

PLASMA SPEAKER

Josef Kovář

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xkovar63@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Michal Pavlík

E-mail: pavlik@feec.vutbr.cz

Abstract: The article describes the design and construction of one-channel plasma speaker. Absence of mechanical membrane gives the plasma speaker no frequency limitation. The design consists of power source to supply control electronic for signal modulation, converter and output transformer. Modulation of audio signal is realized by integrated circuit TL 594 that provides the PWM modulation. Duty cycle and frequency is adjusted by potentiometers. Dual forward converter is used to voltage amplification. High voltage discharge between the electrodes on the secondary winding is modulated by the PWM signal and produces sound.

Keywords: Plasma, PWM modulation, convertor, frequency

1. ÚVOD

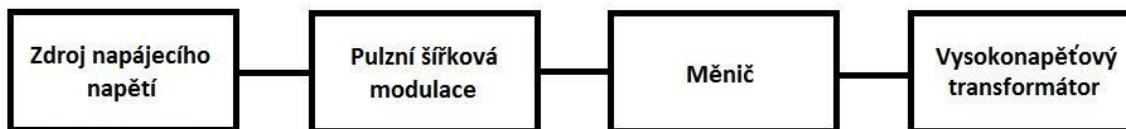
Téma bezmembránového reproduktoru bylo v minulosti podrobeno velkému výzkumu. Jedná se o typ reproduktoru, který nemá žádné pohyblivé části, tudíž není frekvenčně limitován. Jeho funkčnost je lepší a přesnější, než funkce normálního membránového reproduktoru. Tento typ reproduktorů bývá v současnosti využíván většinou jako výškové reproduktory. Jejich cena je však bohužel hodně vysoká. Plazmový reproduktor využívá změn tlaku vzduchu kolem obloukového výboje mezi elektrodami vysokonapětového transformátoru k vytváření zvuku. Modulace napětí mezi elektrodami je realizována pomocí audio signálu. Práce se zabývá návrhem tohoto zařízení.

2. NÁVRH A REALIZACE

Plazmové reproduktory pracují na principu zahřívání a ochlazování vzduchu kolem výboje. Oblast s vysokou teplotou plynu kolem výboje sousedí se studenější oblastí normálního prostředí a na pomezí těchto dvou prostředí vznikají rázy. Mění se tlak má za následek vyzáření tlakové vlny do okolí, kterou vnímáme jako zvuk. Velikost tlakových vln se mění pomocí modulace vysokého napětí mezi hroty. Pokud se zvýší teplota, objem nebo tlak se musejí zvýšit také. Když je délka výboje fixována vzdáleností elektrod, objem plynu kolem výboje se zvýšit nemůže. Jediné co se tedy zvýšit může, je tlak plynu. Tato tlaková vlna generovaná výbojem je pak pozorovatelem zaznamenána jako zvuk. Při nízkých frekvencích předpoklad stálého počtu molekul vzduchu kolem výboje není splněn, což vede ke špatné odezvě. Proto má tento typ reproduktorů problémy s přehráváním nižších frekvencí. Největší výhoda spočívá v tom, že plazmové reproduktory nemají žádnou membránu s definovanými rozměry, a proto mají potenciál produkovat zvuk až do 150 kHz. Frekvenční limitace je způsobena tepelnou kapacitou plynu, který je ohříván v okolí výboje. Přesto tento typ reproduktorů stále nabízí mnohem lepší frekvenční spektrum než reproduktory normálního typu, které mají mechanické omezení dané jejich konstrukcí.[1]

2.1. BLOKOVÉ SCHÉMA

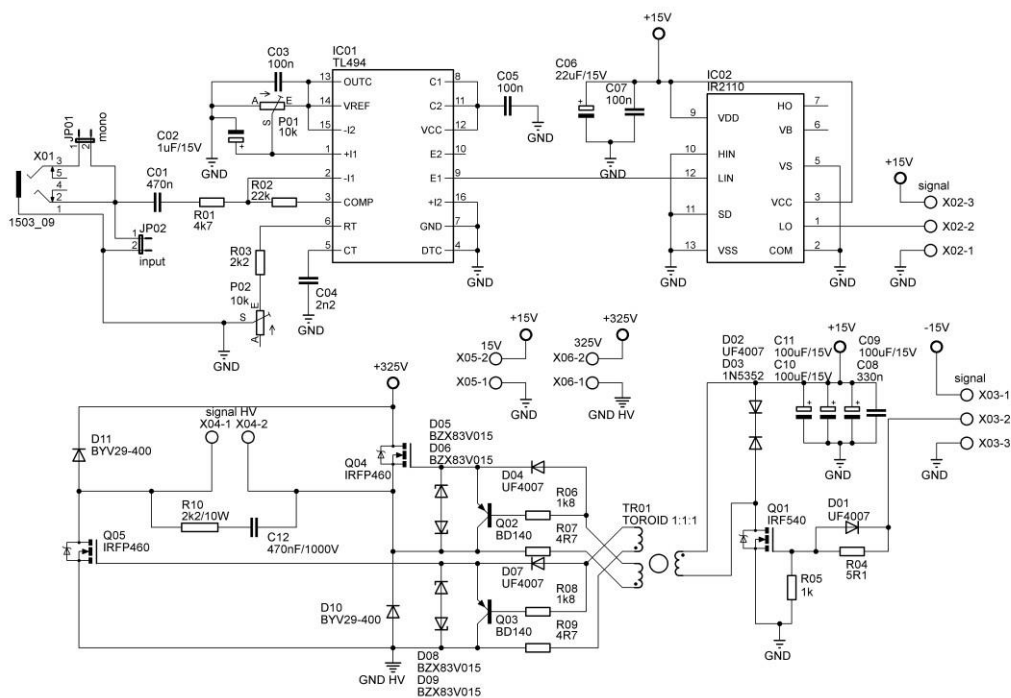
Na obr.1 je zobrazeno jednoduché blokové schéma plazmového reproduktoru.



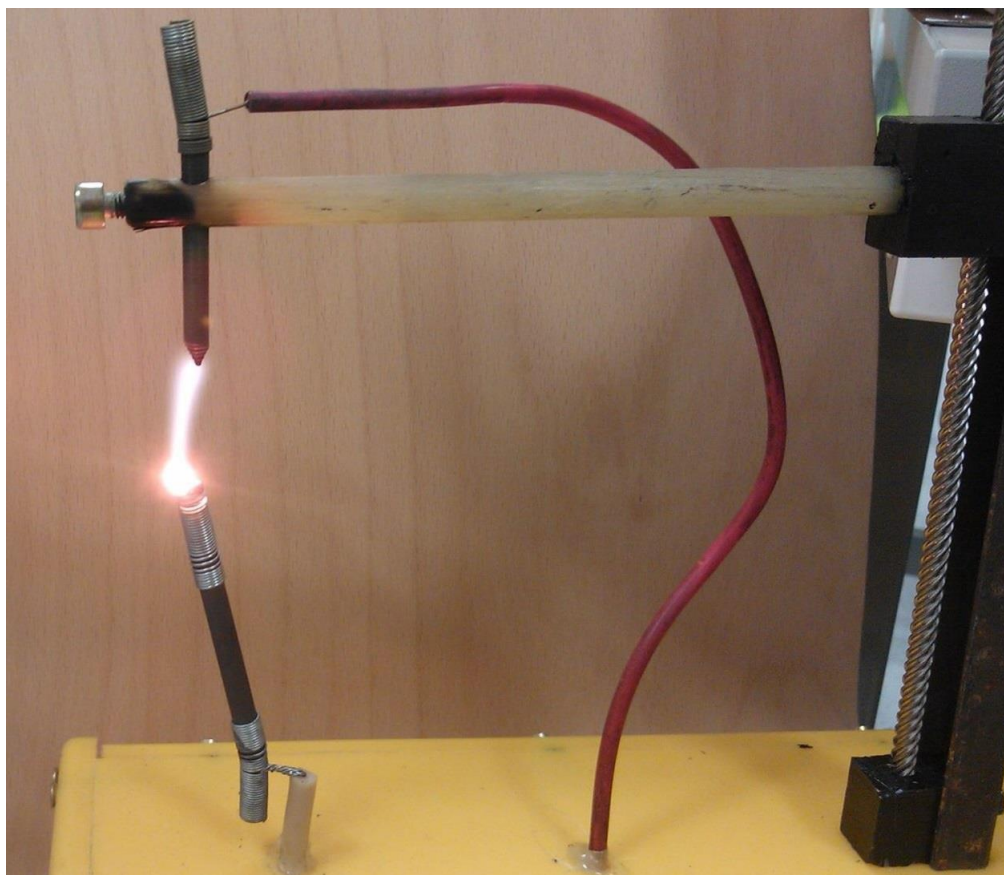
Obrázek1: Blokové schéma plazmového reproduktoru

2.2. FUNKCE OBVODU

Jednotlivé části blokového schématu jsou napájeny síťovým napětím. Na vstupu je zařazen odrušovací filtr pro odfiltrování vysokofrekvenčního rušení. Napětí je poté pomocí transformátoru sníženo na požadovanou úroveň a poté usměrněno pomocí usměrňovacího můstku. Za můstkem je zařazen CLC filtr pro odfiltrování zvlnění. Modulace audio signálu je provedena integrovaným obvodem TL 594, který se stará o PWM modulaci vstupního signálu.[2] Výstupem je tedy modulovaný signál, jehož frekvence je nastavována potenciometrem P_2 a jeho střída potenciometrem P_1 . Tímto signálem je následně řízen budič IR 2110, který budí tranzistor IRF 540. Ten je otvírán v rytmu pulzů, které přicházejí z budiče a následně budí GDT transformátor pro řízení výkonových tranzistorů IRFP 460, kterými je ovládáno primární vinutí vysokonapěťového transformátoru. Jako výkonový měnič byl použit jednocestný měnič o dvou polaritách napětí a jednom směru proudu.[3] Jeho funkce je řízena výkonovými tranzistory IRFP 460.[4] Po příchodu kladného signálu se otevřou tranzistory Q_4 a Q_5 . Ty jsou poté uzavírány tranzistory Q_2 a Q_3 po skončení impulsu. Cívka následně dodává svou energii zpět do zdrojové části přes diody D_{10} a D_{11} , kde nabíjí kondenzátory CLC filtru. Na primárním vinutí je umístěn RC člen, který je dimenzován tak, aby zachytil napěťové špičky obvodu při demagnetizaci transformátoru. Použitý transformátor je určen k použití v barevných televizorech. Elektrodový systém je zhotoven z kovových elektrod, z důvodu kvality zvuku. Výše popsané bloky tvoří dohromady celé zapojení plazmového reproduktoru, které je uvedeno na obr. 2.



Obrázek 2: Schéma plazmového reproduktoru



Obr. 3 Plazmový reproduktor v činnosti

3. ZÁVĚR

Při řešení problematiky plazmových reproduktorů jsem se řídil především návrhem jednotlivých bloků tohoto zařízení a volbou správné modulace tak, aby zařízení bylo co nejvíce efektivní a kvalita zvuku byla dobrá. V současné době jsem sestrojil prototyp tohoto zařízení, podle výše uvedeného návrhu. Zařízení je funkční a v současné době se zabývám jeho vylepšením a zkompletováním do finální podoby.

LITERATURA

- [1] SEVERINSEN, Daniel a Gourab Sen GUPTA. *Design and Evaluation of Electronic Circuit for Plasma Speaker* [online]. London, U.K, 2013 [cit. 2014-12-16]. Dostupné z: http://www.iaeng.org/publication/WCE2013/WCE2013_pp1111-1116.pdf. Thesis. Proceedings of the World Congress on Engineering.
- [2] TL594 Pulse-Width-Modulation Control Circuit. *Texas instruments* [online]. 2014, č. 19 [cit. 2014-12-16]. Dostupné z: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/tl594.pdf>
- [3] MARTIŠ, Jan a Pavel VLČEK. Plazmový reproduktor - hrající výboj ("singing arc") s TV trafem. *High voltage labs* [online]. 2009, č. 17 [cit. 2014-12-16]. Dostupné z: <http://hv-labs.xf.cz/singarc.html>
- [4] Power MOSFET IRFP460 datasheet. *Vishay* [online]. 2008, č. 18 [cit. 2014-12-16]. Dostupné z: <http://www.vishay.com/docs/91237/91237.pdf>