

PLASMA SPEAKER

Martin KOVAŘÍK

Secondary School (4), SŠPHZ Kollárova 617, Uherské Hradiště

E-mail: kovama1@seznam.cz

Supervised by: Zdeněk Berka

Abstract: The purpose of this project is to design a plasma speaker which uses Chip SG3525 from the Pc power supply. This circuit changes the width of pulses which go to high voltage transformer. The arc between secondary outputs of transformer has a modified frequency of music and makes voice. The basic carrying frequency is adjustable because every kind of transformer has the best efficiency in a different frequency.

Keywords: FET transistors are used to control the transformer which reduces the current going through SG3525.

1. ÚVOD

Plasmové reproduktory [3] nemají membránu. Využívá se změny tlaku vzduchu, vyvolané koronou nebo obloukovým výbojem. Na tomto principu se dají realizovat převážně vysokotónové měniče, výhodou je velký kmitočtový rozsah, neomezená hmotností membrány. Přestože je princip znám dlouho a experimenty se prováděly již kolem roku 1900, je použití reproduktorů na tomto principu velmi okrajové.

Práce se zabývá návrhem plasmového reproduktoru, který je vhodný jako kvalitní výškový reproduktor. V mém případě máme elektrický výboj mezi dvěma elektrodami VN transformátoru, výboj je zde jako horké plasma. Pokud měníme proud výbojem, mění se jeho teplota a vzduch kolem něj se rozpíná a smršťuje. To se dá využít ke konstrukci plasmového reproduktoru, kdy modulujeme proud výboje zvukovým signálem, a tím v důsledku rozpínání a smršťování vzduchu kolem výboje vznikají zvukové vlny.

Nejjednodušší způsob modulace je lineární, kdy sériovým prvkem přímo měníme proud / výkon výboje v závislosti na vstupním signálu. Velkou nevýhodou tohoto způsobu jsou však velké ztráty na sériovém lineárním prvku.

Mnohem výhodnější je použít modulaci šířkou pulzu (PWM - pulse width modulation), kdy budící frekvence je nad hranicí slyšitelnosti, měníme poměr zapnutí / vypnutí spínacích prvků podle vstupního signálu. Výhodou tohoto druhu modulace je vyšší účinnost, nevýhodou je nutnost správného návrhu výstupních obvodů spínaného budiče, jinak může docházet ke zkreslení a nelinearitám.

K modulaci šířkou pulzu se perfektně hodí vysokonapěťový transformátor z televizoru, protože jeho použitelná budící frekvence je v řádu desítek kHz a je jednoduše dostupný. Pokud chceme přenést frekvence do 20kHz, musí být budící frekvence minimálně 40kHz.

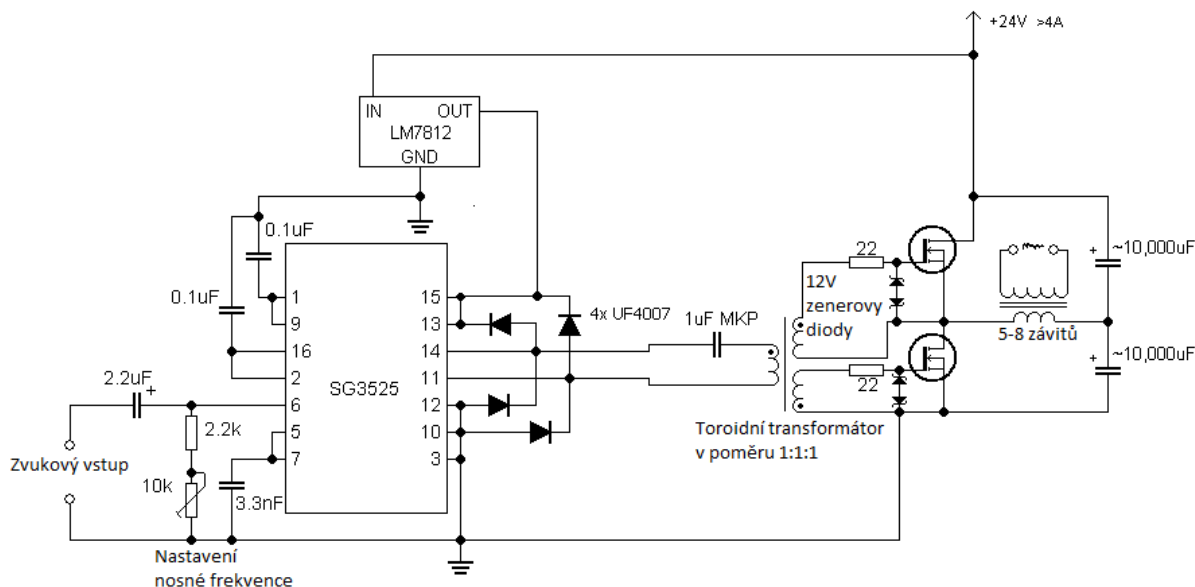
Osobně mě tento reproduktor zaujal a chtěl jsem si vyzkoušet jaká bude kvalita jeho zvuku.

2. ROZBOR A REALIZACE

Po analýze problematiky, jsem se rozhodl pro realizaci plasmového reproduktoru pomocí obvodu SG3525, jedná se o PWM modulátor pro spínané zdroje. Původně jsem chtěl použít obvod s IO 555, ale hůře se zde nastavovala budící frekvence pro trafo. Také jsem se rozhodl použít dvou tranzistorů v půlmůstkovém zapojení (obrázek 1), jejichž ovládání je upraveno přes GTD (Toroidní

transformátor v poměru 1:1:1). Toto provedení celkově snížilo proudové namáhání tranzistorů a oproti zapojení s jedním tranzistorem se dají chladit menším pasivním chladičem.

Zvolený modulátor SG3525[2] pracuje na napětí 8-20V, výstupní napětí má 5V a maximální odběrový proud 200mA. Já jsem zvolil napájecí napětí 12V, jelikož použité tranzistory mají maximální napětí na GATE 15V a pokud by došlo k poškození IO SG3525, tranzistory by se nepřetížily. Funkce IO je tedy taková, že po připojení napětí začne obvod oscilovat na frekvenci, která vychází z hodnoty odporu na potenciometru. Po připojení vstupního signálu se začne modulovat frekvence zvuku na budící frekvenci.



Obrázek 1: Zapojení plasmového reproduktoru.

Při realizaci samotného obvodu jsem vyšel ze zapojení od Jana Martiše[1], jelikož přesně odpovídalo mým požadavkům. Použité zapojení je zobrazeno na obrázku č.1.

Nejprve jsem vytvořil návrh PCB v návrhovém programu NI Ultiboard, poté jsem zapájel součástky a provedl oživení. Výboj se sice zapálil, ale kvalita zvuku byla špatná, výboj byl nestabilní a IO se velmi zahříval. První problém byl v materiálu toroidní cívky, na které je namotán GTD, protože byl pro frekvence 1MHz a vyšší a náš signál o frekvenci kolem 40kHz nemohl přenést. Bohužel ani po výměně toroidu se reproduktor nechoval jak by měl. Došlo sice odstranění zahřívání IO, ale výboj byl stále nestabilní. Podařilo se ho vždy na chvíli stabilizovat změnou nosné frekvence, ale vždy se opět destabilizoval. Nestabilita se projevovala hlasitým šuměním, které přehlušilo i modulovanou hudbu. Hlavní problém byl v použití uhlíkových rezistorů a standartního uhlíkového trimru, který slouží k nastavení nosné frekvence. Funkce IO SG3525 byla ovlivněna šumem uhlíkového materiálu z těchto součástek. Dále se musel upravit návrh PCB, protože odběrové proudy byly vyšší než jsem očekával, vzniklo PCB v0.2, uvedeno na obrázku č. 2.

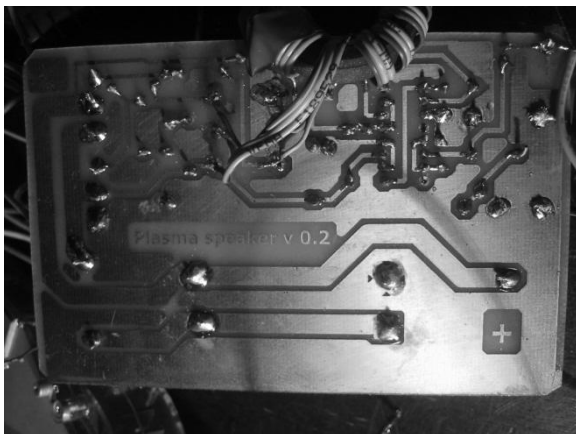
Reproduktor jsem po vyřešení většiny konstrukčních problémů odzkoušel. Ideálně funguje při frekvencích 1000 – 20 000Hz a pro vyšší frekvence. Pokud je frekvence signálu menší než 1000Hz, je zvuk deformovaný a zní „ploše“, protože výboj nedokáže rozpohybovat větší masu vzduchu, aby vytvořil hlubší tón. Také při hudbě, která má velké basy, dochází k přetěžování IO a tím i ke zhoršení kvality zvuku. To by se dalo vyřešit návrhem vhodného filtru, který by tyto signály alespoň z části eliminoval.

3. ZÁVĚR

Plasmový reproduktor se mi podařilo vyrobit a zprovoznit. Po zkouškách a úpravách konstrukčních částí reproduktoru dosahuje velmi kvalitního zvuku pro signál frekvence 1000Hz a výše.

V současné době ještě dokončuji prostorové rozvržení boxu (obrázek č.3) pro dosažení větší bezpečnosti pro používání, také se snažím vyladit obvod tak aby nebyl tolik cítit ozon, který reproduktor při svém provozu vytváří.

Plánuji vytvoření ještě jednoho plasmového reproduktoru, kde budu využívat IO TL494.



Obrázek 2: Zadní strana PCB.



Obrázek 3: Hotový výrobek.

Tento IO funguje na podobném principu, který má lepší výstupní parametry a nevyžaduje transformátor GTD.

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat Bc. Zdeňku Berkovi za cenné rady a pomoc při realizaci zařízení. Také bych chtěl poděkovat spolužákům, kteří mi pomohli sehnat materiál pro výrobu zařízení.

LITEATURA

- [1] Schémata, rady a tipy pro konstrukci
Dostupné na URL: < <http://www.teravolt.org/plasma-speaker-2/> >
- [2] Datasheet SG3525 REGULATING PULSE WIDTH MODULATORS
Dostupné na URL: < http://www.gme.cz/_dokumentace/dokumenty/332/332-016/dsh.332-016.1.pdf>
- [3] Plazmový reproduktor - hrající výboj ("singing arc") s TV transformátorem
Dostupné na URL: < <http://hv-labs.xf.cz/singarc.html>>