



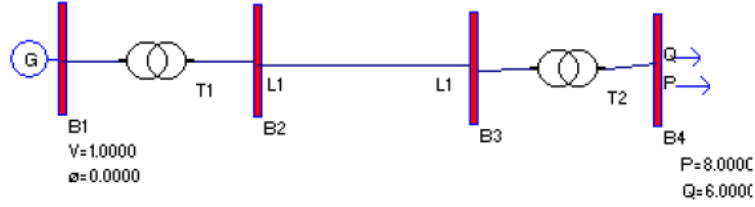
GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ

ELM426  
Akıllı Elektrik Şebekeleri ve Güç Sistemlerine Giriş

Proje Ödevi

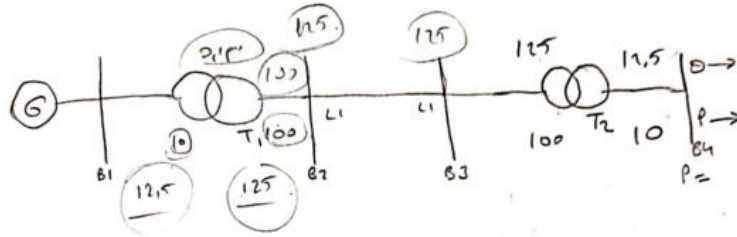
Hazırlayanlar
1) 1901022050 Merve Tutar

## Proje Ödevi



Şekil 1- 4 baralı bir güç sistemi

Şekilde tek hat diyagramı görülen bir güç sistemindeki transformatörler 15MVA gücünde, seri reaktansı  $X=10\%$ pu ve  $10\Delta/100Y$  kV gerilim seviyelerinde çalışmaktadır. İletim hattının seri reaktans değeri,  $X= 50\Omega$ 'dur. Sistem 10MVA'lık ( $8MW + j6MVAR$ ) yükü beslemektedir.  $S_{base}=10MVA$  ve  $V_{base}=12.5kV$  alarak ve jeneratörün iç direnci ihmal ederek sistem elemanlarının birim değerlerini bulun. Herhangi bir güç sistem analiz programı ile aşağıdaki adımları uygulayın ve sonuçları yorumlayın.



$$X_{T1} = 0.1 \cdot \left( \frac{100}{125} \right)^2 \cdot \left( \frac{10}{15} \right) = 0.04267$$

$$X_{T2} = 0.1 \cdot \left( \frac{100}{125} \right) \cdot \left( \frac{10}{15} \right) = 0.04267$$

$$Z_B = \frac{V_B^2}{S_B} = \frac{125^2}{10} = 1562.5$$

$$Z_{pu} = \frac{Z}{Z_B} = \frac{50}{1562.5} = 0.032$$

Transformatörler için :

**Branch Information Dialog**

Transformer From Bus To Bus Circuit

Number 1 2 1

Name 1 2

Area 1 (1) 1 (1)

Nominal kv 12,50 125,0

Voltage|Angle 1,05000 0,0000 1,03682 -0,8842

Labels ... no labels

Find By Number Find By Name Find ...

From End Metered

Parameters Transformer OPF Fault Info Area, Zone, Owner, Sub, PTDF Custom Stability Geography GIC

Status ☐ Open ☒ Closed

Energized ☐ NO (Offline) ☒ YES (Online)

Branch Device Type Transformer

Allow Consolidation

Length 0,00

Normal Status ☐ Open ☒ Closed

Per Unit Impedance Parameters

Series Resistance (R) 0,000000

Series Reactance (X) 0,042670

Shunt Charging (B) 0,000000

Shunt Conductance (G) 0,000000

Magnetizing Conductance 0,000000

Magnetizing Susceptance 0,000000

Note: All Impedances above are in per unit on the system MVA and Voltage bases. Click following button to edit on Transformer Bases.

Specify Transformer Bases and Impedances...

Has Line Shunts Line Shunts

MVA Limits

Limit A 100,000

Limit B 0,000

Limit C 0,000

Limit D 0,000

Limit E 0,000

Limit F 0,000

Limit G 0,000

Limit H 0,000

Limit I 0,000

Limit J 0,000

Limit K 0,000

Line Flow at From Bus 1 (1)

Sign Convention: From --> To

MW 4,00

Mvar 3,32

% MVA 5,20 5,20

% Amps 4,95 228,80

Line Flow at To Bus 2 (2)

Sign Convention: To --> From

MW -4,00

Mvar -3,22

MVA 5,14 5,14

Amps 22,88 4,95

Line Losses

0,000 MW

0,103 Mvar

Has D-FACTS D-FACTS Devices on the Line Has Multi-Section Line View Multi-Section Line Dialog

OK Save Save to Aux Cancel Help Print

Şekil 1. Tranformatörlerin birim değerlerinin değiştirilmesi

İletim hattı için:

**Branch Information Dialog**

Line From Bus To Bus Circuit

Number 2 3 1

Name 2 3

Area 1 (1) 1 (1)

Nominal kv 125,0 125,0

Voltage|Angle 1,03682 -0,8842 1,03484 -1,0209

Labels ... no labels

Find By Number Find By Name Find ...

From End Metered

Parameters OFF Fault Info Area, Zone, Owner, Sub, PTDF Custom Stability Geography GIC

Status ☐ Open ☒ Closed

Energized ☐ NO (Offline) ☒ YES (Online)

Branch Device Type Line

Allow Consolidation

Length 10,00

Normal Status ☐ Open ☒ Closed

Per Unit Impedance Parameters

Series Resistance (R) 0,000000

Series Reactance (X) 0,032000

Shunt Charging (B) 0,000000

Shunt Conductance (G) 0,000000

Has Line Shunts Line Shunts

MVA Limits

Limit A 100,000

Limit B 0,000

Limit C 0,000

Limit D 0,000

Limit E 0,000

Limit F 0,000

Limit G 0,000

Limit H 0,000

Limit I 0,000

Limit J 0,000

Limit K 0,000

Line Flow at From Bus 2 (2)

Sign Convention: From --> To

MW 8,00

Mvar 6,44

% MVA 10,27 10,27

% Amps 9,91 45,76

Line Flow at To Bus 3 (3)

Sign Convention: To --> From

MW -8,00

Mvar -6,41

MVA 10,25 10,25

Amps 45,76 9,91

Line Losses

0,000 MW

0,031 Mvar

Has D-FACTS D-FACTS Devices on the Line Has Multi-Section Line View Multi-Section Line Dialog

OK Save Save to Aux Cancel Help Print

Şekil 2.İletim hattının birim değerinin değiştirilmesi

## 1. Generator gerilimini 1.07pu ayarlayın.

Generator Information for Present

Bus Number: 1 Find By Number Find By Name Find ...

Bus Name: 1

ID: 1

Area Name: 1 (1)

Labels: no labels

Generator MVA Base: 10,00

Fuel Type: UN (Unknown) [PW=0] [EPC=0]

Unit Type: UN (Unknown) [PW=0] [EPC=0]

Status: ☐ Open ☒ Closed

Energized: ☐ NO (Offline) ☒ YES (Online)

View Bus Dialog View Area Dialog View Substation Dialog

Power and Voltage Control Costs OPF Faults Owners, Area, etc. Custom Stability Weather

Power Control

MW Output: 8,286 ☒ Available for AGC Participation Factor: 10,00

Min. MW Output: 0,000 ☒ Enforce MW Limits during automatic control Loss Sensitivity: 0,0000

Max. MW Output: 1000,000

Voltage Control

Mvar Output: 6,828 Regulated Bus Number: 1

Min Mvar: -9900,000 Actual Voltage: 1,070000

Max Mvar: 9900,000 ☐ Use Capability Curve SetPoint Voltage: 1,070000

Mvar Capability Curve

MW	Min Mvar	Max Mvar
1		
2		
3		
4		
5		
6		

SetPoint Voltage Tol: 0,00000

Remote Reg %: 100,0

Line Drop Compensation

Use LDC: No

Xcomp: 0,000100

Rcomp: 0,000000

Wind Control Mode

Mode: None

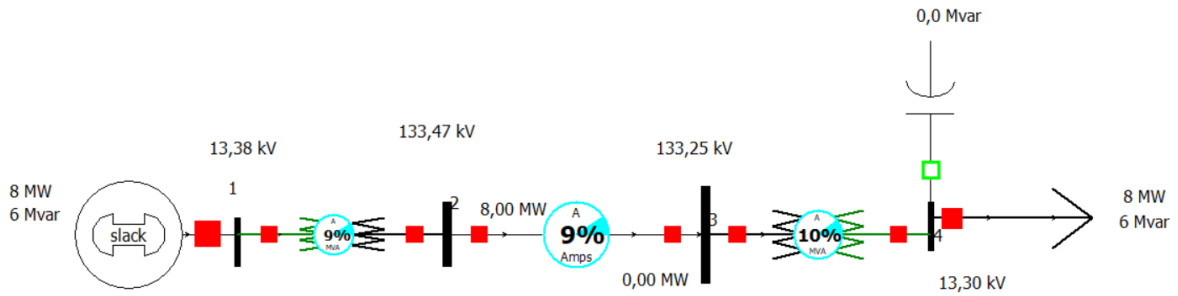
Power Factor: 1,0000

Voltage Droop Control

Name: Find... Clear Add...

OK Save Save to Aux Cancel Help Print

Şekil 3. Generator gerilimi 1.07 pu ayarlanması



Şekil 4. Generator gerilimi 1.07 pu ayarlandığında hat analizi

## 2. Yük akışı analizini Newton-Raphson metodunu kullanarak çözün.

	Number	Name	Area Name	Nom kV	PU Volt	Volt (kV)	Angle (Deg)	Load MW	Load Mvar	Gen MW	Gen Mvar	Switched Shunts Mvar	Act G Shunt MW	Act B Shunt Mvar	Area Num	Zone Num
1	1	1	1	12,50	1,07000	13,375	0,00			8,00	6,10		0,00	0,00	1	1
2	2	2	1	125,00	1,06780	133,475	-0,16						0,00	0,00	1	1
3	3	3	1	125,00	1,06598	133,248	-0,28						0,00	0,00	1	1
4	4	4	1	12,50	1,06361	13,295	-0,45	8,00	6,00			0,00	0,00	0,00	1	1

Şekil 5. Generator gerilimi 1.07 pu iken Newton-Raphson analizi

3. Hat reaktansını üçe katlayın ve yük akışı analizi yapın.

$$Z_{pu} = 3 \times 0.032 = 0.096 \text{ pu}$$

**Branch Information Dialog**

Line Number: 2, From Bus: 3, To Bus: 1, Circuit: 1

Name: 2, Area: 1 (1), Nominal kV: 125,0

Voltage/Angle: 1,06779, -0,1554, 1,06234, -0,5438

Labels: no labels

Parameters: OPF, Fault Info, Area, Zone, Owner, Sub, PTDF, Custom

Status: ☐ Open, ☒ Closed

Energized: ☐ NO (Offline), ☒ YES (Online)

Branch Device Type: ☐ Has Line Shunts

Per Unit Impedance Parameters:

Series Resistance (R): 0,000000

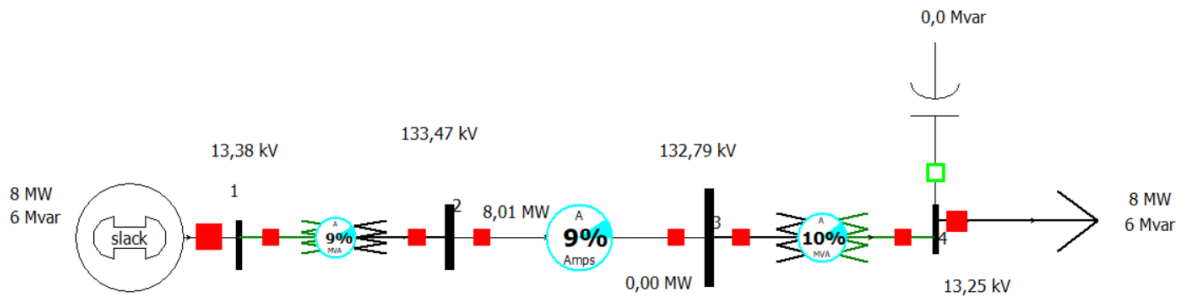
Series Reactance (X): 0,096000

Shunt Charging (B): 0,000000

Shunt Conductance (G): 0,000000

Line Shunts: ☐

Şekil 6. Hat reaktansının üçe katlanarak değiştirilmesi



Şekil 7. Hat reaktansını üçe katlandığında hat analizi

Number	Name	Area Name	Nom kV	PU Volt	Volt (kV)	Angle (Deg)	Load MW	Load Mvar	Gen MW	Gen Mvar	Switched Shunts Mvar	Act G Shunt MW	Act B Shunt Mvar	Area Num	Zone Num
1	1	1	12,50	1,07000	13,375	0,00			8,00	6,12		0,00	0,00	1	1
2	2	1	125,00	1,06779	133,474	-0,16						0,00	0,00	1	1
3	3	1	125,00	1,06234	132,792	-0,54						0,00	0,00	1	1
4	4	1	12,50	1,05995	13,249	-0,71	8,00	6,00			0,00	0,00	0,00	1	1

Şekil 8. Hat reaktansı üçe katlandığında Newton-Raphson analizi

4. Aktif güç P' yi sabit tutarak reaktif güç Q' yu 0.1 pu ile 2 pu değerleri arasında değiştirerek yük akışı analizi yapın.

Sbase=10MVA

10MVA = (8MW +j6MVar) -> 1pu

0.1 pu -> 0.6 MVar

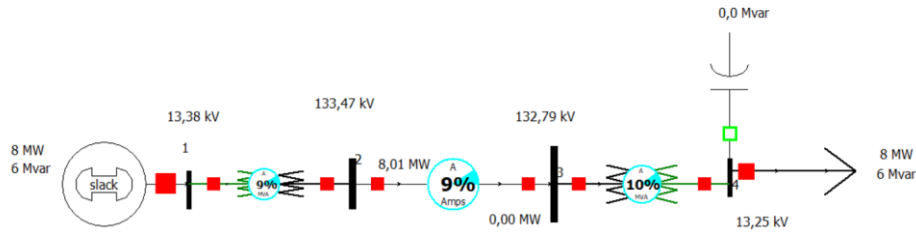
0.6 pu -> 3.6 MVar

1.2 pu -> 7.2 MVar

1.8 pu ->10.8 MVar

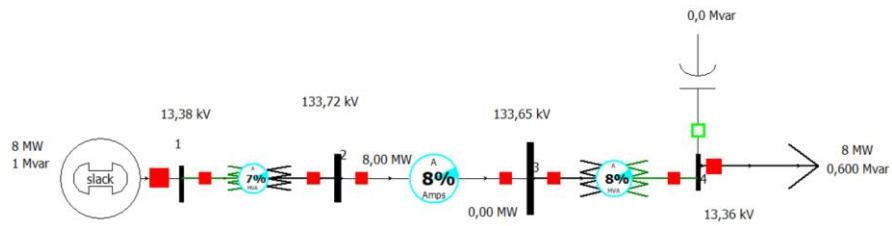
2.0 pu -> 12 MVar

1 pu:



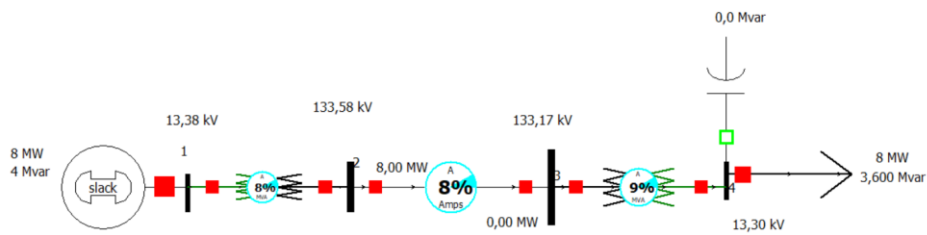
Şekil 9. 6 MVar için yük akış analizi

0.1 pu:



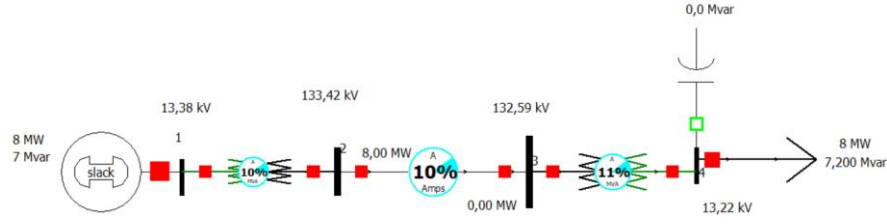
Şekil 10. 0.6 MVar için yük akış analizi

0.6 pu :



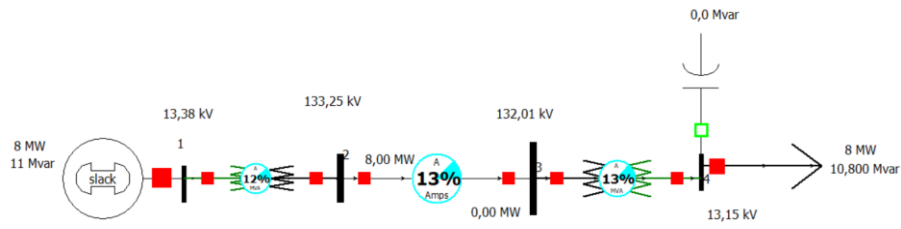
Şekil 11. 3.6 MVar için yük akış analizi

1.2 pu :



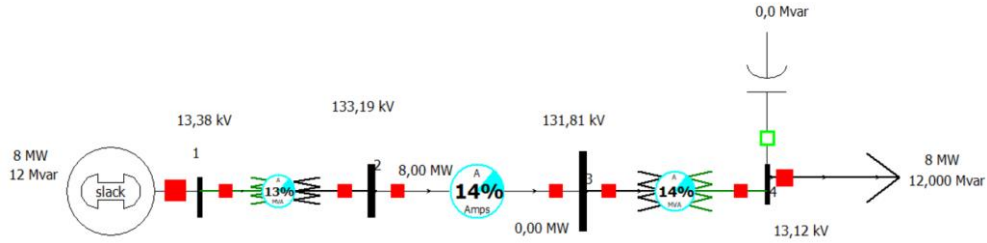
Şekil 12. 7.2 MVar için yük akış analizi

1.8 pu:



Şekil 13. 10.8 MVar için yük akış analizi

2 pu:



Şekil 14. 12 MVar için yük akış analizi

Newton raphson analizleri:

Number	Name	Area Name	Nom kV	PU Volt	Volt (kV)	Angle (Deg)	Load MW	Load Mvar	Gen MW	Gen Mvar	Switched Shunts Mvar	Act G Shunt MW	Act B Shunt Mvar	Area Num	Zone Num
1	1	1	12,50	1,07000	13,375	0,00			8,00	0,70		0,00	0,00	1	1
2	2	1	125,00	1,06975	133,719	-0,16						0,00	0,00	1	1
3	3	1	125,00	1,06917	133,646	-0,54						0,00	0,00	1	1
4	4	1	12,50	1,06893	13,362	-0,71	8,00	0,60			0,00	0,00	0,00	1	1

Şekil 15. 0.6 MVar Newton Raphson Analizi

Number	Name	Area Name	Nom kV	PU Volt	Volt (kV)	Angle (Deg)	Load MW	Load Mvar	Gen MW	Gen Mvar	Switched Shunts Mvar	Act G Shunt MW	Act B Shunt Mvar	Area Num	Zone Num
1	1	1	12,50	1,07000	13,375	0,00			8,00	3,72		0,00	0,00	1	1
2	2	1	125,00	1,06866	133,582	-0,16						0,00	0,00	1	1
3	3	1	125,00	1,06536	133,170	-0,54						0,00	0,00	1	1
4	4	1	12,50	1,06394	13,299	-0,71	8,00	3,60			0,00	0,00	0,00	1	1

Şekil 16. 3.6 MVar Newton Raphson Analizi

Number	Name	Area Name	Nom kV	PU Volt	Volt (kV)	Angle (Deg)	Load MW	Load Mvar	Gen MW	Gen Mvar	Switched Shunts Mvar	Act G Shunt MW	Act B Shunt Mvar	Area Num	Zone Num
1	1	1	12,50	1,07000	13,375	0,00			8,00	7,38		0,00	0,00	1	1
2	2	1	125,00	1,06733	133,416	-0,16						0,00	0,00	1	1
3	3	1	125,00	1,06075	132,594	-0,54						0,00	0,00	1	1
4	4	1	12,50	1,05789	13,224	-0,72	8,00	7,20			0,00	0,00	0,00	1	1

Şekil 17. 7.2 MVar Newton Raphson Analizi

	Number	Name	Area Name	Nom kV	PU Volt	Volt (kV)	Angle (Deg)	Load MW	Load Mvar	Gen MW	Gen Mvar	Switched Shunts Mvar	Act G Shunt MW	Act B Shunt Mvar	Area Num	Zone Num
1	1	1	1	12,50	1,07000	13,375	0,00			8,00	11,09		0,00	0,00	1	1
2	2	2	1	125,00	1,06599	133,249	-0,16						0,00	0,00	1	1
3	3	3	1	125,00	1,05609	132,011	-0,55						0,00	0,00	1	1
4	4	4	1	12,50	1,05177	13,147	-0,72	8,00	10,80			0,00	0,00	0,00	1	1

Şekil 18. 10.8 MVar Newton Raphson Analizi

	Number	Name	Area Name	Nom kV	PU Volt	Volt (kV)	Angle (Deg)	Load MW	Load Mvar	Gen MW	Gen Mvar	Switched Shunts Mvar	Act G Shunt MW	Act B Shunt Mvar	Area Num	Zone Num
1	1	1	1	12,50	1,07000	13,375	0,00			8,00	12,33		0,00	0,00	1	1
2	2	2	1	125,00	1,06554	133,192	-0,16						0,00	0,00	1	1
3	3	3	1	125,00	1,05452	131,815	-0,55						0,00	0,00	1	1
4	4	4	1	12,50	1,04971	13,121	-0,72	8,00	12,00			0,00	0,00	0,00	1	1

Şekil 19. 12 MVar Newton Raphson Analizi

5. Reaktif güç Q'yu sabit tutarak aktif güç P'yi 0.1 pu ile 2 pu değerleri arasında değiştirerek yük akışı analizi yapın.

$$10\text{MVA} = (8\text{MW} + j6\text{MVar}) \rightarrow 1\text{pu}$$

$$0.1 \text{ pu} \rightarrow 0.8 \text{ MW}$$

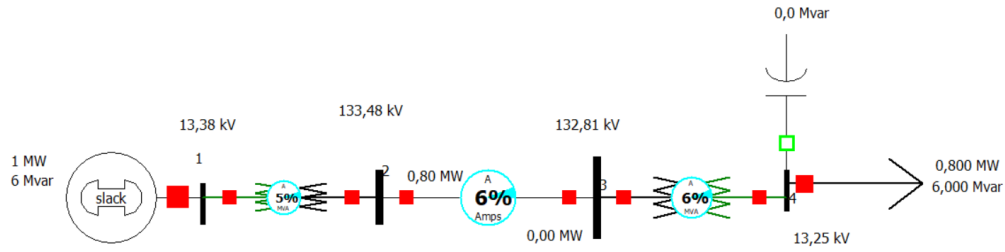
$$0.6 \text{ pu} \rightarrow 4.8 \text{ MW}$$

$$1.2 \text{ pu} \rightarrow 9.6 \text{ MW}$$

$$1.8 \text{ pu} \rightarrow 14.4 \text{ MW}$$

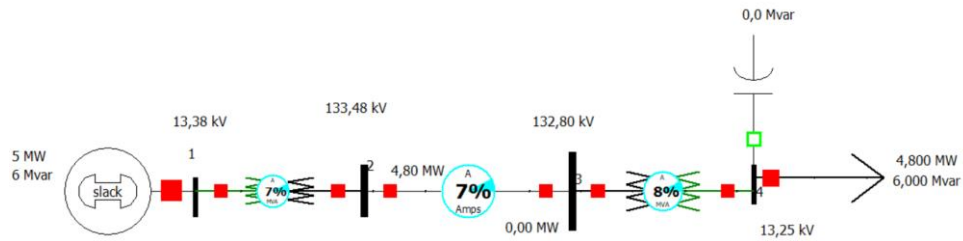
$$2.0 \text{ pu} \rightarrow 16 \text{ MW}$$

0.1 pu:



Şekil 20. 0.8 MW için yük akışı analizi

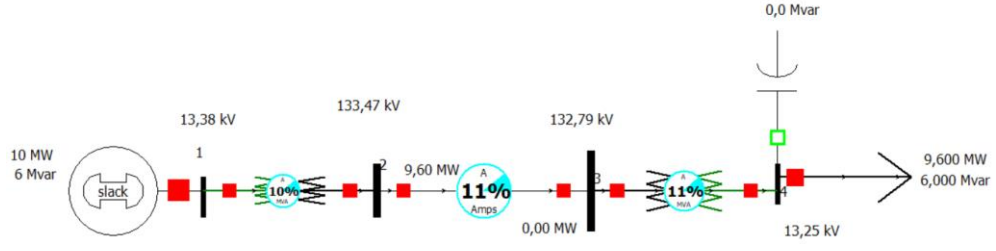
0.6 pu:



Şekil 21. 4.8 MW için yük akışı analizi

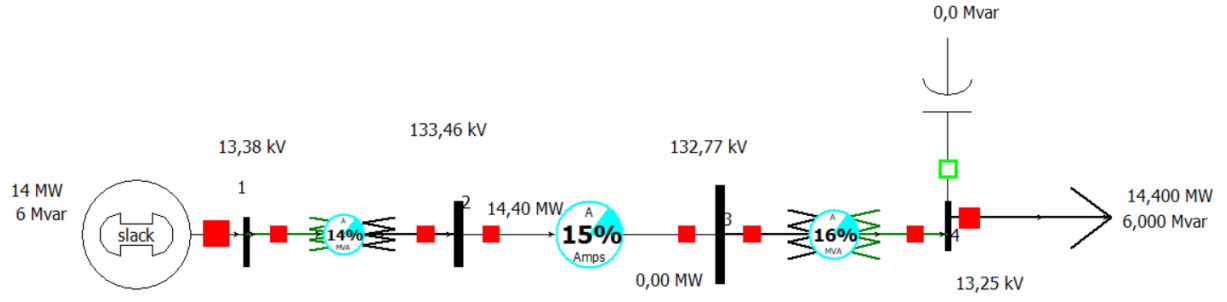


1.2 pu:



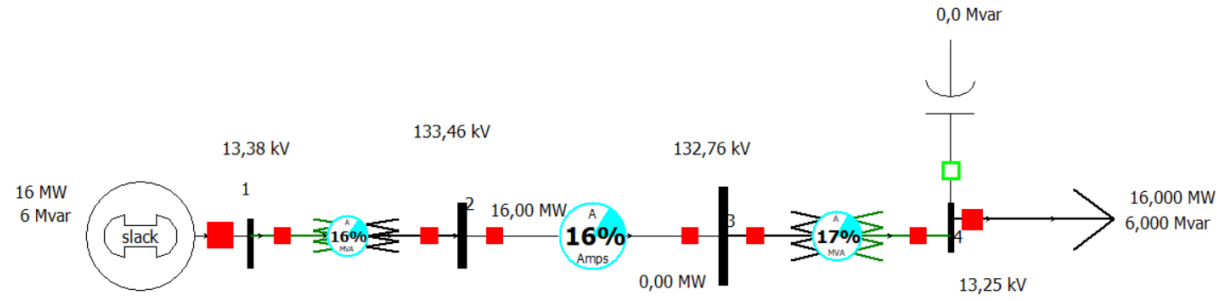
Şekil 22. 9.6 MW için yük akış analizi

1.8 pu:



Şekil 23. 14.4 MW için yük akış analizi

2.0 pu:



Şekil 24. 16 MW için yük akış analizi

Newton raphson analizleri:

Number	Name	Area Name	Nom kV	PU Volt	Volt (kV)	Angle (Deg)	Load MW	Load Mvar	Gen MW	Gen Mvar	Switched Shunts Mvar	Act G Shunt MW	Act B Shunt Mvar	Area Num	Zone Num
1	1	1	12,50	1,07000	13,375	0,00			0,87	5,97		0,00	0,00	1	1
2	2	1	125,00	1,06784	133,480	-0,02						0,00	0,00	1	1
3	3	1	125,00	1,06248	132,810	-0,06						0,00	0,00	1	1
4	4	1	12,50	1,06013	13,252	-0,08	0,80	6,00			0,00	0,00	0,00	1	1

Şekil 25. 0.8 MW Newton Raphson Analizi

Number	Name	Area Name	Nom kV	PU Volt	Volt (kV)	Angle (Deg)	Load MW	Load Mvar	Gen MW	Gen Mvar	Switched Shunts Mvar	Act G Shunt MW	Act B Shunt Mvar	Area Num	Zone Num
1	1	1	12,50	1,07000	13,375	0,00			4,80	6,07		0,00	0,00	1	1
2	2	1	125,00	1,06780	133,476	-0,09						0,00	0,00	1	1
3	3	1	125,00	1,06238	132,797	-0,33						0,00	0,00	1	1
4	4	1	12,50	1,06001	13,250	-0,43	4,80	6,00			0,00	0,00	0,00	1	1

Şekil 26. 4.8 MW Newton Raphson Analizi

	Number	Name	Area Name	Nom kV	PU Volt	Volt (kV)	Angle (Deg)	Load MW	Load Mvar	Gen MW	Gen Mvar	Switched Shunts Mvar	Act G Shunt MW	Act B Shunt Mvar	Area Num	Zone Num
1	1	1	1	12,50	1,07000	13,375	0,00			9,60	6,17		0,00	0,00	1	1
2	2	2	1	125,00	1,06777	133,472	-0,19						0,00	0,00	1	1
3	3	3	1	125,00	1,06231	132,788	-0,65						0,00	0,00	1	1
4	4	4	1	12,50	1,05994	13,249	-0,86	9,60	6,00			0,00	0,00	0,00	1	1

Şekil 27. 9.6 MW Newton Raphson Analizi

	Number	Name	Area Name	Nom kV	PU Volt	Volt (kV)	Angle (Deg)	Load MW	Load Mvar	Gen MW	Gen Mvar	Switched Shunts Mvar	Act G Shunt MW	Act B Shunt Mvar	Area Num	Zone Num
1	1	1	1	12,50	1,07000	13,375	0,00			14,40	6,35		0,00	0,00	1	1
2	2	2	1	125,00	1,06772	133,464	-0,28						0,00	0,00	1	1
3	3	3	1	125,00	1,06216	132,770	-0,98						0,00	0,00	1	1
4	4	4	1	12,50	1,05978	13,247	-1,29	14,40	6,00			0,00	0,00	0,00	1	1

Şekil 28. 14.4 MW Newton Raphson Analizi

	Number	Name	Area Name	Nom kV	PU Volt	Volt (kV)	Angle (Deg)	Load MW	Load Mvar	Gen MW	Gen Mvar	Switched Shunts Mvar	Act G Shunt MW	Act B Shunt Mvar	Area Num	Zone Num
1	1	1	1	12,50	1,07000	13,375	0,00			16,00	6,46		0,00	0,00	1	1
2	2	2	1	125,00	1,06768	133,460	-0,31						0,00	0,00	1	1
3	3	3	1	125,00	1,06206	132,758	-1,09						0,00	0,00	1	1
4	4	4	1	12,50	1,05967	13,246	-1,43	16,00	6,00			0,00	0,00	0,00	1	1

Şekil 29. 16 MW Newton Raphson Analizi

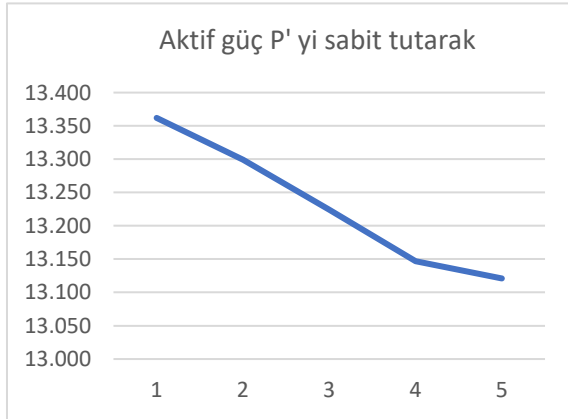
6. Sonuçları inceleyerek hat sonu gerilimindeki düşümü değerlendiriniz.

Tablo 1. Aktif güç P' yi sabit tutarak

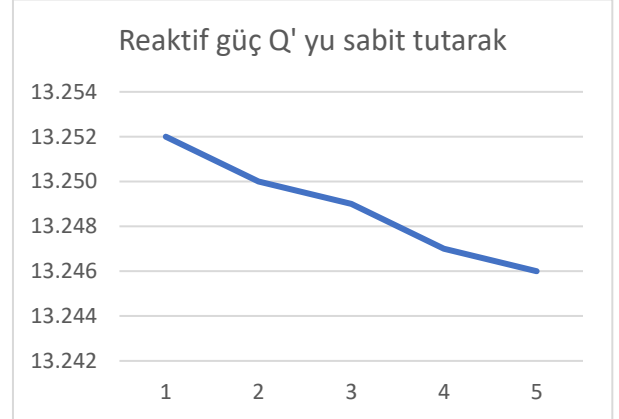
Q birim değeri	Gerilim (kV)
0.1 pu	13.362
0.6 pu	13.299
1.2 pu	13.224
1.8 pu	13.147
2.0 pu	13.121

Tablo 2. Reaktif güç Q' yu sabit tutarak

P birim değeri	Gerilim (kV)
0.1 pu	13.252
0.6 pu	13.250
1.2 pu	13.249
1.8 pu	13.247
2.0 pu	13.246



Şekil 30. Q sabit olduğunda gerilim düşümü grafiği

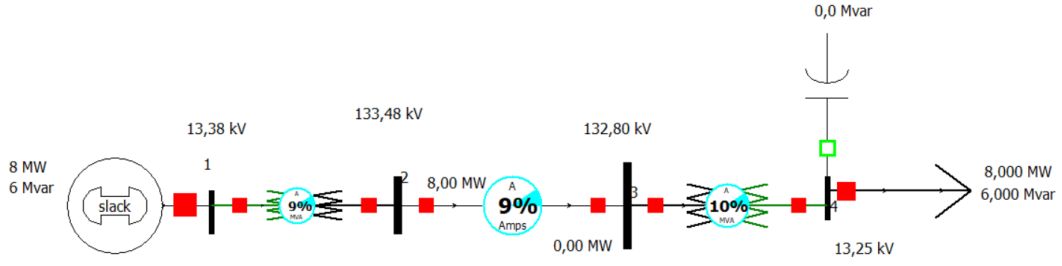


Şekil 31. P sabit olduğunda gerilim düşümü grafiği

2. adımda gerilime bakıldığında 1.06361 pu olduğu görülmektedir. 3. adımda hat reaktansını üçe katlayıp yük akışı analizi yaptığımızda gerilimin 1.05995 olduğu görülmektedir. Gerilim düşüşü olduğu gözlemlenmiştir.

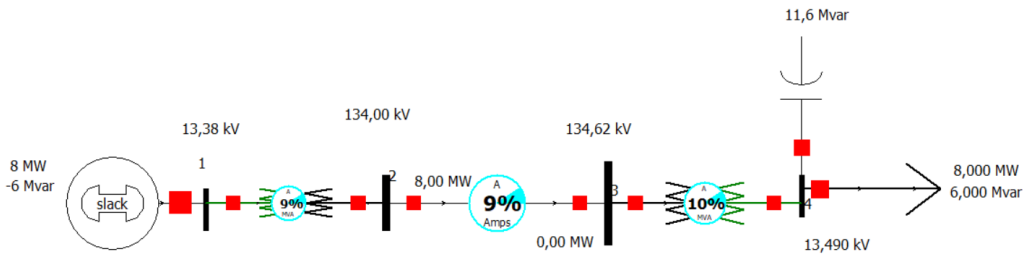
4. adımda ve 5. adımda yapılan işlemlerin de da aynı şekilde gerilim düşümüne sebep olduğu Tablo 1, Tablo 2 , Şekil 30 ve Şekil 31 de görülmektedir.

7. Hat sonu gerilimini arttırmak için kullanılabilecek metotlar üzerinde düşününüz (aşağıdaki faktörleri incelerken hat reaktansının basamak 8 deki değerle mukayese edeceksiniz).



Şekil 32. İlk durumda hattın durumu

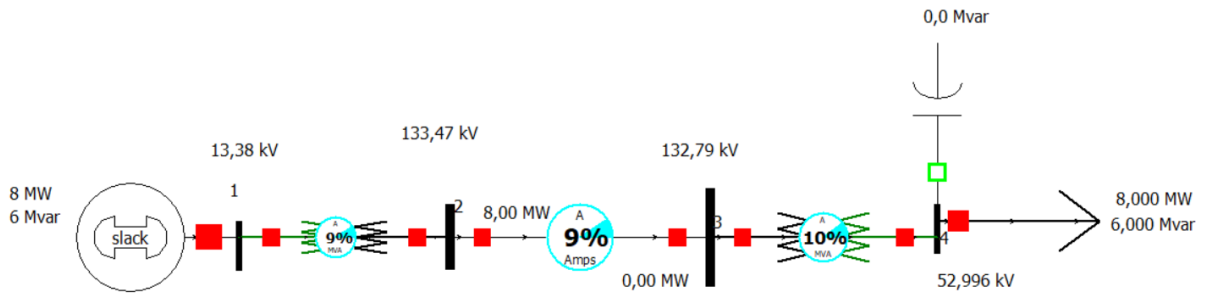
a) Paralel kompanzasyon. (Hat sonundaki busbar bilgilerini değiştirerek paralel C veya B ekleyiniz).



Şekil 33. Paralel kompanzasyon uygulanan hattın durumu

Paralel C eklendiğinde hat sonu gerilimi 13.490 kV'a yükselmiştir.

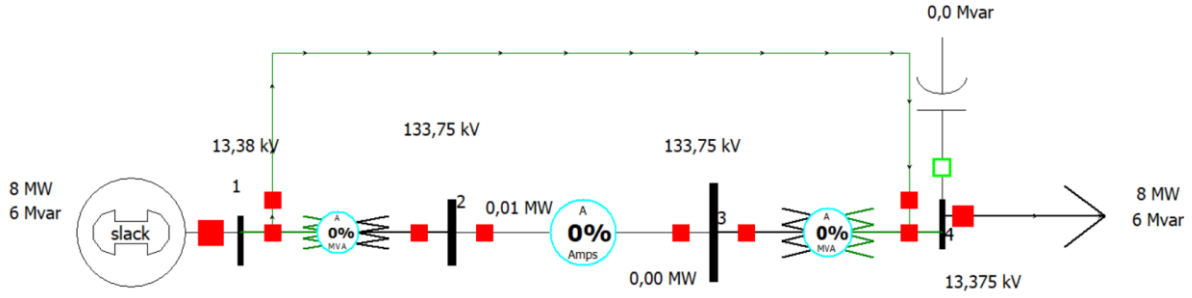
b) Ayarlı trafo. (T2 transformatörüne ait bilgileri değiştirerek dönüştürme oranını değiştiriniz).



Şekil 34. Ayarlı Trafo

4. baranın gerilimi 50kV olarak değiştirilip transformatörün dönüştürme oranı değiştirilmiştir. Hat sonu gerilimi 52.996 kV'a yükselmiştir.

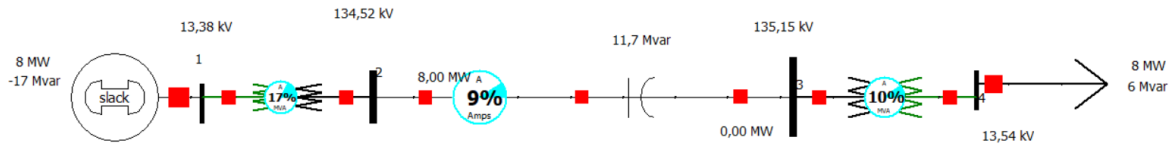
c) Paralel ikinci bir hat yerleştiriniz .



Şekil 35. Paralel hatlı devre

Paralel ikinci bir hat yerleştirildiğinde hat sonu gerilimi 13.375 kV'a yükselmiştir.

d) Hatta seri kompanzasyon uygulayınız (hat reaktansını azaltınız).



Şekil 36. Seri kompanzasyon

Seri kompanzasyon, kondansatörün seri olarak eklenmesiyle gerçekleştirildi. Hat sonu gerilimi 13,41 kV'a yükseldi.

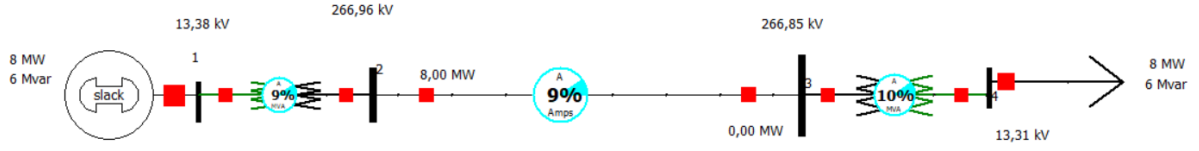
e) İletim hattı gerilim seviyesini arttırınız. (Bunun için iletim hattının baz empedansını ve hat empedansının pu değerini yeniden hesaplamamız gerekecektir. Transformatörler için 10/200 dönüştürme oranını kullanınız).

$$\frac{10}{200} = \frac{12.5}{250}$$

$$X_{T1} = X_{T2} = \frac{1}{10} \left( \frac{200}{250} \right)^2 \left( \frac{10}{15} \right) = 0,042$$

$$Z_B = \frac{V_B^2}{S_B} = \frac{(250)^2}{10} = 6250 \Omega$$

$$Z_{pu} = \frac{Z_{\Omega}}{Z_B} = \frac{50}{6250} = 0,008$$



Şekil 37. Yeni değerlere sahip hat

Branch Information Dialog			
Transformer	From Bus	To Bus	Circuit
Number	1	2	1
Name	1	2	
Area	1 (1)	1 (1)	
Nominal kV	12,50	250,0	

Şekil 38. 1. transformatöre ait bilgiler

Branch Information Dialog			
Transformer	From Bus	To Bus	Circuit
Number	3	4	1
Name	3	4	
Area	1 (1)	1 (1)	
Nominal kV	250,0	12,50	

Şekil 39. 2. transformatöre ait bilgiler

Per Unit Impedance Parameters	
Series Resistance (R)	0,000000
Series Reactance (X)	0,008000
Shunt Charging (B)	0,000000
Shunt Conductance (G)	0,000000
<input type="checkbox"/> Has Line Shunts	Line Shunts

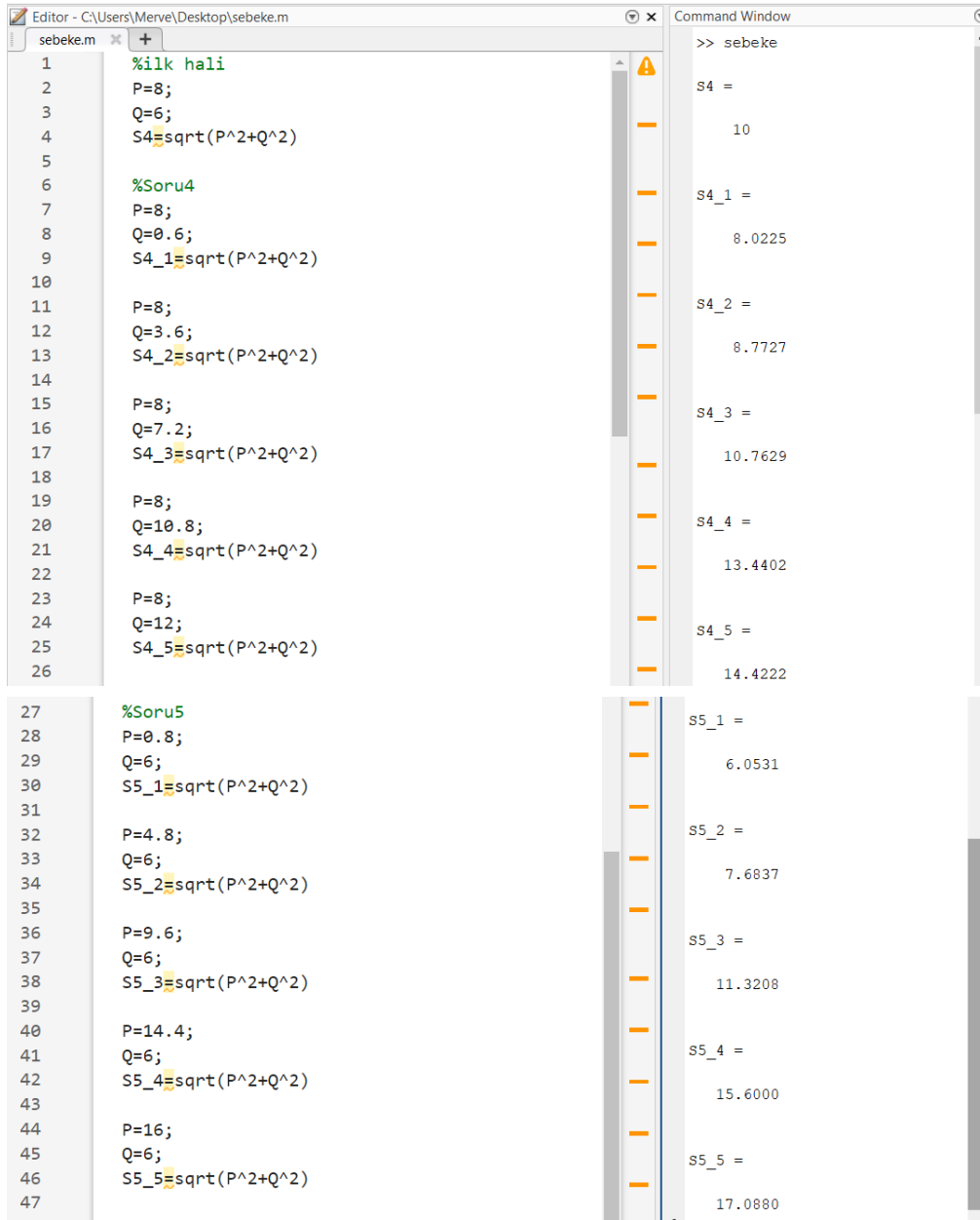
Şekil 40. İletim hattının yeni reaktans değeri

Hat sonu gerilimi 13.31 kV'a yükseldi.

8. Elde ettiğiniz sonuçları tartışınız her bir metodun avantajlarını ve dezavantajlarını değerlendiriniz.

Hat sonu gerilimini arttırmak için kullanılabilecek metodları değerlendirdik. Paralel kompanzasyon, ayarlı trafo, paralel ikinci hat, seri kompanzasyon ve iletim hattı gerilim seviyesini artırma yöntemlerini inceledik. Her bir metodun avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Paralel kompanzasyon, reaktansı azaltarak gerilim düşüşünü azaltabilir, ancak kondansatörlerin dayanıklılığına dikkat edilmelidir. Ayarlı trafo, dönüştürme oranını ayarlayarak hat sonu gerilimini kontrol edebilir, ancak yük değişimlerine karşı sınırlı tepki gösterebilir. Paralel ikinci hat, güç kapasitesini artırarak gerilim düşüşünü minimize eder, ancak yüksek maliyetlidir. Seri kompanzasyon, reaktansı azaltarak gerilim düşüşünü minimize edebilir, ancak rezonans sorunlarına neden olabilir. İletim hattı gerilim seviyesini artırma, voltaj düşüşünü azaltabilir, ancak yüksek yatırım maliyeti ve transformatör güçlendirme gereksinimleri bulunmaktadır. Optimal çözüm genellikle sistem gereksinimlerine, maliyet faktörlerine ve altyapıya bağlıdır, bu nedenle bir kombinasyon kullanmak genellikle en etkili yaklaşım olabilir.

9. Her bir deney seti için tek bir değere ait fazör diyagramını çiziniz.



Şekil 41. P ve Q değerleri ile S değerinin hesaplanması

Şekil 41’de görüldüğü gibi sorulardaki P ve Q değerleri kullanılarak S değeri hesaplanmıştır. Fazör diyagramını çizmek için bu 3 değer gereklidir. Değerler yerine konularak fazör diyagramı aşağıdaki gibi çizilir.

