



## **Středoškolská technika 2015**

**Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT**

### **Laserová řezačka vyrobená z recyklovaných materiálů**

**Boris Karavasilev**

Střední průmyslová škola elektrotechnická a informačních technologií Brno

Purkyňova 97, Brno

# Obsah

|  |       |
|--|-------|
| 1. Úvod.....                               | 3     |
| 2. Co je vlastně laserová řezačka.....     | 4     |
| 3. Z čeho se skládá laserová řezačka.....  | 5     |
| 3.1. Hardware.....                         | 6     |
| 3.2. Software.....                         | 7     |
| 3.2.1. Software v počítači.....            | 7     |
| 3.2.2. Software v laserové řezačce.....    | 8     |
| 4. Realizace mé vlastní řezačky.....       | 9     |
| 4.1. Analyzování součástek.....            | 9-10  |
| 4.2. Vytváření těla řezačky.....           | 11-12 |
| 4.3. Zabudování pohybových mechanismů..... | 13    |
| 4.4. Testování pohybových mechanismů.....  | 14    |
| 4.5. Laser.....                            | 16-17 |
| 4.6. Proměna laserové řezačky.....         | 18    |
| 4.7. Software laserové řezačky.....        | 19    |
| 4.8. DPS.....                              | 20-21 |
| 4.9. Dodělávání detailů.....               | 22    |
| 5. Závěr.....                              | 23    |

# 1 Úvod

Cílem této práce je využít starou a nepotřebnou elektroniku k něčemu prospěšnému. Je škoda kolik spotřební elektroniky se dnes vyhazuje a to třeba jen kvůli jedné rozbité součástce uvnitř. Z tohoto důvodu jsem chtěl zkusit ze starých diskových mechanik vytvořit laserovou řezačku, protože jsem si myslel, že by uvnitř mohli být potřebné součástky.

Zpočátku jsem si zjistil, jak taková řezačka vůbec funguje a z čeho se skládá. Díky těmto znalostem jsem došel k tomu, že moje úvaha byla správná a taková disková mechanika obsahuje vše, co potřebuji např. krokové motorky, osy s pojízdovým mechanismem nebo dokonce laser. Na základně této malé řezačky si v budoucnu mohu vyrobit větší, kterou bych často využíval při vyrábění dalších výrobků.

## 2 Co je vlastně laserová řezačka

Je to druh stroje, který je ovládaný počítačem a může řezat nebo jen vypalovat do různých materiálů požadované tvary, formy, nápisy atd. Je to velice užitečný stroj a užívá se v mnoha odvětvích.

To co určuje, jaké materiály může konkrétní řezačka řezat je její laser. Lasery jsou různě výkonné a samozřejmě se stoupajícím výkonem stoupá i cena. Levnější řezačky se slabšími lasery se používají například k řezání dřeva nebo plastu a ty dražší dokážou přerýznout i kov. Na obrázcích níže jsou vidět různé druhy laserových řezaček.



Obr. 1: Průmyslová laserová řezačka schopná řezat kov



Obr. 2: Menší a levnější laserová řezačka

## 3 Z čeho se skládá laserová řezačka

Většina laserových řezaček potřebují k tomu, aby správně fungovaly nějaký hardware, který je řízen správně nakonfigurovaným softwarem. Tyto dvě části jsou na sobě velice závislé. Například software musí přesně vědět, jaký hardware bude k němu připojen, aby ho podle jeho rozměrů a specifikací mohl správně ovládat a nedocházelo ke kolizím a nepřesnostem.

### 3.1 Hardware

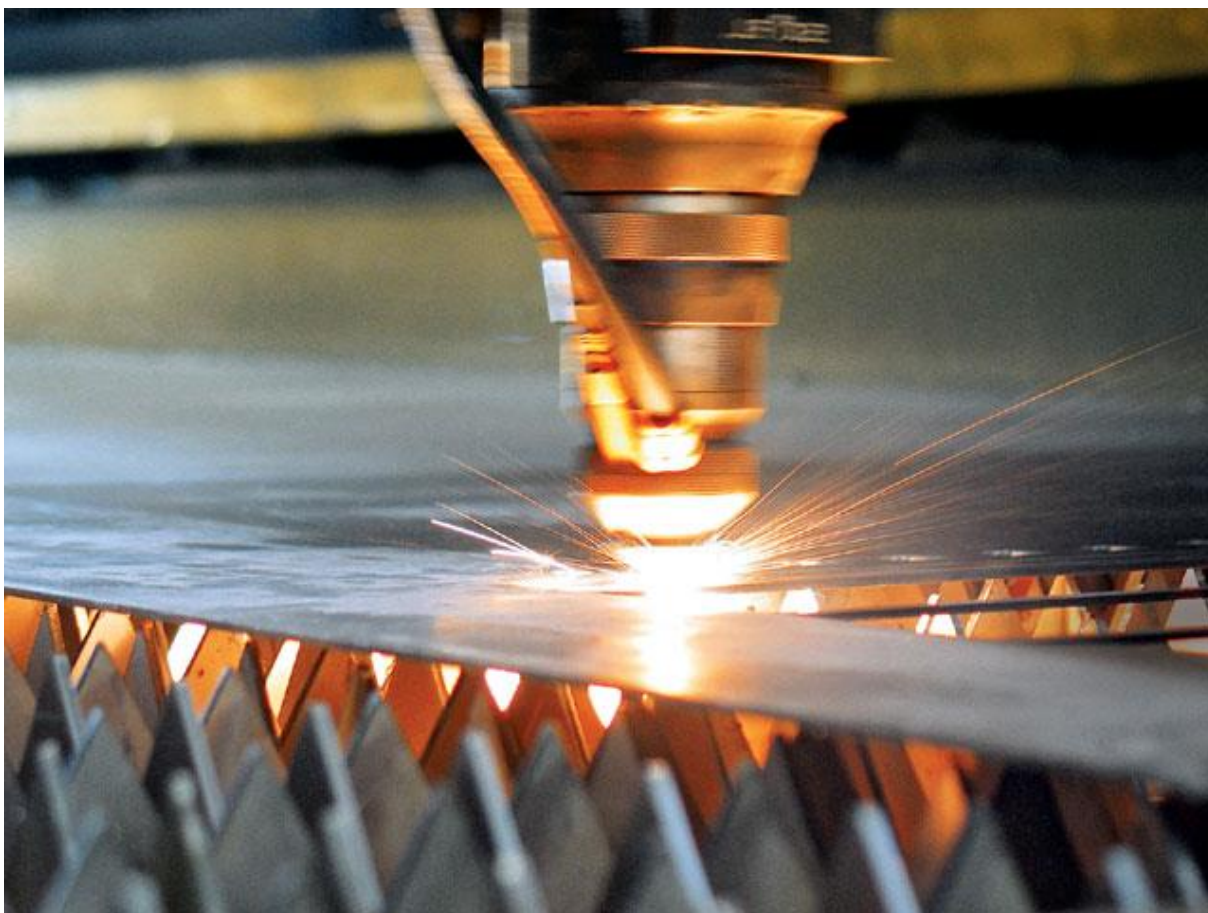
Každá laserová řezačka se skládá ze dvou pohybových os, lůžka pro řezaný materiál a laseru. Po osách X a Y se pohybuje laser nahoru, dolů, doleva a doprava. Takže se stále pohybuje v jedné hladině.



Obr. 3: Zvýraznění os pohybu na řezačce

Aby se laser pohyboval přesně, tak software musí vědět, kde se aktuálně laser nachází. Toho se dosáhne tím, že při spuštění řezačky se laser dostane na konec obou os. Tam jsou umístěny koncové spínače ty softwaru oznámí, že už laser dosáhl maxima a dál ho nepustí. Po provedení tohoto cyklu už je přesně stanovená pozice laseru a už se vůči této pozici může s laserem přesně pohybovat.

Lůžko, na které se pokládá řezaný materiál je vyrobeno tak aby neodráželo laserový paprsek zpátky a tím pádem nepoškozovalo materiál z druhé strany. Lůžko může být například vyrobeno z mnoha špičatých plechů umístěných vedle sebe, aby rozptýlily paprsek do stran.



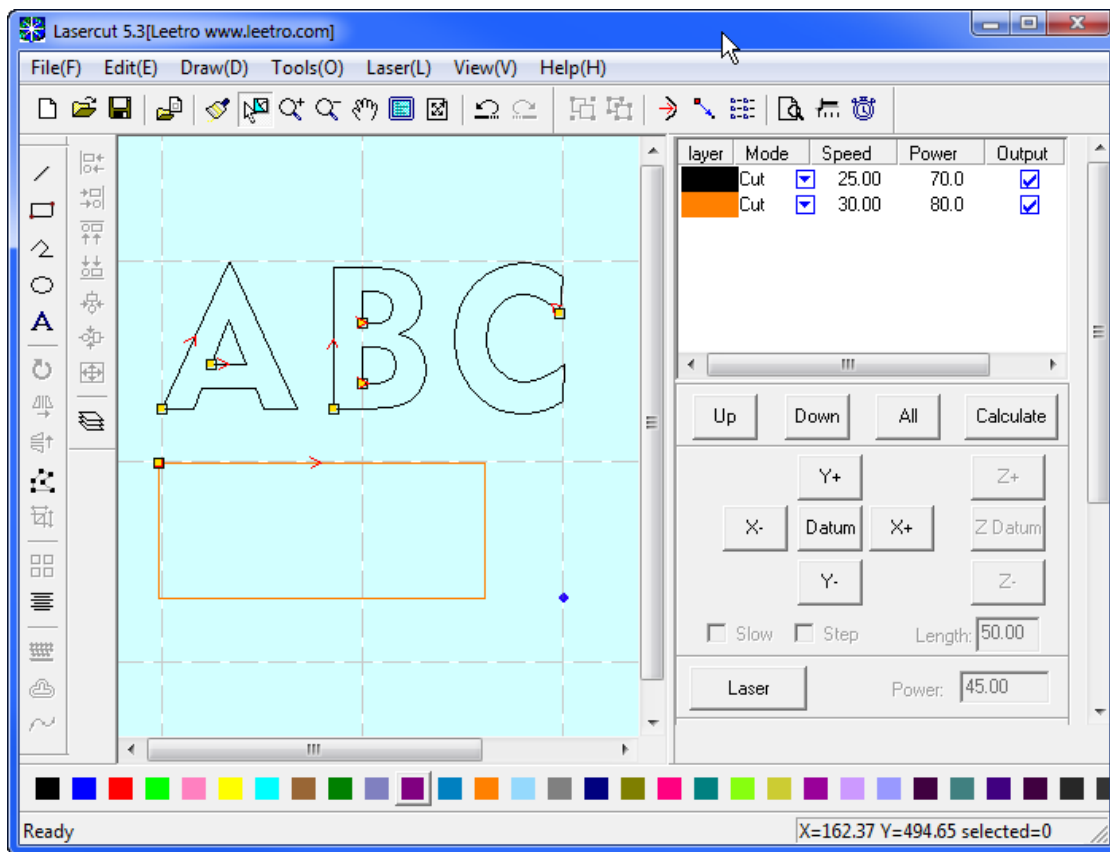
Obr. 4: Lůžko pro řezaný materiál

## 3.2 Software

Software řídí celý hardware laserové řezačky. Software je rozdělený na program ve výkonnějším počítači, který dává příkazy k pohybu a na program kterým je naprogramovaný procesor zabudovaný přímo v laserové řezačce a ten tyto příkazy zpracuje a dále je používá k samotnému řízení řezačky.

### 3.2.1 Software v počítači

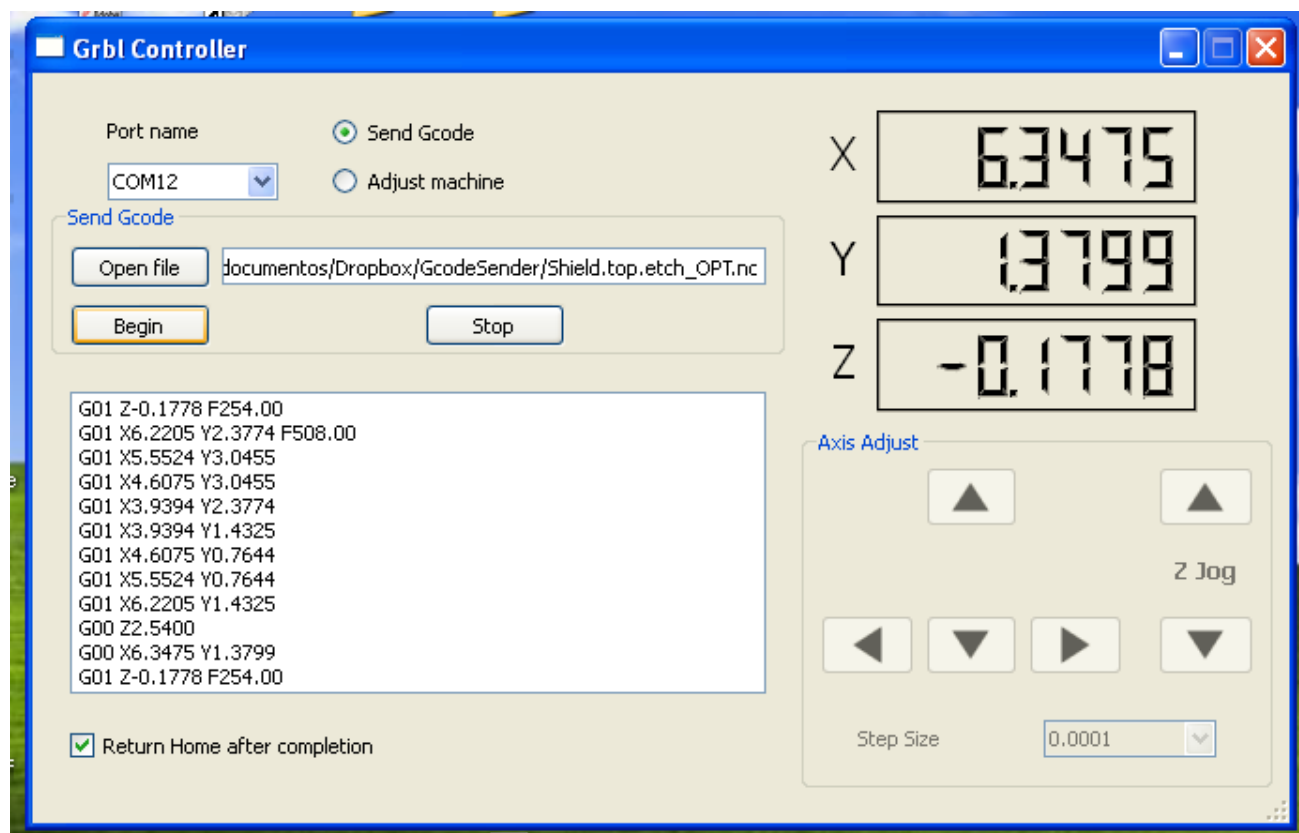
To bývá program, který má nějaké uživatelské prostředí a většinou uživateli umožňuje ručně s laserem pohybovat a zapínat ho. Druhá možnost je, že programu předáte soubor, který jste pohodlně vytvořili v grafickém programu. Váš grafický program ale musí mít možnost ukládání souboru jako určitý typ požadovaný vaším programem pro ovládání řezačky.



Obr. 5: Příklad počítačového softwaru

### 3.2.2 Software v laserové řezačce

V laserových řezačkách bývá procesor, který je naprogramovaný tak že když dostane příkaz k pohybu od programu v počítači tak tento příkaz dokáže rozpoznat a vyšle podle tohoto příkazu správné signály, aby požadovaně pohnuly laserem. Na první pohled se to může zdát jednoduché, ale tento procesor musí mít přednastavené přesné hodnoty o tom kolik kroků musí udělat krokový motor, aby se laser pohnul o jeden milimetr, jaká je maximální vzdálenost kterou může laser urazit, jakou může mít motor maximální akceleraci a mnoho dalších hodnot. Příkazy, které procesor dostává, jsou v takzvaném G-kódu. G-kód může obsahovat různé pokyny, ale většinou nese souřadnice o kolik se má která osa posunout a do jakého směru. G-kód například také může sdělovat pokyn k vrácení laseru na počáteční pozici a mnoho dalších. To jestli je laser na počáteční pozici pozná tak, že dostane signál z koncových spínačů na začátku každé osy. Pak je laser připraven řezat.



Obr. 6: Ukázka G-kódu



## 4 Realizace mé vlastní řezačky

Díky všem dosud zjištěným informacím a pochopení principů fungování laserových řezaček jsem začal přemýšlet, jak tedy vyrobím tu svoji. Chtěl jsem ji vyrobit ze starých diskových mechanik, protože jsem věděl, že někde uvnitř je čtecí zařízení, které jezdí na ose dopředu a dozadu poháněné krokovým motorkem. To bylo všechno, co jsem věděl.

### 4.1 Analyzování součástek

Takže jsem měl nápad, znalosti a už chyběli jen součástky. Najednou přede mnou ležely dvě staré diskové mechaniky a já věděl, že někde uvnitř jsou součástky, které bych mohl využít ke stavbě mé vlastní malé laserové řezačky.



Obr. 7: Jedna z diskových mechanik (Obě jsou téměř identické)

Jako první mě napadlo, že si vezmu šroubovák a rozmontuju ty mechaniky do posledního šroubku. Jenže to co se na první pohled jeví jako jednoduchý úkol, tak ve skutečnosti vždy nemusí být. Odšrouboval jsem pár šroubků, ale kovové kryty se od sebe stále nechtěli odtrhnout. Chvilí jsem je od sebe táhl a pak jsem si začal lépe prohlížet místa, ve kterých by mohli být k sobě uchyceny. Objevil jsem, že je k sobě drží přední panel, který byl uchycen oušky snad do všech možných stěn. Musel jsem ta ouška s opatrnou hrubostí zatlačit dovnitř, aby se vyhákly ze svého otvoru a to všechny naráz. S pomocí většiny mých končetin se mi konečně podařilo celou mechaniku otevřít. Pak už to šlo lehce. Vše jsem rozšrouboval a rozložil si na stůl, abych věděl s čím mohu pracovat.

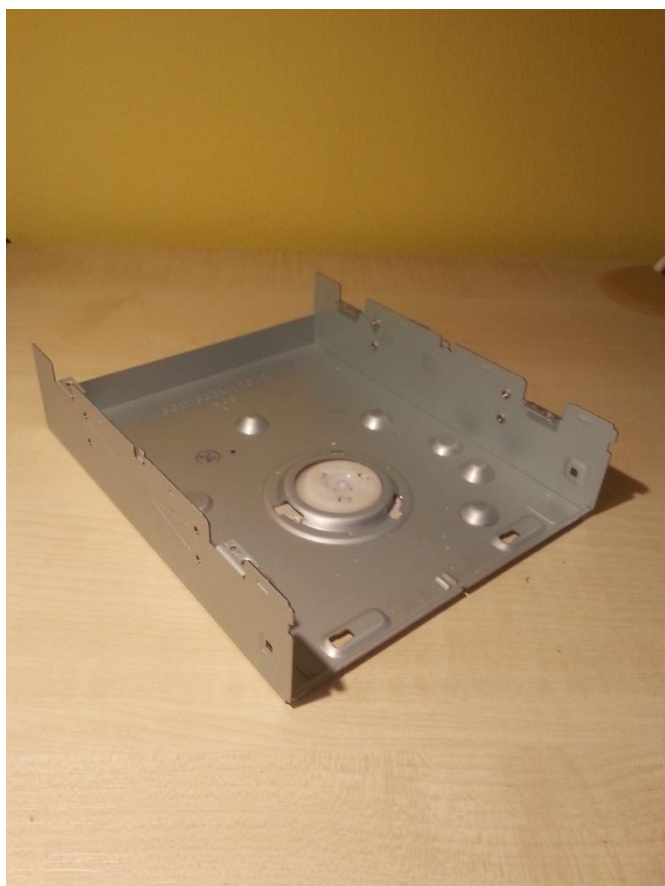


Obr. 8: Obě rozmontované mechaniky

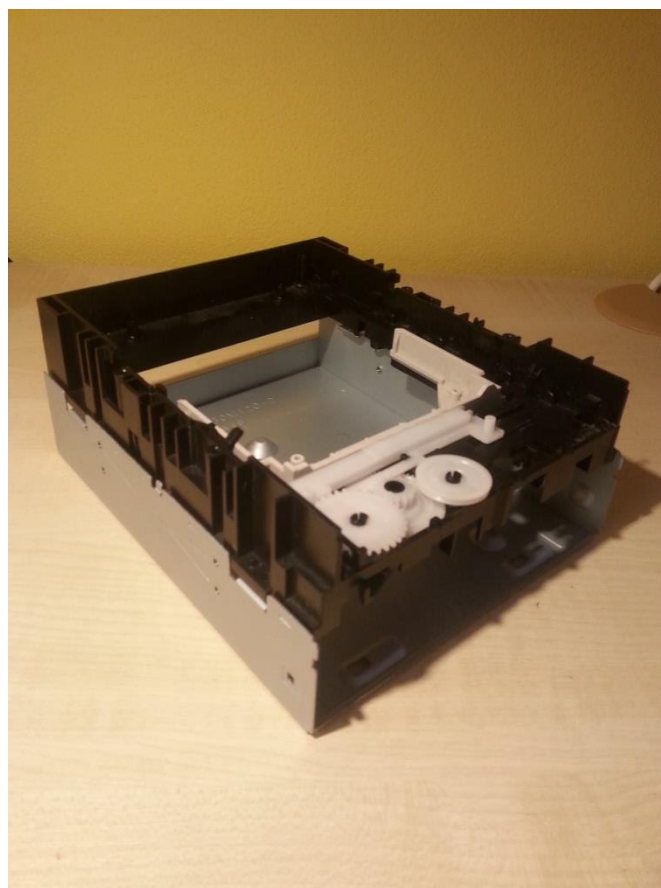
## 4.2 Vytváření těla řezačky

Měl jsem před sebou na stole rozložené diskové mechaniky a řekl jsem si, že se pokusím tu laserovou řezačku postavit výhradně z těchto dílů a bylo tak vyhozeno co nejméně věcí.

Jako úplně první věc jsem potřeboval vytvořit nějakou pevnou základnu, na které by mohlo všechno stát. Tu jsem dal dohromady z pár plechů a šikovně přišroubované plastové „kolébky“ do které se dal následovně velice pohodlně zasadit pojízdný mechanismus s krokovým motorkem. Tento pojízdný mechanismus slouží jako jedna z os. Na rozdíl od průmyslových řezaček pro mne díky malým rozměrům bylo výhodnější, aby se laser nepohyboval po obou osách, ale aby se laser pohyboval po ose X a po druhé ose se pohybovalo lůžko pro řezaný materiál tedy po ose Y.

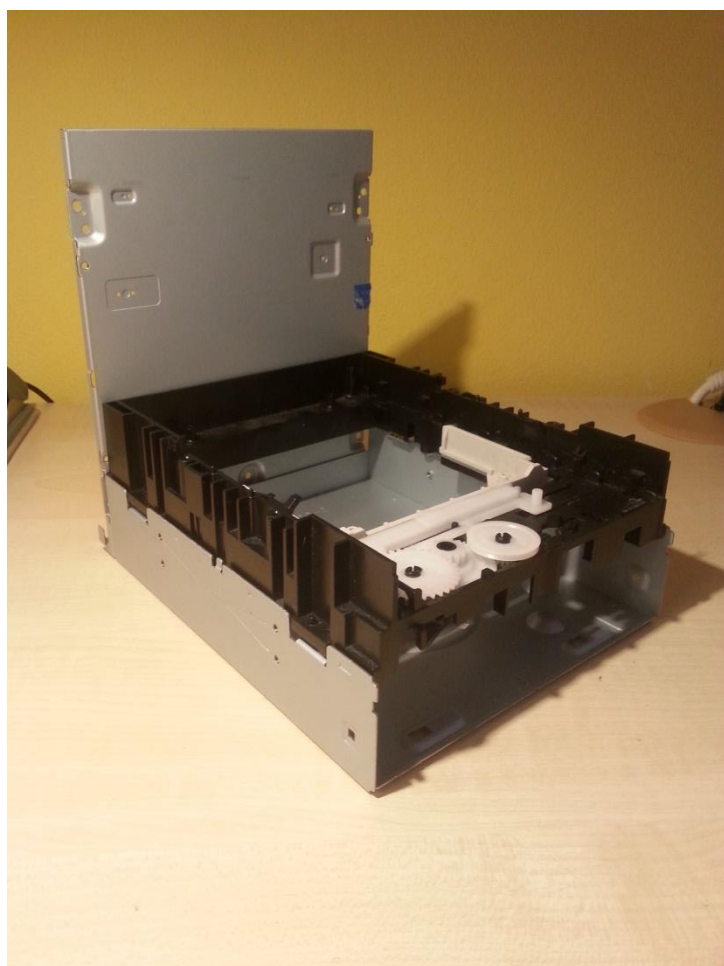


Obr. 9: Plech z diskové mechaniky



Obr. 10: plech s plastovou „kolébkou“

Takže jsem měl vyřešenou jednu osu. Teď jsem potřeboval vymyslet, kam bych mohl uchytit druhý pojízdný mechanismus. Dostával jsem různé nápady o mnoha způsobech uchycení a nakonec jsem se vrátil k mé základní myšlence o maximální využití součástek ze starých mechanik. Tak mě napadlo, že bych mohl zadní stěnu mé základny provrtat a tím pádem bych k ní mohl přišroubovat podpůrnou stěnu, na které by mohl být umístěný druhý pohyblivý mechanismus, který by pohyboval laserem a sloužil jako osa X.



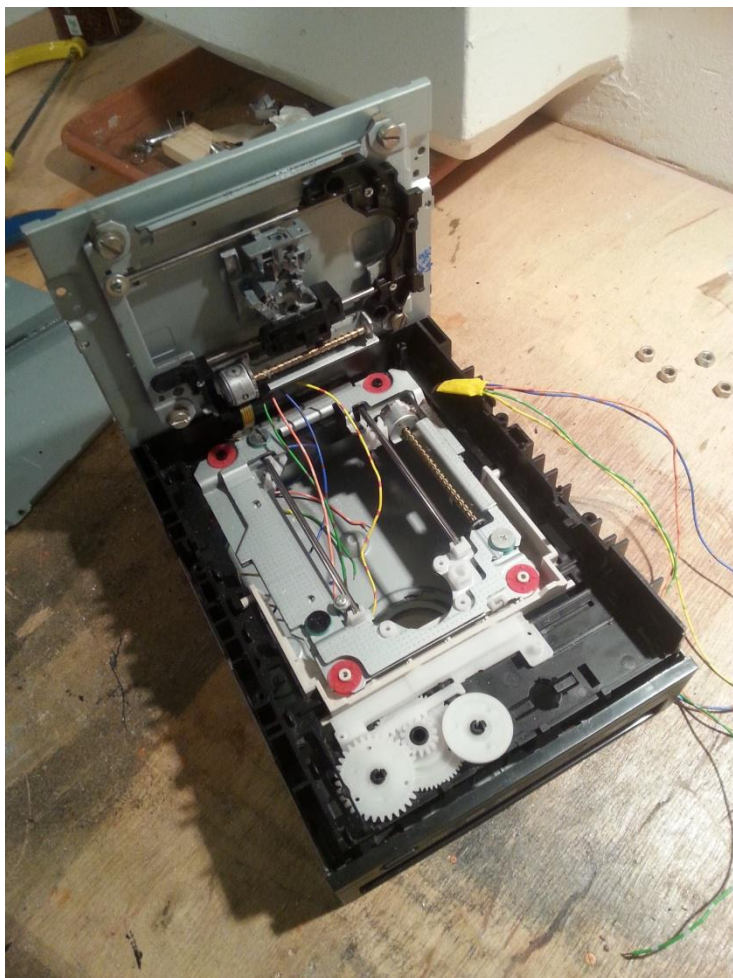
Obr. 11: Podpůrná stěna



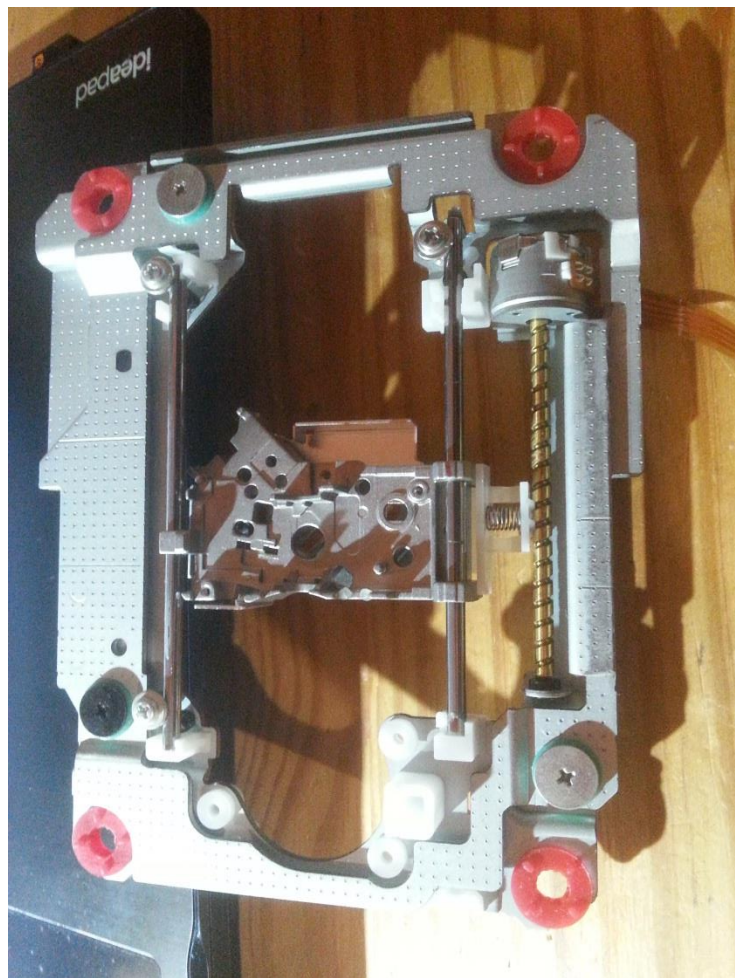
Obr. 12: Přišroubovaná podpůrná stěna

### 4.3 Zabudování pohybových mechanismů

Už jsem měl hotové tělo řezačky, takže jsem mohl pokračovat k uchycení pohybových mechanismů do těla a oživit je. Jeden pohybový mechanismus jsem umístil do spodní části řezačky a ten bude pohybovat lůžkem na řezaný materiál. Druhý pohybový mechanismus jsem přišrouboval k zadní podpůrné stěně řezačky na tomto mechanismu bude upevněný samotný laser který bude řezat materiál.



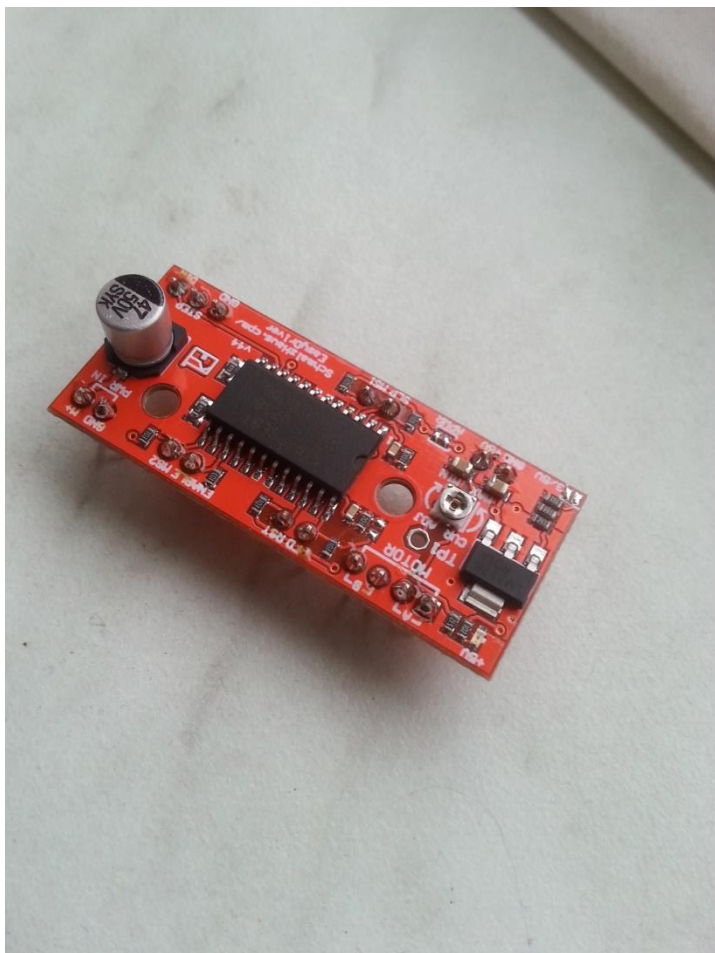
Obr. 13: Zabudované pohybové mechanismy



Obr. 14: Pohybový mechanismus

## 4.4 Testování pohybových mechanismů

K ovládání krokových motorků v pohybových mechanismech jsem použil Arduino a malý užitečný modul Easy Driver v4.4 který mi ulehčil ovládání krokových motorků.

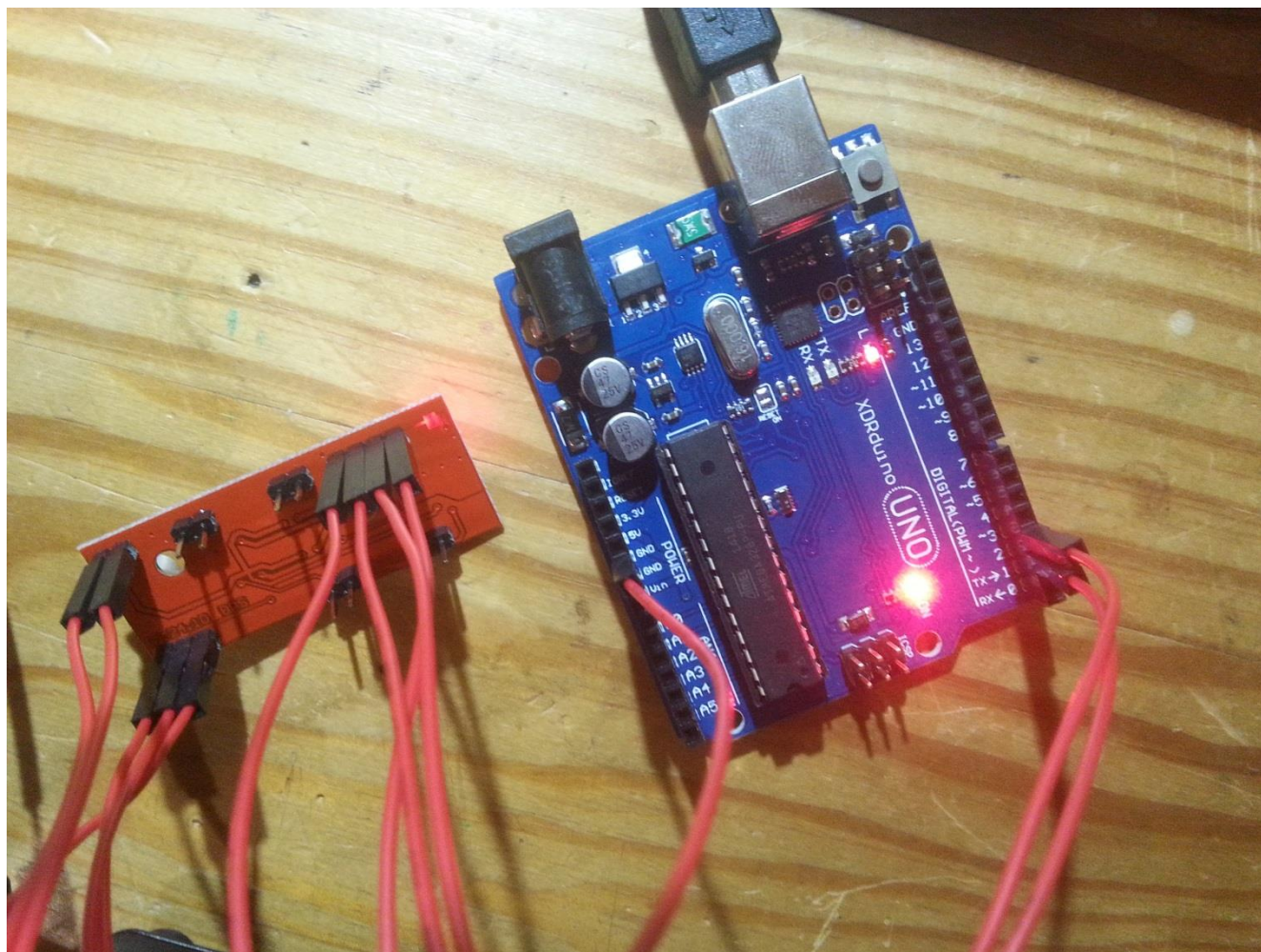


Obr. 15: modul Easy Driver v4.4



Obr. 16: Arduino

Z pohybových mechanismů jsem vyvedl čtyři drátky k ovládání krokových motorků. Tyto drátky jsem připojil k modulu Easy Driver v4.4 a ten jsem připojil k Arduino. Pohybové mechanismy jsem vyzkoušel jednotlivě za sebou a vyzkoušel jsem, jestli jsou funkční. Naštěstí byly oba mechanismy naprosto v pořádku.



Obr. 17: Arduino propojené s Easy Driverem v4.4

## 4.5 Laser

Jako řezací laser do mé řezačky jsem chtěl použít přímo laser, který byl v diskové mechanice. Později jsem však při testování zjistil, že tento laser po vyjmutí z původního místa je samostatně k řezání nepoužitelný, protože není zaostřený. Musel bych laseru koupit speciální kryt s čočkami, do kterého by se vložil a zaostřil by se.



Obr. 18: Laser z diskové mechaniky



Takže jsem se zamyslel nad tím kde sehnat takový kryt. Podle mého průzkumu bych musel kryt objednat z nějaké speciální stránky. Řekl jsem si, že když už budu něco objednávat z internetu tak budu myslet trošku do budoucnosti. Nakonec jsem se rozhodl pro koupi už sestaveného laseru, který bude výkonnější a mohl bych ho v budoucnu použít ve větší rezačce pro řezání dřeva a nejen papíru. Při testování a práci s tímto laserem jsem musel být opravdu opatrný, protože by mi mohl vážně poškodit zrak. Tento laser má výkon 200mW a vstupní napětí 3V. Byl to nejvýkonnější laser, který jsem mohl sehnat za rozumnou cenu. Nakonec jsem při testování tohoto laseru zjistil, že je opravdu dostatečně výkonný, ale kvůli jeho nízké ceně nemá kvalitní optiku. Kvůli tomu paprsek nebyl plně soustředěn do jednoho místa a nedokázal nic uříznout ani zahřát.



Obr. 19: Zakoupený laser

## 4.6 Proměna laserové řezačky

Můj původní plán vytvořit laserovou řezačku zatím vycházel až na to že jsem neměl vhodný laser schopný něco uříznout. Nemělo cenu na takovýto menší zkušební projekt pořizovat drahý laser, abych si mohl vyřezávat obrázky o velikosti 4x4 cm což je maximální rozsah pohybových mechanismů z diskových mechanik.

Tak jsem se rozhodl, že na otestování funkčnosti mého návrhu, zaměním laser za úchopný mechanismus na fixu a laserová řezačka nebude řezat laserem ale malovat fixou. Na vyzkoušení to stačilo. Až si budu někdy dělat opravdovou velkou řezačku tak použiju řídicí elektroniku z téhle malé a dokoupím opravdu kvalitní laser určený k řezání.



Obr. 20: Úchytňý mechanismus pro fixku

## 4.7 Software laserové řezačky

Jedna část softwaru mé laserové řezačky spočívá v naprogramování Arduina a druhá část je program v počítači kterým bude laserová řezačka ovládaná uživatelem. Arduino musí vykonávat mnoho úkolů. Zprvce musí rozpoznat příkazy, které dostává od hlavního programu v počítači. Pak tyto příkazy musí přepočítat podle reálných rozměrů a parametrů krokových motorků, podle šroubovice po která předává pohyb samotné pohyblivé části mechanismu. Následně využije všechna tyto přepočítaná data a vyšle správný počet a kombinaci signálů modulu Easy Driver v4.4. Modul už pomocí těchto signálů ovládá konkrétní krokový motorek.

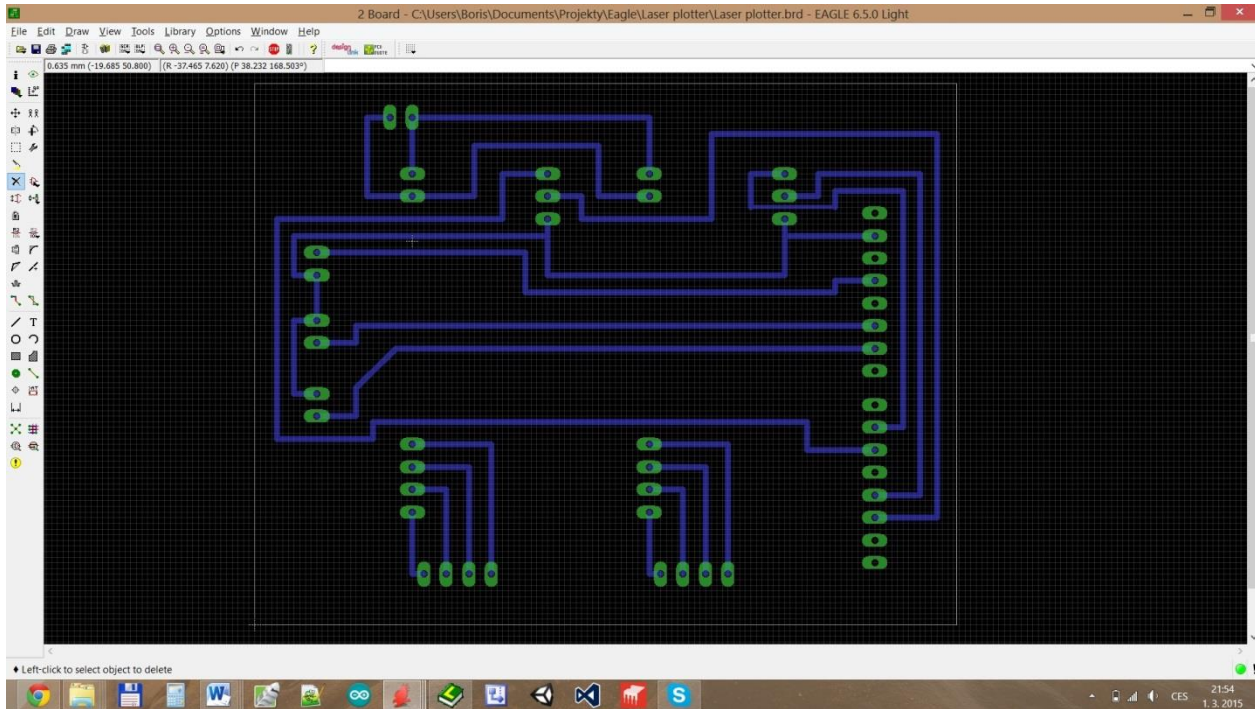
Zpočátku jsem se snažil naprogramovat svůj vlastní program do Arduina který by tohle všechno zvládal, ale po týdnu snažení jsem usoudil, že je to pro mne příliš těžké a zabralo by to ještě hodně času. Tak jsem se podíval na internet, jestli už někdo něco podobného nevytvořil. Měl jsem štěstí a našel jsem jednu webovou stránku, která zdarma poskytovala knihovny do Arduina a počítačový program komunikující s Arduinem. Podle mě je zbytečné vymýšlet, co už bylo vymyšleno a je to mnohem rozumnější řešení které bude fungovat lépe a spolehlivěji než kdybych to musel vytvářet sám.



Obr. 21: Počítačový program GRBL Controller který komunikuje s Arduinem

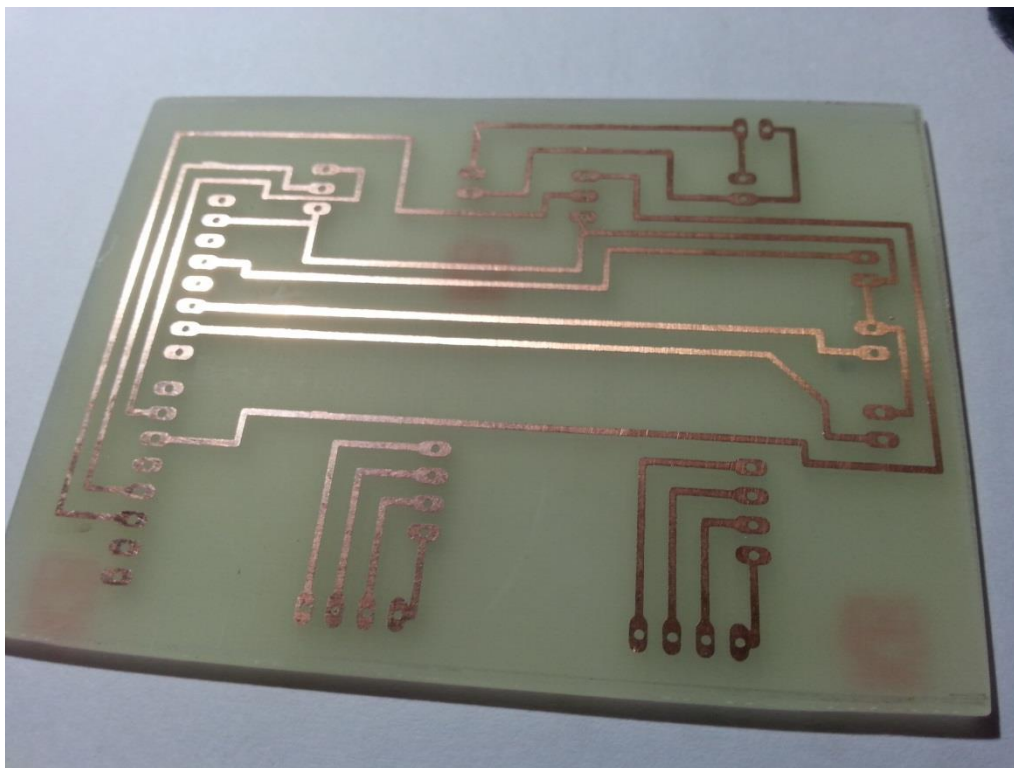
## 4.8 DPS

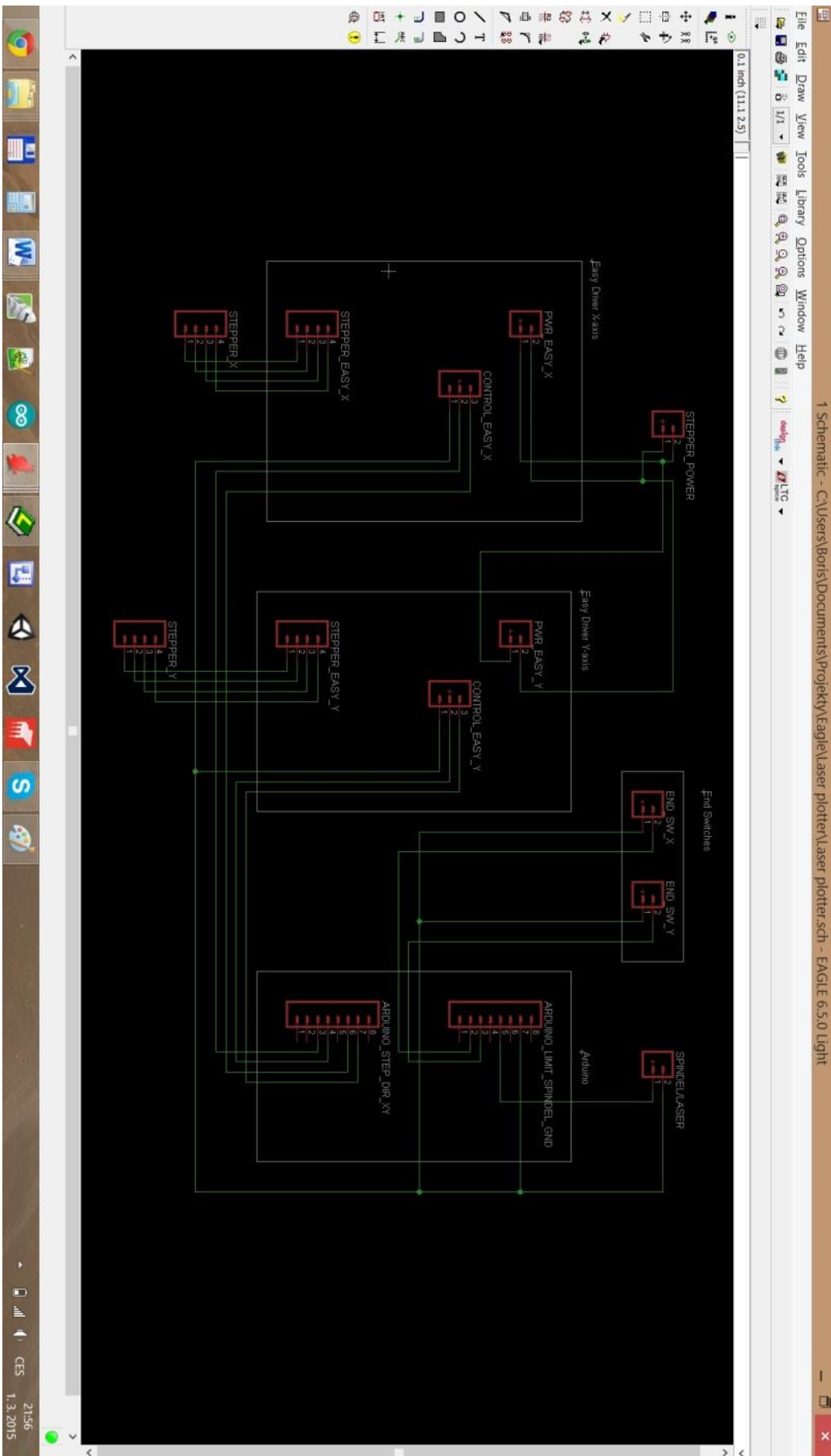
Vytvořil jsem DPS s konektory pro Easy Drivery v4.4, Arduino, krokové motorky, koncové spínače, kabel pro komunikaci s počítačem a samozřejmě napájení motorků.



Obr. 22: Návrh DPS v programu Eagle

Obr. 23: Vyleptaná DPS

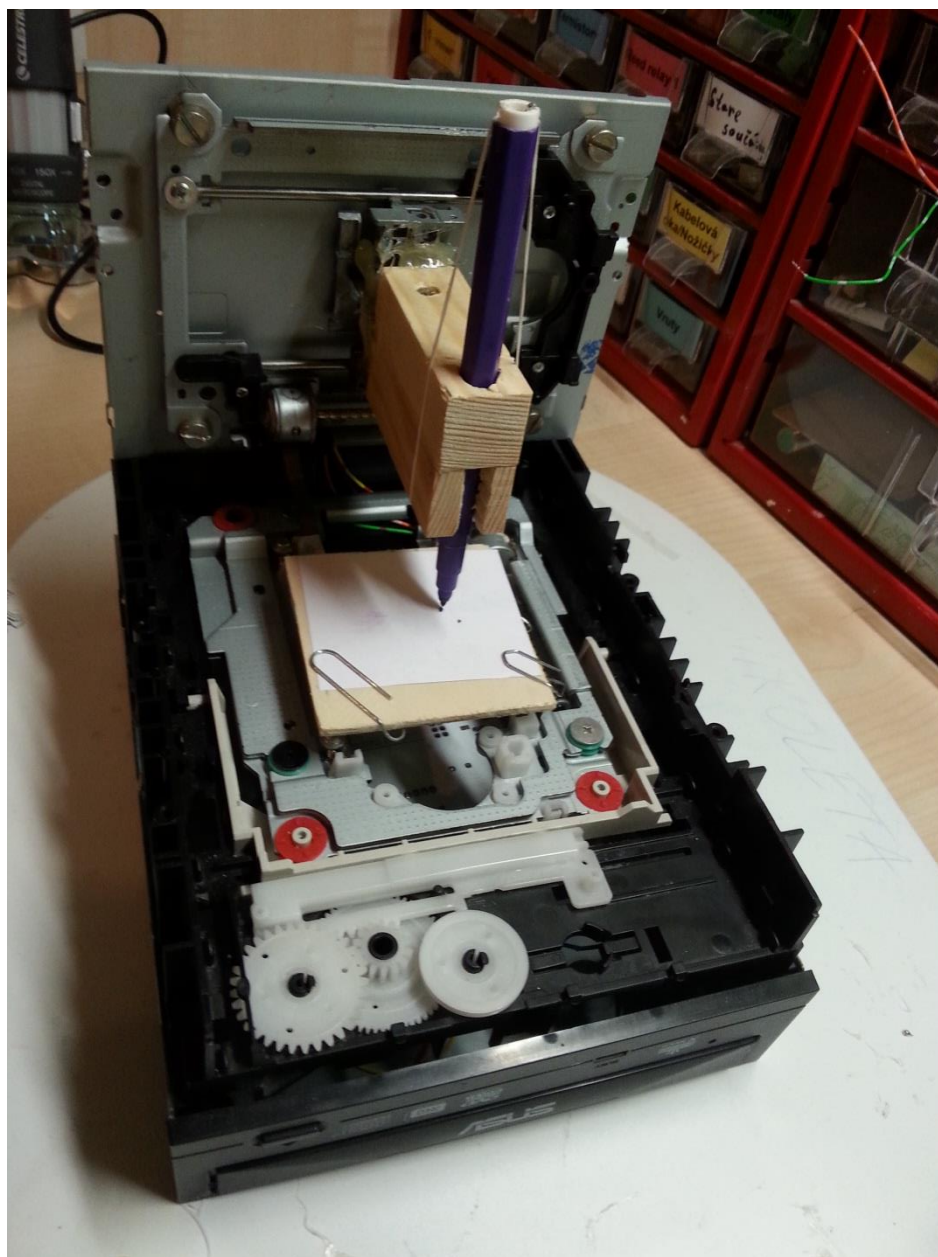




Obr. 24: Schéma zapojení

## 4.9 Dodělávání detailů

Teď už jsem měl svou robotickou malířku skoro hotovou. Stačilo jen dodělat lůžko pro papír, na který se bude kreslit a vše zkompletovat. Na závěr jsem udělal pár drobných úprav jako uschování veškeré elektroniky a drátů do těla přístroje nebo otestování hotového produktu.



Obr. 25: Konečný produkt

## 5 Závěr

Při pracování na tomto projektu jsem se naučil mnoho laserových řezačkách. Už vím na jakém principu fungují a z čeho se skládají. Bohužel se mi nepodařilo postavit si svou vlastní laserovou řezačku, protože jsem neměl vhodný laser, ale namísto něho jsem pro vyzkoušení pohybů řízených počítačem umístil mechanismus pro uchopení fixy. Takže teď mám svou robotickou kreslíčku. Mohu si na počítači navrhnout malý obrázek a ona mi ho doopravdy namaluje. Při práci na tomhle projektu jsem se opravdu bavil. Až si budu chtít vytvořit opravdovou velkou laserovou řezačku tak mi stačí vyjmout DPS z téhle a připojit ji. Protože jsem ji navrhl tak aby byla univerzální a mohli se k ní připojit nejrůznější krokové motorky a lasery.

## **Seznam použitých zkratk**

PC – Personal Computer

DPS – deska plošných spojů



## Seznam použitých zdrojů

Obrázky - internet

- Informace o laserových řezačkách - [https://en.wikipedia.org/wiki/Laser\\_cutting](https://en.wikipedia.org/wiki/Laser_cutting)
- <http://onlinelasercutting.com.au/about/what-is-laser-cutting/>
  - Konzultace s učitelem a otcem