

Teslov Transformátor

T. Košlab^{*}, M. Polášek^{**}, P. Příbeli^{***}, R. Tichý^{****}

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 7, 115 19 Praha 1

^{*}koslato@fjfi.cvut.cz, ^{**}milan.polasek@sh.cvut.cz,

^{***}pribepe1@fjfi.cvut.cz, ^{****}tichyra@fjfi.cvut.cz

Abstrakt

Tento příspěvek rozoberá stavbu a technické aspekty rezonančného Teslovho transformátoru ktorý bol postavený za účelom bezdrôtového prenosu energie na diaľku.

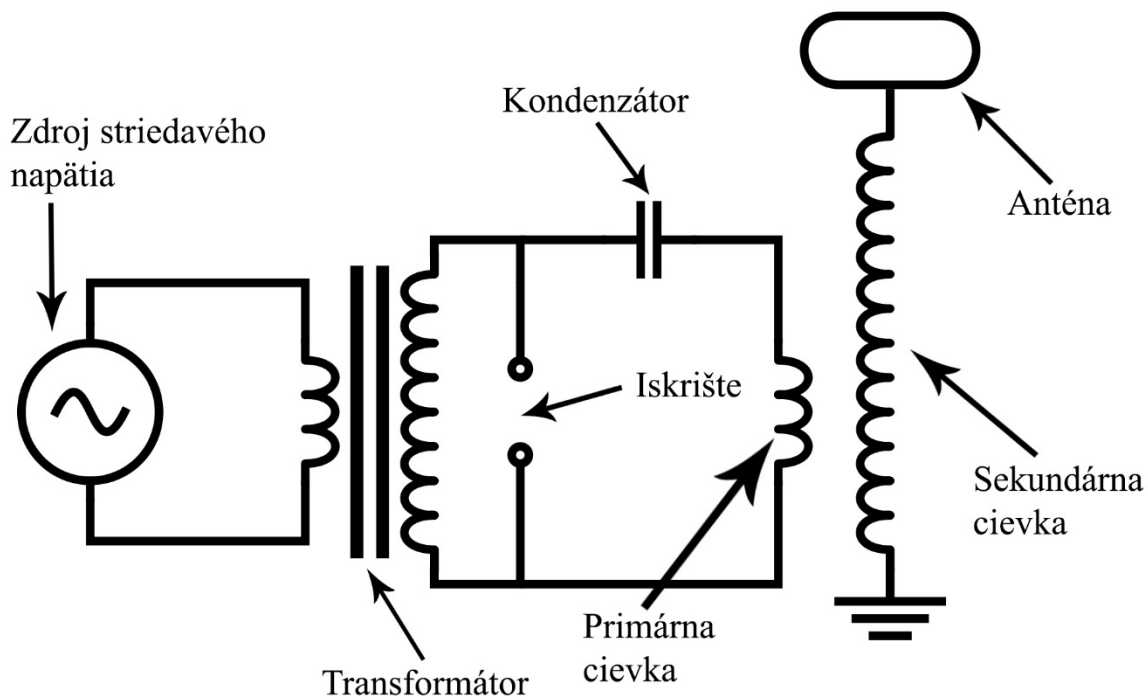
1 Úvod

Teslov transformátor je zariadenie ktoré vymyslel Nicola Tesla za účelom bezdrôtového prenosu energie vzduchom. Teslova myšlienka spočívala v prenášaní energie na veľké vzdialenosti pomocou ionosféry. Na tieto účely je však jeho vynález nevhodný. Napätie na cievkach totižto presahuje prieražnosť vzduchu už pri relatívne nízkych energiách a vznikajú tak nežiadúce výboje. Je však vhodný k demonštračným účelom [1].

2 Princíp

Teslov transformátor je založený na dvoch rezonančných RLC obvodoch ktoré sú spojené cievkami. Na Obr.1 je znázornená schéma zapojenia. V prvej časti sa privedie striedavé napätie a transformuje sa transformátorom na vysoké napätie. Vlna napätia nabíja kondenzátor a pri dosiahnutí istého potenciálu sa iskrištom spojí transformátor na krátko a energia kondenzátoru sa prenesie do primárnej cievky. Z primárnej cievky sa pomocou vzduchového jadra prenesie energia na sekundárnu cievku. Maximálny prenos energie medzi primárnym a sekundárnym obvodom nastane pri rezonancii.

Druhý LC obvod tvorí sekundárna cievka a kondenzátor ktorého jedna elektróda je anténa znázornená na obrázku. Druhú elektródu kondenzátora tvorí okolité prostredie. Okolo antény sa tak vytvára vysokonapäťové (rádovo 100 kV až MV) a vysokofrekvenčné (rádovo kHz) elektrické pole. Vďaka vysokej frekvencii je elektrické pole relatívne bezpečné a nespôsobuje tok veľkých prúdov ľudským telom pri zasiahnutí prípadným výbojom. Práve kvôli faktu, že elektrické pole nedokáže dodávať vysoké prúdy (viac než rádovo mA) je Teslov transformátor z energetického hľadiska nevhodný na prenos energie na väčšie vzdialenosti [2], [3].



Obr. 1 Schéma zapojenia Teslovho transformátora

3 Konštrukcia

V minulosti boli použité jednotlivé transformátory z mikrovlnných trúb. Ukázali sa ako nevhodné pre ich príliš nízke napätie.

Taktiež bol použitý transformátor z CRT monitora, takzvaný Flyback transformátor. Jedná sa o vysokofrekvenčný transformátor ktorý má jednosmerné regulované výstupné napätie. Vstupné napätie tohto transformátora sa pohybuje v rozmedzí približne 6-50 V. V našom prípade bol zostavený riadiaci obvod podľa Schémy 1. Tento obvod konvertoval vstupné jednosmerné regulované napätie 12 V na vysokofrekvenčné výstupné napätie približne 12 V. Obvod bol zostavený tak, aby dokázal pracovať s prúdmi do 15 A. Obvod pracuje na základe prepínania vlny pri nulovom napätí ktoré je veľmi efektívne a takmer bez strát.

Použitie CRT transformátora sa ukázalo ako nevhodné pre veľmi vysokú frekvenciu napätia (viac než 3 kHz) ktorá je nevhodná pre primárny rezonančný obvod.

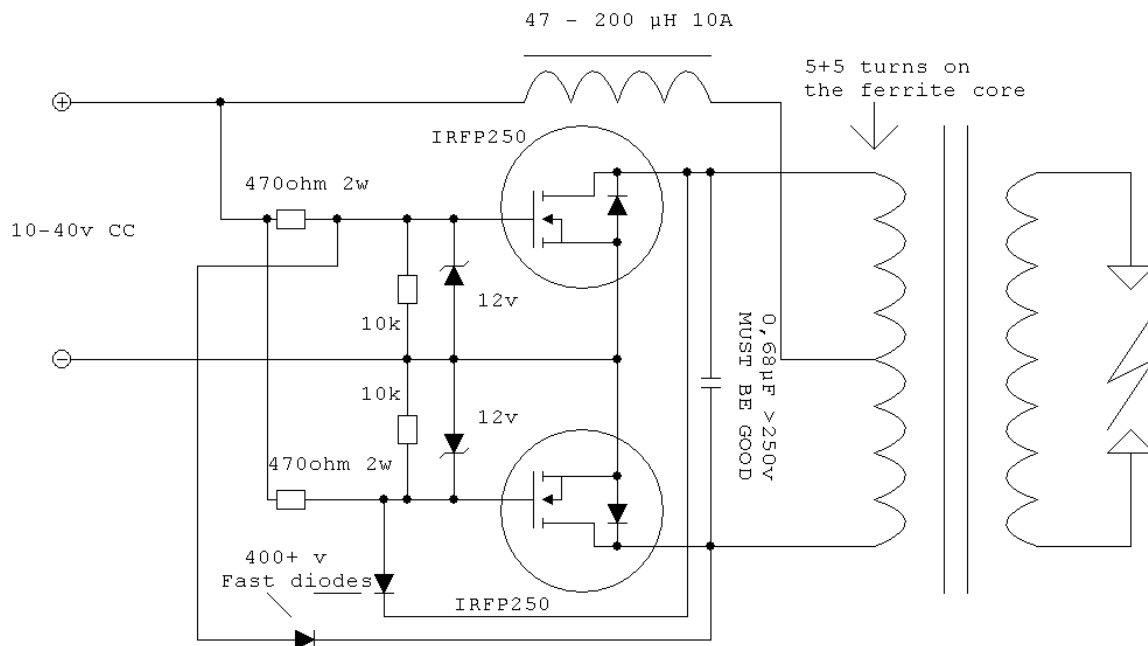
Ako transformátor z 230 V na vysoké napätie boli použité dva paralelne zapojené transformátory z mikrovlnných rúr. Ďalšie dva transformátory boli zapojené sériovo pre obmedzenie prúdu. Výstupné napätie tohto zapojenia transformátorov je približne 4,6 kV.

Použitý bol elektrolytický kondenzátor ktorý bol zostavený s veľmi vysokým priernym napätím a takzvanou *heavy-duty* vlastnosťou ktorá zaručuje odolnosť proti mikrosekundovým nárazom prúdu až do rádo vo kA.

Tento kondenzátor bol skonštruovaný zo sklenených fliaš umiestnenými v plastovom kontajneri. Za elektródy kondenzátora bol použitý presýtený roztok chloridu sodného ktorým boli vyplnené fľaše a aj plastový kontajner. Úlohu dielektrika v kondenzátore hralo sklo fliaš. Jednotlivé fľaše boli spojené elektricky a tvorili jednu elektródu kondenzátora. Druhú elektródu tvorilo okolie fliaš. Kondenzátor je znázornený na Obr. 2.

Tento kondenzátor sa ukázal byť nevhodný v kombinácii s transformátorom na výstupné napätie 4.6 kV.

Flyback Driver



If you don't have the irfp250's you can use a couple of semiconductors that have a VDS almost 4 times the power supply and R(ds)ON <150mOhm. power supply must be able to supply several amps (more than 10)
Circuit ideated by Vladimiro Mazzilli

Schéma 1 Riadiaci obvod pre CRT transformátor [4]



Obr. 2 Elektrolytický kondenzátor [5]

Kondenzátor bol nakoniec zostavený s presnou kapacitou pre použité výstupné napätie. Bol zhotovený z viacerých malých kondenzátorov ktoré mali menšiu hodnotu kapacity a menšie prierné napätie ktoré boli zapojené sériovo a paralelne kvôli kompenzácií kapacity a prierného napätia.

Prvé iskrište bolo zhotovené z medených trubiek zlepených nevodivo vedľa seba. Tento návrh sa ukázal ako nevhodný kvôli nedostačujúcej izolácii medzi jednotlivými trubkami.

Použité iskrište pozostáva z dvoch elektród umiestnených proti sebe s regulovateľnou vzdialenosťou. Regulovaním vzdialenosti elektród sa dá regulovať napätie pri ktorom nastane výboj a spojí sa transformátor na krátko.

Primárna cievka pozostáva z piatich závitov medenej rúry používanej v klimatizačných zariadeniach. Primárna cievka musí byť z hrubšieho materiálu kvôli možným vysokoprúdovým výbojom.

Sekundárna cievka pozostáva približne z 2500 závitov lakovaného medeného drôtu s priemerom 0.254 mm. Jeden koniec sekundárnej cievky je uzemnený a druhý je pripojený na anténu.

Anténa bola zhotovená z polystyrénovej gule obalenej hliníkovou fóliou [2], [3], [4].

4 Záver

Cieľ bezdrôtovo preniesť energiu bol splnený, keď bolo úspešne rozsvietené neónové svetlo na vzdialenosť jedného metra. Taktiež bol demonštrovaný takzvaný *skin effect* pri ktorom vysokofrekvenčný prúd tečie kožou a nervy ho nedokážu efektívne zachytiť. Pomocou *skin effectu* bolo rozsvietené neónové svetlo prúdom ktorý prechádzal cez päť osôb.

Mohutné výboje z antény neboli dosiahnuté pravdepodobne z dôvodu nízkej energie. Pravdepodobne by bolo vhodné vymeniť transformátor za taký, ktorého výstupné napätie je minimálne 12 kV. Príkladom takého transformátoru môže byť transformátor používaný v neónovom osvetlení alebo v automobiloch v zapáľovaní. V takom prípade by mohol byť pre dosiahnutie rezonancie použitý vyrobený elektrolytický kondenzátor.

5 Podakovania

Chceli by sme srdečne poďakovať pánu Ing. V. Svobodovi, CSc. za trpezlivosť, vedenie v projekte a cenné nápady a pripomienky. Taktiež by sme chceli poďakovať pánu Ing. G. Vondráškovi za pripomienky a vylepšenia a taktiež za poskytnutie priestorov laboratória a laboratórnej techniky na realizáciu projektu.

Referencie

- [1] kol. autorov, *Tesla Tower in Shoreham Long Island*, <http://www.teslasociety.com/teslatower.htm>
- [2] B. B. Anderson, *The Classic Tesla Coil*, <http://www.tb3.com/tesla/tcoperation.pdf>
- [3] Ch. Boden, *TheGeekGroup fóra a videá*, <http://thegeekgroup.org/>
- [4] kol. autorov, *Flyback Transformer*, http://wiki.4hv.org/index.php/Flyback_transformer
- [5] kol. autorov, *Tesla Coil*, <http://www.stolzweb.org/tesla>