

Marxův generátor

Jakub Kvapil, Lukáš Tájek
Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská
kvapil.jakub@gmail.com, tajek.l@centrum.cz

Abstrakt

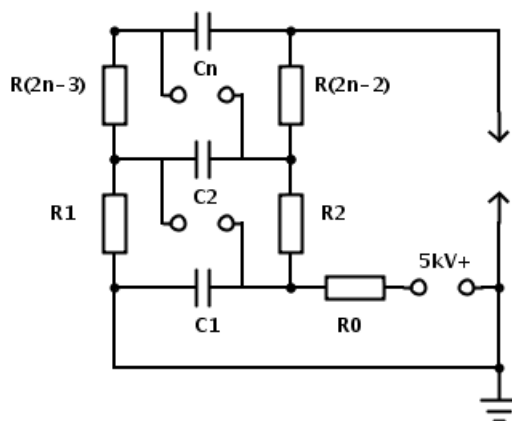
Cílem projektu bylo sestrojít vysokonapěťový impulsní zdroj, Marxův generátor.

1 Úvod

Marxův generátor je obvod složený z kondenzátorů, rezistorů a jiskříšť. Kondenzátory se nabíjejí paralelně a vybíjejí sériově, tím je dosaženo vysokonapěťového pulzu.

2 Princip

Kondenzátory jsou paralelně nabíjeny ze stejnosměrného zdroje přes nabíjecí odpor pro omezení proudového nárazu při vybíjení kondenzátorů. Po nabití kondenzátorů na požadované napětí dojde k přeskočení výboje na krajním jiskříšti, které je nastaveno na menší vzdálenost než ostatní jiskříště. Zvedne se napětí na vedlejším kondenzátoru a opět dojde k přeskočení výboje. Spustí se řetězová reakce, která postupně vybije všechny kondenzátory. Veškerá energie je svedena na hlavní jiskříště. Odporů mezi kondenzátory mají větší odpor než jiskříště kvůli tomu, aby energie byla vedena přes jiskříště a došlo k sériovému propojení. Bez odporů by se obvod vybíjel paralelně. Napětí na výstupu se rovná nabíjecímu napětí vynásobenému počtem kondenzátorů. Schéma zapojení znázorňuje Obrázek 1.



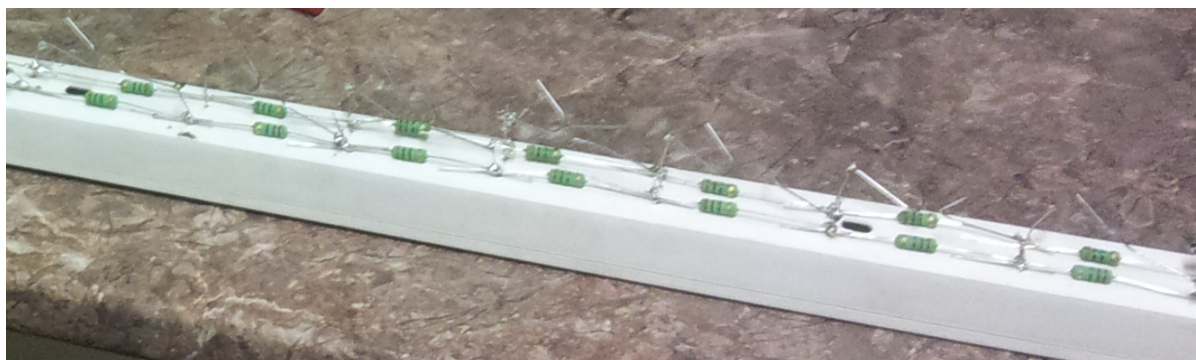
Obrázek 1: Schéma zapojení

3 Použití

Generátor se využívá ve výzkumných zařízeních na napájení zařízení, např. na napájení Pinčů. V testovacích zařízeních se používá jako simulátor blesků. Kde se zkoumá vliv na zařízení, které mohou být vystaveny přírodnímu živlu - blesku. Dále se používá na testování izolačních materiálů pro vysokonapěťová zařízení.

4 Sestavení

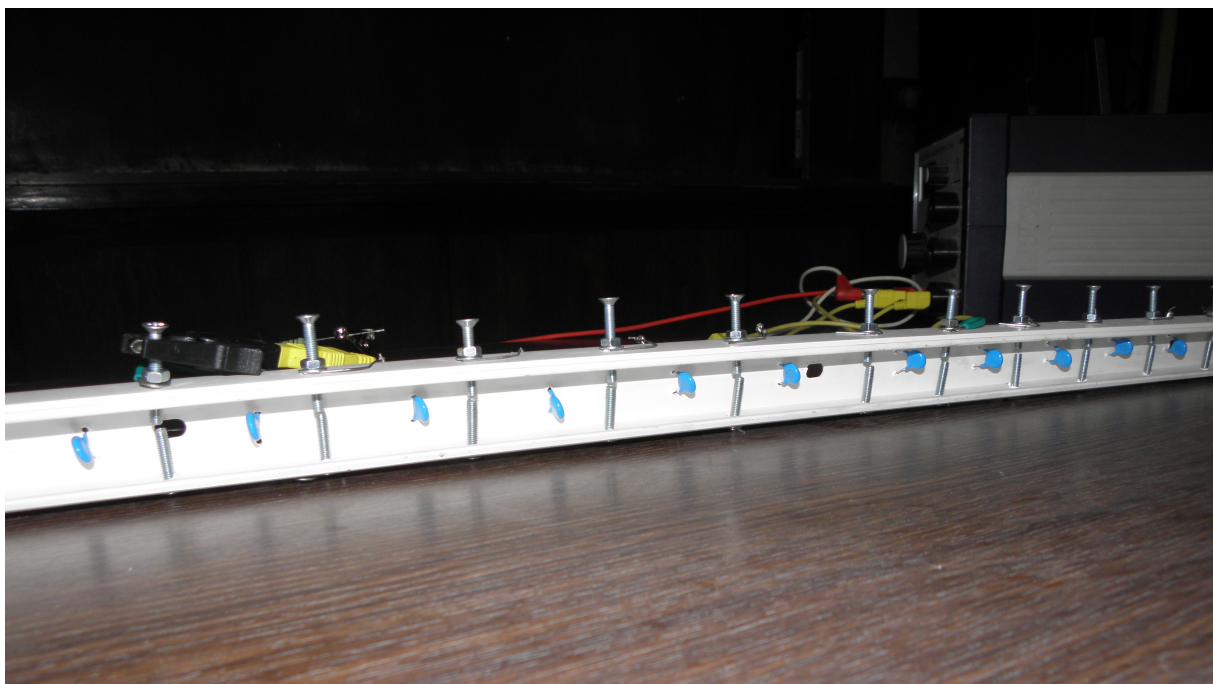
Udělali jsme 12ti kondenzátorový generátor. Byli jsme velmi omezeni součástkami, protože v našich obchodech jsou těžce sehnatelné. Použili jsme 12 3 kV, 4,5 nF kondenzátorů. 22 1 M Ω , 5 W rezistorů a 10 stejných rezistorů jsme zapojili do série jako nabíjecí rezistor. Součástky jsme přidělávali na elektrikářskou lištu. V původním projektu jsme jiskřiště udělali z kancelářských sponek, což je vidět na Obrázek 2. Problém je v tom, že sponky jsou pružné a bylo velmi pracné nastavit vzdálenosti jiskřišť, která musí být velmi malá. V našem případě, jelikož jsme pracovali s napětím 4.5 kV, je vzdálenost okolo 1 mm. V druhé verzi jsme sponky nahradili šrouby, u kterých lze lehce nastavovat vzdálenost.



Obrázek 2: Naše první verze

5 Zapojení

Napětí 3 kV bylo na přeskóčení prvního výboje nedostatečné, proto jsme kondenzátory přetěžovali až na hodnotu 4,5 - 5 kV. Generátor si vyžádal několik spuštění, než byla nastavena optimální vzdálenost jiskřišť. Nejvíce záleží na prvních jiskřištích, které spouštějí impuls. Napětí stoupá lineárně, proto u posledních jiskřišť nezáleží tolik na vzdálenosti. První jiskřiště se pohybovala pod 1 mm, další okolo 2 mm. Náš výsledný stroj je na Obrázek 3.



Obrázek 3: Výsledný stroj

6 Závěr

Náš sestavený generátor produkoval přibližně 54 kV výboje o energii 0,57 J. Jako pokračování projektu bychom zvolili více napěťové součástky a více úsporné sestavení.

Poděkování

Chtěli bychom poděkovat fakultě jaderné a fyzikálně inženýrské a Ing. Vojtěchu Svobodovi CSc. za uskutečnění fyzikálního semináře, sehnání financí a obětovaný čas.

Reference

1. Marxův generátor 240 000 V [online]. c2013 [cit. 29. 08. 2013]. Dostupné z WWW: <http://danyk.cz/marx.html>
2. Obrázek 1. Vlastní výroba pomocí programu schemeit. Dostupné z WWW: <http://www.digikey.com/schemeit>