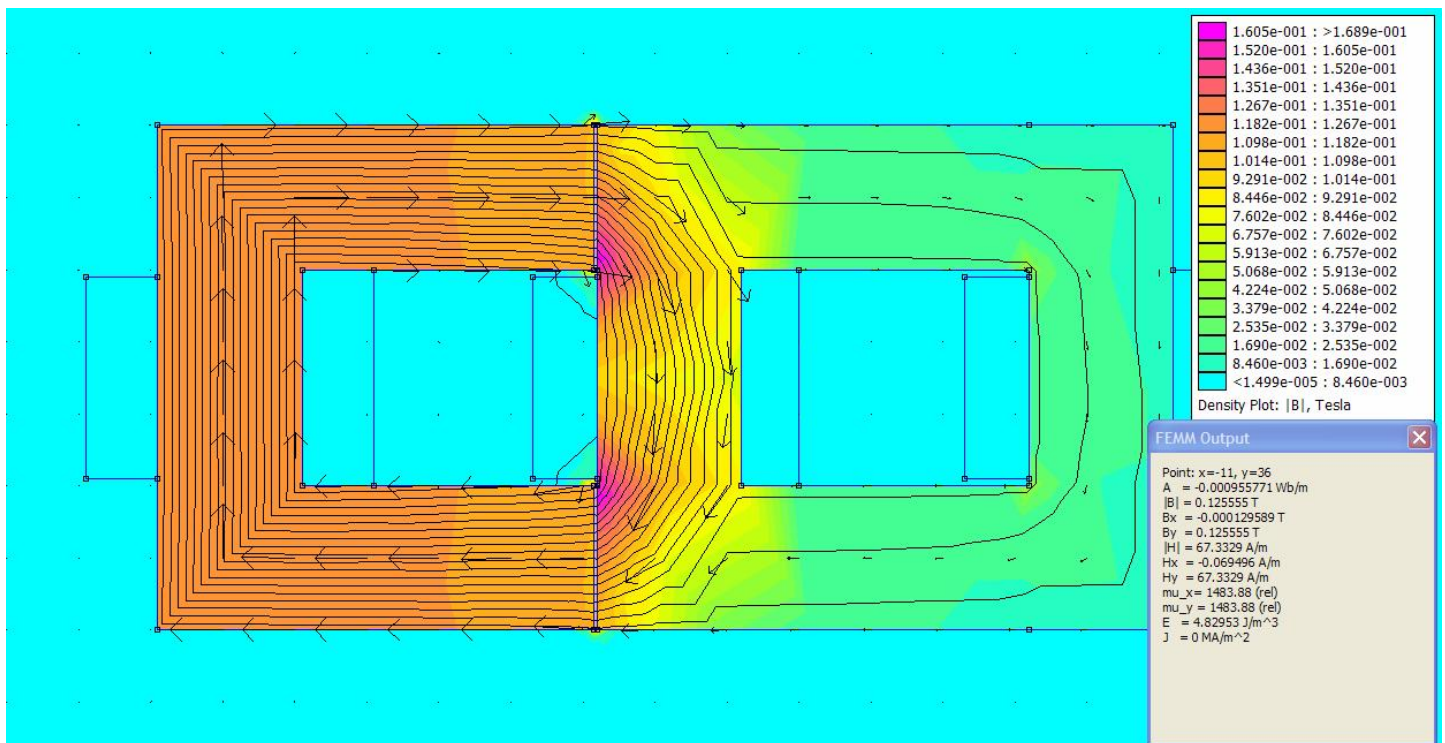


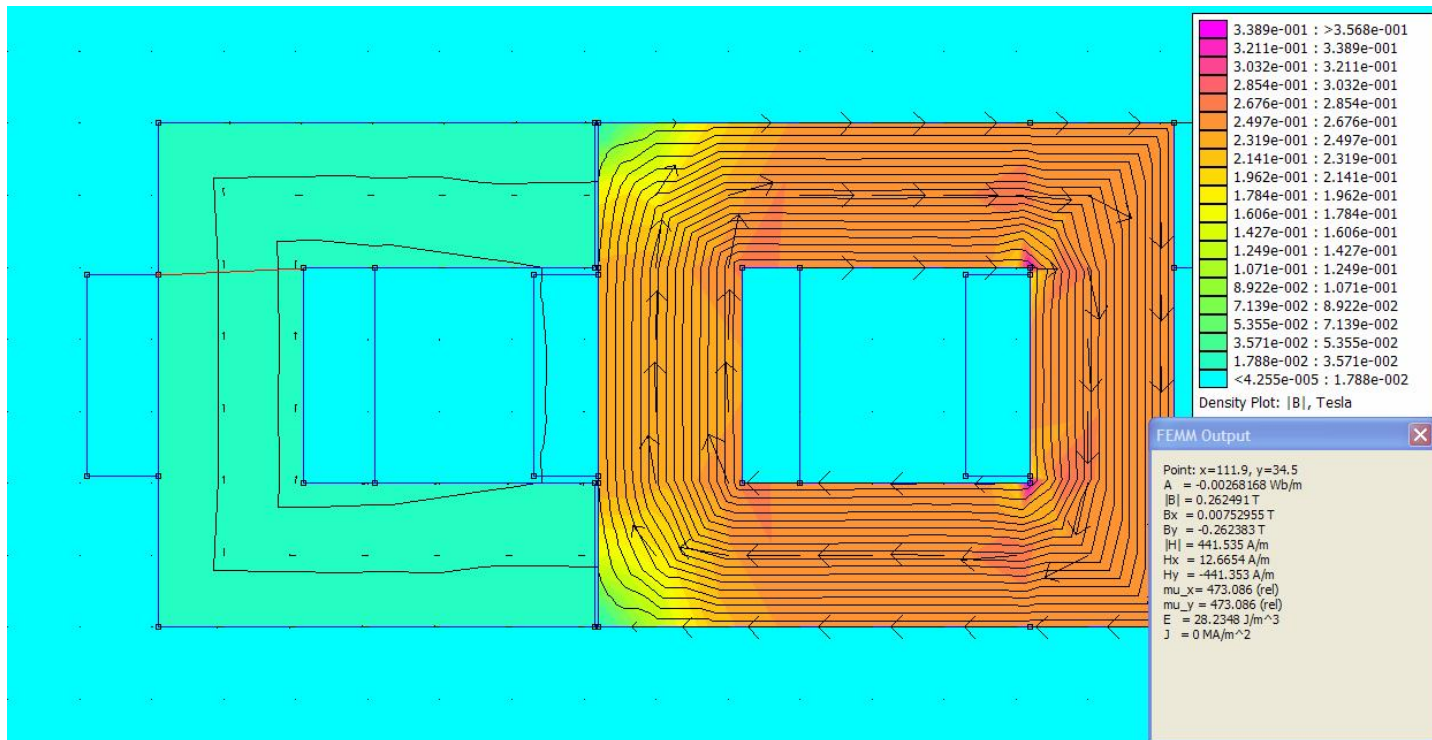
Návrh realizace transformátoru Thane C. Heinse II.

(c) Ing. Ladislav Kopecký, duben 2016

Ve druhé části článku vytvoříme verzi TH transformátoru, která se více podobá té, jež je uvedena na obrázku na první stránce dokumentu [Bi-toroidní transformátor Thane C. Heinse](#). Místo většího průřezu paralelní magnetické cesty použijeme vzduchovou mezeru, která zajistí, že sekundární magnetické pole se uzavře přes druhou sekundární cívku a ne přes cívku primární. Pro vytvoření magnetického obvodu použijeme dvě feritová jádra „C a jedno „I“. Tuto verzi TH transformátoru najdete na obr. 1. Na tomto obrázku je provedena simulace, kde proud primární cívkou je 1A a obě sekundární cívky jsou bez proudu. Sycení sloupku s primární cívkou je $B \cdot n = 0,12568\text{T}$. Počet závitů každé z cívek je 100 a šířka vzduchové mezery je 0,5mm. Na situaci, kdy cívkou na prostředním sloupku teče proud 0,9A se můžete podívat na obr. 2. Přitom sycení levého sloupku pokleslo na hodnotu 0,0342619T. Když zatížíme i cívku na pravém sloupku a to proudem 0,8A, na levém sloupku poklesne sycení na 0,0222329T. To není vůbec špatné, protože jsme se přiblížili sycení cívky se slepou zátěží, která téměř představuje zkrat. Dále budeme postupovat obdobně jako v první části tohoto článku. Budeme zkoumat, jak se mění indukčnost primární cívky vlivem zátěže na pravém sloupku, přičemž slepá zátěž bude konstantní. Graf 3 ukazuje závislost indukčnosti primární cívky a střední hodnoty magnetické indukce ve 3. sloupku na proudovém zatížení cívky L3. Poslední závislost vypovídá o „tvrdosti“ zdroje. Porovnáme-li graf 1 s grafem 2 nebo 3 z první části článku, uvidíme, že v obou případech je pokles indukčnosti v závislosti na odběru proudu malý v porovnání s poklesem indukčnosti u klasického symetrického transformátoru.



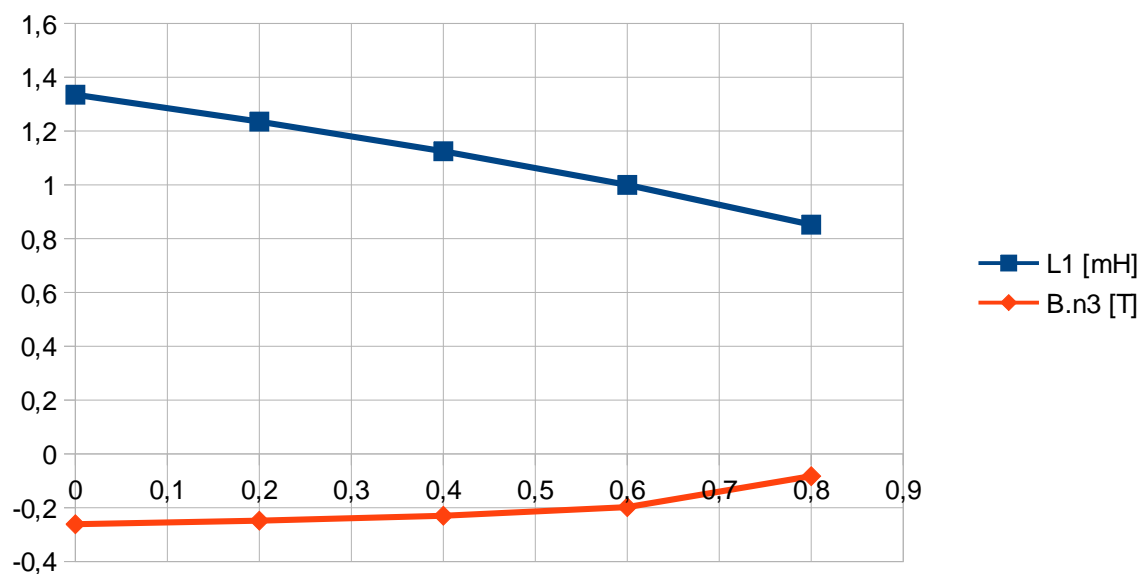
Obr. 1



Obr. 2

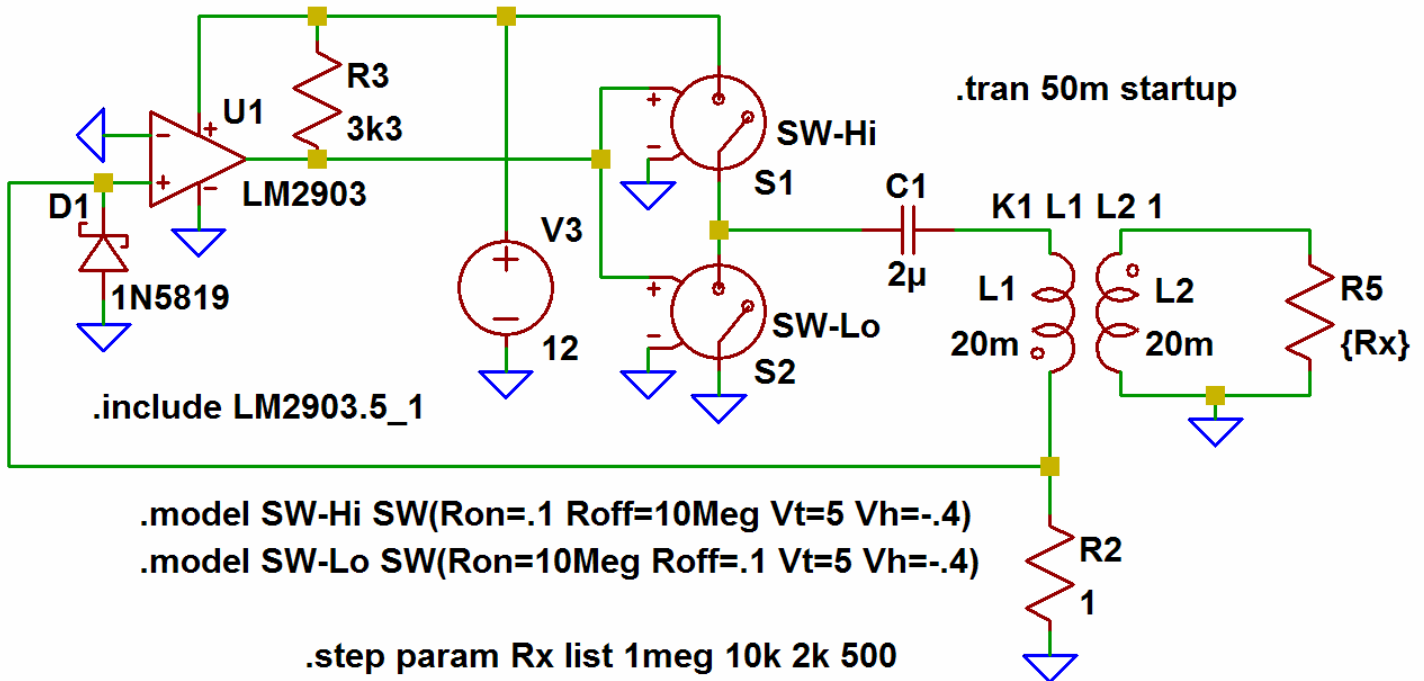
I3 [A]	L1 [mH]	B.n3 [T]
0	1,335	-0,2613
0,2	1,235	-0,2482
0,4	1,125	-0,2298
0,6	1	-0,198
0,8	0,852	-0,08277

Tabulka 1

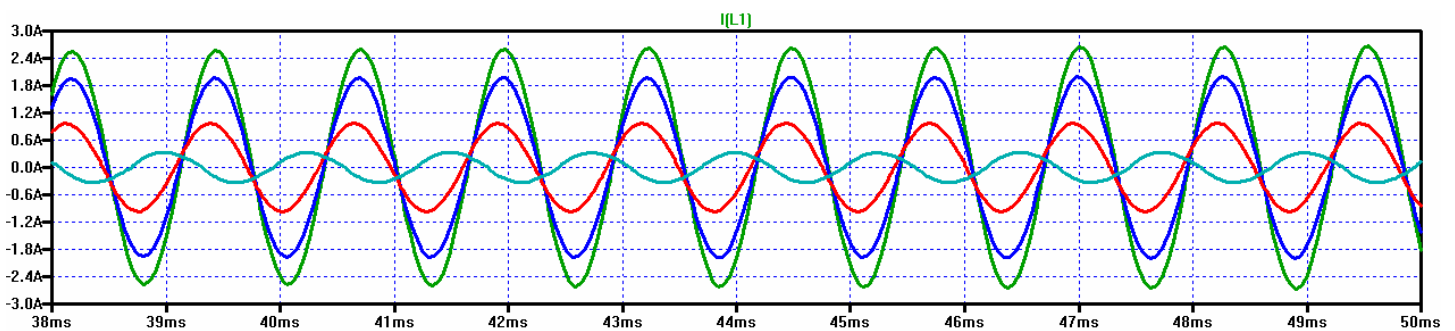


Graf 1: Závislost L1 a B.n3 na proudu odebraném ze sekundární cívky

V tabulce 1 a grafu 1 však máme indukčnost zjištěnou pomocí simulace magnetického obvodu a jedná se o indukčnost podle statické definice. To by nás mohlo svádět k domněnce, že u klasického transformátoru je při zátěži sekundární cívy dojde ke zmenšení indukčnosti primární cívky, což vede ke zvýšení odběru ze zdroje. Abychom tuto domněnku ověřili, provedeme následující experiment. Budeme simulovat rezonanční oscilátor, jehož frekvence je závislá na rezonančním kmitočtu LC obvodu. Jako indukčnost L použijeme primární cívku transformátoru, jehož sekundární cívku zatížíme činným odporem. Budeme sledovat, zda se vlivem této zátěže bude měnit frekvence oscilátoru. Podle této hypotézy by s rostoucí zátěží sekundáru měla frekvence růst. Experimentální zapojení je na obr. 3. Na obr. 4 vidíme průběhy proudu v závislosti na odporu zátěže. Vidíme, že velikost zátěže nemá na frekvenci oscilátoru žádný vliv. Vliv však má na amplitudu proudu. To znamená, že zátěž primáru nemá vliv na indukčnost primární cívky, ale zhoršuje činitel jakosti primární cívky.



Obr. 3: LC oscilátor



Obr. 4: Průběhy proudu cívkou L1 pro různé hodnoty zatěžovacího odporu

Toto zjištění je v souladu s teorií transformátoru, jehož náhradní schéma najdete na obr. 5.

Paralelní obvod představuje magnetický obvod transformátoru, který spotřebuje část proudu na vytvoření magnetického pole a na krytí ztrát v železe:

R_{Fe} - ztráty v železe jsou způsobeny vířivými proudy a hysterezí

X_{μ} - magnetizační reaktance – magnetické pole jádra se chová jako cívka, magnetický tok, který je vyvolán proudem je zpožděn za napětím o 90°

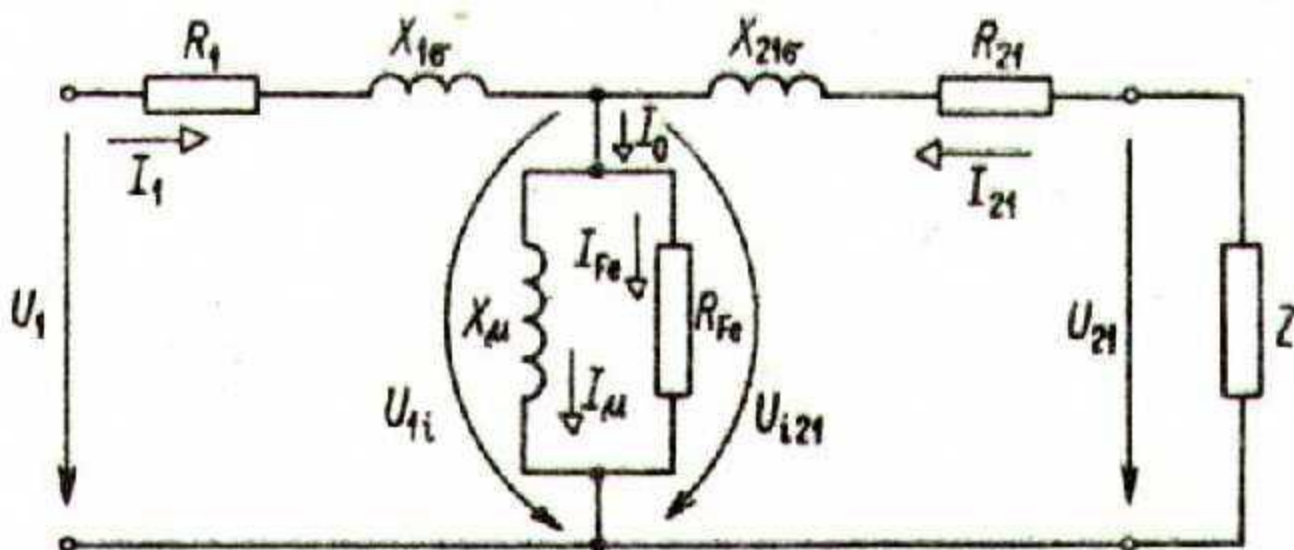
Sériový obvod představuje primární a sekundární vinutí, na vinutí vznikají úbytky napětí:

R_1, R_{2l} – odpor primárního a sekundárního vinutí

$X_{1\sigma}, X_{21\sigma}$ – rozptylová reaktance primárního a sekundárního vinutí, část magnetického toku se uzavírá vzduchovou mezerou a nepodílí se na elektromagnetické indukci – vznikají úbytky napětí
 Indexy 21 na sekundární straně znamenají hodnoty přepočítané ze sekundární strany na primární stranu tak, že vznikne transformátor s převodem $p=1$:

$$U_{21} = p \cdot U_2 \quad R_{21} = R_2 \cdot p^2$$

$$I_{21} = I_2 \cdot \frac{1}{p} \quad X_{21} = X_2 \cdot p^2$$



Obr. 5: Náhradní schéma transformátoru

Křivku indukčnosti v grafu 1 je proto třeba chápat ve smyslu ovlivňování primární cívky sekundárním magnetickým tokem.