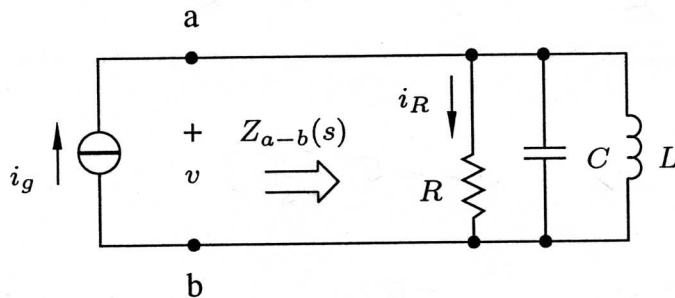


Hallgató neve:	NEPTUN kódja:
Gyak.vez. neve:	Gyak. kezdési időpontja:

B csoport

1. FELADAT

Az alábbi állandósult állapotú áramkörben a gerjesztés $i_g = e^{-5t}$ A.



$$R = 1 \, \Omega$$

$$C = 1 \, \text{F}$$

$$L = 1 \, \text{H}$$

- (1.1) Az $a - b$ kapocspár felől benézve határozza meg a $Z_{a-b}(s)$ impedancia értékét az s komplex frekvenciatartományban. (30 pont)

$$Z_{a-b}(s) = \frac{sRL}{R + sL + s^2RLC} = \frac{sL}{1 + s\frac{L}{R} + s^2LC}$$

- (1.2) Adja meg a $Z_{a-b}(s)$ impedancia adott gerjesztésre érvényes értékét. (20 pont)

$$Z_{a-b} = -0,24 \, \Omega = \frac{-5}{21} \, \Omega$$

- (1.3) A megadott mérőirány mellett az impedancia alapján határozza meg az $v(t)$ feszültség értékét. (20 pont)

$$v(t) = -0,24 e^{-5t} \, \text{V}$$

- (1.4) Az áramosztó tétel alkalmazásával számítsa ki az $i_R(t)$ áram értékét. (30 pont)

$$i_R(t) = -0,24 e^{-5t} \, \text{A}$$

MESOLDA'S:

C1.1)

$$Z_{a-b}(s) = R \parallel \frac{1}{sC} \parallel sL = R \parallel \frac{sL}{1+s^2LC} = \frac{sRL}{R+s^2RLC+sL}$$

$$Z_{a-b}(s) = \frac{sRL}{R(1+s\frac{L}{R}+s^2LC)} = \frac{sL}{1+s\frac{L}{R}+s^2LC}$$

(1.2) $i_g = e^{-5t} [A] \Rightarrow s = -5 \left[\frac{1}{s} \right]$

$$Z_{a-b}(s) \Big|_{s=-5} = \frac{-5}{1-5+25} = \frac{-5}{21} = -0,24 [\Omega]$$

(1.3)

$$\underline{u(t) = Z_{a-b}(s) \Big|_{s=-5} \cdot i_g = -0,24 e^{-5t} [V]}$$

(1.4)

$$i_R(t) = \frac{sL \parallel \frac{1}{sC}}{R + sL \parallel \frac{1}{sC}} \Big|_{s=-5} i$$

$$sL \parallel \frac{1}{sC} = \frac{sL}{1+s^2LC}$$

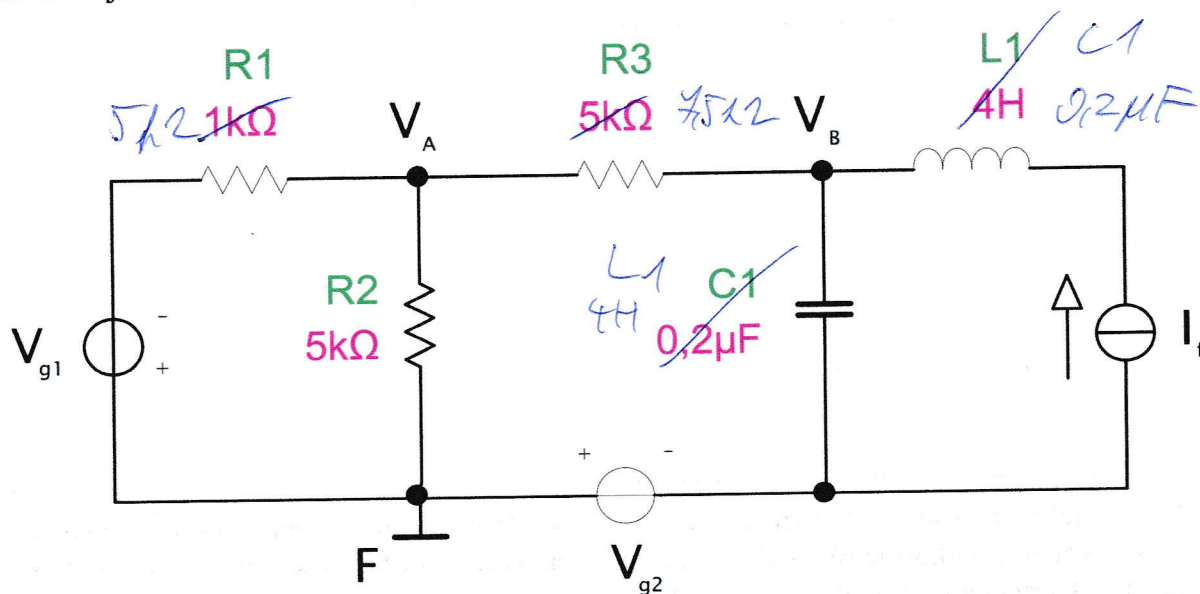
$$\underline{i_R(t) = \frac{sL}{R + s^2RLC + sL} \Big|_{s=-5} i = \frac{sL}{R + sL + s^2RLC} \Big|_{s=-5} i}$$

$$= \frac{-5}{1-5+25} i = -0,24 e^{-5t} [A]$$

Hallgató neve: <i>Megoldás</i>	NEPTUN kódja:
Gyakorlatvezető neve:	Gyak. csop. száma:
	Gyak. kezdési időpontja:

2. FELADAT – AC állandósult állapot

Analizálja az áramkört a felvett referencia pontok és mérőirányok megtartása mellett!



$$I_f = 0,01 * \sqrt{2} * \cos(\omega_1 t + \frac{\pi}{4}) A$$

$$V_{g1} = 10 * \sqrt{2} * \sin(\omega_1 t + \frac{\pi}{4}) V$$

$$V_{g2} = 20 \sqrt{2} \cos(\omega_2 t) V$$

$$\omega_1 = 2000 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\omega_2 = 0 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

2.1 Adja meg ω_1 és ω_2 körfrekvenciákon Z_{C1} és Z_{L1} (AC) impedanciák értékét! (20 pont)

$$Z_{C1}(\omega_1) = \frac{1}{j\omega_1 C_1} = \frac{1}{j2 \cdot 10^3 \cdot 0,2 \cdot 10^{-6}} = -2500j \Omega = -2,5j k\Omega$$

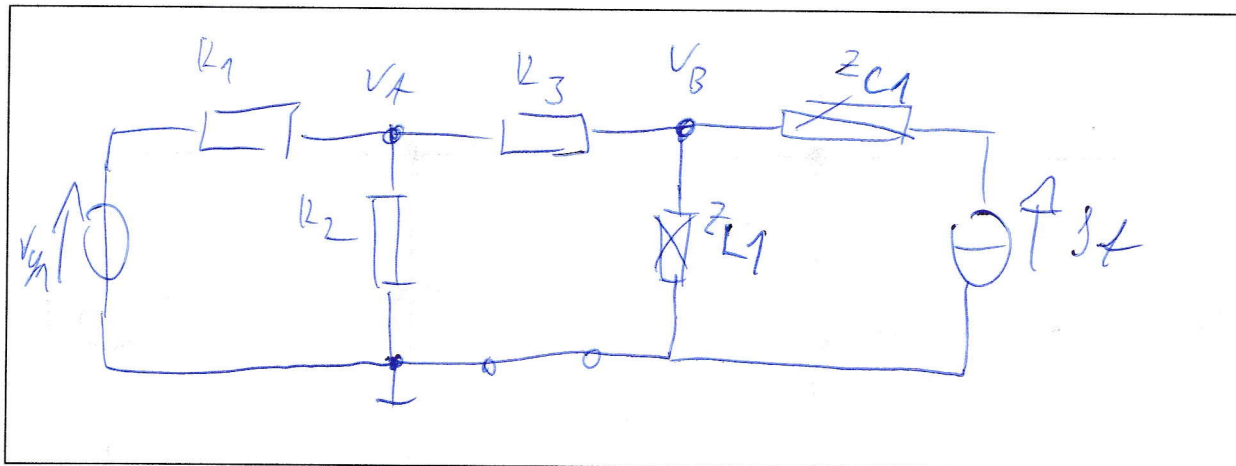
$$Z_{L1}(\omega_1) = j\omega_1 L_1 = j2 \cdot 10^3 \cdot 4 = 8000j \Omega = 8j k\Omega$$

$$Z_{C1}(\omega_2) = \frac{1}{j\omega_2 C_1} = 0 \Omega \quad (\text{szálladás})$$

$$Z_{L1}(\omega_2) = j\omega_2 L_1 = 0 \Omega \quad (\text{rövid zár})$$

Hallgató neve:	NEPTUN kódja:
Gyakorlatvezető neve:	Gyak. csop. száma:
	Gyak. kezdési időpontja:

2.2 Rajzolja le az áramkör ω_1 körfrekvencián érvényes helyettesítőképet! (10 pont)



2.3 A jelölt mérőirányok mellett írja fel ω_1 körfrekvencián a csomóponti potenciálok módszerével az áramkört leíró általános egyenletrendszer paraméteresen (az ellenállások és a generátorok értékeit ne helyettesítse be)! Az "F"-el jelölt csomópontot tekintse földeltnek! (20 pont)

→ ⊕

$$V_A: \frac{-V_{g1} - V_A}{R_1} + \frac{0 - V_A}{R_2} + \frac{V_B - V_A}{R_3} = 0$$

$$V_B: \frac{V_A - V_B}{R_3} + \frac{0 - V_B}{Z_{L1}} + I_A = 0$$

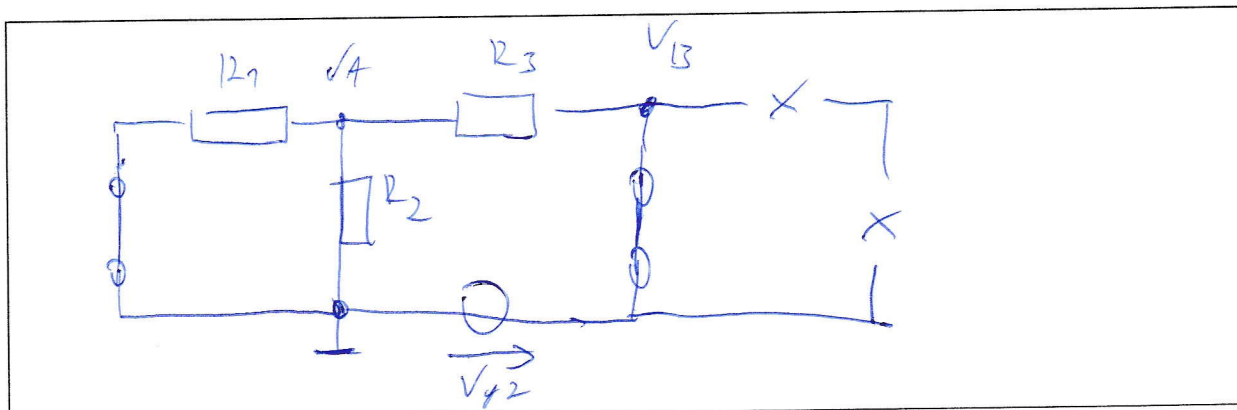
2.4 Oldja meg az előző pontban meghatározott egyenletrendszert ω_1 körfrekvencián és határozza meg V_A és V_B csomópontok komplex amplitúdóit azok mértékegységével együtt! (20 pont)

$$V_A(\omega_1) = 13,06 \angle 82,57^\circ \text{ V}$$

$$V_B(\omega_1) = 62,54 \angle 93,48^\circ \text{ V}$$

Hallgató neve:	NEPTUN kódja:
Gyakorlatvezető neve:	Gyak. csop. száma:
	Gyak. kezdési időpontja:

2.5 Rajzolja le az áramkör ω_2 körfrekvencián érvényes helyettesítőképét! (10 pont)



2.6 Tetszőleges módszerrel határozza meg ω_2 körfrekvencián V_A és V_B csomópontok feszültségét (komplex amplitúdóit)! Az "F"-el jelölt csomópontot tekintse földeltnek/referenciának! (10 pont)

$$V_A(\omega_2) = -V_{y2} \cdot \frac{R_1 \parallel R_2}{R_1 \parallel R_2 + R_3} = \frac{5115}{5115 + 715} \cdot (-20\sqrt{2}) = -5\sqrt{2} \text{ V}$$

$$V_B(\omega_2) = -V_{y2} = -20\sqrt{2} \text{ V}$$

2.7 Adja meg V_A és V_B csomópontok feszültségének teljes időfüggvényét! Az "F"-el jelölt csomópontot tekintse földeltnek/referenciának! (10 pont)

$$V_A(t) = -5\sqrt{2} + 13,06 \cdot \sqrt{2} \cos(2000t + 82,570^\circ) \text{ V}$$

$$V_B(t) = -20\sqrt{2} + 62,54 \sqrt{2} \cos(2000t + 93,480^\circ) \text{ V}$$

Részletszámítások:

2.4

$$I_A = 0,01 \angle 45^\circ \text{ A} \Rightarrow 10 \angle 45^\circ \text{ mA}$$

$$V_{y1} = 10 \angle -45^\circ \text{ V} \quad \left(\frac{\hat{V}}{2} - \frac{\hat{V}}{2} \text{ sin miatt} \right)$$

[V kV mA] koherens egysegréndszér

$$\frac{-70 \angle 45^\circ - V_A}{5} + \frac{0 - V_A}{5} + \frac{V_B - V_A}{7,5} = 0$$

$$\frac{V_A - V_B}{7,5} + \frac{0 - V_B}{8j} + 10 \angle 45^\circ = 0$$

$$-7,5V_A - 7,5V_A + 5V_B - 5V_A = -75 \angle 45^\circ$$

$$8jV_A - 8jV_B - 7,5V_B = -600 \angle 135^\circ$$

$$-20V_A + 5V_B = -75 \angle 45^\circ \quad \cdot \frac{8j}{20}$$

$$8jV_A - (7,5 + 8j)V_B = -600 \angle 135^\circ$$

$$-8jV_A + 2jV_B = 30 \angle -135^\circ$$

$$8jV_A - (7,5 + 8j)V_B = -600 \angle 135^\circ$$

$$-(7,5 + 6j)V_B = 30 \sqrt{401} \angle -47,86^\circ$$

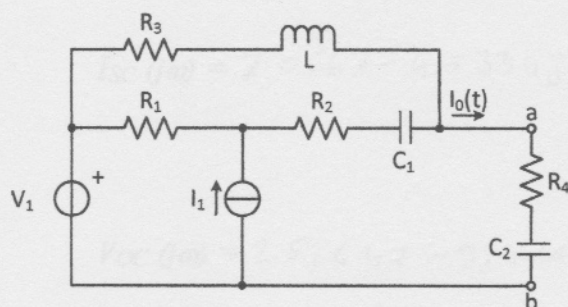
$$V_B = 62,54 \angle 93,48^\circ \text{ V}$$

$$V_A = \frac{-75 \angle 45^\circ - 5V_B}{-20} = 13,06 \angle 82,51^\circ \text{ V}$$

Hallgató neve:	NEPTUN kódja:
Gyakorlatvezető neve:	Gyak. csop. száma:
	Gyak. kezdési időpontja:

AC FELADAT

Állandósult állapotú AC hálózat megoldása Norton helyettesítő képpel.



$$V_1 = 20 + j0 \text{ [V]}, I_1 = 0 - 4j \text{ [A]}$$

$$R_1 = 8 \text{ } [\Omega], R_2 = 1 \text{ } [\Omega], R_3 = 4 \text{ } [\Omega],$$

$$R_4 = 10 \text{ } [\Omega], C_1 = -j3 \text{ } [\Omega], C_2 = -j5 \text{ } [\Omega],$$

$$L = j2 \text{ } [\Omega]$$

Határozza meg az áramköri elemek időtartománybeli értékeit (V, A, H, F, Ω), ha $f = 100 \text{ Hz}$! (20 pont)

$$\omega = 2\pi f = 628 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$v_1(t) = 20\sqrt{2} \cos(628t + 0^\circ) = 28,2843 \cos(628t) \text{ [V]}$$

$$i_1(t) = 4\sqrt{2} \cos(628t - 90^\circ) = 5,6569 \cos(628t - 90^\circ) \text{ [A]}$$

$$R_1 = 8 \Omega, R_2 = 1 \Omega, R_3 = 4 \Omega, R_4 = 10 \Omega$$

$$C_1 = 0,0005 \text{ F} = 0,5 \text{ mF}$$

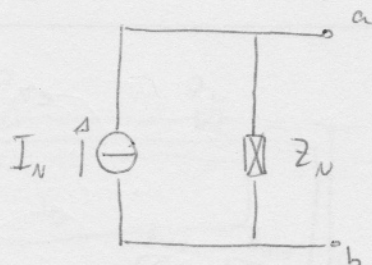
$$C_2 = 0,0003 \text{ F} = 0,3 \text{ mF}$$

$$L = 0,0032 \text{ H} = 3,2 \text{ mH}$$

$$Z_C(j\omega) = \frac{1}{j\omega C}$$

$$Z_L(j\omega) = j\omega L$$

Rajzolja le a Norton helyettesítő képet és jelölje az áramköri elemek paramétereit! (15 pont)



Hallgató neve:	NEPTUN kódja:
Gyakorlatvezető neve:	Gyak. csop. száma:
	Gyak. kezdési időpontja:

Számolja ki az egyes lezárásokhoz tartozó paraméterek értékeit és a belőlük származtatott Norton impedanciát! (45 pont)

$$I_{sc}(j\omega) = 7,0667 - 4,5334j = 8,3958 \angle -32,681^\circ \text{ [A]}$$

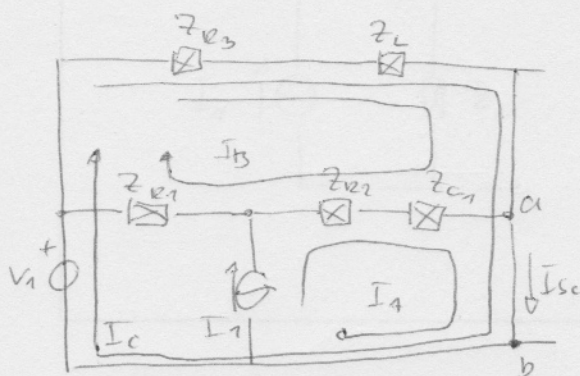
$$V_{oc}(j\omega) = 25,647 - 9,4117j = 27,3194 \angle -20,1517^\circ \text{ [V]}$$

$$Z_N(j\omega) = \frac{V_{oc}}{I_{sc}} = 3,1764 + 0,7059j = 3,2539 \angle 12,5293^\circ \text{ [}\Omega\text{]}$$

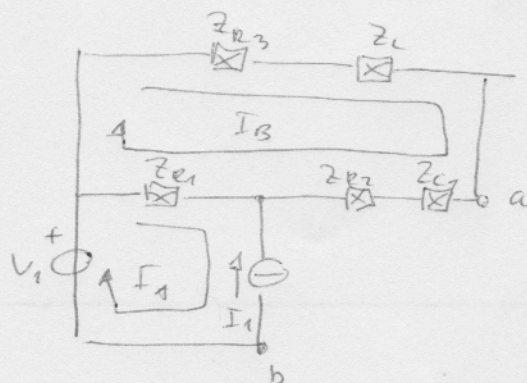
Határozza meg az I_0 ágáram értékét a komplex amplitúdók tartományában ÉS az időtartományban! (20 pont)

$$I_0(j\omega) = 1,9713 \angle -2,1012^\circ \text{ [A]}$$

$$I_0(t) = 1,9713 \cdot \sqrt{2} \cos(628t - 2,1012^\circ) \text{ [A]}$$



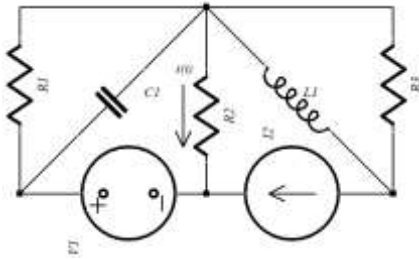
$$I_{sc} = I_A + I_C$$



$$V_{oc} = -V_{Z_{e3}} - V_{Z_L} + V_1$$

Hallgató neve:	MEGOLDÁS	Gyakorlatvezető neve:
NEPTUN kódja:		Gyakorlat időpontja:

Az ábrán látható kapcsolás R_2 ellenállásán az adott gerjesztések mellett határozza meg a bejelölt mérőiránynak megfelelő áram $i(t)$ időfüggvényét!



$$R_1 = R_2 = R_3 = 20 \text{ [k}\Omega\text{]}$$

$$L_1 = 100 \text{ [}\mu\text{H]} = 10^{-4} \text{ [H]}$$

$$C_1 = 1 \text{ [}\mu\text{F]} = 10^{-6} \text{ [F]}$$

$$f = 16 \text{ [kHz]}$$

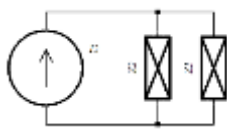
$$v_1(t) = 2\sqrt{2}\cos(4\pi ft + 45^\circ) \text{ [V]}$$

$$i_2(t) = 2 + \sqrt{2}\sin(2\pi ft - 45^\circ) \text{ [mA]}$$

Állapítsa meg hogy a számításokat milyen frekvenciákon kell elvégezni (9 pont)

$i_2 \rightarrow$ kell számolni DC-ben	$\omega_0 = 0 \text{ [rad/sec]}$	$I_2(0) = 2 \text{ [mA]}$
$v_1 \rightarrow$ kell számolni	$\omega_1 = 4\pi f = 201 \text{ [krad/sec]}$	$V_1(\omega_1) = 2 \angle 45^\circ \text{ [V]}$
$i_2 \rightarrow$ kell számolni	$\omega_2 = 2\pi f = 100,5 \text{ [krad/sec]}$	$I_2(\omega_2) = 1 \angle -45^\circ \text{ [mA]}$

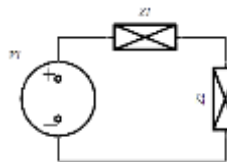
Térjen át komplex impedancia tartományra az állandósult állapotú impedancia módszer használatával, és készítse le szükséges helyettesítő képeket! (21 pont)



DC esetén

$$R_1 = 20 \text{ [k}\Omega\text{]} \quad R_2 = 20 \text{ [k}\Omega\text{]}$$

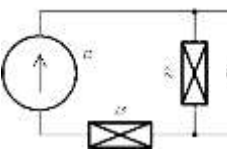
$$I_2 = 2 \text{ [mA]}$$



$$\omega_1 = 4\pi f = 201 \text{ [krad/sec]}$$

$$Z_1(\omega_1) = Z_{R1} \parallel \frac{1}{j\omega_1 C_1} = 1,23 \cdot 10^{-3} - 4,97j$$

$$Z_2 = 20 \text{ [k}\Omega\text{]} \quad V_1(\omega_1) = 2 \angle 45^\circ \text{ [V]}$$



$$\omega_2 = 2\pi f = 100,5 \text{ [krad/sec]}$$

$$Z_1(\omega_2) = Z_{R1} \parallel \frac{1}{j\omega_2 C_1} = 4,94 \cdot 10^{-3} - 9,94j$$

$$Z_3(\omega_2) = (Z_{R3} \parallel j\omega_2 L_1) = 5,05 \cdot 10^{-3} + 10,15j$$

$$I_2(\omega_2) = 1 \angle -45^\circ \text{ [mA]}$$

$$Z_1(\omega_1) = Z_{R1} \parallel \frac{1}{j\omega_1 C_1} = \frac{2 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{-j}{201 \cdot 10^3 \cdot 10^{-6}} \right)}{2 \cdot 10^4 + \left(\frac{-j}{201 \cdot 10^3 \cdot 10^{-6}} \right)} = \frac{2 \cdot 10^4 \cdot (-4,97j)}{2 \cdot 10^4 + (-4,97j)} = 1,23 \cdot 10^{-3} - 4,97j \text{ [}\Omega\text{]}$$

$$Z_1(\omega_2) = Z_{R1} \parallel \frac{1}{j\omega_2 C_1} = \frac{2 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{-j}{100,5 \cdot 10^3 \cdot 10^{-6}} \right)}{2 \cdot 10^4 + \left(\frac{-j}{100,5 \cdot 10^3 \cdot 10^{-6}} \right)} = \frac{2 \cdot 10^4 \cdot (-9,94j)}{2 \cdot 10^4 + (-9,94j)} = 4,94 \cdot 10^{-3} - 9,94j \text{ [}\Omega\text{]}$$

$$Z_3(\omega_2) = Z_{R3} \parallel j\omega_2 L_1 = \frac{2 \cdot 10^4 \cdot (100,5 \cdot 10^3 \cdot 10^{-4} j)}{2 \cdot 10^4 + (100,5 \cdot 10^3 \cdot 10^{-4} j)} = \frac{2 \cdot 10^4 \cdot (10,05j)}{2 \cdot 10^4 + (10,05j)} = 5,05 \cdot 10^{-3} + 10,05j \text{ [}\Omega\text{]}$$

Hallgató neve:	MEGOLDÁS	Gyakorlatvezető neve:
NEPTUN kódja:		Gyakorlat időpontja:

Írja fel az áram komplex alakjának meghatározásához szükséges egyenleteket, számítsa ki az eredményt és adja meg az áram értékét komplex alakban! (50 pont)

DC esetén áramosztóval

$$I_{R2}(DC) = I_2(DC) \frac{R_1}{R_2 + R_1} = 2 \frac{2 * 10^4}{2 * 10^4 + 2 * 10^4} = 1 [mA]$$

$\omega_1 = 4\pi f = 201$ [krad/sec] Feszültségosztóval számolva

$$I_{R2}(\omega_1) = \frac{V_1(\omega_1) \frac{R_2}{R_2 + Z_1(\omega_1)}}{R_2} = \frac{(1,414 + 1,414i) \frac{2 * 10^4}{2 * 10^4 * 1,23 * 10^{-3} - 4,97j}}{2 * 10^4} = 1,41 * 10^{-4} - 1,41 * 10^{-4}j$$

$$I_{R2}(\omega_1) = 199 \angle 45,05^\circ [\mu A]$$

$\omega_2 = 2\pi f = 100,5$ [krad/sec] Áramosztóval számolva

$$I_{R2}(\omega_2) = I(\omega_2) \frac{Z_1(\omega_2)}{R_2 + Z_1(\omega_2)} = (0,707 + 0,707i) \frac{4,94 * 10^{-3} - 9,94j}{2 * 10^4 * 4,94 * 10^{-3} - 9,94j} = -351 * 10^{-6} - 351 * 10^{-6}j$$

$$I_{R2}(\omega_2) = 0,496 \angle -134,9^\circ [\mu A]$$

A komplex eredmények felhasználásával határozza meg a feladat kérdésének megfelelő időfüggvényt! (20 pont)

$$i_{R2}(t) = 1000 + 199\sqrt{2}\cos(4\pi ft + 45,05^\circ) + 0,496\sqrt{2}\sin(2\pi ft - 134,9^\circ) [\mu A]$$