

VILLAMOSSÁGTAN II.
GEVEE502 tantárgy ütemterve
a nappali tagozatos villamosmérnök hallgatók számára

Hét	Tárgykör
1. (7)	Ismétlés: Váltakozó áramú áramkörök. Szinuszos mennyiségek leírása, ábrázolása. Szinuszos hálózatok komplex számítási módszere. Fazorábra. Áramköri elemek viselkedése szinuszos feszültségre kapcsolva. Reaktanciák, impedancia, admittancia.
2. (8)	Soros rezgőkör.
3. (9)	Párhuzamos rezgőkör.
4. (10)	Négypólusok fogalma, paraméterrendszerek, helyettesítő kapcsolások. Négypólusok összekapcsolása.
5. (11)	1. zárthelyi
6. (12)	Négypólus paraméterek közötti konverzió.
7. (13)	A Bode diagram alapesetei: konstans, elsőfokú tagok szerkesztése.
8. (14)	A Bode diagram alapesetei: másodfokú tagok. Eredő átviteli függvény szerkesztése.
9. (15)	2. zárthelyi
10. (16)	Átviteli függvény másik ábrázolási módszere: a Nyquist diagram.
11. (17)	Elosztott paraméterű hálózatok analízise. Hullámimpedancia és terjedési együttható fogalma, meghatározása.
12. (18)	Nyitott végű és rövidrezárt távvezeték. Távvezeték illesztett lezárása.
13. (19)	3. zárthelyi
14. (20)	Pótzárthelyi

Miskolc, 2020. február 3.

Somogyiné Dr. Molnár Judit
egyetemi docens
tárgyjegyző

VILLAMOSSÁGTAN II.
GEVEE502B tantárgy ütemterve
a nappali tagozatos villamosmérnök hallgatók számára

A tárgy lezárásának módja: aláírás, vizsga

Az aláírás megszerzésének feltétele:

A félév során megírandó 3 db zárthelyi dolgozat külön-külön legalább elégséges szintű megírása (5-dik, 9-dik és 13-dik hét előadásán). **A zárthelyik elméleti kérdéseinek 40% alatti teljesítése esetén a zárthelyi sikertelennek minősül!** Mindegyik zárthelyi 10 pontos, a félév során tehát 30 pont szerezhető. Az elégséges szint 60% (18 pont). Akinek az összpontszáma 18 pont alatt van, de legalább 9 pontot elért, az utolsó héten megírásra kerülő pótzárthelyin szerezheti meg az aláírást, ahol a maximális 30 pontból szintén 18 pont a megfelelő eredmény. **Végleges aláírás-megtagadásban részesül az a hallgató, aki 2-nél kevesebb zárthelyit ír meg, vagy az összpontszáma nem éri el a 9 pontot!**

Az aláírás pótlása:

A félév végéig meg nem szerzett aláírást a kar dékánja által kijelölt időszakban, a tanulmányi és vizsgaszabályzatban előírtak szerint lehet pótolni. Az aláíráspótló zárthelyi anyaga az évközi zárthelyik együttes anyagával egyezik meg.

Vizsga és értékelése:

A vizsgára bocsátás feltétele: az aláírás megszerzése.

A vizsga írásbeli, amely két részből áll:

- egy elméleti tétel részletes kifejtése (10 pont)
(a sikeres vizsga feltétele az elméleti tétel minimum 40%-os teljesítése!),
- 4 db számpélda (40 pont).

Pontszám	Értékelés
0-29	1
30-34	2
35-39	3
40-44	4
45-50	5

A vizsgajegy megajánlása:

Azoknak a hallgatóknak, akik az aláírás megszerzésének feltételeit teljesítették és a zárthelyik alkalmával külön-külön legalább 80%-os eredményt értek el (az elégtelen eredmény miatti pótzárthelyire nem vonatkozik), vizsgajegyet ajánlok meg a következők szerint:

- 80-90% közti átlageredményre 4-est,
- 90% feletti átlageredményre 5-öst.

Felkészüléshez ajánlott irodalom:

Demeter Károlyné - Dén Gábor: Villamosságtan

Hollós Edit - Vágó István: Villamosságtan

Demeter Károlyné: Villamosságtan II.

Fodor György: Elméleti elektrotechnika I-II.

Miskolc, 2020. február 3.

Somogyiné Dr. Molnár Judit
egyetemi docens
tárgyjegyző

VILLAMOSSÁGTAN II.
GEVEE502BL tantárgy ütemterve
a levelező tagozatos villamosmérnök hallgatók számára

Konzultáció	Tárgykör
1.	A tantárgy követelményrendszerének ismertetése. Soros rezgőkör. Párhuzamos rezgőkör. Négypólusok fogalma, paraméterrendszerek, helyettesítő kapcsolások. Négypólusok összekapcsolása. Négypólus paraméterek közötti konverzió.
2.	A Bode diagram alapesetei: konstans, elsőfokú tagok, másodfokú tagok szerkesztése. Eredő átviteli függvény szerkesztése. Átviteli függvény másik ábrázolási módszere: a Nyquist diagram.
3.	Elosztott paraméterű hálózatok analízise. Hullámimpedancia és terjedési együttható fogalma, meghatározása. Nyitott végű és rövidrezárt távvezeték. Távvezeték illesztett lezárása.
4.	Számítási feladatok gyakorlása.

A tárgy lezárásának módja: aláírás, vizsga.

Az aláírás megszerzésének feltétele: legalább két konzultációs alkalmon való aktív részvétel, valamint a harmadik konzultációs alkalmon egy zárthelyi elégséges szintű megírása (60%). A zárthelyi írásbeli, amely két részből áll: elméleti kérdések és számolási feladatok. A zárthelyi elméleti kérdéseinek 40% alatti teljesítése esetén a zárthelyi sikertelennek minősül!

Vizsga és értékelése:

A vizsgára bocsátás feltétele: az aláírás megszerzése.

A vizsga írásbeli, amely két részből áll:

- egy elméleti tétel részletes kifejtése (10 pont)
(a sikeres vizsga feltétele az elméleti tétel minimum 40%-os teljesítése!),
- 4 db számpélda (40 pont).

Pontszám	Értékelés
0-29	1
30-34	2
35-39	3
40-44	4
45-50	5

Ajánlott irodalom:

Demeter Károlyné - Dén Gábor: Villamosságtan

Hollós Edit - Vágó István: Villamosságtan

Demeter Károlyné: Villamosságtan II.

Fodor György: Elméleti elektrotechnika I-II.

Miskolc, 2020. február 3.

Somogyiné Dr. Molnár Judit
egyetemi docens
tárgyjegyző

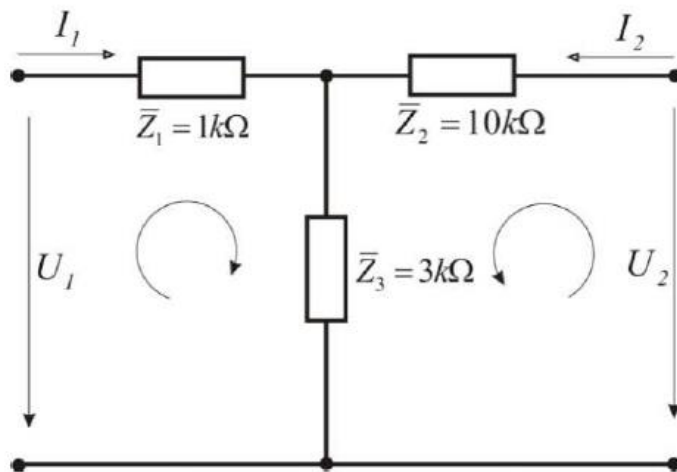
I. Zárthelyi

Villamosságtan II. című tárgy

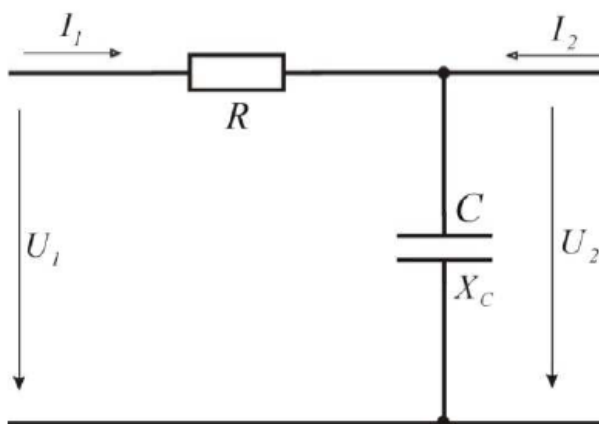
Mit nevezünk négypólusnak?

Írja fel a hibrid paraméter egyenletrendszerét!

Határozza meg az ábrán látható négypólus (T kapcsolás) impedancia paramétereit!



Határozza meg az ábrán látható négypólus impedancia és admittancia paramétereit!



II. Zárthelyi

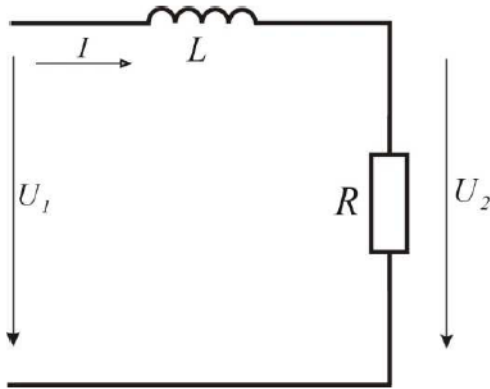
Villamosságtan II. című tárgy

Milyen részei vannak a Bode diagramnak?

Mit nevezünk dekádnak?

Határozza meg az alábbi kapcsolás Bode diagramját!

$$L = 100\text{mH}, R = 50, 200, 1000\Omega$$



Határozzuk meg számítással az admittancia paraméterek ismeretében az impedancia paramétereket!

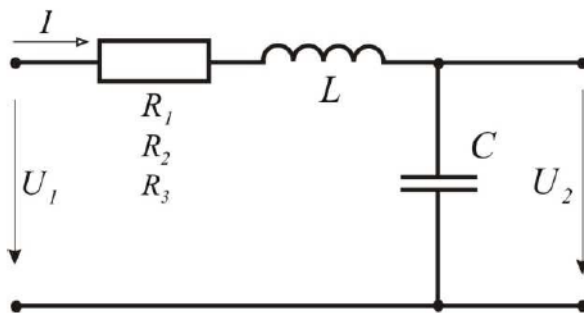
III. Zárthelyi

Villamosságtan II. című tárgy

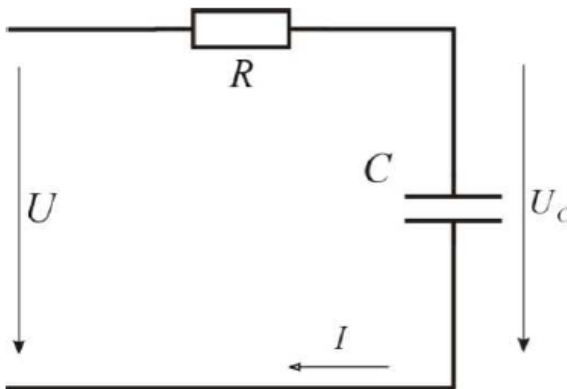
Milyen részei vannak a terjedési tényezőnek?

Mi a különbség a Nyquist és Bode diagram között?

Határozza meg az ábrán látható négyfólyus BODE diagramját! $L = 25\text{mH}$, $C = 10\mu\text{F}$, $R_1 = 1000\Omega$.



Határozza meg az alábbi kapcsolás Nyquist diagramját!



I. Zárthelyi

Villamosságtan II. című tárgy

Mit nevezünk négypólusnak?

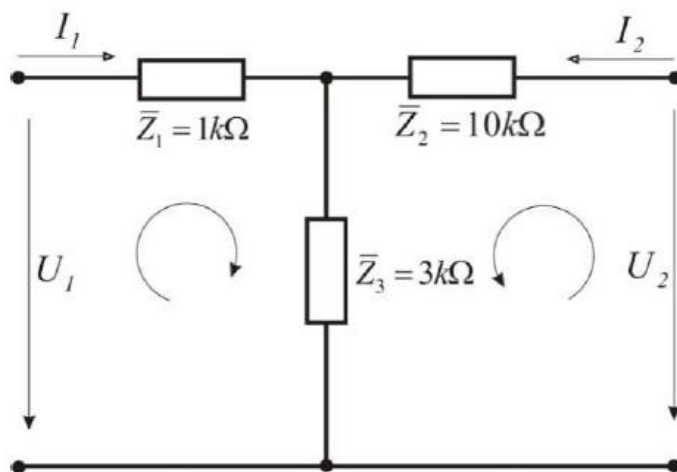
A négypólusok tetszőlegesen bonyolult elektromos hálózatok, 4 villamos csatlakozóponttal rendelkeznek.

Írja fel a hibrid paraméter egyenletrendszerét!

$$U_1 = H_{11} \cdot I_1 + H_{12} \cdot U_2$$

$$I_2 = H_{21} \cdot I_1 + H_{22} \cdot U_2$$

Határozza meg az ábrán látható négypólus (T kapcsolás) impedancia paramétereit!



$$\bar{Z}_{11} = \bar{Z}_1 + \bar{Z}_3$$

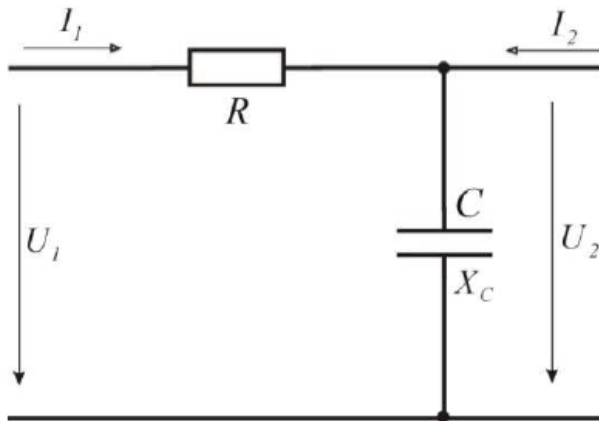
$$\bar{Z}_{12} = Z_3$$

$$\bar{Z}_{21} = Z_3$$

$$\bar{Z}_{22} = \bar{Z}_2 + \bar{Z}_3$$

$$Z_{11} = 1k\Omega + 3k\Omega = 4k\Omega, \quad Z_{12} = 3k\Omega, \quad Z_{21} = 3k\Omega, \quad Z_{22} = 10k\Omega + 3k\Omega = 13k\Omega$$

Határozza meg az ábrán látható négypólus impedancia és admittancia paramétereit!



$$Z_{11} = \left. \frac{U_1}{I_1} \right|_{I_2=0} = \frac{U_1}{\frac{U_1}{R + \frac{1}{j\omega C}}} = R - j \frac{1}{\omega \cdot C},$$

$$Z_{21} = \left. \frac{U_2}{I_1} \right|_{I_2=0} = \frac{I_1 \cdot \left(\frac{1}{j\omega \cdot C} \right)}{I_1} = -j \frac{1}{\omega \cdot C}$$

$$Z_{12} = \frac{U_1}{I_2} = \frac{I_2 \left(-j \frac{1}{\omega \cdot C} \right)}{I_2} = -j \frac{1}{\omega \cdot C}$$

$$Z_{22} = \frac{U_2}{I_2} = -j \frac{1}{\omega \cdot C}$$

$$Y_{11} = \left. \frac{I_1}{U_1} \right|_{U_2=0} = \frac{I_1}{\frac{I_1}{R}} = \frac{1}{R}$$

$$Y_{21} = \left. \frac{I_2}{U_1} \right|_{U_2=0} = \frac{I_2}{-\frac{I_2}{R}} = -\frac{1}{R}$$

$$Y_{12} = \left. \frac{I_1}{U_2} \right|_{U_1=0} = \frac{I_1}{-\frac{I_1}{R}} = -\frac{1}{R}$$

$$Y_{22} = \left. \frac{I_2}{U_2} \right|_{U_1=0} = \frac{I_2}{I_2 \frac{R}{R + \frac{1}{j\omega C}} \cdot \frac{1}{j\omega C}} = \frac{1}{R} + j\omega C$$

II. Zárthelyi

Villamosságtan II. című tárgy

Milyen részei vannak a Bode diagramnak?

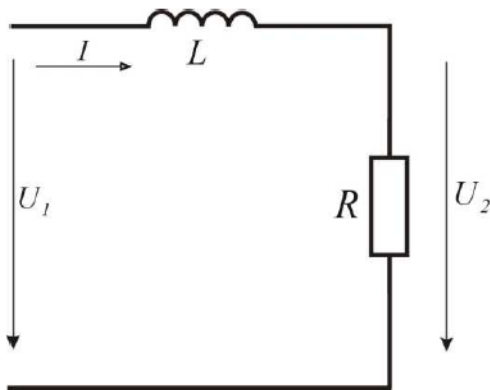
Amplitúdó és fáziskarakterisztika.

Mit nevezünk dekádnak?

A körfrekvencia tengelyen két körfrekvencia távolságát, melyek közül az egyik a másik 10-szerese.

Határozza meg az alábbi kapcsolás Bode diagramját!

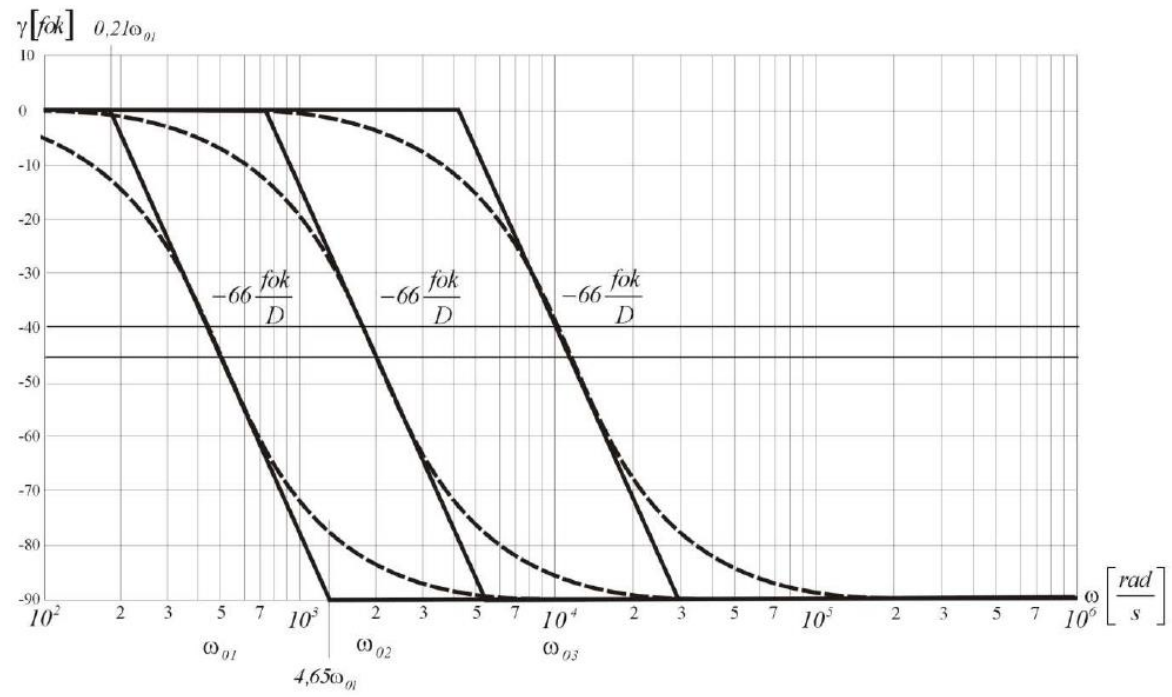
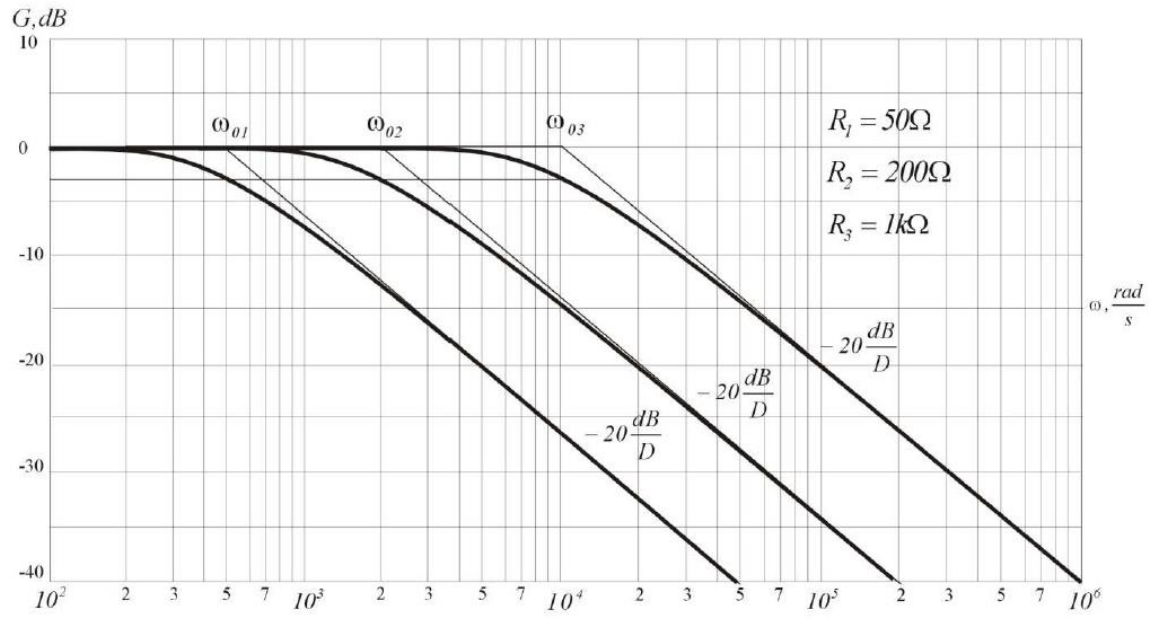
$$L = 100\text{mH}, R = 50, 200, 1000\Omega$$



$$\bar{U}_2 = \bar{U}_1 \cdot \frac{R}{R + j \cdot \omega \cdot L}$$

$$\bar{W}(j\omega) = \frac{\bar{U}_2}{\bar{U}_1} = \frac{R}{R + j \cdot \omega \cdot L} = \frac{1}{1 + j \cdot \omega \cdot \frac{L}{R}} = \frac{1}{1 + j \cdot \frac{\omega}{\omega_0}}$$

$$\omega_{01} = \frac{R_1}{L} = \frac{50\Omega}{100 \cdot 10^{-3}\text{H}} = 500 \frac{\text{rad}}{\text{s}}, \omega_{02} = \frac{R_2}{L} = \frac{200\Omega}{0,1\text{H}} = 2000 \frac{\text{rad}}{\text{s}}, \omega_{03} = \frac{1000\Omega}{0,1\text{H}} = 10^4 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$



Határozzuk meg számítással az admittancia paraméterek ismeretében az impedancia paramétereket!

Kiindulási egyenleteink az impedancia és admittancia paraméterekre:

$$I_1 = Y_{11} \cdot U_1 + Y_{12} \cdot U_2$$

$$I_2 = Y_{21} \cdot U_1 + Y_{22} \cdot U_2$$

$$U_1 = Z_{11} \cdot I_1 + Z_{12} \cdot I_2$$

$$U_2 = Z_{21} \cdot I_1 + Z_{22} \cdot I_2$$

A fentiekből kifejezve U_2 értékét:

$$U_2 = \frac{I_1 - Y_{11} \cdot U_1}{Y_{12}}, \text{ majd behelyettesítve a második egyenletbe:}$$

$$I_2 = Y_{21} \cdot U_1 + Y_{22} \cdot \frac{I_1 - Y_{11} \cdot U_1}{Y_{12}}, \text{ beszorozva } Y_{12} \text{-vel:}$$

$$Y_{12} \cdot I_2 = Y_{12} \cdot Y_{21} \cdot U_1 + Y_{22} \cdot I_1 - Y_{11} \cdot Y_{22} \cdot U_1, \text{ innen kifejezve } U_1 \text{-et.}$$

$$U_1 = \frac{Y_{22}}{Y_{11} \cdot Y_{22} - Y_{12} \cdot Y_{21}} \cdot I_1 - \frac{Y_{12}}{Y_{11} \cdot Y_{22} - Y_{12} \cdot Y_{21}} \cdot I_2$$

Összehasonlítva a harmadik alapegyenlettel:

$$\bar{Z}_{11} = \left. \frac{\bar{U}_1}{\bar{I}_1} \right|_{\bar{I}_2=0} = \frac{Y_{22}}{Y_{11} \cdot Y_{22} - Y_{12} \cdot Y_{21}}$$

$$\bar{Z}_{12} = \left. \frac{\bar{U}_1}{\bar{I}_2} \right|_{\bar{I}_1=0} = \frac{-Y_{12}}{Y_{11} \cdot Y_{22} - Y_{12} \cdot Y_{21}}$$

$$\bar{Z}_{21} = \left. \frac{\bar{U}_2}{\bar{I}_1} \right|_{\bar{I}_2=0} = \frac{-Y_{21}}{Y_{11} \cdot Y_{22} - Y_{12} \cdot Y_{21}}$$

$$\bar{Z}_{22} = \left. \frac{\bar{U}_2}{\bar{I}_2} \right|_{\bar{I}_1=0} = \frac{Y_{11}}{Y_{11} \cdot Y_{22} - Y_{12} \cdot Y_{21}}$$

III. Zárthelyi

Villamosságtan II. című tárgy

Milyen részei vannak a terjedési tényezőnek?

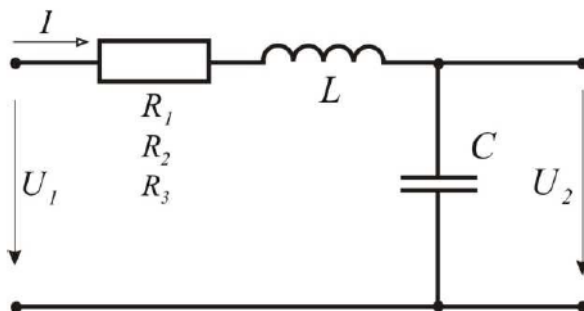
$$\gamma = \alpha + j\beta$$

A terjedési tényező valós része a vezeték hosszegységre eső csillapítását, képzetes része pedig a fázistolását adja.

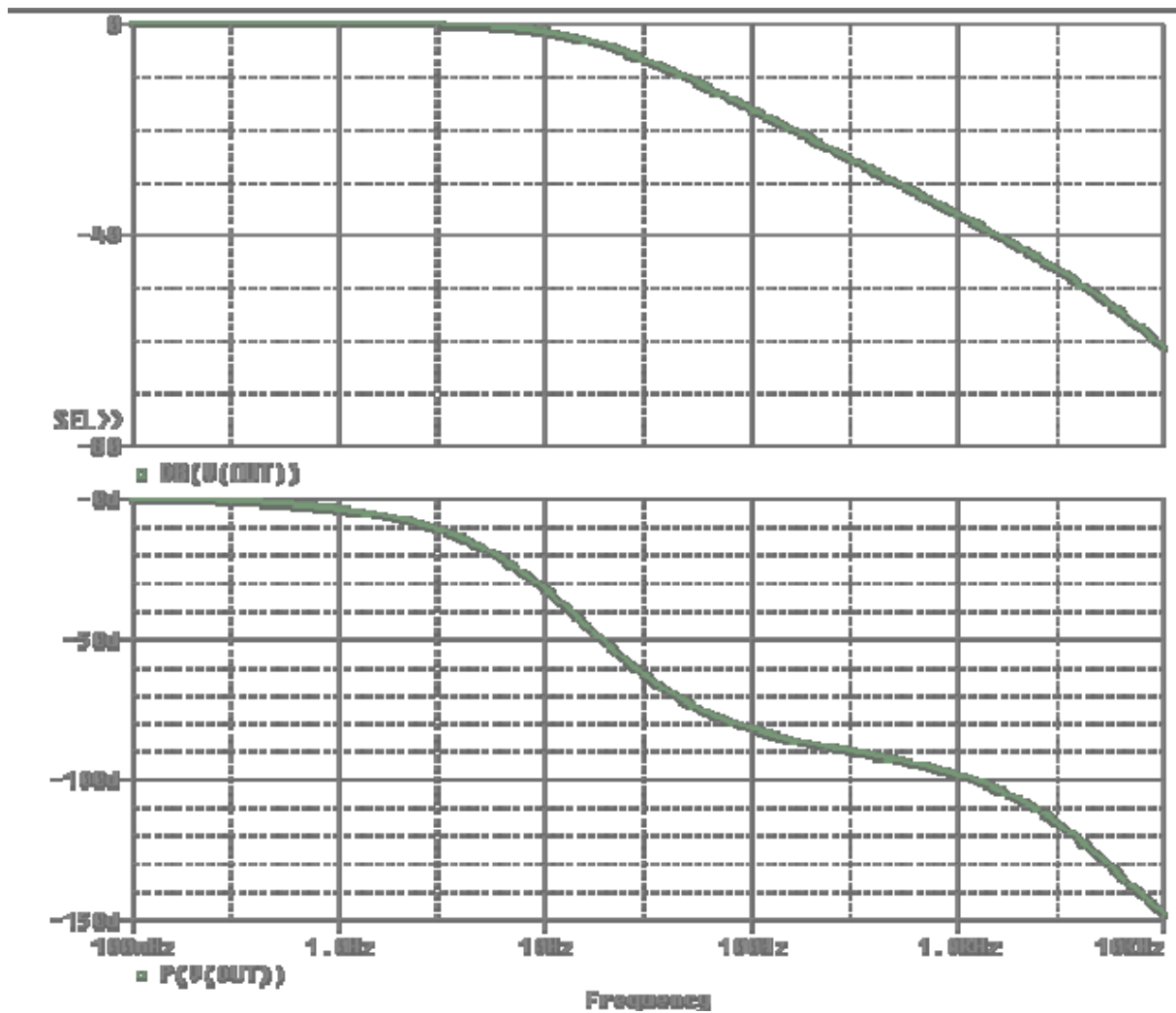
Mi a különbség a Nyquist és Bode diagram között?

Az átviteli függvény amplitúdójának logaritmusát (amplitúdó karakterisztika) és szögét (fáziskarakterisztika) ábrázoljuk a frekvencia logaritmusának a függvényében. Ezt az ábrázolási módot nevezzük BODE diagramnak. A Nyquist esetében egyetlen diagramban ábrázoljuk az $Y(j\omega)$ frekvenciaátviteli függvényt. A diagram az $Y(j\omega)$ -t, mint frekvenciafüggő komplex mennyiség valós és képzetes részét ($\text{Re}(Y(j\omega))$, $\text{Im}(Y(j\omega))$) ábrázolja a frekvencia függvényében.

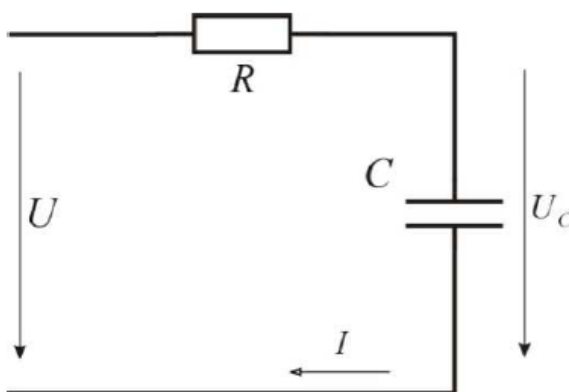
Határozza meg az ábrán látható négypólus BODE diagramját! $L = 25\text{mH}$, $C = 10\mu\text{F}$, $R_1 = 1000\Omega$.



$$\begin{aligned} \bar{W}(j\omega) &= \frac{\bar{U}_2}{\bar{U}_1} = \frac{\frac{1}{j \cdot \omega \cdot C}}{R + j \cdot \omega \cdot L + \frac{1}{j \cdot \omega \cdot C}} = \frac{1}{1 + j \cdot \omega \cdot C \cdot R + (j \cdot \omega)^2 \cdot L \cdot C} \\ &= \frac{1}{1 + j \frac{\omega}{\omega_1}} \cdot \frac{1}{1 + j \frac{\omega}{\omega_2}} \\ \omega_1 &= -100,25 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \\ \omega_2 &= -39899,74 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \end{aligned}$$



Határozza meg az alábbi kapcsolás Nyquist diagramját!



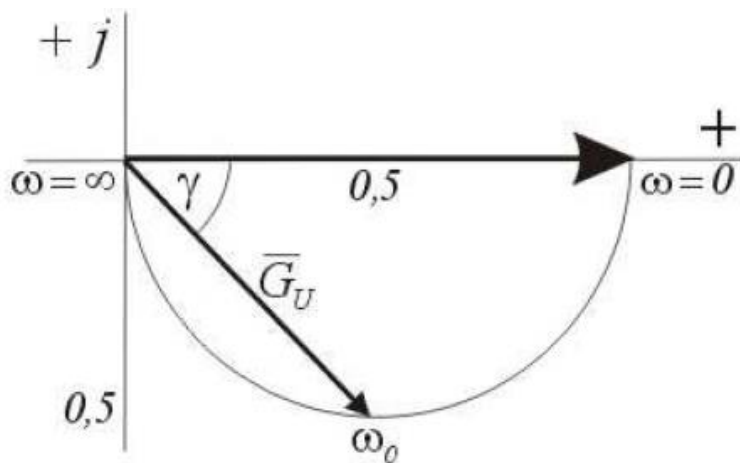
$$\bar{Z}_C = \frac{1}{j \cdot \omega \cdot C} = -j \frac{1}{\omega \cdot C}$$

$$\bar{U}_C = \bar{U} \frac{\frac{1}{j \cdot \omega \cdot C}}{R + \frac{1}{j \cdot \omega \cdot C}} = \bar{U} \frac{1}{1 + j \cdot \omega \cdot C \cdot R}$$

Egyenáram esetén (ha $\omega = 0$) akkor $\bar{A}_U(j0) = \frac{1}{1 + j0} = 1$

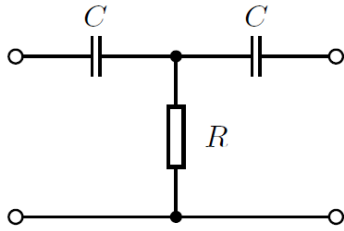
Ha $\omega = \infty$ akkor $\bar{A}_U(j\infty) = \frac{1}{1 + j\infty} = 0$

Ha $\omega_0 = \frac{1}{C \cdot R}$ akkor $\bar{A}_U(j\omega_0) = \frac{1}{1 + j1} = 0,5 - j0,5 = \frac{\sqrt{2}}{2} \angle -45^\circ$

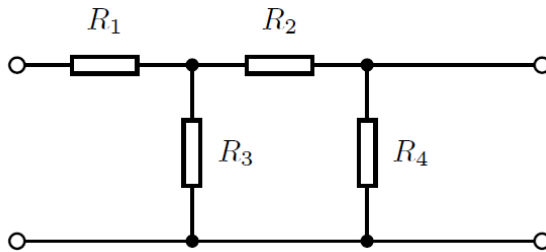


Villamosságtan II. vizsga

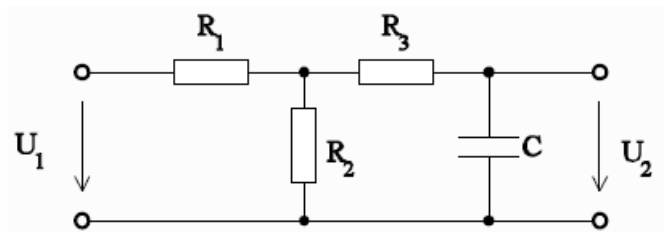
1. Határozza meg az ábrán látható kapcsolás hibrid paramétereit!



2. Fejezze ki az ábrán látható kapcsolás Z paramétereit az R ellenállás függvényeként! A négyfólus paramétereit a következők: $R_1 = 1R$, $R_2 = 2R$, $R_3 = 3R$, $R_4 = 4R$.

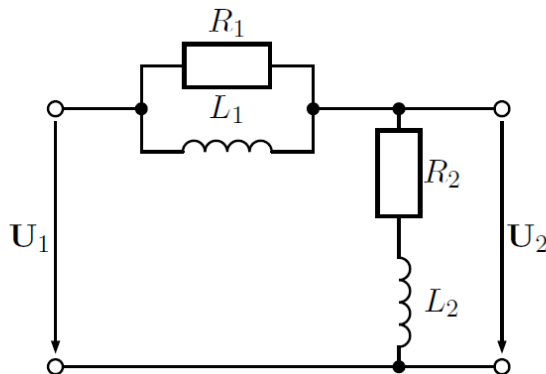


3. Határozza meg az ábrán látható négyfólus BODE diagramját!

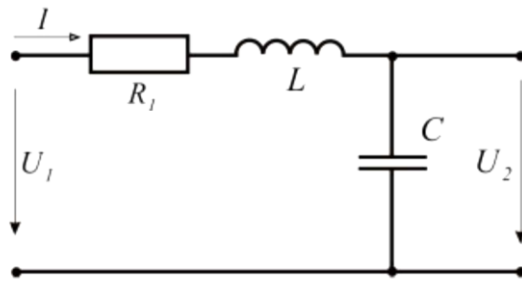


$$\begin{aligned} R_1 &= 1500 \, \Omega \\ R_2 &= 470 \, \Omega \\ R_3 &= 270 \, \Omega \\ C &= 15 \, \mu\text{F} \end{aligned}$$

4. Készítse el az ábrán látható négyfólus feszültségátviteli függvényének BODE diagramját! Adatok: $R_1 = 100 \, \Omega$, $R_2 = 50 \, \Omega$, $L_1 = 15 \, \text{mH}$, $L_2 = 3 \, \text{mH}$.



5. Határozza meg az ábrán látható négypólus BODE diagramját!



$$\begin{aligned} L &= 25 \text{ mH} \\ C &= 10 \text{ } \mu\text{F} \\ R_1 &= 100 \text{ } \Omega \end{aligned}$$

Villamosságtan II. tételsor

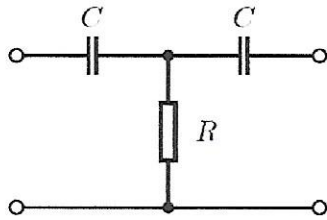
1. Soros rezgőkör.
2. Párhuzamos rezgőkör.
3. Négypólus paraméterek.
4. Négypólus paraméterek közötti konverzió.
5. Négypólusok átviteli függvényének ábrázolása: Bode-diagram.
6. Négypólusok átviteli függvényének ábrázolása: Nyquist diagram.
7. Elosztott paraméterű hálózatok analízise. Hullámimpedancia és terjedési együttható fogalma, meghatározása.
8. Nyitott végű és rövidrezárt távvezeték. Távvezeték illesztett lezárása.

SMA

Név, Neptun kód

Villamosságatan II. vizsga, 2016. június 22.

10 1. Határozza meg az ábrán látható kapcsolás hibrid paramétereit!



$$U_1 = H_{11} I_1 + H_{12} U_2$$

$$I_2 = H_{21} I_1 + H_{22} U_2$$

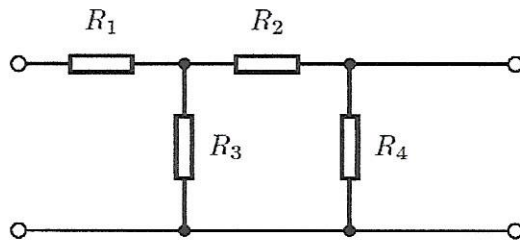
$$H_{11} = \frac{U_1}{I_1} \Big|_{U_2=0} = \left(\frac{1}{j\omega C} \parallel R \right) + \frac{1}{j\omega C} = \frac{1}{j\omega C} \left(1 + \frac{R}{j\omega C} \right) + \frac{1}{j\omega C}$$

$$H_{12} = \frac{U_1}{U_2} \Big|_{I_1=0} = \frac{1}{j\omega C} \cdot \frac{R}{R + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{R}{R + \frac{1}{j\omega C}}$$

$$H_{21} = \frac{I_2}{I_1} \Big|_{U_2=0} = \frac{U_1 \cdot \frac{R}{R + \frac{1}{j\omega C}}}{U_2} = \frac{R}{R + \frac{1}{j\omega C}}$$

$$H_{22} = \frac{I_2}{U_2} \Big|_{I_1=0} = \frac{1}{j\omega C} \cdot \frac{R}{R + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{R}{R + \frac{1}{j\omega C}}$$

15 2. Fejezze ki az ábrán látható kapcsolás Z paramétereit az R ellenállás függvényeként! A négyfólyus paramétereit a következők: $R_1 = 1R$, $R_2 = 2R$, $R_3 = 3R$, $R_4 = 4R$.

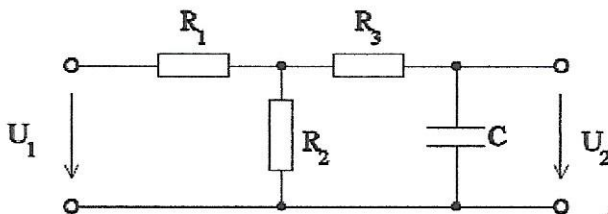


$$Z_{11} = \frac{U_1}{I_1} \Big|_{I_2=0} = (R_1 + R_2) \parallel R_3 + R_4 = 3R \parallel R_4$$

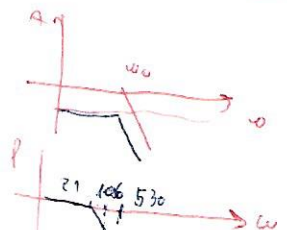
$$Z_{22} = \frac{U_2}{I_2} \Big|_{I_1=0} = (R_2 + R_3) \parallel R_4 = 2R \parallel R_4$$

$$Z_{12} = \frac{U_1}{I_2} \Big|_{I_1=0} = \frac{I_2 \cdot \frac{R_4}{R_4 + R_2 + R_3} \cdot R_3}{I_2} = \frac{R_3 R_4}{R_4 + R_2 + R_3} = \frac{13R}{2}$$

15 3. Határozza meg az ábrán látható négyfólyus BODE diagramját!



$R_1 = 1500 \Omega$
 $R_2 = 470 \Omega$
 $R_3 = 270 \Omega$
 $C = 15 \mu F$

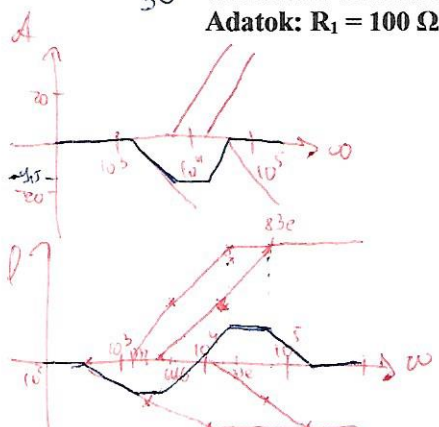
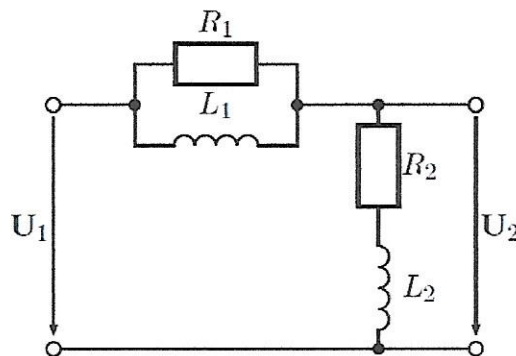


$$\bar{U} = \frac{R_2}{R_2 + R_1} \cdot \frac{1}{1 + j\omega RC}$$

$$R_{eq} = (R_1 \parallel R_2) + R_3 = 621,86 \Omega$$

$$\omega_0 = \frac{1}{R_{eq} C} = 106,2 \text{ rad/s}$$

30 4. Készítse el az ábrán látható négyfólyus feszültségátviteli függvényének BODE diagramját! Adatok: $R_1 = 100 \Omega$, $R_2 = 50 \Omega$, $L_1 = 15 \text{ mH}$, $L_2 = 3 \text{ mH}$.

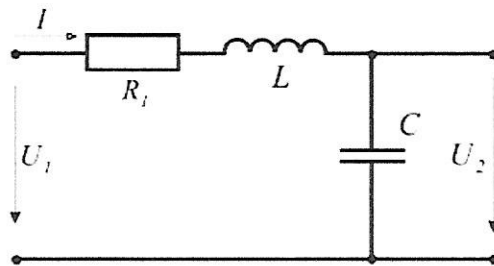


$$\bar{U} = \frac{(j\omega)^2 L_1 L_2 + j\omega(R_1 L_2 + L_1 R_2) + R_1 R_2}{(j\omega)^2 L_1 L_2 + j\omega(R_1 L_2 + L_1 R_2 + R_1 L_1) + R_1 R_2}$$

$$= \frac{(j\omega)^2 \frac{L_1 L_2}{R_1 R_2} + j\omega \frac{R_1 L_2 + L_1 R_2}{R_1 R_2} + 1}{(j\omega)^2 \frac{L_1 L_2}{R_1 R_2} + j\omega \frac{R_1 L_2 + L_1 R_2 + R_1 L_1}{R_1 R_2} + 1}$$

$$= \frac{(j\omega)^2 10^{-3} + j\omega 0,001 + 1}{(j\omega)^2 10^{-3} + j\omega 0,001 + 1}$$

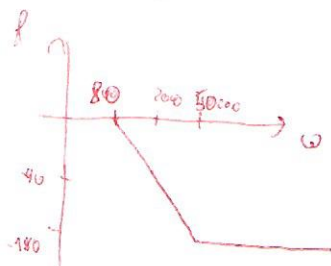
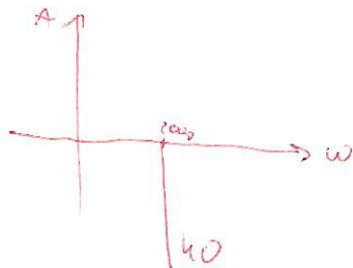
30 5. Határozza meg az ábrán látható négyfólyus BODE diagramját!



$$\begin{aligned} L &= 25 \text{ mH} \\ C &= 10 \text{ } \mu\text{F} \\ R_1 &= 100 \text{ } \Omega \end{aligned}$$

$$\bar{\Psi} = \frac{1}{j\omega^2 LC + j\omega RC + 1} = \frac{1}{j\omega^2 0.125 \cdot 10^{-6} + j\omega 0.01 + 1} \quad D=0$$

$$\omega_{12} \approx 2000$$



(2x) $\eta \approx 8$