

Wimshurstův indukční generátor

L. Marek*, P. Vrbka**

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

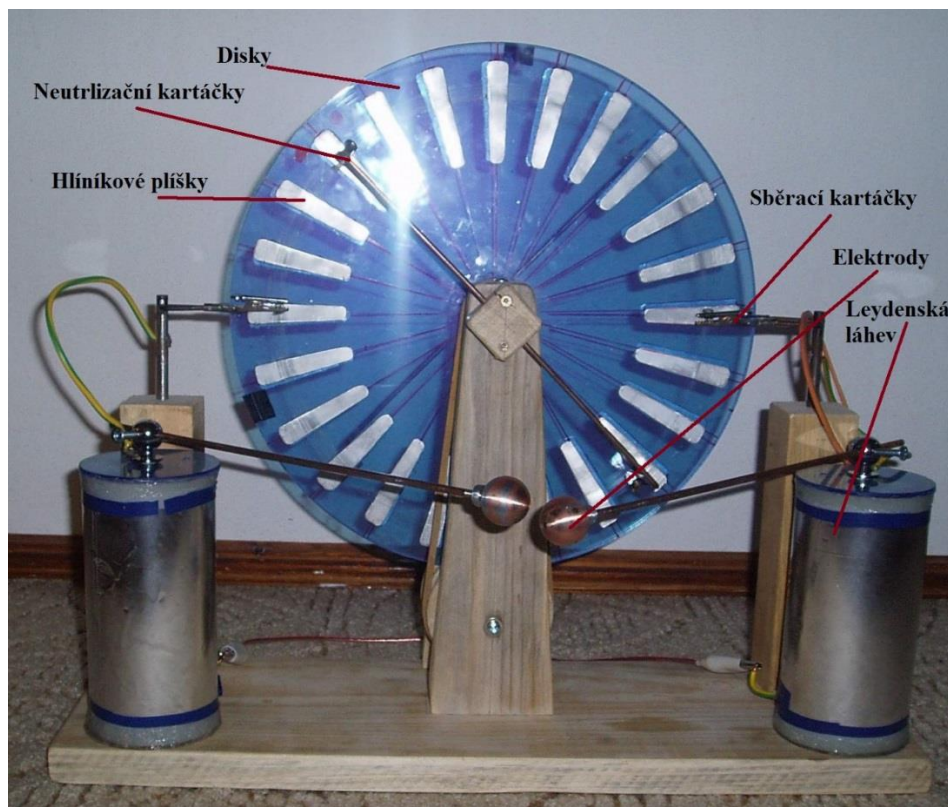
*lmarek.sla@gmail.com, **pavel.vr@seznam.cz

Abstrakt

Naše práce pojednává o jednom z nejznámějších generátorů vysokého napětí, tj. Wimshurstovu generátoru. Cílem našeho projektu bylo sestavit tento stroj a to ve funkční podobě pro návaznost v příštím semestru. Obsahem tohoto dokumentu je shrnutí základních principů a konstrukce tohoto generátoru, jež je doplněné o názorné obrazové přílohy.

1 Úvod - popis stroje a konstrukce

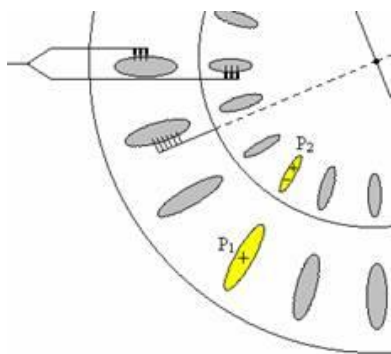
Hlavní částí Wimshurstova stroje jsou dva disky (plexisklo s průměrem 32cm) navzájem od sebe oddělené, které se oproti svým předchůdcům točí zároveň a to opačnými směry. Pohon obou disků je zajištěn pomocí hřídele, na jejímž konci je upevněna klička, kterou se při otočení roztáčí oba disky. Hřídel a disky jsou mezi sebou spojeny hnacími gumami. Pro opačný směr rotace má jeden z disků svou hnací gumu protočenou o 180 stupňů. Na obvodových částech každého disku jsou z vnější strany umístěny kovové segmenty (hliníkové plíšky), které slouží k uskutečnění elektrostatické indukce a tedy jako zdroj elektrického náboje. Dále jsou zde dva neutralizační kartáčky, jež mezi sebou mohou svírat libovolný úhel kromě nulového a svými konci každý přiléhá na kovové segmenty jednoho z disků. Kromě neutralizačních kartáčků jsou zde i sběrné kartáčky nebo hroty, jejichž úkolem je sbírat indukovaný náboj na kovových segmentech disků. Takto odebraný náboj se buď může rovnou přenášet na elektrody, kde po nakumulování dostatečného náboje proběhne výboj, nebo se kumuluje v kondenzátorech. Elektrody jsou většinou na svých koncích opatřeny kovovými koulemi pro větší kapacitu nashromážděného náboje, což následně umožňuje zvětšit vzdálenost mezi nimi a tím i velikost výsledného výboje. Pro zvýšení kapacity přístroje se mohou používat rozličné kondenzátory. První prototyp od pana Wimshursta obsahoval tzv. Leydenské láhve, ale samozřejmě můžeme použít jakýkoliv kondenzátor (svítkové...).



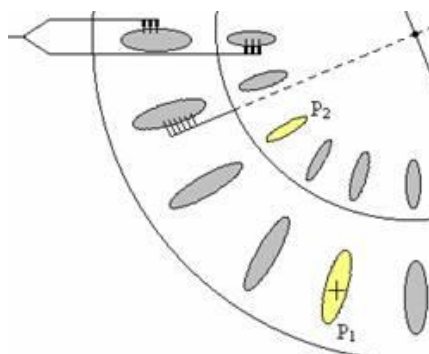
Obr. 1. Schéma Wimshurstova generátoru

2 Fyzikální principy generátoru a jeho činnost

Celý generátor je založený na elektrostatické indukci. Jedná se o elektrický jev, při kterém se na povrchu tělesa indukuje elektrický náboj přiblížením elektricky nabitého tělesa, proto je tento výsledný náboj označován jako indukovaný náboj a jeho výsledná polarita je opačná než náboje, který indukci vyvolal. Tento proces probíhá právě v kovových segmentech disků, a jelikož se jedná o vodič, můžeme ho z něj přenést právě sběracími kartáčky na další kovový segment a tím izolovat dva opačné náboje na dvou různých místech. Pro úplnou představu poslouží obrázek 2. 3. a 4.



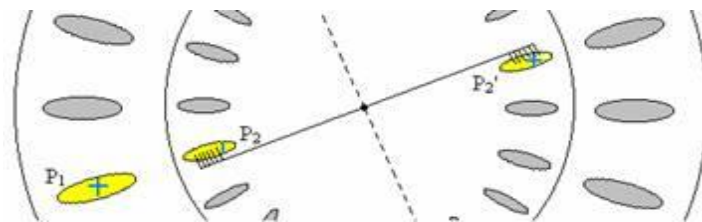
Obr. 2. Elektrostatická indukce



Obr. 3. Po elektrostatické indukci

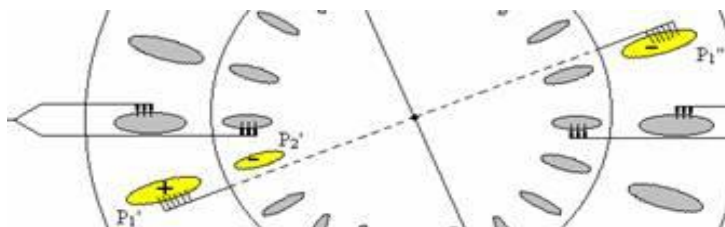
Podmínkou pro elektrostatickou indukci a fungování stroje je, aby aspoň jeden segment přístroje byl elektricky nabitý. V našem případě je to segment P1 a je nabit kladně, což indukuje na segmentu P2 indukovaný záporný náboj. Na obrázku 3. je další fáze stroje (posunutí disků)

a vidíme, že segment s indukovaným nábojem je mimo dosah elektrického pole P_1 , tím pádem se indukovaný náboj ztrácí. Kdyby se však P_1 a P_2 potkaly v tu chvíli, kdy je P_2 u neutralizačního kartáčku, tak by se volný kladný náboj přenesl s jeho pomocí na protější segment disku a nám by vznikly dva opačně nabité segmenty (viz obrázek č. 4.)



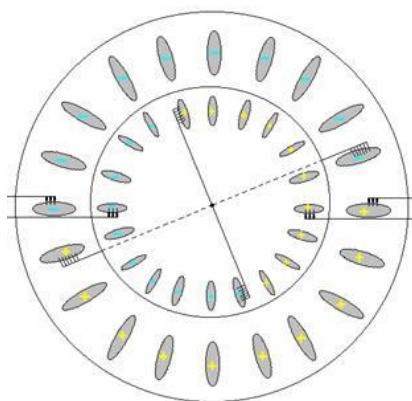
Obr. 4. Elektrostatická indukce s přítomností kartáčku

Po několika dalších posunutích disků v opačných směrech, se potká záporně nabitý P_2' segment na malém disku s nenabitým nebo kladně nabitým segmentem P_1' na velkém disku za přítomnosti neutralizačního kartáčku právě u velkého disku a dojde opět k elektrostatické indukci a přenesení volného náboje na opačný segment disku P_1'' .



Obr. 5. Elektrostatická indukce v opačném případě

Samotné odebrání náboje do kondenzátorů sběrnými kartáčky proběhne v ten moment, kdy se nabitý segment dostane na místo sběrného kartáčku a tím mu předá svůj indukovaný náboj, který se ukládá v kondenzátorech. Takže v konečném výsledku jsou obě půlky obou disků nabity opačně, jelikož v tu chvíli, kdy jeden segment z jednoho disku předá svůj náboj, je ovlivněn segmentem z druhého disku, který je ještě elektricky nabit a opět dochází k elektrostatické indukci a indukuje se na něm náboj. Tento proces probíhá neustále, až se v konečném stavu obě půlky disků ustálí na opačných polaritách. (viz. Obrázek 6.) Vidíme, že poté se na obou sběracích kartáčcích předávají z obou disků stejné náboje a ty se kumulují v kondenzátorech.



Obr. 6. Ustálený stav generátoru během chodu

Na elektrodách dochází při dostatečném napětí k elektrickému výboji. V našem případě se přesněji jedná o jiskrový výboj, jenž je způsobený ionizací plynu vysokým napětím za atmosférického tlaku.

3 Závěr

Konstrukce samotného stroje byla velmi náročná. Museli jsme se potýkat s několika konstrukčními problémy, jako například oscilace disků, přílišná ohebnost sběracích a neutralizačních kartáčků, či nepřesnosti v sestavování hnací hřídele. I přesto, že jsme všechny tyto problémy zvládli, nebyli jsme schopni indukovat napětí na kondenzátorech. Rádi bychom se v příštím pokusu s naším generátorem podívali na funkčnost generátoru za odlišných podmínek než je atmosférický vzduch, což znamená, že musíme mít funkční generátor. Naším nynějším hlavním úkolem tedy je, uvést jej do chodu.

4 Poděkování

Rádi bychom zde poděkovali Ing. Vojtěchu Svobodovi, CSc. za půjčení funkčního Wimshurstova stroje a za následné rady k prezentaci.

Reference

[1] M. Dundr, Laborky se představují,

<http://fyzweb.cz/materialy/videopokusy/POKUSY/JISKRENI/INDUKCNI ELEKTRINA.htm>

[2] Příspěvatelé wikipedie, elektrostatická indukce, James Wimshurst, Wimshurst machine

http://en.wikipedia.org/wiki/Wimshurst_machine

[3] Antonio C. M. de Queiroz, Operation of the Wimshurst machine

<http://www.coe.ufrj.br/~acmq/whyhow.html>

[4] Někteří příspěvatelé do fóra,

<http://upramene.cz/forum/viewtopic.php?f=5&t=671&start=15>