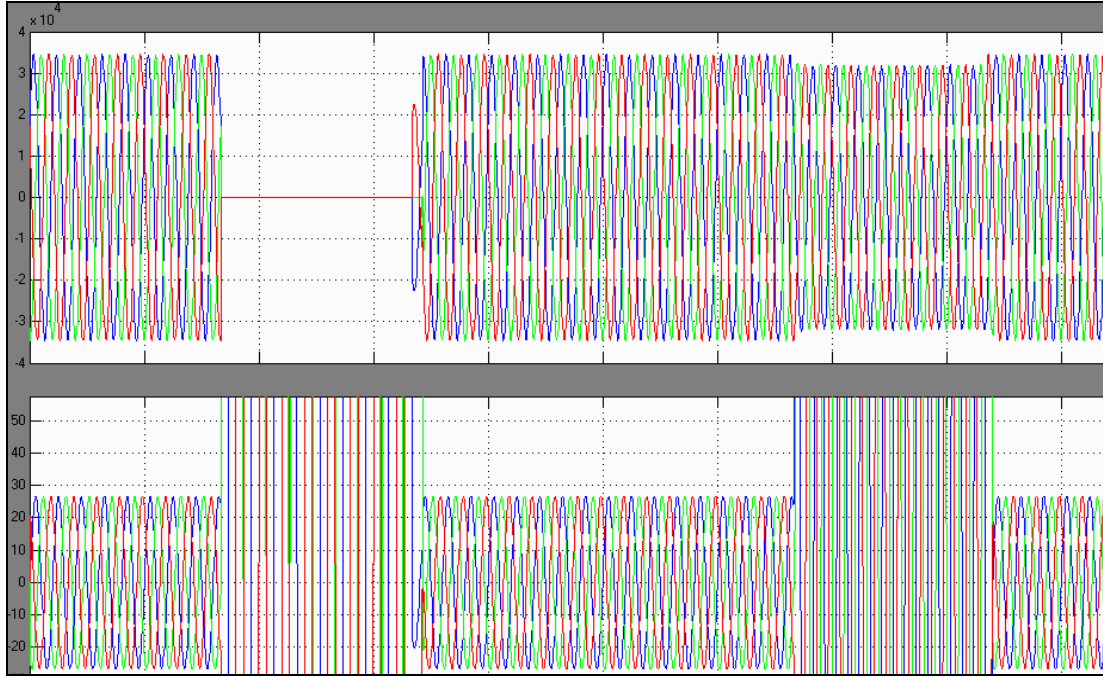


Şekil 4.4. O.G. gerilim ve akım ölçümetresi.



Şekil 4.5. Kısa devre öncesi ve sonrası O.G. gerilim ve akım değerleri (üç faz-toprak kısa devresi).

Şekillerde görülen grafiklerden üst taraftaki kısım gerilim, alt taraftaki kısım ise akım değerlerini göstermektedir. Nominal 34.5 kV gerilim seviyesinde 1600 kVA'lık bir yük yaklaşık 26 A akım çekmektedir, ancak ölçeğin çok küçük olması sebebiyle 0 A gibi görülen akım, aşağıda Şekil 4.6'da büyütülmüş ölçekli haliyle görülmektedir.



Şekil 4.6. Bir önceki şeklin (Şekil 4.5) daha büyük ölçekli görünümü.

Şekilden görüleceği üzere, normal şartlarda 34,5 kV gerilim seviyesinde ve yaklaşık olarak 26 A akım çekilen 1600 kVA'lık bir trafodan, 10/60 – 20/60 sn zaman aralığında meydana gelen bir orta gerilim kısa devresinde, primer taraftan yaklaşık 1.1 kA akım çekilmektedir. Benzer şekilde 40/60 – 50/60 sn zaman aralığında meydana gelen bir alçak gerilim kısa devresinde ise, yine primer tarafında 32 kV gerilim ve 430 A akım gözlemlenmektedir.



Three-Phase Fault (O.G.)

Şekil 4.7. Kısa devre bloğu.

Block Parameters: Three-Phase Fault (O.G.)

Three-Phase Fault (mask) (link)

Use this block to program a fault (short-circuit) between any phase and the ground. You can define the fault timing directly from the dialog box or apply an external logical signal. If you check the 'External control' box , the external control input will appear.

Parameters

Phase A Fault

Phase B Fault

Phase C Fault

Fault resistances R_{on} (ohms) :

0.001

Ground Fault

Ground resistance R_g (ohms) :

1

External control of fault timing :

Transition status [1,0,1 ...]:

[1 0]

Transition times (s):

[10/60 20/60]

Snubbers resistance R_p (ohms) :

1e6

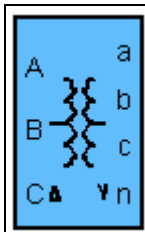
Snubbers Capacitance C_p (Farad)

inf

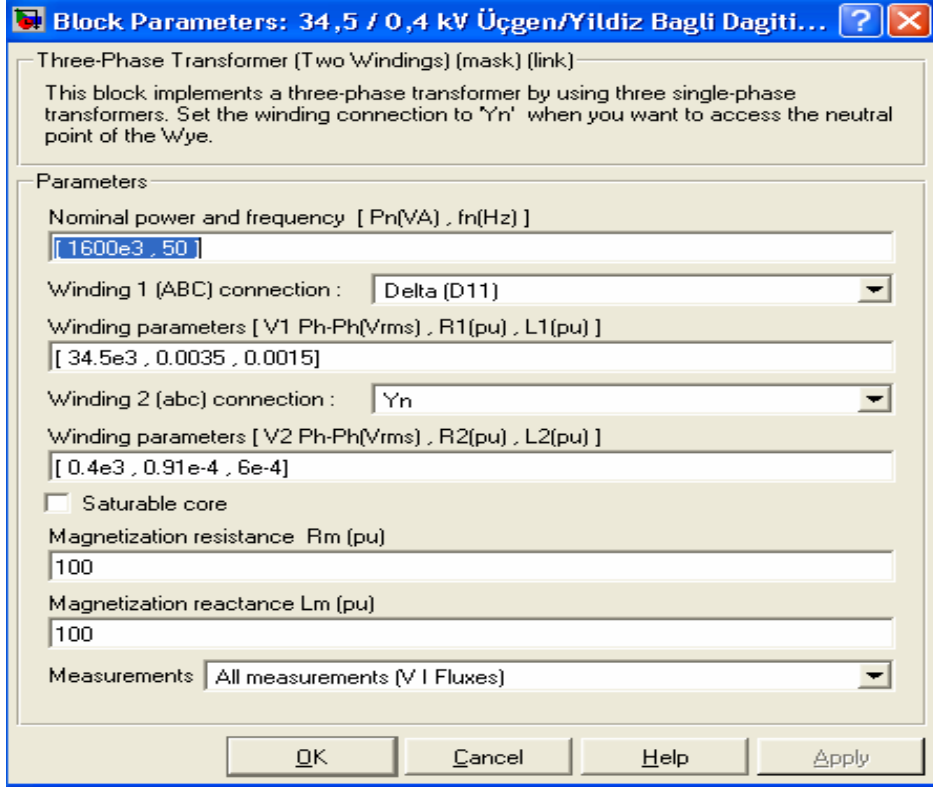
Measurements: None

OK Cancel Help Apply

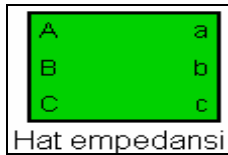
Şekil 4.8. Üç faz-toprak kısa devre bloğunun değerleri (O.G.'de)



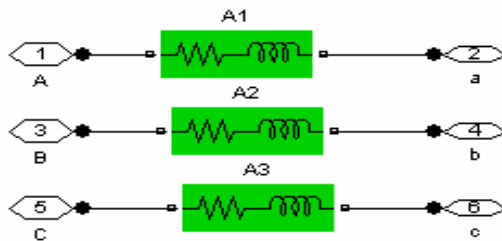
Şekil 4.9. (34.5/0.4 kV) üçgen / yıldız dağıtım trafosu.



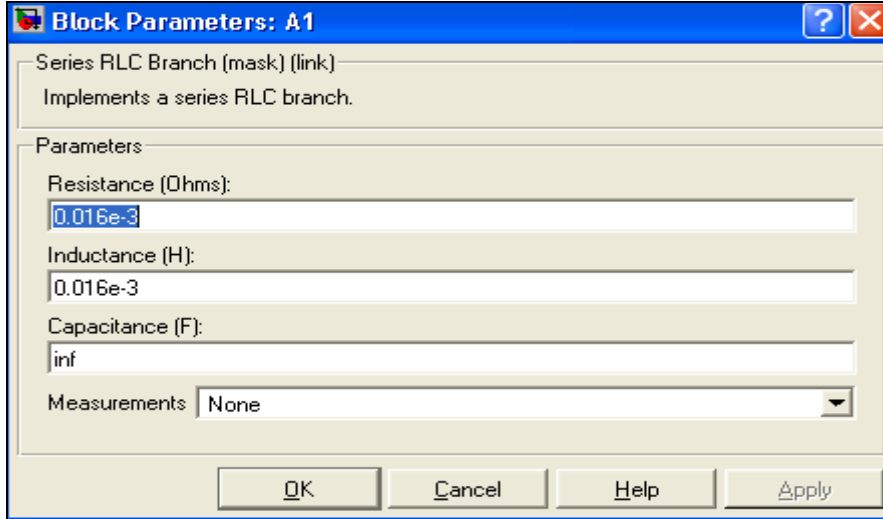
Şekil 4.10. 34.5/0.4 kV üçgen / yıldız dağıtım trafosunun değerleri



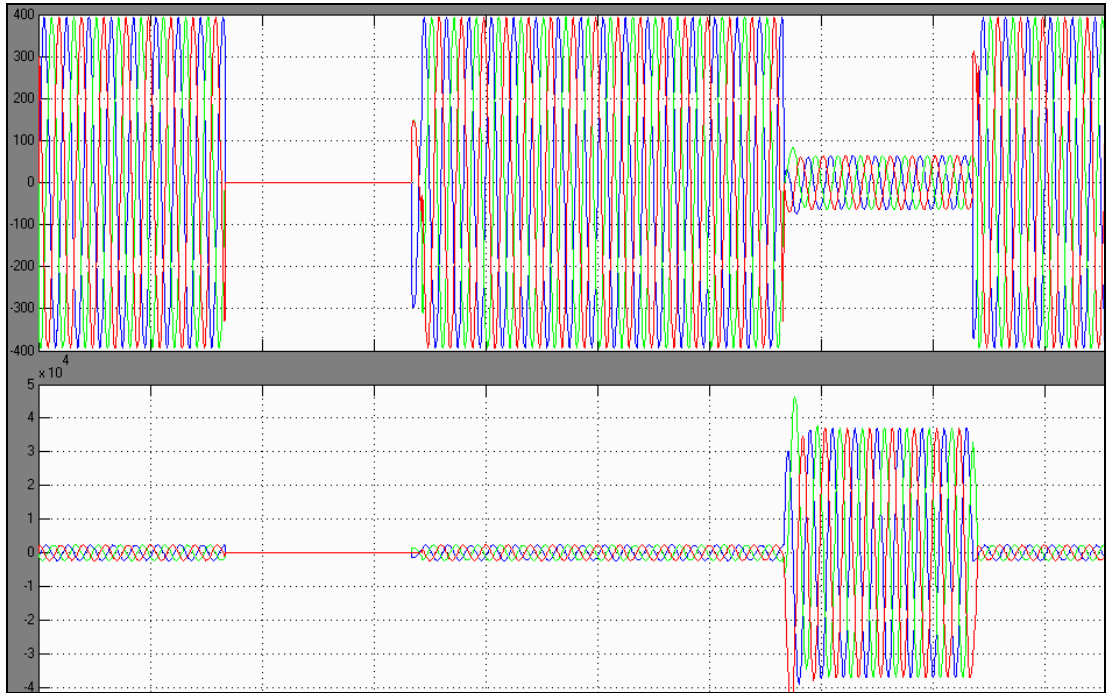
Şekil 4.11. Hat empedansı alt sistem modellemesi.



Şekil 4.12. Hat empedansı alt sistem modellemesi iç şeması



Şekil 4.13. Bir fazın (A1'in) empedans değerleri.

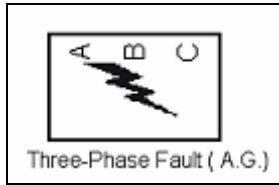


Şekil 4.14. Kısa devre öncesi ve sonrası A.G. gerilim ve akım değerleri (üç faz-toprak kısa devresi).

Şekil 4.14'deki grafikleri irdelediğimizde, normal çalışmada yaklaşık 400 V gerilim ve 2275 A seviyelerinde akım çekilen hattan, 10/60 – 20/60 sn zaman aralığında bir Y.G. kısa devresinde 0 V gerilim ve 0 A akım değerleri gözlenmektedir. Ancak

40/60 – 50/60 sn zaman aralığındaki A.G. kısa devre anında ise 60 V gerilim ve 37 kA kısa devre akımı gözlenmektedir. Kısa devre anında görülen bu 60 V'luk gerilimin sebebi de, hattın, trafonun ve kesicilerin empedanslarından kaynaklanmaktadır.

Sonuç olarak, primer tarafında meydana gelen bir kısa devrede, primer ve sekonder tarafın her ikisinde de gerilim 0 seviyelerinde iken, sekonder tarafında meydana gelen bir kısa devrede, primer tarafın gerilimi 34,5 kV'tan 32 kV mertebelerine düşerken, akım da 26 A'den 430 A değerine yükselmektedir.



Şekil 4.15. Kısa devre bloğu.

Block Parameters: Three-Phase Fault (A.G.)

–Three-Phase Fault (mask) (link)–

Use this block to program a fault (short-circuit) between any phase and the ground. You can define the fault timing directly from the dialog box or apply an external logical signal. If you check the 'External control' box , the external control input will appear.

Parameters

Phase A Fault

Phase B Fault

Phase C Fault

Fault resistances R_{on} (ohms):

0.001

Ground Fault

Ground resistance R_g (ohms):

1

External control of fault timing :

Transition status [1,0,1 ...]:

[1 0]

Transition times (s):

[40/60 50/60]

Snubbers resistance R_p (ohms):

1e6

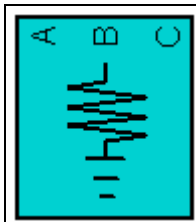
Snubbers Capacitance C_p (Farad)

inf

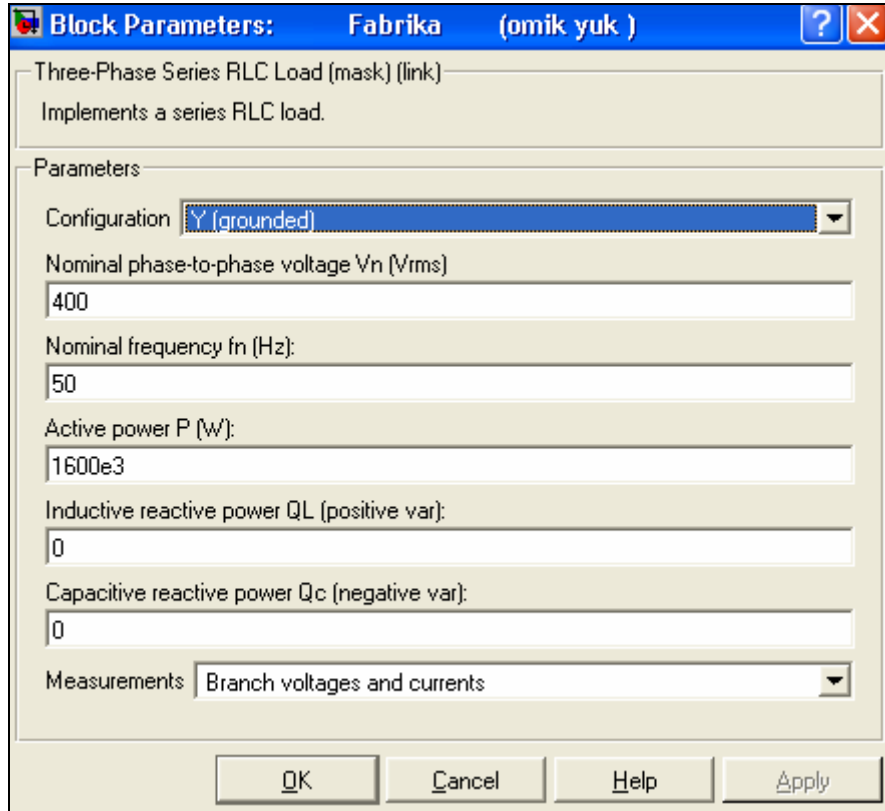
Measurements: None

OK Cancel Help Apply

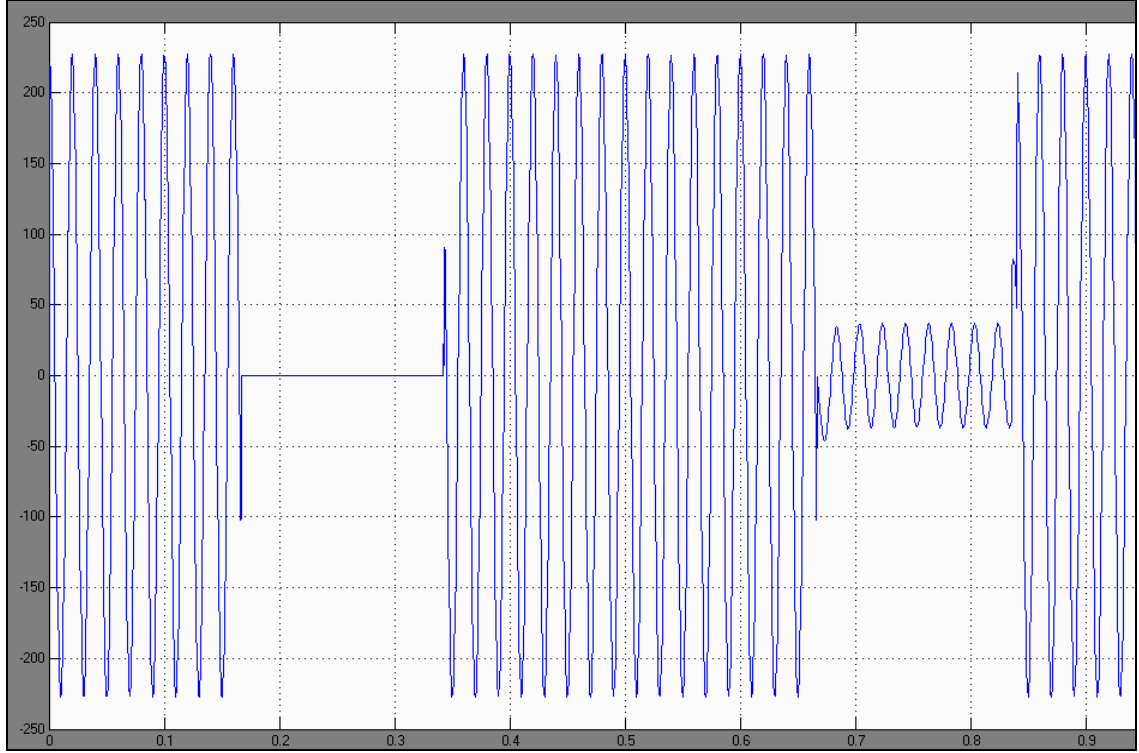
Şekil 4.16. Üç faz-toprak kısa devre bloğunun değerleri (A.G.'de)



Şekil 4.17. Yük modellemesi.



Şekil 4.18. Yük modellemesinin değerleri.



Şekil 4.19. Kısa devre öncesi ve sonrası A.G. gerilim değerleri (tek faz)

O.G. ve A.G. kısa devre anlarında sekonder tarafta faz-toprak arasında izlenen gerilim değerleri yukarıda görülmektedir. 220 V mertebesindeki gerilim bir O.G. kısa devre arızasında 0 V olmakta, bir A.G. kısa devresinde ise 40 V seviyelerinde bir gerilim görülmektedir. Bu gerilim, hattın, trafonun nüve ve sargılarının ve kesicilerin empedanslarından kaynaklanmaktadır.

BÖLÜM 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Simulink yazılımı kullanılarak, elektrik dağıtım sistemlerinde yük aktarımı ve kısa devre olayları bilgisayar ortamında incelenmiştir.

Uygulama olarak Boğaziçi Elektrik Dağıtım A.Ş.'nin işletme bölgelerinden birine ait 34,5 kV'luk besleme fiderlerinden birisi seçilmiş ve bu fiderin akım ve gerilim değerleri yükün durumuna göre irdelenmiş, analiz edilmiştir. Yapılan uygulama örneklerinden de görülebileceği üzere, çok karmaşık ve ayrıntılı bir sistem, Simulink vasıtası ile iç içe kutucuklar halinde modelleme yapılarak çok basit birimlere indirgenebilmektedir. Böyle bir modellemenin en önemli faydası, sistemin tamamını bilgisayar üzerinde görebilme, gerçek sistemdeki manevra ve kumandaları ekranda görerek hesaplabilmek, çıkabilecek sorunları grafiklerden ve analiz sonuçlarından muhakeme ederek gerçek sistemdeki problemlere önceden müdahale edilebilmesine olanak sağlayabilmektir. Örneğin, birden fazla kaynaktan beslenen bir yük barasında, yükü besleyen kaynakların paralel çalışma koşullarını yerine getirmesi şarttır. Çift taraftan beslenen böyle bir yükte, frekanstaki çok küçük bir farklılığın, fazlar arasındaki birkaç derecelik kaymanın, gerilimin genlik değerlerindeki değişikliklerin sistemde ne gibi sorunlara yol açabileceğini irdelenebilmekte, sistemin çalışıp çalışmayacağı hakkında yorum yapılabilir.

Gerçek bir sistemi modelleyip analiz ettiğimizde, çıkabilecek sorunları önceden hesaplayıp müdahale edebilmenin yanı sıra, geliştirilebilecek yeni tasarımları da bilgisayar üzerinde modelleyerek, çok büyük zaman, enerji ve malzeme kaybından tasarruf edilmesine imkan sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] <http://www.figes.com.tr>
- [2] Boğaziçi Elektrik Dağıtım A.Ş. Genel Müdürlüğü, A.P.K. Müdürlüğü Faaliyet Raporları, 2004
- [3] UÇKU, K. Elektrikle Enerji Dağıtımı ve Projesi – Birinci Kısım, Ankara Devlet Mühendislik ve Mimarlık Akademisi M.M.Y.O. Tisa Matbaacılık Sanayi, Ankara, 1974
- [4] ARİFOĞLU, U. Matlab 7.04 Simulink ve Mühendislik Uygulamaları, Alfa Yayınları, İstanbul, 2005

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında İstanbul'un Eyüp ilçesinde doğdu. İlk ve orta öğrenimini İstanbul'da tamamladı. 1999 yılında Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik - Elektronik Mühendisliği bölümünde lisans eğitimine başladı ve 2003 yılında mezun oldu. Bir yarıyıl dönemi ara verdikten sonra 2004 yılı bahar döneminde Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Lisansüstü eğitimine başladı ve halen yüksek lisans öğrenimi devam etmektedir. Lisans eğitimini tamamladıktan hemen sonra bir tekstil firmasında işe başlamış, daha sonra bir plastik fabrikasında çalışma hayatına devam etmiştir. Son olarak yaklaşık 1,5 senedir Boğaziçi Elektrik Dağıtım A.Ş.'de Etüt ve Proje Müdürlüğü'nde proje mühendisi olarak çalışmakta, AG-YG tüm projelerin etüt, fizibilite, keşiflendirme ve uygulama aşamalarında proje mühendisi olarak görev yapmaktadır.

İlker DURSUN