

Persistence of vision

Jakub Kořenek*, Jan Nikl**, Martin Šilhavík***

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 7, 115 19 Praha 1
*korenjak@fjfi.cvut.cz, **nikljan@fjfi.cvut.cz, ***silhama4@fjfi.cvut.cz

Abstrakt

Cílem našeho projektu bylo vytvoření zobrazovacího zařízení, které pracuje na principu Persistence of vision a vytvořit tak zdánlivě nepohybující se obraz pomocí pohybujících se světelných bodů.

1 Úvod

Persistence of vision (dále *POV*) je optický jev využívaný převážně při zobrazování na CRT monitorech, ve filmech a na reklamních poutačích. Zařízení které jsme vyrobili je podobné tomu, které se používá v reklamních poutačích.

2 Cíle

Naším cílem bylo vytvořit zařízení, které by dobře demonstrovalo jev *POV*. Inspirovali jsme se malými reklamními poutači, které zobrazují ve vzduchu nápisy bez použití konvenčního displeje a jsou založeny právě na jevu *POV*. Při konstrukci jsme se snažili řídit českým příslovím „za málo peněz hodně muziky“.

3 Jev obecně

POV je optický jev, který je způsoben nedokonalostí lidského oka, to totiž nevnímá obraz spojitě, jak by se na první pohled mohlo znát, nýbrž sekvenčně. Jednotlivé sekvence zůstávají po určitou dobu zaznamenány na sítnici, nicméně našemu mozku se již jeví jako nepřerušovaná činnost. Tento fakt má za důsledek, že lidské smysli můžeme velice jednoduše zmást rychlým střídáním promítaných obrazů v krátkém časovém horizontu. Tento jev fyzikálně popsal roku 1824 britský vědec Peter Mark Roget a objasnil tak princip, na kterém bylo založeno přístroje jako zeotropy a praxinoskopy, které sloužili především pro pobavení. Později na tyto „primitivní“ přístroje navázali bratři Lumière vynálezem filmu, ve kterém se s *POV* setkáváme asi nejčastěji. K tomu, abychom dosáhli tohoto jevu, nám postačí frekvence sledovaného předmětu 20 Hz.

4 Zařízení

4.1 Princip

Princip jednoduchých *POV* zobrazovacích zařízení a posléze i naší konstrukce je v základu takový, že na periodicky se pohybujícím rameni jsou v závislosti na poloze opakovaně rozsvě-

ceny světelné body. Při dostatečné frekvenci pohybu a tedy frekvenci rozsvěcení světelných bodů v každé z poloh, se díky jevu *POV* jeví lidskému pozorovateli (rozsvěcené) světelné body trvale rozsvícené v každé z těchto poloh, takže celkově vzniká statický obraz.

4.2 Hardware

Návrh hardwaru byl takový, že na motor bude umístěno rameno (rovinné), na kterém budou LED diody řízené mikrokontrolerem umístěným spolu se zdrojem energie též na ramenu.

Ke konstrukci mechanické části našeho zařízení jsme použili dostupných součástek v dílnách školy. Nosné rameno jsme vyrobili ze stavebnice MERKUR, která byla dostatečně pevná a versatilní. Pohon zajišťuje silnější DC elektromotor pevně uchycený ve svěráku, který dokázal udržet vibrace při rotaci (rozebráno v diskusi). Na jednom konci ramene pak je připevněna deska s plošnými spoji a veškerou elektronikou a na opačném konci baterie (9 V), která napájí obvod a zároveň vyvažuje rameno.

Elektronická část se skládá především z 8 červených LED diod, které vytvářejí světelné body a tedy vykreslují celkový obraz. Dál jak bylo zmíněno je zde řídicí mikrokontroler. Použili jsme levný, ale funkčně naprosto postačující, programovatelný 8-bitový PIC. Dále je zde vidlice pro programování v obvodu (ICSP), díky které není nutné mikrokontroler vyndávat z obvodu při každém programování a nehrozí tak poškození kontroleru při manipulaci. Samozřejmě je také přítomen napájecí obvod, ve kterém je použit lineární regulátor napětí, který se bezproblémově uchladí prouděním vzduchu při rotaci.

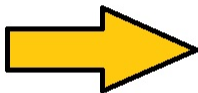
Důležitou částí, která ještě nebyla zmíněna, je obvod (bezkontaktní) synchronizace, která je klíčová pro dosažení statického obrazu při použití pohonu bez nastavitelné rychlosti. Možností řešení bylo více, obvykle se skládají ze stabilně umístěného zdroje/vysílače a detektoru na pohybujícím se rameni. U optických a infračervených řešení jsme se obávali šumu a nespolehlivosti při vyšších otáčkách, proto jsme zvolili magnetické řešení, které má ale také své nedostatky (viz. diskuse). To sestává z neodymových magnetů připevněných na podstavci pod dráhou ramene a Hallovy sondy (resp. spínače) na rameni. Jakmile se tedy rameno přiblíží na určitou vzdálenost k magnetům, Hallovo napětí překoná jistou mez a vnitřní obvod součástky sepne výstup, takže mikrokontroler může přejít rychlost zobrazování.

4.3 Software

Jak bylo řečeno, řízení činnosti prováděl univerzální programovatelný mikrokontroler. Ten s využitím časovačů připojených k vnitřnímu oscilátoru jednak měřil čas mezi detekcemi průletu nad magnety, který se pak vydělil počtem rozlišovaných poloh po otáčce a byl pak sledován druhým časovačem, který po vypršení spustil proceduru přepínání LED diod. Potřebná informace o tom, jaká konfigurace LED diod se má rozsvítit v každé z poloh byla uložena v poli v programovatelné flash paměti kontroleru (a nahrána do RAM). Bohužel velikost RAM neumožňovala nahrávat delší obrázky (tj. zvýšení rozlišovaných poloh).

Pro zjednodušení vytváření zmíněného pole s konfiguracemi rozsvícených LED diod jsme také vytvořili počítačový program, který dokázal z malého monochromatického bitmapového obrázku toto pole vytvořit. Vzor a výsledek jsou na obrázku (Obr. 1). Jak je vidět, obrázek je deformován, což je logický důsledek zobrazování na de facto mezikruží a směru rotace ramene.

!-) 1707



Obrázek 1: Vzor a výsledek zobrazení zkratky názvu fakulty jaderné a fyzikálně inženýrské

5 Diskuze

Výhodou tohoto zařízení je dosažení vysoké frekvence, která nám poskytuje statický obraz. Jednou z věcí, které se dají vylepšit je připevnění desky plošných spojů k motoru. Toto uchycení jsme provedli pomocí destičky ze stavebnice MERKUR, která je ovšem vodivá. Destičku jsme proto omotali izolační páskou, aby nezpůsobovala zkrat. Toto řešení se ale ukázalo jako nespolehlivé. Další nevýhodou zařízení jsou také větší příkon a vibrace. Ty jsme se pokoušeli odstranit vyvážením ramene, ale v úvahu by bylo také nutné vzít vztlak vznikající při vysokých rychlostech ($20 \text{ Hz} = 1200 \text{ rpm} \approx$ rychlost vrtule slabších modelů letadel). Vibrace byly zřejmě z části také způsobeny magnety, které přitahovaly kovové rameno, ale na druhou stranu dokázaly spolehlivě synchronizovat.

Pro další vylepšení bychom mohli zařízení udělat barevné tudíž vyměnit jednobarevné LED za RGB LED. Další možností nad kterou jsme přemýšleli je vytvoření 3D obrazu. U tohoto zařízení by ovšem museli synchronně rotovat dvě ramena okolo odlišných os, což by bylo konstrukčně problematické.

6 Závěr

Cílem tohoto projektu bylo vytvořit zařízení na demonstraci jevu *POV*. Úspěšně jsme toto zařízení vyrobili a předvedli jsme zobrazení názvu naší fakulty (Obr.1).

7 Poděkování

Na tomto místě bychom rádi poděkovali Ing. Vojtěchu Svobodovi, CSc. za vedení fyzikálního semináře a za poskytnutí prostorů pro výrobu našeho zařízení.

Reference

- [1] S. Herbert, *Persistence of Vision*, http://www.grand-illusions.com/articles/persistence_of_vision

- [2] J. Ma, D. Bjanec, *Persistent of Vision Display*, http://people.ece.cornell.edu/land/courses/ece4760/FinalProjects/s2012/jm787_dab355/jm787_dab355/.Finalproject.CornellUniversity.
- [3] B. Nelson, *The 'One Chip Spinning RGB POV Display' with conversion software*, <http://www.instructables.com/id/The-One-Chip-Spinning-RGB-POV-Display-with-conve>