

Teslův transformátor

Č. Zach, M. Sloboda, R. Plocek

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT

Břehová 7, 115 19 Praha 1

c.zach@email.cz, mito@inmail.sk, robert.pl@seznam.cz

Abstrakt

Naší prací vás chceme seznámit s tím kdo to byl Nikola Tesla a co to je a jak pracuje Teslův transformátor (Tesla coil).

1 Úvod

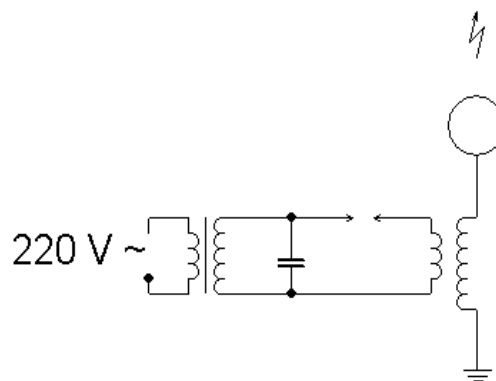
O Van der Graaffově generátoru jste určitě slyšeli. Stejně tak vám může být známý i Rühmkorffův induktor. Ukážeme vám jak tyto přístroje pracují a hlavně jak dokáží „spolupracovat“ s Teslovým transformátorem. Také vám něco řekneme o pánech, vědcích, po kterých se tyto přístroje jmenují.

2 Teorie s trochou historie

Nikola Tesla a jeho transformátor

Americký elektrotechnik chorvatského původu, Nikola Tesla, se narodil 10.7. 1856 v Smiljanu v rodině pravoslavného kněze a zemřel 7.1.1943 v New Yorku. Studoval nejdříve ve Štýrském Hradci (dnes Graz v Rakousku) a později v Praze (1879-1880). Tesla byl vynikající student. Po ukončení pražské techniky pracoval v Budapešti u telefonní společnosti. Již tam na sebe upozornil některými svými vynálezy, a tak dostal nabídku od pařížské filiálky Edisonovy společnosti

(Continental Edison Company). Tuto nabídku přijal a roku 1882 odešel do Paříže. O rok později zkonstruoval po práci svůj indukční motor. V roce 1884 přicestoval Tesla do Ameriky. Tam zpočátku v New Jersey spolupracoval s Edisonem. Brzy se spřátelili a Tesla začal pracovat v Edisonových laboratořích. Za pouhý rok zkonstruoval čtyřicet nových typů strojů, které měly vystřídat staré. Teslovy konstrukce byly jednodušší, dokonalejší, levnější, lehčí a měly mnohem větší výkonnost. Po dvou letech se však Tesla s Edisonem ve zlém rozešel, jednak z finančních a jednak z vědeckých důvodů, na rozdíl od Edisona spatřoval totiž Tesla budoucnost ve střídavém proudu. Po rozchodu vytvořil Tesla v krátké



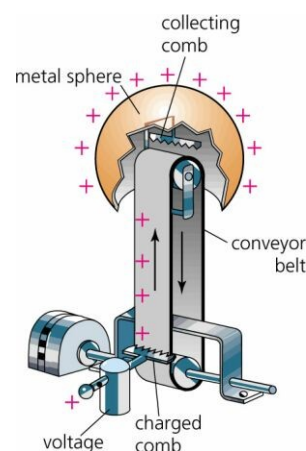
době Teslovu společnost pro obloukové osvětlení, která již v roce 1886 instalovala Teslovu obloukovou lampu v různých ulicích New Yorku. Tento podnik sloužil Teslovi k tomu, aby získal finanční prostředky pro další nerušenou práci na svých objevech. Teprve na počátku roku 1887, kdy vznikla Teslova elektrická společnost, dostal k dispozici laboratoř a dílny v jižní části Páté Avenue, blízko Edisonovy laboratoře. Tesla pracoval velmi intenzivně, takže už v říjnu toho roku přihlásil základní vynálezy rozvodu střídavého proudu a různých typů elektromotorů a generátorů na tento proud. Kromě dvoufázového patentoval i třífázový indukční motor, který má dodnes v průmyslu největší význam. Roku 1894 postavil Tesla vysílací radiostanici a konal s ní četné pokusy. Kromě toho pracoval na problému využití oscilátoru pro vícenásobnou telegrafii a telefonii a zkoumal povahu elektřiny. Tesla nebyl jen průkopník využití střídavého elektrického proudu. Je autorem mnoha vynálezů, které reprezentují několik tisíc stran textu a za nimiž se skrývá neúnavná práce mnoha let jeho plodného života. Jeho vynálezy ovšem nevešly ve známost pod Teslovým jménem, nýbrž po jmény vynálezců, kteří ony vynálezy upravili a přizpůsobili pro nové využití. Tak objev točivého magnetického pole byl přisouzen Ferrarisovi, fyziologické účinky vysokofrekvenčních proudů, které Tesla už v roce 1891, byly nazvány po d'Arsonvalovi, Teslovy vysokofrekvenční generátory jsou známy jako konstrukce Fesendena, Alexandersona a Goldschmidta. Totéž platí o jeho průkopnické práci v oboru bezdrátové telefonie a telegrafie, která byla přiznána Marconimu bez ohledu na to, že Marconi použil Teslovy objevy a vynálezy. Tesla byl neúnavný. Poslední patent mu byl přiznán 3. ledna 1922. Celkem získal více než 700 patentů, boháčem se však nestal. Spolu s Edisonem byl navržen na Nobelovu cenu, kvůli Edisonovi ji však odmítl. Tvořivou prací se zabýval až do své smrti. Nikola Tesla zemřel v 86 letech.

Teslův transformátor vynalezl Nikola Tesla na konci 19. století za účelem bezdrátového šíření energie. Základní částí je vysokonapěťový transformátor, dodávající budící napětí. Tím je nabíjen kondenzátor. Po jeho nabití přeskočí na jiskřišti, které plní funkci spínače, jiskra a tím začne kmitat RLC obvod, tvořený kondenzátorem a primární cívkou. Aby vlastní kmity měly co největší frekvenci, musí mít primární cívka malou indukčnost a kondenzátor malou kapacitu. To je dosaženo malým počtem závitů respektive velkou vzdáleností elektrod v kondenzátoru. Zapojení obvodu způsobí indukci napětí na sekundární cívce umístěné v jedné ose s primární cívkou. Na sekundární cívce se nachází tisíce závitů, napětí může dosahovat až několika MV. Současně se na špičce cívk vytváří vysokofrekvenční elektromagnetické pole, které způsobuje přenos energie do okolí.

Van der Graaff a jeho generátor

Celým jménem Robert Jemison Van de Graaff, narozen 20. prosince 1901 v Tuscaloose, v Alabamě, a zemřel v 16. ledna 1967 v Bostonu, v Massachusetts. Americký fyzik a vynálezce, profesor fyziky v Princetonské Universitě. Vynálezce Van de Graaffova generatoru.

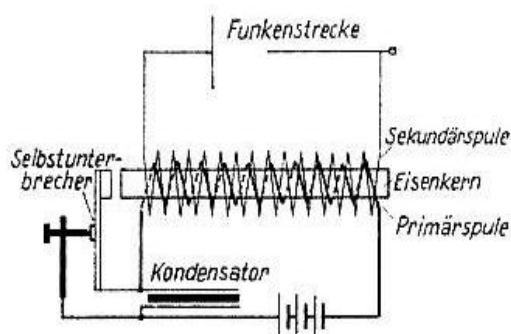
Van der Graaffův generátor je zařízení určené k nahromadění velkého množství statického náboje použitelného pro experimenty. Byl sestaven v roce 1931 původně pro urychlování nabitých částic. Částice, které urychlil na ohromné rychlosti, poté narážely do atomů a tak vznikaly další subatomární částice a paprsky X. Van der Graaffův generátor stál u zrodu jaderné a částicové fyziky.



Jak ale generátor funguje? Z obrázku 2 můžeme vyčíst, jak přibližně generátor vypadá. Vidíme zde také pás, který si, když rotuje, bere ze spodního “hřebene” kladný náboj který poté přenáší na horní “hřeben”. Náboj se pak přenesení na povrch kovové duté koule – takového ohromného kondenzátoru. Na obrázku je popsán generátor, který k přenesení kladného náboje na pás využívá vnějšího zdroje. Nemusí tomu tak být vždy. Často se používá místo kovového spodního válce např. silikonový, který čerpá z pásu elektrony bez nutnosti vnějšího napětí. Tento proces tu nebudu popisovat, můžu vás však odkázat na některý z odkazů uvedených v referencích.

Heinrich Daniel Ruhmkorff a jeho induktor

Narozen 15.01.1803 v Hannoveru, roku 1851 získal patent na indukční cívky a zemřel 20.12.1877 v Paříži. Byl to významný německý fyzik a experimentátor. Ruhmkorffův induktor je přístroj sloužící jako laboratorní zdroj vysokého napětí. Na vstupní svorky se přivádí zpravidla stejnosměrné napětí 6 až 8 V, na výstupu vzniká pulsující napětí se špičkami až několika desítek kV. Základní části přístroje: vstupní svorky se spínačem, tzv. Wagnerovo kladívko, těleso s cívkami sloužící jako transformátor a elektromagnet současně, výstupní vysokonapětové svorky. Na výstupních svorkách je horizontálně umístěno jiskřiště. Přístroj funguje na principu elektromagnetické indukce. Wagnerovo kladívko rychle kmitá a přerušuje tak primární obvod, následkem čehož primární proud pulsuje s ostrými špičkami. Intenzivní změny primárního proudu indukují v sekundární cívce rychlé pulsy vysokého napětí, jejichž velikost je úměrná poměru počtu závitů sekundární a primární cívky a rychlosti změn primárního proudu. Wagnerovo kladívko je rozkmitáváno elektromagneticky podobně jako palička u klasického domovního zvonku. I přes vysoké výstupní napětí není práce s Ruhmkorffovým induktorem nebezpečná, protože se jedná o tzv. měkký zdroj, který dává jen malý proud. Při doteku výstupních svorek nebo z nich vedoucích kabelů (a to i přes jejich izolaci) obdržíte “pouze” nepříjemnou elektrickou ranku. Ruhmkorffovy cívky byly využity v prvních rozhlasových vysílačích a jiných elektrických a elektronických zařízeních v období nástupu elektrotechniky a elektroniky. Také našli využití při mnohých fyzikálních experimentech, kde bylo potřeba vygenerovat vysoké napětí. Zdokonalením Ruhmkorffova induktoru se v roce 1882 americkým fyzikům Gaulardovi a Gibbsovi podařilo vyvinout prvý transformátor na střídavý proud.



3 S čím jsme experimentovali

Teslův transformátor s Generátorem vysokofrekvenčního napětí (GVN) a osciloskopem

Na transformátor jsme připojili GVN a osciloskop – kondenzátor se tedy nemusel nabíjet, sloužil pouze jako složka RLC obvodu, také nemusela přeskakovat žádná jiskra. Po vpuštění skokového napětí do obvodu jsme na osciloskopu pozorovali tlumené harmonické kmity velmi vysokých frekvencí (mnohem vyšších než u vstupního napětí).

Teslův transformátor s Van der Graaffovým generátorem

Náš Van der Graaffův generátor byl bohužel pouze malý školní a ještě nic moc funkční, takže výsledky nebyly nic moc. Teorie byla taková: Na svorky kondenzátoru jsme připojili Van der Graaffův generátor, který měl kondenzátor nabít. Dále by podle již výše popsané teorie přeskočila jiskra a došlo by k výboji. Nabíjení kondenzátoru však trvalo velice dlouho a výsledek také nebyl uspokojivý.

Teslův transformátor a Rühmkorffův induktor

Nakonec jsme ke transformátoru připojili Rühmkorffův induktor, který kondenzátor nabíjel ve velice krátkých intervalech a my jsme se dočkali pěkné podívané. Na konci sekundární cívky transformátoru vznikalo velmi silné el.mag. pole které se do okolí šířilo viditelnými výboji. Kmitalo na velmi vysokých frekvencích (stejných jako v prvním případě) a bylo schopné rozsvítit zářivku či dát pěknou ránu. V porovnání s jinými transformátory byl ten náš malý, školní a také již celkem starý. Na internetu je možno nalézt spoustu fotek či videí, které ukazují poněkud větší transformátory „v akci“.

5 Shrnutí

I když se Teslovi nakonec nepodařilo najít využití pro jeho transformátor v komunikační technice, byl tento jeho objev základem mnoha dalších. Také inspiroval některé vývojáře dnešních video her. Při experimentování jsme si uvědomili genialitu všech těch vědců, kteří stáli u zrodu elektřiny, magnetismu a vůbec fyziky. My s naší skvělou technikou, různými generátory a osciloskopy, a oni? Klobouk dolů...

Reference:

- [1] J. M. Zavisa, *How Van de Graaff Generators Work*,
<http://science.howstuffworks.com/vdg2.htm>
- [2] BiographyBase, *Robert Van de Graaff Biography*
http://www.biographybase.com/biography/Van_de_Graaff_Robert.html
- [3] RayeRov, *Nikola Tesla – životopis*,
http://www.eleferno.cz/nikola/tesla_bio/tesla_bio.htm
- [4] z knihy "Tesla World", *Objevy a vynálezy Nikola Tesly*,
<http://sweb.cz/ekoland.klub/cinnost/objevy.htm>
- [5] *Heinrich Daniel Ruhmkorff*,
<http://www.jergym.hiedu.cz/~canovm/objevite/objev4/ruhm.htm>