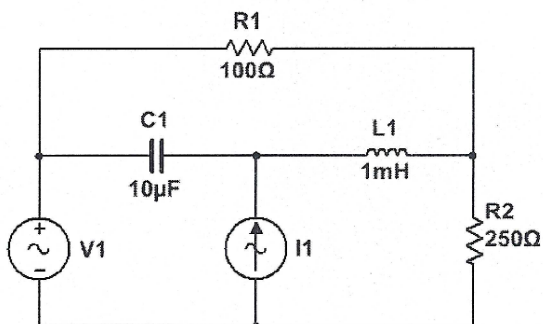


Hallgató neve: MEGOLDAS	NEPTUN kódja:
Gyakorlatvezető neve:	Gyak. csop. száma:
	Gyak. kezdési időpontja:

B csoport

1. FELADAT

Határozza meg az L_1 induktivitáson eső feszültség és rajta folyó áram időfüggvényét!



$$v_1(t) = 3\sqrt{2} \sin(1000t)$$

$$i_1(t) = \sqrt{2} \sin(1000t)$$

3.1 Rajzolja le a szükséges helyettesítő képet és írja le, hogy milyen módszerrel végzi a számítást! 20 pont

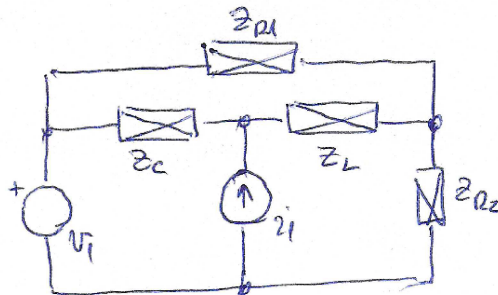
Szuperpozícióval

v_1 örthő i_1 passzív

$$v_{L1} = f(v_1) = v_1 \cdot \frac{Z_{R1} \parallel (Z_C + Z_L)}{Z_{R2} + Z_{R1} \parallel (Z_C + Z_L)} \cdot \frac{Z_L}{Z_C + Z_L}$$

v_1 passzív i_1 örthő

$$v_{L1} = f(i_1) = i_1 \cdot \frac{Z_C}{Z_C + Z_L + (Z_{R1} \parallel Z_{R2})}$$



3.2 Számítsa ki az impedanciák értékét 4x10 pont

$$Z_{L1}(j\omega) = j\omega L = j$$

$$Z_{C1}(j\omega) = \frac{1}{j\omega C} = -j100$$

$$Z_{L1}(j\omega) =$$

$$Z_{R1} = 100 + j0$$

$$Z_{C1}(j\omega) =$$

$$Z_{R2} = 250 + j0$$

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

B csoport

3.3 Írja fel a V_L és I_L hatásának kiszámítására alkalmas képleteket! 4x5 pont

$$i_{LI} = f(v_L) = \frac{V_{LI}}{Z_L} = \frac{0,00563 - 0,004106j}{7,01 \cdot 10^{-3} \angle -35,81^\circ} v_{LI} = f(v_L) = v_L \frac{Z_{R1} \parallel (Z_C + Z_L)}{Z_{R1} \parallel (Z_C + Z_L) + Z_{R2}} \frac{Z_L}{Z_C + Z_L}$$

$$= 7,01 \cdot 10^{-3} \angle +54,18^\circ$$

$$i_{LI} = f(i_L) = \frac{Z_C}{Z_C + Z_L + (Z_{R1} \parallel Z_{R2})} i_L = \frac{0,479 + 0,664j}{0,819 \angle 54,2^\circ} \cdot 0,819 \angle 144^\circ = -0,664 + 0,479j$$

Írja ki $V_{LI}(t)$ és $I_{LI}(t)$ időfüggvényének értékét! 20 pont

$$V_{LI}(t) = 0,818 \sqrt{2} \cos(1000t + 143^\circ)$$

$$I_{LI}(t) = 0,818 \sqrt{2} \cos(1000t + 53^\circ)$$

3.5 Vizsgálja meg az eredményt és az eredmény ismeretében határozza meg a disszipáló teljesítményt L_1 induktivitáson! 20 pont

$$P(t) = V_{LI}(t) \cdot I_{LI}(t) \cdot \underbrace{\cos(\varphi)}_{\cos(143^\circ - 53^\circ) = \phi}$$

Részletszámítások:

$$Z_C = Z_{R1} \parallel Z_{R2} = (100 + j0) \parallel (250 + j0) = 71,4 + j0$$

$$Z_S = \frac{Z_C}{Z_C + Z_L + Z_C} = \frac{-100j}{71,4 + j99} = 0,6644 - 0,479j = 0,8192 \angle -35,8^\circ$$

$$i_L = f(i_1) = i \cdot Z_S = 0,479 + 0,664j = 0,8192 \angle 54,2^\circ$$

$$Z_E = Z_{R1} \parallel (Z_C + Z_L) = 100 \parallel -99j = 49,49 - 49,99j = 70,35 \angle -45,28^\circ$$

$$V_{LI} = f(v_1) = v_1 \frac{Z_E}{Z_E + Z_{R2}} \cdot \frac{Z_L}{Z_C + Z_L}$$

$$V_{LI} = 3i \cdot \begin{pmatrix} 0,1878 - 0,1355j \\ 0,2316 \angle -35,8^\circ \end{pmatrix} \cdot 0,0101 = 7,01 \cdot 10^{-3} \angle +54,18^\circ$$

$$4,106 \cdot 10^{-3} + 5,65 \cdot 10^{-3}j$$

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

B csoport

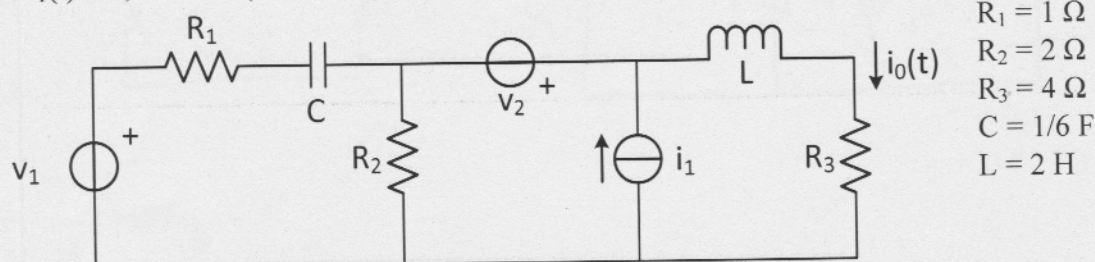
2. FELADAT

Szuperpozíció módszerének használatával válaszoljon az alábbi kérdésekre!

$$v_1(t) = 28,2843 \cos(3t + 13^\circ) \text{ V}$$

$$v_2 = 24 \text{ V}$$

$$i_1(t) = 4,1595 \cos(3t + 76,4^\circ) \text{ A}$$



2.1 Mit jelent a *szuperpozíció*? Mik a megoldás lépései? (15 pont)

KLÜLÖNBÖZŐ FORMÁSOKLAL TARTOZÓ RÉSZMÁJÓZATOK
RÉSZMEJÓLDÁSAINAK ÖSSZESÉGE ADJA A MEJÓLDÁST.
IT: RÉSZMÁJÓZATOKNA BONTOM ω SZERINT
RÉSZMÁJÓZATOKAT TRANSZFORMÁLOM A K.A. TART.-BA.
RÉSZMEJÓLDÁSOKAT KERÉSEM
VISSZATranszformÁLOM AZ IDŐBÉ
RÉSZMEJÓLDÁSOK LIN. KOMB

2.2 Írja fel az AC impedanciákat a *körfrekvencia* (ω) függvényében és a gerjesztésekhez tartozó komplex amplitúdókat! (20 pont)

$$Z_{R1} = 1 \Omega$$

$$Z_{R2} = 2 \Omega$$

$$Z_{R3} = 4 \Omega$$

$$Z_L = -j2 \Omega$$

$$Z_C = j6 \Omega$$

$$\omega = 3 \text{ rad/s}$$

$$V_1 = 20 \angle 13^\circ \text{ V}$$

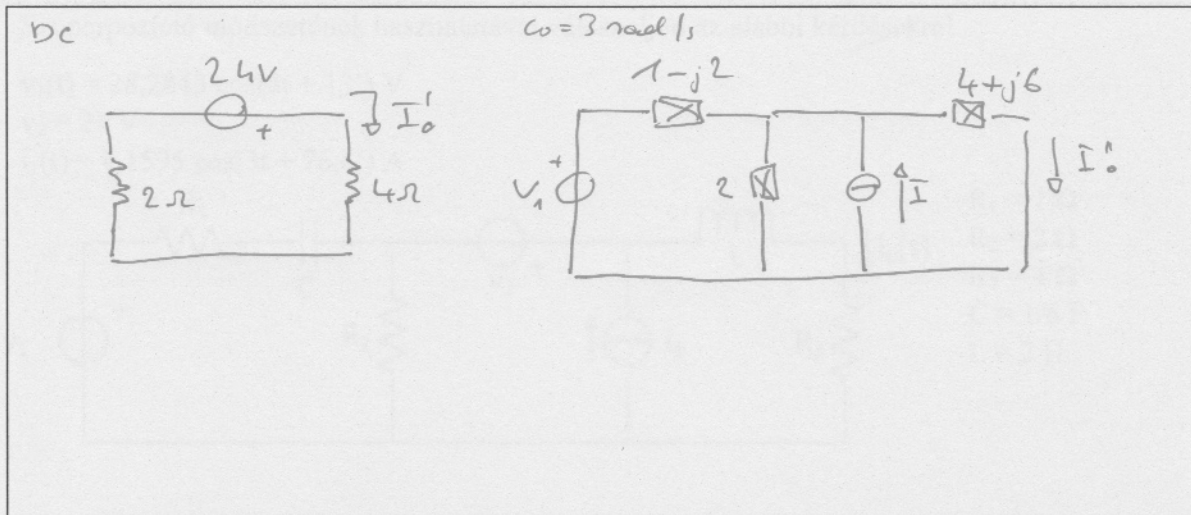
$$V_2 = 24 \text{ V}$$

$$I_1 = 2,9412 \angle 76,4^\circ \text{ A}$$

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

B csoport

2.3 Rajzolja fel a szuperpozíció során használt *részhálózatokat*! (20 pont)



2.4 Számolja ki a részhálózatokhoz tartozó *részmegoldásokat*! (30 pont)

$$I''_0 = I \frac{2 \parallel (1-j2)}{2 \parallel (1-j2) + 4+j6} + V \frac{2 \parallel (4+j6)}{2 \parallel (4+j6) + 1-j2} \cdot \frac{1}{4+j6} = 2 \angle 0^\circ$$

$$I'_0 = \frac{24}{2+4} = 4$$

2.5 Összevonhatók-e a részmegoldások a *komplex amplitúdók* tartományában? (5 pont)
Extra 5 pont jár a válasz indoklásáért!

CSAK AZONOS ω -KOR TARTÓLÓ MEGOLDÁSOK VONHATÓK ÖSSZE, A KÜLÖNBÖLŐK NEM! AZ IMPEDANCIÁKAT MINDIG AL ADOTT FREKVENCIAÁN ($\omega=3$) KELL KIÉRTÉKELNI

2.6 Határozza meg a keresett megoldást az *időtartományban*! (10 pont)

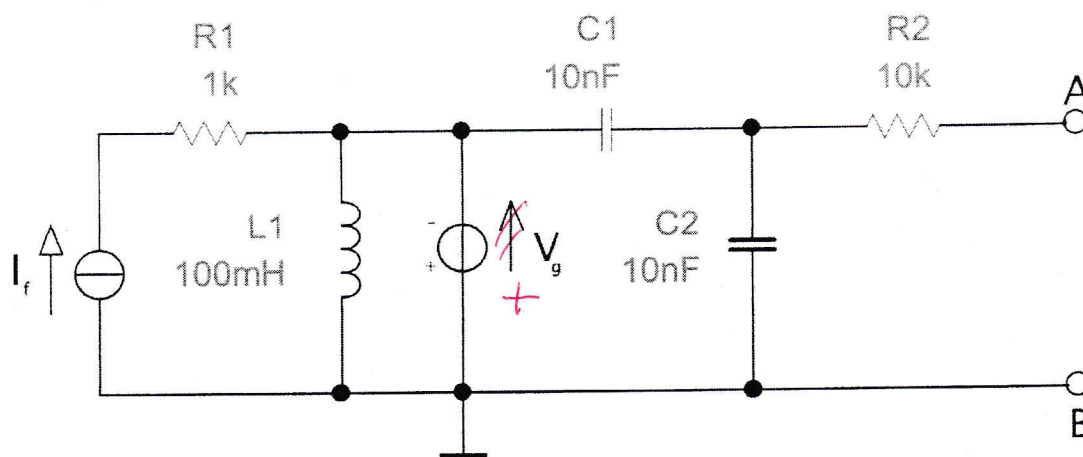
$$i_0(t) = 4 + 2\sqrt{2} \cos(3t) \text{ A}$$

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

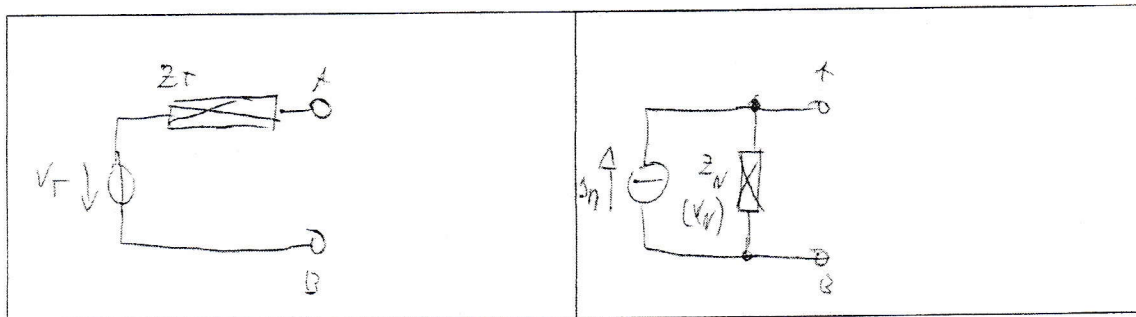
B csoport

3. FELADAT

Válaszoljon az alábbi kérdésekre, melyek az A és B pontok közötti helyettesítőkép meghatározására vonatkoznak!



3.1 Rajzolja fel a Thevenin és a Norton helyettesítő képet! (2×10 pont)



3.2 Adja meg a két helyettesítő kép egymás közötti átalakításának egy képletét! (10 pont)

$$Z_N = Z_T = \frac{V_T}{I_N} \quad (\text{Vagy bármely más alak})$$

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

B csoport

3.3 Határozza meg és írja le, hogy milyen módszerrel végzi a számítást! (20 pont)

szuperpozíció

(Lehet csomóporti potenciál vagy áramok is de ez a leggyakoribb most.)

3.4 Határozza meg képlet szerűen (tehát paraméteresen, nem számszerűen) az A és B pontok közötti Norton helyettesítőkép generátor áramát és belső ellenállását (impedanciáját)! (20 pont)

$$I_{N} = \frac{-V_g}{X_{C1} + (X_{C2} \parallel R_2)} \cdot \frac{X_{C2}}{R_2 + X_{C2}} = -V_g \frac{j\omega C_1}{1 + j\omega R_2(C_1 + C_2)}$$

If A Vg MIT NEM
NEM MIT!

$$Z_{N} = R_2 + (X_{C1} \parallel X_{C2}) = R_2 + \frac{1}{j\omega(C_1 + C_2)}$$

(Vagy $Z_{TH} = \frac{U_{AB}}{I_{N}} \rightarrow U_{AB} = -V_g \frac{X_{C2}}{X_{C1} + X_{C2}} = -V_g \frac{C_1}{C_1 + C_2}$)

3.5 Határozza meg számszerűleg is az előző pont értékeit, ha a gerjesztések az alábbiak! A generátor áramának időfüggvényét is adja meg! (10 pont)

$$V_G = 20 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin\left(5000t + \frac{\pi}{2}\right) V \quad I_f = 10 \cdot \sqrt{2} \cdot \cos\left(5000t + \frac{\pi}{2}\right) A$$

$$I_{N} = -500 - j500 \mu A \approx 707 \angle -135^\circ \mu A \Rightarrow 707 \cdot \sqrt{2} \cos(5000t - 135^\circ) \mu A$$

$$Z_{N} = 10 - j10 \Omega \approx (14,14 \angle -45^\circ) \Omega$$

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

B csoport

3.6 Az A és B pontok közé Z_L terhelő impedanciát kapcsolunk. Határozza meg az előző pont gerjesztései mellett, hogy mekkora a terhelő impedancia feszültsége és árama! Az időfüggvényeket is határozza meg! (20 pont)

$$Z_L = 10000 + j \cdot 10000 \, \Omega$$

$$V_{AB} = \underline{E}_T \cdot \underline{I}_{AB} = -500 \mu A \cdot (10 + j10) \, k\Omega = -5 - j5 \, V = 5\sqrt{2} \angle -135^\circ$$

$$I_{AB} = \underline{I}_{TH} \cdot \frac{Z_{TH}}{Z_L + Z_{TH}} = (-500 - j500) \mu A \cdot \frac{(10 - j10) \, k\Omega}{(10 - j10) \, k\Omega + 10 + j10 \, k\Omega} = -500 \mu A$$

$$i_{AB}(t) = -500 \cos(5000t) \, \mu A$$

$$500 \mu A \cos(5000t + 180^\circ) \, \mu A$$

$$v_{AB}(t) = 10 \cos(5000t - 135^\circ) \, V$$

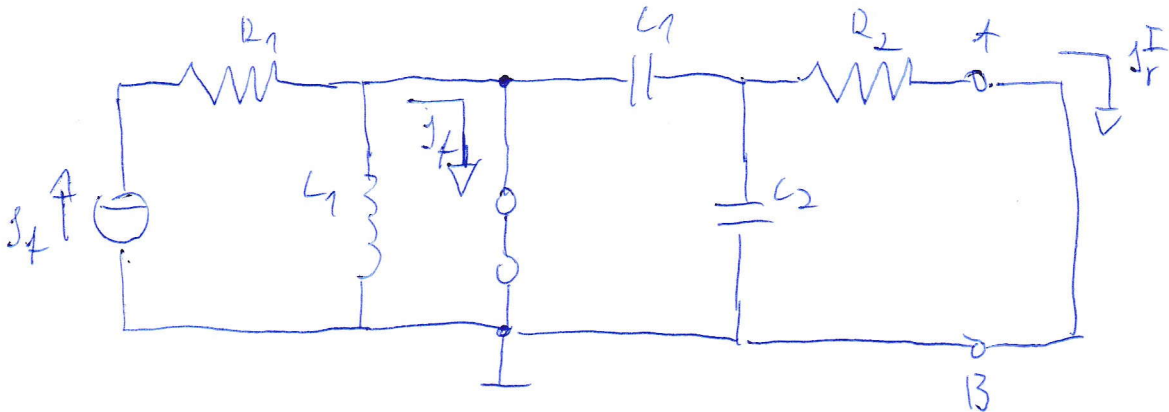
Részletszámítások:

B-csoport

✓

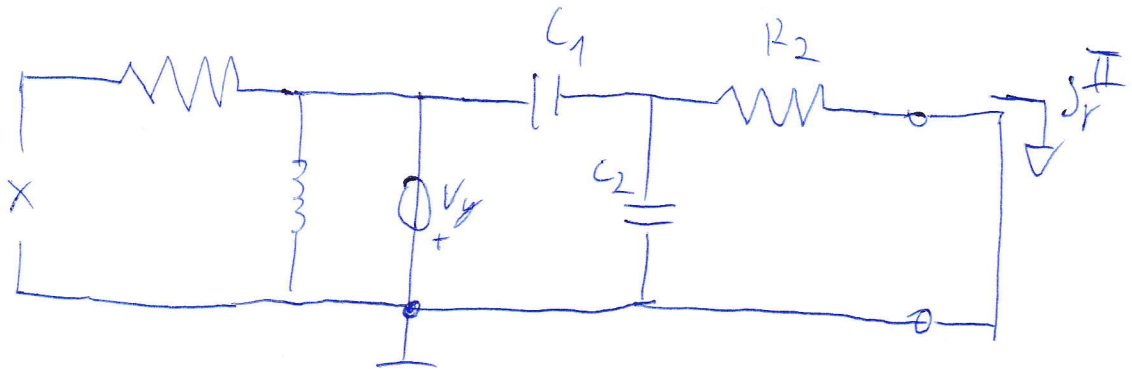
3-4

I $I_4 \checkmark V_g \times$



$I_r^I = 0$ (Mert minden áram a bejövő rövidre van kötve.)

II $I_4 \times V_g \checkmark$



$$I_r^I = \frac{-V_g}{X_{L1} + X_{C2} \parallel R_2} \cdot \frac{X_{C2}}{R_2 + X_{C2}} = -V_g \frac{1}{\frac{1}{j\omega L_1} + \frac{R_2}{j\omega C_2 R_2}} \cdot \frac{1}{1 + R_2 j\omega C_2}$$

$$I_r^II = -V_g \frac{(1 + j\omega C_2 R_2) j\omega L_1}{1 + j\omega R_2 C_2 + j\omega R_2 L_1} \cdot \frac{1}{1 + j\omega C_2 R_2}$$

$$I_r^II = -V_g \frac{j\omega L_1}{1 + j\omega R_2 (C_1 + C_2)}$$

$$\left(X_{C2} \parallel R_2 = \frac{X_{C2} R_2}{R_2 + X_{C2}} = \frac{R_2}{1 + j\omega C_2 R_2} \right)$$

$$j_r = j_r^I + j_r^{II} = 0 + \frac{(-V_g)(j\omega L_1)}{1 + j\omega R_2(L_1 + L_2)}$$

$$j_r = -V_g \frac{j\omega L_1}{1 + j\omega R_2(L_1 + L_2)}$$

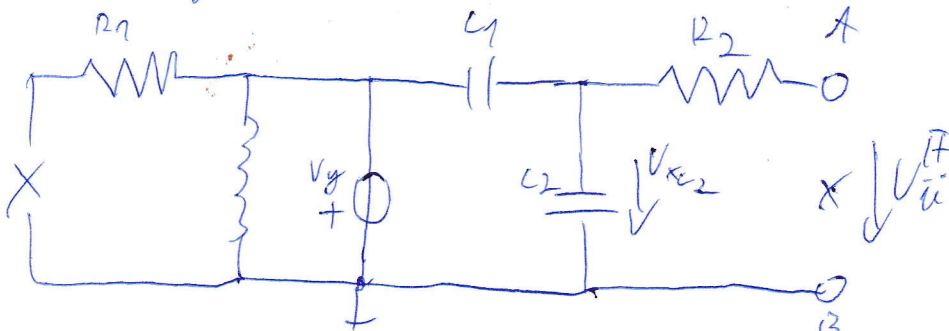
$$Z_{AB} = \frac{U_{\ddot{u}}}{j_r}$$

$$V_{\ddot{u}} = U_{\ddot{u}}^I + U_{\ddot{u}}^{II}$$

I $j_r \checkmark$ $V_g \times$

$V_{\ddot{u}}^I = 0$ da elenkeket kapcsolón

II $j_r \times$ $V_g \checkmark$



$$U_{k2} = U_{\ddot{u}}^{II} = -V_g \frac{-X_{C2}}{X_{C1} + X_{C2}} = -V_g \frac{\frac{1}{j\omega L_2}}{\frac{1}{j\omega L_1} + \frac{1}{j\omega L_2}} = -V_g \frac{L_1}{L_2 + L_1} \quad (\text{kapacitív anta})$$

3.5

$$V_g = 20\sqrt{2} \cos(5000t) \Rightarrow 20 \angle 0^\circ \text{ V}$$

$$j_r = j_r = -20 \frac{j5000 \cdot 10 \cdot 10^{-9}}{1 + j5000 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10 \cdot 10^{-9}} = -500 - j500 \mu\text{A}$$

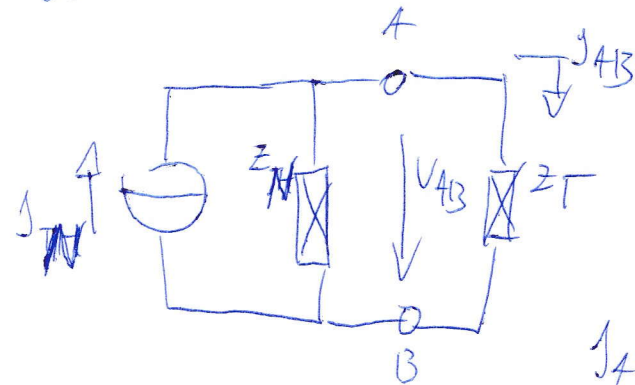
(707 $\angle -135^\circ$ μA)
(707 $\sqrt{2} \cos(5000t - 135^\circ) \mu\text{A}$)

$$Z_N = Z_{AB}$$

$$Z_{AB} = \frac{V_{ii}}{I_V} = \frac{-10V}{-500 - j500 \mu A} = 10 - j10 \Omega \quad (\approx 14.14 \angle -45^\circ \Omega)$$

$$V_{ii} = -V_g \frac{L_1}{L_1 + L_2} = -20 \frac{10}{10 + 10} = -10 \angle 0^\circ V$$

3.6



$$I_N(t) = 707 \cdot \sqrt{2} \cos(5000t - 135^\circ) \mu A$$

$$Z_N = 10 - j10 \Omega$$

$$I_{AB} = I_N \cdot \frac{Z_T}{Z_T + Z_N}$$

$$I_{AB} = 707 \angle -135^\circ \cdot \frac{10 - j10}{10 - j10 + 10 + j10} = 500 \angle 180^\circ \mu A = -500 \mu A$$

$$I_{AB}(t) = -500 \sqrt{2} \cos(5000t) \mu A$$

(500 $\sqrt{2}$ $\cos(5000t + 180^\circ)$ μA)

$$V_{AB} = I_{AB} \cdot Z_T = -500 \mu A (10 + j10) \Omega = -5 - j5 V$$

5 $\sqrt{2} \angle -135^\circ V$

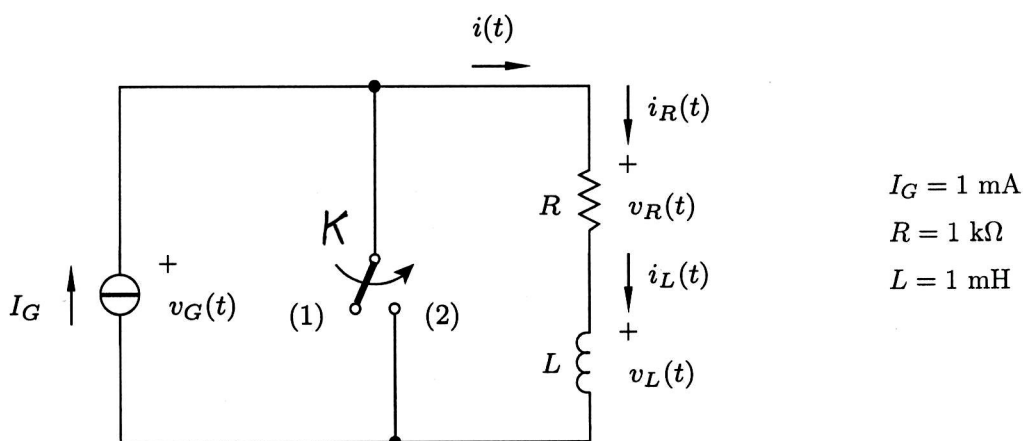
$$V_{AB}(t) = \underbrace{5 \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{2}}_{20} \cos(5000t - 135^\circ) V$$

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

B csoport

4. FELADAT

Az alábbi áramkörben a már nagyon régóta az (1) állásban lévő K kapcsolót a $t = 0$ s időpillanatban átkapcsoljuk a (2) állásba. A megadott mérőirányok mellett válaszolja meg az alábbi kérdéseket.



- (4.1) A K kapcsoló (1)-es állapotból való átkapcsolása előtti $t = 0^-$ s időpillanatban írja fel Kirchhoff huroktörvényét, és adja meg az alábbi áramok és feszültségek értékét mértékegységükkel egyetemben. (20 pont)

$$\sum v_i(t) |_{t=0^-} = -v_G(0^-) + v_R(0^-) + v_L(0^-) = 0 \text{ V}$$

$$i_L(t) |_{t=0^-} = 1 \text{ mA}$$

$$i(t) |_{t=0^-} = 1 \text{ mA}$$

$$v_L(t) |_{t=0^-} = 0 \text{ V}$$

$$v_G |_{t=0^-} = 1 \text{ V}$$

- (4.2) Írja fel az áramkör viselkedését a $t \geq 0$ s időtartományban leíró differenciál egyenletet. (20 pont)

$$\frac{di(t)}{dt} + \frac{R}{L} i(t) = 0, \quad t \geq 0 \text{ s}$$

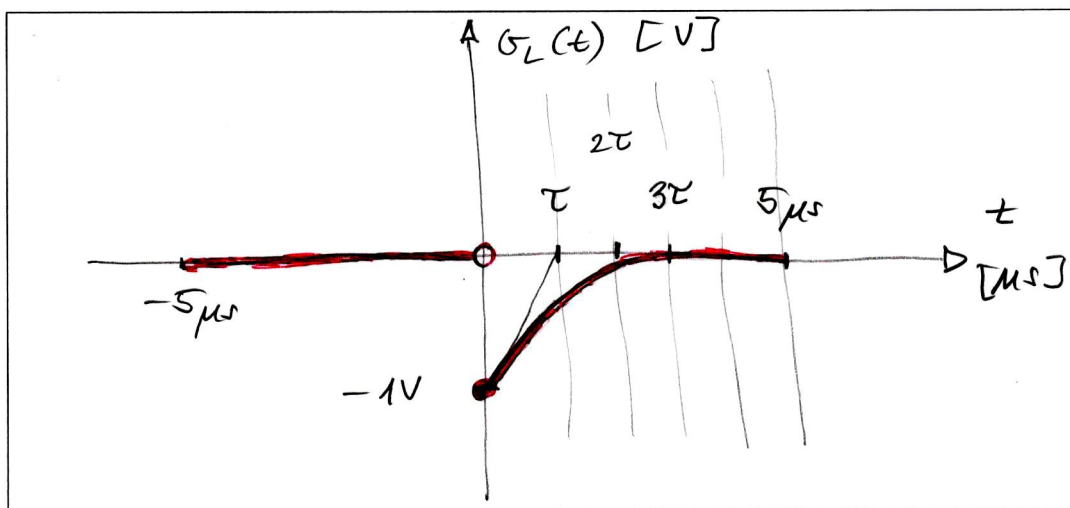
(4.3) Jellemezze az áramkör viselkedését leíró differenciál egyenletet. (10 pont)

KÖZÖNSÉGES, LINEÁRIS, ÁLLANDÓ EGYÜTTMŰRŐS,
ELSŐ RENDŰ ÉS HOMOGÉN DIFFERENCIÁL EGYENLET

(4.4) Értékelje ki a kezdeti feltétel értékét, és a megadott mérőirány mellett írja fel az L induktivitáson mért $v_L(t)$ feszültséget a $t \geq 0$ s tartományban. (20 pont)

$$v_L(t)|_{t \geq 0} = -e^{-\frac{t}{\tau}} \text{ V, ahol } \tau = 1 \mu\text{s}$$

(4.5) Méretarányosan rajzolja fel a $v_L(t)$ feszültséget a $-5 \mu\text{s} < t < 5 \mu\text{s}$ tartományban. (30 pont)



Részlet számítások:

$$(4.1) \sum v_i(t) \Big|_{t=0-} = -v_G(0-) + v_R(0-) + v_L(0-) = 0$$

$$i_L(0-) = I_G = 1 \text{ mA} \quad i(0-) = i_L(0-) = I_G = 1 \text{ mA}$$

$$v_L(0-) = L \frac{di_L}{dt} \Big|_{t=0-} = L \frac{dI_G}{dt} \Big|_{t=0-} = 0 \text{ V}$$

$$v_G(0-) = v_R(0-) + v_L(0-) = R i_R(0-) + 0 = R I_G + 0 = 1 \text{ V}$$

$$(4.2) \quad \sum v_i = v_R(t) + v_L(t) = R i_R(t) + L \frac{di_L}{dt} = R i + L \frac{di}{dt} = 0 \quad (3)$$

$$\frac{di}{dt} + \frac{R}{L} i = 0, \quad t \geq 0s$$

$$(4.3) \quad \text{KEZDŐI FELTÉTEL: } i_L(0-) = I_G = i_L(0+) = i(0+) = 1mA$$

$$\text{MEGOLDÁS: } i = A e^{st} \quad \frac{di}{dt} = s A e^{st} = s i$$

$$s A e^{st} + \frac{R}{L} A e^{st} = \left(s + \frac{R}{L}\right) A e^{st} = \underbrace{\left(s + \frac{R}{L}\right)}_{=0} i = 0$$

KAR. EGY.

$$s = -\frac{R}{L} = -\frac{1}{\tau} \quad \text{AHOL AZ IDŐÁLLANDÓ! } \tau = \frac{L}{R} = 1\mu s$$

$$i(0+) = A \equiv i_L(0-) = 1mA \Rightarrow A = 1mA$$

$$i(t) = e^{-\frac{t}{\tau}}$$

AHOL $\tau = 1\mu s$

$$v_L = L \frac{di_L}{dt} = L \frac{di}{dt} = L \left(-\frac{1}{\tau}\right) e^{-\frac{t}{\tau}} = -\frac{L \cdot R}{L} e^{-\frac{t}{\tau}} \quad [kV] \quad V$$

$$v_L(t) = -e^{-\frac{t}{\tau}} \quad V \quad \text{HA } t \geq 0s$$

$$(4.5) \quad t < 0s \quad v_L(t) = 0V$$