



WYDZIAŁ  
ELEKTROTECHNIKI  
I INFORMATYKI  
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

## Katedra Elektrotechniki i Podstaw Informatyki

### LABORATORIUM OBWODÓW I SYGNAŁÓW

### SPRAWOZDANIE

Ćw. nr	Temat		
1	Stany nieustalone w obwodach nieliniowych		
Opracowali		Rok / gr. lab.	Data wyk. ćw.
		1ET-DI /	01.03.2019 r.

# 1. Wyznaczanie napięć i prądu w obwodzie szeregowym RC

## a) Treść zadania:

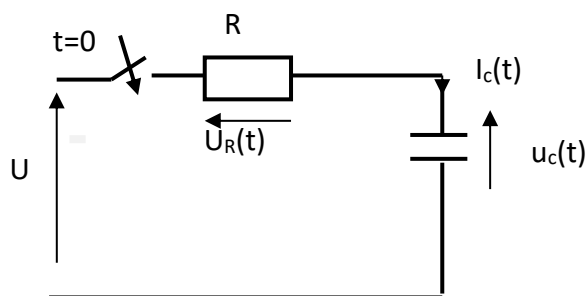
W obwodzie wyznaczyć i narysować przebiegi: napięcia na kondensatorze  $u_c(t)$ , napięcia na rezystorze  $u_R(t)$  oraz prądu płynącego w obwodzie  $i(t) = i_C$ . Obliczyć wartości:  $u_C(6\text{ms})$ ,  $u_R(10\text{ms})$  oraz  $i_C(8\text{ms})$ .

Dane:

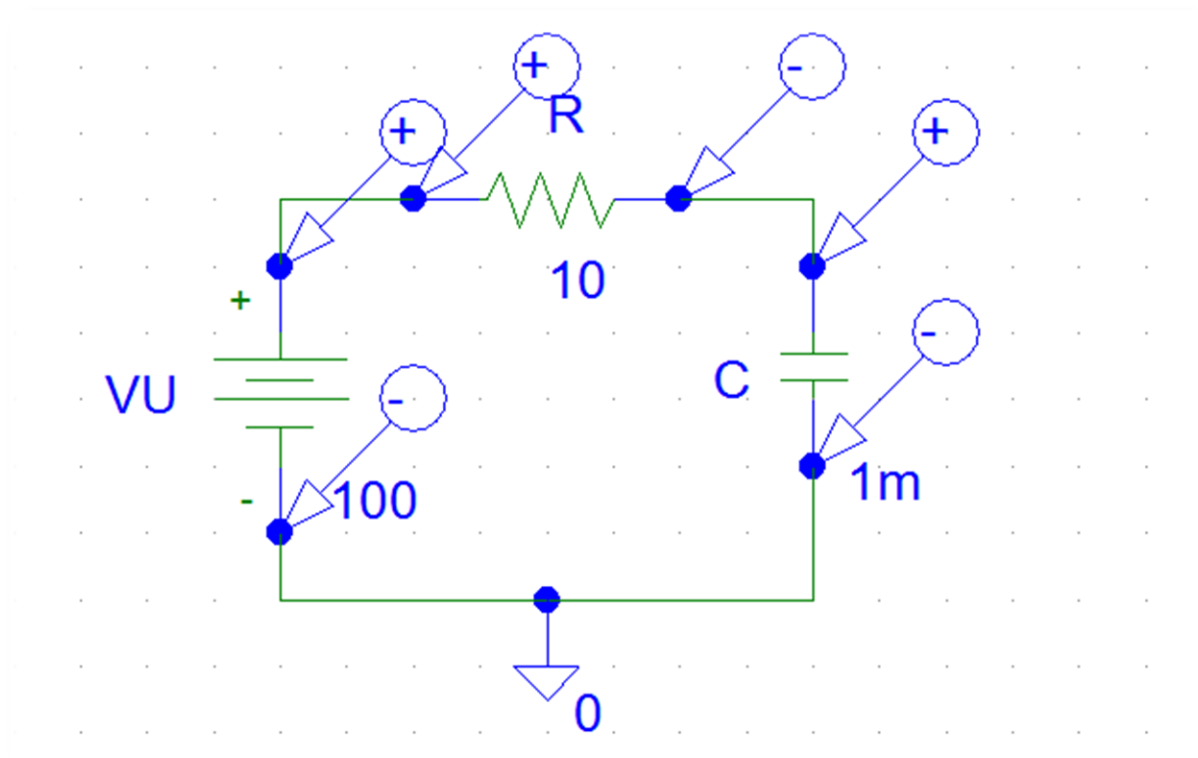
$$U=100\text{V}$$

$$R=10\Omega$$

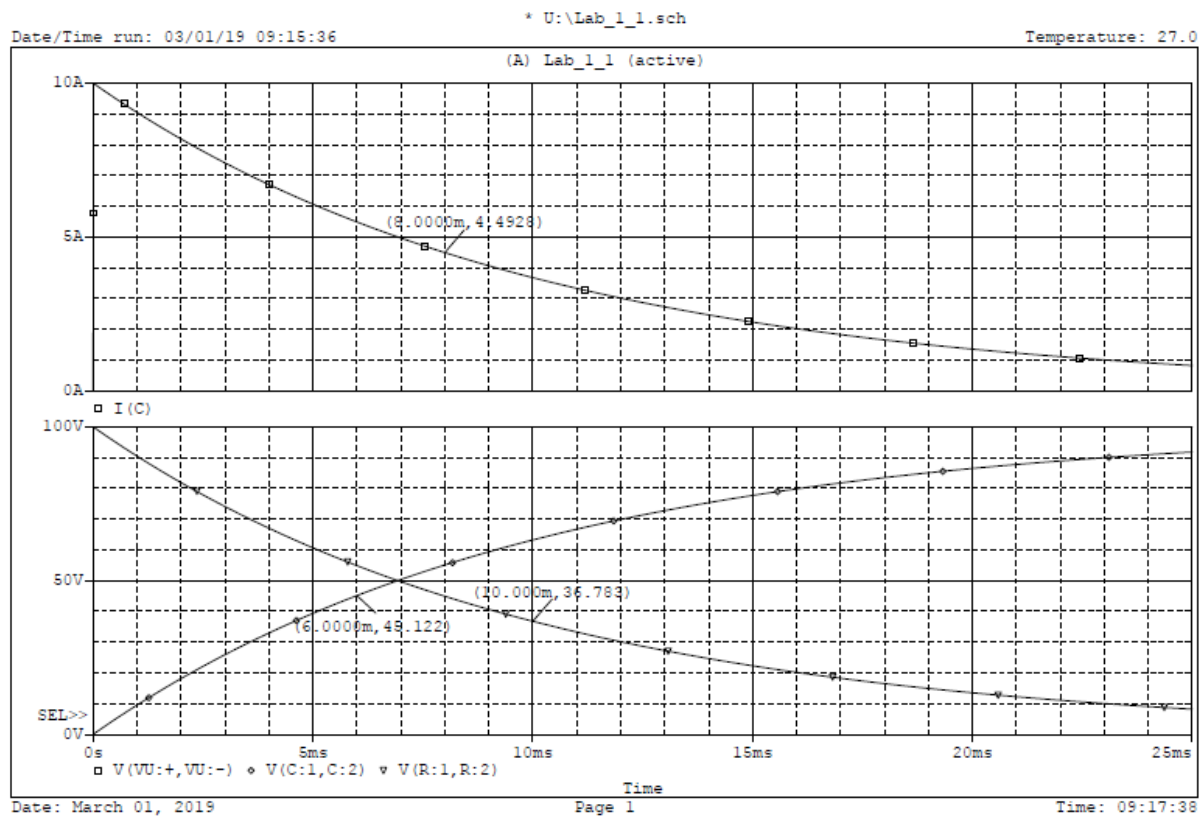
$$C=1\text{mF}$$



## b) Analiza komputerowa:



## Wyniki analizy komputerowej:



\*\*\*\* 03/01/19 09:15:36 \*\*\*\*\* Evaluation PSpice (Nov 1999) \*\*\*\*\*

\* U:\Lab\_1\_1.sch

\*\*\*\* CIRCUIT DESCRIPTION

\*\*\*\*\*

\* Schematics Version 9.1 - Web Update 1

\* Fri Mar 01 09:15:33 2019

\*\* Analysis setup \*\*

.tran 0.1m 25m

.OP

\* From [PSPICE NETLIST] section of pspicev.ini:

.lib "nom.lib"

.INC "Lab\_1\_1.net"

\*\*\*\* INCLUDING Lab\_1\_1.net \*\*\*\*

\* Schematics Netlist \*

V\_VU      \$N\_0001 0 100

R\_R      \$N\_0001 \$N\_0002 10

C\_C      \$N\_0002 0 1m IC=0

\*\*\*\* RESUMING Lab\_1\_1.cir \*\*\*\*

.INC "Lab\_1\_1.als"

\*\*\*\* INCLUDING Lab\_1\_1.als \*\*\*\*

\* Schematics Aliases \*

.ALIASES

V\_VU      VU(+= \$N\_0001 -=0 )

R\_R      R(1= \$N\_0001 2= \$N\_0002 )

C\_C      C(1= \$N\_0002 2=0 )

.ENDALIASES

\*\*\*\* RESUMING Lab\_1\_1.cir \*\*\*\*

.probe

.END

### c) Rozwiązanie analityczne zadania:

Dane:

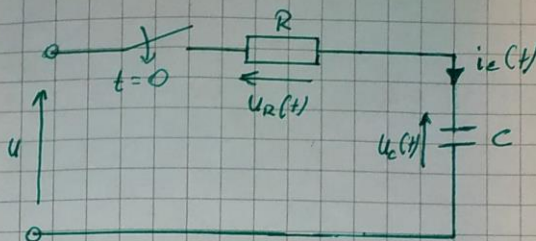
$$U = 100V$$

$$R = 10 \Omega$$

$$C = 1mF$$

Szukane:

$$u_c(t), u_R(t), i(t)$$



1) Stan początkowy:

$$t < 0s.$$

$$i(0) = 0A, \quad u_R(0) = 0, \quad u_C(0) = 0$$

2) Stan ustalony:  $t > 0s$

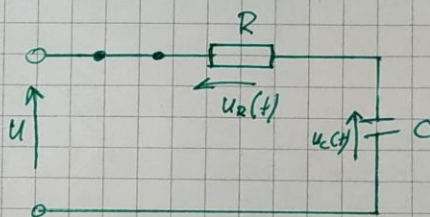
$$i_c = 0A$$

$$u_R = 0V$$

$$u_{cu} = U = 100V$$

$$u_{cu}(t) = 100V$$

$$u_{cu}(0) = 100V$$



3) RRMJ

$$u_R + u_C = U$$

$$u_R = R \cdot i = R \cdot i_c$$

$$i_c = \frac{dq}{dt} = C \frac{du_C}{dt}$$

$$RC \frac{du_C}{dt} + u_C = U$$

4) RRMJ (wyznaczenie składowej przejściowej)

$$RC \frac{du_{cp}}{dt} + u_{cp} = 0$$

$$RC \frac{du_{cp}}{dt} = -u_{cp}$$

$$\frac{du_{cp}}{u_{cp}} = -\frac{1}{RC} dt$$

$$\int \frac{du_{cp}}{u_{cp}} = \int -\frac{1}{RC} dt$$

$$\ln u_{cp} = -\frac{1}{RC}t + C$$

$$u_{cp} = e^{-\frac{1}{RC}t + C}$$

$$u_{cp} = e^{-\frac{1}{RC}t} \cdot e^C$$

$$e^C = A$$

$$u_{cp} = Ae^{-\frac{1}{RC}t}$$

5. Napięcie  $u_c(t)$

$$u_c(t) = u_{cp}(t) + u_{ca}(t)$$

$$u_c(0) = u_{cp}(0) + u_{ca}(0)$$

6. Wyznaczenie stałej A

$$0 = 100 + A$$

$$A = -100$$

7. Zapis końcowy.

$$\frac{1}{RC} = \frac{1}{10 \cdot 1 \cdot 10^{-3}} = \frac{1}{100} = 100$$

$$u_c(t) = 100 - 100e^{-100t} \text{ V}$$

$$i_c = C \frac{du_c}{dt}$$

$$i_c = 0,001 \cdot (-100e^{-100t} \cdot (-100)) = 0,001 \cdot 10000 e^{-100t} = 10e^{-100t}$$

$$i_c(t) = 10e^{-100t}$$

$$u_c(6\text{ms}) = 100 - 100e^{-100 \cdot 0,006} \text{ V} = 45,119 \text{ V}$$

$$u_R = R \cdot i_c$$

$$u_R(10\text{ms}) = R \cdot i_c(10\text{ms})$$

$$i_c(10\text{ms}) = 10e^{-100 \cdot 0,01} = 10e^{-1} = 3,6788 \text{ A}$$

$$u_R(10\text{ms}) = 10 \Omega \cdot 3,679 \text{ A} = 36,788 \text{ V}$$

$$i_c(8\text{ms}) = 10e^{-100 \cdot 0,008} = 10e^{-0,8} = 4,49 \text{ A}$$

$$\tau = R \cdot C = 10 \cdot 10^{-3} = 0,01 \text{ s}$$

**d) Porównanie wyników**

Wielkość	Wynik analizy komputerowej	Wynik obliczeń
$u_c(t)$ [V]		$100 - 100e^{-100t}$
$u_R(t)$ [V]		$100e^{-100t}$
$i_c(t)$ [A]		$10e^{-100t}$
$u_c(6\text{ms})$ [V]	45,122	45,119
$u_R(10\text{ms})$ [V]	36,730	36,788
$i_c(8\text{ms})$ [A]	4,49	4,49



## 2. Wyznaczanie napięć i prądu w obwodzie szeregowym RL

### a) Treść zadania:

W obwodzie gałęź szeregową RL zasilaną ze źródła napięcia stałego przełączono, w chwili  $t=0s$  na zasilanie sinusoidalne. Wyznaczyć i narysować przebieg czasowy prądu płynącego przez cewkę po komutacji oraz przebiegi czasowe napięć: na cewce i na rezystorze. Obliczyć wartości :  $i_L(20ms)$ ,  $u_L(30ms)$ ,  $u_R(60ms)$ .

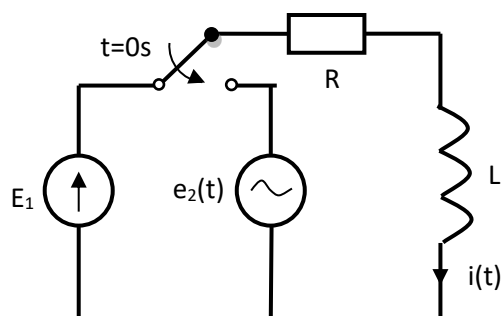
Dane:

$$E_1=60V$$

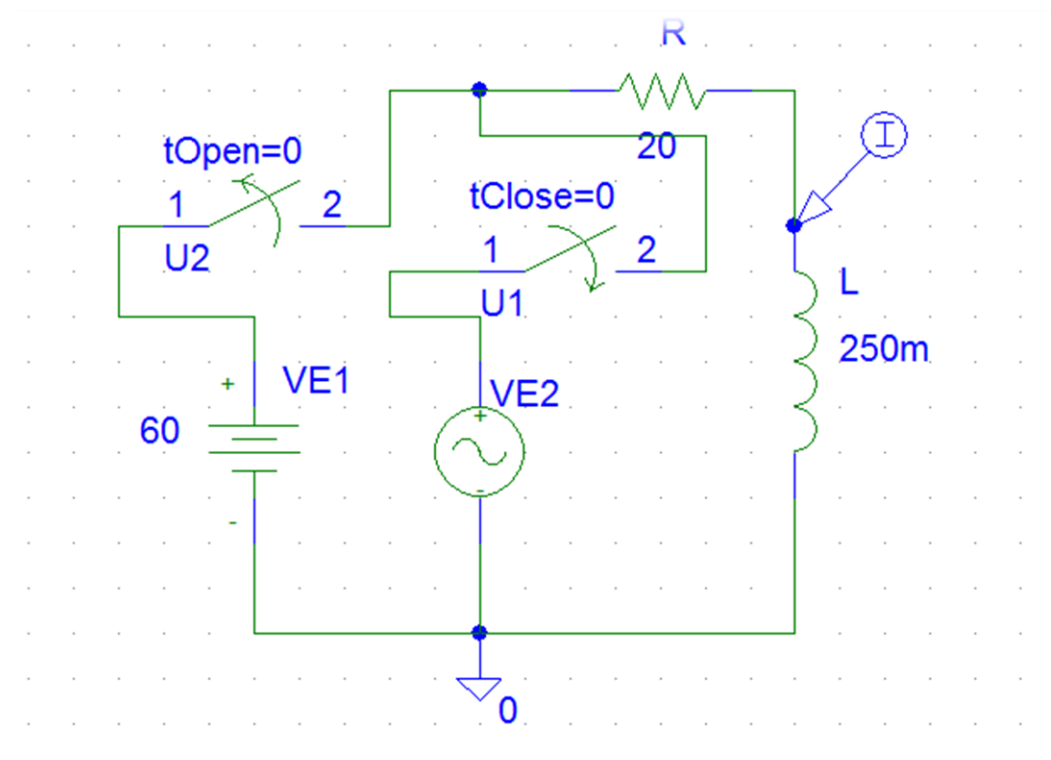
$$e_2(t)=80\sin(160t-45^\circ)V$$

$$L=250mH$$

$$R=20\Omega$$

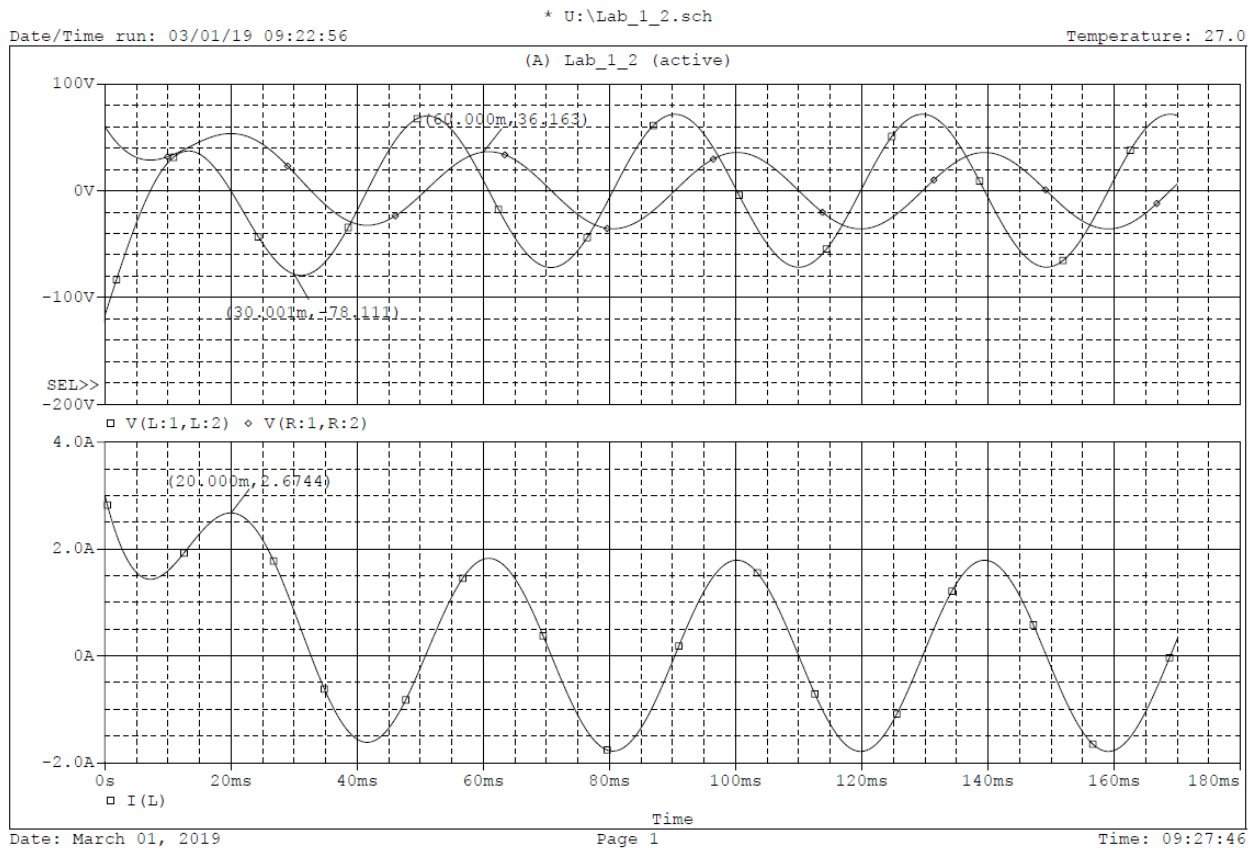


### b) Analiza komputerowa:





## Wyniki analizy komputerowej:



\*\*\*\* 03/01/19 09:50:08 \*\*\*\*\* Evaluation PSpice (Nov 1999) \*\*\*\*\*

\* U:\Lab\_1\_2\Lab\_1\_2.sch

\*\*\*\* CIRCUIT DESCRIPTION

\*\*\*\*\*

\* Schematics Version 9.1 - Web Update 1

\* Fri Mar 01 09:50:04 2019

\*\* Analysis setup \*\*

.tran 2.78m 400m 0 0.4m

.OPTIONS NOBIAS

.OPTIONS NOPAGE

.OP

\* From [PSPICE NETLIST] section of pspiceev.ini:

.lib "nom.lib"

.INC "Lab\_1\_2.net"

\*\*\*\* INCLUDING Lab\_1\_2.net \*\*\*\*

\* Schematics Netlist \*

X\_U2      \$N\_0001 \$N\_0002 Sw\_tOpen PARAMS: tOpen=0 ttran=1u Rclosed=0.01

+ Ropen=1Meg

X\_U1      \$N\_0003 \$N\_0002 Sw\_tClose PARAMS: tClose=0 ttran=1u Rclosed=0.01

+ Ropen=1Meg

V\_VE1      \$N\_0001 0 60

V\_VE2      \$N\_0003 0

+SIN 0 80 25.46479089 0 0 -45

R\_R      \$N\_0002 \$N\_0004 20

L\_L      \$N\_0004 0 250m

\*\*\*\* RESUMING Lab\_1\_2.cir \*\*\*\*

.INC "Lab\_1\_2.als"

\*\*\*\* INCLUDING Lab\_1\_2.als \*\*\*\*

\* Schematics Aliases \*

.ALIASES

X\_U2      U2(1=\$N\_0001 2=\$N\_0002 )

X\_U1      U1(1=\$N\_0003 2=\$N\_0002 )

V\_VE1      VE1(+= \$N\_0001 -=0 )

V\_VE2      VE2(+= \$N\_0003 -=0 )

R\_R      R(1=\$N\_0002 2=\$N\_0004 )

L\_L      L(1=\$N\_0004 2=0 )

.ENDALIASES

\*\*\*\* RESUMING Lab\_1\_2.cir \*\*\*\*

.probe

.END

\*\*\*\* Voltage Controlled Switch MODEL PARAMETERS

X\_U2.Smod X\_U1.Smod

RON .01 .01

ROFF 1.000000E+06 1.000000E+06

VON 1 1

VOFF 0 0

\*\*\*\* OPERATING POINT INFORMATION TEMPERATURE = 27.000 DEG C

\*\*\*\* VOLTAGE CONTROLLED SWITCHES

NAME X\_U2.S1 X\_U1.S1

MODEL X\_U2.Smod X\_U1.Smod

I LOAD 3.00E+00 -6.00E-05

V LOAD 3.00E-02 -6.00E+01

R LOAD 1.00E-02 1.00E+06

V CTRL 1.00E+00 0.00E+00

JOB CONCLUDED

TOTAL JOB TIME .06\

**c) Rozwiązania analityczne zadania:**

Dane:

$$E_1 = 60V$$

$$e_2(t) = 80 \sin(160t - 45^\circ) V$$

$$L = 250 mH$$

$$R = 20 \Omega$$

Szukane

$$i = i_L, u_R, u_L$$

1) Stan początkowy:  $t < 0$

$$I = \frac{E_1}{R} = \frac{60}{20} = 3A$$

$$i_L(t) = 3A$$

$$i_L(t) = 3A$$

2) Stan ustalony:  $t > 0$

$$X_L = j\omega L = j160 \cdot 250 \cdot 10^{-3} = 40e^{j90^\circ} \Omega$$

$$Z = 20\sqrt{5}e^{j63,435^\circ} \Omega$$

$$i = \frac{\frac{80}{\sqrt{2}}e^{-j108,435^\circ}}{20\sqrt{5}e^{j63,435^\circ}} = \frac{80}{20\sqrt{10}}e^{-j171,87^\circ} = 1,265e^{-j108,435^\circ} A$$

$$i_L(t) = 1,789 \sin(160t - 108,435^\circ) A$$

$$i_L(0) = -1,687 A$$

3) RNN

$$u_R + u_L = e_2(t)$$

$$u_R = R \cdot i_L$$

$$u_L = L \frac{di_L}{dt}$$

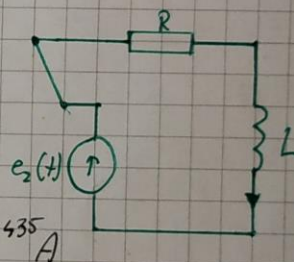
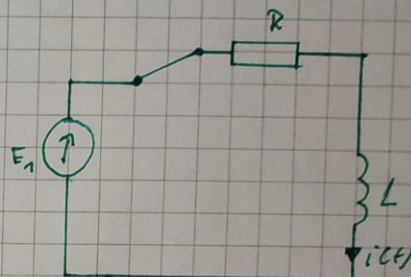
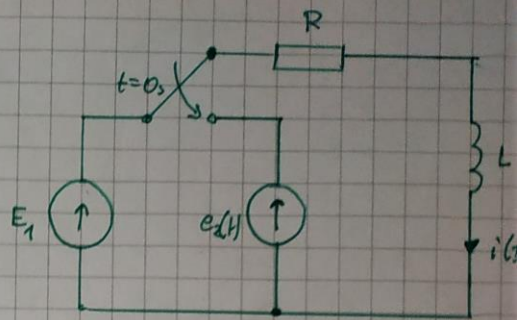
$$R \cdot i_L + L \frac{di_L}{dt} = e_2(t)$$

4) RNN

$$R \cdot i_{LP} + L \frac{di_{LP}}{dt} = 0$$

$$-R \cdot i_{LP} = L \frac{di_{LP}}{dt}$$

$$-\frac{R}{L} dt = \frac{di_{LP}}{i_{LP}}$$



$$-\frac{R}{L} \int dt = \int \frac{di_p}{i_p}$$

$$\ln i_p = -\frac{R}{L}t + C$$

$$i_p = e^{-\frac{R}{L}t + C}$$

$$i_p = e^{-\frac{R}{L}t} \cdot e^C$$

$$i_p = A e^{-\frac{R}{L}t}$$

5) Zapis równania prądu

$$i_L(t) = i_{Lh}(t) + i_{Lp}(t)$$

6) Wyznaczenie stałej A

$$i_L(0) = i_{Lh}(0) + i_{Lp}(0)$$

$$3 = -1,697 + A e^{-\frac{R}{L} \cdot 0}$$

$$3 = -1,697 + A$$

$$A = 4,697$$

7) Zapis końcowy.

$$i_L(t) = i_{Lh}(t) + i_{Lp}(t)$$

$$i_L(t) = 4,697 e^{-\frac{R}{L}t} + 1,789 \sin(160t - 108,435^\circ)$$

$$\frac{R}{L} = \frac{20}{250 \cdot 10^{-3}} = 80$$

$$i_L(t) = 4,697 e^{-80t} + 1,789 \sin(160t - 108,435^\circ) \text{ A}$$

$$u_L(t) = L \frac{di_L}{dt} = 0,25(4,697(-80)e^{-80t} + 1,789 \cdot 160 \cos(160t - 108,435^\circ))$$

$$u_L(t) = -93,94 e^{-80t} + 71,56 \cos(160t - 108,435^\circ)$$

$$u_R(t) = 20 \cdot (4,697 e^{-80t} + 1,789 \sin(160t - 108,435^\circ)) = 93,94 e^{-80t} + 35,78 \sin(160t - 108,435^\circ) \text{ V}$$

$$i_L(20\text{ms}) = 4,697 e^{-80 \cdot 20 \cdot 10^{-3}} + 1,789 \sin(160 \cdot 20 \cdot 10^{-3} - 108,435^\circ) = 2,675 \text{ A}$$

$$u_L(30\text{ms}) = -93,94 e^{-80 \cdot 30 \cdot 10^{-3}} + 71,56 \cos(160 \cdot 30 \cdot 10^{-3} - 108,435^\circ) = -78,105 \text{ V}$$

$$u_R(60\text{ms}) = 93,94 e^{-80 \cdot 60 \cdot 10^{-3}} + 35,78 \sin(160 \cdot 60 \cdot 10^{-3} - 108,435^\circ) = 36,162 \text{ V}$$

**d) Porównanie wyników:**

Wielkość	Wynik analizy komputerowej	Wynik obliczeń
$i_l(20ms)$ [A]	2,674	2,675
$u_l(30ms)$ [V]	-78,105	-78,105
$u_r(60ms)$ [V]	36,162	36,162

### 3. Wyznaczanie prądów w obwodzie złożonym z elementów RL (Układ I rzędu)

#### a) Treść zadania

W układzie w chwili  $t=0$  s zamyka się klucz  $K_1$ , zaś w chwili  $t=0,1$  s zamyka się klucz  $K_2$ . Wyznaczyć przebiegi czasowe prądów płynących przez cewki:  $i_1(t)$  oraz  $i_2(t)$  po komutacji.

Dane:

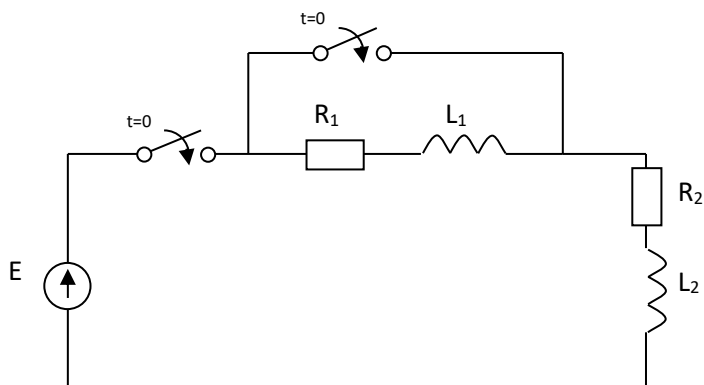
$$E=10V$$

$$R_1=4\Omega$$

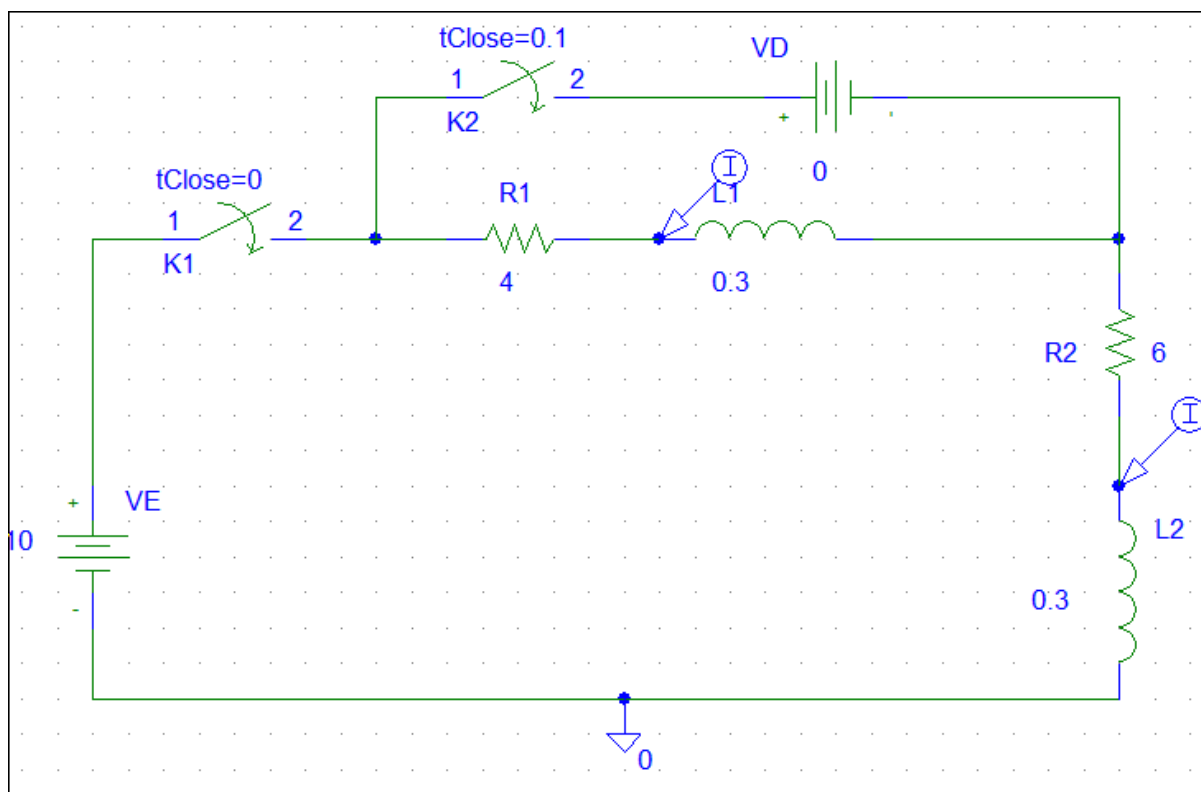
$$R_2=6\Omega$$

$$L_1=0,3H$$

$$L_2=0,3H$$

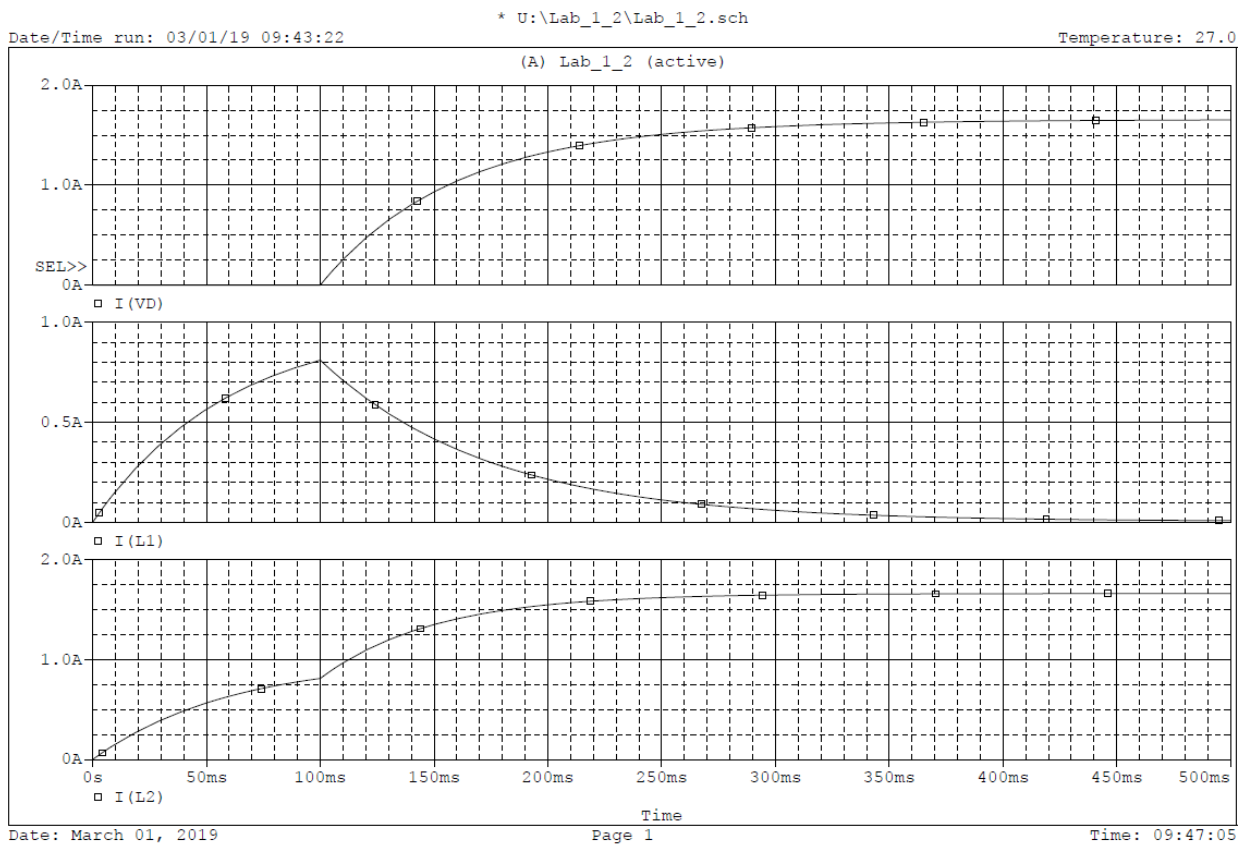


#### b) Analiza komputerowa:





## Wyniki analizy komputerowej:



\*\*\*\* 03/01/19 09:43:22 \*\*\*\*\* Evaluation PSpice (Nov 1999) \*\*\*\*\*

\* U:\Lab\_1\_2\Lab\_1\_2.sch

\*\*\*\* CIRCUIT DESCRIPTION

\*\*\*\*\*

\* Schematics Version 9.1 - Web Update 1

\* Fri Mar 01 09:39:51 2019

\*\* Analysis setup \*\*

.tran 10m 500m

.OPTIONS NOBIAS

.OPTIONS NOPAGE

.OP

\* From [PSPIICE NETLIST] section of pspiceev.ini:

.lib "nom.lib"

.INC "Lab\_1\_2.net"

\*\*\*\* INCLUDING Lab\_1\_2.net \*\*\*\*

\* Schematics Netlist \*

V\_VE      \$N\_0001 0 10

V\_VD      \$N\_0002 \$N\_0003 0

R\_R2      \$N\_0004 \$N\_0003 6

R\_R1      \$N\_0006 \$N\_0005 4

X\_K1      \$N\_0001 \$N\_0006 Sw\_tClose PARAMS: tClose=0 ttran=1u Rclosed=0.01

+ Ropen=1Meg

X\_K2      \$N\_0006 \$N\_0002 Sw\_tClose PARAMS: tClose=0.1 ttran=1u Rclosed=0.01

+ Ropen=1Meg

L\_L2      \$N\_0004 0 0.3

L\_L1      \$N\_0005 \$N\_0003 0.3

\*\*\*\* RESUMING Lab\_1\_2.cir \*\*\*\*

.INC "Lab\_1\_2.als"

\*\*\*\* INCLUDING Lab\_1\_2.als \*\*\*\*

\* Schematics Aliases \*

.ALIASES

V\_VE      VE(+= \$N\_0001 -=0 )

V\_VD      VD(+= \$N\_0002 -= \$N\_0003 )

R\_R2      R2(1= \$N\_0004 2= \$N\_0003 )

R\_R1      R1(1= \$N\_0006 2= \$N\_0005 )

X\_K1      K1(1= \$N\_0001 2= \$N\_0006 )

X\_K2      K2(1= \$N\_0006 2= \$N\_0002 )

L\_L2      L2(1= \$N\_0004 2=0 )

L\_L1        L1(1=\$N\_0005 2=\$N\_0003 )

.ENDALIASES

\*\*\*\* RESUMING Lab\_1\_2.cir \*\*\*\*

.probe

.END

\*\*\*\* Voltage Controlled Switch MODEL PARAMETERS

      X\_K1.Smod    X\_K2.Smod

RON    .01        .01

ROFF   1.000000E+06   1.000000E+06

VON    1        1

VOFF   0        0

\*\*\*\* OPERATING POINT INFORMATION    TEMPERATURE = 27.000 DEG C

\*\*\*\* VOLTAGE CONTROLLED SWITCHES

NAME     X\_K1.S1    X\_K2.S1

MODEL    X\_K1.Smod X\_K2.Smod

I LOAD    1.00E-05   4.00E-11

V LOAD    1.00E+01   4.00E-05

R LOAD    1.00E+06   1.00E+06

V CTRL    0.00E+00   0.00E+00

JOB CONCLUDED

TOTAL JOB TIME        .03

### c) Rozwiązanie analityczne zadania

Dane:

$$E = 10V$$

$$R_1 = 4\Omega$$

$$R_2 = 6\Omega$$

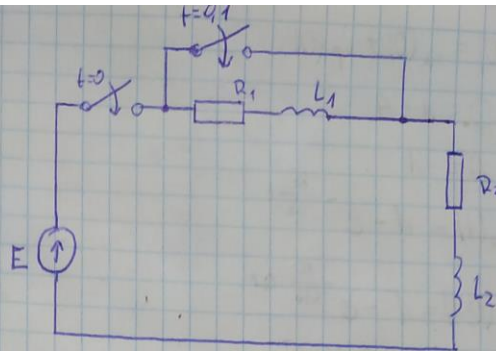
$$L_1 = 0,3H$$

$$L_2 = 0,3H$$

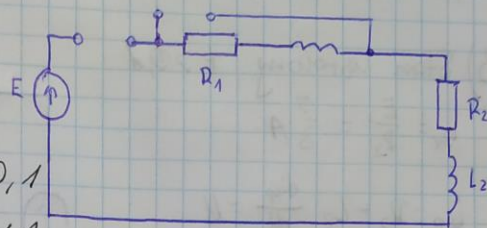
Szukane:

$$i_{L_1}(t)$$

$$i_{L_2}(t)$$



1) Stan początkowy  $t < 0$   
 $i_1(0) = i_2(0) = 0$



2) Stan ustalony  $0 < t < 0,1$   
 $i_1(t) = i_2(t) = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{10}{10} = 1A$

$$R_2 = R_1 + R_2, \quad L_2 = L_1 + L_2$$

$$i_{L_1} \cdot R_2 + L_2 \frac{di_{L_1}}{dt} = E$$

$$i_{L_1} \cdot R_2 + L_2 \frac{di_{L_1}}{dt} = 0$$

$$L_2 \frac{di_{L_1}}{dt} = -R_2 i_{L_1} \quad / : L_2$$

$$\frac{di_{L_1}}{dt} = -\frac{R_2 i_{L_1}}{L_2} \quad / \cdot dt$$

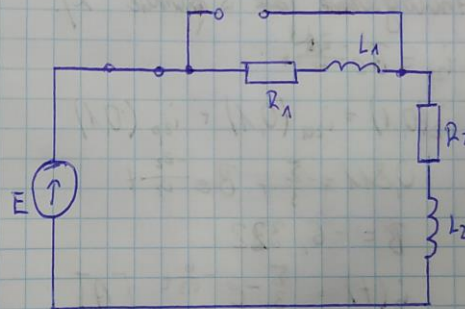
$$di_{L_1} = -\frac{R_2 i_{L_1} dt}{L_2} \quad / : i_{L_1}$$

$$\frac{di_{L_1}}{i_{L_1}} = -\frac{R_2 dt}{L_2} \quad / \int$$

$$\int \frac{di_{L_1}}{i_{L_1}} = \int -\frac{R_2}{L_2} dt$$

$$\ln i_{L_1} = -\frac{R_2}{L_2} t + C$$

$$i_{L_1} = A e^{-\frac{R_2}{L_2} t}$$



$$i(0) = i_u(0) + i_p(0)$$

$$0 = 1 + A$$

$$A = -1$$

$$i_{1p}(t) = 1 - e^{-\frac{R_2}{L_2}t}$$

$$i_{1p}(0,1) = 1 - e^{-\frac{10}{0,6} \cdot 0,1}$$

$$i_{1p}(0,1) = 0,811 \text{ [A]}$$

3) Stan ustalony  $t > 0,1$

$$i_{2u} = \frac{E}{R_2} = \frac{5}{3} \text{ A}$$

$$i_{2p} \cdot R_2 + L_2 \frac{di_{2p}}{dt} = U$$

$$i_p \cdot R_2 + L_2 \frac{di_p}{dt} = 0$$

Analogicznie jak w punkcie 2):

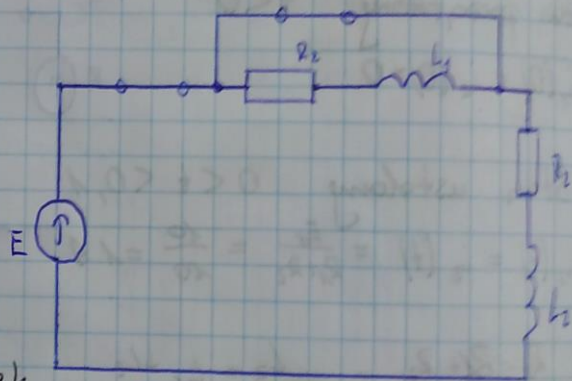
$$i_{2p} = B e^{-\frac{R_2}{L_2}t}$$

$$i_2(0,1) = i_{2u}(0,1) + i_{2p}(0,1)$$

$$0,811 = \frac{5}{3} + B e^{-\frac{R_2}{L_2}t}$$

$$B = -6,322$$

$$i_2(t) = \frac{5}{3} - e^{-\frac{6}{0,3}t} \text{ [A]}$$



#### d) Porównanie wyników:

Wielkość	Wynik analizy komputerowej	Wynik obliczeń
$i_{1L}(t) \text{ [A]}$		$1 - e^{-\frac{R_2}{L_2}t}$
$i_{2L}(t) \text{ [A]}$		$\frac{5}{3} - e^{-\frac{6}{0,3}t}$

#### 4. Wyznaczanie napięcia i prądu w obwodzie złożonym z elementów RLC (Układ II rzędu)

##### a) Treść zadania:

W układzie w chwili  $t=0$  s otwarto klucz  $K_1$  przez co odłączono zasilanie z rzeczywistego źródła napięcia stałego. Wyznaczyć przebiegi czasowe napięcia na kondensatorze i prądu płynącego przez cewkę, po komutacji.

Dane:

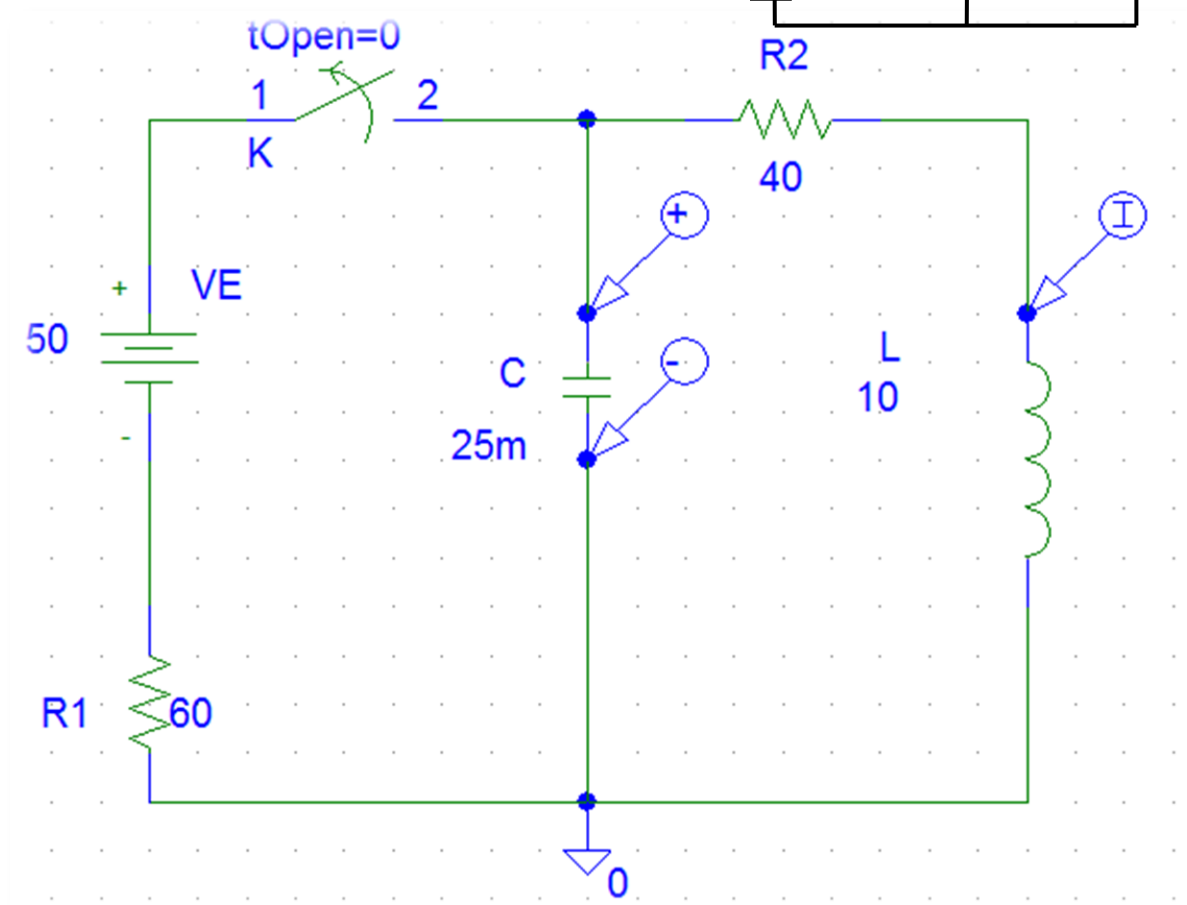
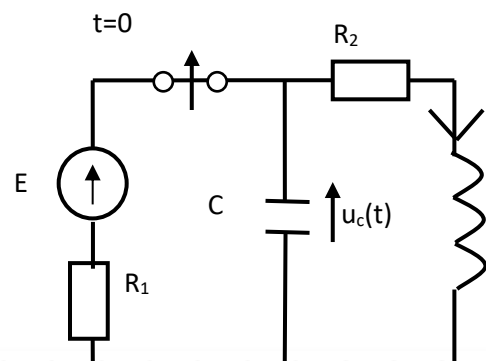
$$R_1=60\Omega$$

$$R_2=40\Omega$$

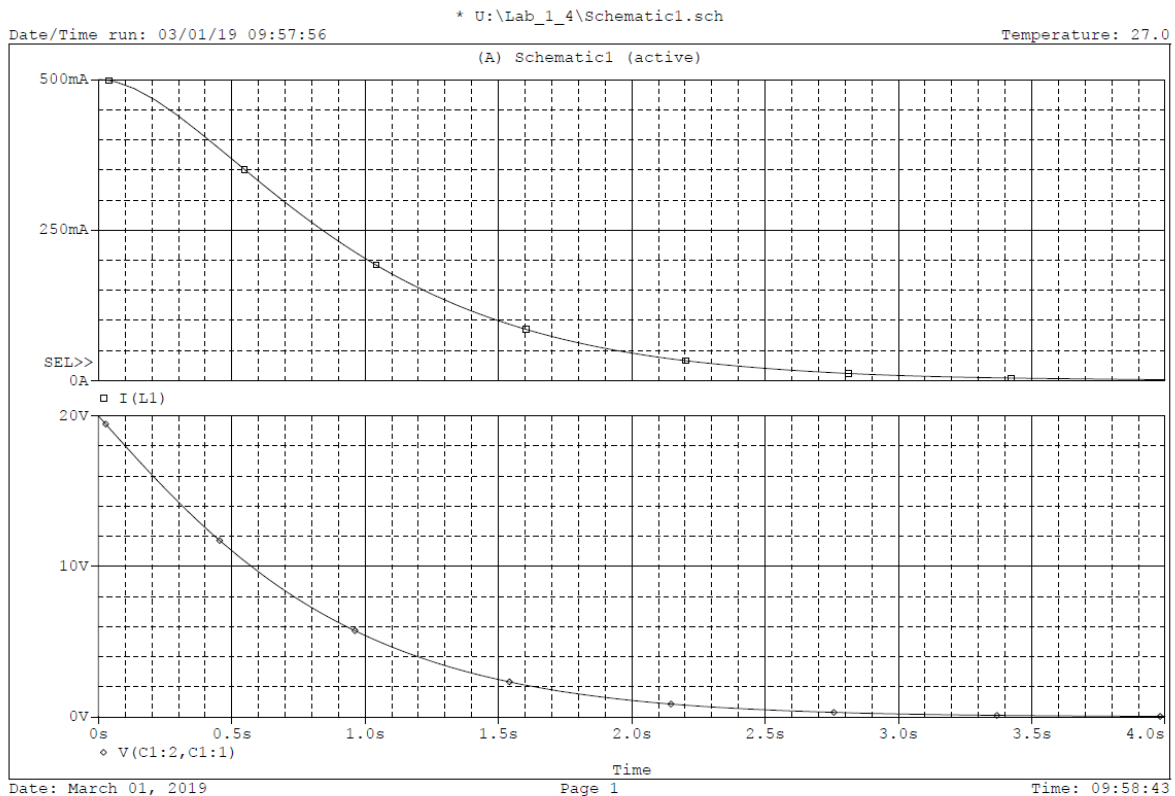
$$L=10H$$

b) **Analiza komputerowa:**

$$E=50V$$



**Wyniki analizy komputerowej:**



\*\*\*\* 03/01/19 09:57:56 \*\*\*\*\* Evaluation PSpice (Nov 1999) \*\*\*\*\*

\* U:\Lab\_1\_4\Schematic1.sch

\*\*\*\* CIRCUIT DESCRIPTION

\*\*\*\*\*

\* Schematics Version 9.1 - Web Update 1

\* Fri Mar 01 09:57:52 2019

\*\* Analysis setup \*\*

.tran 1 4

.OP

\* From [PSPICE NETLIST] section of pspicev.ini:

.lib "nom.lib"

.INC "Schematic1.net"



\*\*\*\* INCLUDING Schematic1.net \*\*\*\*

\* Schematics Netlist \*

V\_VE      \$N\_0001 \$N\_0002 50

R\_R1      0 \$N\_0002 60

C\_C1      0 \$N\_0003 25m

R\_R2      \$N\_0003 \$N\_0004 40

L\_L1      \$N\_0004 0 10

X\_K      \$N\_0001 \$N\_0003 Sw\_tOpen PARAMS: tOpen=0 ttran=1u Rclosed=0.001

+ Ropen=1Meg

\*\*\*\* RESUMING Schematic1.cir \*\*\*\*

.INC "Schematic1.als"

\*\*\*\* INCLUDING Schematic1.als \*\*\*\*

\* Schematics Aliases \*

.ALIASES

V\_VE      VE(+= \$N\_0001 -= \$N\_0002 )

R\_R1      R1(1=0 2=\$N\_0002 )

C\_C1      C1(1=0 2=\$N\_0003 )

R\_R2      R2(1=\$N\_0003 2=\$N\_0004 )

L\_L1      L1(1=\$N\_0004 2=0 )

X\_K      K(1=\$N\_0001 2=\$N\_0003 )

.ENDALIASES

\*\*\*\* RESUMING Schematic1.cir \*\*\*\*

.probe

.END

\*\*\*\* 03/01/19 09:57:56 \*\*\*\*\* Evaluation PSpice (Nov 1999) \*\*\*\*\*

\* U:\Lab\_1\_4\Schematic1.sch

\*\*\*\* Voltage Controlled Switch MODEL PARAMETERS

\*\*\*\*\*

X\_K.Smod

RON 1.000000E-03

ROFF 1.000000E+06

VON 1

VOFF 0

\*\*\*\* 03/01/19 09:57:56 \*\*\*\*\* Evaluation PSpice (Nov 1999) \*\*\*\*\*

U:\Lab\_1\_4\Schematic1.sch

\*\*\*\* SMALL SIGNAL BIAS SOLUTION TEMPERATURE = 27.000 DEG C

\*\*\*\*\*

NODE VOLTAGE NODE VOLTAGE NODE VOLTAGE NODE VOLTAGE

(X\_K.3) 1.0000 (\$N\_0001) 20.0000 (\$N\_0002) -30.0000

(\$N\_0003) 20.0000 (\$N\_0004) 0.0000

VOLTAGE SOURCE CURRENTS

NAME CURRENT

V\_VE -5.000E-01

X\_K.V1 -1.000E-12

TOTAL POWER DISSIPATION 2.50E+01 WATTS

\*\*\*\* 03/01/19 09:57:56 \*\*\*\*\* Evaluation PSpice (Nov 1999) \*\*\*\*\*

\* U:\Lab\_1\_4\Schematic1.sch

\*\*\*\* OPERATING POINT INFORMATION TEMPERATURE = 27.000 DEG C

\*\*\*\*\*

\*\*\*\* VOLTAGE CONTROLLED SWITCHES

NAME      X\_K.S1  
MODEL     X\_K.Smod  
I LOAD    5.00E-01  
V LOAD    5.00E-04  
R LOAD    1.00E-03  
V CTRL    1.00E+00

\*\*\*\* 03/01/19 09:57:56 \*\*\*\*\* Evaluation PSpice (Nov 1999) \*\*\*\*\*

\* U:\Lab\_1\_4\Schematic1.sch

\*\*\*\* INITIAL TRANSIENT SOLUTION      TEMPERATURE = 27.000 DEG C

\*\*\*\*\*

NODE	VOLTAGE	NODE	VOLTAGE	NODE	VOLTAGE	NODE	VOLTAGE
(X_K.3)	1.0000	(\$N_0001)	20.0000			(\$N_0002)	-30.0000
(\$N_0003)	20.0000			(\$N_0004)	0.0000		

VOLTAGE SOURCE CURRENTS

NAME	CURRENT
V_VE	-5.000E-01
X_K.V1	-1.000E-12

TOTAL POWER DISSIPATION 2.50E+01 WATTS

JOB CONCLUDED

TOTAL JOB TIME .02

### c) Rozwiązanie zadania

Dane:

$$R_1 = 60 \Omega$$

$$R_2 = 40 \Omega$$

$$L = 10 \text{ mH}$$

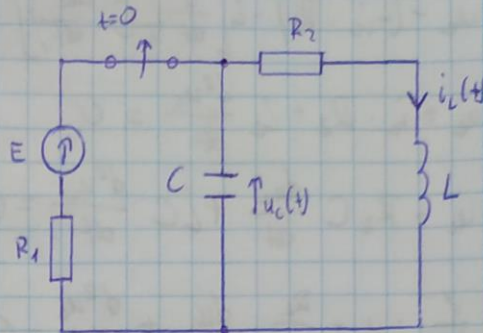
$$C = 25 \text{ mF}$$

$$E = 50 \text{ V}$$

Szukane:

$$u_C(t),$$

$$i_L(t)$$



1) Stan przetrwały  $t < 0$

$$I_2 = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{50}{60 + 40} = 0,5 \text{ A}$$

$$I_2(t) = 0,5 \text{ A}$$

$$I_2(0) = 0,5 \text{ A}$$

$$u_C = u_{R_2} = I_2 \cdot R_2 = 40 \cdot 0,5 = 20 \text{ V}$$

$$u_C(t) = 20 \text{ V}$$

$$u_C(0) = 20 \text{ V}$$

2) Stan ustalony  $t > 0$

$$I_2 = 0$$

$$I_2(t) = 0$$

$$I_2(0) = 0$$

$$u_{Cn} = 0$$

$$u_{Cn}(t) = 0$$

$$u_{Cn}(0) = 0$$

3) RPN

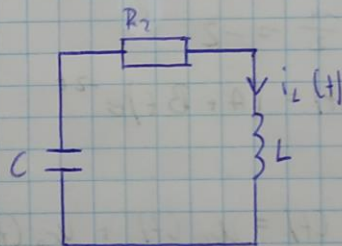
$$i_C = -i_L$$

$$u_C - u_{R_2} - u_L = 0$$

$$u_C = L \frac{di_L}{dt}$$

$$u_{R_2} = i_L \cdot R_2 = -i_C \cdot R_2$$

$$i_C = C \frac{du_C}{dt}$$



$$A = 20$$

$$i_L(0) = i_{Lu}(0) + i_{Lp}(0)$$

$$0,5 = 0 - 25 \cdot 10^{-3} (B - 2A)$$

$$-0,5 = -25 \cdot 10^{-3} B$$

$$B = 20$$

6) Zapis końcowy

$$u_C(t) = u_{Cu}(t) + u_{Cp}(t) = (20 + 20t)e^{-2t}$$

$$i_L(t) = i_{Lu}(t) + i_{Lp}(t) = 0,5e^{-2t} + te^{-2t}$$

#### d) Porównanie wyników:

Wielkość	Wynik analizy komputerowej	Wynik obliczeń
$u_C(t)$ [V]		$(20 + 20t)e^{-2t}$
$i_L(t)$ [A]		$0,5e^{-2t} + te^{-2t}$

#### WNIOSKI:

W powyższym ćwiczeniu wykonaliśmy analizę komputerową dla czterech obwodów liniowych stanów nieustalonych, a następnie obliczyliśmy wartości poszczególnych prądów i napięć. Wyniki obliczeń zestawiliśmy z wynikami analizy komputerowej.

W pierwszym badanym obwodzie obliczyliśmy napięcie na kondensatorze dla  $t=6\text{ms}$ , napięcie na rezystorze dla  $t=10\text{ms}$  oraz prąd przepływający przez kondensator dla  $t=8\text{ms}$ . Otrzymane wyniki są zgodne z wynikami analizy komputerowej. W drugim badanym obwodzie obliczyliśmy wartość prądu  $i_L$  oraz spadku napięć na cewce i kondensatorze dla odpowiedniej wartości  $t$ . Natomiast w trzecim i czwartym obwodzie wyznaczyliśmy przebiegi czasowe dla prądów i napięć. Podsumowując, otrzymane wyniki są zgodne z wynikami analizy komputerowej więc ćwiczenie zostało prawidłowo wykonane, a obliczenia prawidłowo wykonane.