

Projekt: Osciloskop

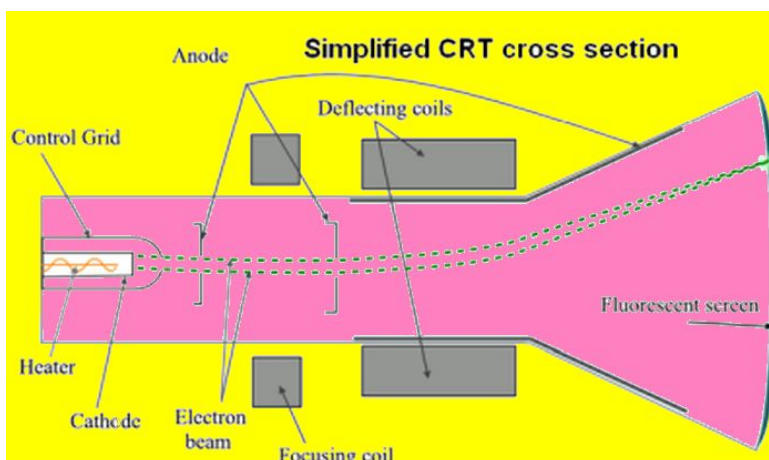
Adam Harmanský a Šimon Kirňak

Abstrakt

Práca sa zaoberá konštrukciou osciloskopu zo starého CRT televízora. Zahrňa jednoduchý fyzikálny popis funkcie a popis stavby zariadenia. Účelom osciloskopu je graficky vyobraziť audiosignál z počítača.

Stavba CRT displeja

Obrázok 1 zobrazuje základnú stavbu CRT displeja. CRT znamená *cathode ray tube* - už názov tohoto zariadenia implikuje, že z katódy vychádza lúč elektrónov. Horúca katóda spolu so zameriavacím zariadením tvorí *elektrónové delo*, ktoré strieľa lúč elektrónov smerom do kladne nabitého tela obrazovky, ktoré tvorí anódu trubice. Napätie katódy je voči zdroju $0V$ a napätie anódy približne $+2kV$. Energetické elektróny dopadajú na fosforescentný materiál na čele obrazovky, ktorý sa v ich dôsledku rozsvieti.



Obr. 1: Zjednodušená schéma CRT displeja

Pre rozsvietenie ľubovoľného miesta na čele obrazovky je potrebné lúč elektrónov vychyľovať. To je možné buď pomocou elektrického alebo pomocou magnetického poľa. Pri televíznych prijímačoch je magnetické vychyľovanie výhodné, keďže vzor pohybu lúča na obrazovke je nemenný. Osciloskopy a vektorové displeje používajú na vychyľovanie elektrické pole. Keďže v našom projekte ale nemôžeme narušiť integritu trubice, budeme sa musieť vysporiadať s magnetickým vychyľovním lúča.

Magnetické pole

Vychyľovacia hlavica obsahuje dva páry cievok, jedny pre x-ovú a jedny pre y-ovú os. Tieto páry cievok sú postavené ako helmholtzove cievky s polomerom $2cm$. Po mnohých aproximáciách vieme vypočítať prúd potrebný na vychýlenie lúča o daný uhol:

$$I = \frac{\sqrt{2Vm_e}}{2k\mu_0 n\sqrt{q}} \tan \alpha$$

Kde V je napätie anódy, m_e je hmotnosť elektrónu, k je $\frac{4}{5}^{\frac{3}{2}}$, μ_0 je permeabilita vákua, n je počet závitov cievok a q je elementárny náboj.

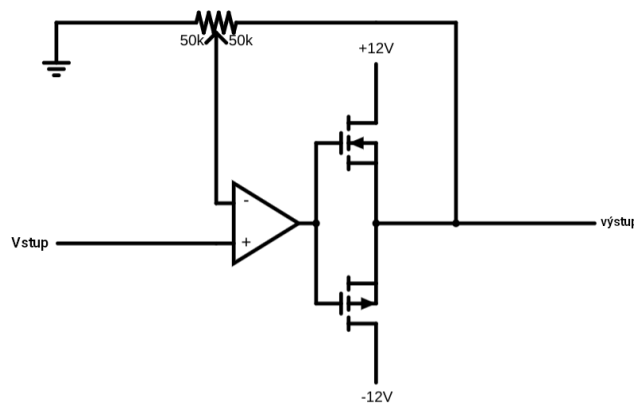
Pre vychýlenie lúča o 5cm vo vzdialenosti 10cm od dela je výsledok okolo 0.35A , čo je celkom blízko experimentálneho pozorovania 0.55A .

Zosilňovač

Cievky majú 120 závitov a odpor 15Ω . Vysoký odpor je dôležitý, lebo potrebujeme vysoký pomer rezistancie k reaktancii. Budeme ale potrebovať napätie minimálne okolo 5V a teda budeme mať straty v ráde niekoľko Wattov. Ideálny zosilňovač by bol zosilňovač triedy D, ktorý má takmer nulové straty, ale keďže budeme pracovať pri vysokých frekvenciách a cievky musia mať nízku indukčnosť, použijeme jednoducho operačný zosilňovač LM358 zapojený do push-pull zosilňovača postaveného z tranzistorov IRFZ44 a IRF9Z24.

Keďže MOSFETy budú potrebovať napätie medzi terminálmi *gate* a *source*, budeme musieť použiť minimálne o V_{GSmax} vyššie. Zvolíme teda napätie zdroja $\pm 12\text{V}$.

Na vstupe zosilňovača bude audiosignál, ktorý má napätie $\pm 0.3\text{V}$. Budeme ho teda musieť vždy iba násobiť. Preto výstup push-pull zosilňovača na záporný terminál operačného zosilňovača napojíme cez potenciometer napojený na napätie 0V , ako na obrázku 2.



Obr. 2: Schéma zosilňovača

Záver

Účel tohto projektu bol nekonvenčný v tom, že nešlo primárne o dôkaz fyzikálneho javu, ale samotné skonštruovanie prístroja bežne využívaného na demonštráciu týchto javov. Záver funguje teda opačne: ak sa pozorovania na osciloskope zhodujú s očakávaním podľa fyzikálneho princípu, osciloskop bol skonštruovaný korektne a projekt je úspechom.

Pozorovania opísané v hypotéze boli empiricky overené: jednosmerný prúd sa na obrazovke nami zostrojeného osciloskopu zobrazil ako bod, striedavý prúd ako krivka. Zostrojili sme ho teda správne. Okrem toho sme na ňom vytvorili rôzne obrazce, demonštrujúc tým ako bonus umelecké využitie tohto meracieho prístroja.

Použitá literatúra

- <https://www.tek.com/en/blog/how-does-an-oscilloscope-measure-frequency>
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Oscilloscope>
- <https://www.youtube.com/watch?v=DgYGRtkd9Vs>