

Měření vlastní indukčnosti

Ondřej Šika

Obsah

1	Zadání	3
2	Teoretický úvod	3
2.1	Indukčnost	3
2.2	Indukčnost cívky	3
2.3	Vlastní indukčnost	3
2.4	Statická definice vlastní indukčnosti	3
2.5	Dinamická definice vlastní indukčnosti	4
2.6	Způsoby zapojení indukčnost	4
2.6.1	Sériové zapojení	4
2.6.2	Paralerní zapojení	4
2.7	Výpočet indukčnost	4
3	Schéma zapojení	5
3.1	VA metoda	5
3.2	Měření wattmetrem	5
3.3	Rezonanční můstek	5
4	Postup měření	6
5	Naměřené a vypočítané hodnoty	6
5.1	Příklady výpočtů	6
5.2	Tabulky hodnot	6
5.2.1	VA metoda	6
5.2.2	Měření wattmetrem	7
5.2.3	RLC metr	7
6	Grafy	8
6.1	Měření vlastní indukčnosti VA metodou	8
6.2	Závislost Indukčnosti na proudu	9
7	Závěr	10

1 Zadání

1. Změřte vlastní indukčnost tlumivky voltmetrem, ampérmetrem a wattmetrem a znázorněte graficky závislost $L = f(I)$.
2. Změřte vlastní indukčnost vzduchové cívky VA metodou.
3. Hodnotu vlastní indukčnosti stejné cívky změřte zvolenou můstkovou metodou, typ můstku zvolte po dohodě s vyučujícím.
4. Výsledky měření metodami 2 a 3 zobrazte ve formě sloupcových grafů včetně hodnoty a procentuální přesnosti uvedené výrobcem na měřené součástce.

2 Teoretický úvod

2.1 Indukčnost

Indukčnost je fyzikální veličina, vyjadřující velikost magnetického indukčního toku kolem proudové smyčky při jednotkovém elektrickém proudu procházejícím proudovou smyčkou. Indukčnost je konstanta úměrnosti mezi magnetickým indukčním tokem a elektrickým proudem, který tento tok vyvolal.

2.2 Indukčnost cívky

Indukčnost cívky je značně závislá na proudu procházejícím cívkou. Je proto vhodné provádět měření při tom proudu, při kterém bude cívka provozována. Pro jednoduchost řešení je v předchozím výpočtu zanedbána potřeba přístrojů.

2.3 Vlastní indukčnost

Vlastní indukčnost je základní veličina každé cívky a vyjadřuje: schopnost cívky vybudit magnetický tok při průchodu proudu cívkou. A je také schopnost cívky indukovat v sobě napětí při každé změně proudu v cílce.

Tato veličina závisí pouze na tom jak byla cívka vyrobena (počet závitů, jádro, rozměry)

2.4 Statická definice vlastní indukčnosti

Vlastní indukčnost je staticky definována magnetickým spřažením ψ , které je vyvoláno jednotkovým proudem. Lze ji vyjádřit vztahem:

$$L = \frac{\phi}{I}$$

2.5 Dinamická definice vlastní indukčnosti

Trojfázový jalový výkon vychází z tohoto vztahu. Vlastní indukčnost je definována napětím indukovaným v cívce, při jednotkové rychlosti změny proudu.

$$L = \frac{\Delta U * \Delta t}{\Delta I}$$

2.6 Způsoby zapojení indukčnost

2.6.1 Sériové zapojení

Jsou-li indukčnosti v sériovém zapojení, je výsledná indukčnost dána jejich součtem $L = L1 + L2 + L3$. Nezáleží na směru vinutí jednotlivých cívek.

Uvedený vztah však platí, jen nepůsobí-li magnetické pole jedné cívky na druhou.

2.6.2 Paralelní zapojení

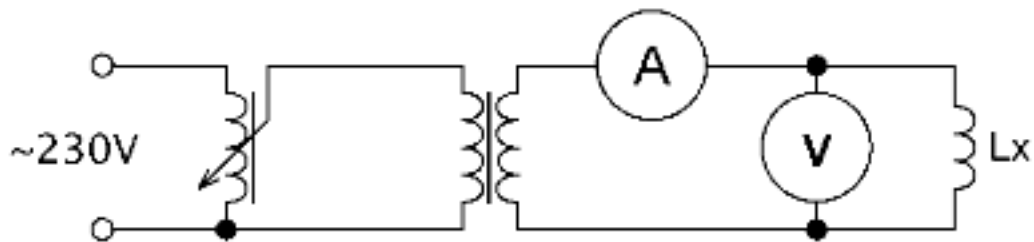
převrácená hodnota výsledné indukčnosti se rovná součtu převrácených hodnot jednotlivých indukčností $\frac{1}{L} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3}$. Tento vztah opět platí tehdy, když na sebe cívky navzájem nepůsobí.

2.7 Výpočet indukčnost

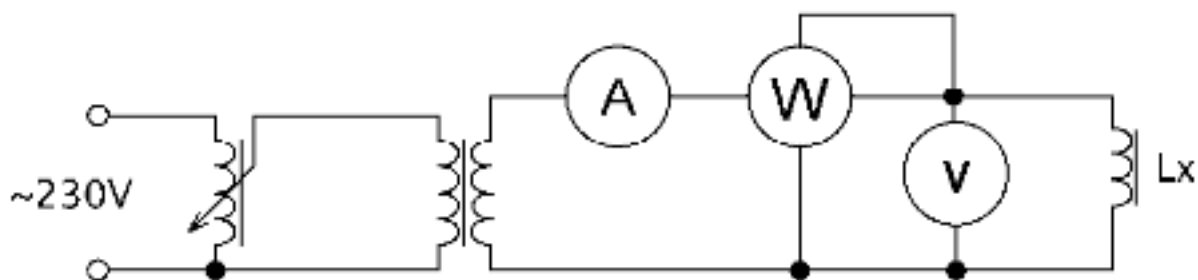
$$L = \frac{1}{I * \omega} * \sqrt{1 - \frac{P^2}{U * I}}$$

3 Schéma zapojení

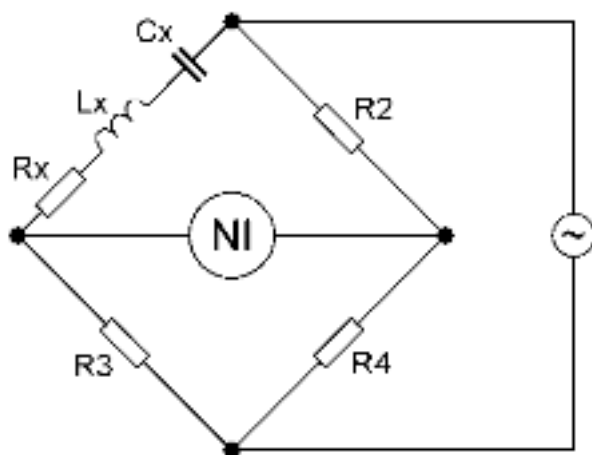
3.1 VA metoda



3.2 Měření wattmetrem



3.3 Rezonanční můstek



4 Postup měření

K bodu 1 zadání - cívku napájejte střídavým napětím ze sítě přes regulační autotransformátor nebo nf generátor, čímž budete mít umožněnu jemnější regulaci. Kmitočet byste měli kontrolovat měřičem frekvence. Před měřením zkontrolujte ohmickou hodnotu odporu můstkem. Měření proveďte 3x a výslednou indukčnost určete jako aritmetický průměr indukčností. Velikost proudu volte podle průměru vodiče cívky.

K bodu 2 zadání - cívku se železným jádrem napájejte střídavým napětím ze sítě přes regulační autotransformátor – pozor na maximální dovolený proud cívky !!! U tohoto měření se projevuje vyšší závislost indukčnosti na procházejícím proudu, proto volte asi 6 - 10 hodnot proudu. Frekvenci byste měli opět kontrolovat měřičem frekvence. Pozor na volbu rozsahu wattmetru !!!

K bodu 3 zadání - můstkovou metodu měření indukčnosti doporučujeme nechat na konec měření.

5 Naměřené a vypočítané hodnoty

5.1 Příklady výpočtů

$$L = \frac{1}{I \cdot \omega} * \sqrt{1 - \frac{P^2}{U \cdot I}} = \frac{1}{0,5 * 2 * \pi * 50} * \sqrt{1 - \frac{0,5^2}{0,3 * 0,5}} = 13mH$$

5.2 Tabulky hodnot

5.2.1 VA metoda

$$f = 50Hz$$

U [V]	I [mA]
0	0
15	0
30	0
45	2
60	3
75	4
90	5
105	5.8
120	6.5
135	7.35
150	8
165	8.8
180	9.6

5.2.2 Měření wattmetrem

$$f = 50\text{Hz}$$

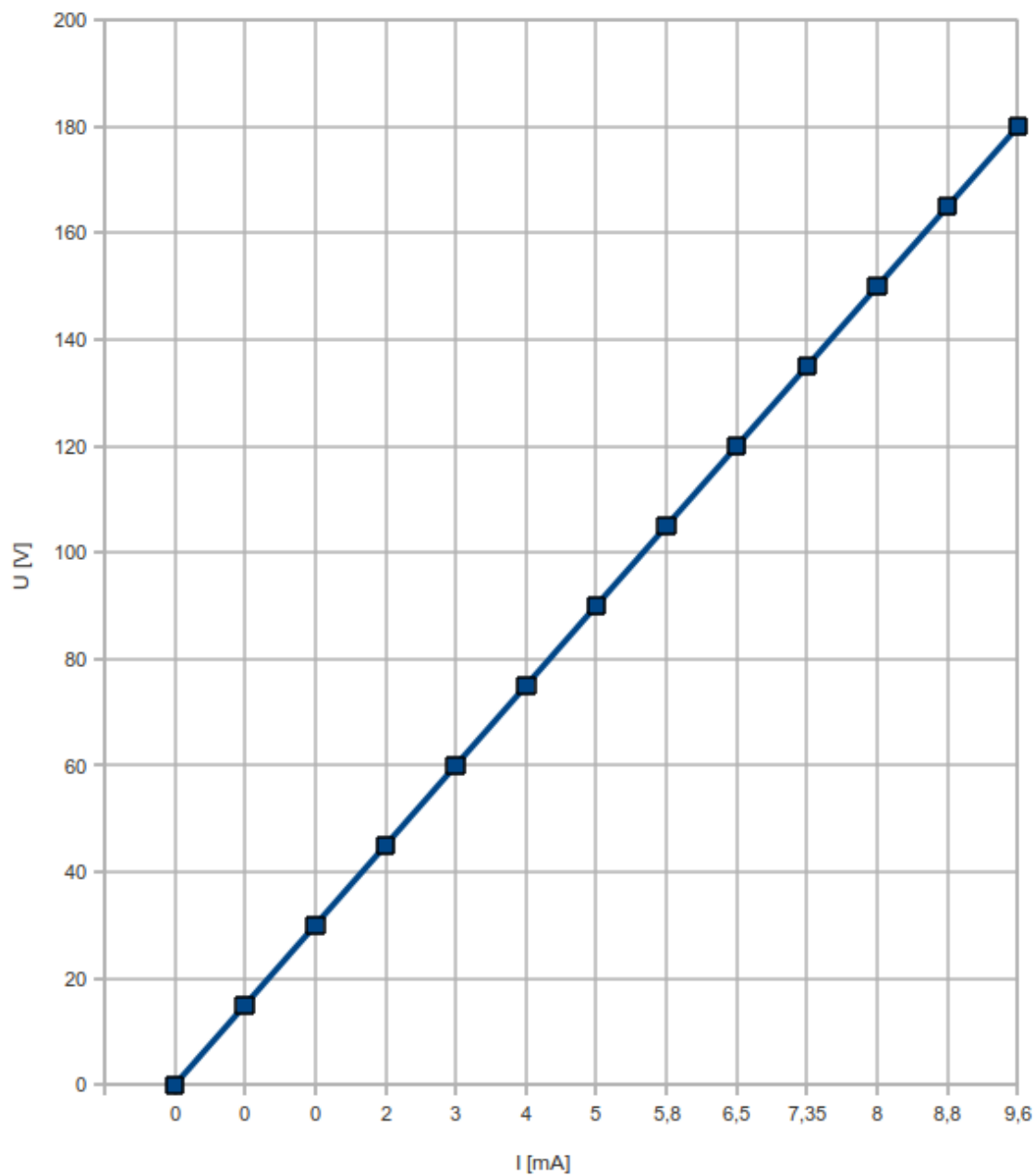
U [V]	I [mA]	P_M [W]	L_X [mH]
0.3	0.5	0.5	13
0.6	2	0.5	24
0.9	3.25	0.5	32
1.2	4.5	0.75	37
1.5	5.75	1	45
1.8	6.75	1.25	58
2.1	8	1.5	64
2.4	9.25	2	68
2.7	10.5	2.5	74
3	11.5	3	79
3.3	12,75	3.25	88
3.6	14	4	91

5.2.3 RLC metr

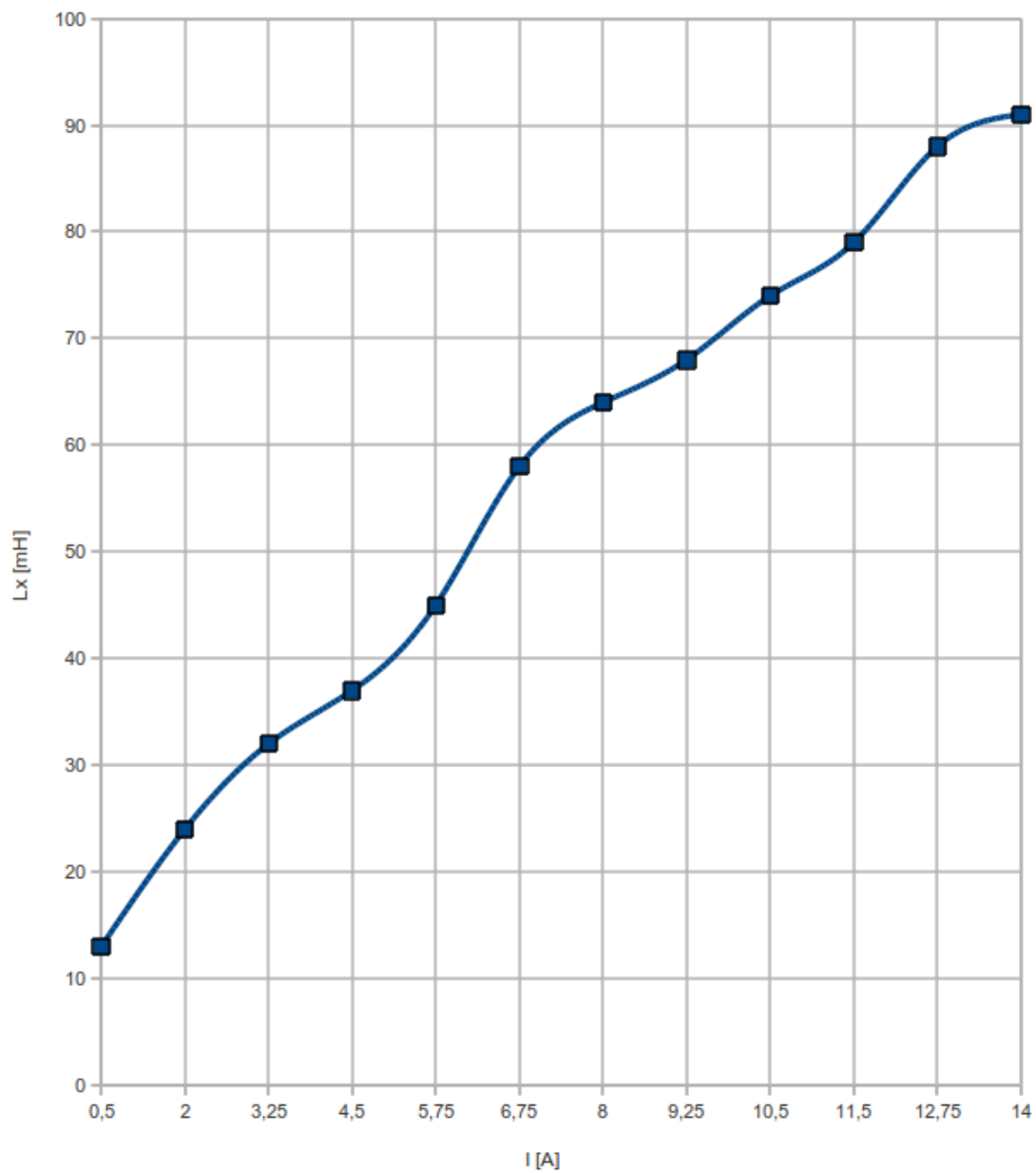
Jmenovitá hodnota [mH]	4	90
Naměřená hodnota [mH]	4	91

6 Grafy

6.1 Měření vlastní indukčnosti VA metodou



6.2 Závislost Indukčnosti na proudu



7 Závěr

Voltampérová metoda a metoda měření wattmetrem jsou časově nenáročné a přesnost není vysoká. Časově nejnáročnější metoda je můstková metoda, která je ovšem podstatně přesnější, její přesnost závisí na přesnosti dekád. Toto měření jsem neměřil.