

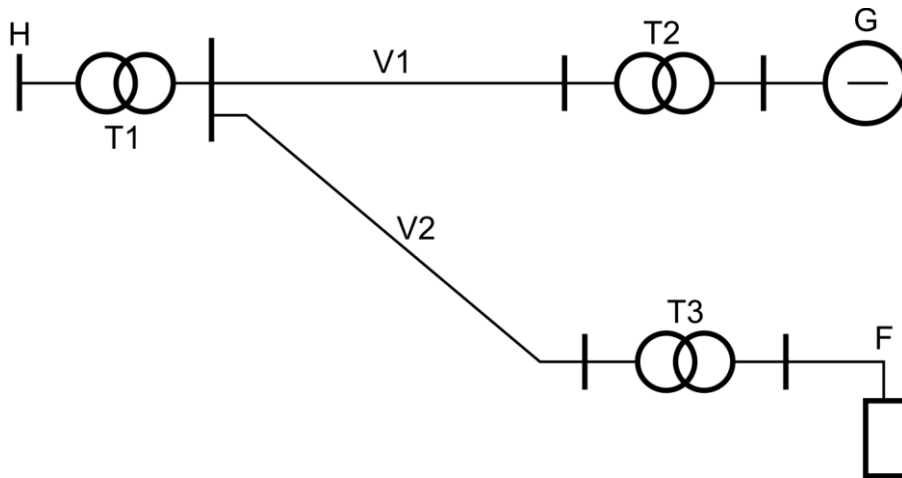
VILLAMOS ENERGETIKA

Vizsgakérdések

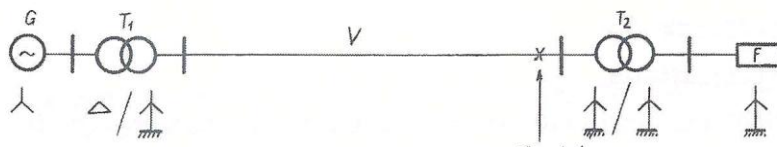
(BSc. 2011. tavaszi félév)

1. Ismertesse a villamosenergia-hálózat
 - feladatkörök szerinti felosztását
 - a jellegzetes feszültségszinteket és az azokhoz tartozó átvihető teljesítmények nagyságrendjét
2. Értelmezze – táblázatosan összefoglalva – a hatásos és meddőteljesítmény előjelét generátoros és fogyasztói pozitív irányrendszerben!
3. Adja meg a háromfázisú szimmetrikus összetevők módszerének:
 - a) „T” transzformációs mátrixát az „a” forgató vektor alapján
 - b) a fázismennyiségek és a szimmetrikus összetevők közötti kapcsolatot,
 - c) a szimmetrikus összetevők és a fázismennyiségek közötti kapcsolatot,
 - d) a fázis impedancia és a szimmetrikus összetevő impedancia mátrixok közötti kapcsolatot (a T mátrix felhasználásával).
4. A szimmetrikus összetevők módszerét alkalmazza!
 - a) Fazorábrán szemléltesse a pozitív, a negatív és a zérus sorrendű összetevők által képviselt fázismennyiségeket.
 - b) Adja meg az $I_a = 100 \text{ A}$ 90° és $I_b = I_c = 0$ áramrendszer pozitív-, negatív és zérus sorrendű összetevőinek fazorát.
 - c) Határozza meg annak az aszimmetrikus feszültségrendszernek a fázisfeszültségeit, melynek az alább megadottak a szimmetrikus összetevői: $U_1 = 100 \text{ V}$ $U_2 = 0$ $U_0 = -100 \text{ V}$
5. Származtassa le a szimmetrikus összetevők módszerének felhasználásával a kétfázisú földzárlat számítására szolgáló modellt (a sorrendi hálózatok kapcsolódását).
6. Származtassa le a szimmetrikus összetevők módszerének felhasználásával az egyfázisú földzárlat számítására szolgáló modellt (a sorrendi hálózatok kapcsolódását)!

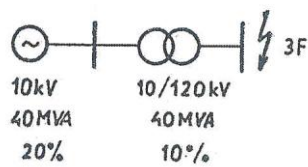
7. Adja meg az alábbi, egyvonalas sémával adott hálózat pozitív sorrendű hálózatát!



8. Rajzolja fel az alábbi hálózat zérus-sorrendű hálózatát!



9. Számítsa ki az ábra szerinti hálózatra és hibára



- a) a zárlati áram értékét az *a*, *b* és *c* fázisban hibahely feszültség szintjén;
 b) a zárlati áram értékét az *a*, *b* és *c* fázisban viszonylagos egységben.

10. Adja meg annak a – szimmetrikusnak tekintett - háromfázisú távvezetéknek a zérus, pozitív és negatív sorrendű impedanciáját, amelynek

- a fázis-föld önimpedanciája:

$$Z_{\ddot{o}} = 0,15 + j 0,6 \text{ ohm/km,}$$

- a fázisok közötti földvissavezetéssel kölcsönös impedanciája:

$$Z_k = 0,05 + j 0,3 \text{ ohm/km.}$$

11. Az alábbiakban adott három különböző típusú fázis-impedancia mátrix.

Tipus:	Fázis impedancia mátrix:	Sorrendi impedancia mátrix (jellegét):
(1)	$\begin{bmatrix} Z_{\ddot{o}} & Z_k & Z_k \\ Z_k & Z_{\ddot{o}} & Z_k \\ Z_k & Z_k & Z_{\ddot{o}} \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \end{bmatrix}$
(2)	$\begin{bmatrix} Z_{\ddot{o}} & Z_m & Z_n \\ Z_n & Z_{\ddot{o}} & Z_m \\ Z_m & Z_n & Z_{\ddot{o}} \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \end{bmatrix}$
(3)	$\begin{bmatrix} Z_{\ddot{o}} & Z_m & Z_n \\ Z_m & Z_{\ddot{o}} & Z_p \\ Z_n & Z_p & Z_{\ddot{o}} \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \end{bmatrix}$

- Adja meg, hogy melyik fázis impedancia mátrix szimmetrikus, ciklikus vagy szimmetrikus és ciklikus.
- Az előkészített mátrixokban tüntesse fel – jellegre – a szimmetrikus összetevő mátrixok elemeit. Mutasson rá az egyes elemek esetleges egyenlőségére.

12. Adja meg egy vezető-föld hurokra váltakozó áram esetén:

- A földben az árameloszlás minőségi képét.
- A Carson-Clem helyettesítés szerinti visszavezető cső paramétereinek ($R_f = 0,00099f$, $D_f = 659 \sqrt{\frac{\rho}{f}}$) értelmezését és értékét, ha a frekvencia 50 Hz, a föld fajlagos ellenállása $50 \Omega\text{m}$
- A vezető-földvissavezetés hurok-impedancia értékét, ha a vezető ellenállása $0,1 \Omega/\text{km}$, sugara $6,59 \text{ mm}$,

13. Határozza meg a földvisszavezetés Carson-Clem (egyenértékű csővel való) helyettesítése alapján:

a) a visszavezetést helyettesítő cső R_f és D_f értékeit ($R_f = 0,00099f$,

$$D_f = 659 \sqrt{\frac{\rho}{f}}) \text{ a következő 4 esetre:}$$

a ρ fajlagos talajellenállás: 50 és 5000 ohm.m, az f frekvencia: 50 és 5000 Hz,

b) az a) pont szerinti viszonyokra azt a vezetékek közötti legnagyobb távolságot, amelyre a helyettesítés – legfeljebb 5% hibával – alkalmazható (Carson-Clem helyettesítés érvényes).

14. A vezetékrendszerek földvisszavezetési impedanciájának számítására a Carson-Clem közelítéssel meghatározott egyenértékű cső és a komplex tükrözés módszere használatos.

a) Vázlatrajzon szemléltesse a két módszerben alkalmazott paramétereket és adatokat (a b pont szerint használt jelölések felhasználásával).

$$\left(\alpha = \sqrt{\mu_0 \frac{\omega}{\rho}}, \quad \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \quad R_f = 0,00099f, \quad D_e = 659 \sqrt{\frac{\rho}{f}}, \quad \bar{p} = \frac{1}{\alpha} e^{-j45^\circ} \right)$$

b) Határozza meg $\rho = 100 \Omega m$ fajlagos talajellenállás esetén, a következő elrendezésű i és j jelű vezetők közötti földvisszavezetési kölcsönös impedanciát:

- földfeletti magasságok: $h_i = 15 \text{ m}$, $h_j = 5 \text{ m}$,
- kölcsönös vízszintes távolság: $a_{ij} = 50 \text{ m}$.

(A Carson-Clem módszerről akkor térjen át a komplex tükrözés módszerre ha azt az alkalmazhatóságra vonatkozó feltétel ($d_{ij} > 0,135 D_f$) megköveteli.)

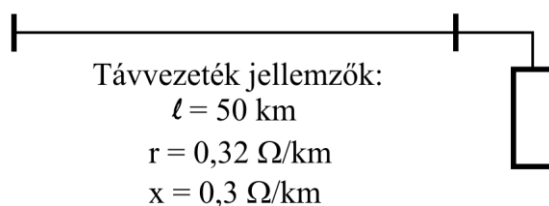
15. Jellemezze a fázorábra alapján egy $I = I_w + j I_m$ árammal terhelt $Z = R + jX$ soros impedanciával jellemzett távvezeték esetére a komplex feszültségesést, valamint annak hossz- és keresztirányú összetevőit. Milyen kapcsolat van az átvitt hatásos és meddő teljesítmény, valamint a feszültségesés komponensek között?

16. Számítsa ki az alábbi végtelen hálózat – távvezeték – fogyasztó átviteli hálózat esetén a távvezeték feszültségesést kV-ban és viszonylagos egységben (alapmenyiségek a fogyasztó névleges értékei)!

Hálózat:

$$U_n^H = 22 \text{ kV}$$

$$S_{rz} = \infty$$



Távvezeték jellemzők:

$$l = 50 \text{ km}$$

$$r = 0,32 \Omega/\text{km}$$

$$x = 0,3 \Omega/\text{km}$$

Fogyasztó adatok:

$$U_n = 22 \text{ kV}$$

$$S_n = 6 \text{ MVA}$$

$$\cos \phi = 0,8 \text{ ind.}$$

17. Adja meg a 120/22 kV névleges feszültségű, 40 MVA névleges teljesítményű, 10 % feszültségesésű (droppú) transzformátor egyfázisú helyettesítő kapcsolását a helyettesítő reaktancia értékének feltüntetésével (Ohm-ban)! Határozza meg
- a transzformátor névleges áramait,
 - a transzformátor saját rövidzárlati teljesítményét.
18. Egy háromfázisú fogyasztó névleges feszültsége 10 kV, névleges teljesítménye 4 MVA, teljesítménytényezője $\cos\varphi = 0,8$ (induktív).
- Számítsa ki a fogyasztó:
 - hatásos és meddő teljesítményét,
 - a hálózathoz felvett áramát,
 - Rajzolja fel a soros is és sönt helyettesítő kapcsolását az elemek értékének feltüntetésével.
19. Egy 120 kV-os gyűjtősín háromfázisú zárlati teljesítménye 4000 MVA.
- Számítsa ki a háromfázisú rövidzárlati áramát.
 - Adja meg a gyűjtősínre tápláló hálózat egyfázisú helyettesítő kapcsolását és helyettesítő elemek értékének feltüntetésével.
20. Értelmezze a végtelen hálózat fogalmát, fizikai tartalmát, adja meg a pozitív sorrendű helyettesítését! A vázolja fel egy olyan gyakorlati helyzetet, amikor a hálózati csatlakozási pont végtelen hálózatnak tekinthető.
21. Egy 400 kV névleges feszültségű, 50 Hz-en üzemelő veszteségmentesnek tekinthető távvezeték paraméterei:
 soros reaktancia: $x_L = 0,28 \Omega/\text{km}$,
 sönt (kapacitív) reaktancia: $x_C = 0,4 \text{ M}\Omega \cdot \text{km}$, vezeték hossz: $l = 100 \text{ km}$.
 Számítsa ki
- a vezeték hullámellenállását,
 - a vezeték természetes teljesítményét.
 - Milyen kapcsolat van a természetes teljesítmény átvitelekor az átvitt hatásos és meddő teljesítmények között?
22. Egy 10,5 kV névleges feszültségű, 100 MVA névleges teljesítményű és $X_d = 200\%$ reaktanciájú generátorra adja meg:
- az egyfázisú, pozitív sorrendű helyettesítő kapcsolását a helyettesítő reaktancia értékének feltüntetésével (Ω),
 - a generátor névleges áramát.
23. Adja meg a $Z = jX$ soros impedanciával jellemzett vezetékre, adottaknak végponti feszültségek esetén:
- az S és R végpontokra a hatásos és a meddő teljesítmény összefüggéseket,
 - a szinkron-stabilitás korlátját,
 - hogyan tudja befolyásolni a meddőteljesítmény-áramlást.

24. Egy $X = 0,15$ v.e. nagyságú soros reaktanciával jellemzett vezetéken a végponti feszültségek $U_S = 1,05$ v.e. és $U_R = 0,95$ v.e., az $S \rightarrow R$ irányú hatásos teljesítmény $1,2$ v.e.
Számítsa ki végpontjain a meddőteljesítmény értékeket v.e.-ben és adja meg azok irányát (értelmezze azok jellegét).
25. Adja meg a $Z = jX$ soros impedanciával jellemzett vezetékre, adottaknak tekintett végponti feszültségek esetén:
- az S és R végpontokra a komplex teljesítmény összefüggéseket (fazoros formában),
 - az S és R végpontok a komplex teljesítményét szemléltető kördiagramot egy adott teljesítmény-átviteli esetre vonatkozó összetartozó teljesítmények feltüntetésével.
26. A $Z = jX$ soros impedanciával jellemzett vezetékre, adottaknak tekintett végponti feszültségek esetén:
- Adja meg az S és R végpontokra a meddő teljesítmény kifejezését.
 - Mi a feltétele a meddő teljesítmény áramlási iránya megfordulásának az S és R végpontokra?
 - Adja meg és ábrázolja hatásos teljesítmény-terhelési szög kapcsolatra vonatkozó összefüggést. Ezen jelölje be a statikus állapotban stabil üzemi tartományt.
27. Egy villamosenergia-rendszerben a hatásos (P) teljesítmények egyensúlya általános érvényű.
- Adja meg a dinamikus energetikai egyensúly matematikai leírását!
 - Értelmezze a (fiktív) rendszerfrekvenciát!
 - Miért kell folyamatosan szabályozni az erőművek hatásos teljesítményét?
28. Egy villamosenergia-rendszerben a meddő (Q) teljesítmények egyensúlya általános érvényű.
- Adja meg a meddőteljesítmények egyensúlyának matematikai leírását!
 - Értelmezze egy távvezeték természetes teljesítményét!
 - Miért szükséges a folyamatos feszültségszabályozás?
29. A fogyasztói teljesítményfelvétel (P és Q) függ a feszültségtől és a frekvenciától.
- Adja meg ennek matematikai leírását (az érzékenységi tényezők alapján) a hatásos (P) teljesítményre!
 - Mutasson be egy egyszerű, fizikai áramkörü példát!
 - Határozza meg (levezetéssel) a frekvenciaváltozás kifejezését, ha változik a fogyasztói teljesítmény, de az erőműveket nem szabályozzuk!
30. A fogyasztói teljesítményfelvétel (P és Q) függ a feszültségtől és a frekvenciától.
- Adja meg ennek matematikai leírását a meddő (Q) teljesítményre!
 - Mutasson be egy egyszerű, fizikai áramkörü példát!
 - Miért szükséges a folyamatos feszültségszabályozás?

31. A frekvenciatartásban fontos szerepe van a turbina (mechanikai) teljesítmény $P(f)$ karakterisztikájának és az ún. szekunder szabályozásnak.
- Ábrán adja meg a frekvenciára érzéketlen (a_1) ill. a frekvenciaváltozásra szabályozással válaszoló (a_2) idealizált $P(f)$ karakterisztikákat!
 - Értelmezze a statizmus fogalmát és a szabályozás MW/Hz meredekségét a karakterisztika alapján!
 - Mutassa meg a primer- ill. szekunder-szabályozás elvi működését az a_2 karakterisztikához!
32. A teljesítmény-átvitelnek statikus stabilitási korlátja is van.
- Egyszerű példán értelmezze a feszültségstabilitást X induktív reaktancián történő átvitelhez és levezetéssel határozza meg az átvihető P_{\max} teljesítményt!
 - Adja meg a feszültségstabilitás általános feltételét, ha P_F nem függ az U -tól!
 - Mutasson egyszerű áramkörü példát az instabilitás kialakulására.
33. A teljesítmény-átvitelnek statikus stabilitási korlátja is van.
- Egyszerű példán értelmezze a szinkronstabilitást X induktív reaktancián történő átvitelhez és levezetéssel határozza meg az átvihető P_{\max} teljesítményt!
 - Adja meg a statikus szinkronstabilitás általános feltételét!
 - Fazorábrán mutassa meg a feszültség szabályozás meddőteljesítmény-igény vonzatát!
34. Egy $P_{F0} = 100000$ MW fogyasztású rendszer 50 Hz frekvencián üzemel, a fogyasztók feltételezett a frekvenciaérzékenységi tényezője $k_{pf} = 1$ és az erőművekben frekvencia érzéketlen primer turbinaszabályozókat feltételezünk. A fogyasztói teljesítmény 150 MW-tal történő növekedésének hatására hogyan változik meg a frekvencia, ha nem történik szabályozás? Ábra segítségével illusztrálja a munkapont változást!
35. Adja meg a villamosenergia-rendszerben hirtelen fellépő teljesítménytöbbletnek a rendszer gépei (erőművei) közötti eloszlásának lépéseit. Adja meg az egyes lépések során az eloszlást meghatározó jelenségre vonatkozó alapösszefüggéseket.
36. Adja meg kisfrekvenciás mágneses erőtér esetén:
- Szemléltesse B mágneses indukció által okozott testáram indukálásának mechanizmusát, valamint a B és az indukált testáram-sűrűség közötti kapcsolat összefüggést.
 - Adja meg az alábbi egészségi határértéket a lakosságra és foglalkozási körre:
 - testáram-sűrűség alapvető korlátai (basic restrictions)
 - a B indukció hivatkozási szintjei (reference levels).