

AES

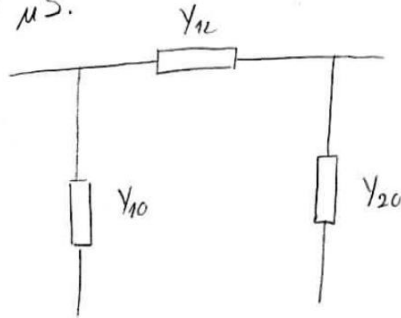
ZADACI IZ ISPITA

Tipovi zadataka

1. ODREĐIVANJE PARAMETARA SHEMA I MATRICA ADMITANCIJA.....	2
2. RAČUNANJE MATRICE ADMITANCIJA.....	3
3. PARALELNI RAD TRANSFORMATORA.....	4
4. RAČUNANJE UKUPNIH GUBITAKA DJELATNE I JALOVE SNAGE + INJEKCIJA SNAGE U ČVORIŠTIMA.....	6
5. GS Z.....	7
6. GS Y.....	11
7. NR.....	14
8. ISTOSMJERNI MODEL.....	19
9. KRATKI SPOJ.....	20

1. ODREĐIVANJE PARAMETARA SHEMA I MATRICA ADMITANCIJA

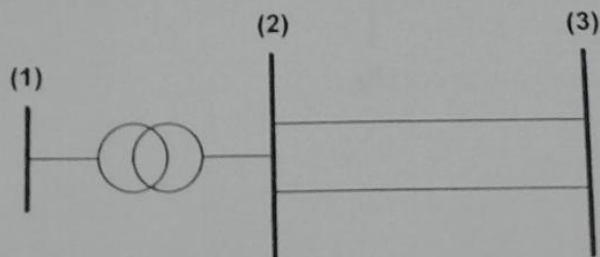
- 1.) Odredite parametre π -sheme (na 220kV strani) transformatora za kojeg su zadani sledeći podatci: $S_n = 400 \text{ MVA}$, $u_k = 11,5\%$, $i_0 = 1\%$, $P_k = 600 \text{ kW}$, $P_0 = 130 \text{ kW}$. Prijenosni omjer transformatora je 400/220kV (nazivni prijenosni omjer, $a = 1$). 3 boda.
- Izraziti u μS .



- Odredi π shemu (u per unit $S_b = 100 \text{ MVA}$) transformatora 400/220kV s podacima:
 $S_n = 300 \text{ MVA}$
 $u_k = 10\%$
 $P_{cu} = 450 \text{ kW}$
 $i_0 = 1\%$
 $P_{fe} = 100 \text{ kW}$
 $a = 1$
 te izračunaj gubitke snage kod $S_2 = -100 + 0j \text{ MVA}$; $U_2 = 410 \text{ kV}$.

2. RAČUNANJE MATRICE ADMITANCIJA

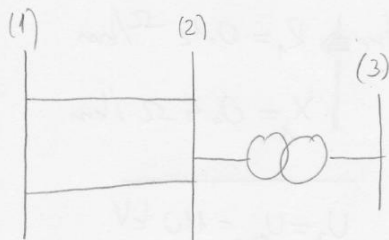
1. (5b) Odredite matricu admitancija čvorišta za mrežu zadanu slikom.



Vodovi su jednaki i imaju iste parametre. Elemente matrice admitancija je potrebno odrediti u per unit vrijednostima uz $S_B = 100$ MVA. Podaci o vodovima i transformatoru zadani u sljedećoj tablici:

Vodovi	Transformator
$U_n = 220$ kV $R_1 = 0.08$ Ω/km $X_1 = 0.41$ Ω/km $B_1 = 2.8$ $\mu\text{S}/\text{km}$ $l = 20$ km	$S_n = 150$ MVA $P_k = 1.5$ MW $u_k = 10.5$ % $a = 231/110$

1. Odredite matricu admitancija čvorišta za mrežu zadanu slikom



VODovi
 $U_n = 220$ kV
 $R_1 = 0.08$ Ω/km
 $X = 0.41$ Ω/km
 $B_1 = 2.8$ $\mu\text{S}/\text{km}$
 $l = 25$ km

TRAFo
 $S_n = 150$ MVA
 $P_k = 1.5$ MW
 $u_k = 10.5$ %
 $a = \frac{231}{110}$

Vodovi su jednaki i imaju iste parametre. Elemente matrice admitancija je potrebno odrediti u per unit vrijednostima $S_B = 100$ MVA

3. PARALELNI RAD TRANSFORMATORA

3.) U transformatorske stanici su paralelno spojena dva transformatora sa sljedećim podacima:

T1	T2
$S_n = 150 \text{ MVA}$	$S_n = 150 \text{ MVA}$
$u_k = 11,5\%$	$u_k = 11,5\%$
420 / 220 kV	400 / 220 kV

Transformatori se nalaze u praznom hodu. Odrediti napon na sekundaru (u kV) ako je napon primara

$U_1 = 415 \text{ kV}$. Koristiti $S_B = 100 \text{ MVA}$, 5 bodova.

12] U transform. stanici se nalaze dva trafosa u paralelnom radu, u PH. Odredi napon na sekundaru ako je na primaru napon 231 kV.

	$S_n \text{ [MVA]}$	$u_{k\%}$	a	
T1	100	12	220/115	$U_2 = ? \text{ [kV]}$
T2	80	11,5	220/110	

➤ Zadana su dva transformatora u paralelnom radu sa sljedećim podacima:

T1	T2
$S = 100 \text{ MVA}$	$S = 100 \text{ MVA}$
$u_k = 8\%$	$u_k = 8\%$
$a = 231/110 \text{ kV}$	$a = 220/110 \text{ kV}$

Odredi snagu na sekundaru ako je na primaru narinut napon 220kV i snaga 100 MW. ($S_B = 100 \text{ MVA}$)

①

<p><u>T1</u></p> <p>$S_n = 300 \text{ MVA}$</p> <p>$U_k = 12\%$</p> <p>$\frac{418}{220}$</p>	<p><u>T2</u></p> <p>$S_n = 300 \text{ MVA}$</p> <p>$U_k = 12\%$</p> <p>$\frac{400}{220}$</p>
---	---

Zadano:

$U_1 = 418 \text{ kV}$

$S_1 = 290 + j 45 \text{ MVA}$

$S_2 = ? \quad \Delta S = ?$

1. (5b) U transformatorskoj stanici su paralelno spojena dva transformatora sa sljedećim podacima:

T1	T2
$S_n = 150 \text{ MVA}$	$S_n = 150 \text{ MVA}$
$u_k = 11\%$	$u_k = 11\%$
$a_1 = 209/110$	$a_2 = 220/110$

Odredite napon na primaru (u kV) ukoliko je napon sekundara $U_2 = 109 \text{ kV}$, a transformatorska stanica je opterećena sa $S_2 = -130 - j20 \text{ MVA}$ ($S_B = 100 \text{ MVA}$).

4. RAČUNANJE UKUPNIH GUBITAKA DJELATNE I JALOVE SNAGE + INJEKCIJA SNAGE U ČVORIŠTIMA

Za mrežu zadanom slikom izračunajte:

- Ukupne gubitke djelatne i jalove snage u mreži
- Injekcije snage u čvorištima 1 i 3.

Naponi u čvorištima mreže poznati i iznose:

$$U_1 = 10.5 \angle 0^\circ \text{ kV}$$

$$U_2 = 107.3 \angle -4.3^\circ \text{ kV}$$

$$U_3 = 103.6 \angle -7.0^\circ \text{ kV}$$

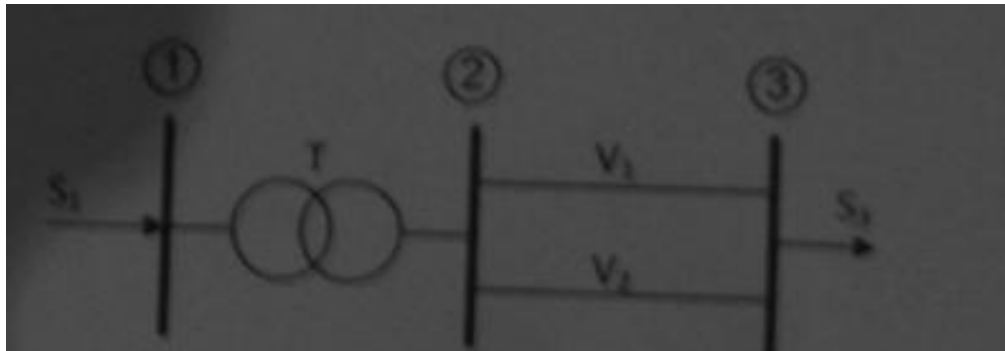
Podaci o elementima mreže:

Transformator T ima nazivni prijenosni omjer 10.5 / 110 kV:

$$S_n = 100 \text{ MVA}, \quad u_k = 12.0\%, \quad \frac{U_{n1}}{U_{n2}} = 10.5/110$$

Vodovi

$$U_n = 110 \text{ kV}, R_1 = 0.15 \frac{\Omega}{\text{km}}, X_1 = 0.40 \frac{\Omega}{\text{km}}, B_1 = 2.7 \frac{\mu\text{S}}{\text{km}}, l = 50 \text{ km}$$



◀1> Odredi a) matricu admitancije, b) injekcije snage u čvorištima, te c) aktivne i reaktivne gubitke u cijeloj mreži na slici. Svi vodovi su jednaki i imaju parametre

$$U_n = 110 \text{ kV};$$

$$R_1 = 0.12 \frac{\Omega}{\text{km}};$$

$$X_1 = 0.41 \frac{\Omega}{\text{km}};$$

$$B_1 = 0.0028 \text{ mS/km};$$

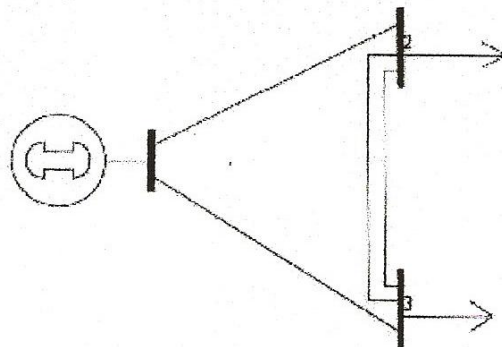
$$l = 20 \text{ km}.$$

Naponi čvorišta su

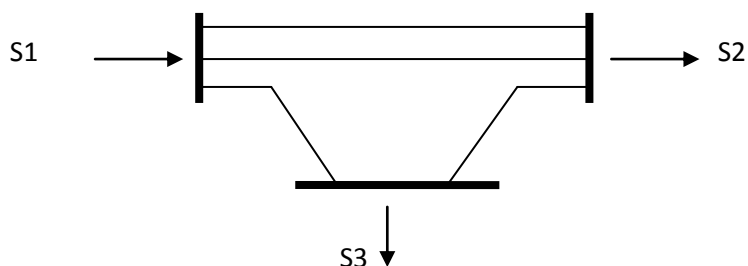
$$U_1 = 110 \angle 0^\circ \text{ kV};$$

$$U_2 = 108.758 \angle -1.95^\circ \text{ kV};$$

$$U_3 = 109.059 \angle -1.99^\circ \text{ kV}.$$



Odrediti injekcije djelatne snage u svim čvorištima u MW i ukupne gubitke djelatne snage u MW za mrežu zadanu slikom



$$U_1 = 110 \angle -4.157^\circ \text{ kV}$$

$$U_2 = 108.04 \angle -5.389^\circ \text{ kV}$$

$$U_3 = 106.51 \angle -6.752^\circ \text{ kV}$$

Svi vodovi su jednaki, podaci za vodove:

$$U_n = 110 \text{ kV}, l = 60 \text{ km}, R = 0.08 \text{ } \Omega/\text{km}, X = 0.42 \text{ } \Omega/\text{km}$$

5. GS Z

Za mrežu prikazanu slikom odredite napone u prvoj iteraciji koristeći metodu Gauss-Siedel pomoću Z matrice. Vodovi V_{1-3} i V_{2-3} su jednaki te imaju parametre:

$$U_n = 110 \text{ kV}, l = 100 \text{ km}, R = 0, X = 0.4 \text{ } \Omega/\text{km}$$

Naponi:

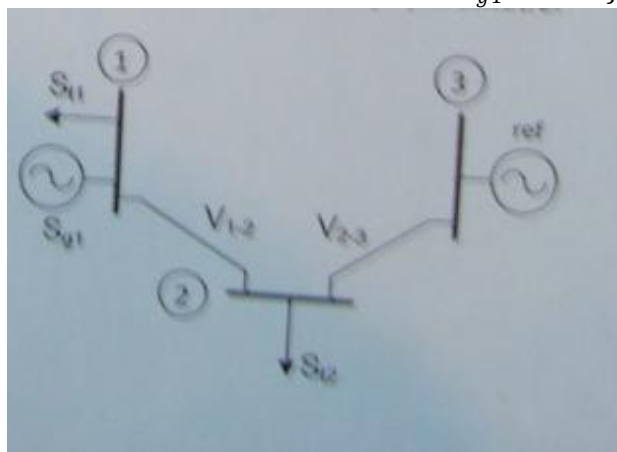
$$U_1 = U_2 = U_3 = 100 \angle 0$$

Snage trošila i generatora:

$$S_{1t} = 10 + j0 \text{ MVA}$$

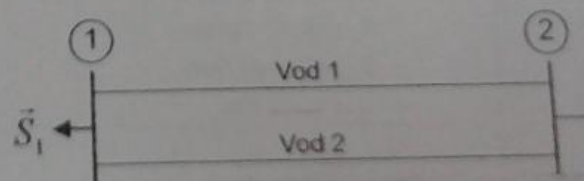
$$S_{2t} = 50 + j15 \text{ MVA}$$

$$S_{g1} = 20 + j6 \text{ MVA}$$



(5b) Za mrežu prikazanu slikom su poznati sljedeći podaci:

	$R1 [\Omega]$	$X1 [\Omega]$	$B1 [mS]$
Vod 1	0	32	0,22
Vod 2	0	30	0,24

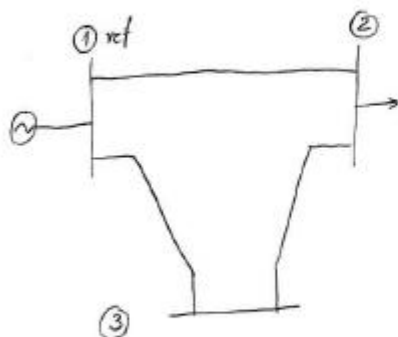


Napon u čvorištu 2 je poznat i iznosi $\vec{U}_2 = 220 \text{ kV}$, a snaga u čvorištu 1 iznosi $\vec{S}_1 = -150 - j40 \text{ MVA}$. Korištenjem metode Gauss-Seidel pomoću Z matrice odredite napon u čvorištu 1 (za nultu i prvu iteraciju; napon $\vec{U}_2^{(1)}$ izračunati u kV).

Napomena:

- Koristiti baznu snagu $S_B = 100 \text{ MVA}$ i nazivni napon $U_n = 220 \text{ kV}$.
- Pretpostaviti da je napon u čvorištu 1 za nultu iteraciju jednak nazivno ($\vec{U}_1^{(0)} = 220 \text{ kV}$).

4.) Za mrežu zadanu slikom odredite napone u prvoj iteraciji (u kV) koristeći metodu Gauss-Seidel pomoću Z matrice, 6 bodova



Zadani su tereti u čvorovima:

$$S_{2T} = 50 + j5 \text{ MVA}$$

$$S_{3T} = 150 + j30 \text{ MVA}$$

Napon u čvoru 1 je poznat, iznosi: $\bar{U}_1 = 220 \angle 0^\circ \text{ kV}$

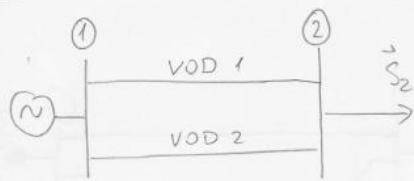
Podatci o vodovima su dani u tablici:

Vod	R (Ω)	X (Ω)	B (mS)
1-2	0	48	0
1-3	0	20	0
2-3	0	24	0

Koristi $S_B = 100 \text{ MVA}$. Nazivni napon mreže je $U_n = 220 \text{ kV}$, a naponi u nultoj iteraciji iznose $\bar{U}_2^{(0)} = 220 \angle 0^\circ \text{ kV}$, $\bar{U}_3^{(0)} = 220 \angle 0^\circ \text{ kV}$

Napomene: \rightarrow Snage potrošača su dane u apsolutnim iznosima te je prilikom određivanja injekcija u čvorovima potrebno uzeti u obzir odgovarajući predznak.
 \rightarrow Pretpostaviti da u nultoj iteraciji nije zadovoljen uvjet točnosti, 6 bodova.

ZAD 4



	$R1[\Omega]$	$X1[\Omega]$	$B1 [mS]$
VOD 1	0	32	0.22
VOD 2	0	30	0.24

Napon u čvorištu 1 je poznat i iznosi $\vec{U}_1 = 220 \text{ kV}$

Snaga na čvorištu 2 iznosi $\vec{S}_2 = -120 - j30 \text{ MVA}$

Korištenjem Gauss-Seidel pomoću z matrice odredite napon u čvorištu 2 (za nultu i prvu iteraciju; napon $\vec{U}_2^{(1)}$ izraziti u kV

NAPOMENA

- koristiti baznu snagu $S_B = 100 \text{ MVA}$ i

nazivni napon $U_n = 220 \text{ kV}$

- pretpostaviti da je napon u čvorištu 2 za nultu

iteraciju jednak nazivnom ($\vec{U}_2^{(0)} = 220 \text{ kV}$)

6. GS Y

◀3▶ Napravi jedan korak Gauss-Seidel metode pomoću Y-matrice. Početni naponi su nazivni $U_n = 400$ kV.

$$S_{\text{scrs2}} = 170 + j0 \text{ MVA};$$

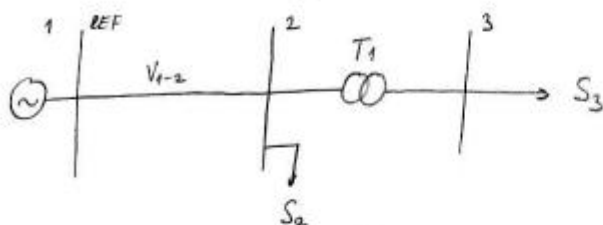
$$S_{\text{scrs3}} = 30 + j0 \text{ MVA};$$



Y matrica u pu vrijednostima na $S_B = 100 \text{ MVA}$:

1,25 - j24,94	-1,25 + j24,94	
-1,25 + j24,94	3,74 - j74,81	-2,49 + j49,88
	-2,49 + j49,88	2,49 - j49,88

2.) Za mrežu prikazanu slikom odredite koeficijente KL_i i $YL_{i,j}$ (u p.u.) koji se koriste za proračun tokova snaga metodom GS-Y. Izvoriste 1 je referentno. Koristiti $S_B = 100 \text{ MVA}$, 6 bodova.



Prenosi su sljedeći podatci:

Vod V1-2	Transformator T1
$U_n = 110 \text{ kV}$	$S_n = 150 \text{ MVA}$
$X_1 = 0,41 \Omega/\text{km}$	$U_k = 11\%$
$l = 100 \text{ km}$	$U_{n1}/U_{n2} = 110/220 \text{ kV}$

Snage potrošača u izvoristima 2 i 3 su tokove zadane te iznose: $S_{2T} = 20 + j5 \text{ MVA}$

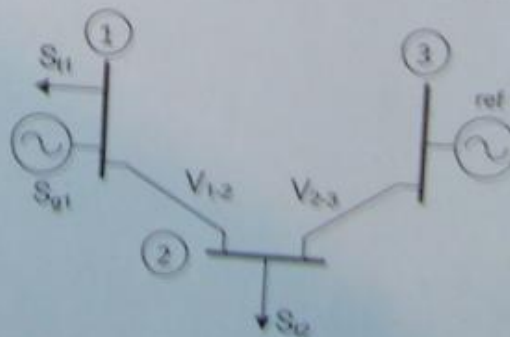
$$S_{3T} = 80 + j20 \text{ MVA}$$

Napomena: Snage potrošača su zadane u apsolutnim iznosima. Potrebno je uzeti u obzir odgovarajući pretenak.

$S_3 =$ _____ MVA

2. (6b) Za mrežu prikazanu slikom odredite napone u prvoj iteraciji koristeći metodu Gauss-Seidel pomoću Y matrice. Vodovi $V_{1,3}$ i $V_{2,3}$ su jednaki te imaju parametre:

Vodovi $V_{1,3}$ i $V_{2,3}$
$U_n = 110 \text{ kV}$
$R_l = 0.15 \Omega/\text{km}$
$X_l = 0.40 \Omega/\text{km}$
$B_l = 2.7 \mu\text{S}/\text{km}$
$l = 50 \text{ km}$



Čvorište 3 je referentno te napon u njemu iznosi $U_3 = 110 \angle 0^\circ \text{ kV}$. Za napone u čvorištima 1 i 2 koristiti početne vrijednosti $U_2^{(0)} = U_3^{(0)} = 110 \angle 0^\circ \text{ kV}$. Snage trošila u čvorištima 1 i 2 iznose:

$$S_{1t} = 30 + j10 \text{ MVA}$$

$$S_{2t} = 50 + j15 \text{ MVA}$$

Također je poznata i proizvodnja generatora u čvorištu 1:

$$S_{1g} = 20 + j6 \text{ MVA}$$

Napomena: Koristiti faktor ubrzanja: $\alpha = 1$ i baznu snagu $S_B = 100 \text{ MVA}$.

$$|\bar{U}_1^{(1)}| = \text{_____ kV} \quad \delta_1^{(1)} = \text{_____}^\circ$$

$$|\bar{U}_2^{(1)}| = \text{_____ kV} \quad \delta_2^{(1)} = \text{_____}^\circ$$

ZAD 2 Za mrežu prikazanu slikom odredite koeficijente KL_i , Y_{ij} koji se koriste za proračun tokova snaga metodom Gauss-Seidel pomoću Y matrice. Zadana je admitancija čvorista i sljedeći podaci:

NAPON U ČVORISTU 3 (referentno čvoriste)

$$\vec{U}_3 = 1 + j\phi \text{ p.u.}$$

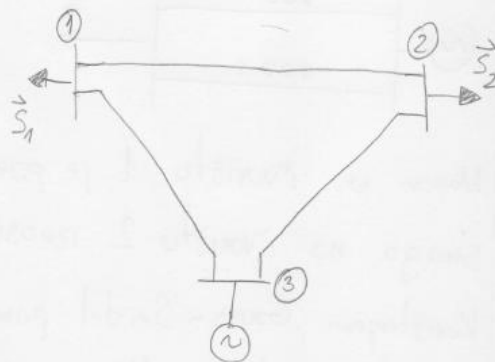
INJEKCIJE SNAGE U ČVORISTIMA 1; 2

$$S_1 = -80 - j20 \text{ MVA}$$

$$S_2 = 0 + j\phi \text{ MVA}$$

BAZNA SNAGA:

$$S_B = 100 \text{ MVA}$$

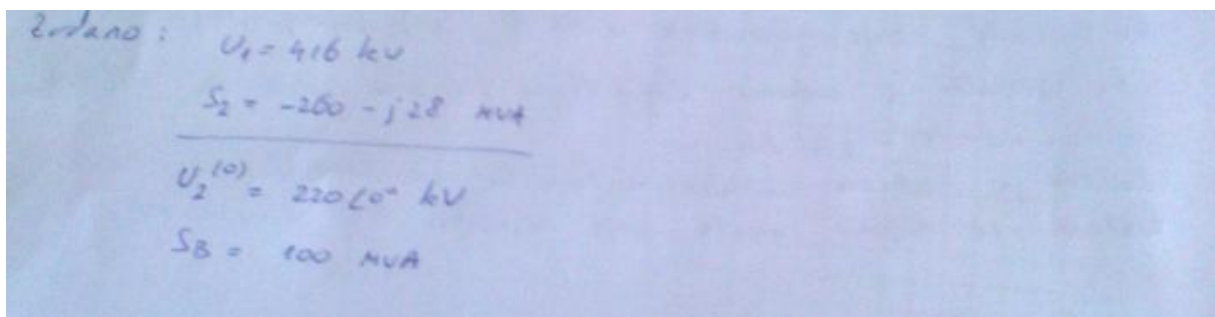
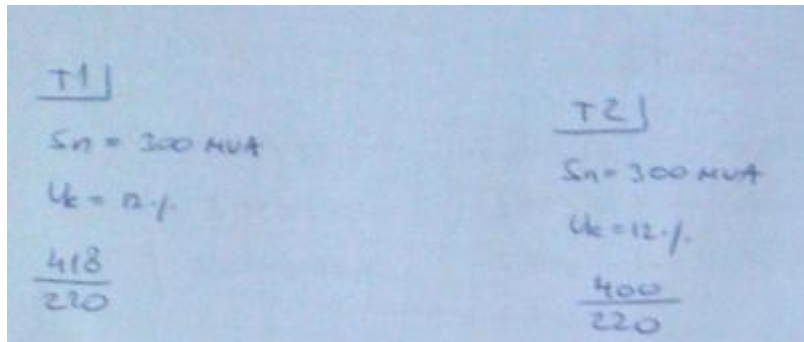


MATRICA ADMITANCIA ČVORISTA:

$$Y = \begin{bmatrix} 12.686 - j44.392 & -7.61 - j26.635 & -5.073 + j17.57 \\ -7.61 + j26.635 & 11.418 - j39.953 & -3.805 + j13.318 \\ -5.073 + j17.757 & -3.805 + j13.318 & 8.882 - j31.074 \end{bmatrix} \text{ [p.u]}$$

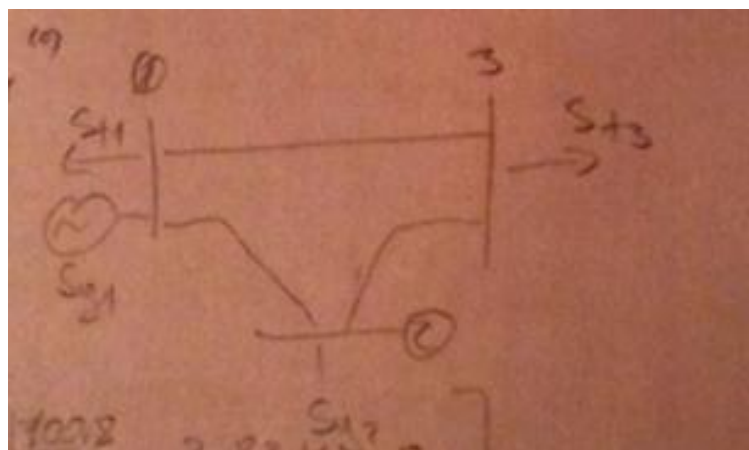
7. NR

1. Transformatori T1 i T2 rade paralelno. Odredi vrijednosti elemenata J1 i J4 u nultoj iteraciji.



2. Odredi numeričke vrijednosti $J_1^{(0)}$ ako je $U_2 = 110 \angle 0$, $U_1^{(0)} = 108 \angle 0$ i $U_3^{(0)} = 103 \angle 0$

$$Y = \begin{bmatrix} 5.66 \angle -79.2 & 2.83 \angle 100.8 & 2.83 \angle 100.8 \\ 2.83 \angle 100.8 & 5.66 \angle -79.2 & 2.83 \angle 100.8 \\ 2.83 \angle 100.8 & 2.83 \angle 100.8 & 5.66 \angle -79.2 \end{bmatrix}$$



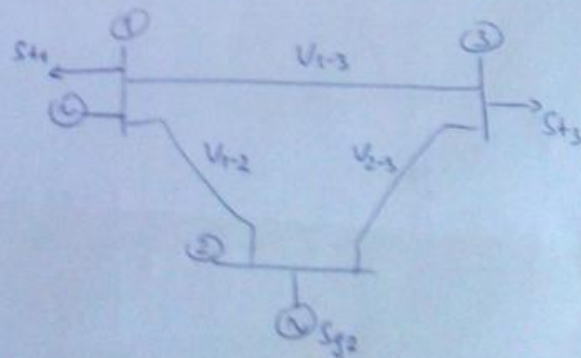
3) Konstruirajmo izbrane nadvojne mreže odobiti napone v 1. iteraciji v (kV)

$$S_{11} = 30 + j5$$

$$S_{31} = 60 + j20$$

$$S_{g2} = 40 + j10$$

(proizvodnja gen. v čv. ②)



Napon v čv. ② poznat $U_2 = 110 \angle 0^\circ$ kV

Za napone v čv. ① i ③ konizhki:

$$U_1^{(0)} = 108 \angle -4^\circ \text{ kV}$$

$$U_3^{(0)} = 105 \angle -6^\circ \text{ kV}$$

Matrica admitancije čvriča

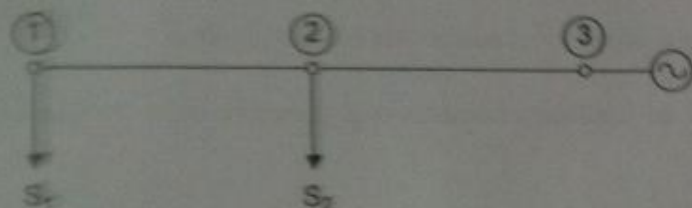
$$Y = \begin{vmatrix} 5,66 \angle -79,2 & 2,83 \angle 109,8 & 2,83 \angle 109,8 \\ 2,83 \angle 109,8 & 5,66 \angle -79,2 & 2,83 \angle 109,8 \\ 2,83 \angle 109,8 & 2,83 \angle 109,8 & 5,66 \angle -79,2 \end{vmatrix}$$

$$J_1^{(0)} \text{ i } J_4^{(0)}$$

$$\left(J_1^{(0)} \right)^{-1} \left(J_4^{(0)} \right)^{-1} = \begin{vmatrix} 0,25 & 0,13 \\ 0,12 & 0,26 \end{vmatrix}$$

$$S_B = 100 \text{ MVA}$$

- 4) (5b) Odredite napone (u kV) u mreži zadanoj slikom korištenjem ubrzane razdvojene Newton Raphson metode. Dovoljno je izračunati napone u **prvoj** iteraciji.



$$\begin{aligned} U_n &= 110 \text{ kV} \\ S_1 &= -50 - j10 \text{ MVA} \\ S_2 &= -100 - j30 \text{ MVA} \\ S_B &= 100 \text{ MVA} \end{aligned}$$

Zadano je početno stanje u mreži:

$$\begin{aligned} U_1 &= 108 \angle -5^\circ \text{ kV} \\ U_2 &= 109 \angle -4^\circ \text{ kV} \\ U_3 &= 110 \angle 0^\circ \text{ kV} \end{aligned}$$

Poznata je Y matrica (u p.u.):

$$Y = \begin{bmatrix} 2.90 \angle -73.3^\circ & 2.90 \angle 106.7^\circ & 0 \\ 2.90 \angle 106.7^\circ & 8.70 \angle -73.3^\circ & 5.80 \angle 106.7^\circ \\ 0 & 5.80 \angle 106.7^\circ & 5.80 \angle -73.3^\circ \end{bmatrix} \text{ p.u.}$$

te inverzne jakobijske podmatrice $J_1^{(0)}$ i $J_4^{(0)}$:

$$\left(J_1^{(0)} \right)^{-1} = \left(J_4^{(0)} \right)^{-1} = \begin{bmatrix} 0.54 & 0.18 \\ 0.18 & 0.18 \end{bmatrix}$$

◀1> Odredi napone u mreži pomoću ubrzane razdvojene Newton Raphson metode. Dovoljna je jedna iteracija. Bazna snaga je 100MVA. Nazivni napon vodova je 110kV

$$S_{\text{teret2}} = 100 + j25 \text{ MVA};$$

$$S_{\text{teret3}} = 0 + j10 \text{ MVA};$$

Zadano je početno stanje:

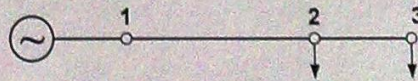
$$U_1 = 110 \angle 0^\circ \text{ kV};$$

$$U_2 = 107 \angle -4^\circ \text{ kV};$$

$$U_3 = 107 \angle -4^\circ \text{ kV}.$$

Y matrica (u p.u.):

0.00 - j15.13	0.00 + j15.13	
0.00 + j15.13	0.00 - j45.38	0.00 + j30.25
	0.00 + j30.25	0.00 - j30.25



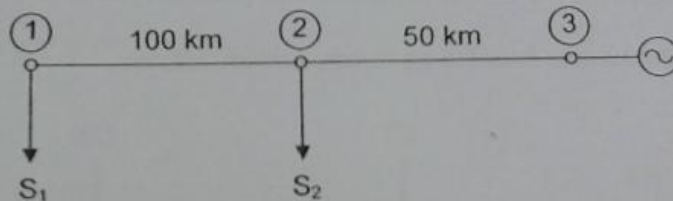
$$U_2^{(1)} = 112.5 \angle 0.12^\circ \text{ kV}$$

$$U_3^{(1)} = 109.84 \angle 0.12^\circ \text{ kV}$$

J1=J4=

43	-29
-29	29

3. (5b) Odredite numeričke vrijednosti Jakobijeve podmatrice J1 u nultoj iteraciji za mrežu zadanu slikom. Čvorište 3 je referentno. Vodovi imaju jednake parametre $R_1 = 0.12 \Omega/\text{km}$; $X_1 = 0.4 \Omega/\text{km}$. Poprečne admitancije vodova možete zanemariti.



$$U_3 = U_{ref} = 110 \text{ kV}$$

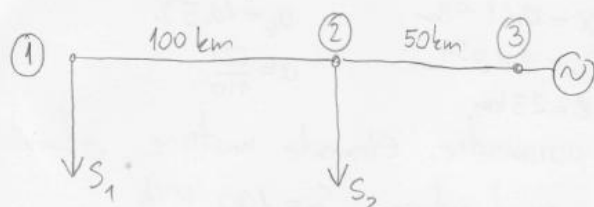
$$U_n = 110 \text{ kV}$$

$$S_B = 100 \text{ MVA}$$

$$S_1 = -50 - j10 \text{ MVA}$$

$$S_2 = -100 - j30 \text{ MVA}$$

ZAD 3 Odredite numeričke vrijednosti Jakobijske podmatrice J_4 u nultoj iteraciji za mrežu zadanu slikom. Čvorište 3 je referentno. Vodovi imaju jednake parametre $R_1 = 0.12 \Omega/\text{km}$
 $X_1 = 0.4 \Omega/\text{km}$
 Poprečne admittancije vodova zanemariti



$$U_3 = U_{REF} = 110 \text{ kV}$$

$$U_n = 110 \text{ kV}$$

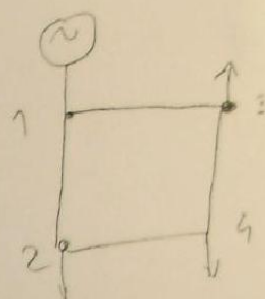
$$S_B = 100 \text{ MVA}$$

$$S_1 = -50 - j10 \text{ MVA}$$

$$S_2 = -100 - j30 \text{ MVA}$$

11 Zadana je mreža na slici, te podaci u tabeli ($S_B = 100 \text{ MVA}$, $U_n = 110 \text{ kV}$):

Vod	$R_1 [\Omega/\text{km}]$	$X_1 [\Omega/\text{km}]$	$l [\text{km}]$
1-2	0,1	0,4	50
1-3	0,14	0,42	80
2-4	0,05	0,22	150
3-4	0,2	0,42	20

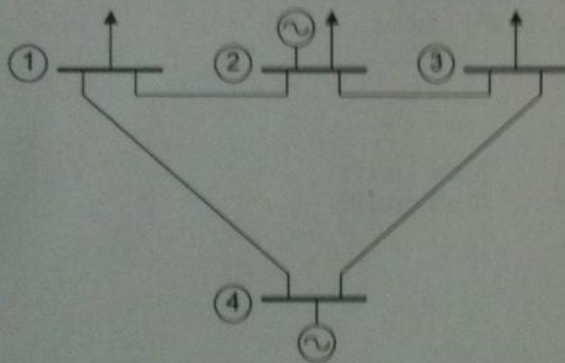


$$S_2 = -50 + j10 \text{ MVA} \quad S_3 = 0 + j0 \text{ MVA} \quad S_4 = -50 + j10 \text{ MVA}$$

napisi se koeficijenti Y_{Li} i Y_{Ki} za prosječnu toleranciju snaga
 pomoću GS pomoću Y -matrice čvorova.

8. ISTOSMJERNI MODEL

2. (5b) Korištenjem istosmjernog modela odredite tokove snaga u granama mreže zadane slikom. Nazivni napon mreže je 110 kV. Koristiti baznu snagu $S_B = 100 \text{ MVA}$.



Vodovi:

$$\begin{aligned} X_{1-2} &= j5 \, \Omega \\ X_{1-4} &= j10 \, \Omega \\ X_{2-3} &= j5 \, \Omega \\ X_{3-4} &= j10 \, \Omega \end{aligned}$$

Potrošači:

$$\begin{aligned} P_{t1} &= 15 \text{ MW} \\ P_{t2} &= 10 \text{ MW} \\ P_{t3} &= 30 \text{ MW} \end{aligned}$$

Generator G2 (u čvorištu 2): $P_{g2} = 25 \text{ MW}$

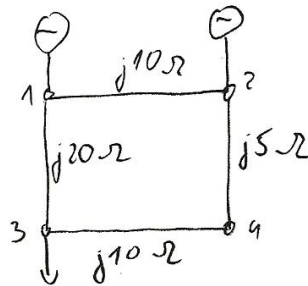
Napomena: Snage potrošača i generatora su dane u apsolutnim iznosima, te je prilikom određivanja injekcija u čvorištima potrebno uzeti u obzir odgovarajući predznak.

② ODREĐI TOKOVE DJEKATNE SNAGE U MREŽI PO ISTOSMJERNOM MODELU

$$P_{g2} = 100 \text{ MW}$$

$$P_{t3} = 150 \text{ MW}$$

$$U_n = 220 \text{ kV}$$



9. KRATKI SPOJ

1. Tropolni kratki spoj ($U_n = 110 \text{ kV}$). Odrediti:

- Struju kvara
- Doprinos generatora ukupnoj struji KS.
- Struju u vodu 1-2.

$$U_1 = 111 \angle 0^\circ \text{ kV}$$

$$U_2 = 115.1 \angle -5.7^\circ \text{ kV}$$

$$U_3 = 114.8 \angle -7.5^\circ \text{ kV}$$

Generator:

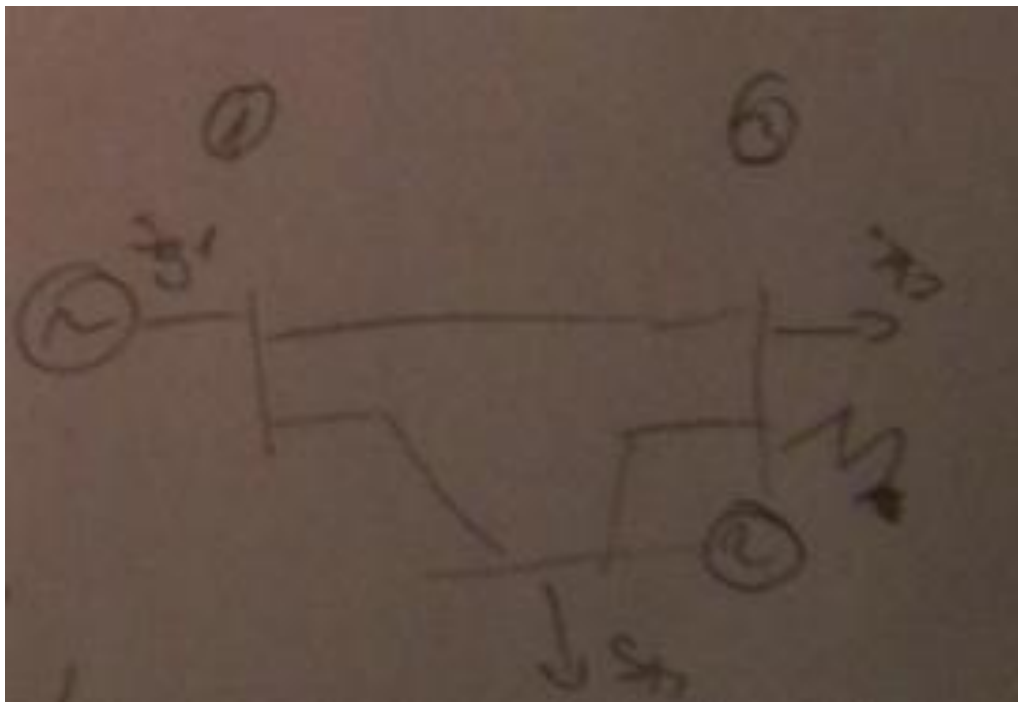
$$U_n = 110 \text{ kV}, S_n = 120 \text{ MVA}, x''_d = 19\%$$

Vod:

$$U_n = 110 \text{ kV}, X_1 = 0.41 \text{ S/km}, l = 40 \text{ km}$$

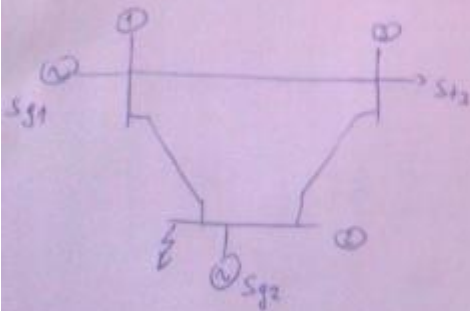
$$S_{t2} = -j30 \text{ MVA}$$

$$S_{t3} = -j10 \text{ MVA}$$



4. K2 u čv. ③

- a) Izračun po svim fazama (A)?
 b) Dopuna: struje generatora u sv. ③ / (Sg) ukupno struje kls. (A).
 Za generator je zadano $X_d = X_q = j 0,1 \text{ pu}$, dok za vodove vrijedi $X_d = X_q = j 0,1 \text{ pu}$.
 Zadatak je matrica impedancija zvanitna za direktnu + inverzni sustav te naponi mreže prije nastanka kl. $U_n = 110 \text{ kV}$



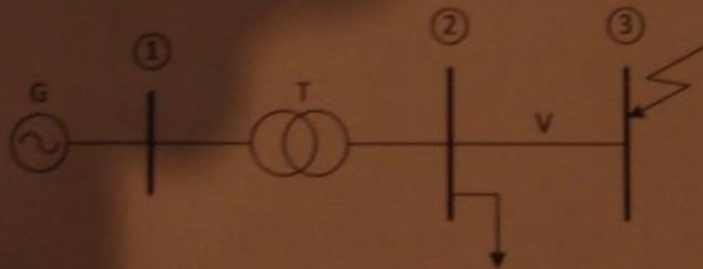
$$Z_d = Z_i = \begin{bmatrix} 0,063 & 0,037 & 0,05 \\ 0,037 & 0,063 & 0,05 \\ 0,05 & 0,05 & 0,1 \end{bmatrix}$$

$$U_1 = 110 \angle 0^\circ \text{ kV}$$

$$U_2 = 110 \angle 0^\circ \text{ kV}$$

$$U_3 = 110 \angle 0^\circ \text{ kV}$$

3. (8b) Za mrežu zadanu slikom odredite struju trofaznog kratkog spoja (u A), te struju trošila u čvorištu 2. Kratki spoj je nastao u čvorištu 3. Podatci o mreži su zadani u tablici. Koristiti $S_B = 100 \text{ MVA}$.



G	T	V
$U_n = 10.5 \text{ kV}$	$U_{n1}/U_{n2} = 10.5/110 \text{ kV}$	$U_n = 110 \text{ kV}$
$S_n = 35 \text{ MVA}$	$S_n = 35 \text{ MVA}$	$X_1 = 0.41 \Omega/\text{km}$
$X_d'' = 19 \%$	$u_k = 11 \%$	$l = 30 \text{ km}$

Snaga trošila u čvorištu 2 je:

$$S_{2t} = 0 - j20 \text{ MVA}$$

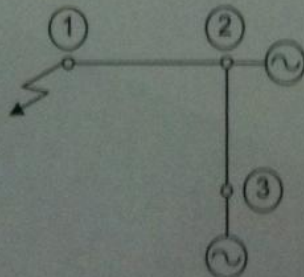
Također su poznati naponi u čvorištima u trenutku prije nastanka kratkog spoja:

$$\begin{aligned} U_1 &= 10.5 \angle 0^\circ \text{ kV} \\ U_2 &= 115.1 \angle -5.7^\circ \text{ kV} \\ U_3 &= 114.8 \angle -7.5^\circ \text{ kV} \end{aligned}$$

Transformator T ima nazivni prijenosni omjer (10,5/110 kV).

$$I_{kv} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ A} \quad I_{2t} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ A}$$

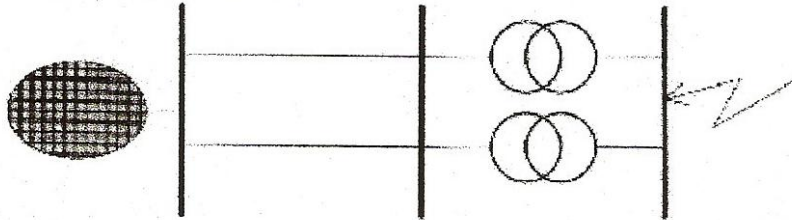
3. (5b) Odredi struju (u amperima) koja teče vodom 2-3 u mreži na slici u slučaju trofaznog kratkog spoja u čvorištu 1, ako je nazivni napon mreže 110 kV. Prije nastanka kvara mreža je bila neopterećena.



Zadani su sljedeći podatci:

$$\begin{aligned} X_{1-2} &= j10 \Omega \\ X_{2-3} &= j5 \Omega \\ X_{d2}'' &= X_{d3}'' = 10 \Omega \\ S_{n2} &= 50 \text{ MVA} \\ S_{n3} &= 100 \text{ MVA} \\ S_B &= 100 \text{ MVA} \end{aligned}$$

- ❖ Odredi struju trofaznog kratkog spoja u **amperima**. Vodovi su jednaki i imaju parametre $U_n=110 \text{ kV}$; $X_1=0.41 \Omega/\text{km}$; $l=20 \text{ km}$. Transformatori su jednaki i imaju parametre $S_n=40 \text{ MVA}$; $U_{n1}=110 \text{ kV}$; $U_{n2}=20 \text{ kV}$; $u_k=10\%$. Utjecaj vanjske mreže može se nadomjestiti reaktancijom 12.1Ω na 110 kV . Mreža je u praznom hodu.

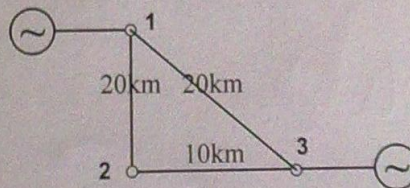


- Odredi struju (u amperima) trofaznog kratkog spoja, te doprinose struje generatora 1 i generatora 3 u slučaju trofaznog kratkog spoja na čvorištu 3. Vodovi imaju jednake parametre $U_n=110 \text{ kV}$; $X_1=0.33 \Omega/\text{km}$. Generatori također imaju jednake parametre $X''=20\%$ (pri $U_n=110 \text{ kV}$); $S_n=100 \text{ MVA}$.

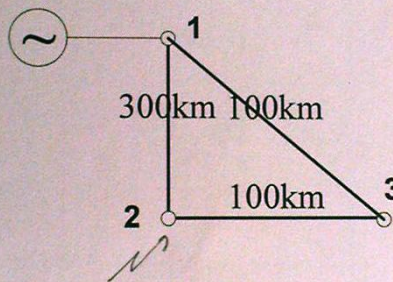
$$I_k = -j 4.889 \text{ kA}$$

$$I_{G1} = j 2.245 \text{ kA}$$

$$I_{G2} = -j 2.256 \text{ kA}$$



- Odredi struju (u amperima) trofaznog kratkog spoja i struje u svim vodovima na slici u slučaju trofaznog kratkog spoja na čvorištu 2. Vodovi imaju jednake parametre $U_n=400 \text{ kV}$; $X_1=0.41 \Omega/\text{km}$. Generator ima parametre $X''=20\%$ (pri $U_n=400 \text{ kV}$); $S_n=100 \text{ MVA}$. Mreža je prije nastanka kratkog spoja neopterećena.



13) Određiti struju trofaznog KS u ožorište 3 za mrežu na slici ako je zadano (mreža je neopterećena):

Vod	X_1 [Ω/km]	l [km]
1-2	0,4	60
1-3	0,42	120
2-3	0,32	50

Generator	X_d'' [%]	S_N [MVA]
1	10	100
2	12	100

$$S_B = 100 \text{ MVA} \quad U_n = 110 \text{ kV}$$

$$I_k = ? \text{ [kA]}$$

