

Jednoduché zdroje vysokého napětí pro školní praxi

JAN ŠLÉGR

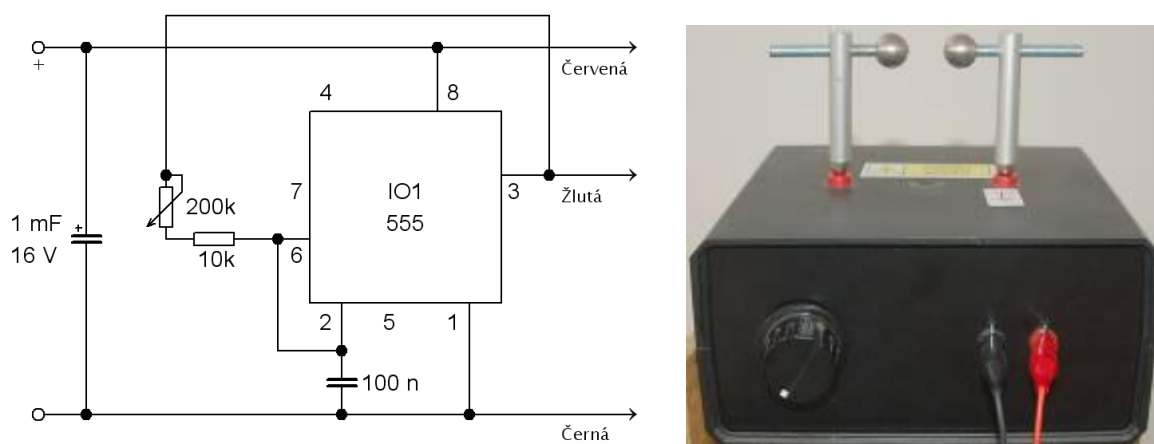
Katedra fyziky Přírodovědecké fakulty Univerzity Hradec Králové

V dnešní době je možné nahrazovat školní zdroje vysokého a velmi vysokého napětí, jako je např. Ruhmkorffův induktor nebo Teslův transformátor, svépomocně zhotovenými zdroji, jež jsou stejně bezpečné jako zdroje dostupné na trhu didaktických pomůcek, ale podstatně levnější. Tato zařízení navíc usnadňují učitelům život, neboť je stačí vyndat ze skříně a spustit, což je věc, kterou každý učitel, který někdy nastavoval vzpouzející se Wagnerovo kladívko, jistě ocení.

Zdroj vysokého napětí s cívkou VAPE A-Z04

Zapalovací cívka je dostupným zdrojem vysokého napětí přibližně 30 kV. Lze experimentovat např. s cívkou z motocyklu Pionýr, ke které je však zapotřebí vyrobit budič – obvod s výkonovým tranzistorem, který do cívky spíná stejnosměrné napětí. Právě tento výkonový tranzistor je velmi častým zdrojem problémů.

Firma VAPE vyrábí náhradní zapalovací cívku pro motocykly Jawa 350 (cívka A-Z04 viz [1], bližší informace o použití viz [2]), která v sobě již obsahuje výkonový tranzistor a tvarovací obvody, takže ji stačí jen připojit k dostatečně dimenzovanému zdroji stejnosměrného proudu a ke generátoru impulsů, který nemusí být výkonový. Zde stačí jednoduchý oscilátor s obvodem 555, jehož výstupem jsou obdélníkové impulsy, jejichž frekvenci lze řídit potenciometrem. Frekvence těchto budících impulsů (zavedených na spínací vstup – žlutý vodič) pak udává frekvenci vysokonapěťových pulsů na výstupu cívky, které lze vyvést na vhodné vybíječe. Schéma jednoduchého budiče a hotové zařízení je na obrázku 1.



Obr. 1 – Schéma budiče zdroje vysokého napětí a jeho realizace

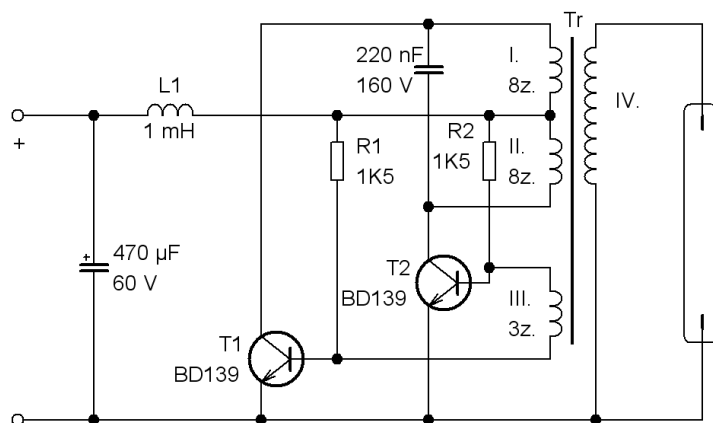
K buzení lze použít jakýkoliv dostupný (i sinusový) generátor, jehož jeden pól je propojen se záporným pólem napájení cívky a druhý pól se žlutým přívodním vodičem. Zdroj stejnosměrného napětí pro cívku musí být dostatečně dimenzován (na dvanácti voltech potřebuje cívka proud minimálně 5 ampér).

Při nižších frekvencích lze zdrojem dobře demonstrovat jiskrový výboj, při vyšších frekvencích výboj obloukový, protože díky vyšší frekvenci buzení oblouk nezhasíná. Toho lze využít např. pro ukázkou Jákobova žebříku (jedná se o mnohem bezpečnější metodu než v odborných publikacích dodnes doporučovanou transformaci síťového napětí rozkladným transformátorem). Vysoké napětí lze ze zdroje vhodnými kabely připojit k trubicím se zředěným vzduchem nebo ke Geislerovým výbojkám.

Zdroj pro spektroskopické trubice

Pokud je zapotřebí pouze zdroj pro Geislerovy výbojky, lze s výhodou využít zdroj vysokého napětí pro trubice se studenou katodou (tzv. CCFL – Cold Cathode Fluorescent Lamp), které se používají jako zdroj světla ve skenerech, kopírákách nebo LCD monitorech. Z havarovaného zařízení tak lze tento zdroj získat prakticky zadarmo, případně je možné jej za přibližně 120 Kč zakoupit v obchodě [3]. V elektronice kovaný pedagog si může tento zdroj za pár korun sestavit, jedná se o jednoduchý push-pull měnič, schéma je dostupné např. v [4].

Napětí na výstupu generátoru pro CCFL trubice je cca 1,2 kV, nicméně pro spektrální trubice bohatě postačuje – i když se tyto trubice obvykle připojují k Ruhmkorffovu induktoru s napětí v řádu desítek kV, vlivem toho, že je induktor poměrně měkký zdroj proudu, na něm při připojení trubic napětí poklesne právě řádově na kilovolty. Velkou výhodou zdroje pro CCFL je pak to, že trubice nepoblikává v rytmu spínání Wagnerova kladívka jako u Ruhmkorffova induktoru a svítí stále stejně jasně.



Obr. 2 – Schéma zdroje pro spektrální výbojky a jeho realizace

Transformátor je vhodné získat z LCD monitoru nebo jiného zařízení s CCFL. Navíjení vlastními silami by bylo obtížné vzhledem k velkému počtu závitů velmi tenkým vodičem na sekundární straně. Tranzistory je možné použít typu 2SC5707, 2SC1384 nebo BD139.

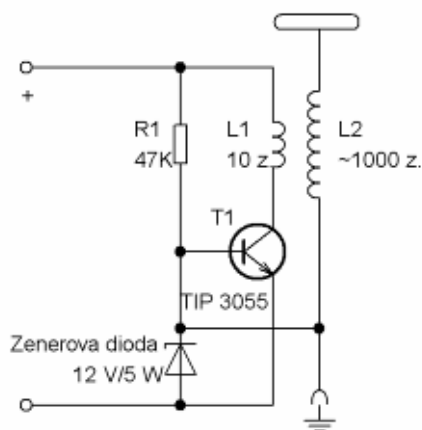
Generátor pro CCFL trubice z [3] je nutné napájet z nastavitelného zdroje napětí. Výboj v trubici se zapaluje při přibližně 24 voltech na vstupu generátoru a po zapálení výboje je možné napětí snížit, což zvyšuje životnost trubic.

Zdroj lze vestavět do držáku (viz obr. 2) spektrálních trubic, podobně jako tomu je u profesionálních výrobků. K mechanické fixaci i elektrickému propojení trubic lze s výhodou použít šroubovací svorky na hadice s průměrem 8 až 12 mm.

Teslův transformátor

Na některých školách je ještě možné ve sbírkách najít jiskřišťový Teslův transformátor, se kterým lze provádět velmi efektní pokusy, při kterých experimentátor drží v ruce zářivku, do které nevedou žádné dráty, a zářivka přesto svítí. Tím lze velmi účinně podpořit výklad o intenzitě a potenciálu elektrického pole.

V dnešní době lze tento transformátor nahradit velmi jednoduchým obvodem, známým na internetu jako Slayerův budič (viz [5]), který kromě primární a sekundární cívky obsahuje celkem tři další součástky. Výhodou tohoto zapojení je, že není zapotřebí nastavovat rezonanci sekundární cívky s primárním LC obvodem, jako tomu je u klasických jiskřišťových Teslových transformátorů, ale obvod začne sám kmitat na rezonanční frekvenci. Ve zde popsaném případě je použito deset závitů primární cívky a cca 800 závitů lakovaným drátem 0,3 mm na tubě od šumivého multivitaminu.



Obr. 3 – Schéma Teslova transformátoru a jeho realizace

Cívka je zakončena šroubem, na který lze našroubovat (pseudo)toroid pro výklad o elektrické intenzitě, nebo ostrou jehlu.

Závěr

Zde popsané jednoduché zdroje se mohou stát náhradou nefunkčních nebo ztracených zdrojů ve školních kabinetech. Díky jednoduchosti zapojení je pak zcela ideální tyto zdroje konstruovat s žáky, pokud na škole působí přírodovědný kroužek.

Literatura

- [1] <http://www.vape.cz/e-shop/zapalovaci-civky-s-integr-el-spinacem/A-Z04/>
- [2] <http://danyk.wz.cz/vape.html>
- [3] www.ges.cz/cz/menic-napeti-ccf122c-GES07507297.html
- [4] <http://danyk.wz.cz/ccfl.html>
- [5] <http://www.instructables.com/id/How-to-Build-a-Slayer-Exciter/>