



Středoškolská technika 2014

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

Elektronická laserová harfa

Petr Martinovský

**Střední průmyslová škola dopravní, a.s.
Plzeňská 298/217a, Praha 5 - Motol**

Abstrakt

Práce se zabývá vytvořením elektrického hudebního nástroje, který je tvořen laserovými paprsky. Pokud se paprsek přeruší, zazní příslušný tón. Tóny je možné libovolně nastavit. Nástroj umí znít jako řada hudebních nástrojů.

Obsah práce

1. Úvod	Chyba! Záložka není definována.
2. Koncepce řešení	6
2.1 Propojení softwaru s elektronikou.....	6
2.2 Software	8
2.3 Elektronika	9
3. Realizace	10
4. Závěr.....	12
Použité zdroje.....	13

1. Úvod

Tato práce se týká hudebního nástroje vyznačujícího se efektním hraním. Aby vydal nějaký zvuk, není potřeba ani dechu ani hmatu. Stačí pouze mírný pohyb ruky a nástroj se rozehraje. Rozhodl jsem se proto využít laserových paprsků k imitaci strun běžné harfy. Pomocí počítače lze nastavit jakýkoli výchozí zvuk a oktávu, ve které budeme hrát. Mixážní pult umožňuje naladit každý paprsek zvlášť na libovolnou notu. V první části práce popíšu nástroj obecně a v druhé části se rozepíšu o elektronice.

Tuto práci jsem si vybral proto, že jsem velikým fanouškem významného hudebního skladatele Jeana Michele Jarreho, a vždy jsem toužil si zahrát na laserové paprsky, tak jako on.

Laserová harfa patří do skupiny MIDI nástrojů. To znamená, že je to pouze prvek, který ovládá hudební program v počítači. Nevýhodou je určitě to, že tento typ nástrojů nedokáže vydávat zvuky bez použití počítače. Ovšem má to například tu výhodu, že hudební program umí nastavit pro obsluhu Elektronické harfy různé efekty, oktávy nebo také vybrat z velmi široké škály zvuků a nástrojů.

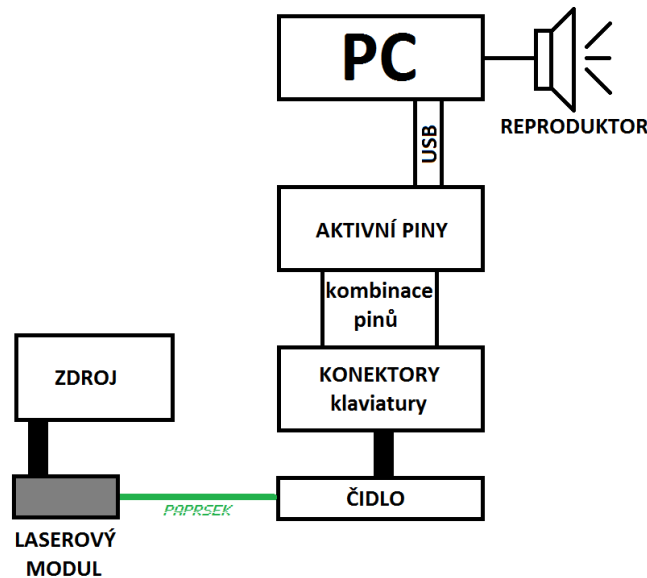
Ovládání laserové harfy spočívá v tom, že v rámu svítí laserové paprsky. Pro viditelnost těchto paprsků je potřeba stroj na výrobu mlhy, která je v průběhu hraní vypouštěna do prostoru harfy. Dlaní se přerušují paprsky, a tím jsou pomocí čidel a integrovaných obvodů přes USB kabel generovány impulsy do počítače. Tam jsou zpracovávány příslušným hudebním programem a poté zazní nastavený zvuk. Je možné přerušit i více paprsků najednou.

Paprsky mají zelenou barvu, a to ze dvou důvodů. Prvním důvodem je, že zelené barevné spektrum je nejlépe viditelné a druhý důvod je, že zelená patří k přírodě. Paprsky jsou tvořeny ze základního paprsku a pomocí polopropustných zrcadel jsou postupně rozděleny. Základní paprsek svítí z laserového modulu o síle 50mW. Pokud by byla síla laseru větší, znamenalo by to nejen propálení čidel, ale také by se to stalo nebezpečím pro naše zdraví, především oči.

Pro lepší způsob hraní je harfa doplněna o mixážní pult, na němž je umístěno 32 konektorů doplněné nakreslenou klaviaturou. Dále se na pultu nachází elektrický signál od každého paprsku. To umožňuje nastavit samostatně pro každý paprsek jiný tón.

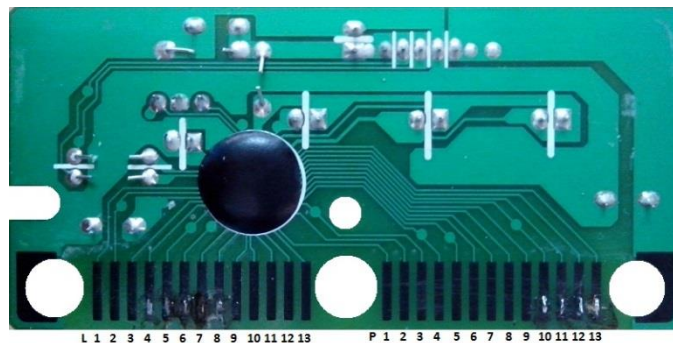
2. Koncepce řešení

2.1 Propojení softwaru s elektronikou



Obr.1 Blokové schéma

Propojení s počítačem je řešeno přes klávesnicový modul (Obr. 1). Jako hlavní část obsahuje naprogramovaný procesor pro USB přenos do počítače. Dále má 13 levých vývodů a 13 pravých.



Obr.2 Klávesnicový modul

Klávesnice tedy funguje tak, že stisknutím libovolné klávesy se spojí jeden vývod z levé strany s jedním vývodem z pravé strany. Do počítače přichází informace, která je v počítači upravena do podoby nastaveného znaku či funkce.

V následující tabulce (Tab. 1) jsou zaznamenány všechny využití kombinace, které jsou použity laserovou harfou. V pravém sloupečku je výsledný znak, který se zobrazuje v počítači. V druhém sloupečku jsou identifikační čísla levých vývodů a ve třetím sloupečku jsou identifikační čísla pravých vývodů. Čtvrtý sloupeček je vysvětlen později.

Klávesa	Kom1	Kom2	Klaviatura
B	L4	P6	-g1
C	L3	P7	-e1
D	L3	P9	-d#
E	L3	P11	E
G	L4	P8	-f#
H	L5	P8	-g#
I	L6	P11	+c1
J	L5	P9	-a#
M	L5	P7	-h1
N	L5	P6	-a1
O	L7	P11	+d1
P	L8	P11	+e1
Q	L1	P11	C
R	L4	P11	F
S	L2	P9	-c#
T	L4	P10	G
U	L5	P11	H
V	L4	P7	-f1
W	L2	P11	D
X	L2	P7	-d1
Y	L1	P7	-c1
Z	L5	P10	A
É	L8	P12	+d#
Ě	L2	P12	C#
Í	L7	P12	+c#
Ř	L4	P13	F#
Š	L3	P12	D#
Ú	L8	P10	+f1
Ý	L5	P12	A#
Ž	L5	P13	G#
)	L6	P10	+g1
'	L6	P13	+f#

Tab. 1 Tabulka záznamu

2.2 Software

Jelikož mám bohaté zkušenosti s hudbou a hraním na piano, zvolil jsem si v počítači velmi oblíbený program pro hudebníky FL STUDIO. Tento program má několik verzí. V práci je použita verze 10. Program umožňuje skládat písně a hrát na několik set nástrojů. Hrát lze s midi nástroji připojenými k počítači nebo klávesnicí. Zde tedy mohu vysvětlit poslední sloupec z předešlé tabulky, kde je označení not, které v programu zazní po stisknutí příslušných kláves (spojením kombinací).



Obr.3 FL STUDIO

Například:

Na klávesnici stiskneme znaky kláves **W** a **R**. Jak je uvedeno v tabulce, zazní tón **D** a **F**



Obr.4 Ukázka stisknutí dvou tónů v FL studiu

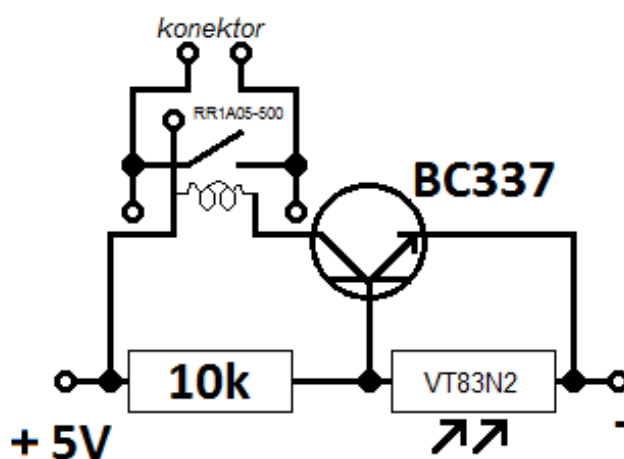
2.3 Elektronika

Z klávesnicového modulu jsou kombinace vývodů zapojeny do spínacího relé, které je sepnuto do té doby, pokud na fotorezistor nesvítí laserový paprsek. Těchto obvodů je 12, pro každý paprsek jeden.

Speciální relé je použito proto, aby do propojených kombinací modulu nebylo připojeno napětí a neprotékal větší proud z napájení obvodu.

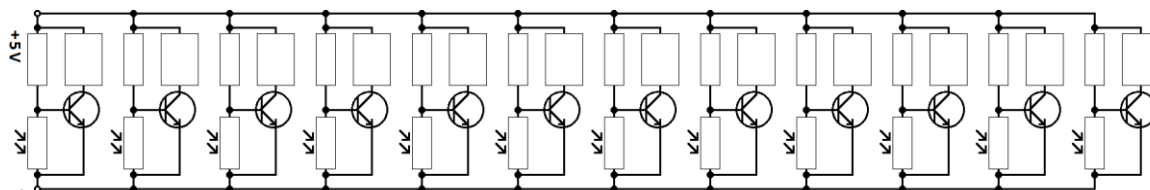
Pro hraní více tónů než pouze dvanácti pevně připojených, má každá kombinace svůj konektor. Z každého obvodu od paprsku vede protikus konektoru. To znamená, že do jakého konektoru zapojíme obvod, bude hrát na tom paprsku ten tón, který si vybereme. Těchto konektorů je 32.

Na napájecí vodič USB klávesnicového modulu je umístěn přepínač pro připojení a odpojení zařízení od PC. Z modulu je k přepínači vyvedena zelená dioda, která svítí při připojení.

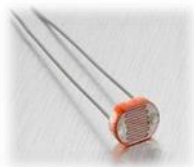


Obr.5 Schéma zapojení samostatného obvodu

Proud teče z napájecího napětí 5V přes rezistor 10 k Ω na bázi tranzistoru. Pokud na fotorezistor VT83N2 svítí světlo (laserový paprsek), pak proud teče dále přes fotorezistor na GND USB a tranzistor zůstává zavřený. Pokud se však přeruší paprsek (na fotorezistoru je tma) proud teče do báze tranzistoru BC337 a ten se otevře. Proud pak teče přes vinutí relé RR1A05-500 a přechod dále na GND USB. Relé sepne a tím dojde ke spojení kombinace na klávesnicovém modulu. V Programu FL studio zazní výsledný tón.



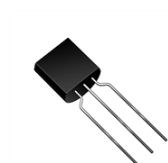
Obr.6 Ukázka stisknutí dvou tónů v FL studiu



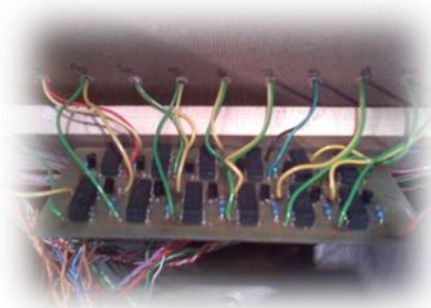
Obr. 7a Fotorezistor VT83N2



Obr. 7b Relé RR1A05-500



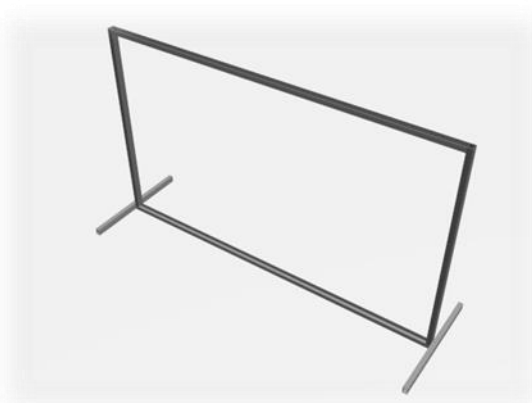
Obr. 7c Tranzistor BC 337



Obr. 7d Plošný spoj všech obvodů

3. Realizace

Laserovou harfu tvoří rám 150 cm dlouhý, 90 cm vysoký a široký 50 cm z různých profilů. Do celku byl svařen svářečkou. Horní a dolní díl je z profilu U 2x1 cm a bočnice jsou z profilu obdélníku 2x1 cm.



Obr.8 Rám harfy

V dolní části je umístěn laserový modul s chlazením a 12 hranolů se sklíčky. Laserový modul má sílu 50mW při zeleném spektru 532nm a je napájen ze zdroje 12V.



Obr.9 Laserový modul

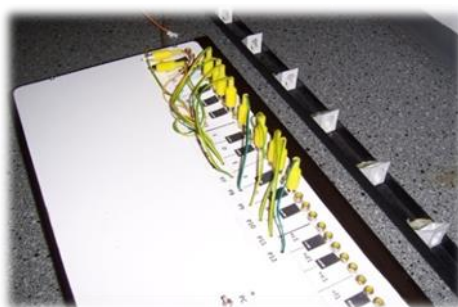
Polopropustná zrcadla jsou přilepena na plastových hranolech v úhlu 45° , aby se paprsek správně odrazil na fotorezistor. Fotorezistory jsou umístěny v horním dílu nad zrcadly. Jelikož paprsky nejsou běžně moc dobře viditelné, je potřeba mlha, kterou obstarává generátor mlhy.



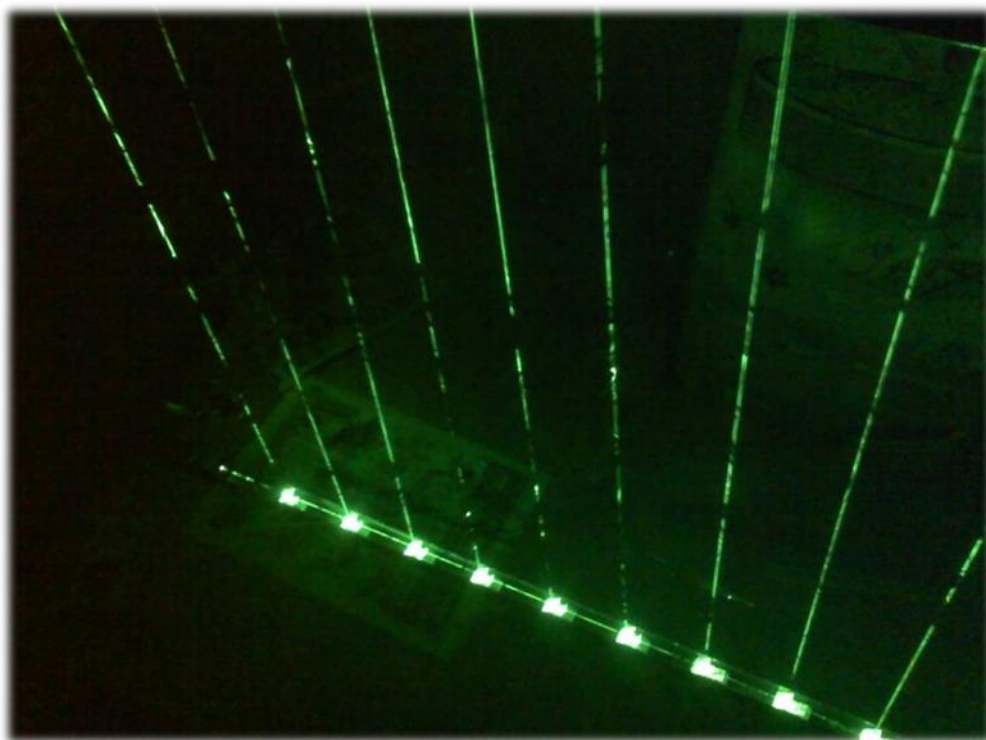
Obr.10 Sklíčka



Obr.11 Čidla



Obr. 12 Box s elektronikou



Obr. 13 Výsledné paprsky v mlze

4. Závěr

Zadání bylo splněno, vytvořil jsem elektronický hudební nástroj, který je propojen s počítačem. Lze měnit libovolně tóny a nástroje. Práce trvala necelé tři měsíce. Za největší mínus na celé práci považuji hranoly s polopropustnými zrcadly umístěnými na dolní liště, veliký rám a relé. Rám svými rozměry se „krouť“ a je složitá jeho přeprava i uskladnění. Hranoly s polopropustnými zrcadly se pohnou a vyladění trvá poměrně dlouho. Proto budu dále pokračovat na odstranění těchto problémů.

1. Relé by mohlo být nahrazeno integrovanými obvody typu 4066, což by vyřešilo problematiku zadržování relé.
2. Pomocí mikroprocesorového systému arduino by se ovládalo galvo (což je krokový motor podobný servu) a na něm by bylo umístěno polopropustné zrcadlo. To by kmitalo tak rychle, že lidské oko by vnímalo všechny odražené paprsky, jako že svítí všechny ve stejnou dobu. Toto by snímalo čidlo umístěné dole směrem vzhůru. Arduino by bylo naprogramované s čidlem a zrcátkem. Propojení s počítačem by tvořil místo klávesnicového modulu MIDI MODUL, který je lepší na ovládání FL studia.

Díky této práci jsem si vyzkoušel práci s klávesovým a laserovým modulem a velmi jsem si pohrál s optikou. Jsem velmi potěšen, že jsem dokázal realizovat původní vlastní myšlenku.

Použité zdroje:

<http://www.sanelectric.ru/2013/06/arduino.html> - obrázek fotorezistoru

<https://ec.setron.de/products/101113-bc337-40.aspx> - obrázek tranzistoru

<http://www.gme.cz/jazyckova-rele-cosmo-reled1a-051-000-p634-012> - obrázek relé