

Teslův transformátor

O. Lesnoy, K. Patková

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 7, 115 19 Praha 1
patkokat@fjfi.cvut.cz

Abstrakt

Teslův transformátor byl diskusním tématem po mnoho let. Tématem stále je a zřejmě i bude. Proto jsme se rozhodli se do jeho „problematiky“ nahlédnout. Teorii nastudovanou z mnoha materiálů jsme aplikovali při konstrukci vlastního Teslova transformátoru. Cílem našeho projektu je tedy sestavit funkční model Teslova transformátoru a objasnit tak funkčnost.

1 Úvod

Teslův transformátor, každý o něm někdy slyšel, každý druhý ho i viděl a my ho dokonce sestrojili. První Teslův informátor vytvořil Nikola Tesla za účelem přenášení elektrického proudu vzduchem.

2 Krátce o Nikolu Teslovi

Nikola Tesla byl americký vynálezce narozený v dnešním Chorvatsku. Patřil mezi nejvýznamnější elektrotechnické inženýry. Ve svých počátcích pracoval u slavného Edisona, se kterým ovšem vedl spory především ohledně využitého proudu. Edison totiž upřednostňoval stejnosměrný proud, zatímco Tesla proud střídavý. Nikola Tesla se tedy rozhodl odejít. Netrvalo dlouho a přišel úspěch, a to v podobě George Westinghouse, který odkoupil všechny Teslovi patenty. Po krátkém čase spolupráce přišel kontrakt na stavbu velkolepé první vodní elektrárny na Niagarských vodopádech.

V roce 1899 se Nikola Tesla přestěhoval do městečka Colorado Springs, kde byl přinejmenším výstředním obyvatelem. Za bouřky vybíhal na blízký kopec, aby tam „chytal“ blesky a u svého domu sestrojil svůj první transformátor, kterým rozsvěcel 200 žárovek až na vzdálenost 40 km.

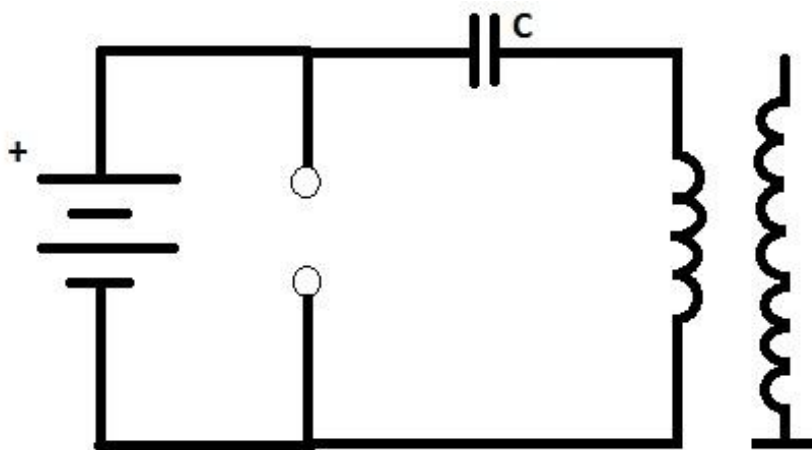
V roce 1917 byl oceněn (téměř paradoxně) Edisonovou medailí udělovanou americkým Institutem elektrického a elektronického inženýrství.

3 Součástky

Obecně je k sestavení Teslova transformátoru potřeba zdroj vysokého napětí, dále jiskřiště sestavené například z měděných trubek. Jiskřiště plní v obvodu funkci přepínače a je jednou z opravdu zásadních součástí. Následně je zapotřebí kondenzátor, primární cívka s menším počtem závitů (např. 4 závitů), dále sekundární cívka s velkým počtem závitů (stovky závitů). Obecně by sekundární cívka měla být uzemněna, ale existuje mnoho typů zapojení. Na sekundární cívku můžeme přidat toroid, který navyšuje kapacitu. Primární a sekundární cívka by měly být naladěny na stejnou frekvenci, aby docházelo k rezonanci. Tuto frekvenci můžeme vypočítat pomocí Thompsonova vzorce, popřípadě vyzkoušet metodu pokus omyl, která je ovšem mnohdy nebezpečná pro nás nebo pro náš projekt.

4 Teorie

Obr. 1 Obecný obvod Teslova transformátoru



Obecně je Teslův transformátor tvořen primárním a sekundárním obvodem, přičemž sekundární obvod je tvořen pouze sekundární cívkou, popřípadě i toroidem.

Zdroj vysokého napětí nám napájí kondenzátor. Když napětí v kondenzátoru překoná hladinu, která udává elektrickou pevnost vzduchu, přeskóčí v prostoru jiskřiště jiskra. Tím se obvod uzavře a proud prochází primární cívkou, tedy kondenzátor se vybíjí. Když se kondenzátor vybije, jiskra ustane a zdroj opět kondenzátor nabíjí. Tento cyklus se stále velice rychle opakuje. Kondenzátor tedy spolu s primární cívkou tvoří oscilátor s tlumenými kmity, a to právě díky jiskřišti. Primární cívka okolo sebe vytvoří elektromagnetické pole a na sekundární cívce se následně indukuje napětí, až dochází k výbojům na jejím konci (popřípadě na toroidu).

5 Zajímavosti

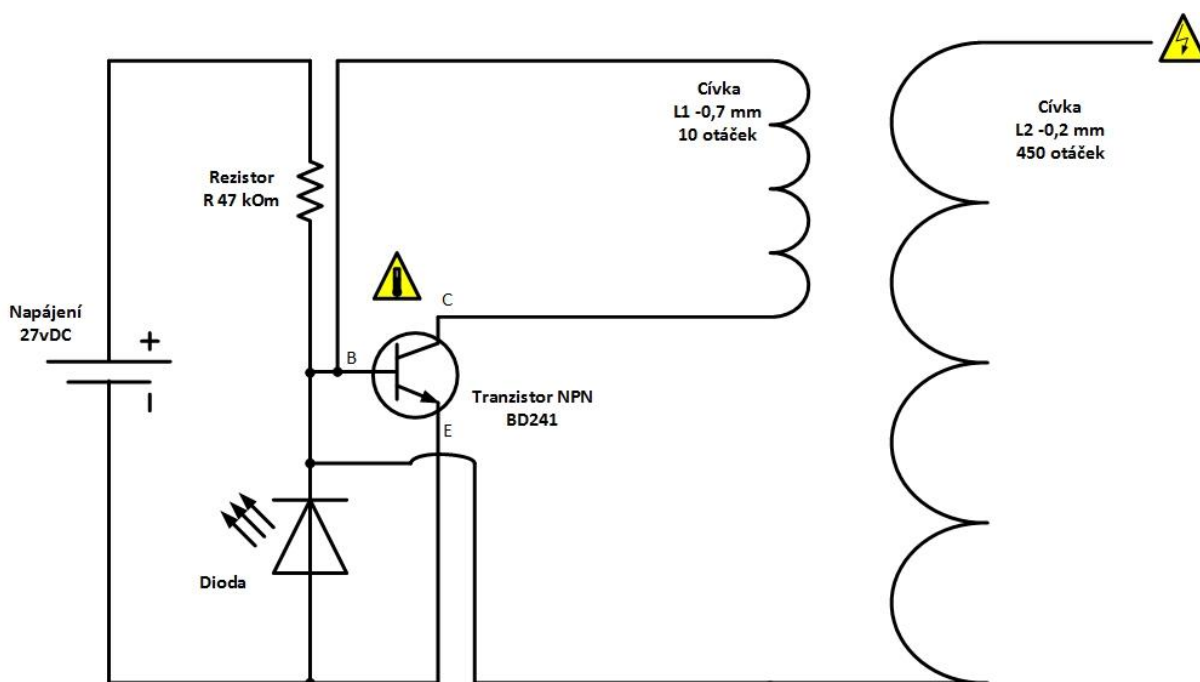
Teslův transformátor patří k zajímavým podívaným, ale i tak může být nebezpečný. Sestrojíme-li větší verzi Teslova transformátoru s výboji o frekvenci 100 kHz, mají výboje délku dva metry a dosahují teploty až 100°C.

Díky vysoké frekvenci výbojů dochází k zajímavému ději, tzv. skinefektu. Vysoká frekvence způsobuje, že jsou elektrony vytlačovány z vodiče na povrch, a tak proud prochází po jeho povrchu, což se děje i na našem těle. Proud tedy prochází naší kůží, nikoli vnitřními orgány. Avšak i tak může výboj popálit.

Teslův transformátor dokáže rozsvěcet žárovky, které jsou v jeho blízkosti. Napětí urychluje částice plynů v žárvkách, které následně naráží do jejích stěn potažených luminoforem (látka hromadící energii, kterou následně vyzáří), což způsobí záření žárovek.

6 Samotné sestrojení Teslova transformátoru

Obr. 2 Schéma obvodu našeho T. transformátoru



Tab. 1 Součástky a parametry

№	Potřebné součásti	Značka, počet a délka
1	Drát pro primární cívku L1	d=0.7 mm l=1.0 m
2	Drát pro sekundární cívku L2	d=0.2 mm l=31 m
3	n-p-n tranzistor, (bipolární)	BD241, 1 kus
4	Zdroj napětí	27 vDC
5	Rezistor	47 kOhm
6	Dioda	1 kus
7	PPR trubka pro sekundární obvod	d=22 mm h=200 mm
8	Radiátor	1 kus

Pro sekundární cívku jsme použili PPR trubku $d=22$ mm, $h=200$ mm. Na základě parametrů trubky jsme spočítali délku jednoho závitů sekundární cívky $l_1=\pi d$ ($l_1=3.14 \cdot 22$ mm=69 mm), následně pak délku celého drátu pro L2: $l=N \cdot l_1$, $l=450 \cdot 69$ mm=31101 mm=31 m. K vytvoření sekundární cívky jsme použili jednožilný kabel $d=0.7$ mm, $l=1.0$ m. Z něho jsme namotali 10 závitů (nicméně by stačily i tři závity). Průměr závitu je přibližně 30 mm. Jako zdroj napětí jsme použili dvě baterie o celkovém napětí 18 V. Mohli bychom taktéž použít tři baterie o celkovém napětí 27 V. Do obvodu jsme připojili také tranzistor (BD241- bipolární NPN).

Napětí přivádíme mezi bází a emitorem a vychází mezi bází a kolektorem. V našem případě tranzistor používáme jako reostat, jehož elektrický odpor se mění kvůli vstupnímu signálu. Tento reostat je částí elektrického obvodu stejnosměrného proudu. Je napájen z baterií, a proto v obvodu začíná téct stejnosměrný proud. V našem obvodu jsme použili diodu jako indikátor, díky kterému víme, zda sekundární cívkou probíhá proud.

7 Závěr

Ačkoliv jsme nedocílili nijak výrazného samostatného jiskření na sekundární cívce, považujeme náš projekt za úspěšný. Námi sestrojený Teslův transformátor rozsvěcel zářivky a dokázali jsme přiblížením kovových předmětů vytvořit obloukový výboj. Jednou z příčin absence jiskření může být absence toroidu nebo příliš malý počet závitů sekundární cívky.

Příště bychom určitě měli vylepšit naši metodu „pokus-omyl“ při ladění frekvencí. Výrazně by to mohlo ušetřit čas a materiál.

8 Poděkování

Tímto bychom chtěli poděkovat panu ing. Svobodovi, který přispěl ke konstrukci zapůjčením měděného drátu na sekundární cívku. Stejně tak bychom panu ing. Svobodovi chtěli poděkovat za umožnění tohoto projektu a motivace k němu. Nemalé díky ovšem patří panu Lesnoyovi, který svými konzultacemi a svým vlastním obvodem výrazně přispěl k samotné konstrukci našeho Teslova transformátoru.

Reference

- [1] https://cs.wikipedia.org/wiki/Nikola_Tesla
- [2] <http://www.wmmagazin.cz/view.php?cislocclanku=2009070015>
- [3] <http://fyzweb.cz/materialy/videopokusy/POKUSY/TESLUV/POPIS.HTM>
- [4] http://www1.fs.cvut.cz/stretech/2014/sbornik2014/Pribram-SPS_Hartman-trafo.pdf
- [5] Martin Vítek
<https://socv2.nidv.cz/archiv33/getWork/hash/448f75f6-5470-11e0-a844-001e6886262a>