

Integralni ispit
ELEKTROENERGETSKI SISTEMI (EES)

TEORIJA

1. Primjeniti metod ogledanja na sistem od dva međusobno paralelna vodiča postavljena iznad površine zemlje [slika=0,5b]. Definirati elemente matrice [P], [q], [U] i [C]. [0,75+0,25+0,75+0,75=2,5 b]
2. Izvesti izraze za Theveninov ekvivalent u matičnom obliku u slučaju dodavanja jedne grane prema referentnoj sabirnici. Dati algoritam proračuna. [3+0,5=3,5 b]
3. Izvesti izraz i nacrtati shemu za proračun struje trolnog kratkog spoja (TKS) na mjestu poremećaja. Napisati izraze za struju u sistemu faznih vrijednosti izraženu u stvarnim jedinicama. Sve izraze i formule precizno definisati. [3,5b]
4. Izvesti izraze za Gauss-Seidelov iteracijski postupak primjenjen na Y-marični metod u trofaznom ees. Definirati iteracijske korake uzimajući u obzir da se posmatra PV tip sabirnice. [2,5+1=3,5 b]
5. Nacrtati zamensku shemu energetskog dvonamotajnog regulacionog transformatora i napisati formule za predstavljanje istog u analizama tokova snaga. Označiti visokonaponsku i niskonaponsku stranu transformatora. [3,5 b]

ZADACI

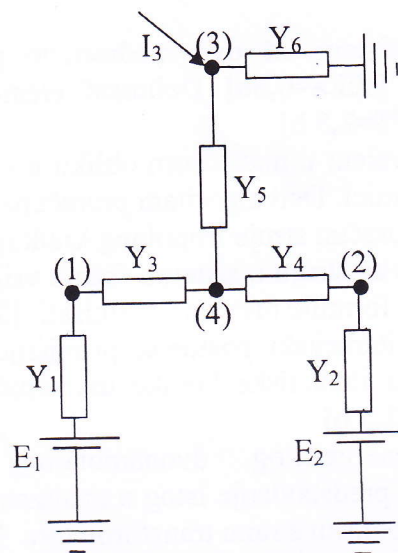
1. Data je matrica kapaciteta perfektno transponiranog voda. Potrebno je odrediti:
 - a) Dozemni kapacitet pojedinih vodiča. [1 b]
 - b) Prevesti datu matricu u sistem simetričnih komponenti. [1,5 b]

$$[C] = \begin{bmatrix} 7,8 & -1,2 & -1,2 \\ -1,2 & 7,8 & -1,2 \\ -1,2 & -1,2 & 7,8 \end{bmatrix} \text{ (nF/km)}$$

2. Data je matrica serijskih impedansi $[Z_s]_{4 \times 4}$. U datoj matrici su sadržani podaci o gromobranskom užetu. Potrebno je izvršiti eliminaciju gromobranskog užeta iz matrice serijskih impedansi [4 b]. Donijeti odluku na osnovu date/proračunate matrice da li je razmatrani vod perfektnotransponiran [1 b].

$$[Z] = j \begin{bmatrix} 0,755 & 0,316 & 0,319 & 0,301 \\ 0,316 & 0,755 & 0,312 & 0,281 \\ 0,319 & 0,312 & 0,755 & 0,266 \\ 0,301 & 0,281 & 0,266 & 0,804 \end{bmatrix} \text{ (}\Omega\text{/km)}$$

3. Primjenom Theveninovog ekvivalenta izbaciti simultano grane koje se nalaze između čvorova 1-4 i 2-4. Odrediti nove napone u razmatranoj DC mreži. Komentarisati dobivene rezultate. [5b]



Podaci:

$$Y_1=Y_2=Y_3=Y_4=Y_5=0,5(\text{S});$$

$$Y_6=1(\text{S}); E_1=5(\text{V}); E_2=10(\text{V});$$

$$I_3=1(\text{A})$$

$$[Z] = \begin{bmatrix} 1,3 & 0,3 & 0,2 & 0,6 \\ 0,3 & 1,3 & 0,2 & 0,6 \\ 0,2 & 0,2 & 0,8 & 0,4 \\ 0,6 & 0,6 & 0,4 & 1,2 \end{bmatrix} (\Omega)$$

Pomoć pri izradi zadatka

$$\begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}^{-1} = \frac{1}{ad-bc} \begin{bmatrix} d & -b \\ -c & a \end{bmatrix}$$

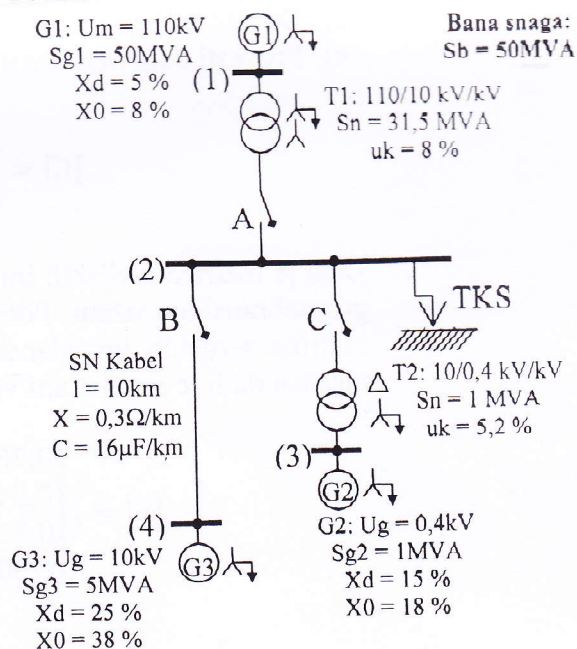
Slika 01 - Razmatrani sistem

4. Na slici 2 data je shema razmatranog primjera sa podacima. Problem se rješava u sistemu simetričnih komponenti koristeći sistem jediničnih vrijednosti. Proračuni se provode u matricnom obliku. Potrebno je:

- a) Nacrtati i odrediti parametre direktne i nulte zamjenske sheme rasmatranog EES. [2b]
- b) Na osnovu poznatih matrica $[Z_d]$ i $[Z_0]$ odrediti nultu struju kroz prekidače A, B i C kada je na sabirnici (2) nastupio jednopolni kratki spoj (JKS). [3b]

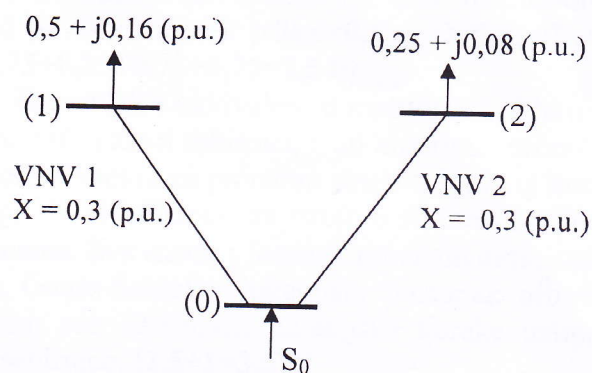
$$[Z_d] = j \begin{bmatrix} 0,04873 & 0,04552 & 0,00086 & 0,02986 \\ 0,04552 & 0,16112 & 0,00304 & 0,10568 \\ 0,00086 & 0,00304 & 0,04911 & 0,00199 \\ 0,02986 & 0,10568 & 0,00199 & 1,05318 \end{bmatrix} (\text{p.u.})$$

$$[Z_0] = j \begin{bmatrix} 0,049 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 9,991 & 0 & 4,738 \\ 0 & 0 & 0,078 & 0 \\ 0 & 4,738 & 0 & 4,381 \end{bmatrix} (\text{p.u.})$$



Slika 02 – Sheme razmatranog primjera sa podacima

5. Na slici 03 data je shema razmatranog primjera. Na ovom primjeru provodi se analiza tokova snaga prema Z-matričnoj metodi i Jacobijevom postupku. Potrebno je:
- Izvesti izraze za iteriranje (određivanje novih napona u $k+1$ iteraciji). Nastaviti iteracijski proces (tabela 01. odrediti 5-tu iteraciju) prema zadatoj metodi i postupku. Proračun napraviti samo za jednu iteraciju. [3 b]
 - Tabela 02. sadrži podatke o naponima na sabirnicama. Potrebno je odrediti proizvodnju referentne sabirnice. [2 b]
 - Na osnovu poznatih napona na sabirnicama (tabela 02.) odrediti tok snage na vodu 1. [2 b]



Slika 03 – Shema razmatranog primjera

| Iter | $ U0 $ (p.u.) | $\theta 0$ (rad) | $ U1 $ (p.u.) | $\theta 1$ (rad) | $ U2 $ (p.u.) | $\theta 2$ (rad) |
|------|---------------|------------------|---------------|------------------|---------------|------------------|
| 1 | 1,05000 | 0,0000 | 1,013165 | -0,14860 | 1,028737 | -0,07297 |
| 2 | 1,05000 | 0,0000 | 0,991080 | -0,14113 | 1,023882 | -0,06941 |
| 3 | 1,05000 | 0,0000 | 0,991135 | -0,14482 | 1,024031 | -0,06983 |
| 4 | 1,05000 | 0,0000 | 0,990579 | -0,14463 | 1,024004 | -0,06981 |

Tabela 01 – Tok iteracijskog ciklusa

| Sabirnica | $ U $ (p.u.) | Ugao (rad) |
|-----------|--------------|------------|
| 0 | 1,05000 | 0,0000 |
| 1 | 0,990566 | -0,14472 |
| 2 | 1,024005 | -0,06981 |

Tabela 02 – Rezultat proračuna napona na sabirnicama