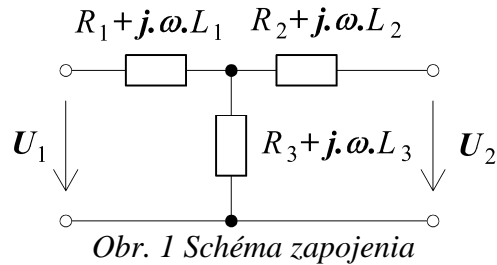


**Príklad 1**

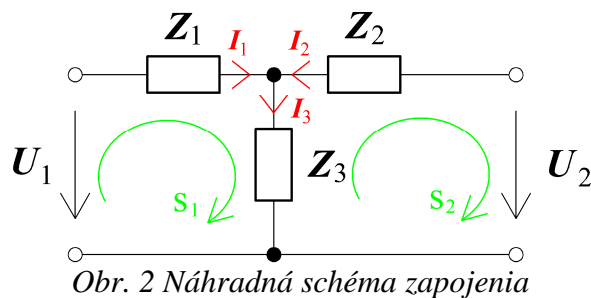
Podľa schémy zapojenia na obr.1 určte prostredníctvom ATPDraw prúdy prechádzajúce jednotlivými vetvami, ak  $R_1 = 1 \Omega$ ,  $L_1 = 0,001 \text{ H}$ ,  $R_2 = 1,5 \Omega$ ,  $L_2 = 0,002 \text{ H}$ ,  $R_3 = 2 \Omega$ ,  $L_3 = 0,001 \text{ H}$ ,  $f = 50 \text{ Hz}$ ,  $U_1 = 125 \cdot e^{j90^\circ} \text{ V}$ ,  $U_2 = 125 \text{ V}$ .

**Riešenie:**

Daný obvod najprv vyriešime pomocou teórie obvodov (**Riešenie I**) a následne uskutočníme kontrolu pomocou ATPDraw (**Riešenie II**).

**Riešenie I:**

V náhradnej schéme obvodu zvolíme smer prúdov v jednotlivých vetvách ( $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ). Zvolíme smer slučiek a podľa tejto schémy napíšeme príslušné napäťové rovnice a jednu podľa 1. Kirchhoffového zákona.



$$s_1: -U_1 + I_1 \cdot (R_1 + j \cdot \omega \cdot L_1) + I_3 \cdot (R_3 + j \cdot \omega \cdot L_3) = 0$$

$$s_2: U_2 - I_3 \cdot (R_3 + j \cdot \omega \cdot L_3) - I_2 \cdot (R_2 + j \cdot \omega \cdot L_2) = 0$$

$$1.kz: I_1 + I_2 - I_3 = 0$$

Zavedieme substitúciu:

$$Z_1 = R_1 + j \cdot \omega \cdot L_1$$

$$Z_2 = R_2 + j \cdot \omega \cdot L_2$$

$$Z_3 = R_3 + j \cdot \omega \cdot L_3$$

Po úprave:

$$I_1 = \frac{U_1 - I_2 \cdot Z_3}{Z_1 + Z_3}$$

$$I_2 = \frac{U_2 \cdot (Z_1 + Z_3) - U_1 \cdot Z_3}{Z_1 \cdot (Z_2 + Z_3) + Z_2 \cdot Z_3}$$

$$I_3 = I_1 + I_2$$

a dosadení hodnôt získavame:

$$I_1 = -14,0775 + j \cdot 75,1352 = 76,44 \cdot e^{j100,6^\circ} \text{ A}$$

$$I_2 = 36,6258 - j \cdot 51,5334 = 63,23 \cdot e^{-j54,6^\circ} \text{ A}$$

$$I_3 = 22,5483 + j \cdot 23,6018 = 32,64 \cdot e^{j46,3^\circ} \text{ A}$$

Z čoho vyplýva, že jednotlivé priebehy prúdov dosiahnu svoje maximá v čase:

$$t = \left( T - \frac{T}{360^\circ} \cdot \varphi \right) + n \cdot T = \left( \frac{1}{f} - \frac{\varphi}{360^\circ \cdot f} \right) + \frac{n}{f} \quad [\text{s}]$$

kde  $n = 0, 1, \dots$  je počet periód

Pre  $n = 0$  dostávame:

$$t_1 = \left( \frac{1}{f} - \frac{\varphi_1}{360^\circ \cdot f} \right) + \frac{n}{f} = \left( \frac{1}{50} - \frac{100,6^\circ}{360^\circ \cdot 50} \right) + \frac{0}{50} \cong 0,0144 \text{ s}$$

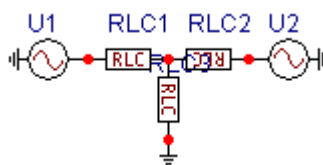
$$t_2 = \left( \frac{1}{f} - \frac{\varphi_2}{360^\circ \cdot f} \right) + \frac{n}{f} = \left( \frac{1}{50} - \frac{-54,6^\circ}{360^\circ \cdot 50} \right) + \frac{0}{50} \cong 0,023 \text{ s}$$

$$t_3 = \left( \frac{1}{f} - \frac{\varphi_3}{360^\circ \cdot f} \right) + \frac{n}{f} = \left( \frac{1}{50} - \frac{46,3^\circ}{360^\circ \cdot 50} \right) + \frac{0}{50} \cong 0,0174 \text{ s}$$

### Riešenie II:

V ATPDraw sa vytvorí schéma zapojenia podľa obr. 3. Je nutné dodržať smer toku danej veličiny (v našom prípade prúdu) a to otočením prvku v smere čítania textu na tomto prvku (viď. RLC2, ktorý je otočený tak, že smer toku prúdu je v smere čítania textu RLC na tomto prvku). Tento smer prúdu sme zvolili v korešpondencii so schémou na obr. 2, v inom prípade toto otočenie nie je nevyhnutné.

Na napät'ovom zdroji U1 nastavíme v položke **Amp** hodnotu 125 a v položke **Tsto** hodnotu 0, čo má za následok stály napät'ový zdroj. V **Type of source** ponecháme voľbu **Voltage**. Fázové natočenie zvolíme v položke **Pha** 0 (pretože implicitné nastavenie napät'ového zdroja predpokladá kosínusový zdroj) a frekvenciu v položke **f** 50.



Obr. 3 Schéma zapojenia v ATPDraw

Component: Ac1ph.sup

Attributes

DATA	VALUE
Amp.	125
f	50
Pha	0
A1	0
TSta	-1
TSto	100

NODE	PHASE	NAME
AC	1	××0001

Order: 0 Label: U1

Comment:

Type of source  
 Current  
 Voltage

Hide  
 Lock

OK Cancel Help

Obr. 4 Nastavenie parametrov pre napät'ový zdroj U1

Podobne postupujeme aj pri napät'ovom zdroji U2.

Component: Ac1ph.sup

Attributes

DATA	VALUE
Amp.	125
f	50
Pha	-90
A1	0
TSta	-1
TSto	100

NODE	PHASE	NAME
AC	1	××0003

Order: 0 Label: U2

Comment:

Type of source  
 Current  
 Voltage

Hide  
 Lock

OK Cancel Help

Obr. 5 Nastavenie parametrov pre napät'ový zdroj U2

Vo vlastnostiach prvku RLC1 nastavíme v položke **R** hodnotu 1, **L** hodnotu 1 (predvolené je zadávanie hodnôt v mH). V **Output** nastavíme voľbu **Current** (obr. 6).

Component: RLC.SUP

Attributes

DATA	VALUE
R	1
L	1
C	0

NODE	PHASE	NAME
From	1	××0001
To	1	××0002

Order: 0 Label: RLC1

Comment:

Output: 1 - Current

Hide  
 Lock  
 \$Vintage.1

OK Cancel Help

Obr. 6 Nastavenie parametrov prvku RLC1

Podobne postupujeme aj pri prvkoch RLC2 a RLC3.

Component: Rlc.sup

Attributes

DATA	VALUE
R	1.5
L	2
C	0

NODE	PHASE	NAME
From	1	××0003
To	1	××0002

Order: 0 Label: RLC2

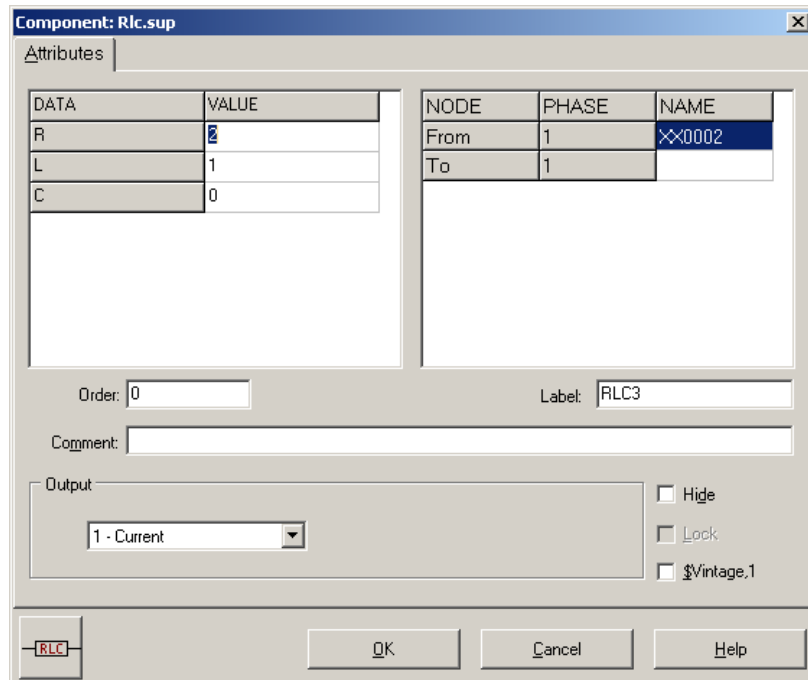
Comment:

Output: 1 - Current

Hide  
 Lock  
 \$Vintage.1

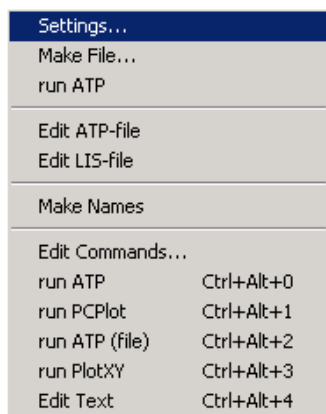
OK Cancel Help

Obr. 7 Nastavenie parametrov prvku RLC2

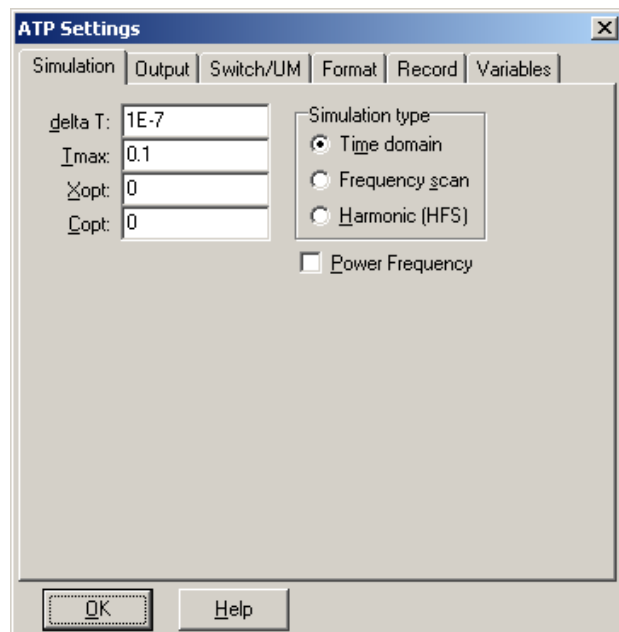


Obr. 8 Nastavenie parametrov prvku RLC3

Časové podmienky simulácie sa nastavujú voľbou z horného menu **ATP Settings** a **Simulation** (obr. 9). Keďže sa jedná o striedavý obvod a zaujímajú nás prechodné deje, nastavíme krok výpočtu **delta T**  $1E-7$  s a dobu výpočtu, minimálne však aspoň dve periódy (0,04 s), napr. **Tmax** 0,1 s (obr. 10).

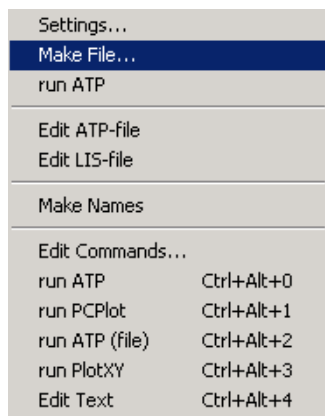


Obr. 9 ATP – Settings

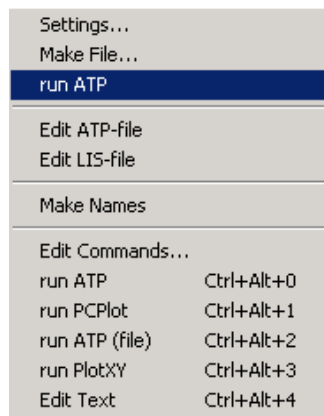


Obr. 10 Dialógové okno Settings – Simulation

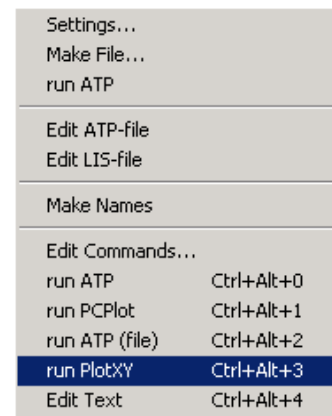
Príkazom **Make File** v hornom menu **ATP** sa vytvorí v podadresári ATP dátový súbor pre ATP s rovnakým názvom s príponou \*.atp (obr. 11). Príkazom **run ATP** v hornom menu **ATP** sa spustí výpočet v programe ATP, ktorého výsledkom sú súbory s príponou \*.lis a \*.pl4 (obr. 12). V prostredí ATPDraw sa voľbou z horného menu **ATP run PlotXY** spustí grafický postprocesor (obr. 13).



Obr. 11 ATP – Make File...

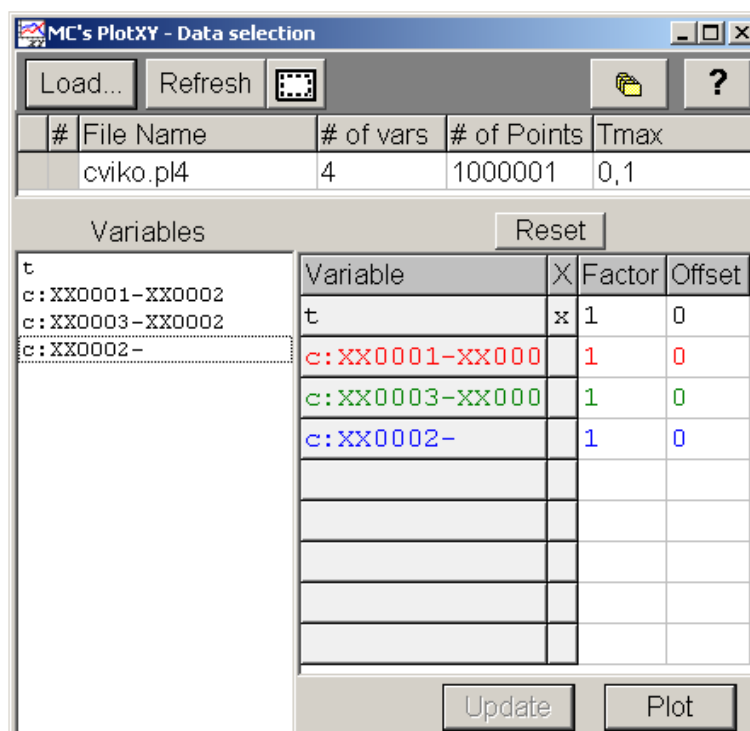


Obr. 12 ATP – run ATP



Obr. 13 ATP – run PlotXY

A v ňom je s označením **c: XX0001–XX0002** uvedený požadovaný priebeh prúdu  $I_1$ , **c: XX0003–XX0002** priebeh prúdu  $I_2$  a **c: XX0002–** priebeh prúdu  $I_3$ . Stlačením ľavého tlačidla myši sa dané priebehy označia pre zobrazenie a stlačením tlačidla **Plot** sa následne zobrazia. **Poznámka:** čísla uzlov môžu byť odlišné, v závislosti od zapojenia obvodu a nemusia korešpondovať s týmto číslovaním!

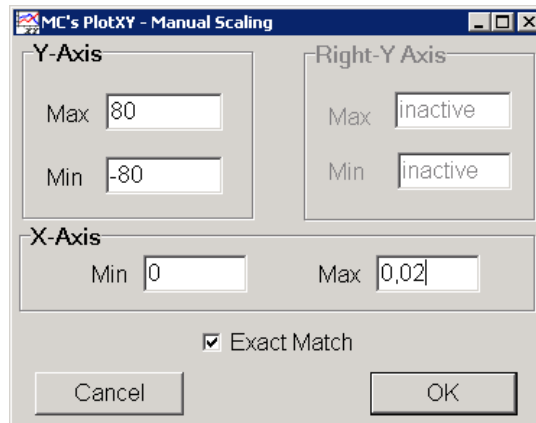


Obr. 14 Dialógové okno programu PlotXY pre vykreslenie priebehov

V okne PlotXY stlačíme tlačidlo Manual Scale v spodnom menu tlačidiel tohto okna (tretie zľava) (obr. 15) a následne v okne Manual Scaling zadáme minimálne a maximálne hranice pre zobrazenie priebehov. Nám postačuje jedna perióda, teda v X-Axis **Max** nastavíme hodnotu 0,02 (obr. 16) a potvrdíme tlačidlom **OK**.

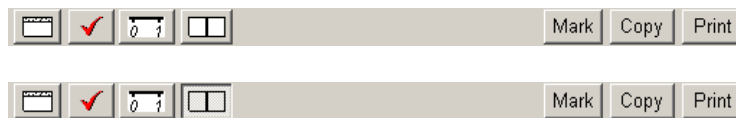


Obr. 15 Tlačidlo Manual Scale

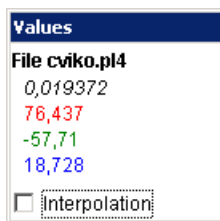
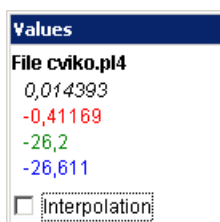
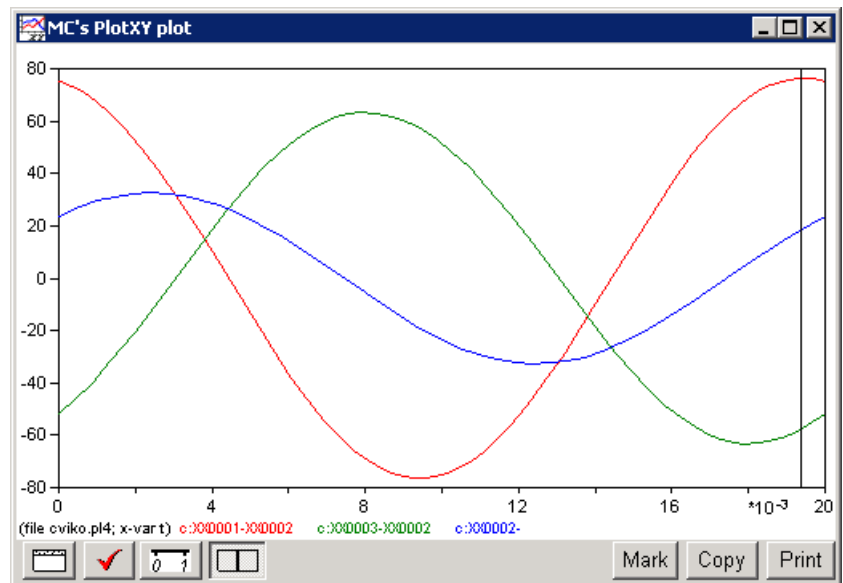


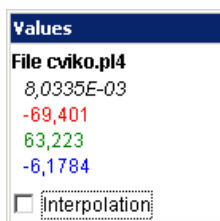
Obr. 16 Okno Manual Scaling

V okne PlotXY stlačíme tlačidlo Show Cursor v spodnom menu tlačidiel tohto okna (štvrté zľava) (obr. 17) a následne posúvame kurzorom (zvislou) čiarou pre zobrazenie hodnôt v požadovanom čase a amplitúde. Tu zistíme korešpondujúcu zhodu v amplitúde a fázovom natočení, t.j. čase prechodu veličiny nulou (porov. **Riešenie I**).

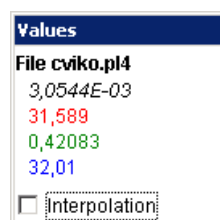


Obr. 17 Tlačidlo Show Cursor

Obr. 18 Zobrazenie maximálnej hodnoty prúdu  $I_1$ Obr. 19 Zobrazenie času prechodu prúdu  $I_1$  nulouObr. 20 Priebeh prúdu  $I_1$  vo vyššie uvedenom obvode



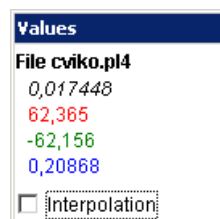
Obr. 21 Zobrazenie maximálnej hodnoty prúdu  $I_2$



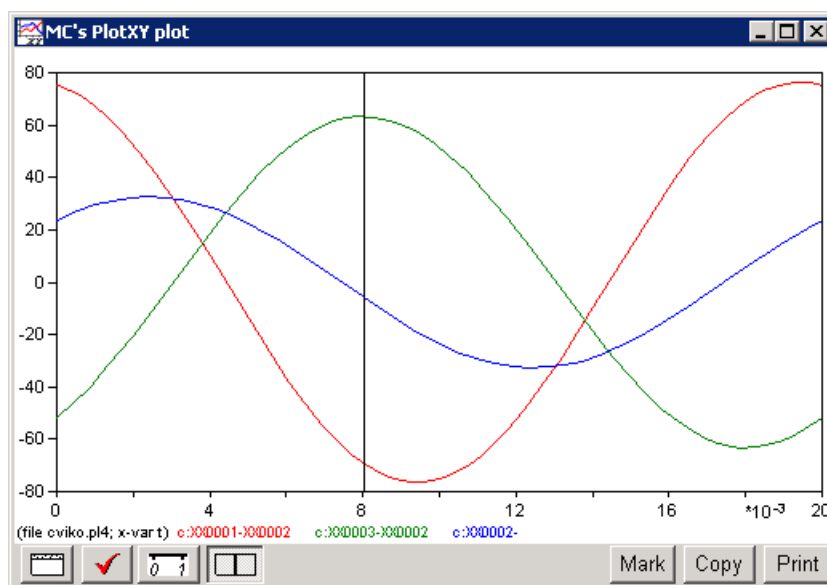
Obr. 22 Zobrazenie času prechodu prúdu  $I_2$  nulou



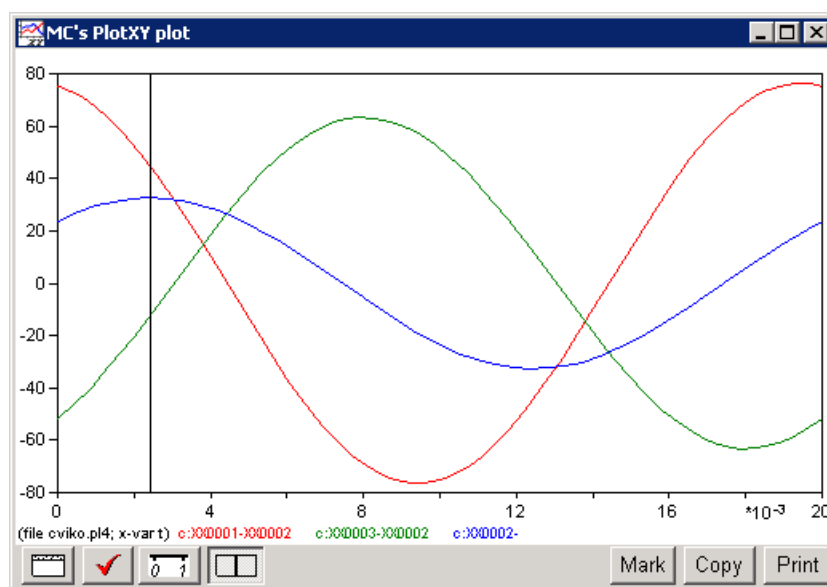
Obr. 24 Zobrazenie maximálnej hodnoty prúdu  $I_3$



Obr. 25 Zobrazenie času prechodu prúdu  $I_3$  nulou



Obr. 23 Priebeh prúdu  $I_2$  vo vyššie uvedenom obvode



Obr. 26 Priebeh prúdu  $I_3$  vo vyššie uvedenom obvode

Z daných priebehov odčítaných v 1. perióde PlotXY je vidieť, že prúdy prechádzajú nulou v časoch, ktorým zodpovedajú fázové natočenia podľa vzťahu  $\varphi = 360^\circ - \frac{t}{T} \cdot 360^\circ$  (pretože boli odčítané v 1. perióde):

$$t_1 = 0,01439 \text{ s} \Rightarrow \varphi_1 = 360^\circ - \frac{t_1}{T} \cdot 360^\circ = 360^\circ - \frac{0,01439}{0,02} \cdot 360^\circ = 100,98^\circ \approx -259,02^\circ$$

$$t_2 = 0,00305 \text{ s} \Rightarrow \varphi_2 = 360^\circ - \frac{t_2}{T} \cdot 360^\circ = 360^\circ - \frac{0,00305}{0,02} \cdot 360^\circ = 305,1^\circ \approx -54,9^\circ$$

$$t_3 = 0,01745 \text{ s} \Rightarrow \varphi_3 = 360^\circ - \frac{t_3}{T} \cdot 360^\circ = 360^\circ - \frac{0,01745}{0,02} \cdot 360^\circ = 45,9^\circ \approx -314,4^\circ$$

Pri danom rozlíšení (Scaling) je zhoda postačujúca (viď skutočné hodnoty):

$$I_1 = 76,44 \cdot e^{j100,6^\circ} \text{ A}, I_2 = 63,23 \cdot e^{-j54,6^\circ} \text{ A}, I_3 = 32,64 \cdot e^{j-46,3^\circ} \text{ A}$$