

Teslův transformátor

M. Vlk*, L. Blašťáková, T. Váchalová, F.Kallmünzer, R. Stržínek
Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 7, 115 19 Praha 1

*vlkmare1@fjfi.cvut.cz

Abstrakt

Příspěvek vypoovídá o průběhu při tvorbě transformátoru, jeho zprovoznění a o vynálezcovi a géniovi, Nikolou Teslovi samotném.

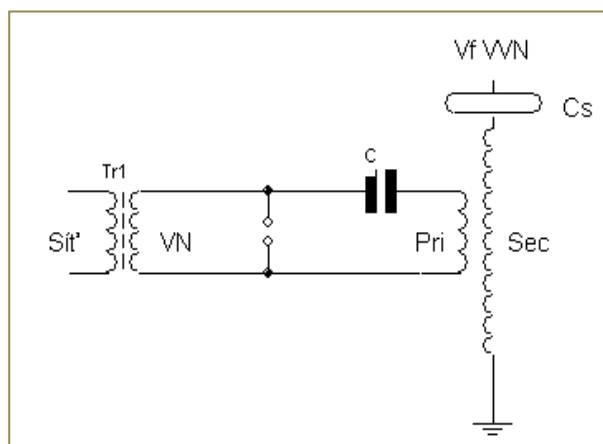
1 Úvod

Po neúspěchu v zimním semestru s projektem tehdy nazvaným „Teslova cívka“ jsme se přihlásili do Fyzikálního semináře znovu s jasným cílem, dovést projekt do konce. Do našeho týmu přibyl jeden člen a jeden host, což byl cenný přínos pro náš projekt. Jak se dozvíte v následujících řádcích, dosáhli jsme funkčního provedení, ale pořád tomu něco chybí.

2 Teslův transformátor

Co je to vlastně Teslův transformátor (dále TT)? Jde o vysokofrekvenční transformátor, pracující na rezonančním principu.

Je tvořen dvěma sousými vzduchovými cívkami s různým počtem závitů. Zdrojem primárního vysokofrekvenčního napětí v primárním obvodu je tlumený jiskrový oscilátor (na principu jiskřiště) napájený např. z vysokonapětového transformátoru. Na sekundární cívce se běžně dosahuje několik stovek kV až jednotek MV, podle stavby transformátoru, jeho uspořádání, vyladění a zdroje primárního napětí.



Obr. 1 Schéma Teslova transformátoru

Primární obvod se skládá z prim. cívky o malém počtu závitů (cca 10), zdroje vysokého napětí, jiskřiště a kondenzátoru (k dosažení potřebné rezonanční frekvence). Sekundární obvod tvoří sek. cívka s vysokým počtem závitů (v našem případě 1500), další součástí může být toroid (přidává kapacitu).

Závislost frekvence na kapacitě C (charakterizuje kondenzátor) a indukčnosti L (char. cívku) je popsán Thomsonovým vztahem:

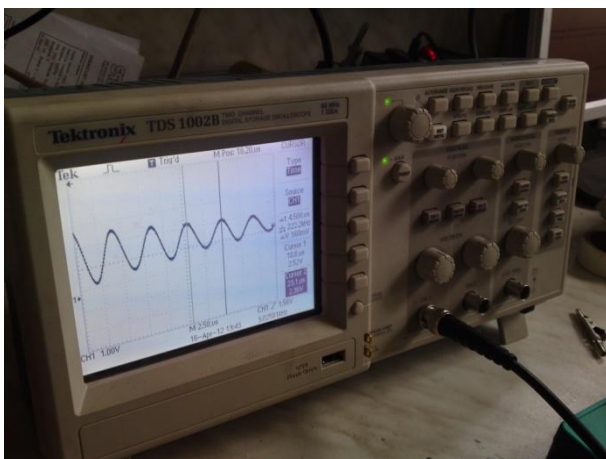
$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

3 Náš projekt

Po zkušenostech ze zimního semestru jsme již nepodcenili přípravu a jelikož jsme všichni mimopražští studenti, nejlepšími prostory pro přípravu byla škola. V prvních týdnech semestru jsme kontaktovali ing. V. Svobodu, Csc. s žádostí o poskytnutí prostor a bylo nám vyhověno.

Měli jsme jen namotanou sekundární cívku a několik dalších drobností. Dále jsme dostali na výběr buď využít školní TT a s ním projekt odprezentovat nebo použít prim. obvod TT, který byl sestaven studenty v jiném ročníku Fyzikálního semináře a jehož sekundární cívka vyhořela. Zvolili jsme druhou možnost.

Začali jsme se scházet vždy v pondělí na katedře fyziky v kabinetu ing. Svobody pod dohledem ing. G. Vondráška. Vytvořili jsme podstavec pro sekundární cívku a namotali primární cívku z měděného drátu. Po připojení k prim. obvodu a spuštění se nic nedělo. Měděný drát byl nahrazen silnějším měděným kabelem a postupným navíjením prim. cívky se obvod vyladil, tak aby jiskry byly co největší.



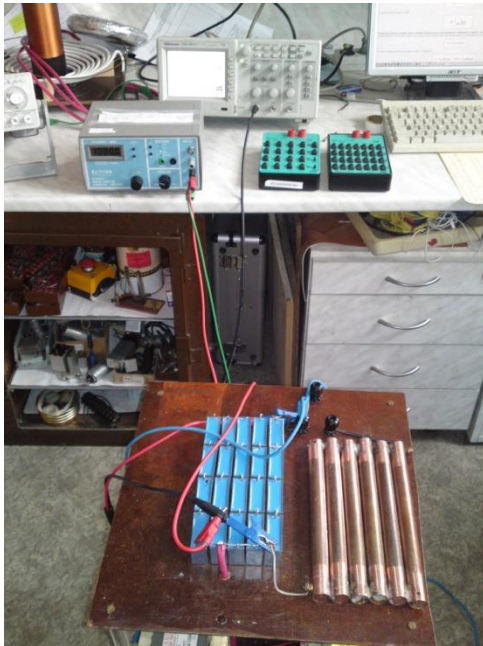
Obr. 2 Osciloskop; na obrazovce sinusová vlna při měření frekvencí

V použitém prim. obvodu byli jako zdroj použity 4 MOTy (microwave oven transformer). Pro získání potřebné kapacity se použilo hned několik menších kondenzátorů zapojených sérioparalelně a jako jiskřiště posloužila série krátkých měděných trubek.

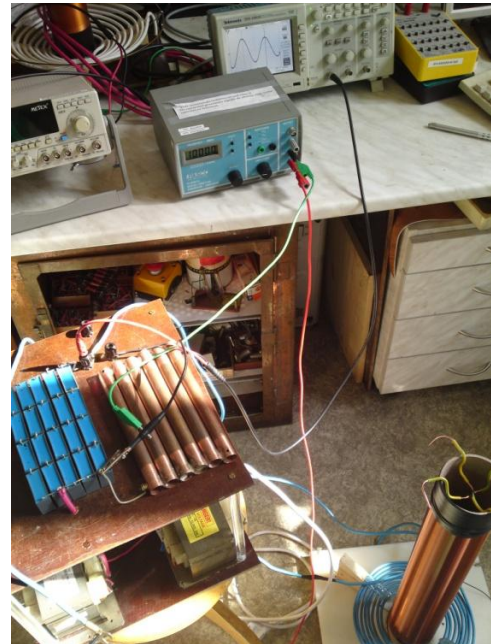
Dále nás čekalo měření frekvencí prim. a sek. obvodu. V obvodech jsme budili kmity frekvenčním generátorem obdélníkové funkce a na osciloskopu jsme odečítali frekvenci rezonančních LRC obvodů. Z měření vyplynulo, že sek. obvod rezonuje přibližně na trojnásobku frekvence prim.

obvodu, tedy je co zlepšovat. S touto vědomostí, znalostí kapacity kondenzátoru a s použitím thomsonova vztahu jsme zjistili indukčnost prim. cívky a dále jakou kapacitu by náš

kondenzátor musel mít, abychom dosáhli nejlepšího výsledku. Takový kondenzátor jsme však nesehnali.

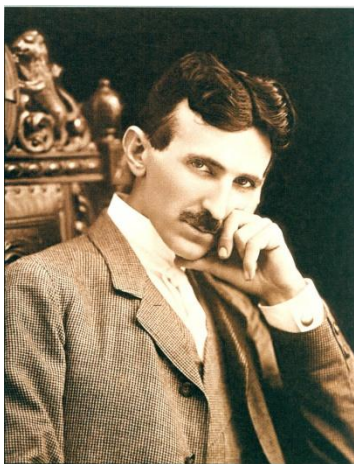


Obr. 3 Vpředu část prim. obvodu (kondenzátory a jiskřiště); vzadu osciloskop a frekvenční generátor



Obr. 4 Vpravo dole sek. cívka

4 Nikola Tesla



Obr. 5 Nikola Tesla

Nikola Tesla (1856-1943) byl geniální vynálezce srbského původu. Byl průkopníkem na poli fyziky především v té době začínající elektrotechniky. Mimo jiné vynalezl indukční motor a objevil vícefázový střídavý proud, který přispěl k všeobecnému rozšíření elektřiny, pak dále rádio a pracoval s rentgenovými paprsky. Je po něm pojmenována jednotka magnetické indukce tesla.

Narodil se 10. června 1856 ve Smiljanu v Chorvatsku. Jeho otec, Milutin Tesla byl srbský pravoslavný kněz a jeho matka byla známá svými ručními pracemi. Tesla studoval na reálném gymnáziu v Karlstadu, pak na polytechnice v Grazi. Zajímal se o fyziku a matematiku, ale brzy ho okouzila elektřina. V roce 1881 začal svou kariéru telefonní společnosti v Budapešti jako inženýr elektroniky. Roku 1883 ve Strassbourgu sestrojil funkční prototyp indukčního motoru. S tímto vynálezem se mu v Evropě nedařilo nikoho zaujmout a tak přijal nabídku pracovat pro Thomase Edisona v New Yorku. Jeho dětským snem bylo zkrocení síly Niagárských vodopádů.

Mladý Tesla přišel do USA k Edisonovi v roce 1884 s doporučujícím dopisem od Charlese Batchelora, který sděloval Edisonovi: „Znám jen dva velikány, jedním jste vy a tím

druhým je tento mladý muž.“ Dalšíh 59 let strávil v New Yorku. Zde se také začal spor, ve kterém Tesla zastával střídavý proud proti Edisonovu stejnosměrnému proudu. Edison chránil své investice do zařízení pohaněných stejnosměrným proudem nakonec prohrál.

Střídavý proud měl velkou nevýhodu. Tento systém nemohl přenášet elektřinu dále než 3 kilometry kvůli nemožnosti dosáhnout vysokého napětí, potřebného k přenosu na větší vzdálenosti. Z tohoto důvodu by musely každé dva kilometry stát zesilovací stanice. Tento problém odstranil střídavý proud.

Tesla představil světu zázraky střídavého proudu na Světové výstavě v Chicagu roku 1893. Střídavý proud se tak stal standardem ve 20. století. Navrhl první vodní elektrárnu na Niagárských vodopádech, která byla jasným vítězstvím stř. proudu.

Tesla byl průkopníkem v několika oborech. Teslova cívka, kterou vynalezl v roce 1891, je dnes široce využívána v rádiových a televizních systémech a dalších elektronických zařízeních. Jeho indukční motor je považován za jeden z deseti největších vynálezů všech dob. Mezi další vynálezy patří zářivka, laserový paprsek, bezdrátová komunikace, bezdrátový přenos elektrické energie, dálkové ovládání, Teslovy turbíny a je také otcem rádia. Za registroval více než 700 patentů. Jeho vize zahrnovaly využívání sluneční energie.

Tesla se podílel na stavbě Wardencllyffe Tower - sídla společnosti Wardencllyffe a zároveň obří vysílací věže. Následně spolupracoval s armádou a vyvinul první radiový naváděcí systém. Pomáhala mu společnost Westinghouse a motivovala ho k dalším projektům. Teslovi měla být několikrát udělena Nobelova cena, avšak kvůli Edisonovi ji vždy odmítl přijmout. Když byla v roce 1917 jeho Wardencllyffe Tower zničena, byl Tesla opět na pokraji bankrotu a začal pracovat pro armádu v projektu „Radar“. Zde se stal skutečným průkopníkem radarové techniky a sám se stal jedním z prvních, kdo detekoval letadlo na vzdálenost mnoha kilometrů.

Zemřel 7. ledna 1943 v hotelu New York, kde žil posledních deset let svého života. Bydlel v pokoji 3327 v 33. podlaží.

5 Závěr

Funkčního provedení TT jsme tedy dosáhli, takže jsme si splnili svůj cíl. Celý projekt je pro nás příjemnou zkušeností a zábavou.

6 Poděkování

Naše poděkování patří ing. V. Svobodovi a ing. G. Vondráškovi za jejich ochotu nám pomoci, zapůjčené vybavení a jejich čas a Janu Kukralovi za spolupráci a svůj příspěvek.

7 Reference

- [1] T.Váchalová a kol., *Teslova cívka*, <http://fyzsem.fjfi.cvut.cz/2011-2012/Zima11/proc/tesla.pdf>
- [2] anonym, *Teslův transformátor*, <http://pokusy.chytrak.cz/pokusy/indextesla.htm>
- [3] kol. autorů, *Teslův transformátor*, http://cs.wikipedia.org/wiki/Tesl%C5%AFv_transform%C3%A1tor
- [4] L. Vujovic, *Tesla Biography*, <http://www.teslasociety.com/biography.htm>