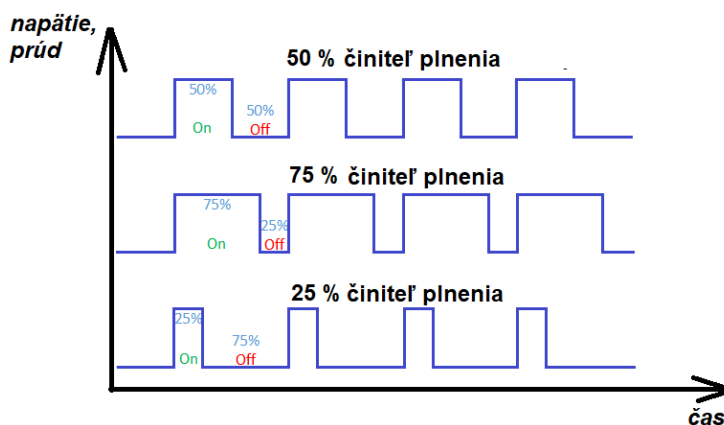


SPIEVAJÚCE SVETLO

Úvod (motivácia)

Niektoré zariadenia, ako napríklad ventilátor, rôzne elektrické motory, ale aj LED osvetlenie, potrebujú regulovať výkon. V minulosti sa výkon reguloval pomocou reostatu zapojeného do série so spotrebičom



(napríklad sme nožným pedálom ovládali šijací stroj). Toto riešenie však malo nízku účinnosť, pretože elektrická energia sa v reostate zbytočne premieňala na teplo. Po príchode počítačov sa riešením tohto problému stala metóda impulzovej šírkovej modulácie PWM (Pulse Width Modulation). Jej podstatou je zmena *striedy* inak nazývanej aj *činiteľ plnenia*, ktorá je definovaná ako pomer doby trvania aktívneho signálu (logickej jednotky) voči perióde a vyjadruje sa zvyčajne v percentách. V tomto experimente sme zaznamenali zvuk „vodného UFO“ – hračkárskej lampy s farebnými LED diódami, ktoré menia farbu, ako si môžete pozrieť na videu *Singing_Light.mp4*. Analýzou nahratého zvuku si ukážeme, ako zabudovaný mikrokontrolér pomocou PWM reguluje intenzitu osvetlenia jednotlivých LED diód, čím sa mení farba svetla.

Cieľ merania

Cieľom experimentu je zo získaného zvukového záznamu určiť frekvencie „blikania“ farebných LED diód.

Postup merania

Experimentálnu zostavu tvorí notebook s voľne šíriteľným softvérom Audacity, napájací zdroj s adaptérom, svetelný senzor s fotočlánkom, mikrofón, aktívne reproduktory a hračkárska lampa s meniteľnými farbami (vodné UFO).

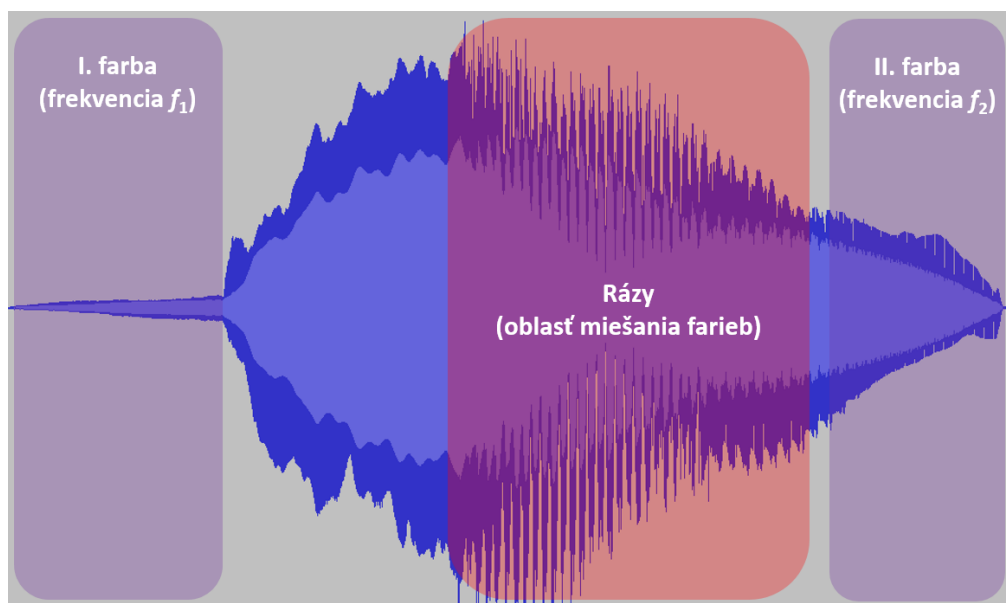
Pomôcky sme usporiadali podľa obrázka. Do napájacieho zdroja sme pripojili svetelný senzor a aktívne reproduktory. Mikrofón sme umiestnili pred aktívne reproduktory a pripojili sme ho do počítača pomocou jack konektora. Aktívne reproduktory sme pripojili jack konektorom k svetelnému senzoru. Fotočlánok sme položili na vodné ufo tak, aby registroval meniace sa farebné svetlá.



Spustili sme nahrávanie zvuku mikrofónu v programe Audacity. Zapli sme hračkársku lampu a na svetelnom senzore a na aktívnych reproduktoroch sme nastavili hlasitosť tak, aby bolo počuť zvuk spôsobený farebnými svetlami lampy a v softvéri Audacity (stiahnete si ho zo stránky <https://www.audacityteam.org/>) sa zobrazil požadovaný priebeh.

Priebeh experimentu si pre lepšie pochopenie môžete pozrieť na videu s názvom *Singing_Light.mp4*. Zvuk farebných svetiel, ktorý budete potrebovať pre ďalšiu analýzu, je zaznamenaný v súbore *Singing_Light.wav*.

Analýza merania



Pri počúvaní zaznamenaného zvukového signálu v súbore *Singing_Light.wav* zistíme, že v ňom môžeme počuť niekoľko frekvencií, ktoré patria k modulácii jednotlivých farieb.

Zároveň je možné na priloženom videu vidieť a aj počuť, ako pri miešaní farieb vznikajú zvukové rázy. Pri analýze je najlepšie sa zamerať na prvý zvukový „balíček“ v zaznamenanom zázname, ktorý vidieť na obrázku vyššie. V obrázku sme tiež vyznačili oblasti, ktoré budete analyzovať.

Vašou úlohou bude určiť frekvenciu modulácie prvej farby, druhej farby a overiť, či je frekvencia rázov daná rozdielom medzi týmito dvoma frekvenciami.

- Pre ďalšiu analýzu si otvorte v programe Audacity zvukový súbor *Singing_Light.wav*.
- Nájdite oblasť s frekvenciou prvého farebného svetla. Pomocou spektrálnej analýzy v softvéri Audacity určte jeho frekvenciu f_1 .

$$f_1 =$$

- Nájdite oblasť s frekvenciou druhého farebného svetla. Pomocou spektrálnej analýzy v softvéri Audacity určte jeho frekvenciu f_2 .

$$f_2 =$$

- Nájdite oblasť s rázmi. Určte ich frekvenciu odčítaním časového intervalu pre desať periód.

$$f =$$

- Overte, či sa frekvencia rázov rovná rozdielu frekvencií, ktoré ich vytvárajú:

$$|f_2 - f_1| =$$

- V zvukovom zázname existujú oblasti, kde je lampa „potichu“ – zvukový signál je nulový, aj keď je lampa svieti, ako vidno aj na videu. Čo to znamená? Aká je v takom prípade hodnota frekvencie blikania LED diód?¹

¹ Pri pulznej regulácii sa nastaví frekvencia, teda ako často sa preruší a zapne prechod prúdu napríklad farebnou LED diódou. LED diódy sa dokážu rozsvietiť aj zhasnúť veľmi rýchlo, výsledkom je teda blikanie s určitou frekvenciou. Pokiaľ je táto frekvencia dostatočne vysoká, neuvidíme blikanie LED diódy, ale iba plynulé svietenie. Ak začneme zväčšovať triedu, bude sa nám zdať, že farebná LED dióda svieti čoraz intenzívnejšie, až pri striede 100 % bude svietiť najsilnejšie (vtedy je naše „vodné UFO“ potichu). Naopak – ak triedu znižujeme až na 0 %, dióda nakoniec prestane svietiť úplne. Takýmto spôsobom môže „vodné UFO“ zdanlivo plynulo meniť farbu svetla. PWM regulácia sa obvykle pohybuje v rozsahu frekvencií stoviek hertzov. Za kvalitnejšiu PWM reguláciu sa môžu považovať hodnoty 1000 Hz a viac. PWM regulácia pôvodne vznikla pre reguláciu otáčok elektrických jednosmerných motorov, avšak v súčasnosti sa ňou reguluje aj napríklad podsvietenie displejov notebookov alebo smartfónov.