

# MĚŘENÍ IMPEDANCE TŘEMI VOLTMETRY

Martin Zlámal

© *Datum poslední revize 27. října 2013*

L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

## Obsah

1	Zadání	2
2	Teoretický úvod	2
3	Schéma zapojení	3
4	Postup měření	3
5	Naměřené a dopočítané hodnoty	3
6	Grafy	5
7	Závěr	5
8	Přístroje	5

## Seznam obrázků

1	Schéma zapojení . . . . .	3
2	Závislost $L = f(I)$ . . . . .	5

## Seznam tabulek

1	Naměřené a dopočítané hodnoty pro induktor . . . . .	3
2	Naměřené a dopočítané hodnoty pro kapacitor . . . . .	4

# 1 Zadání

1. Metodou třech voltmetrů změřte impedanci předložené cívky. Určete činný odpor, reaktanci při kmitočtu  $50\text{Hz}$  a indukčnost cívky.
2. Měření opakujte pro tři různé odpory pomocného normálu odporu  $R_N$ .
3. Změřená napětí a dopočítaný proud zakreslete do fázorových diagramů.
4. Stanovte pro jakou hodnotu normálu  $R_N$  je měření nejpřesnější.

# 2 Teoretický úvod

## Metody měření impedancí

Impedanci měříme při střídavém proudu, aby nedošlo pouze ke změření činné složky impedance. Měřiti můžeme například voltmetrem, ampérmetrem a wattmetrem, nebo pomocí tří ampérmetrů, popř. voltmetrů, což je způsob řešení v této práci. Impedance se dají také měřit číslicově případně můstkem.

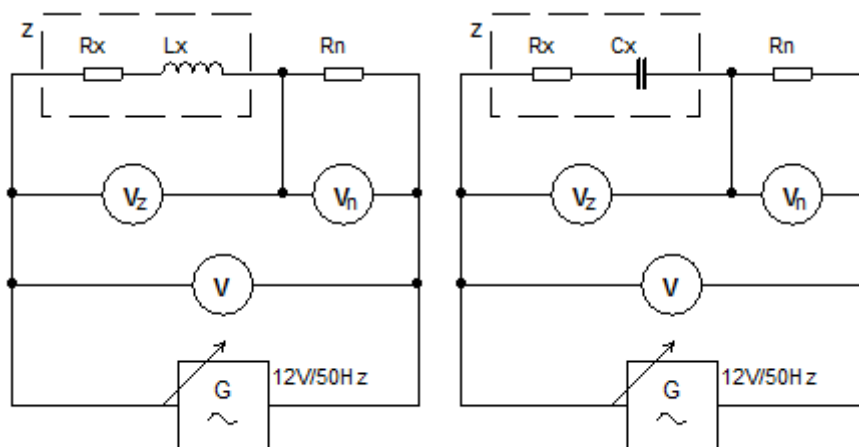
## Metoda tří voltmetrů

Měřená impedance je zapojena v sérii s odporovým normálem. Pomocí tří voltmetrů měříme efektivní hodnoty úbytků napětí na normálu, měřené impedance a napětí celkové.

## Náhradní zapojení cívky

Náhradním zapojením cívky myslíme zapojení ideální cívky do série s s odporem vlastního vinutí. V takovém případě je  $Z = R + j\omega L$ . Velikost impedance je v tomto případě  $|Z| = \sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}$ . Pro případ zapojení ideální cívky paralelně k odporu vlastního vinutí by platilo, že  $Z = \frac{j\omega RL}{R + j\omega L}$ . V takovém případě je velikost impedance  $|Z| = \frac{|\omega RL|}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}}$ .

### 3 Schéma zapojení



Obrázek 1: Schéma zapojení

### 4 Postup měření

Při měření byl k dispozici pouze jeden voltmetr, takže obvod zapojíme podle schématu, ale vždy budeme měnit pozici voltmetru. Do tabulky si zaznamenáváme jednotlivé hodnoty napětí na normálovém odporu  $U_N$ , napětí na imepdanci  $U_Z$  a celkové napetí  $U$  vždy k příslušné hodnotě normálového odporu. Celé měření provádíme celkem dvakrát. Jednou pro předložený induktor a podruhé pro předložený kapacitor.

### 5 Naměřené a dopočítané hodnoty

Tabulka 1: Naměřené a dopočítané hodnoty pro induktor

$R_N[\Omega]$	10	100	1000
$U[V]$	12,740	12,799	12,160
$U_N[V]$	1,752	8,015	12,140
$U_Z[V]$	11,080	5,053	0,770
$I[A]$	0,172	0,080	0,012
$Z[\Omega]$	64,419	63,163	64,167
$\cos \varphi[-]$	0,939	0,914	-0,006
$\varphi[^\circ]$	20,116	23,936	90,327
$R[\Omega]$	60,489	57,731	-0,366
$X[\Omega]$	22,155	25,626	64,166
$L[H]$	0,071	0,082	0,204

Velikost proudu impedancí:

$$I = \frac{U_N}{R_N} = \frac{1,752}{10} = 0,175\Omega \quad (1)$$

Velikost impedance:

$$U = \frac{U_Z}{I} = \frac{11,080}{0,172} = 64,419\Omega \quad (2)$$

Účinník:

$$\cos \varphi = \frac{U^2 - U_N^2 - U_Z^2}{2U_Z U_N} = \frac{12,740^2 - 1,752^2 - 11,080^2}{2 \cdot 11,080 \cdot 1,752} = 0,939 \quad (3)$$

Fázový posuv  $U_Z$  vůči  $I$ :

$$\varphi = \arccos(\cos \varphi) = \arccos(0,939) = 20,116^\circ \quad (4)$$

Činný odpor cívky:

$$R = Z \cos \varphi = 64,419 \cdot 0,939 = 60,489\Omega \quad (5)$$

Reaktance cívky:

$$X = Z \sin \varphi = 64,419 \cdot \sin(20,116) = 22,155\Omega \quad (6)$$

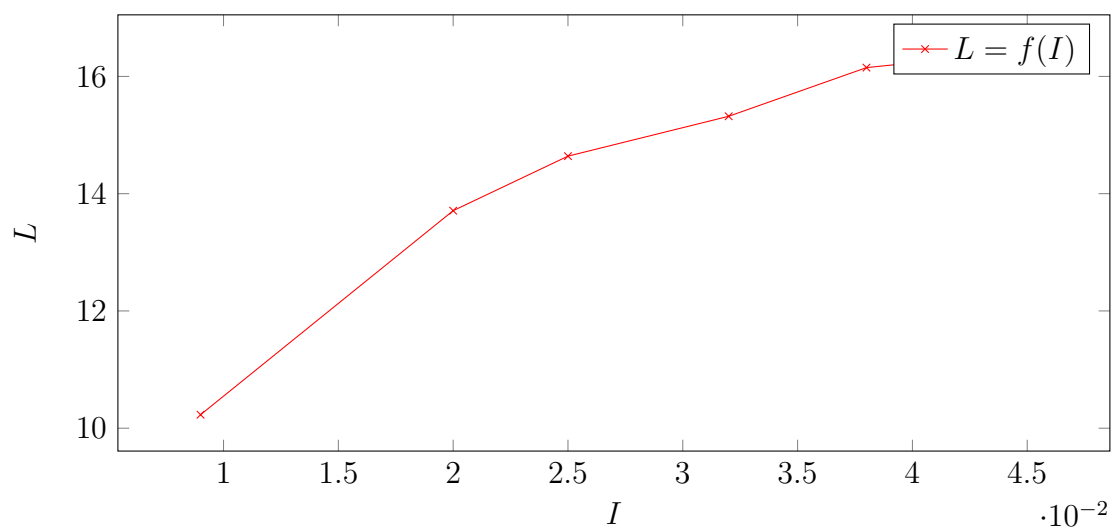
Indukčnost cívky:

$$L = \frac{X}{2\pi f} = \frac{22,155}{2\pi \cdot 50} = 0,071H \quad (7)$$

Tabulka 2: Naměřené a dypočítané hodnoty pro kapacitor

$R_N[\Omega]$	10	100	1000
$U[V]$	12,885	12,862	12,880
$U_N[V]$	0,692	6,010	12,620
$U_Z[V]$	12,868	11,278	2,368
$I[A]$	0,172	0,080	0,012
$Z[\Omega]$	64,419	63,163	64,167
$\cos \varphi[-]$	0,939	0,914	-0,006
$\varphi[^\circ]$	20,116	23,936	90,327
$R[\Omega]$	60,489	57,731	-0,366
$X[\Omega]$	22,155	25,626	64,166
$L[H]$	0,071	0,082	0,204

## 6 Grafy



Obrázek 2: Závislost  $L = f(I)$

## 7 Závěr

## 8 Přístroje

- Multimetr Escort 1136A, evid. 177208
- Zdroj AC/DC 3-24/1,5A, evid. 117254

- Odporové normály 10, 100, 1000 $\Omega$  – 10W