



## Středoškolská technika 2014

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

# TESLŮV TRANSFORMÁTOR

**Jan Hartman**

Střední průmyslová škola a Vyšší odborná škola

Hrabákova 271, Příbram 2

### Obsah:

1. Úvod
2. Princip funkce
3. Popis konstrukce
4. Závěr
5. Zdroje

### 1. Úvod

Na úvod bych chtěl říci, proč jsem se rozhodl stavět zrovna Teslův transformátor, čím jsem se inspiroval a co všechno v této práci popíšu. Tato práce by mohla též sloužit jako návod pro nadšence, kteří by si chtěli podobné zařízení sestavit, ale jestliže nemáte alespoň minimální znalosti o tomto zařízení a nejste si jisti jeho stavbou, raději se do stavby nepouštějte. Prosím, abyste si důrazně přečetli následující upozornění:

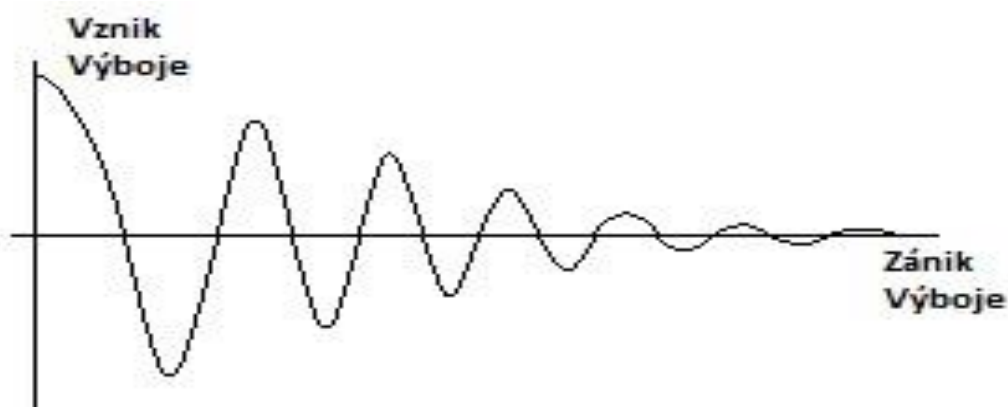
**Ačkoli je toto zařízení bezpečnější než klasický Teslův transformátor, napájený ze sítě, jehož napájecí obvod pracuje nejen s větším napětím ale i s většími proudy, může způsobit škody na majetku či zdraví. Autor nenese žádnou zodpovědnost za případné škody na majetku či zdraví způsobené tímto zařízením. Nutno též podotknout, že při provozu přístroje vzniká Ozón (O<sub>3</sub>) a je třeba větrat.**

Již na základní škole jsem se zajímal o různá elektřinou poháněná zařízení a pokoušel se o jejich stavbu. Po ukončení základního vzdělání jsem nastoupil na Střední průmyslovou a Vyšší odbornou školu v Příbrami na obor Elektrotechnika: POČÍTAČOVÉ TECHNOLOGIE. V předmětu Elektronika nám učitel říkal o začátcích rádiového vysílání, jako např. o jiskrové telegrafii. Mě toto téma zaujalo a vyhledal jsem si o něm bližší informace. Po pokusech s jednoduchým kohererem jsem narazil na přístroj zvaný Teslův transformátor. Fascinovalo

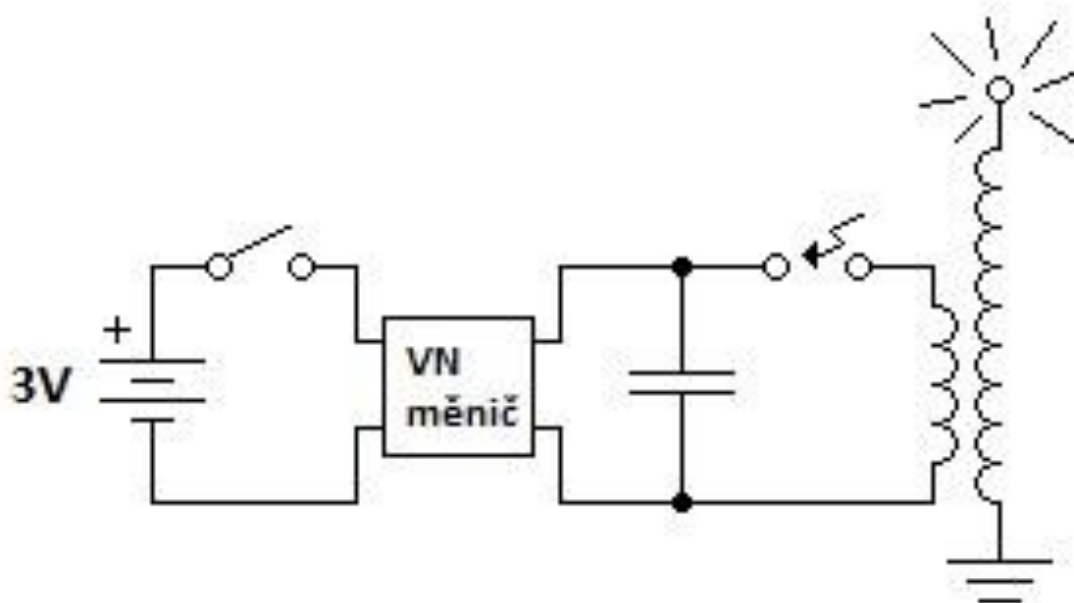
mě to, že generuje vysoké napětí o vysokých frekvencích s malým proudem a proto se zde uplatňuje tzv. skin efekt což je děj, při kterém jsou elektrony vytlačovány ze středu vodiče do jeho povrchu. Což znamená, že když se člověk dotkne výboje z Teslova transformátoru, tak elektrický proud probíhá pouze kůží a nikoliv vnitřními orgány. Teslův transformátor je schopen bez jakýchkoliv drátů rozsvěcovat zářivky, doutnavky a další různé světelné zdroje na vzdálenost až několika metrů. Nikola Tesla původně zamýšlel použít toto zařízení pro bezdrátový přenos energie na velké vzdálenosti ovšem z technických a finančních důvodů tento projekt nikdy nedokončil. Dále popíši princip funkce, jak jsem postupoval při stavbě a jaké jsou výsledky.

## 2. Princip funkce

Klasický Teslův transformátor potřebuje ke své funkci zdroj vysokého napětí. Obvykle lze použít síťový transformátor např. z mikrovlnné trouby nebo transformátor pro neonové trubice. Ovšem transformátory napájené ze sítě a zvláště pak transformátor z mikrovlnné trouby má na výstupu kromě vysokého napětí i poměrně velký proud a to až 0,5A. Při napětí přibližně 2kV které transformátor z mikrovlnné trouby dává, by mohl být přímý kontakt s tímto napětím pro člověka až smrtící. Proto jsem dlouho přemýšlel, čím by se tento zdroj dal nahradit, aby práce s ním byla bezpečnější. Jednou možností by bylo napájet Teslův transformátor generátorem z polovodičů, který se nenapájí ani zdaleka tak velkým napětím ovšem to je poněkud složité řešení pro začátečníka. Po hledání informací a možnostech napájení jsem se inspiroval videem, ve kterém autor podobné zařízení napájel zdrojem vymontovaným z elektrické plácačky na hmyz. Ale teď již k samotnému principu funkce. Ze zdroje VN se začne nabíjet kondenzátor, který se nabije na určitou hodnotu napětí. Toto napětí překročí elektrickou pevnost vzduchové mezery v jiskřišti a kondenzátor se vybije do primární cívky, která následně kolem sebe vytvoří elektromagnetické pole. Tento proces se opakuje stále dokola. Kondenzátor s cívkou vlastně tvoří oscilátor, ve které vznikají tlumené kmity. Podle kapacity kondenzátoru, provedení a počtu závitů cívky je určena frekvence oscilátoru. Ve stejné ose s cívkou primární je umístěna cívka sekundární, která má mnohem více závitů než cívka primární. Vycházíme z principu transformace napětí a proudu. V našem případě chceme zvýšit napětí a snížit proud takže cívka primární bude mít méně závitů než cívka sekundární. V cívce sekundární se takto indukuje napětí řádově stovky kV až jednotek MV.



*Průběh napětí na primárním obvodu*



*Schéma Teslova transformátoru se zdrojem VN z elektrické plácačky na hmyz.*

### 3. Popis konstrukce

V podstatě se jedná o klasickou konstrukci Teslova transformátoru s tím, že je o něco bezpečnější díky použití zdroje VN, který není napájen ze sítě ale pouze ze dvou tužkových baterií. Co se týče mechanické konstrukce, tak krom přibližných počtů závitů primární a sekundární cívky je konstrukce libovolná. Ovšem je třeba dbát, aby konstrukce byla stabilní, pevná a dvojnásob to platí pro jiskřiště, jehož kontakty musí být blízko u sebe (blíže než 1mm), aby v něm mohla stabilně probíhat jiskra. Moje konstrukce je vcelku jednoduchá. Měnič s dvěma tužkovými bateriemi je schován uvnitř plastové krabičky původně určené pro venkovní rozvod kabelů. Jiskřiště je tvořeno dvěma vratovými šrouby, které jsou upevněny maticemi v úhelnících a je možno nastavovat jejich vzdálenost od sebe. Jiskřiště je možné vyrobit i z obyčejných šroubů a uzavřených matic. Jako sekundární cívku jsem navinul přibližně 800 závitů měděným lakovaným vodičem síle  $0,15\text{mm}^2$  na PVC trubku o průměru 32mm. Délka cívky je tak přibližně 120mm. Primární cívku tvoří 5 závitů měděného izolovaného vodiče o síle  $1,5\text{mm}^2$  a je navinuta kolem cívky sekundární. Obě cívky jsou válcové. Obvykle by měli být obě cívky naladěny na stejnou frekvenci, aby bylo dosaženo pokud možno co nejvyšší účinnosti přenosu energie mezi oběma cívkami. Ovšem pro můj transformátor, který je napájený z tužkových baterií a VN vyrábí měnič, nemá cenu frekvenci počítat. Na různých obrázcích a fotografiích lze vidět na sekundární cívce tzv. toroid. Je to kruh obvykle vyroben z hliníku a slouží jako přídavná kapacita pro doladění sekundární cívky na frekvenci primární. V mém případě je to zbytečné a tak jsem sekundární cívku zakončil pouze prodloužením o silnější drát. Druhý konec sekundární cívky by měl být uzemněn a proto jsem ho prodloužil o silnější drát zakončený krokodýlkem aby bylo možno transformátor připojit na zemnicí kolík v zásuvce. Uzemněním se prodlouží výboje. Obvod jsem samozřejmě opatřil vypínačem. Kondenzátor již v plošném spoji byl a měl kapacitu 10nF. To je vše k popisu konstrukce, kterou dále ilustrují obrázky.



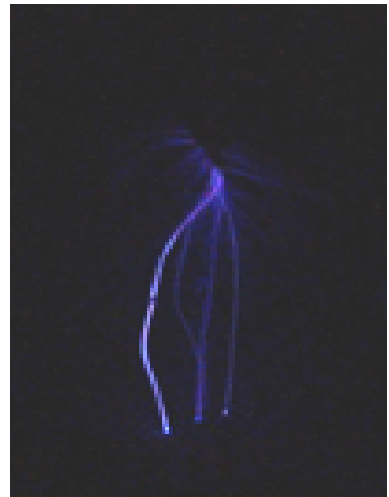
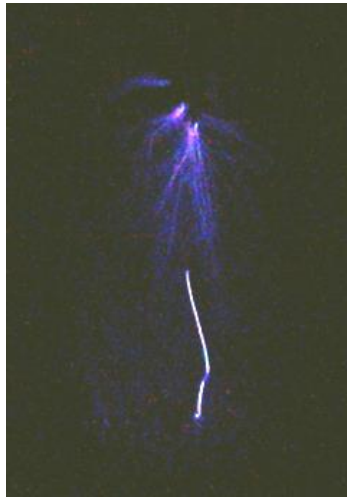
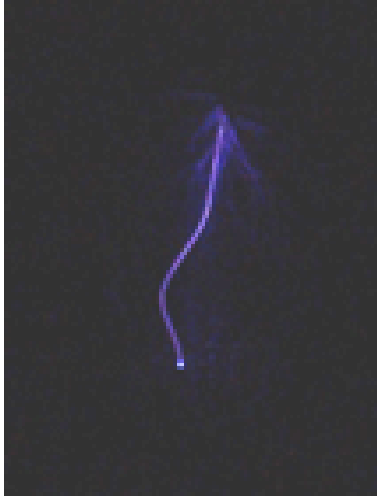
*Detailní pohled na jiskřiště*



*Celkový pohled na Teslův transformátor*

#### 4. Závěr

Zřízení slouží především k demonstraci chování vysokého napětí a poučení pro ty, kteří si tento přístroj též vyrobí a zjistí, že fyzika a zvláště pak elektrotechnika nejsou nudné vědy a obory ale naopak a že vzdělání v těchto oborech je do budoucna perspektivní a žádané. Na závěr je zde pár fotografií výbojů ve tmě, které dosahují délky až 1,5cm.



*Tvary výbojů*

#### 5. Zdroje

<http://rayer.g6.cz/teslatr/teslatr.htm>

<https://www.youtube.com/watch?v=QDZnCOLZ394>

<https://www.youtube.com/watch?v=X2PrPHgOv04>

[http://cs.wikipedia.org/wiki/Teslův\\_transformátor](http://cs.wikipedia.org/wiki/Teslův_transformátor)

[http://danyk.cz/tesla\\_k.html](http://danyk.cz/tesla_k.html)